

بسمه تعالی



**دانشگاه شهید بهشتی**

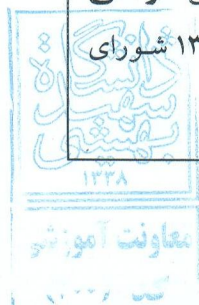
**مشخصات کلی، برنامه درسی و  
سرفصل دروس رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی**

**دوره کارشناسی ارشد**

**دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی**

**مصوب جلسه شورای آموزشی دانشگاه مورخ ۱۳۹۸/۱۱/۲۹**


این برنامه بر اساس آئین نامه واگذاری اختیارات برنامه درسی به دانشگاه‌ها مبنی بر ضرورت بازنگری رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی در دانشگاه شهید بهشتی توسط اعضای گروه علمی طراحی کاربردی دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی بازنگری و در جلسه مورخ ۱۳۹۸/۱۱/۲۹ شورای آموزشی دانشگاه به تصویب رسید.



مصوبه شورای آموزشی دانشگاه مورخ ۱۳۹۸/۱۱/۲۹ در خصوص بازنگری برنامه درسی  
رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی دوره کارشناسی ارشد

برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی دوره کارشناسی ارشد که توسط گروه علمی  
طراحی کاربردی دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی بازنگری شده بود با اکثریت آراء به تصویب رسید.  
این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.\*  
\*: هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای آموزشی دانشگاه برسد.

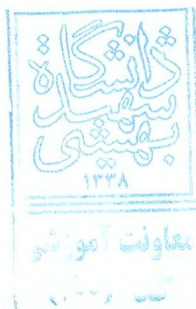
رأی صادره جلسه مورخ ۱۳۹۸/۱۱/۲۹ شورای آموزشی دانشگاه در مورد برنامه درسی بازنگری  
شده رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی دوره کارشناسی ارشد صحیح است و به  
واحدهای ذیربط ابلاغ شود.



علی اکبر افشریان  
معاون آموزشی دانشگاه

محسن ابراهیمی مقدم

مدیر برنامه ریزی و ارزیابی آموزشی



## اسامی کارگروه برنامه ریزی درسی

ردیف	نام و نام خانوادگی	تخصص	مرتبہ علمی
۱	مصطفی تقی زاده	مهندسی مکانیک-طراحی کاربردی	استادیار
۲	سید محمد جعفری	مهندسی مکانیک-طراحی کاربردی	استادیار
۳	سید حسین دیباجیان	مهندسی مکانیک-طراحی کاربردی	استادیار
۴	عباس رهی	مهندسی مکانیک-طراحی کاربردی	استادیار
۵	عباس روحانی بسطامی	مهندسی مکانیک-طراحی کاربردی	استادیار
۶	روح الله سرفراز خباز	مهندسی مکانیک-طراحی کاربردی	استادیار
۷	محمد رضا حق جو	مهندسی مکانیک-طراحی کاربردی	استادیار
۸	محمد حسین سورگی	مهندسی مکانیک-طراحی کاربردی	استادیار
۹	پدرام صفرپور	مهندسی مکانیک-طراحی کاربردی	استادیار
۱۰	وحید فخاری	مهندسی مکانیک-طراحی کاربردی	استادیار
۱۱	سید ابراهیم موسوی ترشیزی	مهندسی مکانیک-طراحی کاربردی	دانشیار
۱۲	مهدی مهدیزاده کفاش	مهندسی مکانیک-طراحی کاربردی	استادیار
۱۳	محمد رضا نخعی امرودی	مهندسی مکانیک-طراحی کاربردی	استادیار
۱۴	سید مجید یادآور نیک روش	مهندسی مکانیک-طراحی کاربردی	دانشیار



# فصل اول:

ویژگی‌های کلی رشته مهندسی مکانیک

گرایش طراحی کاربردی

دوره کارشناسی ارشد



# گزارش توجیهی برای ایجاد رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی، دوره کارشناسی ارشد

## ۱- تعریف:

برنامه دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی، برنامه‌ای آموزشی با تأکید بر آموزش یا پژوهش بویژه پژوهش‌های کاربردی و صنعتی است. درس‌های برنامه شامل درس‌های تخصصی الزامی و تخصصی اختیاری همراه با سمینار و پایان‌نامه پژوهشی است.

## ۲- هدف:

هدف از این برنامه رشد و تکامل انسانی کاربرد، طراح، محقق یا مدرس در زمینه‌های طراحی اجزاء و ماشین‌های مختلف مورد نیاز صنایع، مراکز پژوهشی و مؤسسه‌های آموزشی است.

