



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



برنامه درسی رشته

مهندسی مکانیک

Mechanical Engineering

مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته



کرایش

طراحی کاربردی Applied Design

گروه فنی و مهندسی

پیشهادی دانشگاه کیلان

پیشنهادهای

نام رشته: مهندسی مکانیک

عنوان گرایش: طراحی کاربردی

گروه تحصیلی: فنی و مهندسی

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته

زیرگروه تحصیلی: مهندسی مکانیک

نوع مصوبه: بازنگری

پیشنهادی: دانشگاه گیلان

تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۰۷/۱۶

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی، در جلسه شماره ۱۷۴ تاریخ ۱۴۰۲/۰۷/۱۶ کمیسیون برنامه ریزی درسی، محتوا و سرفصل رشته‌های تحصیلی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می‌شوند، قابل اجرا است.

ماده دو- این برنامه درسی، براساس برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی مصوب جلسه ۱۶۳ تاریخ ۱۴۰۰/۱۰/۰۵ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی بازنگری شده است.

ماده سه- این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول‌های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می‌شود.

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

دکتر قاسم عمو عابدینی
معاون آموزشی و رئیس کمیسیون



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



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی



برنامه دسی رشته

مهندسی مکانیک

MECHANICAL ENGINEERING

گرایش طراحی کاربردی

شامل دو شاخه تخصصی "مکانیک جامدات" و "دینامیک، کنترل و ارتعاشات"

مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته

تهیه کنندگان:

عضو هیات علمی دانشگاه گیلان (مجری)	دکتر فرزاد دادگر راد
عضو هیات علمی دانشگاه گیلان (همکار)	دکتر سید روح اله کاظمی
عضو هیات علمی دانشگاه گیلان (همکار)	دکتر رضا انصاری خلخالی
عضو هیات علمی دانشگاه گیلان (همکار)	دکتر بهنام میری پور فرد
عضو هیات علمی دانشگاه گیلان (همکار)	دکتر هاشم بابایی
عضو هیات علمی دانشگاه گیلان (همکار)	دکتر حامد کوهی گیلوان
عضو هیات علمی دانشگاه گیلان (همکار)	چوادمحمودی مهر





جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی (۱۳۹۲)	در برنامه بازنگری شده
۱.	ریاضیات پیشرفته ۱	ریاضیات پیشرفته ۱
۲.	مکانیک محیط پیوسته ۱	مکانیک محیط پیوسته ۱
۳.	تئوری الاستیسیته ۱	تئوری الاستیسیته
۴.	روش اجزای محدود ۱	روش اجزای محدود ۱
۵.	مکانیک شکست ۱	مکانیک شکست
۶.	طراحی مهندسی پیشرفته	طراحی مهندسی پیشرفته
۷.	تئوری ورق و پوسته ۱	تئوری ورق و پوسته ۱
۸.	ریاضیات پیشرفته ۲	ریاضیات پیشرفته ۲
۹.	تئوری الاستیسیته ۲	حذف شده است
۱۰.	مقاومت مصالح پیشرفته	مقاومت مصالح پیشرفته
۱۱.	آزمون های غیر مخرب پیشرفته	آزمون های غیر مخرب پیشرفته
۱۲.	ویسکوالاستیسیته	ویسکوالاستیسیته
۱۳.	ترموالاستیسیته	ترموالاستیسیته
۱۴.	پلاستیسیته	پلاستیسیته
۱۵.	تئوری ورق و پوسته ۲	تئوری ورق و پوسته ۲
۱۶.	خستگی، خزش و شکست	خستگی، خزش و شکست
۱۷.	رفتار مکانیکی مواد	رفتار مکانیکی مواد
۱۸.	مکانیک شکست ۲	حذف شده است
۱۹.	پایداری سیستم های مکانیکی	پایداری سازه ها
۲۰.	تحلیل آزمایش های مهندسی	حذف شده است
۲۱.	تئوری های نوین طراحی	حذف شده است
۲۲.	طراحی بهینه	طراحی بهینه
۲۳.	طراحی اجزا و سازه ماشین ابزار	طراحی اجزا و سازه ماشین ابزار
۲۴.	طراحی و ساخت پیشرفته به کمک رایانه	طراحی و ساخت پیشرفته به کمک رایانه
۲۵.	طراحی ابتکاری	حذف شده است
۲۶.	سازه های اتصال چسبی	سازه های اتصال چسبی
۲۷.	مکانیک ضربه ۱	مکانیک ضربه
۲۸.	مکانیک ضربه ۲	حذف شده است
۲۹.	تحلیل تجربی تنش ۱	تحلیل تجربی تنش
	تحلیل تجربی تنش ۲	حذف شده است





ادامه جدول تغییرات

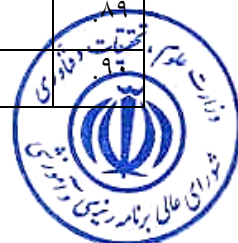
ردیف	در برنامه قبلی (۱۳۹۲)	در برنامه بازنگری شده
۳۱.	روش های انرژی	روش های انرژی
۳۲.	روش اجزای محدود ۲	روش اجزای محدود ۲
۳۳.	مکانیک محیط پیوسته ۲	مکانیک محیط پیوسته ۲
۳۴.	مکانیک مواد مرکب پیشرفته	مواد مرکب پیشرفته
۳۵.	مکانیک خرابی در مواد مرکب	حذف شده است
۳۶.	مکانیک نانو ساختارها	مکانیک نانو ساختارها
۳۷.	روش های تغییرات در مکانیک	حذف شده است
۳۸.	مکانیک سازه های هوشمند	سازه های هوشمند
۳۹.	مکانیک سازه های ساندویچی	حذف شده است
۴۰.	تحلیل و طراحی مخازن تحت فشار و لوله ها	طراحی پیشرفته ی مخازن تحت فشار
۴۱.	قابلیت اطمینان اجزای مکانیکی	قابلیت اطمینان سامانه های مکانیکی
۴۲.	روش های پژوهش	حذف شده است
۴۳.	محاسبات عددی پیشرفته	محاسبات عددی پیشرفته
۴۴.	خستگی	حذف شده است
۴۵.	ضربه بر روی سازه های کاپوزیتی و ساندویچی	حذف شده است
۴۶.	مباحث منتخب در جامدات	مباحث منتخب در جامدات
۴۷.	مباحث منتخب در طراحی	مباحث منتخب در طراحی
۴۸.	ارتعاشات اتفاقی	ارتعاشات اتفاقی
۴۹.	شیبه سازی و مدل سازی بیومکانیک	حذف شده است
۵۰.	ارتعاشات پیشرفته (ممتد)	ارتعاشات پیشرفته (سامانه های ممتد)
۵۱.	-	شکل دهی فلزات
۵۲.	-	ساخت افزودنی
۵۳.	-	طراحی قالب پیشرفته
۵۴.	-	نانو مواد و کاربردهای مهندسی
۵۵.	-	سامانه های میکرو و نانو الکترومکانیکی
۵۶.	-	میکروساختارها
۵۷.	-	میکرومکانیک و آنالیز چندمقیاسی
۵۸.	-	نانو کامپوزیتها
۵۹.	ارتعاشات غیرخطی	ارتعاشات غیرخطی
۶۰.	-	دینامیک مولکولی





ادامه جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی (۱۳۹۲)	در برنامه بازنگری شده
۶۱.	-	آکوستیک مهندسی
۶۲.	-	انتشار امواج مکانیکی
۶۳.	-	مکانیک آسیب
۶۴.	-	مکانیک تماس
۶۵.	-	مواد حافظه دار
۶۶.	-	متالورژی در تولید
۶۷.	مباحث منتخب در ارتعاشات	مباحث منتخب در ارتعاشات
۶۸.	کنترل پیشرفته ۱	کنترل پیشرفته ۱
۶۹.	دینامیک پیشرفته	دینامیک پیشرفته
۷۰.	کنترل بهینه	کنترل بهینه
۷۱.	سیستمهای دینامیکی	سیستمهای دینامیکی
۷۲.	کنترل غیر خطی	کنترل غیر خطی
۷۳.	کنترل پیشرفته ۲	کنترل پیشرفته ۲
۷۴.	رباتیک (سینماتیک و دینامیک)	رباتیک (سینماتیک و دینامیک)
۷۵.	کنترل در رباتیک	کنترل ربات
۷۶.	کنترل تطبیقی	کنترل تطبیقی
۷۷.	مکاترونیک ۱	مکاترونیک ۱
۷۸.	مکاترونیک ۲	مکاترونیک ۲
۷۹.	کاربرد میکروپروسورها	حذف شده است
۸۰.	کنترل دیجیتال	کنترل دیجیتال
۸۱.	واقعیت مجازی	واقعیت مجازی
۸۲.	اندازه گیری پیشرفته	حذف شده است
۸۳.	حساسه ها و کالیبراسیون ربات	حذف شده است
۸۴.	رباتیک پیشرفته	رباتیک پیشرفته
۸۵.	هوش مصنوعی و سیستمهای خبره	هوش مصنوعی و سیستمهای خبره
۸۶.	تحقیق در عملیات	حذف شده است
۸۷.	کنترل پیشرفته خودرو	دینامیک و کنترل خودرو
۸۸.	نانو رباتیک	حذف شده است
۸۹.	کنترل مقاوم	کنترل مقاوم
۹۰.	کنترل چند متغیره	سیستمهای کنترل چند متغیره



ادامه جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی (۱۳۹۲)	در برنامه بازنگری شده
۹۱.	کنترل فازی-عصبی	حذف شده است
۹۲.	شبکه های عصبی مصنوعی	حذف شده است
۹۳.	سازه های هوشمند	حذف شده است
۹۴.	مباحث منتخب در دینامیک	مباحث منتخب در دینامیک
۹۵.	شناسایی سیستمها و تئوری تخمین	شناسایی سیستمها و تئوری تخمین
۹۶.	مباحث منتخب در کنترل	مباحث منتخب در کنترل
۹۷.	پایش ماشین ها و عیب یابی	پایش وضعیت سیستم و عیب یابی
۹۸.	سیستم های کنترل هوشمند	حذف شده است
۹۹.	شبیه سازی و مدلسازی در بیومکاترونیک	حذف شده است
۱۰۰.	-	مباحث منتخب در رباتیک
۱۰۱.	-	طراحی مکانیزمهای پیشرفته
۱۰۲.	-	بیومکانیک حرکت
۱۰۳.	آنالیز مودال	آنالیز مودال
۱۰۴.	-	دینامیک تحلیلی و آشوب



فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی



الف) مقدمه

دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک (Master of Science in Mechanical Engineering) گرایش طراحی کاربردی (The Field of Applied Design) مشتمل بر دو شاخه (Branch) به نام‌های زیر است:

۱- مکانیک جامدات (Solid Mechanics)

۲- دینامیک، کنترل و ارتعاشات (Dynamics, Control and Vibrations)

این رشته-گرایش یکی از دوره‌های تحصیلی آموزش عالی است که هدف آن تربیت مهندسانی است که قادر به طراحی ابزارها، دستگاه‌ها، سیستم‌ها و فرآیندهایی جهت رفع نیازها در بخش‌های مختلف صنعتی، خدماتی، بهداشتی و رفاهی باشند. در دوران تحصیل، دانش ریاضی، مفاهیم پایه‌ای علم مکانیک، برنامه‌نویسی و تحلیل و تفسیر داده‌ها مهمترین ابزارهایی هستند که به دانشجویان آموزش داده می‌شوند. با توجه به زیرساخت‌های علمی مستحکمی که در دوران آموزش در دانشجویان این رشته-گرایش ایجاد می‌گردد، ایشان با گذشت مدتی کوتاه از فارغ التحصیلی می‌توانند و توانسته‌اند منشا خدمات بزرگی برای جامعه بشری گردند.



ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

هدف این رشته-گرایش آموزش و پرورش نیروی انسانی متخصص مورد نیاز در صنعت، مؤسسات تحقیقاتی و کادر آموزشی دانشگاه‌های کشور در رشته مهندسی مکانیک و در دو شاخه تخصصی "مکانیک جامدات" و "دینامیک، کنترل و ارتعاشات" می‌باشد. سیلابس دروس مختلف این رشته-گرایش به گونه‌ای در نظر گرفته شده است که در نهایت آموخته‌های نظری و عملی فارغ التحصیلان هم سطح دانشگاه‌ها و مراکز پیشرفته علمی و صنعتی جهان باشد.

در گرایش "مکانیک جامدات"، مبانی بنیادی و کمیت‌های اساسی علم بررسی و تحلیل تغییرشکل اجسام انعطاف‌پذیر (Deformation of Flexible Bodies) تحت بارگذاری‌های مختلف آموزش داده می‌شود. انواع تغییرشکل‌ها از نوع الاستیک، پلاستیک، ویسکوالاستیک، ویسکوپلاستیک، مورفوالاستیک و نیز اثرات حرارتی روی تغییرشکل اجسام مورد مطالعه قرار می‌گیرند. روش‌های معروفی مانند تفاضلات محدود و اجزای محدود به عنوان ابزارهایی جهت حل عددی معادلات دیفرانسیل حاکم بر تغییرشکل‌های مختلف به دانشجویان آموزش داده می‌شوند. همچنین آموزش برنامه‌نویسی کامپیوتری بر مبنای روش‌های عددی مذکور نیز ابزاری قدرتمند را در دست دانشجویان و فارغ التحصیلان این شاخه جهت انجام فعالیت‌های مختلف تحقیقاتی و صنعتی قرار می‌دهد.

در گرایش "دینامیک، کنترل و ارتعاشات"، تکنیک‌های مختلف استخراج معادلات دیفرانسیل حاکم بر ارتعاشات و یا حرکت دینامیکی حاکم بر دستگاه‌ها و سیستم‌هایی که عمدتاً از مجموعه‌ای از ذرات (Particles) و اجسام صلب (Rigid Bodies) تشکیل شده‌اند تدریس می‌گردد. همچنین روش‌های متنوع کنترل حرکت در سیستم-



ها و دستگاه‌های مختلف (مانند کنترل حرکت ربات‌ها) و کنترل فرآیندهای مختلف صنعتی (مانند طراحی سیستم کنترل یک نیروگاه حرارتی، طراحی سیستم کنترل سوخت رسانی در خودرو) نیز جزء مباحث اصلی این شاخه می‌باشند. روش‌های مدرن بهینه‌سازی (مانند الگوریتم ژنتیک) نیز جزء مباحث این شاخه تخصصی در نظر گرفته شده‌اند. تکنیک‌های مختلف مبتنی بر روش تفاضلات محدود نیز معمولاً به عنوان تکنیک عددی غالب در حل دستگاه معادلات دیفرانسیل معمولی حاکم بر سیستم‌ها در این شاخه تخصصی مورد تأکید قرار می‌گیرد.

پ) ضرورت و اهمیت

طی این دوره، دانش آموختگان مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی آماده می‌شوند تا وظایف محوله برای اجرای انواع طرح‌های تحقیقاتی و پروژه‌های صنعتی را با موفقیت به انجام رسانند. در این راستا، تحقیق و مطالعات اولیه، طراحی مقدماتی، محاسبات طراحی، تهیه نقشه‌های دقیق اجرایی، و تدوین فناوری ساخت جزء توانایی‌های بالقوه فارغ التحصیلان این رشته-گرایش خواهد بود. همچنین مدیریت، اجرا، بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری در حوزه‌های مختلف صنعتی، خدماتی و بهداشتی نیز نیازمند متخصصین این رشته می‌باشد.

در این راستا، با توجه به ساخت مواد جدید و گسترش علم مکانیک در کاربردهای پزشکی و نانو تکنولوژی، تغییراتی در برنامه درسی این رشته-گرایش در کشور ما و نیز در دانشگاه‌های معتبر دنیا رخ داده است. از جمله می‌توان به اضافه شدن دروس جدیدی مانند میکروساختارها، آلیاژهای حافظه دار، نانومواد و کاربردهای مهندسی، سامانه‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی، هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره، میکرومکانیک و آنالیز چند مقیاسی و نیز مدل‌سازی ریاضی تغییر شکل مواد حافظه دار اشاره نمود.



ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

طول متوسط دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی دو سال بوده و تعداد کل واحدهای دوره ۳۲ می‌باشد. همانگونه که ذکر گردید، گرایش طراحی کاربردی شامل دو شاخه تخصصی تحت عناوین "مکانیک جامدات" و "دینامیک، کنترل و ارتعاشات" می‌باشد. در این راستا به نکات زیر توجه می‌گردد:

الف) دانشجویان هر دو شاخه‌ی مذکور ملزم به گذراندن پنج درس تخصصی الزامی می‌باشند. از این پنج درس، دو درس ریاضیات مهندسی پیشرفته ۱ (۳ واحد) و سمینار (۲ واحد) در هر دو شاخه مشترک می‌باشند. دو درس تخصصی الزامی دیگر (معادل ۶ واحد) برای هر شاخه تخصصی در نظر گرفته شده که در جدول (۲ الف) برای شاخه مکانیک جامدات و (۲ ب) برای شاخه دینامیک، کنترل و ارتعاشات مشخص شده‌اند.

ب) پنج درس اختیاری (معادل ۱۵ واحد) نیز از جداول (۳ الف) برای شاخه مکانیک جامدات و (۳ ب) برای شاخه دینامیک، کنترل و ارتعاشات توسط دانشجویان هر شاخه و با تأیید استاد راهنما اخذ می‌گردند. علاوه بر این، پایان نامه تخصصی کارشناسی ارشد به ارزش ۶ واحد نیز باید توسط دانشجویان هر دو شاخه اخذ گردد. موارد مذکور در



جدول ۱ (جدول توزیع واحدها) آورده شده‌اند. در فصل دوم، اسامی دروس مختلف تخصصی و اختیاری در جداول ۲) الف)، ۲) ب)، ۳) الف) و ۳) ب) مربوط به دوشاخه تخصصی مذکور آورده شده‌اند.

ج) دروس مبتنی بر ریاضیات (ریاضیات پیشرفته ۱ و ۲ و محاسبات عددی) و دروس ارتعاشاتی (ارتعاشات پیشرفته (ممتد)، ارتعاشات غیرخطی، ارتعاشات اتفاقی و مباحث منتخب در ارتعاشات) دروس مشترک در هر دوشاخه تخصصی می‌باشند.

جدول (۱) - توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس تخصصی	۱۱
دروس اختیاری	۱۵
پایان‌نامه	۶
جمع	۳۲

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

دانشجویان رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی یک سلسله از دانش‌ها، مهارت‌ها و نگرش‌های مختلفی را در خصوص تحلیل و طراحی سیستم‌های مکانیکی و حتی الکترومکانیکی را می‌آموزند. علاوه بر درک ضرورت کسب مداوم آموزش در طول کار حرفه‌ای، توانایی‌های خاصی که فارغ‌التحصیلان این رشته-گرایش بدان دست می‌یابند به قرار زیرند:

- شناسایی، فرموله کردن و حل مشکلات مرتبط با مهندسی مکانیک
- توانایی به‌کارگیری مؤثر دانش ریاضیات و مبانی اساسی علم مکانیک
- طراحی کامل یک وسیله، دستگاه، سیستم یا فرایند جهت رفع یک نیاز مشخص
- استفاده از فناوری‌ها، مهارت‌ها، نرم افزارها و ابزارهای مدرن در فعالیتهای مرتبط با مهندسی مکانیک
- طراحی و اجرای آزمایش‌ها و تحلیل و تفسیر داده‌ها
- ایجاد ارتباط مؤثر شفاهی، نوشتاری و تصویری در محیط‌های صنعتی و تحقیقاتی



مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
به کارگیری مؤثر دانش ریاضیات مبانی بنیادی علم مکانیک	ریاضیات پیشرفته ۱ و ۲، مکانیک محیطه پیوسته ۱ و ۲ روش‌های محاسبات عددی پیشرفته، اجزای محدود ۱ و ۲ دینامیک تحلیلی و آشوب
استفاده از فناوری‌ها، مهارت‌ها و ابزارهای مدرن	مواد حافظه دار، میکروساختارها، ساخت افزودنی، هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره، سازه‌های هوشمند، طراحی به کمک کامپیوتر پیشرفته، کنترل سیستم‌ها، مکترونیک، دینامیک مولکولی
شناسایی، فرموله کردن، مدل‌سازی و حل مشکلات مهندسی مکانیک	شناسایی سیستم‌ها و تئوری تخمین، کنترل هوشمند، پایش وضعیت سیستم و عیب‌یابی، سینماتیک و دینامیک ربات‌ها، آنالیز مودال، ارتعاشات اتفاقی، ارتعاشات غیرخطی، سیستم‌های دینامیکی
به کارگیری مبانی کلاسیک و آشنایی با مسایل کلاسیک مهندسی مکانیک	تئوری الاستیسیته، پلاستیسیته، تئوری ورق و پوسته ۱، دینامیک پیشرفته، ارتعاشات پیشرفته (سیستم‌های ممتد)، کنترل پیشرفته ۱ و ۲
کسب مهارت‌های طراحی ایمن	مکانیک شکست، مکانیک آسیب، پایداری سیستم‌های مکانیکی، کنترل مقاوم، آزمون‌های غیرمخرب پیشرفته، خزش، خستگی و شکست
کسب مهارت‌های طراحی و ساخت	طراحی قالب پیشرفته، طراحی پیشرفته مخازن تحت فشار، طراحی و ساخت نانوکامپوزیت‌های پلیمری، مواد مرکب پیشرفته، متالورژی در تولید، شکل‌دهی فلزات، طراحی مکانیزم‌های پیشرفته
مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی	دروس مرتبط
توانایی انجام مکاتبات آکادمیک، تهیه رزومه آکادمیک، کلیات نگارش مقاله، تهیه گزارش مهندسی و پاورپوینت حرفه‌ای	سمینار
مهارت‌های انجام تحقیق و پژوهش	سمینار، پایان‌نامه

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

پذیرش دانشجو مطابق ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است. شکل نظام به صورت ترمی-واحدی خواهد بود. هر واحد نظری نیز معادل ۱۶ ساعت می‌باشد. همچنین دانشجویانی که با مدرک کارشناسی غیر از کارشناسی مهندسی مکانیک پذیرش می‌شوند، ممکن است با نظر دانشکده مجبور به گذراندن درس یا دروس جبرانی (حداکثر ۱۲ واحد) باشند که مبانی پایه و اصلی هر شاخه تخصصی از این رشته-گرایش را در برمی-



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس



جدول (۲) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی

جدول (۲ الف) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی شاخه مکانیک جامدات

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	-	-	48	-	ندارد	ندارد
۲	سمینار	۲	۲	-	-	32	-	ندارد	ندارد
۳	مکانیک محیط پیوسته ۱	۳	۳	-	-	48	-	ندارد	ندارد
۴	روش اجزای محدود ۱	۳	۳	-	-	48	-	ندارد	ندارد

جدول (۲ ب) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی شاخه دینامیک، کنترل و ارتعاشات

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	-	-	48	-	ندارد	ندارد
۲	سمینار	۲	۲	-	-	32	-	ندارد	ندارد
۳	دینامیک پیشرفته	۳	۳	-	-	48	-	ندارد	ندارد
۴	کنترل پیشرفته ۱	۳	۳	-	-	48	-	ندارد	ندارد



جدول (۳) - عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری

جدول (۳ الف) - عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری شاخه مکانیک جامدات

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	تئوری الاستیسیته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲	مکانیک شکست*	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۳	طراحی مهندسی پیشرفته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۴	تئوری ورق و پوسته ۱	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۵	ریاضیات پیشرفته ۲	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ریاضیات پیشرفته ۱	ندارد
۶	مقاومت مصالح پیشرفته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۷	آزمون های غیرمخرب پیشرفته	۳	۲	۱	۰	۳۲	۳۲	ندارد	ندارد
۸	ویسکوالاستیسیته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۹	ترموالاستیسیته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۱۰	پلاستیسیته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۱۱	تئوری ورق و پوسته ۲	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	تئوری ورق و پوسته ۱	ندارد
۱۲	خستگی، خزش و شکست*	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۱۳	رفتار مکانیکی مواد	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۱۴	پایداری سازه ها	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۱۵	طراحی بهینه	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۱۶	طراحی اجزا و سازه ماشین ابزار	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۱۷	طراحی و ساخت پیشرفته به کمک رایانه	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد



ادامه جدول (۳ الف) - عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری شاخه مکانیک جامدات

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱۸	سازه های اتصال چسبی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۱۹	مکانیک ضربه	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲۰	تحلیل تجربی تنش	۳	۲	۱	۰	۳۲	۳۲	ندارد	ندارد
۲۱	روش های انرژی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲۲	روش اجزای محدود ۲	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	روش اجزای محدود ۱ مکانیک محیط پیوسته ۱	ندارد
۲۳	مکانیک محیط پیوسته ۲	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	مکانیک محیط پیوسته ۱	ندارد
۲۴	مواد مرکب پیشرفته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲۵	مکانیک نانو ساختارها	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲۶	سازه های هوشمند	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲۷	طراحی پیشرفته ی مخازن تحت فشار	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲۸	قابلیت اطمینان سامانه های مکانیکی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲۹	محاسبات عددی پیشرفته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۳۰	مباحث منتخب در جامدات	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۳۱	مباحث منتخب در طراحی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۳۲	ارتعاشات اتفاقی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۳۳	ارتعاشات پیشرفته (سامانه های ممتد)	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۳۴	آنالیز مودال	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد



ادامه جدول (۳ الف) - عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری شاخه مکانیک جامدات

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۳۵	شکل دهی فلزات	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۳۶	ساخت افزودنی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۳۷	طراحی قالب پیشرفته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۳۸	نانومواد و کاربردهای مهندسی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۳۹	سامانه های میکرو و نانو الکترومکانیکی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۴۰	میکروساختارها	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	مکانیک محیط پیوسته ۱	ندارد
۴۱	میکرومکانیک و آنالیز چند مقیاسی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۴۲	نانو کامپوزیتها	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۴۳	ارتعاشات غیر خطی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۴۴	دینامیک مولکولی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۴۵	آکوستیک مهندسی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۴۶	انتشار امواج مکانیکی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۴۷	مکانیک آسیب	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۴۸	مکانیک تماس	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	تئوری الاستیسیته اجزای محدود ۱	ندارد
۴۹	مواد حافظه دار	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۵۰	متالورژی در تولید	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۵۱	مباحث منتخب در ارتعاشات	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد

* دانشجو مجاز است از دو درس "مکانیک شکست" و "خستگی، خزش و شکست" تنها یک درس را اخذ نماید.



جدول (۳ ب) - عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری شاخه دینامیک، کنترل و ارتعاشات

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	ارتعاشات غیر خطی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲	سیستمهای دینامیکی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۳	کنترل پیشرفته ۲	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	کنترل پیشرفته ۱	ندارد
۴	رباتیک (سینماتیک و دینامیک)	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۵	کنترل ربات	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۶	ریاضیات پیشرفته ۲	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ریاضیات پیشرفته ۱	ندارد
۷	محاسبات عددی پیشرفته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۸	کنترل تطبیقی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	کنترل پیشرفته ۱	ندارد
۹	ارتعاشات اتفاقی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۱۰	مکاترونیک ۱	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۱۱	مکاترونیک ۲	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۱۲	کنترل دیجیتال	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	کنترل پیشرفته ۱	ندارد
۱۳	واقعیت مجازی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۱۴	رباتیک پیشرفته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۱۵	هوش مصنوعی و سیستمهای خبره	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۱۶	دینامیک و کنترل خودرو	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۱۷	کنترل مقاوم	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	کنترل پیشرفته ۱	ندارد



ادامه جدول (۳ ب) - عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری شاخه دینامیک، کنترل و ارتعاشات

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری / عملی	نظری	عملی		
۱۸	سیستم‌های کنترل چند متغیره	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	کنترل پیشرفته ۱	ندارد
۱۹	مباحث منتخب در دینامیک	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲۰	شناسایی سیستمها و تئوری تخمین	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲۱	مباحث منتخب در ارتعاشات	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲۲	مباحث منتخب در کنترل	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲۳	پایش وضعیت سیستم و عیب یابی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲۴	مباحث منتخب در رباتیک	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲۵	طراحی مکانیزم‌های پیشرفته	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲۶	بیومکانیک حرکت	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲۷	طراحی بهینه	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۲۸	دینامیک تحلیلی و آشوب	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	دینامیک پیشرفته	ندارد
۲۹	ارتعاشات پیشرفته (سیستم‌های ممتد)	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ندارد	ندارد
۳۰	کنترل غیر خطی	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	کنترل پیشرفته ۱	ندارد
۳۱	کنترل بهینه	۳	۳	۰	۰	۴۸	۰	ریاضیات پیشرفته ۱	ندارد



فصل سوم

ویژگی‌های دروس



عنوان درس به فارسی: ریاضیات پیشرفته ۱		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Mathematics I	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:	-	-	پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:	-	-	تخصصی ☒ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله / پایان نامه ☐

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

الف) اهداف درس:

آموزش مباحث جبر خطی و کار کردن با ماتریس ها، حساب تغییرات و بهینه سازی مسائل مهندسی مکانیک و فیزیک و حل مسائل مشتق جزئی و حل تحلیلی و عددی معادلات در شرایط مرزی مختلف از اهداف این درس است.

ب) اهداف ویژه:

۱. تسلط بر حل PDE های خطی همگن و ناهمگن
۲. تسلط بر مفاهیم جبر خطی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه ای بر جبر خطی قوانین ماتریس ها، معرفی نرم افزار متلب، تعریف برداری فضا، زیرفضا
۲. دترمینان و خواص آن، استقلال و وابستگی خطی بردارها، تعامد بردارها، متعامدسازی بردارهای نامتعامد
۳. زیرفضاهای پایه یک فضای برداری، ماتریس مشابه
۴. مقادیر ویژه و بردارهای ویژه، قضیه کیلی-همیلتون، بلوک جوردن و ماتریس جوردن
۵. معکوس ماتریس و روش های معکوس گرفتن ماتریس ها، مختصات و ماتریس دوران
۶. حل معادلات حالت یک سیستم، قطری سازی و دستگاه معادلات خطی
۷. مقدمه ای بر کاربرد حساب تغییرات، به دست آوردن معادله اوایلر-لاگرانژ
۸. مسائل با چند متغیر وابسته و مستقل، مسائل با مرزهای ثابت و متحرک
۹. اصل همیلتون و استخراج معادلات لاگرانژ از آن، روش ضرایب لاگرانژ
۱۰. شرایط کافی برای یک اکسترموم، حل چند مسئله کاربردی مکانیک با استفاده از حساب تغییرات
۱۱. مقدمه و یادآوری مسائل با مشتقات جزئی شامل معادلات موج، گرما و لاپلاس
۱۲. تبدیلات انتگرالی: فوریه، لاپلاس، حل معادلات با تبدیل های انتگرالی برای مسائل همگن، ناهمگن و گذرا
۱۳. معادلات با مشتقات جزئی خطی و همگن روی میدان کراندار
۱۴. معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی خطی و غیرهمگن روی میدان کراندار و بی کران
۱۵. روش های عددی برای حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی: بیضی گون، سهمی و هایپربولیک



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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، معرفی کمک یار تدریس، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. E. Kreyszig, H. Kreyszig, E. J. Norminton, Advanced engineering mathematics, Wiley 2011.
2. G. B. Arfken, H. J. Weber, F. E. Harris, Mathematical Methods for Physicist: A Comprehensive Guide Academic Press 2011.
3. J. Bird, Higher engineering mathematics, Routledge 2017.
4. D.G. Duffy, Advanced engineering mathematics with MATLAB, Chapman and Hall/CRC, 2016.
5. R. Haberman, Elementary Applied Partial Differential Equations, 2005.
6. J.N. Reddy Energy Principles and Variational Methods in Applied Mechanics, CRC Press 2022.
7. Lev D. Elsgolc, Calculus of Variations, Dover Publications, Inc. 2007.