## ۳- ضرورت و اهمیت:

رشد روزافزون فناوری‌ها بویژه در ساخت دستگاه‌های مهندسی در داخل کشور، نیاز ضروری برای پرورش نیروی انسانی در مقطع کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک را آشکار می‌کند. ارائه مطلوب این دوره در مراکز آموزش عالی، می‌تواند نقش کلیدی در دستیابی به خودکفایی آموزشی، پژوهشی و صنعتی کشور داشته باشد.

## ۴- طول دوره و شکل نظام:

شکل نظام به صورت ترمی - واحدی و هر واحد نظری، معادل ۱۶ ساعت است.

مدت دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، مطابق آیین‌نامه مقطع مربوطه مصوبه شورای عالی برنامه‌ریزی چهار نیم سال است.

## ۵- تعداد و نوع واحدهای درسی دوره:

تعداد واحدهای درسی در دوره کارشناسی ارشد، ۳۲ واحد بدین شرح است:

۱۱ واحد	دروس تخصصی الزامی:
۱۵ واحد	دروس تخصصی اختیاری:
۶ واحد	پایان‌نامه:

درس‌های تخصصی و پایان‌نامه پژوهشی در ارتباط با یکدیگر اند و با تأیید استاد راهنما با توجه به شاخه آموزشی دانشجوی، انتخاب خواهند شد. همچنین دانشجوی موظف است تا قبل از پایان نیم سال اول تحصیلی، استاد راهنمای پایان‌نامه خود را به طور مکتوب به گروه معرفی نماید.

## ۶- نقش و توانایی فارغ التحصیلان:

فارغ التحصیلان این دوره می‌توانند در زمینه‌هایی بدین شرح فعالیت داشته باشند: طراحی، ساخت و بهبود دستگاه‌ها و ماشین‌های مکانیکی و صنعتی، اجرای فعالیت‌های آموزشی تحقیقاتی در مراکز آموزش عالی و مؤسسه‌های پژوهشی



۷- شرایط ورود به رشته/گرایش:

شرایط ورود توسط آخرین قوانین حاکم بر آزمون کارشناسی ارشد و صادره از وزارت علوم و تحقیقات تعیین می شود.

۸- مواد و ضرایب امتحانی و دیگر موارد:

آخرین قوانین درباره مواد و ضرایب امتحانی، هر سال توسط سازمان سنجش تعیین می شود.

## فصل دوم:

### فهرست درس ها

۱- درس های جبرانی

۲- درس های تخصصی الزامی

۳- درس های تخصصی اختیاری

بسمه تعالی

فرم بازنگری برنامه درسی

تعداد کل واحد در دوره: ۳۲	تعداد واحد دروس پایه: ۰	تعداد واحد دروس تخصصی الزامی: ۱۱
تعداد واحد دروس تخصصی اختیاری: ۱۵	تعداد واحد پایان نامه: ۶	

تاریخ آخرین بازنگری / تصویب سرفصل: مصوب ۱۳۷۲/۳/۲ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی وزارت علوم - بازنگری شده ۹۷/۱۲/۱ در دانشگاه شهید بهشتی  
تاریخ اخذ مجوز رشته: ۱۳۸۴  
تعداد دوره‌های اجرا شده در دانشکده: ۱۴

دروس در برنامه بازنگری شده							دروس در برنامه جاری (قدیم)						
ردیف	نام درس	شماره	نوع درس**	نوع واحد	تعداد واحد	توضیح* (۲ الی ۵)	ردیف	نام درس	شماره	نوع درس**	نوع واحد	تعداد واحد	توضیح*
	پایش وضعیت و عیب یابی ماشین‌ها		تخصصی اختیاری	نظری	۳	۲		پایش ماشین‌ها و عیب یابی		تخصصی اختیاری	نظری	۳	۲
	انتشار امواج مکانیکی		تخصصی اختیاری	نظری	۳	۲		گسترش امواج		تخصصی اختیاری	نظری	۳	۲
	طراحی بهینه قطعات مکانیکی		تخصصی اختیاری	نظری	۳	۲		طراحی بهینه		تخصصی اختیاری	نظری	۳	۲





دروس در برنامه بازنگری شده							دروس در برنامه جاری (قدیم)						
توضیح (۲ الی ۵)*	تعداد واحد	نوع واحد	نوع درس**	شماره	نام درس	ردیف	توضیح*	تعداد واحد	نوع واحد	نوع درس**	شماره	نام درس	ردیف
۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		قابلیت اطمینان سامانه‌های مکانیکی		۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		قابلیت اطمینان اجزای مکانیکی	
۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		ویسکوالاستیسیته و هایپر الاستیسیته		۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		ویسکو الاستیسیته	
۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		طراحی پیشرفته مخازن تحت فشار		۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		تحلیل و طراحی مخازن تحت فشار و لوله‌ها	
۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		سیستم‌های کنترل غیر خطی		۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		کنترل غیر خطی	
۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		سیستم‌های کنترل بهینه		۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		کنترل بهینه	
۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		تئوری الاستیسیته		۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		تئوری الاستیسیته ۱	
							۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		تئوری الاستیسیته ۲	
۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		تئوری ورق و پوسته		۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		تئوری ورق و پوسته ۱	
							۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		تئوری ورق و پوسته ۲	



دروس در برنامه بازنگری شده							دروس در برنامه جاری (قدیم)						
توضیح (۲ الی ۵)*	تعداد واحد	نوع واحد	نوع درس**	شماره	نام درس	ردیف	توضیح*	تعداد واحد	نوع واحد	نوع درس**	شماره	نام درس	ردیف
۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		تحلیل تجربی تنش		۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		تحلیل تجربی تنش ۱	
							۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		تحلیل تجربی تنش ۲	
۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مکانیک ضربه		۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مکانیک ضربه ۱	
							۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مکانیک ضربه ۲	
۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		ترموالاستیسیته		۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		ترموالاستیسیته ۱	
							۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		ترموالاستیسیته ۲	
۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مکانیک شکست		۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مکانیک شکست ۱	
							۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مکانیک شکست ۲	
۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مکانیک محیط پیوسته		۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مکانیک محیط پیوسته ۱	
							۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مکانیک محیط پیوسته ۲	
۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		کنترل پیشرفته		۲	۳	نظری	تخصصی اختیاری		کنترل پیشرفته ۱	
							۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		کنترل پیشرفته ۲	
۴	۳	نظری	تخصصی اختیاری		آکوستیک مهندسی		۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		آکوستیک سازه ای	
۴	۳	نظری	تخصصی اختیاری		کنترل ارتعاشات		۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مقاومت مصالح پیشرفته	



دروس در برنامه بازنگری شده							دروس در برنامه جاری (قدیم)						
توضیح (۲ الی ۵)*	تعداد واحد	نوع واحد	نوع درس**	شماره	نام درس	ردیف	توضیح*	تعداد واحد	نوع واحد	نوع درس**	شماره	نام درس	ردیف
۴	۳	نظری	تخصصی اختیاری		نویز و ارتعاش در موتور و خودرو		۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		سیستم‌های کنترل آنالوگ	
۴	۳	نظری	تخصصی اختیاری		پردازش سیگنال در سیستم‌های مکانیکی		۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		سیستم‌های کنترل و آزمایش ماشین‌های ابزار	
۴	۳	نظری	تخصصی اختیاری		نانو مواد و کاربردهای مهندسی		۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		نانورباتیک	
۴	۳	نظری	تخصصی اختیاری		میکرو ساختارها		۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مهندسی ابزار دقیق	
۴	۳	نظری	تخصصی اختیاری		پایداری سازه‌ها		۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		سیستم‌های کنترل و آزمایش ماشین‌های ابزار	
۴	۳	نظری	تخصصی اختیاری		هیپتیک		۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		کنترل پیشرفته خودرو	
۴	۳	نظری	تخصصی اختیاری		دینامیک ماشین‌های دوار		۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		نانومکانیک	
۴	۳	نظری	تخصصی اختیاری		دینامیک غیرخطی		۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مکانیک تماس	



دروس در برنامه بازنگری شده							دروس در برنامه جاری (قدیم)						
توضیح (۲ الی ۵)*	تعداد واحد	نوع واحد	نوع درس**	شماره	نام درس	ردیف	توضیح*	تعداد واحد	نوع واحد	نوع درس**	شماره	نام درس	ردیف
					و آشوب							محاسباتی	
۴	۳	نظری	تخصصی اختیاری		سامانه‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی		۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		تئوری های نوین طراحی	
۴	۳	نظری	تخصصی اختیاری		نانو کامپوزیت ها		۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		پایداری سیستم های مکانیکی	
۴	۳	نظری	تخصصی اختیاری		اتوماسیون در تولید		۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		تحلیل آزمایش های مهندسی	
							۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		بهینه سازی	
							۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		روشهای پژوهش	
							۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مباحث منتخب در جامدات	
							۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مباحث منتخب در طراحی	
							۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مباحث منتخب در دینامیک	
							۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مباحث منتخب در ارتعاشات	