منابع کمکی:

1. A.D. Snider, Fundamentals of Complex Analysis with Application, 2003.
2. L.C. Andrews, Bhimsen K, Shivamoggi, Integral Transforms for Engineers, 1988.
3. J. Fritz, Partial differential equations, 1991.
4. G. Strang, Linear Algebra and Its Applications, 2003.
5. F. B. Hildebrand, Methods of Applied Mathematics, 1993.
6. S. J. Farlow, Partial differential equations for scientists engineer, 1993.



عنوان درس به فارسی: مکانیک محیط پیوسته ۱			عنوان درس به انگلیسی: Continuum mechanics I	
نوع درس و واحد		ندارد		
نظری	پایه	-		
عملی	تخصصی	-		
نظری-عملی	اختیاری	۳		
رساله / پایان نامه		۴۸		

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

الف) هدف کلی:

آشنایی با کمیت های تانسوری، بررسی محیط پیوسته از دیدگاه هندسی (سلماتیک)، آشنایی با تئوری تنش و قوانین توازن تئوری محیط پیوسته کلاسیک، آشنایی با معادلات ساختاری حاکم در محیط پیوسته با تاکید بر محیط های جامد الاستیک خطی

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با علم حساب تانسوری در دستگاه مختصات کارترین

۲. آشنایی با مبانی اولیه علم تغییر شکل

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. آشنایی با کمیت های تانسوری و جبر و حساب آنان ها، قاعده نگارش و قرارداد جمع روی اندیس تکراری معرفی مبنا و بیان بردار ها و عملیات برداری با استفاده از این مبنا

۲. معرفی تانسور های مرتبه دو، خواص آنها و تانسور های خاص، قاعده انتقال کمیت های تانسوری بین دستگاه های متعامد

۳. مقادیر اصلی و بردار های اصلی تانسور های مرتبه ۲

۴. بررسی محیط پیوسته از دیدگاه هندسی، معرفی تانسور گرادین تغییر شکل و گرادین تغییر مکان، تغییر طول پاره خط های مادی و تغییر زاویه بین آنها

۵. تغییر مساحت سطوح مادی، تغییر حجم اجزای مادی

۶. معرفی تانسور کرنش لاگرانژی (گرین-سن ونان)، تانسور کرنش اویلری (آلمانسی)، و تانسور های کرنش و دوران کوچک

۷. توصیف لاگرانژی و اویلری، مشتق مادی کمیت های تانسوری

۸. معرفی تانسور گرادین سرعت و تانسور های نرخ تغییر شکل و تانسور گردش

۹. نرخ تغییر طول، زاویه، سطح و حجم اجزای مادی

۱۰. قوانین تعادلی محیط های پیوسته، نیرو های سطحی و حجمی، معرفی تانسور های تنش کوشی، اول و دوم پیولا-کرفش

۱۱. توازن اندازه حرکت خطی و معادلات حرکت در محیط پیوسته

۱۲. بقای جرم و معادله پیوستگی، توازن اندازه حرکت زاویه ای و تقارن تانسور تنش کوشی

۱۳. قانون اول ترمودینامیک، قانون دوم ترمودینامیک و نامساوی آنتروپی

۱۴. معادلات ساختاری جامد الاستیک، ویژگی های جامد الاستیک، جامد الاستیک خطی و تانسور الاستیسیته

۱۵. تقارن انعکاسی و دورانی در رفتار ماده موندو کلینیک، اورتوتروپیک، همسانگرد عرضی

۱۶. ماده همسانگرد و قانون هوک تعمیم یافته، جامد الاستیک همسانگرد غیر خطی

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و

پایان ترم.



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. W. M. Lai, E. Krempl and D. Ruben, Introduction to Continuum Mechanics, Elsevier 2010.
2. G.T. Mase, G.E. Mase, Continuum Mechanics for Engineers, CRC Press 1999.
3. J. S. Rossmann, L. D. Clive and L. Bassman, Introduction to Engineering Mechanics: A Continuum Approach, Second Edition, CRC Press 2015.
4. G. A. Maugin, Non-classical continuum mechanics, Springer 2017.



عنوان درس به فارسی:		تئوری الاستیسیته	
عنوان درس به انگلیسی:		Theory of Elasticity	
دروس پیش نیاز:	-	نظری ☐ پایه ☐	
دروس هم نیاز:	-	عملی ☐ تخصصی ☐	
تعداد واحد:	۳	نظری-عملی ☐ اختیاری ☒	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه ☐	

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

- آشنایی با تئوری تنش و کرنش و روابط آنها و حل های تحلیلی موجود در زمینه الاستیسیته

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مبانی تحلیل تغییر شکل های کوچک در جامدات الاستیک خطی ایزوتروپیک

۲. آشنایی با مسایل کلاسیک الاستیسیته و حل دقیق آنها

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. نظریه تنش (اصل تنش کوشی، صفحات اصلی، تبدیلات تانسور تنش)، میدان تغییر شکل، نظریه کرنش، روابط تنش-کرنش (قانون هوک تعمیم یافته، روابط سازگاری، معادلات ناویر)
۲. روش های حل مسائل الاستیسیته (توابع پتانسیل)
۳. الاستیسیته صفحه ای مختصات دکارتی (روابط کلی تنش صفحه ای و کرنش صفحه، حل با توابع چندجمله ای، حل با توابع فوریه)
۴. الاستیسیته صفحه ای در مختصات قطبی (راه حل میشل، مسائل تقارن محوری، مسائل صفحات بینهایت، مسائل صفحات نیمه بینهایت، مسائل گوه بارگذاری شده)، تئوری پیچش راه حل های کلمب، سن ونان و پرائتل)
۵. مسائل خمش (تیر تیموشنکو و تیر اویلر-برنولی)، الاستیسیته سه بعدی مسائل رانکین دوبلت، مرکز فشار، فیلمانت، بوسینسک)
۶. روش های انرژی (اصل کار مجازی، انرژی مکمل، اصل بتی-رایلی، تئوری کاستیگلیانو، تئوری فون میز)
۷. تنش ها و تغییر شکل های تماسی (راه حل هرترز، فیلمانت، بوسینسک، راه حل ساده شده همراک و پرو)
۸. تنش های حرارتی در تغییر شکل های الاستیک

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیت های مستمر آنها، آزمون های میان ترم و پایان ترم.



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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Timoshenko, S., J. N. Goodier, Theory of elasticity: New York, Mc Graw-Hill 1970.
2. Ugural, A.C., K. Fenster, S.K., Advanced strength and applied elasticity. Pearson Education 2003.
3. Saad, A.S., Elasticity: theory and applications. Vol. 16. Elsevier 2013.
4. Pawlik, P.S., Reisman, H., Elasticity: theory and applications, Wiley 1980.
5. Boresi, A.P., Chong, K., Lee, J.D., Elasticity in engineering mechanics, Wiley 2010.



عنوان درس به فارسی:		روش اجزای محدود ۱	
عنوان درس به انگلیسی:		Finite Elements Method I	
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	

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

آشنایی و تسلط با مفاهیم ریاضی و تکنیک‌های عددی روش اجزای محدود، استفاده کاربردی از روش عددی اجزای محدود در بررسی رفتار سازه‌ها در مهندسی مکانیک در بارگذاریهای مکانیکی (استاتیکی، دینامیکی و حرارتی) هدف کلی این درس است.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مفهوم فرم ضعیف و فرمول بندی المان محدود معادلات دیفرانسیل
۲. آشنایی با برنامه نویسی اجزای محدود

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مبنای روش اجزای محدود
۲. فرم ضعیف معادلات دیفرانسیل
۳. کاربرد روش حساب تغییرات در اجزای محدود
۴. گسسته سازی و حل اجزای محدود مسائل یک بعدی
۵. آنالیز المان میله (لینک)
۶. روش‌های انتگرالگیری عددی با تأکید بر روش گاوس-لژاندر
۷. فرمول بندی المان تیر و قاب
۸. اصول طراحی المان‌های دوبعدی لاگرانژی
۹. مسائل تقارن محوری
۱۰. المانهای دوبعدی ایزوپارامتریک
۱۱. مسائل سه بعدی آنالیز تنش
۱۲. مسائل میدان اسکالر (رسانش حرارتی، پیچش)

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، معرفی کمک یار تدریس، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال

۶۰ درصد

۴۰ درصد



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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Reddy, J. N., An introduction to the finite element method. McGraw-Hill, 2010.
2. Logan, D.L. A first course in the finite element method. Nelson Education, 2017.
3. Chandrupatla, T.R., Introduction to finite elements in engineering. Prentice Hall 2002.
4. Rao, S.S. The finite element method in engineering. Butterworth-Heinemann 2017.
5. Huebner, K.H., The finite element method for engineers. Wiley 2008.



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

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

الف) هدف کلی:

مکانیک شکست از مباحث 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 به دست 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.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مودهای مختلف شکست و نحوه تحلیل آنها
۲. آشنایی با مفهوم چقرمگی شکست و مفاهیمی مانند انتگرال I و نرخ رهایی انرژی کرنشی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه ای بر مکانیک شکست: شکست نرم، ترد، خزشی، خستگی، دینامیکی
۲. مکانیک شکست از دیدگاه میکروسکوپی، روش انرژی- معیار گریفیث، اصل انرژی، نرخ رهایی انرژی کرنشی، تنش در اجسام ترک دار.
۳. مکانیک شکست الاستیک خطی
۴. ضریب شدت تنش
۵. مودهای ترکیبی شکست
۶. مکانیک شکست الاستیک-پلاستیک، ناحیه پلاستیک نوک ترک
۷. انتگرال J جابجایی دهانه نوک ترک
۸. شکست خستگی، میکرومکانیزم رشد ترک خستگی
۹. معادلات رشد ترک خستگی، اثر بسته شدن دهانه ترک
۱۰. آزمونهای تجربی تعیین پارامترهای شکست، تعیین ضرایب شدت تنش در مود اول و دوم
۱۱. اندازه گیری چقرمگی شکست، روشهای تعیین نرخ رشد ترک
۱۲. مکانیک شکست محاسباتی، المانهای تکین
۱۳. روش گسترش ترک مجازی
۱۴. روش اجزای محدود تعمیم یافته

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۶۰ درصد

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال

۴۰ درصد

آزمون پایان نیم سال

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. T. L. Anderson, Fracture mechanics: fundamentals and applications. CRC press 2017.
2. D. Broek, Elementary engineering fracture mechanics. Springer 2012.
3. D. Broek, The Practical Use of Fracture Mechanics Kluwer Academic Publishers 1998.
4. P. Nestor, Introduction to fracture mechanics. Fracture Mechanics. Springer 2017.
5. M. F. Kanninen, C. H. Popelar, Advanced fracture mechanics. Oxford University Press 1985.
6. W. Zhang, C.Y. Cai, Continuum damage mechanics and numerical applications. Springer 2010.



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

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

الف) هدف کلی:

دانشجویان با مفاهیم و اصول طراحی اجزای سامانه های مکانیکی و کاربرد این اصول در طراحی و تکوین قطعات پر کاربرد در صنعت آشنا می شوند. همچنین آشنایی با جنبه های اقتصادی و مدیریتی در طراحی، آشنایی با مفاهیم بهینه سازی و طراحی مقید، آشنایی و استفاده از نرم افزارهای مرتبط نیز صورت می گیرد.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با اصول طراحی حرفه ای در مکانیک جامدات
۲. آشنایی با مفاهیم بهینه سازی در طراحی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مبانی تحلیل و طراحی اجزای ماشین
۲. رفتار قطعات تحت تنش های مرکب
۳. سازه های معین و نامعین از نظر ایستایی
۴. بررسی خواص مکانیکی مواد مهندسی
۵. بررسی و محدودیت های ساخت
۶. بررسی جنبه های اقتصادی طراحی
۷. طراحی برای محیط های خاص
۸. طراحی و متوازن سازی روتورها
۹. طراحی و محاسبه یک ماشین ساده با مشخصات داده شده و با در نظر گرفتن تاثیر روش های تولید
۱۰. خزش و خستگی
۱۱. روش های تجربی برای تحلیل و سنتز اجزای ماشین
۱۲. کاربرد رایانه در محاسبات اجزای ماشین
۱۳. خلاقیت در طراحی و تحلیل سامانه های مکانیکی
۱۴. تحلیل کرنش فتوالاستیک
۱۵. تحلیل سیستم های پیچیده ارتعاشاتی
۱۶. بهینه کردن قطعات با استفاده از بسته های نرم افزاری



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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):



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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J.A. Collins, H.R. Busby and G.H. Staab, Mechanical Design of Machine Elements and Machines: A Failure Prevention Perspective, Wiley, 2010.
2. V. B. Bhandari, Design of Machine Elements, Mc Graw Hill India; 4th edition, 2016,
3. A.H. Burr and J.B. Cheatham, Mechanical Analysis and Design (2nd Edition), Prentice Hall, 1995.



عنوان درس به فارسی:		تئوری ورق و پوسته ۱	
عنوان درس به انگلیسی:		Theory of plate and Shell I	
دروس پیش نیاز:	-	نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:	۳	تخصصی ☐ اختیاری ☒	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه ☐	

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

الف) هدف کلی:

آشنایی با تنش و تغییر شکل صفحات و پوسته های نازک در اثر برش و خمش، کماتش صفحات و تنش و تغییر شکل صفحات ضخیم

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با تئوری ورق کرشلف-لاو و استخراج معادله دیفرانسیل حاکم بر آن

۲. آشنایی با تئوری پوسته های نازک با تأکید بر اثرات غشایی و خمشی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. تئوری تیرها و کابل ها، تئوری تیر برنولی خمش خالص، تئوری تیر تیموشنکو و تغییر شکل برشی مرتبه بالاتر، ارتعاش خمشی تیرها، تئوری تیرها در تغییر شکل های بزرگ، کماتش تیرها
۲. تئوری صفحات، هندسه دیفرانسیل رویه های فضائی، خمش خالص صفحات و تئوری کرشلف-لاو، استخراج معادله دیفرانسیل و شرایط مرزی لازم و ضروری برای خمش خالص صفحات نازک
۳. انرژی کرنشی ناشی از خمش صفحات، اصل کار مجازی و مینیم سازی انرژی با روش رایلی-رینز
۴. تحلیل دقیق صفحات مربع مستطیل با بیان دو روش تاریخی یعنی حل ناویر و حل لوی
۵. تئوری صفحات در مختصات قطبی
۶. تئوری تغییر شکل های بزرگ صفحات، تحلیل صفحات در ترکیب رفتار خمشی و غشائی، کماتش صفحات، ارتعاش آزاد صفحات
۷. تحلیل دقیق صفحات با هندسه دلخواه مانند مثلثی و بیضی، صفحات با ضخامت متغیر، ارتوتروپیک، چندلایه و مدرج تابعی
۸. رفتار الاستوپلاستیک صفحات
۹. تنش های حرارتی در صفحات
۱۰. تحلیل های عددی، روش تفاضل محدود، روش انرژی، روش اجزای محدود و فرمول بندی المان های معروف، روش نوارهای محدود، روش تفاضل مربعات
۱۱. تئوری پوسته های متقارن محوری، رفتار غشائی پوسته ها و معادلات حاکم، رفتار خمشی پوسته ها و معادلات حاکم، تئوری غشائی خالص و پارچه ها

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

۵۰ درصد

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۵۰ درصد

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال

۵۰ درصد

آزمون پایان نیم سال

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، مایک، تخته پاک کن، ویدئو پروژکتور و ...)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. A.C. Ugural, Stresses in Plates and Shells, McGraw-Hill 1981.
2. R. Szilard, Theory and analysis of plates, Classical and numerical methods 1974.
3. S.P. Timoshenko, J.M. Gere. Theory of elastic stability, Courier Corporation 2009.
4. S.P. Timoshenko, S. Woinowsky-Krieger. Theory of plates and shells. McGraw- Hill 1954.



عنوان درس به فارسی: ریاضیات پیشرفته ۲		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Mathematics II	
نوع درس و واحد		ریاضیات پیشرفته ۱	
نظری ■	پایه □		



☐ عملی	☐ تخصصی	-		دروس هم‌نیاز:
☐ نظری-عملی	☒ اختیاری			تعداد واحد: ۳
رساله / پایان‌نامه ☐				تعداد ساعت: ۴۸

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

در این درس سعی می‌شود برخی مطالب تکمیلی برای مباحث گذشته مانند روش جداسازی متغیرها، آنالیز مختلط، حساب تغییرات ارائه شود و برخی مطالب جدید مانند روش آشفتگی، توابع خاص نیز معرفی شوند.

ب) اهداف ویژه:

۱. تسلط بر روش‌های تقریبی-تحلیلی مانند روش اختلالات
۲. آشنایی با انواع فضاها در علم ریاضیات

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۳. فضاهاى نرم دار، متریک، باناخ و هیلبرت
۴. روش جداسازی متغیرها: در دستگاه‌های مختصات دکارتی، استوانه‌ای و کروی
۵. کاربردهایی از آنالیز مختلط: انتگرال وارون مختلط، تبدیل مختلط فوریه و وارون آن
۳. اصل آوند، قضیه روزه، معیار نایکوئیست، اصل اساسی جبر
۴. تئوری پتانسیل، مسائل دیریشله و نیومن، نگاشت همدیس، نگاشت شوارتز، نگاشت ژوکوفسکی
۵. تابع گرین: معرفی، مفاهیم و مزایا، کاربردها
۶. حساب تغییرات و کاربردها: شرایط مرزی طبیعی و گذرا
۷. حساب تغییرات و کاربردها: روش ریتز، روش کانتورویچ (Kantorovich method)
۸. Perturbation method: Regular perturbation
۹. Perturbation method: Singular perturbation
۱۰. Perturbation method: Homotopy perturbation
۱۱. Similarity solution: example of similarity solution
۱۲. Similarity solution: Free parameter method
۱۳. Similarity solution: Separation of variables method
۱۴. Similarity solution: Dimensional analysis
۱۵. توابع خاص: تابع گاما و دایگاما، توابع بسل و نمایش انتگرالی آن‌ها، نمایش بازگشتی و روابط مشتق
۱۶. مسئله استورم لیوویل و تعامد توابع بسل، توابع لژاندر

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، معرفی کمک‌یار تدریس، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیت‌های مستمر
آزمون‌های میان‌ترم و پایان‌ترم.



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۶۰ درصد

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال



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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی آرام و متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، مازیک، تخته پاک کن، ویدئو پروژکتور و...)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. M.D. Greenberg, Foundations of Applied Mathematics, Dover Publications 2013.
2. J. Farlow, Partial Differential Equations for Scientists and Engineers, Dover Books 2012.
3. K.F. Riley, M. P. Hobson, S. J. Bence, Mathematical Methods for Physics and Engineering: A Comprehensive Guide, Cambridge University Press 2006.
4. C. R. Wylie, Advanced engineering mathematics, Mc-Graw Hall 19954.
5. M. C. Potter, J. Lessing. E. F. Aboufadel, Advanced Engineering Mathematics, Springer 2019.
6. J. W. Dettman, Applied complex variables, Dover Publications 2010.
7. R. V. Churchill, Complex variables and applications, Mc-Graw Hill, 1995.
8. Z. Nehari, Conformal mapping, Dover Publications, 2011.
9. E. C. Zachmanoglou, D. W. Thoe, Introduction to partial differential equations with applications, Dover Publications, 1997.
10. E. Kreyszig, Advanced engineering mathematics, 2015.

منابع کمکی:

1. W. Kaplan, Advanced mathematics for engineers, Techbooks 1981.
2. G. B. Arfken, H. J. Weber, F. E. Harris, Mathematical Methods for Physicist: A Comprehensive Guide Academic Press 2011.
3. F. B. Hildebrand, Advanced calculus for application, Prentice Hall 1976.
4. N. N. Lebedev, Special functions and their applications, Dover Publications 1972.
5. R. Hoberman, Elementary Applied Partial Differential Equations, 2003.
6. A.D. Snider, Fundamentals of Complex Analysis with Applications, 2003.
7. L. C. Andrews, B. K. Shivamoggi, Integral Transforms for Engineers, Springer 1988.
8. J. Fritz, Partial differential equations, Prentice Hall 1991.
9. C. L. Dym and I. H. Shames, Solid Mechanics, a variational approach, Springer 2013.

عنوان درس به فارسی: مقاومت مصالح پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Strength of materials	
نوع درس و واحد			
نظری	پایه	-	دروس پیش نیاز:
عملی	تخصصی	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی	اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:

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



هدف این درس بررسی رفتار ارتجاعی سازه‌های یک و دوبعدی در اثر نیروهای خارجی، خصوصاً در اثر تماس با سطوح ارتجاعی و در مباحثی که در مقاومت مصالح مقدماتی مطرح نشده و مقاومت آنها از نظر تحمل نیروها و میزان تغییرشکل تبیین می‌شود می‌باشد. همچنین، رفتار خزشی و خستگی مواد و عملکرد آنها در حضور ترک و توسعه آن، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

ب) اهداف ویژه:

۱. تسلط بر استخراج تنش‌های غشایی در پوسته‌های جدار نازک با هندسه‌های مختلف
۲. محاسبه ضریب تمرکز تنش در برخی مسایل کلاسیک مکانیک

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه، تیر بر روی بستر الاستیک: تیر بینهایت روی بستر الاستیک تحت بار متمرکز
۲. تیر بینهایت روی بستر الاستیک تحت بار گسترده، تیر نیمه‌بینهایت روی بستر الاستیک تحت نیرو و لنگر انتهایی، تیر نیمه‌بینهایت تحت نیرو و لنگر در مجاورت انتها
۳. تغییرشکل عرضی ورق‌ها و پوسته‌ها: روابط کرنش-تغییر مکان در ورق‌های نازک، معادلات تعادل ورق‌ها در جابجایی‌های کوچک
۴. شرایط مرزی ورق‌ها، تغییرشکل عرضی ورق‌های مستطیلی تحت بار گسترده و متمرکز، تغییرشکل عرضی ورق‌های دایره‌ای تحت بار گسترده و متمرکز
۵. تنش‌های غشایی در پوسته‌های جداره نازک
۶. تمرکز تنش: ضرایب تمرکز تنش بر پایه‌ی نظریه الاستیسیته: سوراخ دایره‌ای یا بیضی در صفحه بینهایت
۷. ترک در ورق، حفره‌های بیضوی، شیارها و سوراخ‌ها
۸. بارگذاری تک محوری و ترکیبی، ضرایب تمرکز تنش بر پایه روش‌های تجربی: فوتوالاستیسیته، کرنش سنج - ضرایب تمرکز تنش مؤثر تحت بارگذاری ایستا و تکراری
۹. خزش؛ منحنی خزش، خزش فلزات تحت بار تک‌محوری
۱۰. خزش فلزات در بارگذاری چندمحوری، خزش غیرفلزات
۱۱. تنش‌های تماسی: هندسه‌ی سطح تماس پس از بارگذاری
۱۲. تنش‌های اصلی و برشی حداکثر در محل تماس، تماس نقطه‌ای دو جسم، تماس خطی دو جسم
۱۳. مکانیک شکست: شکست و معیارهای تخریب
۱۴. ترک‌های ساکن، گسترش ترک و ضریب شدت تنش
۱۵. خستگی: قوانین رشد ترک در خستگی
۱۶. محاسبه‌ی عمر خستگی، بارگذاری با دامنه‌ی متغیر

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیت‌های مستمر آنها، آزمون‌های میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال | ۵۰ درصد |
| آزمون پایان نیم سال | ۵۰ درصد |



ج) ملزومات تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. A.P. Boresi, R.j. Schmidt, Advanced Mechanics of Materials, Wiley 2003.
2. R.G. Budynas, Advanced Strength and Applied stress Analysis, McGraw Hill 1999.
3. A.C. Ugural, S.K. Fenster, Advanced Strength and Applied Elasticity, Prentice-Hall 2003.
4. E.E. Gdoutos, Fracture Mechanics, an Introduction, Springer 2005.
5. A.C. Ugural, S.K. Fenster, Advanced Mechanics of Materials and Applied Elasticity, Springer 2019.
6. D. Hartog, Advanced Strength of Materials, Dover 1987.
7. S. Timoshenko, Strength of Materials, Part II, Advanced Theory and Problems, van Nostrand 1940.

۸. محمود شاکری، مقاومت مصالح پیشرفته و الاستیسیته کاربردی، چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه امیرکبیر، ۱۳۹۳.



عنوان درس به فارسی:		آزمون‌های غیرمخرب پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced non-destructive testing	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	نوع درس و واحد	
دروس هم‌نیاز:	-	☐ پایه ☐ نظری	
تعداد واحد:	۳	☐ تخصصی ☒ اختیاری	
تعداد ساعت:	64	☐ رساله / پایان‌نامه ☒ نظری-عملی	

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



این درس مشتمل بر مباحث پایه در زمینه مقدمه‌ای بر آزمون‌های غیر مخرب پیشرفته بوده و به منظور آشنایی هرچه بهتر دانشجویان با مفهوم، مشخصات و روش انجام برخی از مرسوم ترین آزمون‌های غیر مخرب پیشرفته Advanced NDT Methods و نیز پاسخ به برخی از سوالات کاربران در این زمینه تدوین شده است به عنوان نمونه آزمون‌های غیر مخرب پیشرفته کدامند؟ ویژگی‌های آن‌ها چیست؟ مزیت‌ها و محدودیت‌های آن‌ها کدامند؟ نحوه انجام آن‌ها چگونه است؟ هدف درس شناخت روش‌های بدون آسیب (غیر مخرب از لحاظ معادلات، روش‌ها و کاربردهای آن‌ها همراه با خوبی‌ها و بدی‌های هر یک است.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با آزمون اشعه X (رادیوگرافی)
۲. آشنایی با آزمون فراصوتی (آلتراسونیک)

پ) مباحث یا سرفصل‌ها (برای ۱۶ هفته):

۱. مروری بر اهمیت NDT- روش‌های کلاسیک NDT
۲. آزمون مایع نافذ آزمون ذرات مغناطیسی
۳. آزمون جریان گردابی آزمون چشمی
۴. آزمون اشعه X
۵. آزمون اشعه X
۶. آزمون ارتعاشات
۷. آزمون ارتعاشات
۸. آزمون ارتعاشات
۹. آزمون فراصوتی
۱۰. آزمون فراصوتی
۱۱. آزمون فراصوتی
۱۲. آزمون نشر آوایی
۱۳. آزمون نشر آوایی
۱۴. آزمون نشر آوایی
۱۵. ترموگرافی
۱۶. آشنایی با استانداردها

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیت‌های مستمر آنها، آزمون‌های میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال | ۶۰ درصد |
| آزمون پایان نیم سال | ۴۰ درصد |



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



- ۱- تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)
- ۲- آزمایشگاه (در صورت امکان)
- ۳- بازدید از کارگاه های ساخت (مانند ساخت مخازن تحت فشار) و مراکز انجام تست های غیرمخرب

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. DE Bray, RK Stanley; Nondestructive Evaluation: A Tool in Design, Manufacturing and Service, Tehran, Iran: Nopardazan Press 1997.
2. J David, N Cheeke, Fundamentals and applications of ultrasonic waves. FL, USA: CRC press 2002.
3. J L Rose, Ultrasonic Waves in Solid Media Cambridge, UK: Cambridge University Press 2002
4. ASME B & PV; Sec V; BPV Code, Section V: Nondestructive Examination, ASME 20018
5. ASM Handbook Volume 17: Nondestructive Evaluation and Quality Control, ASM 2018.
6. J Prasad, C G Krishnadas Nair; Non-Destructive Testing and Evaluation of Material, McGraw-Hill 2011.
7. W Lester, Fundamentals of Ultrasonic Nondestructive Evaluation: A Modeling Approach, Springer 2016.

عنوان درس به فارسی: ویسکوالاستیسیته		عنوان درس به انگلیسی: Viscoelasticity	
نوع درس و واحد			
■ نظری	□ پایه	-	دروس پیش نیاز:
□ عملی	□ تخصصی	-	دروس هم نیاز:
□ نظری-عملی	■ اختیاری	۳	تعداد واحد:
□ رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:



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



در این درس مدل‌های مختلف ویسکوالاستیک به منظور تشکیل معادلات ساختاری ویسکوالاستیسیته مورد بررسی قرار می‌گیرد و از آن طریق، رفتار ویسکوالاستیک مواد مهندسی مورد تحلیل قرار می‌گیرد دانشجویان با گذراندن این درس قادر خواهند بود اصول و روش‌های کلی تحلیل تنش ویسکوالاستیک را برای حل مسائل مهندسی به کار گیرند.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مدل‌های مختلف ویسکوالاستیسیته
۲. آشنایی با مفاهیم آرمیدگی تنش و تغییر شکل خزشی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه ای بر تغییر شکل‌های الاستیک و ویسکوالاستیک
۲. خصوصیات مکانیکی مواد ویسکوالاستیک
۳. معرفی ساختار مواد ویسکوالاستیک همچون پلیمرها
۴. معادلات ساختاری دیفرانسیلی
۵. نمایش انتگرالی موروئی تنش و کرنش
۶. مفاهیم خزش و آرمیدگی در تغییر شکل‌های ویسکوالاستیک
۷. رفتار وابسته به زمان و دما
۸. تحلیل تنش ویسکوالاستیک در میله‌ها
۹. تحلیل تنش ویسکوالاستیک تیرها
۱۰. تحلیل تنش ویسکوالاستیک در مسائل دو بعدی
۱۱. تحلیل تنش ویسکوالاستیک در مسایل سه بعدی
۱۲. ویسکوالاستیسیته غیر خطی
۱۳. مکانیزم و مدل‌های گسیختگی

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیت‌های مستمر آنها، آزمون‌های میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمولی (فضایی) کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور

چ) فهرست منابع پیشنهادی:



1. S.T. Montgomery, W.J. MacKnight. Introduction to polymer viscoelasticity, Wiley 2018.
2. H. F. Brinson, L.C. Brinson, Polymer Engineering Science and Viscoelasticity, An Introduction, Springer 2015.
3. J. D. Ferry, Viscoelastic Properties of Polymers, Wiley 1980.
4. R. Lakes, Viscoelastic Materials, Cambridge University Press 2009.