دروس در برنامه بازنگری شده							دروس در برنامه جاری (قدیم)						
توضیح (۲ الی ۵)*	تعداد واحد	نوع واحد	نوع درس**	شماره	نام درس	ردیف	توضیح*	تعداد واحد	نوع واحد	نوع درس**	شماره	نام درس	ردیف
							۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مباحث منتخب در کنترل	
							۱	۳	نظری	تخصصی اختیاری		مباحث منتخب در مکاترونیک	
* ۲ = درس تغییر عنوان داده و محتوا تغییر کرده است ۳ = درس تغییر عنوان نداده ولی محتوا تغییر کرده است. ۴ = درس جدید تدوین شده است. ۵ = تغییر در نوع واحد							* ۱ = درس از برنامه درسی حذف شده است. ** نوع درس: (پایه، تخصصی الزامی و تخصصی اختیاری)						



جدول شماره ۱: درس‌های جبرانی

پیشنیاز یا همنیاز	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
-	-	۶۴	۶۴	۴	دینامیک	
-	-	۴۸	۴۸	۳	مقاومت مصالح ۱	
-		۴۸	۴۸	۳	ارتعاشات مکانیکی	
-		۴۸	۴۸	۳	کنترل اتوماتیک	

\*توضیح: چنانچه دانشجو در در دوره کارشناسی حداقل ۶ واحد از دروس جبرانی فوق را نگذرانده باشد، طبق نظر گروه آموزشی باید حداقل ۶ و حداکثر ۸ واحد از دروس جدول درس‌های جبرانی را اخذ کند.

جدول شماره ۲: درس‌های تخصصی الزامی

پیشنیاز یا همنیاز	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
-	-	۴۸	۴۸	۳	ریاضیات پیشرفته ۱	
-	-	۴۸	۴۸	۳	مکانیک محیط پیوسته	
-	-	۴۸	۴۸	۳	دینامیک پیشرفته	
	-	۳۲	۳۲	۲	سمینار	

توضیح ۱: دانشجو باید تمامی درس‌های تخصصی الزامی (معادل ۱۱ واحد) را بگذراند.

جدول شماره ۳: درس‌های تخصصی اختیاری

پیشنیاز یا همنیاز	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
-	-	۴۸	۴۸	۳	روش اجزاء محدود ۱	
-	-	۴۸	۴۸	۳	کنترل پیشرفته	
-	-	۴۸	۴۸	۳	ارتعاشات پیشرفته (سامانه‌های پیوسته)	
-	-	۴۸	۴۸	۳	آنالیز مودال	
کنترل پیشرفته	-	۴۸	۴۸	۳	کنترل مقاوم	
ریاضیات پیشرفته ۱، کنترل پیشرفته	-	۴۸	۴۸	۳	سیستم‌های کنترل بهینه	
کنترل پیشرفته	-	۴۸	۴۸	۳	کنترل دیجیتال	
کنترل پیشرفته	-	۴۸	۴۸	۳	کنترل چند متغیره	
کنترل پیشرفته	-	۴۸	۴۸	۳	کنترل تطبیقی	
-	-	۴۸	۴۸	۳	کنترل فازی	



پیشنیاز یا همنیاز	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
کنترل پیشرفته	-	۴۸	۴۸	۳	سیستم‌های کنترل غیرخطی	
-	-	۴۸	۴۸	۳	تخمین و شناسایی سیستم‌ها	
-	-	۴۸	۴۸	۳	مکاترونیک	
-	-	۴۸	۴۸	۳	اندازه‌گیری پیشرفته	
-	-	۴۸	۴۸	۳	رباتیک پیشرفته	
کنترل پیشرفته	-	۴۸	۴۸	۳	کنترل در رباتیک	
-	-	۴۸	۴۸	۳	هوش مصنوعی	
-	-	۴۸	۴۸	۳	هپتیک	
ریاضیات پیشرفته ۱	-	۴۸	۴۸	۳	ارتعاشات غیرخطی	
-	-	۴۸	۴۸	۳	ارتعاشات اتفاقی	
-	-	۴۸	۴۸	۳	دینامیک ماشین‌های دوار	
-	-	۴۸	۴۸	۳	آکوستیک مهندسی	
-	-	۴۸	۴۸	۳	پایش وضعیت و عیب‌یابی ماشین‌ها	
-	-	۴۸	۴۸	۳	کنترل ارتعاشات	
-	-	۴۸	۴۸	۳	شبکه‌های عصبی مصنوعی	
-	-	۴۸	۴۸	۳	سیستم‌های کنترل هوشمند	
ریاضیات پیشرفته ۱	-	۴۸	۴۸	۳	ریاضیات پیشرفته ۲	
-	-	۴۸	۴۸	۳	محاسبات عددی پیشرفته	
-	-	۴۸	۴۸	۳	پردازش سیگنال در سیستم‌های مکانیکی	
-	-	۴۸	۴۸	۳	دینامیک غیرخطی و آشوب	
ریاضیات پیشرفته ۱	-	۴۸	۴۸	۳	سامانه‌های میکرو نانو الکترومکانیکی	
-	-	۴۸	۴۸	۳	سازه‌های هوشمند	
-	-	۴۸	۴۸	۳	هیدرولیک و نیوماتیک پیشرفته	
ریاضیات پیشرفته ۱	-	۴۸	۴۸	۳	سیستم‌های دینامیکی	
-	-	۴۸	۴۸	۳	انتشار امواج مکانیکی	
-	-	۴۸	۴۸	۳	نویز و ارتعاش در موتور و خودرو	
-	-	۴۸	۴۸	۳	طراحی بهینه قطعات مکانیکی	
-	-	۴۸	۴۸	۳	میکرو ساختارها	
مکانیک محیط پیوسته	-	۴۸	۴۸	۳	تئوری الاستیسیته	
-	-	۴۸	۴۸	۳	مقاومت مصالح پیشرفته	
مکانیک محیط پیوسته	-	۴۸	۴۸	۳	مکانیک مواد مرکب پیشرفته	
-	-	۴۸	۴۸	۳	تحلیل تجربی تنش	
-	-	۴۸	۴۸	۳	طراحی و ساخت پیشرفته با رایانه	



پیشنیز یا همینیز	ساعت			تعداد واحد	نام درس	كد درس
	عملی	نظری	جمع			
مکانیک محیط پیوسته	-	۴۸	۴۸	۳	پلاستیسیته	
-	-	۴۸	۴۸	۳	خستگی، خزش و شکست**	
-	-	۴۸	۴۸	۳	رفتار مکانیکی مواد	
-	-	۴۸	۴۸	۳	قابلیت اطمینان سامانه‌های مکانیکی	
-	-	۴۸	۴۸	۳	روش‌های تغییرات در مکانیک	
-	-	۴۸	۴۸	۳	سازه‌های اتصال چسبی	
-	-	۴۸	۴۸	۳	آزمون‌های غیرمخرب پیشرفته	
مکانیک مواد مرکب پیشرفته	-	۴۸	۴۸	۳	مکانیک خرابی در مواد مرکب	
-	-	۴۸	۴۸	۳	مکانیک ضربه	
مکانیک محیط پیوسته	-	۴۸	۴۸	۳	ویسکوالاستیسیته و هاپر الاستیسیته	
مکانیک محیط پیوسته	-	۴۸	۴۸	۳	ترموالاستیسیته	
ریاضیات پیشرفته ۱	-	۴۸	۴۸	۳	پایداری سازه‌ها	
-	-	۴۸	۴۸	۳	روش‌های انرژی	
روش اجزاء محدود ۱	-	۴۸	۴۸	۳	روش اجزاء محدود ۲	
تئوری ورق و پوسته	-	۴۸	۴۸	۳	طراحی پیشرفته مخازن تحت فشار	
-	-	۴۸	۴۸	۳	نانو کامپوزیت‌ها	
مکانیک محیط پیوسته، ریاضیات پیشرفته ۱	-	۴۸	۴۸	۳	مکانیک شکست	
ریاضیات پیشرفته ۱	-	۴۸	۴۸	۳	طراحی مهندسی پیشرفته	
-	-	۴۸	۴۸	۳	طراحی اجزاء و سازه ماشین ابزار	
-	-	۴۸	۴۸	۳	اتوماسیون در تولید	
-	-	۴۸	۴۸	۳	خستگی**	
مکانیک محیط پیوسته	-	۴۸	۴۸	۳	تئوری ورق و پوسته	
-	-	۴۸	۴۸	۳	مکانیک نانو ساختارها	
-	-	۴۸	۴۸	۳	نانو مواد و کاربردهای مهندسی	

\* توضیح: دانشجو باید با تأیید استاد راهنمای پایان‌نامه، واحدهای باقیمانده خود را از فهرست درس‌های تخصصی-الزامی یا اختیاری بگیرد.  
 بدین ترتیب دانشجو باید ۵ درس را از درس‌های تخصصی-اختیاری بگیرد. (معادل ۱۵ واحد)  
 \*\* دانشجو مجاز است از دو درس «خستگی، خزش و شکست» و «خستگی»، تنها یکی را اخذ نماید.