عنوان درس به فارسی: ترموالاستیسیته		عنوان درس به انگلیسی: Thermoelasticity	
نوع درس و واحد			
نظری ☒	پایه ☐	-	
عملی ☐	تخصصی ☐	-	
نظری-عملی ☐	اختیاری ☒	۳	
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	

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

الف) اهداف کلی درس:

تئوری ترموالاستیسیته بر اساس تئوری های هدایت حرارت و الاستیسیته شکل گرفته است. تأثیر متقابل تغییر شکل (جابجایی) و تغییرات دمایی روی پیکدیگر، درون محیط پیوسته، عامل ایجاد چنین شاخه ای در علم مکانیک است. در حقیقت تغییرات دمایی در یک نقطه از جسم



جامد، تغییر شکل محلی را در آن نقطه به دنبال دارد و بالعکس. تئوری ترموالاستیسیته کلاسیک که بر پایه روابط کرنش - جابجایی، معادلات حرکت، قانون بقا جرم و قوانین اول و دوم ترمودینامیک بنا شده است؛ از قانون هدایت حرارت فوریه استفاده می کند. معادلات بنیانی حاصل از این تئوری یک عیب اساسی دارند. پارابولیک بودن این معادلات، سرعت بی نهایت برای انتشار سیگنال حرارتی پیش بینی می کند که با واقعیت فیزیکی در تضاد است. این پارادوکس، عامل گسترش تئوری ترموالاستیسیته و ایجاد تئوری های جدید شده است که در این درس مورد بررسی قرار می گیرند.

الف) اهداف ویژه درس:

۱. آشنایی با تئوری های مدرن ترموالاستیسیته
۲. آشنایی با مسایل کوپله ی الاستیسیته همراه با اثرات حرارتی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مروری بر روابط پایه الاستیسیته
۳. مروری بر قانون اول ترمودینامیک و معادله انتقال حرارت در محیط الاستیک
۴. معادله انرژی و هدایت حرارتی
۵. ترموالاستیسیته کوپل نشده
۶. فرمولبندی دو بعدی مسائل ترموالاستیک
۷. حل مسائل به روش پتانسیل تغییر مکان
۸. حل مسائل به روش تابع تنش
۹. فرمولبندی در مختصات قطبی
۱۰. مسائل متقارن محوری
۱۱. حل مسائل صفحه ای به روش متغیرهای مختلط
۱۲. ترموالاستیسیته کوپل شده
۱۳. تئوری های مدرن ترموالاستیسیته
۱۴. معرفی نرم افزار و پروژه

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰ درصد

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

تجهیزات معمولی (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Y. Povstenko, Fractional thermoelasticity, Vol. 210. Springer 2015.



2. W. Nowacki, Thermoelasticity, Pergamon Press 1962.
3. R. B. Hetnarski, M.R. Eslami, Thermal Stresses – Advanced Theory and Applications. Springer 2009.
4. Yousef, Hamdy M., Mowffaq Oreijah, and Hunaydi S. Alsharif. Three-Dimensional Generalized Thermoelasticity with Variable Thermal Conductivity. International Journal of Mathematical and Computational Sciences 13.5 (2019): 108-116.
5. Hetnarski, Richard B., and M. Reza Eslami. Coupled and generalized thermoelasticity. Thermal Stresses—Advanced Theory and Applications. Springer 2019.
6. Little, Dallas N., David H. Allen, and Amit Bhasin. Elasticity and Thermoelasticity. Modeling and Design of Flexible Pavements and Materials, Springer 2018.
7. H. Parkus, Thermoelasticity, Springer, 1968.

۸. علی اصغر عطایی، فصل ۱۲ (ترموالاستیسیته) الاستیسیته نظری، کاربردی، محاسباتی، مارتین اچ، ساد، ترجمه انتشارت عامی و فنی ویرایش سوم ۱۳۹۴

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



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

الف) هدف کلی:

پلاستیسیته یکی از تئوری‌های موجود در مکانیک جامدات است که به توصیف رفتار پلاستیک در مواد مختلف می‌پردازد. تئوری‌های پلاستیسیته جریان بر مبنای فرضیات قانون جریان شکل گرفته‌اند این فرضیات به منظور تعیین تغییر شکل پلاستیک مواد مورد استفاده قرار می‌گیرند. در تئوری‌های پلاستیسیته جریان فرض می‌شود که امکان تجزیه کرنش کل در یک جسم را به صورت حاصل جمع یا ضرب یک بخش الاستیک و یک بخش پلاستیک وجود دارد بخش الاستیک کرنش از طریق مدل‌های الاستیک خطی یا هایپرالاستیک قابل محاسبه است. اگرچه برای تعیین بخش



پلاستیک کرنش باید از یک قانون جریان و یک مدل سخت شوندگی استفاده کرد. هدف از این درس تعیین تنش و کرنش در مواد جامد تحت تغییر شکل‌های غیر ارتجاعی تحت بارگذاری‌های خارجی در حالت دویعدی و سه بعدی است.

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مبانی تئوری پلاستیسیته در تغییر شکل‌های کوچک
۲. آشنایی با مسایل کلاسیک پلاستیسیته و حل تحلیلی آنها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تنش - کرنش: منحنی تنش کرنش مهندسی، تنش کرنش واقعی
۲. معرفی روابط معروف سخت شوندگی
۳. حالت کلی تنش حالت کلی کرنش
۴. معیارهای تسلیم، سطح تسلیم
۵. نتایج تجربی برای معیارهای فون میز و ترسکا
۶. مفهوم سطوح تسلیم اولیه و ثانویه
۷. ناهمسانگردی (اثر باشینگر)
۸. روابط تنش کرنش در رفتار غیر ارتجاعی (قوانین سیلان)
۹. معادلات لوی - میز، تنش و کرنش معادل یا موثر
۱۰. روابط کلی تنش کرنش برای مواد با رفتار ارتجاعی - غیر ارتجاعی
۱۱. قانون سیلان پراوتل-روس، قوانین سیلان همراه و غیر همراه
۱۲. کار سختی همسانگرد و غیر همسانگرد، سازگاری پلاستیک
۱۳. وابستگی تغییر شکل پلاستیک به مسیر بارگذاری، نیروی محوری پیچش و خمش در رفتار غیر ارتجاعی، استوانه‌های جدار نازک تحت اثر نیروی محوری با فشار داخلی یا گشتاور پیچشی، پیچش خمش
۱۴. تغییر شکل الاستیک-پلاستیک کره جدار ضخیم تحت فشار داخلی
۱۵. تغییر شکل الاستیک-پلاستیک استوانه جدار ضخیم تحت فشار داخلی

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال | ۵۰ درصد |
| آزمون پایان نیم سال | ۵۰ درصد |

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. A.S. Khan, S. Huang, Continuum theory of plasticity, Wiley 1995.



2. W.F. Chen, D.J. Han, Plasticity for Structural Engineers, J. Ross Publishing 1998.
3. J. Chakrabarty, Theory of Plasticity, Oxford University Press 2006.
4. H. M. Westergaard, Theory of Elasticity and Plasticity, Harvard University Press, 2014.
5. K. Chung, M. Lee, Plasticity Characteristics (in Simple Tension/Compression), Springer 2018.
6. R. Hill, The Mathematical theory of plasticity, Oxford University Press 1950.
7. W.F. Hosford, Fundamentals of Engineering Plasticity, Cambridge University Press 2013.

عنوان درس به فارسی: تئوری ورق و پوسته ۲		عنوان درس به انگلیسی: Theory of plate and shell 2	
نوع درس و واحد		تئوری ورق و پوسته ۱	
نظری ☒	پایه ☐	دروس پیش نیاز:	
عملی ☐	تخصصی ☐	-	
نظری-عملی ☐	اختیاری ☒	تعداد واحد: ۳	
رساله / پایان نامه ☐		تعداد ساعت: ۴۸	

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

الف) هدف کلی:

های
ورق



هدف این درس بررسی مباحث پیشرفته ی تئوری های ورق ها و پوسته ها شامل تئوری های مرتبه بالای برشی، ورق و پوسته ساخته شده از مواد مدرج تابعی، ورق و پوسته های ساخته شده از مواد پیزوالکتریک می باشد. همچنین اثرات حرارتی در ها و پوسته ها مورد بررسی قرار می گیرند



ب) اهداف ویژه: آشنایی با تئوری های برشی ورق ها و پوسته ها

۲. بررسی اثرات حرارتی و پیزوالکتریک در ورق‌های ایزوتروپیک و مدرج تابعی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مروری بر تئوری کلاسیک ورق‌های ایزوتروپیک
۲. تئوری‌های تک لایه معادل برای ورق‌ها (مرتبه اول برشی، مرتبه سوم برشی)
۳. تئوری‌های mixed و hybrid برای ورق‌ها
۴. وارد نمودن اثرات حرارتی و پیزوالکتریک،
۵. بارگذاری الکتریکی و مغناطیسی در تغییر شکل کوچک ورق‌ها
۶. تحلیل ارتعاشی و تحلیل کماتش ورق‌ها با شرایط مرزی مختلف و تئوری‌های برشی مختلف
۷. فرمول‌بندی مرتبه اول و مرتبه سوم برشی در پوسته‌ها
۸. وارد نمودن اثرات حرارتی و پیزوالکتریک
۹. بارگذاری الکتریکی و مغناطیسی در تغییر شکل کوچک پوسته‌ها
۱۰. تئوری لایه گون برای ورق‌ها و پوسته‌های کامپوزیتی (مدل زیگزاگ و مدل لایه ای با پیوستگی CO)
۱۱. مدل‌سازی ورق‌ها و پوسته‌های ساخته شده از مواد مدرج تابعی (FGM)
۱۲. تحلیل خمش، ارتعاشات و کماتش ورق‌ها براساس تئوری الاستیسیته

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، معرفی کمک یار تدریس، رایانه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیت‌های مستمر آنها، آزمون‌های میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Reddy, J.N., 2007. Theory and Analysis of Elastic Plates and Shells, CRC press.
2. Reddy, J.N., 1997. Mechanics of Laminated Composite Plates: Theory and Analysis, CRC Press.
3. Amabili, M., 2008. Nonlinear Vibrations and Stability of Shells and Plates. Cambridge University Press.
4. Shen, H-S., 2009. Functionally Graded Materials, Nonlinear Analysis of Plates and Shells, CRC Press.



الف) هدف کلی:

آشنایی با انواع مکانیزم های شکست به ویژه فرایند شکست خستگی و خزش، دلایل، مراحل و مشخصه ای آنها به منظور تحلیل خرابی های صنعتی و طراحی بهینه برای جلوگیری از آنها هدف اساسی این درس می باشد.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مدل های ریاضی شکست، خستگی و خزش
۲. تخمین عمر قطعات در خستگی



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

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



پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه، انواع و پراکندگی شکست‌ها و خرابی‌های مکانیکی، اهمیت خستگی و ملاحظات آن در طراحی
۲. تعریف خزش، پدیده خزش از دیدگاه میکروسکوپی و ماکروسکوپی، کیفیت سطوح شکست در اثر خزش
۳. مفهوم تخمین عمر باقیمانده در تجهیزات صنعتی (بوئیلرهای نیروگاهی و صنعتی، قطعات مسیرهای داغ توربین گاز و ...) ارزش اقتصادی، تخمین عمر باقیمانده در مجموعه‌های صنعتی، تخمین عمر باقیمانده به کمک استانداردها و پارامتر لارسون
۴. معرفی استانداردهای خزشی تنش گسیختگی و چگونگی کاربرد آنها در حل مسائل نمونه صنعتی به روش‌های مختلف
۵. تغییرات ساختاری دمای بالا، معرفی استاندارد‌های ارزیابی عمر باقیمانده به کمک تغییرات ساختاری آنها،
۶. تعریف خستگی در استاندارد ASTM تاریخچه خستگی و مروری بر مراحل پشرفت علم و روابط خستگی، استراتژی‌های مختلف در طراحی خستگی (مدل‌های عمر خستگی)، معرفی معیارهای طراحی خستگی (damage tolerant, fail-life, safe-life, infinite-life) اهمیت هر دو روش تحلیل و آزمون در طراحی خستگی، اهمیت بازرسی‌های حین سرویس و غیر مخرب، مراحل و نواحی مختلف فرایند شکست خستگی
۷. بررسی علائم ماکروسکوپی سطوح شکست، علائم ساحلی، نقش سطح آزاد، باندهای لغزش، مکانیزم جوانه زنی ترک، ویژگی‌های میکروسکوپی و مکانیزم‌های رشد ترک‌های مرحله I، عوامل موثر بر انتقال ترک‌های مرحله I به مرحله II، ویژگی‌های میکروسکوپی و مکانیزم‌های رشد ترک‌های مرحله II، کریستالوگرافی خطوط موج، میکرو کلیواژ و اتصال حفره‌ها
۸. پارامترهای بارگذاری خستگی، روش‌های بارگذاری، آزمون خستگی با تنش کنترل شده، منحنی S-N، خستگی در سیکل‌های زیاد، ماهیت آماری پارامترهای خستگی، رابطه بسکین، اثر تنش متوسط و نسبت بار در منحنی S-N
۹. روابط گودمن، گرپر و سودبرگ، اثر نوع بارگذاری و اندازه نمونه، کیفیت سطح، جمع آسیب خستگی و قانون ماینر-پالمگرن، خستگی تحت بارگذاری متغیر
۱۰. آزمون خستگی با کرنش کنترل شده، خستگی در سیکل‌های کم، اثر بارگذاری بر خواص فیزیکی و مکانیکی، حلقه پسماند، منحنی تنش-کرنش خستگی، پدیده نرم شدن و سخت شدن ناشی از بارگذاری سیکلی، تحول ریزساختار نابجایی
۱۱. کاربرد و روش به دست آوردن منحنی‌های تنش-کرنش تناوبی، رابطه کافین-مانسون
۱۲. مقدمه‌ای بر مکانیک شکست، مفاهیم و دامنه کاربرد LEFM
۱۳. ضریب شدت تنش، نمودار سه مرحله‌ای رشد ترک خستگی و رابطه پاریس
۱۴. تخمین عمر خستگی قطعات ترک دار، اثر ریزساختار، روش تولید و ... بر رشد ترک خستگی
۱۵. ارزیابی عمر قطعات در خستگی تحت بارهای اتفاقی و روش شمارش سیکل‌ها در بارهای اتفاقی

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه‌های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. Betten, Creep Mechanics, Springer 2005.



2. G. E. Dieter, D. Bacon, Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill 1988.
3. M. Klesnil, P. Lukác, Fatigue of Metallic Materials, Elsevier 1992.
4. ASM handbook, Vol 19, Fatigue and fracture.
5. D. Broek, Elementary Engineering Fracture Mechanics, Springer 1982.
6. K. Hellan, Introduction to fracture mechanics, McGraw-Hill 1984.
7. J. M. Barsom, S. T. Rolfe, Fracture and Fatigue Control in Structures: Applications of Fracture Mechanics (Astm Manual Series) Astm Intl 1999.
8. R. W. Hertzberg, R. P. Vinci, J. L. Hertzberg, Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials, Wiley 2020.
9. A. Fatemi, Metal Fatigue in Engineering, Wiley 2000.
10. T. L. Anderson, Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications, CRC Press 2017.

عنوان درس به فارسی: رفتار مکانیکی مواد		عنوان درس به انگلیسی: Mechanical Behavior of Materials	
نوع درس و واحد			
نظری	پایه	-	دروس پیش نیاز:
عملی	تخصصی	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی	اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) هدف کلی:

هدف این درس بررسی خواص مکانیکی شامل سختی، استحکام، مدول الاستیسیته و چقرمگی شکست، رفتار خستگی و خزشی مواد است که تعیین کننده رفتار مواد در برابر نیروهای وارده می باشند. این خواص پیش از آنکه در یک قطعه مورد استفاده قرار گیرند بایستی به طور کامل بررسی شوند. درس حاضر در باره رفتار مکانیکی مواد با رهیافت تعادلی مکانیکی مواد شامل اطلاعاتی راجع به فلزات، پلیمرها، سرامیک ها و مواد مرکب است.



ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مبانی تئوریک تانسورهای تنش و کرنش
۲. آشنایی با مبانی خزش و خستگی



الف) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مروری بر مواد مهندسی و آزمون‌های مکانیکی مواد
۲. مبانی تئوری الاستیسیته
۳. مبانی تئوری پلاستیسیته
۴. نرخ کرنش و وابستگی آن به دما در جریان تنش
۵. معیارهای تسلیم مواد
۶. تئوری‌های لغزش
۷. هندسه نابجایی‌ها و انرژی
۸. مکانیزم‌های سخت‌شوندگی
۹. شکل‌پذیری و شکست
۱۰. مکانیزم‌های شکست و رشد ترک
۱۱. ویسکوالاستیسیته
۱۲. خزش و تنش از هم گسیختگی
۱۳. خستگی
۱۴. تنش‌های پسماند
۱۵. رفتار مکانیکی سرامیک‌ها
۱۶. رفتار مکانیکی پلیمرها

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیت‌های مستمر آنها، آزمون‌های میان ترم و پایان ترم.

پ) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

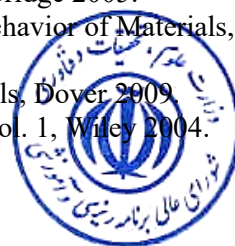
- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال | ۵۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال | ۵۰ درصد |

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور)

ث) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Hosford W. F., Mechanical Behavior of Materials, Cambridge 2005.
2. Dowling N. E., Stephen L. Kampe, et al., Mechanical Behavior of Materials, Springer 2018.
3. Meyers M., Chawla K., Mechanical Behavior of Materials, Dover 2009.
4. Bowman, Keith J., Mechanical Behavior of Materials, Vol. 1, Wiley 2004.





الف) هدف کلی:

هدف این درس بررسی پایداری استاتیکی سیستم های مکانیکی شامل تیر ، صفحه و ستون با روش های مختلف تحلیلی و عددی

عنوان درس به فارسی:		پایداری سازه ها	
عنوان درس به انگلیسی:		Structural stability	
دروس پیش نیاز:	-	پایه	نظری
دروس هم نیاز:	-	تخصصی	عملی
تعداد واحد:	۳	اختیاری	نظری-عملی
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: - می باشد. همچنین آشنایی با نظریه های گوناگون در این حیطه در این صورت می پذیرد.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مودهای کمانش در تیرها، صفحات و پوسته ها
۲. محاسبه تیرها و صفحات با روش های مختلف

پ (مباحث با سرفصل ها:



۱. مفهوم پایداری، انواع پایداری، روش آنالیز در پایداری
۲. دوشاخگی، باره حدی
۳. کماتش ستون ها، فرضیات در ستون اوپلر
۴. معادله مرتبه چهارم برای محاسبه بار بحرانی
۵. تیر- ستون
۶. کماتش ستون با انحنای اولیه
۷. روش های تقریبی و عددی برای محاسبه بار بحرانی ستون ها
۸. روش انرژی، روش ریتز
۹. کماتش غیر الاستیک ستون ها
۱۰. تئوری مدول دوبله، تئوری مدول تانژانت، تئوری شانلی
۱۱. کماتش حرارتی، کماتش پیچشی
۱۲. فرمول بندی مدل ورق کرشلف-لاو، کماتش صفحات
۱۳. فرمول بندی مدل پوسته کرشلف-لاو، مودهای کماتش پوسته ها

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. H. Ziegler, Principles of structural stability, Springer 2013.
2. A. Chajes, Principles of structural stability theory, Prentice-Hall 1974.
3. K.D. Hjelmstad, Fundamentals of structural mechanics, Springer 2007.
4. R. Thom, Structural stability and morphogenesis, CRC press 2018.



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

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

الف) هدف کلی:

در این درس دانشجویان پس از آشنایی با مفهوم طراحی بهینه (Optimum Design) اصول مدلسازی برای طراحی بهینه قطعات مکانیکی را می-آموزند دانشجویان پس از آشنایی با مفهوم بهینه سازی و تفاوت آن با رویکرد سنتی بهینه سازی اصول مدلسازی سیستمها و قطعات مکانیکی را بر مبنای مفهوم بهینه سازی می-آموزند در ادامه درس روشهای تحلیلی و عددی یافتن پاسخ بهینه مسائل طراحی بهینه آموزش داده می-شود سپس دانشجویان با الگوریتمهای تکاملی برگرفته از طبیعت و کاربرد آنها در حل مسائل پیچیده و پر متغیر مهندسی آشنا می-شوند. در پایان نیز روشهای حل مسایل چند هدفه و شیوه تفسیر نتایج بدست آمده از حل مسائل طراحی بهینه مورد بحث قرار می-گیرد با گذراندن این درس دانشجویان قادر خواهند بود مسائل مهندسی را بطور صحیح مدلسازی کرده و روش مناسب را برای حل این مسائل انتخاب نمایند و نتایج بدست آمده را از دیدگاه مهندسی تفسیر نمایند.



ب) هدف ویژه: آشنایی با طراحی مهندسی تحت قیدهای ریاضی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی مفهوم طراحی بهینه و جایگاه آن در فرآیند طراحی قطعات مکانیکی
۲. مدلسازی مسائل مهندسی مرتبط با قطعات مکانیکی مهم بر پایه مفهوم طراحی بهینه
۳. مرور قطعات اصلی و مسائل مهم در مهندسی مکانیک
۴. روش‌های کلی بهینه‌سازی در مسائل نامقید و مقید
۵. روش تحلیلی بهینه‌سازی با استفاده از ضرایب لاگرانژ
۶. روش‌های عددی بهینه‌سازی: نامقید روشهای عددی تک متغیره
۷. روش‌های عددی بهینه‌سازی چند متغیره نامقید با استفاده از گرادیان تابع
۸. روش‌های عددی بهینه‌سازی چند متغیره نامقید با استفاده از گرادیان و همین تابع (روشهای نیوتنی و شبه نیوتنی)
۹. روش‌های عددی بهینه‌سازی چند متغیره نامقید مبتنی بر الگویابی، روش سیمپلکس (Nelder-Mead)
۱۰. روش‌های عددی بهینه‌سازی مقید، روشهای تابع جریمه داخلی و خارجی، روش کمپلکس (Complex)
۱۱. معرفی روش‌های احتمالاتی روش بازپخت شبیه‌سازی شده
۱۲. معرفی روش‌های تکاملی: الگوریتم‌های ژنتیک و الگوریتم‌های ژنتیک ترکیبی، روش تکامل تفاضلی
۱۳. معرفی روش‌های مبتنی بر هوش جمعی: الگوریتم جمعیت ذرات، الگوریتم کلونی زنبورها، الگوریتم کلونی مورچه‌ها
۱۴. بهینه‌سازی مسایل با توابع هدف متعدد: روش‌های تبدیلی، روش‌های مبتنی بر بهینگی پرتو، الگوریتم‌های ژنتیک چند هدفه
۱۵. مطالعه موردی و حل مثال
۱۶. آشنایی با تحقیقات روز دنیا در حوزه طراحی بهینه قطعات مکانیکی و نرم افزارهای طراحی قطعات

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیت‌های مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J.S. Arora, Jasbir Singh, Introduction to Optimum Design, 4th Edition, Academic Press 2016,
2. S.S. Rao, Engineering Optimization: Theory and Practice, Wiley 2009.
3. S.J. Wright, Numerical Optimization, Springer 2006.



عنوان درس به فارسی: طراحی اجزا و سازه ماشین ابزار		عنوان درس به انگلیسی: Design of Machine Tool Structure	
نوع درس و واحد			
☐ نظری	☐ پایه	-	
☐ عملی	☐ تخصصی	-	
☐ نظری-عملی	☒ اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) هدف کلی:

طراحی و ساخت ماشین ابزارهای مخصوص که قادر به تولید قطعات خاص در بازه های زمانی کوتاه باشند، از اهمیت خاصی برخوردار است. طراحی سیستم گیره بندی و مهار قطعه کار، مونتاژ صحیح قطعات جهت جلوگیری از تغییرات ابعادی، نوع مکانیزم ماشینکاری، سرعت عمل ماشین و استفاده از ابزار مناسب از جمله مهمترین پارامترهای موجود در طراحی ماشین ابزارها می باشند.



ب) اهداف ویژه:

- ۱- آشنایی با انواع ماشین های ابزار و بارهای وارد بر آنها
- ۲- آشنایی با مباحث طراحی قسمت های مختلف ماشین ابزار و تحلیل نیروهای وارد آن در حین فرآیند ماشینکاری



پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مروری بر انواع ماشین ابزار و کاربرد آنها
۲. کلیات طراحی ماشین ابزار
۳. بارهای استاتیکی، دینامیکی و حرارتی وارد بر ماشین ابزار
۴. محاسبه نیروهای براده برداری عملیات های مختلف ماشینکاری
۵. تعیین توان مورد نیاز و انتخاب موتور الکتریکی
۶. طراحی جعبه دنده، تنظیم سرعت دورانی و پیشروی
۷. طراحی پایه و بدنه ماشین ابزار
۸. طراحی محور اسپیندل ماشین ابزار
۹. طراحی کشویی های طولی و عرضی ماشین ابزار
۱۰. دینامیک ماشین ابزار
۱۱. کنترل ارتعاشات در ماشین ابزار
۱۲. سیستم های کنترل در ماشین ابزار
۱۳. طراحی ماشین ابزارهای سری تراش
۱۴. انواع ماشین های کنترل عددی
۱۵. اصول طراحی ماشین های کنترل عددی
۱۶. آزمون های پذیرش برای ماشین ابزار

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. S. K. Basu, D.K. Pal, Design of Machine Tools, Oxford University Press 1995.
2. N.K. Mehta, Machine Tool Design, Mcgraw-Hill 1984.
3. M. Week, Handbook of Machine Tool, Vol. 1-4, Wiley 1984.
4. A. Wasim, A. Gholam, Functional Reverse Engineering of Machine Tools (Computers in Engineering Design and Manufacturing) CRC Press 2019.



عنوان درس به فارسی: طراحی و ساخت پیشرفته به کمک رایانه		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Computer Aided Design	
نوع درس و واحد		ندارد	
نظری ☒	پایه ☐	دروس پیش نیاز:	
عملی ☐	تخصصی ☐	دروس هم نیاز:	
نظری-عملی ☐	اختیاری ☒	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) هدف کلی:

آشنایی و استفاده از نرم افزارهای تخصصی تحلیل تنش در مکانیک جامدات

ب) اهداف ویژه:

- آشنایی با نحوه مدل سازی فرآیندهای مکانیکی و شکل دهی در محیط ABAQUS
- ارزنجای توانمندی های برنامه نویسی در محیط نرم افزارهای تخصصی تحلیل تنش در مکانیک جامدات



۳. معرفی نرم افزار ABAQUS - توانایی نرم افزار در زمینه CAD و ارتباط با نرم افزارهای CAD،
۴. تحلیل مسائل یک بعدی، دو بعدی، سه بعدی و مقارن محوری،
۵. تحلیل مواد با خصوصیات مکانیکی مختلف، استفاده از روشهای حل مختلف، معرفی و استفاده از راهنمای نرم افزار ABAQUS
۶. تئوری مختصر و تعریف تماس
۷. معرفی و مقایسه روشهای ضمنی و صریح
۸. توانایی کنترل مدلسازی و اجرای برنامه با نوشتن Script - آشنایی با زبان پایتون
۹. مدل سازی هایی با مراحل تکراری زیاد، انجام تعداد زیاد مدلسازی و بهینه سازی مسائل
۱۰. حل مثالهایی از فرآیندهای مکانیکی و شکل دهی
۱۱. حل مثالهایی از فرآیندهای انتقال حرارت و ترمومکانیکی
۱۲. توانایی نرم افزار در ایجاد شبکه اولیه و تجدید شبکه
۱۳. توانایی هایی مثل Restart و یا استفاده از نتایج اجراهای دیگر، محاسبه برگشت فنی
۱۴. معرفی ماژول بهینه سازی
۱۵. حل مثالهایی از محاسبه فرکانس طبیعی و بررسی کماتش خطی و غیرخطی
۱۶. مدلسازی مواد لایه ای
۱۷. استفاده از زیربرنامه ها - مقدمه ای بر استفاده از زیربرنامه ها در نرم افزار
۱۸. توصیه هایی در مورد اجرای زیربرنامه هایی مثل Umat، مقدمه ای بر زبان فرترن، حل چند مثال با استفاده از زیر برنامه ها

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف و پروژه های مختلف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. جزوات تهیه شده توسط مدرسین درس

2. Abaqus, Version 6.14-1, Abaqus/standard user's manual and Abaqus CAE manual." Providence, RI, USA: Dassault Systemes Simulia Corp 2014.



3. A Hossein, M Mamaghani. Finite Element Analysis: Applications and Solved Problems Using Abaqus, Springer 2018.

عنوان درس به فارسی:		سازه های اتصال چسبی	
عنوان درس به انگلیسی:		Adhesively Bonded Structures	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:		۳	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:		۴۸	رساله / پایان نامه ☐

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

الف) هدف کلی:

اتصالات چسبی اتصالانی هستند که به وسیله چسب به هم متصل شده اند. این اتصالات نسبت به روش های سنتی مانند پیچ و پرچ کردن، جوش و لحیم کاری، در سازه های کاربردی بخصوص برای اجزای ساخته شده از مواد پلیمری و کامپوزیتی مزیت های بیشتری دارند. بعضی از این مزایا عبارتند از: قابلیت اتصال مواد غیر مشابه، توزیع بهتر تنش، کاهش وزن، ساخت شکل های پیچیده، خواص عالی حرارتی و عایق بودن، سطوح آیرودینامیکی صافتر، عمر خستگی عالی و بهبود مقاومت به خوردگی. شناخت اتصالات چسبی، تحلیل تنش اتصالات چسبی، شناخت شکست و خستگی در این اتصالات و آشنایی با طراحی آن از اهداف این درس است.