# فصل سوم:

## شناسنامه و سرفصل درس‌ها

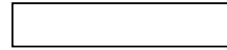
رشته مهندسی مکانیک

گرایش طراحی کاربردی

دوره کارشناسی ارشد

در این قسمت چیزی نوشته نشود





سرفصل درس: ریاضیات پیشرفته ۱						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: ریاضیات پیشرفته ۱
	تعداد واحد عملی:				تعداد	
	تعداد واحد نظری: ۳	الزامی	تعداد ساعت: ۴۸		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Mathematics I	
	تعداد واحد عملی:	تخصصی				
	تعداد واحد نظری:					اختیاری
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس: اول						

### اهداف درس:

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

### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
مقدمه‌ای بر جبر خطی قوانین ماتریس‌ها، معرفی نرم افزار متلب، تعریف فضای برداری، زیرفضا	اول
دترمینان و خواص آن، استقلال و وابستگی خطی بردارها، تعامد بردارها، متعامدسازی بردارهای نامتعامد	دوم
زیرفضاهای پایه یک فضای برداری، ماتریس‌های مشابه	سوم
مقادیر ویژه و بردارهای ویژه، اصل هامیلتون، بلوک جوردن و ماتریس جوردن	چهارم
معکوس ماتریس و روش‌های معکوس گرفتن ماتریس‌ها، مختصات و ماتریس دوران	پنجم
فضای حالت، انواع روش‌های محاسبه $e^{At}$	ششم
حل معادلات حالت یک سیستم، قطری‌سازی و دستگاه معادلات خطی	هفتم
مقدمه‌ای بر کاربرد حساب تغییرات، به دست آوردن معادله اویلر-لاگرانژ	هشتم
مسائل با چند متغیر وابسته و مستقل، مسائل با مرزهای ثابت و متحرک	نهم
اصل هامیلتون و ضرائب لاگرانژ	دهم
شرایط کافی برای یک اکسترموم، حل چند مسأله کاربردی مکانیک با استفاده از حساب تغییرات	یازدهم
مقدمه و یادآوری مسائل با مشتقات جزئی شامل: معادلات موج، گرما و لاپلاس	دوازدهم
تبدیلات انتگرالی: فوریه، لاپلاس، حل معادلات با تبدیل‌های انتگرالی برای مسائل همگن، ناهمگن و گذرا	سیزدهم
معادلات با مشتقات جزئی خطی و همگن روی میدان کراندار	چهاردهم
معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی خطی و غیر همگن روی میدان کراندار و بی کران	پانزدهم
روش‌های عددی برای حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی: بیضی‌گون، سهموی و هایپربولیک	شانزدهم



ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. E. Kreyszig, H. Kreyszig, E. J. Norminton, Advanced engineering mathematics, ۱۰th edition, John wiley & sons, INC, ۲۰۱۱.
۲. G. B. ET.AL Arfken, Mathematical methods for physicists: A Comprehensive Guide, ۷th Edition, ۲۰۱۴.
۳. J. Bird, Higher engineering mathematics, Routledge, ۲۰۱۷.
۴. D.G. Duffy, Advanced engineering mathematics with MATLAB, Chapman and Hall/CRC, ۲۰۱۶.
۵. R. Haberman, Elementary Applied Partial Differential Equations, ۲۰۰۵.
۶. J.N. Reddy Energy Principles and Variational Methods in Applied Mechanics, ۲۰۰۲.
۷. Lev D. Elsgolc, Calculus of variations, Dover Publications, Inc. ۲۰۰۷.

منابع کمکی:

۸. A.D. Snider, Fundamentals of Complex Analysis with Applications, ۲۰۰۳.
۹. L. C. Andrews, Bhimsen K. Shivamoggi, Integral Transforms for Engineers, ۱۹۸۸.
۱۰. J. Fritz, Partial differential equations , ۱۹۹۱.
۱۱. G. Strang, Linear Algebra & its Applications, ۲۰۰۳.
۱۲. F. B. Hildebrand, Methods of applied mathematics, ۱۹۹۲.
۱۳. S. J. Farlow, Partial differential equations for scientists and engineer, ۱۹۹۳.

در این قسمت چیزی نوشته نشود



سرفصل درس: مکانیک محیط پیوسته					
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳
	تعداد واحد عملی:				تعداد ساعت: ۴۸
	تعداد واحد نظری: ۳	الزامی			
	تعداد واحد عملی:		تخصصی		
	تعداد واحد نظری:	اختیاری			
تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>					
سال ارائه درس: اول					
عنوان درس به فارسی: مکانیک محیط پیوسته					
عنوان درس به انگلیسی: Continuum Mechanics					

#### اهداف درس:

آشنایی با کمیتهای تانسوری، بررسی محیط پیوسته از دیدگاه هندسی، آشنایی با قوانین تعادلی محیط های پیوسته، آشنایی با معادلات ساختاری حاکم در محیط پیوسته با تأکید بر محیط های جامد الاستیک