آشنایی با مدل سازی ریاضی اتصال چسبی و خواص شکست و خستگی آن

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه و مبانی اتصالات چسبی
۲. دسته بندی چسب ها، ارزیابی سطوح و انجام عملیات آماده سازی سطوح
۳. تحلیل تنش اتصالات چسبی
۴. تحلیل اجزای محدود اتصالات چسبی
۵. مکانیک شکست در اتصالات چسبی
۶. آزمون های تجربی در ارزیابی شکست اتصالات چسبی
۷. خستگی در اتصالات چسبی
۸. تاثیر عوامل محیطی بر عمر خستگی
۹. خستگی دامنه متغیر در اتصالات چسبی
۱۰. دیدگاه رشد ترک خستگی برای اتصالات چسبی
۱۱. اتصال مواد ناهمگون، انتخاب چسب و آماده سازی سطوح
۱۲. مشکلات ساخت اتصالات ناهمگون
۱۳. طراحی اتصال مواد مرکب
۱۴. آزمون های مرتبط و تاثیر پارامترهای هندسی
۱۵. مطالعات موردی - حوزه خودرو و هوافضا

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت های کلاسی در طول نیم سال | ۵۰ درصد |
| آزمون پایان نیم سال | ۵۰ درصد |

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- R. D. Adams, Adhesive Bonding: Science, Technology and Applications, Woodhead Publishing 2021.
- 2- L.F.M. da Silva , A. Öchsner , R.D. Adams, Handbook of Adhesion Technology, Springer 2018.





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

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

آنالیز پدیده ضربه از نگاه تنش و تغییر شکل های داخلی، مطالعه انتشار موج تنش در اجسام

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با روابط انتشار امواج ضربه ای

۲. آشنایی با نحوه مدلسازی اثرات نرخ کرنش در روابط تنش-کرنش

پ) مباحث یا سرفصل ها:



۱. مقدمه: تعریف اصل های متداول در این مبحث از جمله بقای اندازه حرکت و بقای انرژی، موج های تنش کششی، پیچشی، فشاری، حجمی و سطحی
۲. روابط انتشار موج: شرایط کرنش صفحه ای، سرعت ذرات، موج های فشاری و پیچشی، ترکیب موج ها، انعکاس موج، برخورد هم محور میله ها، نمودارهای زمان-فضا برای برخورد میله ها، انتقال تنش در میله های با سطح مقطع متفاوت، رفت و برگشت موج در میله ها
۳. کاربرد تئوری موج تنش محوری و پیچشی در مسائل ساده: برخورد محوری یک وزنه صلب با یک میله بلند و یا کوتاه، شمع کوب، سقوط وزنه روی میله
۴. میله های پکینسون، انتشار موج پیچشی در میله با سطح مقطع متغیر، قطعه قطعه شدن میله ها و ورق ها در اثر ضربه و یا انفجار
۵. شکست در میله نرم، الگوهای شکست در قطعات در اثر انفجار
۶. موج تنش الاستیک، تحلیل جامع مسائل ضربه: اعتبار سنجی تئوری ساده قبل، انتشار موج در میله مخروطی، انتشار موج در ورق نازک
۷. انتشار موج های حجمی در یک محیط پیوسته، انتشار موج های چرخشی در محیط پیوسته، انتشار موج های ریلی
۸. بازتاب و شکست موج ها در سطح مشترک با محیط (مایع خلا، جامد خلا، جامد جامد)، موج های متقارن کروی در محیط پیوسته، انفجار در حفره کروی
۹. موج های تنش الاستیک-پلاستیک در میله ها: میله های بلند و یکنواخت، برخورد میله کوتاه با دیوار صلب، پرس میله کوتاه، ضربه گیرها
۱۰. تحلیل پلاستیک سازه ها تحت بار ضربه ای: لولاهای پلاستیک در سازه ها، ضربه گیرهای صنعتی

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

پایان ترم.



تدریس بصورت دو جلسه در هفته، آرایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۶۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۴۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Johnson W, Impact strength of materials. Edward Arnold Publishers 1983.
2. Goldsmith W, Impact. Courier Corporation 2001.
3. Stronge WJ, Impact mechanics. Cambridge University Press 2018.
4. Abrate S, Impact on composite structures. Cambridge University Press 2005.
۵. محمود شاکری، ابوالفضل درویشه، مکانیک، ضربه انتشارات دانشگاه گیلان، ۱۳۷۹.



عنوان درس به فارسی:		تحلیلی تجربی تنش	
عنوان درس به انگلیسی:		Experimental stress analysis	
دروس پیش نیاز:	ندارد	نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد ساعت:	64	اختیاری ☒ نظری-عملی ☒	
		رساله / پایان نامه ☐	

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

الف) هدف کلی:

تحلیل تجربی تنش زمینه ای از مهندسی مکانیک است که روش های اندازه گیری تجربی تنش و کرنش در سازه ها را معرفی می نماید دانشجویان با گذراندن این درس با این روش های تجربی اندازه گیری تنش و کرنش آشنا می شوند و با استفاده از این روش ها می توانند نتایج حاصل از روشهای تحلیلی و عددی را صحت گذاری نمایند.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با انواع روش های اندازه گیری تنش و کرنش
۲. نحوه ی استفاده از استرین گیج (کرنش سنج)، اندازه گیری تنش های پسماند

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. تکنیک های پیمایش تنش ضرورت اندازه گیری و تحلیل تجربی تنش در، قطعات سازه ها و تجهیزات معرفی کلی روش های تحلیل تجربی تنش
۲. کرنش سنجی مزایا و محدودیت ها
۳. کرنش سنج ها و انواع آن ها مدارات کرنش سنج ها



۴. اصول نور مبانی و مفاهیم فوتوالاستیسیته
۵. دامنه کاربرد فوتوالاستیسیته مزایا و محدودیت ها، بازدید از آزمایشگاه
۶. فوتوالاستیسیته دو بعدی، فوتوالاستیسیته سه بعدی، پوشش فوتوالاستیک
۷. روش Moire، هولوگرافی Holography
۸. روش پوشش ترد روش توده ماسه غشا، روش نوترونی، روش مغناطیسی بارک هاوژن
۹. روش همبستگی (انطباق) تصاویر دیجیتالی (Digital Image Correlation - DIC)
۱۰. روش حافظه مغناطیسی فلزات (Magnetic Memory of Metal) MMM
۱۱. ارائه مفهوم تنش های پسماند و منشاهای آن و ضرورت اندازه گیری و اثر آن ها در طراحی و عمر قطعات تحت بارهای ایستا و پویا، روش های القای تنش های پسماند در سطوح فلزی ساچمه زنی لیزر پینینگ و ...
۱۲. تنش های پسماند ناشی از فرایند تولید (جوشکاری ریخته گری شکل دهی)
۱۳. اندازه گیری تنش های پسماند به روش سوراخ زنی (Hole Drilling Method) و ارائه مثال و مسئله
۱۴. اندازه گیری تنش های پسماند به روش اشعه X
۱۵. اندازه گیری تنش های پسماند به روشهای براده برداری شیارزنی و ساش
۱۶. اندازه گیری تنش های پسماند به روش فوتوالاستیسیته

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، معرفی کمک بار تدریس، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

- آزمایشگاه (در صورت امکان باید تجهیزات فوتوالاستیسیته، کرنش سنجی و سوراخ زنی در دانشگاه موجود باشد)

- بازدید از آزمایشگاه های صنعتی حرفه ای (در صورت امکان)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J.W. Dally, W.F. Riley, Experimental Stress Analysis, McGraw Hill 1991.
2. K. Ramesh, Experimental Stress Analysis, NPTEL 2011.
3. A. Freddi, G. Olmi, L. Cristofolini, Experimental Stress Analysis for Materials and Structures: Stress Analysis Models for Developing Design Methodologies, Springer 2015.



عنوان درس به فارسی: روش های انرژی		عنوان درس به انگلیسی: Energy methods	
نظری	پایه	ندارد	دروس پیش نیاز:
عملی	تخصصی	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی	اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) هدف کلی:

پیچیده
روش های



روش های انرژی روشی نظام مند برای نشان دادن معادلات استاتیکی و دینامیکی حاکم بر سامانه های مکانیکی است در این درس با معرفی انرژی های یک سامانه، نیروهای تعمیم یافته، اصل کار مجازی، اصل همپلتون و حساب تغییراتی معادلات حاکم بر مسئله به دست می آیند.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مبانی حساب تغییرات، معادلات اویلر لاگرانژ، اصل همپلتون، اصل کار مجازی
۲. استخراج معادلات حاکم بر سیستم های استاتیکی و دینامیکی بر مبنای اصول انرژی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. روش حساب تغییرات، معادلات اویلر لاگرانژ،
۲. نیروهای تعمیم یافته، روش لاگرانژ
۳. روش های تقریبی: روش رابلی ریتز
۴. روش های تقریبی: روش گالرکین
۵. اصول انرژی در الاستیسته، اصل کمینه بودن انرژی پتانسیل کل
۶. اصل همپلتون و استخراج معادلات لاگرانژ از آن



۷. استخراج معادلات دیفرانسیل حاکم بر تیرهای اوپلر-برنولی و تیموشنکو با استفاده از اصل همیلتون
۸. استخراج معادلات دیفرانسیل حاکم بر مدل ورق کرشلف-لاو با استفاده از اصل همیلتون
۹. استخراج معادلات دیفرانسیل حاکم بر مدل ورق میندلین-رایسنر با استفاده از اصل همیلتون
۱۰. تحلیل پایداری: معیارهای انرژی و روش های مبتنی بر انرژی
۱۱. مدل های پایداری مکانیکی
۱۲. ارتباط روش های انرژی و روش های اجزای محدود
۱۳. پایداری پایستار (پلاستیک): میله، تیر
۱۴. پایداری پایستار (الاستیک): ورق و پوسته
۱۵. تحلیل پایداری سیستم های ناپایستار: خطی
۱۶. تحلیل پایداری سیستم های ناپایستار: غیر خطی

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J.N. Reddy, Energy principles and variational methods in applied mechanics, Wiley 2017.
2. Y.I. Shames, Energy and Finite Element Methods In Structural Mechanics: SI Units, Routledge 2017.
3. T.H. Irving, L. Clive, Energy and finite element methods in structural mechanics, Hemisphere Publishing Company 1985.
4. P.A. Zinoviev, Energy dissipation in composite materials, Routledge 2018.
5. V.V. Bolotin, Nonconservative problems of the theory of elastic stability, Macmillan 1963.



عنوان درس به فارسی: روش اجزا محدود ۲		عنوان درس به انگلیسی: Finite element method II	
نظری	پایه	روش اجزای محدود ۱- مکانیک محیط پیوسته ۱	دروس پیش نیاز:
عملی	تخصصی	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی	اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف: هدف کلی:

مورد نظر در
داده میشود.
دانست که



اگر مبانی مربوط به علم اجزای محدود به درستی قرار گرفته شده باشند می دانیم که اساس این روش بر محاسبه مقادیر گره های هر المان استوار است محاسبات مربوطه در گره ها انجام می شود و سپس به هر نقطه دلخواه از المان پیوند توابع شکل نقش این رابطه های محاسباتی را برعهده دارند. به شکل خلاصه توابع شکل را باید مجموعه توابع میان یابی به کمک آن قادر خواهیم بود مقادیر محاسبه شده برای یک میدان متغیر در گره ها را به هر نقطه دلخواه از المان ارتباط دهیم.

ب: اهداف ویژه:

- آشنایی با فرمول بندی های المان محدود لاگرانژی کامل و لاگرانژی بهنگام
- توسعه روش های اجزای محدود برای کاربرد های واقعی تر و پیچیده همراه با تغییر شکل های بزرگ

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- مقدمه ای بر روش های اجزا محدود غیر خطی
- تحلیل غیر خطی هندسی اعضای خرپایی
- توسعه المان های خرپا بر مبنای تعاریف گوناگون برای کرنش



۴. تحلیل غیر خطی مادی و هندسی در مسائل یک بعدی
۵. تحلیل غیر خطی مادی و هندسی براساس فرمول بندی های المان محدود لاگرانژی کامل
۶. تحلیل غیر خطی مادی و هندسی براساس فرمول بندی های المان محدود لاگرانژی بهنگام
۷. مدل سازی مدل های رفتاری مادی وابسته به زمان
۸. تحلیل اجزای محدود غیر خطی تیرهای اویلر-برنولی و تیموشنکو
۹. نسخه hp از روش المان محدود ، روش المان محدود توسعه یافته
۱۰. روش المان محدود مرزی مقیاس شده، روش المان محدود هموار
۱۱. روش المان طیفی، معرفی روش های بدون مش
۱۲. کاربرد روش المان محدود در مسایل علوم و مهندسی
۱۳. آشنایی با نرم افزارهای المان محدود

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته ، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. P. Wriggers, Nonlinear Finite Element Methods, Springer 2008.
2. T. Belytschko, W-K. Liu, B. Moran, K. Elkhodary, Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, Wiley 2013.
3. J. N. Reddy, An Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis: with applications to heat transfer, fluid mechanics, and solid mechanics, 2nd Edition, McGraw Hill 2015.
4. R. D. Borst, M.A. Crisfield, J. C. Remmers, C.V. Verhoosel, Nonlinear Finite Element Analysis of Solids and Structures,, nd Edition, Wiley 2012.
5. Y. W. Kwon, B. Hyochoong, The finite element method using MATLAB. CRC press 2018.
6. M. Moatamedi, H. A. Khawaja, Finite Element Analysis. CRC Press 2018.



عنوان درس به فارسی: مکانیک محیط پیوسته ۲ (مکانیک محیط پیوسته پیشرفته)		عنوان درس به انگلیسی: Continuum Mechanics 2 (Advanced Continuum mechanics)	
نوع درس و واحد		مکانیک محیط پیوسته ۱	دروس پیش نیاز:
☐ پایه ☒ نظری	☐ تخصصی ☐ عملی	-	دروس هم نیاز:
☐ اختیاری ☒ نظری-عملی	☐ پایان نامه ☐ رساله / پایان نامه	۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) هدف کلی:

هدف اصلی این درس بررسی مفاهیم هاپیرالاستیسیته می باشد. بصورت انتخابی مباحثی از مکانیک آسیب، ویسکوالاستیسیته ی خطی و شبه خطی، الاستیسیته ی اجسام دارای تخلخل، شرایط پرش در سطوح دارای ناپوستگی نیز مورد بحث قرار می گیرند.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با تئوری مواد کوشی الاستیک و هاپیرالاستیک
۲. توصیف رفتار مکانیکی طیف وسیعی از مواد مهندسی و بیومواد مانند پلیمرها، فلزات، خاک، کلاژن، بافت ماهیچه ای، بافت استخوانی و غضروف

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مروری بر مکانیک محیط پیوسته ۱ (سینماتیک-ستینیک-قوانین توازن)
۲. مبانی تئوری معادلات ساختاری
۳. تئوری مواد کوشی الاستیک
۴. تئوری مواد هاپیرالاستیک، توابع انرژی معروف هاپیرالاستیک
۵. تئوری هاپیرالاستیسیته با اثرات حرارتی
۶. مکانیک آلیب در تغییر شکل های بزرگ الاستیک
۷. الاستیسیته ی خطی و غیرخطی اجسام دارای تخلخل



۸. شرایط پرش در سطوح ناپیوستگی

۹. مدل سازی مکانیکی بافت های بیولوژیکی

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۵۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Holzapfel, G.A., Nonlinear Solid Mechanics: A Continuum Approach for Engineering, Wiley 2000.
2. Coussy, O., Poromechanics, Wiley 2004.
3. Cowin, S.C. and S.B. Doty, Tissue Mechanics, Springer 2007.
4. Ferry, J.D., Viscoelastic Properties of Polymers, Wiley 1980.
5. Fung, Y.C., Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues, Springer 1993.
6. Mow, V.C., R. Huiskes, Basic Orthopaedic Biomechanics and Mechano-Biology, Lippincott Williams & Wilkins 2005.
7. Wang, H.F., Theory of Linear Poroelasticity: with Applications to Geomechanics and Hydrogeology, Princeton University Press 2000.



عنوان درس به فارسی: مواد مرکب پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Composite Materials	
نوع درس و واحد			
نظری ■	پایه □	دروس پیش نیاز:	
عملی □	تخصصی □	دروس هم نیاز:	
نظری-عملی □	اختیاری ■	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه □		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) هدف کلی:

هدف این درس طراحی، تحلیل، تست و ساخت کامپوزیتها می باشد.

ب) اهداف ویژه:

۱. تحلیل تیرها و ورق های کامپوزیتی
۲. تحلیل شکست چندلایه ای های کامپوزیتی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مفهوم اساسی ماده مرکب، دسته بندی، مواد خام، تکنیکهای ساخت مواد مرکب
۲. قانون هوک برای انواع مختلف مواد: مواد ناهمسانگرد، مواد مونوکلینیک، مواد اورتوتروپیک و اورتوتروپیک خاص، مواد همسانگرد عرضی، مواد همسانگرد
۳. قانون هوک برای تک جهته دو بعدی
۴. قانون هوک برای تک جهته دو بعدی چرخیده
۵. تنشها و کرنشهای هیگروترمال در یک تک لایه، مدول موثر
۶. تجزیه و تحلیل میکرومکانیکی تک لایه: روشهای مقاومت مصالح، الاستیسیته، روش چامیس و هالپین



۷. تجزیه و تحلیل میکرومکانیکی کامپوزیت : با الیاف ناپیوسته هم راستا، الیاف ناپیوسته هم راستا و خارج از محور، الیاف ناپیوسته تصادفی، مواد مرکب نساجی شامل کامپوزیتهای تار-پودی، برید شده و حلقوی
۸. تجزیه و تحلیل ماکرومکانیکی چندلایه ای ها: نظریه کلاسیک مواد لایه ای، نظریه مرتبه اول
۹. معیارهای استحکام چند محوری : حداکثر معیار تنش، حداکثر معیار کرنش، نظریه سای- هیل، نظریه تانسوری سای-وو، معیار هاشین
۱۰. شکست چندلایه ای ها: شکست لایه اول، تورق به دلیل تنش بین لایه ای

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Gibson, Ronald F. Principles of composite material mechanics. CRC press 2016.
2. Kaw, Autar K. Mechanics of composite materials. CRC press 2005.
3. Reddy, Junuthula Narasimha. Mechanics of laminated composite plates and shells: theory and analysis. CRC press 2003.
4. Miravete, Antonio, ed. 3-D textile reinforcements in composite materials. Woodhead Publishing, 1999.



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

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

الف) اهداف درس:

از اهداف این درس آموزش جامع و فراگیر دانشجویان در زمینه های آشنایی با نانو ساختارها و بررسی و مدلسازی خواص مکانیکی مواد در ابعاد نانو و نانو کامپوزیت ها است. در ادامه دانشجویان با نانو مکانیک در کاربردهای پیشرفته آشنا می شوند.

ب) اهداف ویژه درس:

۱. مدلسازی خواص مکانیکی مواد در ابعاد نانو
۲. آشنایی با مدلسازی چند مقیاسی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه ای بر نانو ساختارها
۲. روش های ساخت مواد نانو ساختار
۳. اصول و مقدمات خواص مکانیکی مواد
۴. روش های اندازه گیری خواص مکانیکی نانو ساختارها
۵. اثر ابعاد نانو بر خواص مکانیکی مواد



۶. رشد و جوانه زنی نانو کریستال ها و خواص مکانیکی حاکم بر آن ها
۷. بررسی معادلات خواص و رفتار مکانیکی حاکم بر نانو مواد
۸. بررسی خواص دینامیکی-مکانیکی ناو مواد نانو کامپوزیت ها
۹. بررسی مکانیزم های تغییر شکل
۱۰. بررسی مکانیزم شروع و رشد ترک در نانو ساختارها
۱۱. مدل سازی چند مقیاسی
۱۲. مدل سازی نانو ساختارها و کامپوزیت های وابسته به آن
۱۳. بررسی نانومکانیک و مکانیک نانو ساختارها در کاربردهای پیشرفته
۱۴. نانوتریبولوژی
۱۵. سیستم های نانو الکترومکانیک (NEMS)
۱۶. بیومکانیک در مقیاس نانو

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته ، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. V. V. Mitin, I.S. Dmitry, Z. V. Nizami, Quantum mechanics for nanostructures, Cambridge University Press 2010.
2. V. Harik, Trends in Nanoscale Mechanics: Mechanics of carbon Nanotubes, Graphene, Nanocomposites and molecular dynamics, Springer 2014.
3. P. Anderson, Nanomechanics of Materials and Structures, Springer 2006.
4. B. Bhushan, Nanotribology and Nanomechanics I: Measurement Techniques and Nanomechanics, Springer 2011.
5. A. Kamel, A. Mohamad, R. Prased. Magnetic Nanostructures. Springer 2019.



عنوان درس به فارسی: سازه های هوشمند		عنوان درس به انگلیسی: Smart Structures	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش نیاز:
تخصصی ☐	عملی ☐	-	دروس هم نیاز:
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) اهداف کلی درس:

در این درس دانشجویان با مفاهیم، تعاریف و سابقه سازه ها و مواد هوشمند آشنا می گردند. طراحی، مدل سازی و بهینه سازی سازه های هوشمند در این درس مورد بررسی قرار می گیرد. با گذراندن این درس دانشجویان قادر خواهند بود با به کارگیری مواد و سازه های هوشمند نسبت به طراحی، تحلیل و کنترل سازه ها و مکانیزم های جدید پردازند. کاربردهای گوناگون مهندسی سازه های هوشمند در این درس مورد بررسی و تحقیق قرار می گیرد.

ب) اهداف ویژه درس:

۱. آشنایی با مدلسازی مواد پیزوالکتریک و مگنتوستریکتیو
۲. آشنایی با مدلسازی ریاضی مواد و سازه های هوشمند



پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه ای بر علم مواد
۲. معرفی مواد و سازه های هوشمند
۳. مواد پیزوالکتریک
۴. مواد الکتروستریکتیو
۵. مواد مگنتوستریکتیو
۶. الیاف های حافظه دار
۷. پلیمر های الکترواکتیو



۸. پلیمرهای حافظه دار
۹. سیالات الکترورنولوژیک
۱۰. سیالات مگنتورنولوژیک
۱۱. مدل سازی مواد و سازه های هوشمند
۱۲. طراحی سازه ها و سازوکارهای هوشمند
۱۳. بهینه سازی
۱۴. سیستم های کنترلی سازه های هوشمند
۱۵. کاربردهای سازه ها و مواد هوشمند
۱۶. آزمون های خاص مواد هوشمند

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت های کلاسی در طول نیم سال | ۶۰ درصد |
| آزمون پایان نیم سال | ۴۰ درصد |

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. M. Shahinpoor, H.J. Schneider, Intelligent Materials, RSC Publishing 2008.
2. W. G. Cady, Piezoelectricity: An Introduction to the Theory and Applications of Electromechanical Phenomena in Crystals, Dover 1964.
3. H. Funakubo, Shape Memory Alloys, Gordon and Breach Science Publishers 1987.
4. H. Abramovich, Intelligent Materials and Structures, De Gruyter 2016.
5. B. Culshaw, Smart Structures and Materials, Artech House 1996.
6. K. J. Astrom, B. Wittenmark, Adaptive Control, Addison-Wesley Publishing Company 1994.
7. P. A. Nelson and S. J. Elliott and P. A. Nelson, Active Control of Sound, Academic Press 1992.
8. C. R. Fuller, S. J. Elliot, P. A. Nelson, Active Control of Vibration, Academic Press 1996.



عنوان درس به فارسی: طراحی پیشرفته مخازن تحت فشار		عنوان درس به انگلیسی: Advanced design of pressure vessels	
نظری	پایه	-	دروس پیش نیاز:
عملی	تخصصی	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی	اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) هدف کلی:

مخازن تحت فشار معمولاً استوانه ای یا کره ای هستند که برای نگهداری مایعات یا گازها در فشاری غیر از فشار اتمسفر استفاده می شوند. این مخازن میتوانند بسیار خطرناک باشند و حادثه های منجر به مرگ زیادی در طول دوره توسعه و بهره برداری آنها رخ داده است. به همین دلیل، طراحی ساخت و بهره برداری از مخازن تحت فشار توسط مقامات مهندسی و توسط قانون مورد بررسی قرار می گیرد. استاندارد اصلی برای طراحی این مخازن ASME Section VIII است که توسط انجمن مهندسان مکانیک آمریکا تدوین شده و هر چهار سال یکبار مورد بازنگری قرار می گیرد. طراحی مخازن شامل پارامترهایی مانند حداکثر فشار عملیاتی و درجه حرارت ایمن، ضریب ایمنی، میزان خوردگی مجاز و حداقل دمای طراحی (برای شکست ترد) است. سازه با استفاده از آزمون های غیر مخرب مانند آزمون اولتراسونیک رادیوگرافی و آزمون هیدرواستاتیک و بعضاً آزمون نیوماتیک بررسی می گردد.



ب) اهداف ویژه:

۱. طراحی کامل مخازن تحت فشار قائم و افقی
۲. آشنایی با انواع روش های تست مخازن

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مخازن تحت فشار جدار نازک



۲. تنش‌های غشایی در پوسته‌های مدور تحت فشار
۳. تنش‌های ناپیوستگی در محل اتصال پوسته‌های تحت فشار
۴. مخازن جدار ضخیم استوانه‌ای
۵. مخازن جدار ضخیم کره‌ای
۶. تنش‌های حرارتی در مخازن تحت فشار
۷. طراحی مخازن و در پوش‌ها تحت فشار خارجی بر اساس کد ASME
۸. طراحی پایه‌های مخازن تحت فشار
۹. مجراهای روی مخازن تحت فشار و تقویت آن‌ها
۱۰. مواد و روش‌های ساخت
۱۱. آشنایی با انواع تست‌های رادیوگرافی، آلتراسونیک، هیدروستاتیک و نیوماتیک
۱۲. مقدمه‌ای بر کامپوزیت‌ها
۱۳. مخازن جدار ضخیم کامپوزیتی
۱۴. مخازن جدار ضخیم نانویی
۱۵. پوشش‌دهی مخازن

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیت‌های مستمر آنها، آزمون‌های میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدئو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. F. Harvey, Theory and Design of Pressure Vessels, Van Nostrand Reinhold 1980.
2. H. H. Bednar, Pressure Vessel Design Handbook, Krieger 1991.
3. E. F. Megyesy, Pressure Vessel Handbook, 10th ed., Pressure Vessel Handbook publishers, 2008
ASME Code, Section VIII, Division 1, 2004.
4. Stress in ASME Pressure Vessels, Boilers and Nuclear Components, Wiley-ASME Press Series 2017.
5. S. V. Hoa, Analysis for Design of Fiber Reinforced Plastic Vessels. Routledge 2017.



عنوان درس به فارسی: قابلیت اطمینان سامانه‌های مکانیکی		عنوان درس به انگلیسی: Reliability of mechanical systems	
نوع درس و واحد			
نظری ■	پایه □	ندارد	
عملی □	تخصصی □	-	
نظری-عملی □	اختیاری ■	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه □		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) هدف کلی:

در این درس به منظور واقع نگری پارامترها و متغیرهای مهندسی در انطباق با ماهیت و واقعیات قابل حصول، تمامی تحلیل‌ها، مدلسازی‌ها و ارزیابی‌ها بر اساس نتایج تغییرات کنترل ناپذیر اتفاقی متغیرها در بازه ترانس‌های طراحی ساخت و بهره برداری صورت می‌گیرد. طراحی و تحلیل آماری آزمایش‌ها ارزیابی ریسک و قابلیت اطمینان سامانه‌های مهندسی طراحی اجزا و سامانه‌های مکانیکی با معیار قابلیت اطمینان و بررسی علل نقص عملکرد و از کار افتادن غیر منتظره آن‌ها، طراحی آزمایش‌های سریع تعیین عمر و تحلیل پایایی بر مبنای استانداردهای بین المللی و تعیین کیفیت تحلیل ضربه پذیری برای حفاظت و ایمنی تحلیل ترانس‌های ابعادی و هندسی بر اساس استانداردهای جدید در طراحی و ساخت و آشنایی با آزمایش‌های غیرمخرب و طراحی سامانه‌های پایش وضعیت در تداوم بخشی فرآیندهای صنعتی از اهداف درس قابلیت اطمینان سامانه‌های مکانیکی است.



ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با استفاده از اصول تحلیل آماری در طراحی مهندسی

۲. آشنایی با آزمون‌های تخمین عمر

ب) مباحث یا سرفصل‌ها:



۱. مقدمه و مفاهیم پایه
۲. آمار و احتمال مهندسی آمار، الگوهای توزیع عمر
۳. آمار و احتمال مهندسی محاسبه قابلیت اطمینان قطعات یک سامانه
۴. حالت های خرابی و اثرات تحلیلی (FMEA)
۵. طراحی آماری
۶. تحلیل درخت شکست
۷. سایش توزیع S-N ساز و کارهای شکست
۸. طراحی بر اساس قابلیت اطمینان
۹. آزمون های تخمین عمر
۱۰. خستگی در اثر سایش
۱۱. شکست آماری
۱۲. متغیرهای وایبل برای قطعات یک سامانه مکانیکی
۱۳. روش های برنامه ریزی برای آزمونهای قابلیت اطمینان
۱۴. قابلیت اطمینان و نگهداری و تعمیرات
۱۵. برنامه دستیابی به قابلیت اطمینان

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. A. Birolini, Reliability Engineering. Springer 2004.
2. M. Modarres, M.P. Kaminskiy, V. Krivtsov, Reliability engineering and risk analysis: a practical guide, CRC press 2016.
3. B. Kirwan, A guide to practical human reliability assessment, CRC press 2017.
4. B. Bertsche, Reliability in Automotive and Mechanical Engineering, Springer 2008.
5. T. A. Cruse, M. Dekker, Reliability based mechanical design, Wiley 1997.
6. A. Carter, Mechanical reliability and design, Macmillan International Higher Education 1997.



7. D. J. Smith, Reliability and maintainability in perspective. Macmillan International Higher Education 1988.

عنوان درس به فارسی: محاسبات عددی پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Numerical Computations	
نوع درس و واحد		ندارد	
☐ پایه ☒ نظری		دروس پیش نیاز:	
☐ تخصصی ☐ عملی		-	
☐ نظری-عملی ☒ اختیاری		دروس هم نیاز:	
رساله / پایان نامه ☐		۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

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



الف) هدف کلی:

در این درس دانشجویان با زمینه‌های لازم برای درک مفاهیم روشهای عددی آشنا می‌شوند.

الف) هدف ویژه:

۱. آشنایی با روش های حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی
۲. آشنایی با روش های حل عددی معادلات دیفرانسیل پاره‌ای

پ) منابع یادداشت‌ها:

۱. حل دستگاه معادلات خطی: روشهای مستقیم و تکراری (گوس-سایدل، گرادیان مزدوج و ...).
۲. درونابی درونیابی به کمک توابع چند جمله‌ای (روشهای لاگرانژ، نیوتن و نویل)، توابع گویا و اسپلاین مکعبی.



۳. برازش منحنی: روش کمترین مربعات، برازش توابع چند جمله‌ای (وزن دار) و نمایی.
۴. چند جمله‌ای‌ها و سری‌های چیشف.
۵. حل معادلات غیرخطی: روش‌های تنصیف، نیوتن-رافسون، سکانت، جایگزینی متوالی، لاگوئر. حل دستگاه معادلات غیرخطی.
۶. مشتق‌گیری عددی و برون‌یابی ریچاردسون.
۷. انتگرال‌گیری عددی: روش‌های نیوتن-کوتز (رامبرگ)، روش‌های گوسین (گوس-لژاندر، گوس-چیشف، گوس-لاگوئر، گوس-هرمیت)، انتگرال دوگانه، انتگرال ناسره.
۸. معادلات دیفرانسیل معمولی: مسائل مقدار اولیه و مقدار مرزی، سری تیلور، رانگ-کوتا، روش شلیک، تفاضل محدود، روش‌های باقیمانده وزنی (گالرکین و ...).
۹. معادلات دیفرانسیل پاره‌ای: معادلات بیضوی، معادلات سهموی، معادلات هذلولوی، روش صریح، روش ضمنی.
۱۰. مسائل مقادیر ویژه: روش ژاکوبی، روش توانی و توانی معکوس.
۱۱. تجزیه مقدار تکی (Singular Value Decomposition).
۱۲. مباحث تکمیلی (روش DQM و ...).

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیت‌های مستمر آنها، آزمون‌های میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. غلامحسین مجذوبی، روش‌های عددی کاربردی در مهندسی و علوم، دانشگاه بوعلی سینا.

2. J Kiusalaas, Numerical Methods in Engineering with MATLAB, Cambridge University Press 2015.
3. SC. Chapra, Numerical Methods for Engineers, McGraw Hill 2020.
4. RL. Burden, JD Faires, Numerical Analysis, Cengage Learning 2015.
5. W Ford, Numerical Linear Algebra with Applications Using MATLAB, Academic Press 2014.
6. CF. Gerald, PO. Wheatley, Applied Numerical Analysis, Pearson College 2003.
7. MK Jain., Numerical Methods, problems and solutions, New Age International 2020.



الف) هدف کلی:

در این درس مباحث ویژه ای در حوزه وسیع مکانیک جامدات مطرح می گردد که در سرفصل دروس دیگر وجود ندارد.

ب) اهداف ویژه:

اهداف بر اساس برنامه مدرس و گروه آموزشی می تواند تغییر کند.



پ) مباحث یا سرفصل ها:

عنوان درس به فارسی:		مباحث منتخب در جامدات	
عنوان درس به انگلیسی:		Selected Topics in Solids	
دروس پیش نیاز:		ندارد	
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:	۳		
تعداد ساعت:	۴۸		
نوع درس و واحد			
☐ نظری	☐ پایه		
☐ عملی	☐ تخصصی		
☐ نظری-عملی	☒ اختیاری		
☐ رساله / پایان نامه			

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: -
مباحث و سرفصل ها در هر نیمسال بر اساس برنامه مدرس و گروه آموزشی می تواند تغییر کند.



تأليف: راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

تدریس بصورت دو جلسه در هفته است. تکالیف و پروژه ها و آزمون ها توسط مدرس تعیین می گردند.

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

براساس نظر مدرس تعیین می گردد.

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، یورد، ویدیو پروژکتور)

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

بر اساس نظر مدرس تعیین می گردد.

عنوان درس به فارسی:		مباحث منتخب در طراحی	
عنوان درس به انگلیسی:		Selected Topics in Design	
دروس پیش نیاز:		ندارد	
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:	۳		
تعداد ساعت:	۴۸		
نوع درس و واحد			
☐ نظری	☐ پایه		
☐ عملی	☐ تخصصی		
☐ نظری-عملی	☒ اختیاری		
☐ رساله / پایان نامه			

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

الف) هدف کلی:

در این درس مباحث ویژه ای در حوزه وسیع طراحی در مکانیک جامدات مطرح می گردد که در سرفصل دروس دیگر وجود ندارد.

(ب) اہداف و نژہ:

اهداف بر اساس برنامه مدرسه و گروه آموزشی می تواند تغییر کند.



(پ) مباحث یا سرفصل ہا:

مباحث و سرفصل‌ها در هر نیمسال بر اساس برنامه‌های مدرسه و گروه آموزشی می‌تواند تغییر کند.



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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته است. تکالیف و پروژه ها و آزمون ها توسط مدرس تعیین می گردند.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

براساس نظر مدرس تعیین می گردد.

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

براساس نظر مدرس تعیین می گردد.

عنوان درس به فارسی:		ارتعاشات اتفاقی	
عنوان درس به انگلیسی:		Random Vibrations	
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم نیاز:	-	تخصصی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه ☐	

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

الف) اهداف کلی درس:

تحریک های تصادفی نوعی از تحریک های اعمال شده به سیستم های مکانیکی هستند که دارای رفتار غیرقطعی می باشند و در فرآیندهای اتفاقی نظیر زلزله، باد و جریان های متلاطم ایجاد می گردند. روش های متداول به دست آوردن پاسخ سیستم های خطی به ورودی های قطعی درمورد فرآیندهای تصادفی کارآیی نداشته و باید از روش های خاص فرآیندهای تصادفی برای محاسبه ی پاسخ استفاده کرد. مباحث اصلی این درس شامل شناخت فرآیندهای تصادفی و مشخصات آنها در حوزه زمان و فرکانس، توابع همبستگی و چگالی طیفی توان، به دست آوردن پاسخ سیستم های خطی به تحریک های اتفاقی و بررسی مشخصات پاسخ یک سیستم مرتبه دو به تحریک اتفاقی است.

ب) اهداف ویژه درس:

۱. آشنایی با تحریک های تصادفی و نحوه فرمول بندی آن در سیستم های مکانیکی

۲. تحلیل ارتعاشات سیستم های چند درجه آزادی تحت تحریک اتفاقی



پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مروری بر ارتعاشات سیستم‌های یک درجه آزادی، چند درجه آزادی، پاسخ ضربه و پاسخ فرکانسی
۲. مقدمه ای بر آمار، امید ریاضی، متغیرهای تصادفی گسسته و پیوسته، توزیع نرمال و...
۳. توزیع احتمال توأم چند متغیر تصادفی، توزیع شرطی و همبستگی (correlation)
۴. قرآیندهای تصادفی و مفهوم sample و ensample، انواع قرآیندهای stationary و non-stationary
۵. متوسط گیری و امید ریاضی، ممان‌های آماری، توابع همبستگی
۶. تحلیل فوریه، تابع چگالی طیفی توان
۷. مدل‌های تحریک اتفاقی، حرکت براونی، قرآیند پواسون، نویز سفید و رنگی
۸. ارتباط بین تحریک و پاسخ در سیستم‌های خطی
۹. پاسخ سیستم یک درجه آزادی به تحریک تصادفی در حوزه زمان
۱۰. پاسخ سیستم‌های یک درجه آزادی به تحریک تصادفی در حوزه فرکانس
۱۱. بررسی خصوصیات سیگنال‌های تصادفی با باند باریک
۱۲. دقت در اندازه گیری، آنالیز طیفی دیجیتال
۱۳. پاسخ سیستم‌های چند درجه آزادی به تحریک تصادفی
۱۴. پاسخ سیستم‌های پیوسته به تحریک تصادفی
۱۵. کاربردهای ارتعاشات اتفاقی، انواع تحریک تصادفی، شکست ناشی از بارگذاری تصادفی
۱۶. کار تجربی در آزمایشگاه یا شبیه سازی در نرم افزار

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیت‌های مستمر آنها، آزمون‌های میان ترم و پایان ترم

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. DE. Newland. An Introduction to Random Vibrations, Spectral and Wavelet analysis, Logman 1993.
2. LD. Lutes, shahram Sarkani, Random Vibrations analysis of Structural and Mechanical Systems, Elsevier 2004.
3. C. Lalanne, Mechanical Vibration and Shock analysis-Part 3 : Random Vibration, Wiley 2009.
4. SS. Rao, Mechanical Vibrations, Pearson 2018.
5. A. Gerami, Probability, Random Variables, Statistics, and Random Processes Fundamentals & Applications, Wiley 2019.
6. MA. Carlton, JL. Devore, Probability with Applications in Engineering, Science, and Technology, Springer 2017.



عنوان درس به فارسی: ارتعاشات پیشرفته (سیستم های ممتد)		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Vibrations (vibration of continuous systems)	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش نیاز:
تخصصی ☐	عملی ☐	-	دروس هم نیاز:
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) اهداف کلی درس:

معادلات
استفاده از



آشنایی با ارتعاشات پیشرفته (سیستم های ممتد) و کاربرد آن در حل بسیاری از مسائل مهندسی و همچنین استخراج حاکم بر ارتعاشات تار، ارتعاشات پیچشی محورها، ارتعاشات طولی میله ها، ارتعاشات عرضی تیر، غشا و صفحه و روش های تحلیلی و عددی برای حل معادلات حاکم از اهداف این درس است.

ب) اهداف ویژه درس:

۱. تمایز تحلیل ارتعاشی سیستم های گسسته و پیوسته
۲. استخراج معادلات دیفرانسیل و یافتن فرکانس های طبیعی سیستم های پیوسته ی ساده

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مبانی ارتعاشات و مفاهیم بنیادی آن و مرور مختصر ارتعاشات کارشناسی
۲. ارتعاش سیستم های دو و چند درجه آزادی
۳. نحوه محاسبه و تعیین تقریبی فرکانس های طبیعی در سیستم های گسسته



۴. ارتعاشات عرضی تار
۵. ارتعاشات محوری تیر یا میله و ارتعاشات پشی محور و یا شافت
۶. ارتعاشات عرضی تیر با استفاده از تئوری تیر اوپلر-برنولی
۷. ارتعاشات عرضی تیر با استفاده از تئوری تیر تیموشنکو
۸. ارتعاشات غشاء
۹. ارتعاشات صفحات براساس مدل ورق کرشلف-لاو
۱۰. ارتعاشات عرضی تیر در بستر الاستیک، مدلسازی و بررسی ارتعاش عرضی یک پره در توربین گاز
۱۱. نحوه بررسی ارتعاشات اجباری در سیستم های پیوسته
۱۲. روش های تقریبی برای بررسی ارتعاش سیستم های پیوسته
۱۳. مقدمه ای بر ارتعاش محورها
۱۴. روش های انرژی

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۵۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۵ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. L. Meirovitch, Fundamentals of Vibrations, McGraw-Hill 2003.
2. SS. Rao, Vibration of Continuous Systems, Wiley 2019.
3. WT. Thomson, Mechanical Vibrations, McGraw-Hil 1997.
4. SS. Rao, Mechanical Vibrations, Prentice Hall 2011.
5. DJ. Inman, Engineering Vibrations, Prentice-Hall 2001.



عنوان درس به فارسی:		آنالیز مودال	
عنوان درس به انگلیسی:		Modal Analysis	
دروس پیش نیاز:	ندارد	نوع درس و واحد	نظری ☒ پایه ☐
دروس هم نیاز:	-		عملی ☐ تخصصی ☐
تعداد واحد:	۳		نظری-عملی ☐ اختیاری ☒
تعداد ساعت:	۴۸		رساله / پایان نامه ☐

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

الف) هدف کلی:

در این درس دانشجویان با فرآیند تعیین خواص دینامیکی سامانه‌ها در قالب بسامدهای طبیعی، ضرایب میرایی و شکل مودها و مباحث مربوطه آشنا می‌شوند.

ب) اهداف ویژه درس:

۱. تحلیل مودال سامانه‌های چند درجه آزادی میرا و نامیرا
۲. روش‌های استخراج پارامترهای مودال در حوزه‌های زمان و فرکانس

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمات و مباحث پایه‌ای ارتعاشات
۲. تحلیل مودال سامانه‌های یک درجه آزادی
۳. تحلیل مودال سامانه‌های چند درجه آزادی نامیرا
۴. تحلیل مودال سامانه‌های چند درجه آزادی میرا: میرایی تناسبی، میرایی غیر تناسبی
۵. اندازه‌گیری تابع پاسخ بسامدی (فرکانسی): اصول اولیه اندازه‌گیری، آماده سازی سازه، روشهای تحریک سازه، شتاب سنج‌ها، آنالیزر،



۶. روش‌های استخراج پارامترهای مودال: حوزه بسامد (فرکانس)
۷. روش‌های استخراج پارامترهای مودال: حوزه زمان
۸. روش‌های استخراج پارامترهای مودال: حوزه زمان



۹. استخراج مدل ریاضی

۱۰. مباحث تکمیلی (اصلاح سازه‌ها، سامانه‌های دوار)

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۵۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدئو پروژکتور)

دستگاه آنالایزر (در صورت امکان)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. DJ. Ewins, Modal Testing: Theory, Practice and Application, Wiley 2000.

2. J. He, Z-F Fu, Modal Analysis, Elsevier 2001.

۳. جیمین هی، ژی-فانگ فو، ترجمه: دکتر سعید ضیایی راد، مهندس مهدی صالحی، آنالیز مودال، انتشارات موسسه علمی دانش پژوهان برین- انتشارات ارکان.

عنوان درس به فارسی:		شکل دهی فلزات	
عنوان درس به انگلیسی:		Metal Forming	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	ندارد	
تخصصی ☐	عملی ☐	-	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐		۳
رساله / پایان نامه ☐			۴۸
		تعداد واحد:	
		تعداد ساعت:	

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

الف) هدف کلی:

آشنایی با فرآیندهای اصلی شکل دهی فلزات مانند آهنگری، نورد، اکستروژن، کشش، خمکاری و مدلسازی ریاضی آنها

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با محاسبات تحلیلی و تخمینی مورد نیاز برای فرآیندهای شکل دهی فلزات
۲. ایجاد یک دید کلی برای دانشجویان در راستای تشخیص روش مناسب شکل دهی برای تولید یک قطعه خاص

پ) مباحث یا سرفصلها:

۱. مفاهیم اولیه: تنش، کرنش، تغییر شکل الاستیک و پلاستیک، کارسختی، تنش کششی نهایی، شکل پذیری
۲. خستگی، چقرمگی شکست، همسانگردی و ناهمسانگردی
۳. آشنایی با پلاستیسیته: توابع تسلیم ترسکا و فون میسز، قانون سیلان لوی-میسز
۴. آهنگری: اثر دما و نرخ کرنش: کار سرد، کار گرم، کار داغ، بازیابی و تبلور مجدد، نرخ کرنش، خزش، سوپر پلاستیسیته
۵. آهنگری: آهنگری قالب باز، قالب بسته، روش فشار بیل، روش اصطکاکی، انواع پرسها
۶. عملیات نمونگی قطعات در آهنگری و روشهای رفع آنها



۷. نورد: نورد تخت، نورد مقاطع، تغییر شکل در نورد، عیوب در محصولات نورد، محاسبه نیرو، توان و گشتاور
۸. اکستروژن: انواع روشهای اکستروژن، اکستروژن لوله، تجهیزات و قالب، عیوب رایج در اکستروژن، تخمین فشار مورد نیاز برای اکستروژن
۹. کشش: کشش سیم، لوله و تسمه، تجهیزات و قالب، عیوب رایج، تخمین نیرو
۱۰. شکل دهی ورقها: ناهمسانگردی، ضرایب لنگفورد، تابع تسلیم ناهمسانگرد هیل، نمودارهای حد شکل پذیری، قالبهای برش، کشش عمیق
۱۱. خمکاری، کشش عمیق هیدرومکانیکی، هیدروفرمینگ، شکل دهی تدریجی

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

جلسات کلاسی، فیلم های آموزشی، بازدید، تکالیف، تحقیق و پروژه درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد



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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Hosford, W.F., Caddell, R.M., Metal Forming Mechanics and Metallurgy. Cambridge University Press 2011.
2. Dieter, G. E. Bacon, D. J., Mechanical metallurgy. McGraw-Hill 1988.
۳. عاصم پور، احمد، نظری اونقلی، سینا. روشها و مکانیک شکل دهی فلزات. موسسه علمی دانشگاه صنعتی شریف ۱۳۹۵.
۴. ظهور، مهدی، شکل دهی فلزات، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی ۱۳۸۸.



عنوان درس به فارسی:		ساخت افزودنی	
عنوان درس به انگلیسی:		Additive Manufacturing	
دروس پیش نیاز:	ندارد	نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:	-	☐ پایه ☐ نظری	
تعداد واحد:	۳	☐ عملی ☐ تخصصی	
تعداد ساعت:	۴۸	☐ نظری-عملی ☒ اختیاری	
		☐ رساله / پایان نامه	

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

الف) هدف کلی:

در چند سال اخیر روشهای چاپ سه بعدی یا ساخت افزودنی که قادرند قطعات سه بعدی را با استفاده از یک فایل CAD مستقیماً و بدون نیاز به ابزار یا قالب با اضافه کردن تدریجی ماده اولیه تولید نمایند، بسیار مورد توجه قرار گرفته اند. توانایی تولید مستقیم قطعات کاربردی با هندسه و خواص منحصر به فرد، قابلیت یکپارچه سازی مجموعه قطعات مونتاژی، ساخت قطعه اختصاصی بصورت تکی یا انبوه، و تولید سریعتر همراه با بازدهی بالاتر نسبت به روشهای مرسوم تولید باعث شده که در کنار کاربردهای معمول زینتی، صنعتی، پزشکی، دانشگاهی و تحقیقی این فناوری، حوزههای صنعتی پیشرفته نظیر صنایع هوافضایی و تولید انرژی پرینت سه بعدی را بعنوان یک روش جدید تولید به کار بگیرند. تغییر نگرش در طراحی قطعات و چرخه تامین کالا از دیگر جنبه های این فناوری میباشد. همینطور یکی از المانهای اساسی در حوزه انقلاب صنعتی چهارم میباشد. از این رو کسب دانش پایه و کاربردی مهندسان مکانیک در این زمینه از نیازهای اساسی دانش آموختگان این رشته میباشد.

ب) اهداف ویژه:

۱. درک و شناخت ملزومات تولید دیجیتال از تولید فایل تا قطعه،
۲. شناخت موانع فیزیکی حاکم و اصول تکنولوژیکی هر فرآیند،



۳. قابلیت‌ها و محدودیت‌های هر روش، نحوه انتخاب روش مناسب
۴. شناخت کاربردهای تکنولوژی، زمینه‌های تحقیقی امکان‌پذیر، و معرفی فرصت‌های به کارگیری روش‌ها در داخل کشور می‌باشد.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها

- ۱- مبانی ساخت افزودنی شامل خواستگاه تکنولوژی، تاریخچه ظهور تا بلوغ،
- ۲- تعاریف و استانداردها، چشم انداز تحقیقی و تجاری
- ۳- چرخه طراحی تا تولید روش‌های ساخت افزودنی
- ۴- طراحی جهت ساخت افزودنی شامل ملاحظات اساسی طراحی و درک قابلیت‌ها و محدودیت‌های فرآیند
- ۵- انواع روش‌های ساخت افزودنی بر مبنای هفت دسته استاندارد ASTM شامل فتوپلیمریزاسیون، ذوب و تف جوشی بستر پودر، اکستروژن ماده، جت ماده و چسب‌بند و رسوب مستقیم انرژی
- ۶- مبانی فیزیکی و معادلات حاکم، پارامترهای موثر، قابلیت‌ها و محدودیت‌ها
- ۷- مدلسازی فرآیندهای ساخت افزودنی
- ۸- مواد ساخت افزودنی
- ۹- نرم افزارهای ساخت افزودنی
- ۱۰- کاربردهای ساخت افزودنی
- ۱۱- انتخاب روش ساخت افزودنی

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

جلسات کلاسی، فیلم‌های آموزشی، بازدید از آزمایشگاه و مشاهده روش‌ها از نزدیک، تکالیف، تحقیق و پروژه درسی (به یک از روش‌های مطالعه انتقادی، عددی، طراحی و یا طراحی و ساخت)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰ درصد

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

کلاس درسی مجهز به پروژکتور باشد. ترجیحاً قطعات تولید شده از انواع روش‌ها در دسترس باشد، ترجیحاً آزمایشگاه شامل انواع روش‌ها موجود باشد. لازم است دانشجویان مفاهیم اساسی طراحی، مواد مهندسی، روش‌های تولید، نرم افزارهای CAD مسلط بوده و از سطح زبان انگلیسی خوبی برخوردار باشند.



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Gibson I. Additive manufacturing technologies. Vol. 17. Springer 2014.



2. Redwood B, Filemon S, Garret B, The 3D printing handbook: technologies, design and applications. 3D Hubs 2017.
3. ASTM Committee F42 on Additive Manufacturing Technologies. <http://www.astm.org/COMMITTEE/F42.htm>
4. Campbell, I., 3D printing and additive manufacturing state of the industry: annual worldwide progress report. Wohlers Associates 2018.

عنوان درس به فارسی: طراحی قالب پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Die Design	
نوع درس و واحد		نوع درس و واحد	
نظری	☒	پایه	☐
عملی	☐	تخصصی	☐
نظری-عملی	☐	اختیاری	☒
رساله / پایان نامه		رساله / پایان نامه	
		ندارد	
		-	
		۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با روش های مدرن طراحی قالب های فلزی

ب) هدف ویژه:

۱. آشنایی با انواع قالب های مهم صنعت شکل دهی فلزات
۲. آشنایی با اصول طراحی قالبهای شکل دهی مانند برش و کشش و خمکاری



پ (مباحث با سر فصلها:

۱. اصول طراحی قالبهای چند مرحله ای شامل نکات طراحی قالبهای مرحله ای با استفاده از اصل دوربری
۲. اصول طراحی قالبهای مرحله ای با قطع نوار،
۳. اصول طراحی قالبهای مرحله ای با استفاده از اصل تکه زنی، عملیات قابل اجرا در قالبهای مرحله ای
۴. طراحی قالبهای مرحله ای المینیشن جهت تولید بسیار انبوه
۵. طراحی قالبهای انتقالی
۶. طراحی قالبهای برش دقیق
۷. کشش عمیق به روشهای غیر سنتی شامل کشش عمیق به روش تراثریکس، کشش عمیق توسط فاز فشار
۸. کشش عمیق ظروف غیر گرد، کشش عمیق مجدد قطعات
۹. قالبهای اکستروژن مستقیم و معکوس سرد فولاد
۱۰. هیدروفرمینگ لوله و ورق

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

جلسات کلاسی، فیلمهای آموزشی، بازدید از کارگاههای تولیدی و صنعتی، تکالیف، تحقیق و پروژه درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، مورد، ویدیو پروژکتور

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Keyes, K.A., Innovations in Die Design. Society of Manufacturing Engineers 1982.
2. Schmidt, R.A., Cold forming and fineblanking, A Handbook of Cold Processing, Steel Material Properties, Component Design 2007.
3. Singh, H., Fundamentals of hydroforming. Society of Manufacturing Engineers 2003.
4. Lange, K., Handbook of metal forming, McGraw-Hill 1985.
5. Ostergaard, D.E., Advanced Diemaking: Prepared Under the Direction of the Apprentice Subcommittee on Training Resources and Materials of the National Tool, Die & Precision Machining Assn. McGraw-Hill 1967.



الف) اهداف درس:

آموزش جامع و فراگیر دانشجویان در زمینه های نانو مواد، نانو ساختارهای کربنی، روش های شناسایی نانو مواد، قوانین و خواص نانو مواد و کاربردهای نانو مواد در صنایع مختلف از اهداف اصلی این درس است.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با انواع روش های تولید نانو مواد

۲. آشنایی با روش های مشخصه یابی مواد نانو



عنوان درس به فارسی:		نانو مواد و کاربردهای مهندسی	
عنوان درس به انگلیسی:		Nanomaterials and Engineering Applications	
دروس پیش نیاز:	-	پایه	نظری
دروس هم نیاز:	-	تخصصی	عملی
تعداد واحد:	۳	اختیاری	نظری-عملی
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه	

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

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه ای بر نانو مواد و نانو فناوری

۲. نانو ساختارها

۳. روش های ساختارهای کربنی



۴. روش های ساخت نانو ساختارها
۵. خواص نانو مواد: مغناطیسی، مکانیکی، الکتریکی و نوری
۶. خواص سطحی و ترمودینامیک نانو مواد
۷. جنبه های شیمیایی خواص نانو مواد (الکتروشیمی، نفوذ در نانو مواد، انتقال حرارت در نانو مواد)
۸. روش های مطالعه و مشخصه یابی نانو مواد (روش های سنتی و الکتروشیمیایی آنالیز مواد)
۹. روش های مطالعه و مشخصه یابی نانو مواد (طیف سنجی مولکولی و اتمی مواد)
۱۰. ایمنی و سلامت در نانو مواد
۱۱. ساختارهای چند لایه متخلخل نانو، فوم های فلزی، آلیاژی و سرامیکی و روش های ساخت
۱۲. انواع نانو مواد سرامیکی روش های ساخت و کاربردها
۱۳. انواع نانو مواد هوشمند، کاربردها و روش های ساخت
۱۴. نانو مواد هدفمند (FGM)، روش های ساخت و تولید و کاربردها
۱۵. نانو پوشش ها، روش های ساخت و کاربردهای آن
۱۶. نانو مواد الکترونیکی، مغناطیسی، پیزوالکتریک و نیمه هادی

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. K. E. Geckeler, H. Nishide, Advanced Nanomaterials, Wiley 2010.
2. T. J. Webster and H. Yazici, Biomedical Nanomaterials: From design to implementation (Healthcare Technologies), Springer 2016.
3. M. Ratner, D. Ratner, Nanotechnology, Prentice Hall 2002.
4. S. Edelstein, R. C. Cammarata, Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications, Institute of Physics Pub 1998.
5. W. A. Goddard, D. W. Brenner, S. E. Lyshevski, G. J. Iafrate, Handbook of Nanoscience Engineering and Technology, CRC Press 2003.
6. B. Bhushan, Springer Handbook of Nanotechnology, Springer 2004.
7. D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Saunders College Publishing 2005.
8. G. Vao, Nanostructures and Nanotechnology, Imperial College Press 2004.
9. L. V. Basbanes, Advanced Materials Research Trends, Nova Publishers 2007.
10. C. Z. Carroll-Porzynski, Advanced Materials: Refractory Fibers, Fibrous Metals, Composites, University of Michigan 2007.



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

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

الف) اهداف کلی درس:

امروزه سامانه های میکرو / نانو الکترومکانیکی به عنوان یکی از ابزارهای اصلی در گرایش های مختلف مهندسی مطرح شده اند. این سامانه ها کاربردهای مختلفی را در بر می گیرند که میتوان به توپیزرها، رزوناتورها، عملگرها، حسگرها، بیوسنسور ها و کاربردهای مختلف مهندسی پزشکی اشاره کرد. در بسیاری از دانشگاه های دنیا این مبحث به صورت یک گرایش مستقل یا در چندین درس مختلف شامل: روش های ساخت، نانوتکنولوژی، آشنایی با MEMS/NEMS، مدلسازی BIOMEMS , MEMS/NEMS و غیره تدریس می گردد. درس حاضر، چکیده این مباحث بوده که در آن دانشجویان با انواع سامانه های میکرو و نانو الکترومکانیکی و کاربردهای آن ها، مدلسازی و روش های تحلیلی و عددی مربوطه و همچنین روش های ساخت و مونتاژ سامانه های مذکور آشنا می شوند.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با انواع سامانه های میکرو و نانو الکترومکانیکی

۲. آشنایی با روش های تحلیل مکانیکی سامانه های میکرو و نانو الکترومکانیکی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدماتی: میکرو و نانو فناوری و سامانه های میکرو و نانو الکترومکانیکی به همراه تصاویر و فیلم های کوتاه در مورد کاربردها

۲. مقادیر 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 سامانه های میکرو و نانو الکترومکانیکی
۴. انواع محرکه های قابل استفاده در سامانه های میکرو و نانو الکترومکانیکی
۵. مدل سازی سامانه های الاستیک میکرو / نانو
۶. مدل سازی سامانه های کوپله الاستیک-الکترواستاتیک
۷. مدل سازی سامانه های کوپله الاستیک-الکترواستاتیک-سیالاتی
۸. میکرو / نانو سیستم های با رانش حرارتی
۹. مقدمه ای بر سامانه های میکرو / نانو سیال
۱۰. روش های ساخت بالا به پایین و بالا در مقیاس میکرو و نانو با تأکید بر روش های ساخت سامانه های میکرو و نانو الکترومکانیکی
۱۱. وایر باندینگ و روش های مونتاژ و بسته بندی سامانه های میکرو و نانو الکترومکانیکی
۱۲. نويز و روش های کنترل آن در سامانه های میکرو و نانو الکترومکانیکی
۱۳. سامانه های میکرو و نانو الکترومکانیکی فرکانس بالا
۱۴. مقدمه ای بر سامانه های میکرو نانو الکترومکانیکی نوری
۱۵. مقدمه ای بر BIOMEMS/BIONEMS، کاربردهای سامانه های میکرو و نانو الکترومکانیکی

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشهادی):

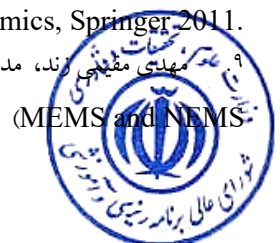
فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. A. Pelesko, D. H. Bernstein, Modeling MEMS and NEMS, CRC Press 2002.
2. M. J. Madou, Fundamentals of Microfabrication, CRC Press 1997.
3. M. Gad-el-Hak, MEMS: Design and Fabrication, CRC Press 2006.
4. S. Lyshevski, MEMS and NEMS, CRC Press 2022.
5. N. Maluf, K. Williams, An Introduction to Micromechanical Systems Engineering, Springer 2004.
6. B. Danny, T. Dumitrica, Microengineering, MEMS, and Interfacing: A Practical Guide, CRC Press 2006.
7. C. T. Leondes, MEMS/NEMS: Handbook Techniques and Applications, Springer 2005.
8. M. I. Younis, MEMS Linear and Nonlinear Statics and Dynamics, Springer 2011.
۹. مهملی مقیمی، زند، مدل سازی سیستم های میکرو و نانو الکترومکانیکی، ۱۳۹۷ (برگردان فارسی کتاب Modeling MEMS and NEMS)



الف) اهداف کلی:

در دهه های گذشته ساخت قطعات بسیار کوچک (در حد میکرو) برای کاربردهای مختلف از جمله سنسورها امکان پذیر و متداول شده است. لذا بررسی و پیش بینی رفتار مکانیکی اینگونه قطعات و به طور کلی میکروساختارها، در حالت استاتیکی و دینامیکی از اهمیت بالایی برخوردار است. آزمایش های متعددی نیز نشان داده است که برای تحلیل مکانیکی اینگونه قطعات بسیار کوچک، نمیتوان از تئوری های کلاسیک محیط های پیوسته استفاده کرد و باید از تئوری های غیر کلاسیکی که در آن ها اثر اندازه در نظر گرفته می شود، در این درس دانشجو با انواع کاربرد میکروساختارها در صنایع و همچنین نحوه مدلسازی و پیش بینی رفتار مکانیکی آن ها آشنا



عنوان درس به فارسی: میکروساختارها		عنوان درس به انگلیسی: Micro Structures	
نوع درس و واحد		مکانیک محیط پیوسته ۱	
☐ پایه	☒ نظری	-	
☐ تخصصی	☐ عملی	۳	
☒ اختیاری	☐ نظری-عملی	۴۸	
رساله / پایان نامه			

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

ب) اهداف ویژه:

- آشنایی با تئوری های مدلسازی در مقیاس میکرو
- نحوه بررسی رفتار مکانیکی میکروساختارها در تغییر شکل های بزرگ

ب) مباحث با سرفصل ها:



۱. مقدمه ای بر مبانی و کاربرد میکروساختارها در صنایع و سنسورها
۲. مرور روش های مرسوم در مکانیک محیط های پیوسته برای بررسی رفتار مکانیکی مواد
۳. لزوم در نظر گرفتن اثر اندازه در تحلیل مکانیکی میکروساختارها
۴. روش های مدل سازی و بررسی رفتار مکانیکی میکروساختارها
۵. تئوری تنش کوپل شده (Couple stress theory)
۶. تئوری تنش کوپل شده اصلاح شده (Modified Couple stress theory)
۷. تئوری گرادین کرنش (Strain Gradient theory)
۸. تئوری گرادین کرنش اصلاح شده (Modified Strain Gradient theory)
۹. تئوری الاستیسیته غیر محلی (Nonlocal elasticity theory)
۱۰. تئوری الاستیسیته سطحی یا تنشهای سطحی (Surface elasticity theory)
۱۱. استفاده از نرم افزارها برای بررسی میکروساختارها (همانند استفاده از نرم افزار کامسول)
۱۲. نحوه بررسی رفتار مکانیکی میکروساختارها در تغییر شکل های بزرگ (غیر خطی)
۱۳. آشنایی با تحقیقات روز دنیا در حوزه بررسی رفتار مکانیکی میکروساختارها
۱۴. نرم افزارها و کاربردهای خاص در میکروساختارها
۱۵. مطالعه موردی و حل مثال و آشنایی با تحقیقات روز دنیا در حوزه بررسی رفتار مکانیکی میکروساختارها

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، معرفی کمک یار تدریس، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۵۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۵ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. A.C. Eringen, Microcontinuum Field Theories I Foundations and Solids, Springer 1999.
2. A.C. Eringen, Nonlocal_ Continuum Field Theories, Springer 2002.
3. G. A. Maugin, Non-classical continuum mechanics, Springer 2017.
4. M. I. Younis, Microsystems: MEMS Linear and Nonlinear Statics and Dynamics, Springer 2010.
5. M. Gad-el-Hak, MEMS, Design and Fabrication, Wiley 2005.
6. J. A. Pelesko, D. H. Bernstein, Modeling MEMS and NEMS, CRC Press 2003.