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
آشنایی با کمیتهای تانسوری و جبر و حسابان آنها قاعده نگارش و قرارداد جمع روی اندیس تکراری معرفی مبنا و بیان بردارها و عملیات برداری با استفاده از این مبنا	اول
معرفی تانسورهای مرتبه دو، خواص آنها و تانسورهای خاص قاعده انتقال کمیتهای تانسوری بین دستگاههای متعامد	دوم
مقادیر اصلی و بردارهای اصلی تانسورهای مرتبه دو	سوم
بررسی محیط پیوسته از دیدگاه هندسی معرفی تانسور گرادیان تغییر شکل و گرادیان تغییر مکان تغییر طول پاره خطهای مادی و تغییر زاویه بین آنها	چهارم
تغییر مساحت سطوح مادی تغییر حجم اجزای مادی	پنجم
معرفی تانسور کرنش لاگرانژی، تانسور کرنش اویلری، و تانسور کرنش بینهایت کوچک	ششم
توصیف لاگرانژی و اویلری مشق مادی کمیتهای تانسوری	هفتم
معرفی تانسور گرادیان سرعت، و تانسورهای نرخ تغییر شکل و تانسور گردش	هشتم
نرخ تغییر طول، زاویه، سطح و حجم اجزای مادی	نهم



هفته	سرفصل
دهم	قوانین تعادلی محیطهای پیوسته، نیروهای سطحی و حجمی، معرفی تانسورهای تنش کوشی، اول و دوم پیولا
یازدهم	بقای اندازه حرکت خطی و معادلات حرکت در محیط پیوسته
دوازدهم	بقای اندازه حرکت زاویه ای و تقارن تانسور تنش کوشی
سیزدهم	بقای انرژی و قانون اول ترمودینامیک نامساوری آنتروپی و قانون دوم ترمودینامیک بقای جرم و معادله پیوستگی
چهاردهم	معادلات ساختاری جامد الاستیک ویژگی های جامد الاستیک جامد الاستیک خطی و تانسور الاستیسیته
پانزدهم	تقارن انعکاسی و دورانی در رفتار ماده : ماده مونوکلینیک، اورتوتروپیک، همسانگرد عرضی
شانزدهم	ماده همسانگرد و قانون هوک تعمیم یافته جامد الاستیک همسانگرد غیر خطی

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
-	-	٪۵۰	٪۳۵	٪۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

#### منابع اصلی:

1. W. M. Lai, E. Krempl and D. Ruben, Introduction to Continuum Mechanics, 4th edition, Elsevier, ۲۰۰۹.
2. G.T. Mase, G.E. Mase, Continuum Mechanics for Engineers, 2nd ed., CRC Press, ۱۹۹۹.
3. J. S. Rossmann, L. D. Clive and L. Bassman, Introduction to Engineering Mechanics: A Continuum Approach, Second Edition, CRC Press, ۲۰۱۵.
4. G. A. Maugin, Non-classical continuum mechanics. Springer Verlag, ۲۰۱۷.

#### منابع کمکی:



6. J.N. Reddy, An Introduction to Continuum Mechanics with Applications, Cambridge University Press, ۲۰۰۸.
7. Ekh, Magnus, Mechanics of solids & fluids–introduction to continuum mechanics. Report, Div. of Material and Computational Mechanics, Dept. of Applied Mechanics, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, ۲۰۱۷.



سرفصل درس: دینامیک پیشرفته						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: دینامیک پیشرفته	
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳	الزامی	نوع واحد			عنوان درس به انگلیسی: Advanced Dynamics
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	اختیاری				
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>						
سال ارائه درس: اول						

#### اهداف درس:

نحوه بررسی سینماتیک و سینتیک جسم صلب در حرکت فضایی، دینامیک برداری و دینامیک تحلیلی از اهداف اصلی این درس است. همچنین انواع قیدها، اصل کار مجازی، اصل همیلتون، معادلات لاگرانژ، و معادلات کانونیکال همیلتون در این درس با ارایه مثالهای متعدد مورد بررسی قرار می گیرد.