7. N. Maluf, K. Williams, An Introduction to Micromechanical Systems Engineering, Wiley 2004.

الف) اهداف کلی:

آشنایی با روشهای مختلف آنالیز چندمقیاسی، میکرومکانیک، کریستال پلاستیسیته و میدان فاز

الف) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با تکنیک های همگن سازی در مقیاس میکرو و نانو

۲. آشنایی با تئوری میدان فاز



عنوان درس به فارسی: میکرومکانیک و آنالیز چندمقیاسی		عنوان درس به انگلیسی: Micromechanics and Multiscale Analysis	
نوع درس و واحد			
نظری ☒	پایه ☐	-	دروس پیش نیاز:
عملی ☐	تخصصی ☐	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی ☐	اختیاری ☒	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

پ) مباحث یا سرفصل ها:

مقدمه، حجمک نماینده، شرایط مرزی، همگنس سازی در مواد الاستیک خطی و غیرالاستیک

۲. آنالیزهای چند مقیاسی، خصیصه یابی و آنالیز چند مقیاسی



۳. روش های ایجاد ریز ساختار و تست سائز حجمک نماینده و متوسط گیری مجموعه ای
۴. همگنس سازی و محاسبه خواص موثر، روابط متشکله موثر و انواع شرایط مرزی مورد استفاده در همگنس سازی
۵. همگن سازی در مواد الاستیک خطی، معیار انرژی، مقادیر حدی مقادیر موثر، حدود راس-ویت
۶. همگن سازی در مسائل خطی انتقال حرارت، همگنس سازی در مسائل انتقال حرارت، شرایط مرزی و حدود مقادیر موثر
۷. همگن سازی در کرنش های محدود، تئوری های متوسط گیری و شرایط مرزی در کرنش های محدود، اصل انتقال میکرو به ماکرو
۸. همگن سازی در الاستیسیته غیر خطی، فرمولاسیون روابط متشکله ماکرو
۹. مسائل ماکرو، محدودیت استفاده از همگن سازی، اصل جدایش مقیاس ها، پیاده سازی اجزای محدود چند مرحله ای
۱۰. کریستال پلاستیسیته در تغییر شکل های کوچک
۱۱. کریستال پلاستیسیته در تغییر شکل های بزرگ
۱۲. معادلات اشلی برای تنش، کرنش و انرژی
۱۳. تئوری تعادل نیروی میکرو (Microforce balance)
۱۴. کاربرد تئوری میدان فاز در مسائل میکرو

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Zohdi, T.I., Wriggers, P., An introduction to computational micromechanics. Springer 2008.
2. Gurtin, M.E., Fried, E., Anand, L., The mechanics and thermodynamics of continua. Cambridge University Press 2010.



عنوان درس به فارسی: نانو کامپوزیت ها		عنوان درس به انگلیسی: Nanocomposites	
نظری	پایه	-	دروس پیش نیاز:
عملی	تخصصی	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی	اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) اهداف اصلی درس:

نانو کامپوزیت، همان کامپوزیت در مقیاس نانو است. نانو کامپوزیت ها در دو فاز تشکیل می شوند. در فاز اول ساختار بلوری نانو ساخته می شود که زمینه یا ماتریس کامپوزیت به شمار می رود. این زمینه ممکن است از جنس پلیمر، فلز یا سرامیک در فاز دوم ذراتی در مقیاس نانو به عنوان تقویت کننده برای استحکام، مقاومت، هدایت الکتریکی و... به فاز اول یا ماتریس می شود. بسته به اینکه زمینه نانو کامپوزیت از چه ماده ای تشکیل شده باشد، آن را به سه دسته پلیمری، فلزی و سرامیکی تقسیم می کنند. کامپوزیت های پلیمری به علت خواصی مانند استحکام، سفتی و پایداری حرارتی و ابعادی، چندین سال است که در ساخت هواپیماها به کار می روند. با رشد فناوری نانو، کامپوزیت های پلیمری بیش از پیش به کار گرفته خواهند شد. آشنایی و مطالعه خواص مکانیکی، شیمیایی و حرارتی نانو کامپوزیت ها و روش ساخت و کاربرد و شیوه سازی نانو کامپوزیت ها از اهداف این درس است.



ب) اهداف ویژه درس:

۱. آشنایی با اصول ساخت نانو کامپوزیت ها
۲. تحلیل رفتار مکانیکی نانو کامپوزیتها

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. اصول و مبانی مواد کامپوزیتی
۲. کامپوزیت فلزی، سرامیکی و پلیمری
۳. نانوذرات و کاربردها در کامپوزیت ها
۴. روش های ساخت نانوذرات و نانو کامپوزیت ها
۵. نانو کامپوزیت ها
۶. فاز میانی در نانو کامپوزیت ها
۷. خواص فیزیکی، مکانیکی، الکتریکی و حرارتی نانو کامپوزیت ها
۸. روش های آنالیز میکروسکوپی نانو کامپوزیت ها
۹. روش های آنالیز غیر میکروسکوپی نانو کامپوزیت ها
۱۰. روش های ساخت مواد نانو کامپوزیتی
۱۱. بررسی رفتار مکانیکی (الاستیک، پلاستیک، شکست و...) نانو کامپوزیت ها
۱۲. بررسی فرآیندپذیری نانو کامپوزیت ها (ماشین کاری، جوشکاری، شکل دهی و...)
۱۳. کاربردهای عمومی و صنعتی نانو کامپوزیت ها
۱۴. کاربردهای بیولوژیک نانو کامپوزیت ها
۱۵. شبیه سازی رفتار مکانیکی و خواص نانو کامپوزیت ها
۱۶. بهینه سازی خواص در نانو کامپوزیت ها

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد ویدئو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. H. Koo, Polymer Nanocomposites: Processing, Characterization and Applications, Springer 2019.
2. A. D. Pomogailo, V. N. Ketelman, Metal-polymer Nanocomposites, Springer 2005.
3. P. M. Ajayan, Nanocomposite Science and Technology, Wiley 2003.



4. M. A. Strosio, M. Dutta, Biological nanostructures and applications of nanostructures in biology. Electrical, mechanical and optical properties, Kluwer Academic 2004

الف) اهداف درس:

هدف اصلی این درس، بررسی ارتعاشات غیرخطی سیستم های دینامیکی از نظر مکانیزم ایجاد ارتعاشات است. در نظر گرفتن مدل غیرخطی هر یک از المان های یک سیستم ارتعاشی در یک سیستم دینامیکی منجر به معادله غیرخطی برای سیستم می شود. آشنایی با معادلات غیرخطی این سیستم ها و فراگیری حل تحلیلی و عددی این معادلات و برقراری ارتباط بین دانسته های سیستم های خطی با سیستم های غیرخطی از دیگر اهداف این درس می باشد.



عنوان درس به فارسی:		ارتعاشات غیرخطی	
عنوان درس به انگلیسی:		Non-linear Vibrations	
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	-	تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه ☐	

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

ب) اهداف ویژه درس:

- آشنایی با روش های تحلیلی-تقریبی حل معادلات مربوط به ارتعاشات غیرخطی
- تحلیل ارتعاشات اجباری سیستم های غیرخطی



پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه ای بر مبانی ارتعاشات و مرور ارتعاشات خطی
۲. بررسی ارتعاشات آزاد با خاصیت فنریت غیرخطی (فنر نرم، فنر سخت). بررسی روش های حل دقیق و حل تقریبی در این نوع از سیستم ها
۳. آشنایی با روش صفحه فازی برای سیستم های یک درجه آزادی غیرخطی، مشخصات صفحه فازی، نقاط منفرد، سیکل های حدی
۴. استفاده از روش های انرژی برای بررسی مسیرهای صفحه فازی
۵. بررسی ناحیه مرده در سیستم های ارتعاشی
۶. استفاده از روش های تقریبی در تحلیل سیستم های ارتعاشی غیرخطی، روش ترسیمی Isocline، روش ترسیمی Lienard
۷. بررسی روش های تحلیلی در حل سیستم های ارتعاشی غیرخطی، روش نوسانات کوچک، روش تعادل هارمونیک
۸. سیستم های مرتعش غیرخطی با نیروی مقاوم بر حرکت، اصطکاک خشک یا اصطکاک کولمب، اصطکاک خشک و نیروی بازگرداننده غیر خطی قطعه قطعه
۹. روش های اختلالات کوچک (Perturbation) برای سیستم های غیرخطی ضعیف
۱۰. سیستم های ارتعاشات غیرخطی اجباری با نیروی مقاومت غیرخطی، بررسی پدیده پرش (Jump Phenomena)
۱۱. بررسی تشدید با فرکانس های فوق هارمونیک و زیرهارمونیک (Super harmonic and harmonic Resonance)
۱۲. معادله واندرپل در سیستم های خودمرتعش، حل معادله با استفاده از صفحه فازی، حل تقریبی این معادله از روش B&K، روش ریتز و گلرکین و روش تغییرات زمانی کوچک دامنه
۱۳. ارتعاشات Parametrically Self Excited Vibrations. بررسی نوسانات آونگی که نقطه آویز آن تحت تأثیر جابجائی پریودیکی واقع می شود. ارتعاشات نخ با کشش متغیر و آزمایش Melde - پاندول ساده با طول متغیر، آنالیز تاب بازی، حل معادله دیفرانسیل Hill و بررسی پایداری، حل معادله دیفرانسیل Mathieu، بررسی ارتعاشات پاندول وارونه (Inverted Pendulum).
۱۴. ارتعاشات اجباری با فنر غیرخطی، ارتعاشات اجباری با اصطکاک خشک و نیروی بازگرداننده خطی
۱۵. ارتعاشات کوپله (Coupled Vibrations)

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۵۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۵ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. A.H. Nyfeh, D.T. Mook, Nonlinear Oscillations, Wiley 1995
2. N. Minorsky, Nonlinear Oscillations; Melbourne, Krieger Publishing 1974.
3. J.J. Stocker, Nonlinear Vibrations in Mechanical and Electrical Systems,



Wiley 1992.

4. L. Cveticanin, Strong Nonlinear Oscillators: Analytical Solutions (Mathematical Engineering), Springer 2018.
5. I. Kovacic, M.J. Brennan, The Duffing Equation: Nonlinear Oscillators and their Behaviour, Wiley 2011.

الف) هدف کلی:

بکارگیری



در این درس دانشجویان با مبانی و ابزارهای محاسباتی دینامیک مولکولی آشنا می شوند. همچنین قابلیت کد نویسی و

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

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: -
از نرم افزارهای اصلی موجود را فرا خواهند گرفت.



ب) هدف ویژه: آشنایی با انواع پتانسیل های بین اتمی
۲. آشنایی با انواع سبیه سازی های دینامیک مولکولی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه ای بر کاربرد دینامیک مولکولی جهت مدلسازی سیستم های در مقیاس نانو انتشار موج در محیط تراکم پذیر
۲. انواع پتانسیل های بین اتمی (مکانیک مولکولی)
۳. شناخت انواع ورودی های لازم جهت شبیه سازی سیستم های مولکولی نظیر فایل های PDB، PSF، آشنایی با میدان های نیرویی، نیروهای الکترواستاتیکی، نیروهای واندروالسی، پتانسیل های استفاده شده برای فلزات، پتانسیل های جفتی و چندین جسمی، انواع پتانسیل های استفاده شده برای کربن (ترسف ای آی ریو)، انواع پتانسیل های استفاده شده برای سیلیکون (ترسف استیلینگر وبر) موج های ضربه ای عمودی (شکل گیری، ثابت، متحرک، منعکس شده) و کاربردها
۴. روشهای مینیم کردن تابع پتانسیل (روش هایی که از مشتقات انرژی استفاده نمیکنند روش Simplex و روش Sequential)
۵. روش های کمینه سازی انرژی با استفاده از مشتق تابع (روش های Steepest Descent, Conjugate Gradient, Newton) انتخاب روش بهینه سازی مناسب، معیار همگرایی جریان پراوتل مایر و کاربردها
۶. تکنیک های استفاده شده در شبیه سازی رایانه ای (شرایط مرزی: متناوب و غیرمتناوب)، انواع انسامل، شعاع قطع پتانسیل، لیست همسایگی، نیروهای برد بلند و نحوه محاسبه آنها (از جمله نیروی الکترواستاتیک)
۷. شبیه سازی های دینامیک مولکولی (روش های انتگرالگیری از معادلات حرکت) روش ورله سرعتی، روش پیشبینی تصحیح (انتخاب مناسب گام زمانی، توزیع سرعت ها، شروع و اجرای برنامه شبیه سازی دینامیک مولکولی)
۸. دینامیک مقید، مولکول های صلب
۹. دینامیک مولکولی در دما و فشار ثابت (انواع ترموستات های مختلف با استفاده از روش دینامیک مولکولی، معرفی چندین پروژه سازی سیستم های مختلفی از مدلسازی و شبیه مثال برای دانشجویان جهت تمرین کد نویسی دینامیک مولکولی)
۱۰. مقدمه ای بر روش های درشت دانه کردن، روش های استفاده شده در بیومولکولها (Residue Based, Shape based)، روش های مختلف درشت دانه کردن آب، روش های دانه درشت کردن برای فلزات

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، معرفی کمک یار تدریس، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Leach, AR., Molecular modelling: principles and applications. Pearson education 2001.



2. Haile, JM., Molecular dynamics simulation: elementary methods, Computers in Physics 7.6 (1993) 625-625.
3. Rapaport, DC., The art of molecular dynamics simulation, Cambridge University Press 2004.
4. Humphrey W, Dalke A, Schulten K., VMD: visual molecular dynamics, Journal of molecular graphics 14.1 (1996) 33-38.
5. Phillips, JC., Scalable molecular dynamics with NAMD, Journal of computational chemistry 26 (2005): 1781-1802.
6. LAMMPS Molecular Dynamics Simulator, Sandia National Laboratories, 2010.

عنوان درس به فارسی: آکوستیک مهندسی		عنوان درس به انگلیسی: Engineering Acoustics	
نوع درس و واحد			
■ نظری	☐ پایه	-	
☐ عملی	☐ تخصصی	-	
☐ نظری-عملی	■ اختیاری	۳	
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	
		تعداد واحد: ۳	
		تعداد ساعت: ۴۸	



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

الف) اهداف کلی درس:

هدف درس آشنایی با مبانی مهندسی و معادلات صدا و نحوه ی پخش و پدیده های مؤثر بر آن است. مدلسازی حرکت موج و معادلات موج در محیط های مختلف جامد و سیال از جمله دیگر اهداف این درس است.

ب) اهداف ویژه درس:

۱ آشنایی با مفاهیم اولیه صوت و انتشار آن



۲. مدلسازی حرکت موج و حل معادلات موج در محیط های جامد الاستیک خطی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. کلیات و تعریف صدا: سرعت صوت، تراز فشار صدا، توان صوتی، تراز توان صدا
۲. کلیات و تعاریف صدا: شدت صوتی، تراز شدت صدا، قوانین جبری حاکم بر ترازهای صوتی
۳. سامانه های ساده ارتعاشی: یادآوری اصول ارتعاشی، موج های عرضی در ریسمان، معادله موج یک بعدی و حل آن
۴. سامانه های ساده ارتعاشی: بازتاب در مرز، ارتعاش اجباری یک ریسمان با طول محدود و نامحدود؛ مودهای نرمال
۵. سامانه های ساده ارتعاشی: معادله موج دو بعدی، ارتعاشات پوسته و ورق
۶. معادله موج و حل های ساده آن: معادله حالت، معادله پیوستگی، معادله نیرو، معادله خطی موج، سرعت صوت در سیالات
۷. معادله موج و حل های ساده آن: موج تخت هارمونیک، چگالی انرژی، شدت صوتی
۸. معادله موج و حل های ساده آن: امپدانس آکوستیکی ویژه، موج های کروی
۹. بازتاب و انتقال: تابش عمودی، انتقال از لایه به یک سیال، تابش مایل
۱۰. آکوستیک زیر آبی: سرعت صوت در دریا، اتلاف انتقال صوت
۱۱. آکوستیک زیر آبی: پدیده های شکست، کانال های صوتی
۱۲. تشعشع صوت: تشعشع از کره مرتعش، منبع خط پیوسته، تشعشع از یک پیستون دوار
۱۳. انتشار صوت در کانال و اتاق
۱۴. روش های کنترل صدا: محاسبه STC، روش های کلی کاهش نویز، برنامه ریزی فضایی، محفظه ها، موانع
۱۵. روش های کنترل صدا: مافلرها، جاذب صدا، عایق بندی ارتعاش، کنترل نویز فعال (active)
۱۶. ابزارهای اندازه گیری نویز و منابع نویز، میکروفون ها و کالیبراسیون آن ها، استانداردهای انتشار صدا، پخش صدا در محیط بسته

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:



1. L. E. Kinsler, A. R. Frey, A. B. Coppens, J. V. Sanders, Fundamentals of acoustics, Wiley 1999.
2. F. Fahy, J. Walker, Advanced Applications in acoustics, noise and vibration, CRC Press 2018.



3. F. Fahy, D. Thompson, Fundamentals of sound and vibration, CRC Press 2016.
4. F. J. Fahy, Fundamental of engineering acoustics, Elsevier 2000.
5. F. J. Fahy, P. Gardonio, Sound and structural vibration: radiation, transmission and response, Elsevier 2007.
6. I. L. Ver, L. L. Beranek, Noise and Vibration Control Engineering-Principles and Applications, Wiley 2006.

عنوان درس به فارسی: انتشار امواج مکانیکی		عنوان درس به انگلیسی: Mechanical Wave Propagation	
نوع درس و واحد			
■ نظری	☐ پایه	-	دروس پیش نیاز:
☐ عملی	☐ تخصصی	-	دروس هم نیاز:
☐ نظری-عملی	■ اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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



الف) اهداف کلی درس:

امواج الاستیک یا مکانیکی برای انتشار به محیط مادی نیاز دارند. در این درس نحوه انتشار امواج الاستیک در محیط های مختلف مادی و در شکل های ساده با شرایط مرزی مختلف بیان می شود.



ب) اهداف ویژه درس:

۱. آشنایی با انواع امواج مکانیکی
۲. آشنایی با معادلات انتشار امواج در محیط های الاستیک خطی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مفاهیم پایه و نمونه هایی از مسائل موج
۲. انتشار موج در میله و طناب سفت
۳. امواج کم عمق در سطح آب، انتشار موج صدا در لوله
۴. علامت های نمایشی: فرکانس، شماره موج، سرعت فاز و...
۵. انتشار یک بعدی، معادله موج، پاسخ گذرا
۶. پراکنده شدن موج: میله روی یک پایه الاستیک، امواج انعطاف پذیر در یک تیر
۷. سرعت گروه: پراکندگی امواج گذرا، فاز ثابت، سرعت و انتقال انرژی گروه
۸. انتشار دو بعدی: امواج سطحی و صدا در سیالات همگن
۹. امواج شبه سطحی، هندسه صدا
۱۰. انواع موج های فشاری، برشی در جامدات الاستیک
۱۱. موج ریلی در نیمه فضا و موج لاولو در یک محیط لایه ای
۱۲. بازتاب، انحراف، پخش امواج الاستیک
۱۳. امواج گرانیروی سطح و داخلی در مایعات
۱۴. موج در یک جریان، انتقال موج، امواج داخلی در یک سیال شیبدار
۱۵. موج در محیط های نوسانی، نظریه Bloch-Floquet
۱۶. نوار توقف و عبور، تشدید

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. D. Achenbach, Wave Propagation in Elastic Solids, Elsevier 2016.



2. G. I. Kandel, Shock Waves in Solid State Physics, CRC Press 2019.
3. K. F. Graff. Wave motion in elastic solids, Courier Corporation 2012.
4. A. Bedford, D. Drumheller, Elastic wave propagation, John Wiley & sons, 1994.
5. J. L. Rose, Ultrasonic guided waves in solid media, Cambridge University Press 2014.
6. D. Royer, E. Dieulesaint, Elastic waves in solids I: Free and guided propagation, Springer 1999.
7. B. A. Auld, Acoustic fields and waves in solids, Plenum Knacch 1973.
8. A. T. de Hoop, Handbook of radiation and scattering of waves: acoustic waves in fluids, elastic waves in solids; electromagnetic wave, ASA 2001.

عنوان درس به فارسی: مکانیک آسیب		عنوان درس به انگلیسی: Damage Mechanics	
نوع درس و واحد			
■ نظری	☐ پایه		
☐ عملی	☐ تخصصی	-	
☐ نظری-عملی	■ اختیاری		
رساله / پایان نامه ☐		۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

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



های

هدف این درس شناخت مفاهیم مکانیک آسیب است که با استفاده از معیارهای آسیب به پیش بینی وقوع آسیب در سازه

الف) هدف کلی:



۱. آشنایی با معیارهای مختلف رشد ترک
۲. مدلسازی ریاضی آسیب در سازه های الاستیک

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مفاهیم پدیدارشناختی مکانیک آسیب، انواع آسیب، ارتباط مکانیک آسیب و مکانیک شکست، توصیف کمی آسیب،
۲. اصل کرنش معادل، روشهای اندازه گیری آسیب، نظریه های پایه در مکانیک آسیب، ترمودینامیک و میکرومکانیک آسیب، معیار تنش معادل آسیب، معادلات ساختاری کرنش-آسیب وابسته، رفتار الاستیک-پلاستیک-آسیب،
۳. رفتار ویسکوپلاستیک آسیب
۴. مفاهیم آسیب ناهمسانگرد، استفاده از مدل های آسیب ناهمسانگرد، تحلیل میکرومکانیکی آسیب،
۵. اثر بسته شدن ترکها، فرمولبندی متحد قوانین آسیب، انرژی آستانه آسیب،
۶. معیار شکست سه بعدی، مواد آسیب پذیر با رفتار الاستیک-پلاستیک کامل، رفتار ویسکوپلاستیک،
۷. قوانین سینماتیک رشد: آسیب ترد، آسیب شبه ترد، نرم، خزشی،
۸. معیارهای آسیب ناگهانی: معیار آسیب رایس و تریسی، معیار رشد حفره بحرانی،
۹. معیارهای آسیب بر مبنای کرنش: مدل های آسیب جانسون-کوک، کاکرافت-لاتم، ویلکینز،
۱۰. خستگی کم چرخه، خستگی پر چرخه، استخراج پارامترهای مدل آسیب، قوانین انباشت آسیب،
۱۱. معیارهای آسیب پلاستیسیته متخلخل: مدل های آسیب گرسون، گرسون-نیدلمن-تیورگارد، مدل های آسیب غیرمحلی، پیش بینی شکست در فرآیندهای مکانیکی با رهیافت مکانیک آسیب،
۱۲. الگوریتم عددی حل معادلات ساختاری الاستیک-پلاستیک، پیاده سازی عددی مدل آسیب کمتر با سخت شوندگی همسانگرد و سخت شوندگی ترکیبی، ارایه الگوریتمهای عددی، پیاده سازی مدل آسیب کمتر در نرم افزار ABAQUS.

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Lemaitre J, A course on damage mechanics. Springer 2012.
2. Zhang W, Cai Y, Continuum damage mechanics and numerical applications. Springer 2010.
3. Lemaitre J, Desmorat R, Engineering damage mechanics: ductile, creep, fatigue and brittle failures. Springer 2005.
4. Saanouni K, Numerical modelling in damage mechanics. Kogan Page Publishers 2003.
5. de Souza Neto EA, Peric D, Owen DRJ, Computational methods for plasticity: theory and



الف: هدف کلی:

این درس به بررسی مکانیک تماس در تغییر شکل های الاستیک و پلاستیک می پردازد. پدیده های خستگی ناشی از فرتینگ و خستگی تماس غلتشی مورد بررسی قرار می گیرند. مشکلات عددی مربوط به مسایل تماس و نحوه ی رفع آنها نیز بررسی می گردند.



ب: اهداف ویژه:

عنوان درس به فارسی: مکانیک تماس		عنوان درس به انگلیسی: Contact mechanics	
نوع درس و واحد		تئوری الاستیسیته- اجزای محدود ۱	
■ نظری	☐ پایه	دروس پیش نیاز:	
☐ عملی	☐ تخصصی	-	
☐ نظری-عملی	■ اختیاری	دروس هم نیاز:	
☐ رساله / پایان نامه		۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

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



- ۱- آشنایی مدلسازی تحلیلی مسایل شامل مکانیک تماس
- ۲- آشنایی با مدلسازی عددی تماس در نرم افزارهای اجزای محدود

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مسایل تماس الاستیک ۲ و ۳ بعدی با استفاده از مکانیک تماس کلاسیک: بارهای خطی و نقطه ای
۲. تئوری تماس هرتز
۳. مسایل الاستیک با تماس های مماسی، لغزشی یا غلتشی
۴. مسایل تماس پلاستیک
۵. مسایل فرورفتگی
۶. مسایل خستگی در تماس: خستگی در بارگذاری تماس دینامیکی و چرخش.
۷. کوپلینگ های بین بارها و تغییر شکل های معمولی و تماسی
۸. روابط مربوط به تماس ترمو الاستیک، تماس سطوح ناهموار و دارای چسبندگی
۹. حل مسائل تماس با استفاده از روش های عددی
۱۰. المان های تماس در نرم افزارهای اجزای محدود

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، معرفی کمک یار تدریس، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Johnson, K.L., Contact mechanics, Cambridge University Press 1987.
2. Popov, V.L., Contact Mechanics and Friction: Physical Principles and Applications, Springer 2010.





الف) هدف کلی:

به آلیاژهایی که در طی یک چرخه تنش یا چرخه حرارتی به شکل اولیه تعریف شده خود باز می گردند، آلیاژهای حافظه دار یا

عنوان درس به فارسی: مواد حافظه دار		عنوان درس به انگلیسی: Shape memory materials	
نظری	پایه	-	دروس پیش نیاز:
عملی	تخصصی	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی	اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: -
SMA می گویند. در این درس دانشجویان با این مواد و نحوه مدلسازی آنها آشنا می شوند

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با انواع و ساختار آلیاژها و پلیمرهای حافظه دار
۲. اصول مدلسازی ریاضی مواد حافظه دار



پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: معرفی انواع مواد هوشمند
۲. تعریف آلیاژها و پلیمرهای حافظه دار، رژیم‌های رفتاری
۳. مبانی رفتارهای آلیاژهای حافظه دار: آشنایی با استحاله مارتنزیتی، خصیصه‌یابی ترمومکانیکی، کاربردها
۴. مدل‌سازی آلیاژهای حافظه دار: مدل‌سازی یک بعدی
۵. بررسی بارگذاری‌های چرخه‌ای
۶. خستگی، خزش و واریدگی تنش
۷. مقدمه‌ای بر مدل‌سازی سه بعدی
۸. رفتارهای محلی در پاسخ آلیاژهای حافظه دار
۹. سایر مواد حافظه دار: مقدمه‌ای بر آلیاژهای حافظه دار فرومغناطیس
۱۰. مقدمه‌ای بر مبانی رفتاری و مدل‌سازی پلیمرهای حافظه دار

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

پایان ترم.



تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال | ۵۰ درصد |
| آزمون پایان نیم سال | ۵۰ درصد |

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Lagoudas DC, Shape memory alloys: modeling and engineering applications. Springer 2008.
2. Hu J, Shape memory polymers: fundamentals, advances and applications. Smithers Rapra 2014.
3. Schwartz M, Encyclopedia of smart materials, 2 volume set. Wiley 2002.
4. Leo DJ. Engineering analysis of smart material systems. Vol. 435. Wiley 2007.
5. Lecce L, Shape memory alloy engineering: for aerospace, structural and biomedical applications. Elsevier, 2014.
6. Elahinia MH, Shape memory alloy actuators: design, fabrication, and experimental evaluation, Wiley 2016.
7. Sun Q, Advances in shape memory materials, Springer 2017.
8. Leng J, Du S, Shape-memory polymers and multifunctional composites, CRC Press 2010.



عنوان درس به فارسی: متالورژی در تولید		عنوان درس به انگلیسی: Metallurgy in Manufacturing	
نظری	پایه	ندارد	دروس پیش نیاز:
عملی	تخصصی	-	دروس هم نیاز:
نظری-عملی	اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) هدف کلی:

آشنایی با مبانی متالورژیکی فرایندهای تولید، بررسی ارتباط خواص متالورژیکی با سایر خواص به ویژه خواص مکانیکی، آشنایی با روشهای مشخصه یابی مواد فلزی

ب) هدف ویژه:

۱. آشنایی با عیوب کریستالی و نحوه مدلسازی ریاضی آن ها
۲. آشنایی با روشهای مشخصه یابی فلزات



پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه ای بر مهندسی و علم مواد و متالورژی
۲. ساختارهای کریستالی
۳. عیوب شبکه های کریستالی و نقش آنها
۴. نفوذ در جامدات
۵. اصول انجماد فلزات
۶. مبانی تئوری نابجاییها
۷. مکانیزمهای استحکام بخشی
۸. دیاگرام فاز دوتایی
۹. عملیات حرارتی و استحاله فازها
۱۰. ارزیابی خواص مکانیکی فلزات
۱۱. مشخصه یابی فلزات شامل آنالیز عنصری، آنالیز فازی، متالوگرافی و میکروسکوپی نوری و الکترونی روبشی، آنالیز حرارتی

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته ، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. DR Askeland, PP Phulé, WJ Wright, DK Bhattacharya. The science and engineering of materials, Springer 2003.
2. WD Callister, DG Rethwisch, Materials science and engineering, Vol. 5, Wiley 2011.
3. Y Leng, Materials characterization: introduction to microscopic and spectroscopic methods, Wiley 2009.



عنوان درس به فارسی: مباحث منتخب در ارتعاشات		عنوان درس به انگلیسی:	
نوع درس و واحد		Selected Topics in Vibrations	
■ نظری	☐ پایه	دروس پیش نیاز:	
☐ عملی	☐ تخصصی	دروس هم نیاز:	
☐ نظری-عملی	■ اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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



هدف کلی:

در این درس مباحث ویژه ای در حوزه وسیع ارتعاشات مطرح می گردد که در سرفصل دروس دیگر وجود ندارد.

اهداف ویژه:

توسط مدرس تعیین می گردد.

پ (مباحث یا سرفصل ها):

مباحث و سرفصل ها در هر نیمسال بر اساس برنامه مدرس و گروه آموزشی می تواند تغییر کند.



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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته است. تکالیف و پروژه ها و آزمون ها توسط مدرس تعیین می گردند.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

براساس نظر مدرس تعیین می گردد.

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

براساس نظر مدرس تعیین می گردد.

عنوان درس به فارسی:		سمینار	
عنوان درس به انگلیسی:		Seminar	
دروس پیش نیاز:		-	
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:	۲		
تعداد ساعت:			
نوع درس و واحد			
☐ نظری	☐ پایه		
☐ عملی	☒ تخصصی		
☐ نظری-عملی	☐ اختیاری		
رساله / پایان نامه			

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

الف) هدف کلی:

آشنایی با روش های تحقیق و نحوه انجام پایان نامه هدف اصلی این درس می باشد.



ب) هدف کلی:

۱. آشنایی با مبانی اصلی نگارش پایان نامه و مقاله علمی

۲. اصول تهیه پروپوزیت برای جلسات دفاع یا ارائه مطالب



پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با اصول روش های تحقیق
۲. نحوه دسترسی و استفاده از منابع علمی
۳. تهیه پیشنهاد طرح و نگارش پایان نامه
۴. نگارش و انتشار مقاله در کنفرانس ها و مجلات علمی
۵. کسب مهارت در طراحی پاورپوینت و ارائه شفاهی
۶. نکات مورد توجه در جلسه دفاع از پایان نامه
۷. روش تحقیق (اهمیت پژوهش و تحقیق، جستجو در گوگل و بهبود کلمات کلیدی، جستجو در گوگل اسکولار، اسکوپوس و مایکروسافت آکادمیک، نحوه استفاده از سایمگو، جستجوی مقاله فارسی، جستجوی مقاله انگلیسی، جستجوی پایان نامه فارسی، جستجوی پایان نامه انگلیسی)
۸. تهیه پروپوزال
۹. نگارش مقالات انگلیسی و فارسی، نحوه ارسال مقاله و پاسخ به داوری، انواع مقالات (مقالات علمی پژوهشی، مقالات علمی ترویجی)، انواع مجلات، بخش های مختلف یک مقاله علمی، بدنه اصلی یک مقاله، نحوه نوشتن یک مقاله، ملاحظات اخلاقی نوشتن مقاله)
۱۰. نحوه طراحی پاورپوینت (قواعد کلی، محتوا، رنگ بندی و زمان بندی) و معیارهای یک سخنرانی خوب
۱۱. کارکردن با نرم افزارهای استناد دهی
۱۲. آشنایی با فرمت پایان نامه ها و نحوه نگارش آن، ملاحظات اخلاقی نوشتن پایان نامه، اجزای پایان نامه، مراحل تدوین پایان نامه
۱۳. مقدمات جلسه دفاع از پایان نامه، سرفصل های جلسه دفاعیه، نحوه پاسخگویی به سوالات در جلسه دفاعیه



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

تدریس بصورت یک جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۸۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۲۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Cohen L., Manion L., Morrison K., Research methods in education. London: Routledge 2018.
2. O'leary Z., The essential guide to doing research. London: SAGE Publications 2004.

۳. محسن صدیقی مشکنانی، راهنمای درس سمینار، ۱۳۹۹



عنوان درس به فارسی:		کنترل پیشرفته ۱	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Control I	
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 ☐			

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

الف) هدف کلی:

در این درس دانشجویان ضمن فراگیری مشخصات سیستم های چند ورودی و چند خروجی، طراحی کنترلر برای سیستم های مذکور را آموزش می بینند.

(ب) اہداف و اثر:

- ۱- آشنایی با طراحی، کنترلرهای خطی فید بک حالت و طراحی مشاهده گرها و طراحی تنظیم کننده خطی مجذوری

- ۲- آشنایی قضایای لیپانوف برای پایداری سیستم‌ها



پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی و آشنایی با علم کنترل اتوماتیک
۲. شبیه سازی در مهندسی کنترل
۳. روش مکان هندسی ریشه ها
۴. طراحی کنترلی بر اساس روش مکان هندسی ریشه ها
۵. روش پاسخ فرکانسی
۶. مقدمه کنترل سیستم ها در فضای حالت
۷. مبانی ریاضی کنترل مدرن
۸. کنترل پذیری و مشاهده پذیری
۹. تحلیل فضای حالت و ماتریس انتقال حالت
۱۰. طراحی کنترلر برای سیستم های خطی در فضای حالت
۱۱. طراحی مشاهده گر برای سیستم های خطی در فضای حالت
۱۲. طراحی مشاهده گر بهینه
۱۳. قضایای لیاپانوف برای پایداری سیستم ها
۱۴. توصیف مفاهیم اساسی قضایای پایداری لیاپانوف
۱۵. کنترل بهینه مربعی خطی
۱۶. طراحی کنترلی سیستم های خطی بر اساس معادله ریکاتی

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. K. Ogata, Modern Control Engineering, Prentice Hall 2001
2. N. Nise, Control Engineering, Benjamin/Cummings Publishing Company, 1997
3. B. Cuo, Automatic Control Systems, Wiley 2009.



عنوان درس به فارسی: دینامیک پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Dynamics	
نوع درس و واحد			
نظری ■	پایه □	-	
عملی □	تخصصی ■	-	
نظری-عملی □	انتخابی □	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه □		۴۸	تعداد ساعت:

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



الف) هدف کلی:

این درس مفاهیم پیشرفته در دینامیک را شامل بوده و مفاهیم مقدماتی سینماتیک نقطه مادی و اجسام سخت و همچنین دینامیک نقطه مادی و اجسام سخت را نیاز دارد؛ تاکید ویژه بر دینامیک تحلیلی و هدف گسترش مدل‌های ریاضی دینامیکی مبتنی بر اصل کار مجازی، اصل همیلتون و معادلات لاگرانژ می باشد.



ب) هدف ویژه:

۱. استخراج معادلات حاکم بر سیستم های دینامیکی مبتنی بر روش های انرژی مانند اصل همپلتون و معادلات لاگرانژ
۲. آشنایی با قیدهای هولونومیک و غیرهولونومیک

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه و مرور سینماتیک و دینامیک برداری دوره کارشناسی
۲. سینماتیک اجسام سخت در حرکت سه بعدی
۳. زوایای اویلر
۴. سینماتیک اجسام سخت در حرکت سه بعدی
۵. مقدمه دینامیک تحلیلی، مختصات تعمیم یافته
۶. انواع قیود (هولونومیک و غیرهولونومیک)
۷. اصل کار مجازی
۸. اصل همپلتون
۹. اثبات معادلات لاگرانژ با استفاده از اصل همپلتون

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، معرفی کمک یار تدریس، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیتهای مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت های کلاسی در طول نیم سال | ۵۰ درصد |
| آزمون پایان نیم سال | ۵۰ درصد |

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. H. Ginsberg, Advanced Engineering Dynamics, Cambridge University Press 1998.
2. D. T. Greenwood, Advanced Dynamics, Cambridge University Press 2006.

عنوان درس به فارسی:		کنترل بهینه	
عنوان درس به انگلیسی:		Optimal Control	
دروس پیش نیاز:		ریاضیات پیشرفته ۱	
دروس هم نیاز:		-	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	
نوع درس و واحد			
☐ نظری	☐ پایه		
☐ عملی	☒ تخصصی		
☐ نظری-عملی	☐ اختیاری		
☐ رساله / پایان نامه			

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

الف) هدف کلی:

موضوع کنترل بهینه شامل یافتن قانونی کنترلی برای سیستم های دینامیکی خطی ثابت متغیر با زمان و سیستم های غیرخطی به طوری که یک تابع هدف مبنی بر معیارهای حالت و متغیرهای کنترلی کمینه شود.



ب) هدف ویژه:

۱. آشنایی با اصل همیلتون-ژاکوبی-بلمن در حل مسائل غیرخطی کنترل بهینه
۲. آشنایی با مسئله LQR و حل معادلات جبری و دیفرانسیلی ریکاتی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه، مرور و حل معادلات سیستم‌های دینامیکی خطی ثابت و متغیر با زمان
۲. انواع مسائل کنترل بهینه و فرمول بندی آن با استفاده از توابع مربعی
۳. اصل بهینگی بلمن و برنامه ریزی پویا در طراحی کنترل بهینه
۴. اصل همیلتون-ژاکوبی-بلمن در حل مسائل غیرخطی کنترل بهینه
۵. مبانی حساب تغییرات
۶. معادلات اولر و حل مسائل نامقید و مقید با شرایط مرزی گوناگون
۷. مسئله LQR و حل معادلات جبری و دیفرانسیلی ریکاتی
۸. اصل حداقل پوتریگین

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی فعالیت‌های مستمر آنها، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال | ۵۰ درصد |
| آزمون پایان نیم سال | ۵۰ درصد |

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. D. E. Kirk, Optimal Control Theory, Dover 2004.
2. F. L. Lewis, Applied Optimal Control and Estimation, Prentice-Hall 1994.



عنوان درس به فارسی: سیستمهای دینامیکی		عنوان درس به انگلیسی: System Dynamics (Dynamical systems)	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	
تخصصی ☐	عملی ☐	-	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

آشنایی با روش های مدل سازی ریاضی سیستمهای دینامیکی

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با روشهای کلاسیک استخراج معادلات در سیستم های دینامیکی
۲. آشنایی با روش باندگراف

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۳. معرفی سیستمهای دینامیکی و بیان تعاریف
۴. معادلات حاکم بر دینامیک سیستم ها، مدلسازی در حوزه زمان و فرکانس
۵. روشهای کلاسیک استخراج معادلات، تعیین تابع تبدیل -روش فضای حالت
۶. استخراج معادلات با استفاده از باندگراف
۷. شبکه های عصبی و کاربرد آنها در مدلسازی سیستمها
۸. شناسایی سیستم ها و روش های تجربی استخراج مدل ریاضی
۹. مدلسازی سیستمها به کمک نرم افزارهای تجاری
۱۰. تحلیل سیستمهای حرارتی، الکتریکی، مکانیکی، ارتفاع سیال و غیره

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۵۰ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Shearer JL, Murphy AT, Richardson HH, Introduction to system dynamics. Addison-Wesley 1967.
2. Devaney R, An Introduction to Chaotic Dynamical Systems, CRC Press 2018.



عنوان درس به فارسی: کنترل غیر خطی		عنوان درس به انگلیسی: Nonlinear Control	
نوع درس و واحد		کنترل پیشرفته ۱	
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی ☐	عملی ☐	دروس هم نیاز:	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) هدف کلی:

توصیف سیستم های غیر خطی و تفاوت آنها با سیستم های خطی و فراگیری رفتارهای غیر خطی و آشنایی با روشهای طراحی کنترلر های غیر خطی

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با روش های تحلیل پایداری سیستم های غیر خطی
۲. آشنایی با چگونگی طراحی کنترلر های غیر خطی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. ویژگی های عمومی سیستمهای غیر خطی
۲. پدیده های مخصوص سیستم های غیر خطی
۳. سیکل های حدی و چگونگی ایجاد آنها
۴. تشریح و بیان ویژگی های انواع روشهای کنترل غیر خطی
۵. تحلیل صفحه فازی
۶. ترسیم پیکره های صفحه فازی
۷. توصیف مفاهیم اساسی قضایای لیاپانوف
۸. توصیف روش مستقیم لیاپانوف
۹. تحلیل پیشرفته پایداری
۱۰. تحلیل تابع توصیف کننده
۱۱. تفسیر روشهای طراحی سیستم های کنترلی غیر خطی
۱۲. روش خطی سازی پسخوردی
۱۳. روش کنترل مود لغزشی
۱۴. روش کنترلی تطبیقی
۱۵. ارایه عدم قطعیت پارامتری بصورت تابعی خطی از مجموعه پارامترهای مشخص و توجه به مسایل نامعین پارامتری (دارای پارامترهای معین) در مقابل نامعینی غیر ساختاری (دینامیک مدل نشده)
۱۶. توصیف دو نوع سیستم های کنترلی تطبیقی: کنترل تطبیقی مدل مرجع MRAC با استفاده از خطای ردیابی تطبیقی و کنترل کننده های خود تنظیم STC با استفاده از خطای پیش بینی تطبیقی (تخمین پارامترها)



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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. H.H. Khalil, Nonlinear System, 3rd edition, Prentice Hall 2002.
2. J.J.E. Slotine and W. Li, Applied Nonlinear Control, Prentice-Hall 1991.
3. M. Vidyasagar, Nonlinear Systems Analysis, Prentice-Hall 1993.
4. H.J. Marquez, Nonlinear Control Systems Analysis and Design, Wiley 2003.



عنوان درس به فارسی: کنترل پیشرفته ۲		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Control 2
نظری ☒	پایه ☐	کنترل پیشرفته ۱
عملی ☐	تخصصی ☐	-
نظری-عملی ☐	اختیاری ☒	۳
رساله / پایان نامه ☐		۴۸
		تعداد واحد: ۳
		تعداد ساعت: ۴۸

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

الف) هدف کلی:

در این درس روشهای کنترل پیشرفته و کنترل پیش بین سیستم های چند ورودی چند خروجی با در نظر گرفتن قیود حاکم بر مسئله معرفی، شبیه سازی و بررسی خواهد شد.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با فرآیندهای تصادفی
۲. طراحی مشاهده گر و فیلتر کالمن

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه ای بر کنترل پیش بین و کاربرد آن (مروری بر کنترل بهینه و ویژگی های آن و معرفی کنترل پیش بین)
۲. مروری بر کنترل دیجیتال و گسسته سازی
۳. معرفی فرایندهای تصادفی، توزیع نرمال، نویز رنگی و سفید،
۴. کنترل بهینه مربعی گوسی (LQG)
۵. حل مسئله LQR و شبیه سازی آن
۶. کنترل پیش بین گسسته برای مبتدیان
۷. طراحی مشاهده گر و کالمن فیلتر
۸. کنترل پیش بین در حضور قید
۹. کنترل پیش بین با استفاده از توابع لاگر
۱۰. کنترل پیش بین گسسته با درجه پایداری تجویز شده
۱۱. سیستم های کنترل پیش بین کلاسیک در فرمولبندی فضای حالت (سیستم کنترل پیش بین تعمیم یافته، کنترل سیستم های با تحقق غیرمینیمال، کنترل پیش بین با مدل پاسخ ضربه)
۱۲. پیاده سازی سیستم کنترل پیش بین

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

تدریس بصورت تدریس در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۵۰ درصد

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال

۵۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. E.F. Camacho, C. Bordons, Model Predictive Control, Springer 2007.
2. L. Wang, Model Predictive Control System Design and Implementation Using MATLAB, Springer 2009.
3. S. M, Shinnars, Modern Control System Theory and Design, Wiley 1998.
4. B. D. O Anderson, J.B. Moore, Optimal Control: Linear Quadratic Methods. Prentice Hall 1998.



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

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

الف) هدف کلی:

در این درس دانشجویان ضمن آشنایی با دانش علم روز رباتیک و کاربردهای آن، روشهای ضروری برای تحلیل سینماتیک و دینامیک رباتها را می آموزند.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با سینماتیک رباتهای کروی و استوانه ای و PUMA 560

۲. آشنایی با دینامیک مستقیم و معکوس رباتها

پ) مباحث یا سرفصلها:

۱- مقدمه جهت شناخت صنعت رباتیک و کاربرد آن در صنایع مختلف (صنایع اتومبیل سازی، صنایع اتمی، صنایع الکترونیک، صنایع پزشکی و غیره).

۲- تعاریف و اصطلاحات در صنعت رباتیک از قبیل قابلیت تکرار، دقت عمل و غیره.

۳- مطالعه و تجزیه و تحلیل معادلات سینماتیک مستقیم (Forward Kinematics) و سینماتیک معکوس (Inverse Kinematics)

۴- انواع مختلف رباتهای استوانه ای (Cylindrical Robotos)

۵- انواع رباتهای کروی (spherical Robots)

۶- رباتهای قائم (Cartesian Robots) و غیره با مفاصل کشویی (Sliding) یا لولائی (Revolute) و یا ترکیبی از هر دو

۷- مطالعه و بررسی دینامیک مستقیم و معکوس (Dynamics Forward and Inverse) رباتها

۸- پروژه های کوچک در زمینه برنامه ریزی رباتهای آموزشی، محاسبه سینماتیک مستقیم و معکوس رباتها توسط کامپیوتر

۹- مبانی طراحی و ساخت قطعات مختلف یک ربات (انگشتان، بازوها و غیره)

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالتهای کلاسی در طول نیم سال

۵۰ درصد

۵۰ درصد



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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. MW Spong, Robot Modeling and Control, Wiley 2005.
2. JJ Craig., Introduction to Robotics, Mechanics & Control, Addison Wesley 1986.
3. M Shahinpoor, A Robot Engineering Text Book, Harper & Row 1987.
4. RP Paul, Robotmanipulators: Mathematics, Programming and Control, MIT Press 1982.



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

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

الف) هدف کلی:

آشنایی با روشهای رایج در کنترل ربات ها هدف کلی این درس می باشد.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با کنترل دینامیک معکوس
۲. آشنایی با کنترل نیرو

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه و تعاریف
۲. مدلسازی مفصل مستقل
۳. کنترل کننده های PID برای مفصل مستقل
۴. کنترل دینامیک معکوس
۵. کنترل دینامیک معکوس مقاوم
۶. کنترل دینامیک معکوس تطبیقی
۷. کنترل نیرو و موقعیت-کنترل امیدانس
۸. کنترل نیرو و موقعیت بر مبنای قیود مجازی
۹. خطی سازی فیدبک
۱۰. کنترل رباتهای ناقص تحریک



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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته است. در طول نیمسال تکالیف بصورت تمرین و پروژه ارائه می گردد.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت های کلاسی در طول نیم سال | ۶۰ درصد |
| آزمون پایان نیم سال | ۴۰ درصد |

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی آرام و متناسب با تعداد دانشجویان، برد، مازیک، تخته پاک کن، ویدئو پروژکتور و ...)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Mark W. Spong, Seth Hutchinson, M. Vidyasagar, Robot Modeling and Control, Wiley 2020.
2. B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo: Robotics: Modelling, Planning and Control, Springer 2009.
3. F. L. Lewis, D. M. Dawson, Ch. T. Abdallah, Robot manipulator control: theory and practice, CRC Press 2003.



عنوان درس به فارسی: کنترل تطبیقی		عنوان درس به انگلیسی: Adaptive Control	
نوع درس و واحد			
نظری	پایه	کنترل پیشرفته ۱	
عملی	تخصصی		
نظری-عملی	اختیاری	۳	
رساله / پایان نامه		۴۸	
		تعداد واحد:	
		تعداد ساعت:	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: -
(الف) هدف کلی:

هدف این درس آشنایی با سیستم‌های نامعین و متغیر با زمان و روش‌های طراحی کنترل کننده تطبیقی برای این گونه سیستم‌ها است.

(ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با طراحی کنترلر تطبیقی

۲. مسایل پایداری در کنترل تطبیقی

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای کنترل تطبیقی، ساختار، کاربردها و عملکرد کنترل تطبیقی

۲. مساله شناسایی ساختار شناساگر معادله خطی خطا و الگوریتم شناسایی، الگوریتم‌های گرادینتی

۳. الگوریتم‌های کمینه مجذورات، پایداری شناساگر تحریک ماندگار و همگرایی نمایی

۴. شناسایی شناساگرهای مدل مرجع معادله خطای SPR شرایط دامنه فرکانسی برای متغیرها

۵. مساله کنترل تطبیقی مدل مرجع ساختار کنترل کننده رویه‌های کنترل تطبیقی

۶. کنترل تطبیقی مستقیم با خطای ورودی کنترل تطبیقی مستقیم با خطای خروجی کنترل تطبیقی غیرمستقیم، جابجایی قطبها

۷. مساله پایداری در کنترل تطبیقی تحلیل سیستمهای کنترل تطبیقی مدل مرجع همگرایی نمایی متغیر الگوریتم‌های گرادینتی بر اساس مدل خطی الگوریتم

گرادینتی با تابع هزینه لحظه‌ای الگوریتم گرادینتی با تابع هزینه انتگرالی

۸. الگوریتمهای کمینه مجذورات الگوریتم بازگشتی LS با عامل فراموشی، الگوریتم IS خاص، الگوریتم‌های تصحیح شده IS تصویر متغیر

۹. رویه MRAC ساده، مستقیم بدون نرمال‌سازی، غیر مستقیم بدون نرمال‌سازی ..

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه‌های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۵۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور)

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Astrom, K.J., and Wittenmark, B., Adaptive Control, Dover 2008.
2. Tao, G., Adaptive Control Design and Analysis, Wiley 2003.
3. Goodwin, G.C., Sin, K.S., Adaptive Filtering Prediction and Control, Dover 2009.
4. Morales, L.G., Adaptive Filtering Applications. Books on Demand 2011.
5. Widrow, b., Walach, E., Adaptive Inverse Control: A Signal Processing Approach, Wiley 2007.



عنوان درس به فارسی: مکترونیک ۱		عنوان درس به انگلیسی: Mechatronics I	
نظری ☒ پایه ☐		-	
عملی ☐ تخصصی ☐		-	
نظری-عملی ☐ اختیاری ☒		۳	
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	
		تعداد واحد: ۳	
		تعداد ساعت: ۴۸	

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

الف) هدف کلی:

هدف از ارائه این درس آشنایی دانشجویان با سیستمهای مکترونیکی است. المان های اصلی مورد استفاده در مهندسی مکترونیک معرفی می گردند.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مدارهای منطقی و تجهیزات دیجیتال

۲. آشنایی با تجهیزات اندازه گیری دیجیتال

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه و معرفی علم مکترونیک

۲. تعاریف مقدماتی، تاریخچه سیستمها مکترونیکی، بررسی مثالهایی سیستمهایی مکترونیکی، بررسی ویژگی های سیستمهایی مکترونیکی

۳. تجهیزات حالت جامد (Solid State Devices)، بررسی نیمه هادی ها، آشنایی با دیودها، ترانزیستورها و مدارات آنها

۴. مدارات منطقی و تجهیزات دیجیتال، ویژگی های المان ها و مدارات منطقی

۵. منطق ترکیبی (Conditional Logic)، منطق ترتیبی (Sequential Logic).

۶. المانها و مدارات منطق ترکیبی، المان های اساسی و دروازه ها (Gates)، بررسی مالتی پلکسرها (Multiplexer)، اینکودر و دیکودر (Encoder & Decoder)، جمع کننده ها و تفريق کننده ها

۷. المانهای و مدارات منطق ترتیبی، بررسی انواع لچ ها (Latches)، بررسی شمارنده ها، ثبات ها (ثبات سری و موازی)

۸. واحدهای حافظه، حافظه های فقط خواندنی، حافظه های با دستیابی تصادفی

۹. تقویت کننده های عملیاتی، توصیف عملکرد، تقویت کننده های خطی، تقویت کننده های غیر خطی، نحوه کاربرد در مکترونیک،

۱۰. تجهیزات اندازه گیری و سنسورها، تجهیزات اطلاعات داخلی، تجهیزات اطلاعات خارجی

۱۱. قوای رانش، قوای رانش نیوماتیکی، قوای رانش هیدرولیکی، قوای رانش الکتریکی

۱۲. تحلیل و طراحی مجموعه های مکانیکی، تحلیل مکانیزم ها، طراحی مکانیزم ها

۱۳. تحلیل سیستمهای مکترونیکی، بررسی مثال هایی از سیستم های مکترونیک در صنعت (Case studies)

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۵۰ درصد

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال

۵۰ درصد

آزمون پایان نیم سال



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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. C.W. de Silva, Mechatronic systems, CRC press 2008.
2. G.S. Hedge, Mechatronics, Jones & Bratlett Pub 2001.
3. R.K. Rajput, A Textbook of Mechatronics, S. Chand & Co. Ltd. 2007.
4. W. Bolton, Mechatronics, A Multidisciplinary Approach, Prentice Hall 2008.
5. N. Sclater, N.P. Chironis, Mechanisms and Mechanical Devices, Mc Graw Hill 2007.



عنوان درس به فارسی: مکترونیک ۲		عنوان درس به انگلیسی: Mechatronic II	
نوع درس و واحد		ندارد	
نظری	پایه	دروس پیش نیاز:	
عملی	تخصصی	دروس هم نیاز:	
نظری-عملی	اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) هدف کلی:

هدف این درس آشنایی با سیستم‌های اندازه‌گیری، عملگری و کنترلی مورد استفاده در سیستم‌های مکترونیکی است.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با PLC ها

۲. آشنایی با عملگرهای پنیوماتیکی و هیدرولیکی و الکتریکی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. سیستم‌های کنترل ماشین‌ها و سیستم‌های مکترونیکی

۲. فناوری اتوماسیون با کمک سیستم‌های مکترونیکی

۳. سنسورهای صنعتی خازنی مغناطیسی و نوری

۴. کنترل کننده‌های منطقی برنامه پذیر (PLC ها) شامل پیکربندی سخت افزار مفاهیم پایه در برنامه نویسی PLC

۵. برنامه نویسی PLC و انواع دستورات مربوطه عیب یابی برنامه

۶. شبکه‌های کامپیوترهای صنعتی فیلدباس پروفی باس بصورت سخت افزاری و نرم افزاری کن باس مدباس UDP, TCP/IP

۷. عملگرهای پنیوماتیکی و هیدرولیکی

۸. عملگرهای الکتریکی

۹. پیاده سازی و تست سیستم‌های کنترل توکار (Embedded) پیاده سازی بلادرنگ یک سیستم کنترلی

۱۰. تمرین عملی: انجام آزمایش‌های تعیین شده در حین پیشرفت درس

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه‌های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.



ت) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):



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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی آرام و متناسب با تعداد دانشجویان، برد، مازیک، تخته پاک کن، ویدئو پروژکتور و...)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Indri, M., Oboe, R., Mechatronics and Robotics, 1st Edition, CRC Press 2022.
2. de Silva, C.W., Mechatronics: A Foundation Course, 1st Edition, CRC Press 2010.
3. Sabri C., Mechatronics with Experiments. Wiley 2015.
4. Figliola, Richard S., Donald E. Beasley, R. S. Figliola. Theory and Design for Mechanical Measurements, Wiley 2011.
5. Michael B.H., Alciatore, D.G., Introduction to Mechatronics and Measurement Systems. Tata McGraw-Hill 2011.
6. Bishop R.H., The Mechatronics Handbook, CRC Press 2007.
7. William, B., Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering. Prentice Hall 2013.
8. Ida, N., Sensors, Actuators and Their Interfaces: A multidisciplinary introduction (Control, Robotics and Sensors) 2nd Edition, The Institution of Engineering and Technology 2022.
9. Morris, A., Langari, R., Measurement and Instrumentation Theory and Application, Academic Press 2020.



عنوان درس به فارسی: کنترل دیجیتال		عنوان درس به انگلیسی: Digital Control	
نوع درس و واحد			
نظری	پایه	کنترل پیشرفته ۱	
عملی	تخصصی		
نظری-عملی	اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: -
(الف) هدف کلی:

۱. آشنایی با سامانه‌های کنترل زمان گسسته (دیجیتال) و معرفی ابزارهای لازم جهت نمایش، تحلیل و طراحی آنها
۲. بیان مزایا و چالش‌های تحلیل، طراحی و پیاده‌سازی سامانه‌های کنترلی در فضای زمان گسسته نسبت به فضای زمان پیوسته

(ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با تبدیل Z و استفاده از آن
۲. طراحی کنترل گرهای LQR و LQG زمان گسسته

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر سامانه‌های کنترل دیجیتال (تعاریف، مفاهیم، مزایا و چالش‌ها)
۲. معرفی تبدیل Z و خواص آن، تحلیل صفحه Z سامانه‌های کنترل دیجیتال (نمونه بردار، نگه‌دارنده، توابع تبدیل حلقه باز و حلقه بسته و فیلترهای دیجیتال)
۳. روش‌های نگاشت و تحلیل پایداری
۴. طراحی سامانه‌های کنترل دیجیتال (کنترل گرهای پیش فاز و پس فاز با روش‌های مکان هندسی ریشه‌ها و پاسخ فرکانسی، PID و تحلیلی)
۵. تحلیل فضای حالت زمان گسسته
۶. طراحی کنترل گر و مشاهده گر زمان گسسته در فضای حالت
۷. طراحی کنترل گرهای LQR و LQG زمان گسسته
۸. طراحی فیلتر کالمن زمان گسسته، بیان نکات عملی پیاده‌سازی و ارائه نمونه‌های کاربردی

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم به صورت تمرین و پروژه و سمینار، آزمون‌های میان ترم و پایان ترم.

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال ۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال ۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور)

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. C. L. Phillips, T. Nagle, A. Chakraborty, Digital Control System Analysis and Design, Prentice Hall 2015.
2. K. Ogata, Discrete-Time Control Systems, 2nd Ed., Pearson Prentice Hall 2012.
3. M. S. Fadali, A. Visioli, Digital Control Engineering: Analysis and Design, Academic Press 2012.
4. A. Veloni, N. Miridakis, Digital Control Systems: Theoretical Problems and Simulation Tools, CRC Press, 2017.



عنوان درس به فارسی: واقعیت مجازی		عنوان درس به انگلیسی: Virtual Reality	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	—	
تخصصی ☐	عملی ☐	-	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

الف) هدف کلی: اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: -

هدف این درس آشنایی با سیستم‌های واقعیت مجازی، تصویرسازی و رابط‌های کاربری آن است.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مدل‌سازی دوبعدی و سه بعدی صدا

۲. آشنایی با واقعیت افزوده

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مفهوم اساسی و تاریخچه VR، اصطلاحات کلیدی، انواع تکنولوژی VR، VR و ارتباط آن با انسان
۲. رابطه VR با تحقیق، آموزش، طراحی و ساخت، مروری بر برنامه‌های کاربردی VR، طراحی VR و عوامل ادراکی و شناختی.
۳. مدل‌سازی گرافیکی، شبیه‌سازی سه بعدی، ورود اجسام، افزودن یک شخصیت پخش کننده، اشیاء، نورپردازی، صحنه‌ها، پیش ساخته‌ها، برنامه نویسی اسکریپتی، معرفی نرم افزارهای مورد استفاده، نمای کلی رابط و ناوبری،
۴. حضور در VR، ردیابی، تأخیر، میدان دید در زندگی واقعی، HMD، دسکناپ VR، وفاداری، عمق، انزوای، بو، دامنه حرکت (DoF)،
۵. تأثیر حسی: سینتیک، صوت فضایی، هپتیک، حواس دیگر، مشکلات حرکت - تعامل، محدوده حرکت محدود، VR،
۶. مدل‌سازی دوبعدی و سه بعدی صدا، آزمایشگاه صوتی، میکسر صوتی، صداها با کیفیت بالا در مقابل پایین، تنظیمات صدا، برنامه نویسی اسکریپت و متغیرها و توابع منبع صوتی
۷. واقعیت افزوده، عینک گوگل، هولولنز، دید از طریق در مقابل صفحه نمایش در مقابل طرح ریزی، تبلیغات مبتنی بر واقعیت، پیامدهای اجتماعی (مثلاً خشم هولولنز)، چالش‌های منحصر به فرد برای AR
۸. شواهد حرکتی و فاکتورهای انسانی، درک احساس و حضور، سیستم وستیبولار، فیلتر فرسایش خطای عملکردی و سرگیجه ناشی از تأخیر.
۹. انواع شبیه‌سازها و کاربردهای آنها
۱۰. تعریف پروژه آزمایشگاهی و کار با تجهیزات

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه‌های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۷۰ درصد

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال

۳۰ درصد

آزمون پایان نیم سال



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



تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)، آزمایشگاه واقعیت مجازی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Greengard, S., Virtual Reality, MIT Press 2019.
2. Jerald, J., The VR Book: Human-centered Design for Virtual Reality, Association for Computing Machinery 2016.
3. Parisi, T., Learning Virtual Reality Developing Immersive Experiences and Applications for Desktop, Web, and Mobile, O'Reilly Media 2015.
4. Grasnck, A., Basics of Virtual Reality from the Discovery of Perspective to VR Glasses, Springer 2022.
5. Ma, D., Gausemeier, J., Grafe, M., Fan, X., Virtual Reality & Augmented Reality in Industry, Springer 2012.

۶. نحوی، علی، واقعیت مجازی: شبیه‌سازها و کاربرد آن، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۲.



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

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر: -
(الف) هدف کلی:

هدف این درس گسترش دانش و مهارت های دانشجویان در تجزیه و تحلیل اصول و مفاهیم اساسی در مباحث متعارف رباتیک است.

(ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با سینماتیک و دینامیک رباتهای ماهر مکانیکی و رباتهای سیار چرخدار
۲. آشنایی با برنامه ریزی رباتها

(پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه و تعاریف
۲. یادآوری سینماتیک مستقیم و وارون و ژاکوبین بازوهای ماهر مکانیکی
۳. سینماتیک مستقیم و وارون رباتهای سیار چرخدار
۴. دینامیک بازوهای ماهر مکانیکی
۵. دینامیک رباتهای سیار چرخدار
۶. مهارت سینماتیکی و دینامیکی بازوهای ماهر مکانیکی، افزودنی سینماتیکی
۷. برنامه ریزی راه و مسیر، برنامه ریزی راه به روش میدان های پتانسیل مصنوعی
۸. برنامه ریزی راه بر اساس نقشه راه (Roadmap)،
۹. برنامه ریزی راه به روش احتمالاتی، SLAM

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته انجام می شود. یادگیری درس با انجام پروژه ها تکمیل می شود. در این پروژه ها مفاهیم تدریس شده در نرم افزار شبیه سازی می گردد.

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت های کلاسی در طول نیم سال | ۵۰ درصد |
| آزمون پایان نیم سال | ۵۰ درصد |

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. M.W. Spong, S. Hutchinson, M. Vidyasagar, Robot Modeling and Control, Wiley 2020.
2. K.M. Lynch, F.C. Park. Modern robotics. Cambridge University Press 2017.
3. B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo: Robotics: Modelling, Planning and Control, Springer 2009.



عنوان درس به فارسی: هوش مصنوعی و سیستمهای خبره		عنوان درس به انگلیسی: Artificial Intelligence and expert systems	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	
تخصصی ☐	عملی ☐		
اختیاری ☒	نظری، عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) هدف کلی:

در این درس دانشجویان با مفاهیم اساسی هوش مصنوعی و کاربردهای آن آشنا می شوند.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با سیستم های طبقه بند یادگیرنده

۲. آشنایی با روش شبکه های عصبی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. معرفی هوش مصنوعی و تاریخچه آن

۲. عامل های هوشمند و ساختار آنها، محیطها و ساختار آنها

۳. رویکرد فضای حالت برای حل مسایل

۴. سیستمهای خبره

۵. سیستم های طبقه بند یادگیرنده

۶. شبکه های عصبی

۷. تئوری بازی

۸. یادگیری تقویتی

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و

پایان ترم.



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۵۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی آرام و متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ماژیک، تخته پاک کن، ویدئو پروژکتور و ...)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Russell, S., Norvig, P., Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice-Hall 2009.
2. Rich, E., Artificial Intelligence, McGraw-Hill 2010.
3. Zurada, J., Introduction to Artificial Neural Systems, Jaico Publishing House 2012.



عنوان درس به فارسی: دینامیک و کنترل خودرو		عنوان درس به انگلیسی: Vehicle Dynamics and Control	
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:

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

- آشنایی با مبانی دینامیک و کنترل خودرو هدف اصلی این درس می باشد.

ب) هدف ویژه:

۱. آشنایی با مدلسازی ریاضی اثر تایلر خودرو بر دینامیک آن
۲. آشنایی با انواع مدل های تحلیل ارتعاشی خودرو

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه: تاریخچه خلاصه توسعه صنعت خودرو، دسته بندی خودروها، موضوع، جایگاه و اهداف درس
۲. دستگاه های مختصات، سینماتیک و دینامیک خودرو، مبانی کنترل
۳. مکانیک تایلرهای بادی: مختصات، نیروها و گشتاورهای تایلر، مقاومت غلتشی تایلر، نیروی جلوبری و لغزش طولی، نیروی ترمزی و سر خوردن، عملکرد تایلر روی سطح خیس، مدل سازی تایلر برای مبحث شبیه سازی دینامیک خودرو
۴. عملکرد ترمزگیری و شتابگیری خودرو: معادلات حرکت طولی، نیرو و گشتاورهای آثرو دینامیک، سیستم انتقال قدرت و تعویض دنده، عملکرد ترمزگیری، راندمان ترمزگیری، فاصله توقف، طراحی سیستم ترمزگیری، سیستم ترمزگیری پاد قفل، سیستم کنترل رانش، سیستم الکترونیکی پایداری
۵. راحتی سفر: پاسخ انسان به ارتعاش، معرفی مدل های راحتی سفر و کاربرد آن ها، مقدمه ای بر ارتعاشات اتفاقی، سطوح جاده، سیستم های تعلیق، طراحی سیستم های تعلیق، سیستم های تعلیق نیمه فعال و فعال
۶. خصوصیات مانوری: هندسه فرمان، هندسه اکرم، معرفی مدل های مانوری و کاربرد آن ها، پاسخ ماندگار به ورودی فرمان، آزمایش خصوصیات مانوری خودرو، خصوصیات پاسخ گذرا، سیستم حلقه بسته راننده-خودرو، مقدمه ای بر سیستم های چهار چرخ فرمان
۷. فرمانپذیری خودرو و پایداری آن
۸. واژگونی خودرو: واژگونی شبه استاتیک خودرو صلب، واژگونی شبه استاتیک خودرو معلق (تعلیق دار)، حالت گذاری غلت
۹. تحلیل و مدل سازی کامپیوتری: معرفی و مقایسه چند کد شبیه سازی در محیط Matlab، آشنایی و مدلسازی در محیط نرم افزار CARSIM و ADAMS
۱۰. کنترل حلقه بسته خودرو خودروان به منظور تعقیب مسیر مرجع

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

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۵۰ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۵۰ درصد



ن) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۵۰ درصد

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال

۵۰ درصد

آزمون پایان نیم سال

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Rajamani R, Vehicle dynamics and control, Springer 2011.
2. Wong JY, Theory of ground vehicles, Wiley 2022.
3. Gillespie T, Fundamentals of vehicle dynamics, SAE international 2021.
4. Jazar RN, Vehicle dynamics: Theory and application, Springer 2017.
5. Milliken WF, Milliken DL, Metz LD., Race car vehicle dynamics. Warrendale: SAE international 1995.



عنوان درس به فارسی: کنترل مقاوم		عنوان درس به انگلیسی: Robust Control	
نوع درس و واحد		کنترل پیشرفته ۱	
نظری	پایه	دروس پیش نیاز:	
عملی	تخصصی	دروس هم نیاز:	
نظری-عملی	اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر: -
الف) هدف کلی:

هدف این درس طراحی، تحلیل، تست و ساخت کامپوزیتها

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با روش کنترل H_{∞}

۲. تحلیل پایداری و کارایی سیستم های کنترل مقاوم

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مفاهیم اولیه و مقدمه ای بر کنترل مقاوم و کاربردهای آن
۲. نرمها: نرم بردار و ماتریس، نرم سیگنال و سیستم روش های محاسبه ترم ها مقادیر تکین و مقدمه ای بر فضاهای ترم دار
۳. انواع عدم قطعیت موجود در سیستم های دینامیکی، مدلسازی سیستم های نامی،
۴. روش های بررسی پایداری سیستم ها، بهره کوچک، نامعینی و مفاهیم پایداری
۵. پیکره بندی استاندارد در حل مسائل کنترل
۶. تحلیل پایداری و کارایی سیستم های کنترل مقاوم، آزمون های پایداری، پایداری و کارایی نامی و مقاوم،
۷. ایجاد سیستم های کنترل مقاوم، کنترل کننده پارامتری، تشکیل حلقه
۸. محدودیت های طراحی، قیدهای جبری و تحلیلی، نحوه انتخاب توابع وزنی،
۹. حل بهینه مسئله عمومی تنظیم: حل مسایل کنترلی H_2 به روشهای ریکاتی، حل مسایل کنترلی H_{∞} به روش LMI، حل مسایل ترکیبی $H_2 - H_{\infty}$
۱۰. تحلیل سیستم براساس مقدار تکین ساختار یافته (تحلیل μ)، طراحی مقاوم براساس مقدار تکین ساختار یافته (سنتز μ).

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال ۵۰ درصد

ج) ملزومات تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- ۱- کتاب "کنترل مقاوم" تألیف: حمیدرضا تقی راد و همکاران، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۲.
- ۲- کتاب "تحلیل سیستم های کنترل چند متغیره" تألیف علی خاکی صدیق، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۷۵.
- 3- Maciejowski, J.M., Multivariable Feedback Design, Addison-Wesley 1989.
- 4- Francis, B.A., Tannenbaum, A.R., Feedback Control Nonlinear Systems and Complexity, Springer 1995



عنوان درس به فارسی: سیستم‌های کنترل چند متغیره		عنوان درس به انگلیسی: Multivariable Control Systems	
نوع درس و واحد		دروس پیش‌نیاز:	کنترل پیشرفته ۱
☐ نظری ☐ پایه ☐ عملی ☐ تخصصی		دروس هم‌نیاز:	-
☐ نظری-عملی ☒ اختیاری ☐ رساله / پایان‌نامه		تعداد واحد:	۳
		تعداد ساعت:	۴۸

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

الف) هدف کلی:

هدف این درس آشنایی با اصول تحلیل سیستم‌های چندمتغیره و روش‌های طراحی کنترل‌کننده برای سیستم‌های چندورودی - چند خروجی است.

ب) اهداف ویژه:

۱. تحلیل و طراحی سیستم‌های چند متغیره در فضای حالت

۲. طراحی سیستم کنترل مقاوم به روش نظریه فیدبک کمی یا QFT

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر سیستم‌های چند متغیره و مفاهیم اولیه شامل نمایش سیستم‌های خطی چند متغیره (ماتریس تابع تبدیل، فضای حالت، توصیف ماتریس سیستم، کسر ماتریسی) و عملیات اولیه
۲. قطب‌ها در سیستم‌های چندمتغیره، صورت اسمیت مک‌میلان، صفرها در سیستم‌های چندمتغیره (سیستم، عنصر، انتقال)، جابجایی صفرهای انتقال
۳. تحلیل و طراحی سیستم‌های چند متغیره در فضای حالت، کنترل پذیری و مشاهده پذیری، تحقق‌ها، کاهش مرتبه در فضای حالت، دکوپله‌سازی
۴. تحلیل پایداری سیستم‌های چندمتغیره، معیار پایداری نایکوئیست تعمیم یافته، معیار پایداری نایکوئیست معکوس تعمیم یافته، محدودیت‌های عملکردی در حوزه زمان، محدودیت‌های عملکردی در حوزه فرکانس
۵. تحلیل پایداری سیستم‌های چندمتغیره نامعین، مدلسازی سیستم‌های نامعین، و تحلیل عملکرد سیستم در حضور نامعینی، تضعیف افر اغتشاش، مساله ردیابی، عملکرد مقاوم
۶. استراتژی‌های کنترلی، انتخاب ورودی - خروجی، اصول پیکره بندی سیستم‌های چندمتغیره، روش RGA، پایداری پذیری انتگرالی، تمامیت، شاخص نیدرلینسکی، آرایه نایکوئیست و باندهای گرشگورین، اصول طراحی کنترل‌کننده غیرمترکز، طراحی ماتریس‌های پیش جبران‌سازی
۷. طراحی کنترل‌کننده‌های PI در سیستم‌های MIMO،
۸. طراحی سیستم کنترل مقاوم به روش نظریه فیدبک کمی یا QFT
۹. طراحی به روش جابجایی مقادیر ویژه

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه‌های کوتاه برای هر موضوع، آزمون پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۵۰ درصد

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال

۵۰ درصد

آزمون پایان نیم سال



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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- ۱- علی خاکی صدیق، تحلیل و طراحی سیستم های کنترل چند متغیره، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۰.
2. Maciejowski JM, Multivariable Feedback Design, Addison-Wesley 1989.
3. Skogestad S, Postlethwaite I, Multivariable Feedback Control: Analysis and Design, Wiley 2005.



عنوان درس به فارسی: مباحث منتخب در دینامیک		عنوان درس به انگلیسی: Selected Topics in Dynamics	
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:

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

در این درس مباحث ویژه ای در حوزه وسیع دینامیک مطرح می گردد که در سرفصل دروس دیگر وجود ندارد.

ب) اهداف ویژه:
توسط مدرس تعیین می گردد.

پ) مباحث یا سرفصل ها:
مباحث و سرفصل ها در هر نیمسال بر اساس برنامه مدرس و گروه آموزشی می تواند تغییر کند.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:
تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):
توسط مدرس تعیین می گردد.

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:
تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدئو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:
توسط مدرس تعیین می گردد.



عنوان درس به فارسی: شناسایی سیستم ها و تئوری تخمین		عنوان درس به انگلیسی: System Identification and Prediction Theory	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی ☐	عملی ☐	دروس هم نیاز:	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

آشنایی با روش های شناسایی مدل و تخمین پارامترهای سیستم های دینامیکی هدف اصلی این درس می باشد.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با روش شناسایی حداقل مربعات

۲. آشنایی با تعیین درجه و ارزیابی مدل

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه، مفاهیم اساسی (تعاریف شناسایی، انواع مدل سازی، انواع مدل ها، تقسیم بندی انواع سیستم ها، تقسیم بندی روشهای مختلف شناسایی)
۲. شناسایی سیستم ها به روش های کلاسیک (روشهای شناسایی کلاسیک برای سیستم های گسسته و پیوسته، روش تحلیل پرونی، شناسایی با استفاده از پاسخ فرکانسی، شناسایی سیستم های خطی در فضای حالت)
۳. مدل سازی اغتشاش و شناسایی با استفاده از تابع همبستگی (مدل سازی اغتشاشات، شناسایی سیستم با استفاده از تابع همبستگی، سیگنال شبه تصادفی (PRBS)
۴. روش شناسایی حداقل مربعات (روشهای بدست آوردن معادله رگرسیون خطی، نحوه بدست آوردن بهترین بردار پارامتر، قابلیت شناسایی در حداقل مربعات)
۵. بررسی آماری روش حداقل مربعات (خصوصیات یک تخمین گر مناسب از دیدگاه آماری، قضیه BLUE)
۶. روش تخمین بیز و حداکثر احتمال وقوع
۷. روش های شناسایی تکراری
۸. روشهای شناسایی بازگشتی
۹. تعیین درجه و ارزیابی مدل
۱۰. مباحث متفرقه در شناسایی (شناسایی سیستم های متغیر با زمان، شرط تحریک کنندگی مداوم، شناسایی سیستم ها در حالت حلقه بسته، کنترل تطبیقی، شناسایی سیستم های غیر خطی)
۱۱. طراحی فیلتر کالمن

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشهادی):

۴۰ درصد

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال

۶۰ درصد

آزمون پایانی نیم سال



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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- مهدی کراری، شناسایی سیستم، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۹۲

2. L Ljung, System Identification: Theory for the User, Prentice Hall 1999.
3. KJ Åström, W Björn, Adaptive control, Courier Corporation 2013.
4. JJ Slotine, L Weiping, Applied nonlinear control, Prentice Hall 1991.
5. T Soderstrom, P Stoica, System identification, Prentice Hall 1989.



عنوان درس به فارسی: مباحث منتخب در کنترل		عنوان درس به انگلیسی:	
نوع درس و واحد	Selected Topics in Control	عنوان درس به انگلیسی:	
پایه ☐ نظری ☒		دروس پیش نیاز:	
تخصصی ☐ عملی ☐		دروس هم نیاز:	
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		تعداد واحد:	۳
رساله / پایان نامه ☐		تعداد ساعت:	۴۸

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

الف) هدف کلی:

در این درس مباحث ویژه ای در حوزه وسیع مهندسی کنترل مطرح می گردد که در سرفصل دروس دیگر وجود ندارد.

ب) اهداف ویژه:

توسط مدرس تعیین می گردد.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

مباحث و سرفصل ها در هر نیمسال بر اساس برنامه مدرس و گروه آموزشی می تواند تغییر کند.

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

توسط مدرس تعیین می گردد.

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

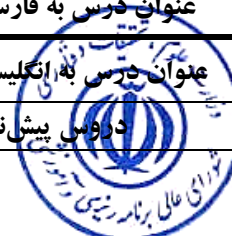
تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

توسط مدرس تعیین می گردد.



عنوان درس به فارسی: پایش وضعیت سیستم و عیب یابی		عنوان درس به انگلیسی:	
نوع درس و واحد	System Condition Monitoring and Fault Diagnosis	عنوان درس به انگلیسی:	
پایه ☐ نظری ☒		دروس پیش نیاز:	



☐ عملی	☐ تخصصی	دروس هم‌نیاز:	
☐ نظری-عملی	☒ اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) هدف کلی:

در این درس دانشجویان با مفاهیم اولیه عیب، نحوه اثر و تشخیص وجود آن و همچنین روش‌های تحلیلی و محاسباتی پایش و عیب‌یابی سیستم‌ها آشنا می‌شوند.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با روش‌های عیب‌یابی و تشخیص عیب

۲. آشنایی با روش‌های پردازش سیگنال

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر اتوماسیون صنعتی و تاریخچه و مفهوم عیب‌یابی،
۲. مفاهیم اولیه در پایش وضعیت، تعریف عیب، انواع عیب، شکست، قابلیت اطمینان، دسترس بودن، ایمنی،
۳. روش‌های عیب‌یابی و تشخیص عیب، نظارت ابتدایی، اثر ورودی، انواع روش دانش پایه، روش‌های تحلیلی (روش‌های سیگنال-پایه، روش‌های مدل-پایه، روش‌های سیگنال-مدل-پایه)، آستانه و آستانه تطبیقی،
۴. عیب‌یابی بر پایه مدل سیگنال، روش‌های پردازش سیگنال و استخراج ویژگی، پیش‌پردازش و بهبود کیفیت سیگنال، پردازش سیگنال در حوزه زمان، استخراج ویژگی در حوزه زمان، پردازش سیگنال در حوزه فرکانسی (تبدیل فوری، تبدیل فوری سریع)، استخراج ویژگی آماری در حوزه فرکانس، پردازش سیگنال در حوزه فرکانس (زمان، تبدیل فوری زمان کوتاه، توزیع ویگنر-ویله، تبدیل موجک، تجزیه حالت تجربی،
۵. روش‌های کلاسه‌بندی عیب، روش‌های یادگیری ماشین (یادگیری بدون نظارت و یادگیری نظارتی)، ماشین بردار پشتیبان، شبکه‌های عصبی، تشخیص الگو، فرآیند استنتاج فازی، روش توده‌یابی، کلاسه‌بندی KNN، کلاسه‌بندی نایو-بیز و...
۶. ترکیب اطلاعات (سطح سنسور، سطح ویژگی، سطح تصمیم)، عملگر میانگین وزنی مرتب شده (OWA)، نظریه شواهد و روش شواهد دمپستر-شافر، تضاد آرا و قانون ترکیب یاگر، انتگرال فازی
۷. رتبه‌بندی ویژگی‌ها، روش‌های Relief، روش ارزیابی فاصله جبران شده (CDET)، ویلکاکسون-مان-ویتنی (WMW)، کولبک-لیبر (KLID)، ترکیب سطح ویژگی و...
۸. مباحث منتخب برای انجام پروژه درس

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه‌های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۵۰ درصد

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



تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، ویدیو پروژکتور)

در صورت امکان، بازدید از مراکز صنعتی و یا آزمایشگاه های مربوطه صورت خواهد گرفت

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Isermann R, Fault-Diagnosis Applications: Model-Based Condition Monitoring: Actuators, Drives, Machinery, Plants, Sensors, and Fault-tolerant Systems, Springer 2011.
2. Iserman R., Fault-Diagnosis Systems: An Introduction from Fault Detection to Fault Tolerance, Springer 2006.
3. Lei Y, Intelligent Fault Diagnosis and Remaining Useful Life Prediction of Rotating Machinery, Elsevier Science 2016.
4. Chiang LH, Russell EL, Braatz RD, Fault Detection and Diagnosis in Industrial Systems, Springer 2012.
5. Alwi H, Edwards C, Pin TC, Fault Detection and Fault-Tolerant Control Using Sliding Modes, Springer 2011.



عنوان درس به فارسی: مباحث منتخب در رباتیک		عنوان درس به انگلیسی: Selected Topics in Robotics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی ☐	عملی ☐	دروس هم نیاز:	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	تعداد واحد:	۳
رساله / پایان نامه ☐		تعداد ساعت:	۴۸

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

الف) هدف کلی:

در این درس مباحث ویژه ای در حوزه وسیع رباتیک مطرح می گردد که در سرفصل دروس دیگر وجود ندارد.

ب) اهداف ویژه:

توسط مدرس تعیین می گردد.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

مباحث و سرفصل ها در هر نیمسال بر اساس برنامه مدرس و گروه آموزشی می تواند تغییر کند.

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

توسط مدرس تعیین می گردد.

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

توسط مدرس تعیین می گردد.



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

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

در این درس دانشجویان ضمن بررسی سینماتیک و سینتیک مکانیزم های مختلف صفحه ای و فضایی چند درجه آزادی، روش های طراحی مکانیزمهای پیچیده را فرا می گیرند.

ب) اهداف ویژه:

۱. طراحی مکانیزم ها بر اساس ۴ و ۵ نقطه دقت

۲. آشنایی با روشهای جبری تحلیل مکانیزمها

۳. تحلیل و طراحی مکانیزم های فضایی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه، مروری بر مکانیزمهای چهار میله ای، مکانیزم پیرو بادامک

۲. زنجیره سینماتیکی، مکانیزمهای معادل

۳. آنالیز سینماتیکی حرکت های صفحه ای و فضایی، سرعت نسبی

۴. مرکز آنی سرعت، قطب و گرانیکاه، شتاب، شتاب نسبی و کوریولیس

۵. منحنیهای پیوند دهنده نقاط چهار میله ای، تئوری روبرت-چیشف و تعمیم یافته آن

۶. معادله اولر-ساواری و مکعب منحنی ایستا، دایره عطف

۷. روشهای جبری تحلیل مکانیزمها با استفاده از اعداد مختلط، تحلیل سرعت و شتاب،

۸. تحلیل منحنی پیوند دهنده پنج نقطه دقت

۹. آنالیز مکانیزم های فضایی، روش ماتریسی، تحلیل مکانیزم چهار کره ای، تحلیل مکانیزم دو کره و دو لولایی، مولد تابع برای توابع متقارن.

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.



۵۰ درصد

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال

۵۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. L.W. Tsai, Mechanism Design: Enumeration of Kinematic Structures According to Function, CRC Press 2000.
2. H.D. Eckhardt, Kinematic Design of Machines and Mechanisms, McGraw-Hill 1998.
3. C.H. Chiang, Kinematics and Design of Planar Mechanisms, Krieger Publishing Company 2000.
4. A.G. Erdman, G.N. Sandor, S. Kota, Mechanism Design: Analysis and Synthesis, Prentice Hall 2003.



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

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

الف) هدف کلی:

هدف از این درس آشنایی با نحوه ایجاد حرکت، چالش های اصلی در بیومکانیک حرکتی و ابزارهای مهندسی است که برای مطالعه حرکت مورد استفاده قرار می گیرند.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با ساختار سیستم اسکلتی و عضلانی بدن
۲. تحلیل سینماتیکی و دینامیکی راه رفتن

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه ای بر بیومکانیک
۲. بیومکانیک سیستم اسکلتی - عضلانی، جهت ها و حرکت، مفاصل
۳. ساختار عضلات، تاندون ها و لیگامان و نحوه ایجاد حرکت
۴. مدلسازی سینماتیکی سیستم اسکلتی-عضلانی
۵. مدلسازی دینامیکی سیستم اسکلتی-عضلانی
۶. تحلیل سینماتیکی و دینامیکی راه رفتن
۷. آشنایی با ابزارهای مهندسی و روش های اندازه گیری حرکت
۸. پردازش سیگنالهای حرکت

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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارائه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت های کلاسی در طول نیم سال | ۵۰ درصد |
| آزمون پایان نیم سال | ۵۰ درصد |

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی آرام و متناسب با تعداد دانشجویان، بورد، مازیک، تخته پاک کن، ویدئو پروژکتور و...)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- DA Winter, Biomechanics and Motor Control of Human Movement, Wiley 2009.
- 2- BM Nigg, W Herzog, Biomechanics of the Musculo-skeletal System, Wiley 2007.
- 3- P Allard, IAF Stokes, J-P Blachi, Three-dimensional analysis of human Movement, Human Kinetics 1995.



عنوان درس به فارسی: دینامیک تحلیلی و آشوب		عنوان درس به انگلیسی: Analytical Dynamics and Chaos	
نوع درس و واحد		دینامیک پیشرفته	
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی ☐	عملی ☐	دروس هم نیاز:	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

الف) هدف کلی:

آشنایی با روش دینامیک تحلیلی و تحلیل آشوب در سیستم‌های دینامیکی هدف اصلی این درس می باشد.

ب) اهداف ویژه:

۱. آشنایی با انواع دوشاخگی ها در سیستم های دینامیکی
۲. آشنایی با روش های کیفی تحلیل سیستم های دینامیکی
۳. آشنایی با روش های تشخیص حرکت آشوبناک در یک سیستم دینامیکی

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه ای بر دینامیک تحلیلی
۲. اصل همیلتون، مختصات تعمیم یافته
۳. کار مجازی و نیروهای تعمیم یافته
۴. معادلات لاگرانژ
۵. تعریف قیود و تحلیل سیستم های مقید و غیر مقید
۶. مقدمات دینامیک آشوب، مدار تناوبی، مدار نهایتا تناوبی، پریودیک
۷. تعریف دوشاخگی، نمودار دوشاخگی، رسم و دیاگرام دوشاخگی،
۸. دوشاخگی مماسی، قضیه لی-یورک
۹. قضیه singer، مشتق شوارزی
۱۰. حساسیت به شرایط اولیه (تعریف آشوب)، تراگذری و آشوب قوی، زوجیت
۱۱. نگاشت (Q4)، مجموعه کانتور سه تایی،
۱۲. آشوب در سیستم های دوبعدی
۱۳. نگاشت نعل اسب، فراکتال ها و ابزار های محاسباتی، مجموعه جولیا
۱۴. قضیه نگاشت های انقباضی، سیستم های پیوسته زمان
۱۵. سیستم پلورنر، مدار تناوبی غیر هذلولی



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

تدریس بصورت دو جلسه در هفته، ارایه تکالیف در طول ترم بصورت تمرین و پروژه های کوتاه، آزمونهای میان ترم و پایان ترم.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۵۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۵۰ درصد

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

تجهیزات معمول (فضای کلاسی متناسب با تعداد دانشجویان، برد، ویدیو پروژکتور)

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Nayfeh AH, Balachandran B, Applied nonlinear dynamics: analytical, computational, and experimental methods. Wiley 2005.
2. Rosenberg R, Analytical dynamics. Plenum Press 1977.
3. Meirovitch L, Methods of analytical dynamics. Courier Corporation 2010.
4. Baruh H, Analytical dynamics. McGraw-Hill 1999.