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
مقدمه ای بر دینامیک و مفاهیم بنیادی آن	اول
مرور دینامیک لیسانس	دوم
سینماتیک جسم صلب در حرکت فضایی (زوایای اوپلر، اتصالات جسم صلب و معادلات قید حاکم، غلتش).	سوم
سینتیک جسم صلب در حرکت فضایی	چهارم
مقدمه ای بر دینامیک تحلیلی (مبانی و تعاریف اولیه، مفهوم درجه آزادی)	پنجم
تعریف قید و بیان انواع قیدها (قیدهای هولونومیک و غیر هولونومیک)	ششم
اصل کار مجازی (Principle of virtual work)	هفتم
اصل همیلتون برای سیستم‌های گسسته (Hamilton's principle)	هشتم
نحوه محاسبه انرژی پتانسیل کرنشی	نهم
اصل همیلتون برای سیستم‌های پیوسته	دهم
مطالعه موردی و حل مثال	یازدهم
معادلات لاگرانژ (Langrange's Eqs.)	دوازدهم



سیزدهم	استخراج معادلات حرکت با روش همیلتون
چهاردهم	آشنایی با نرم افزارهای مرتبط
پانزدهم	مطالعه موردی و حل مثال
شانزدهم	آشنایی با تحقیقات روز دنیا در حوزه دینامیک

ارزشیابی:

تکلیف و پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۲۰		%۴۵	%۳۵	-

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. L. Meirovitch, Methods of Analytical Dynamics, McGraw-Hill, ۲۰۱۱.
۲. J. H. Ginsberg, Advanced Engineering Dynamics, Second Edition, Cambridge Univ. Press, ۱۹۹۸.
۳. A.F. D'Souza, V. K. Garg, Advanced Dynamics – Modeling and analysis, ۱۹۸۴.
۴. S. S. Rao, Vibration of Continuous Systems, ۲۰۰۷, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
۵. J. L. Meriam, L. G. Kraige, Engineering Mechanics: Dynamics, John Wiley & sons Inc. ۷th Edition, ۲۰۱۲.
۶. J. Ginsberg, Engineering Dynamics, ۳rd Edition, Cambridge University Press, ۲۰۱۹.
۷. R. Valery Roy, Advanced Engineering Dynamics, ۲۰۱۶.

منابع کمکی:

۱. R. Rosenberg, Analytical Dynamics of Discrete Systems, ۱۹۷۷.





سرفصل درس: روش اجزاء محدود ۱						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: روش اجزاء محدود ۱
	تعداد واحد عملی:				تعداد ساعت: ۴۸	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی			عنوان درس به انگلیسی: Finite elements method I
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳					
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس: اول						

#### اهداف درس:

استفاده از روش‌های عددی امروزه به میزان گسترده‌ای در میان مهندسیین و محققین توسعه پیدا کرده است. یکی از مهم‌ترین این روش‌ها، روش‌های اجزاء محدود (finite element method) است که بویژه در شاخه بررسی رفتار سازه‌ها در مکانیک، کاربردی هستند. استفاده از این روش، این امکان را فراهم می‌کند که بتوان رفتار استاتیکی و دینامیکی سازه‌ها را با دقت قابل قبولی پیش بینی نمود. مفاهیم ریاضیاتی مورد نیاز در این روش به همراه روش‌های عددی مرتبط در این درس ارائه خواهند شد.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر روش‌های اجزاء محدود
دوم	روش‌های مستقیم (روش‌های مهندسی)
سوم	معرفی فرمولبندی حساب تغییراتی مسائل با مقادیر مرزی
چهارم	روش‌های ریاضیاتی در اجزاء محدود
پنجم	انواع المان‌ها و توابع درونیایی
ششم	اجزاء محدود در مسائل الاستیسیته
هفتم	اجزاء محدود در مسائل میدان‌های عمومی
هشتم	آنالیز همگرایی و خطا
نهم	انواع روش‌های المان محدود: روش المان کاربردی، روش المان محدود تعمیم یافته
دهم	نسخه hp روش المان محدود، روش المان محدود توسعه یافته
یازدهم	روش المان محدود مرزی مقیاس شده، روش المان محدود هموار
دوازدهم	روش المان طیفی، روش‌های بدون مش



هفته	سرفصل
سیزدهم	روش‌های گالرکین ناپیوسته، تحلیل حدی المان محدود
چهاردهم	روش شبکه کشیده
پانزدهم	تکرار لوبیگناک
شانزدهم	مقایسه روش المان محدود با روش تفاضل محدود

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. J. N. Reddy, An Introduction to Finite Element Method, McGraw Hill, ۲۰۰۶.
۲. L. L. Logan, A First Course in the Finite Element Method, Fourth Edition, Thomson, ۲۰۰۷.
۳. K. H. Huebner, D. L. Dewhirst, D. E. Smith, T.D. Byrom, The Finite Element Method for Engineers, John-Wiley & Sons, ۴th edition, ۲۰۰۱.
۴. M. Okereke and S. Keates, Finite Element Applications: A Practical Guide to the FEM Process (Springer Tracts in Mechanical Engineering), ۲۰۱۹.

منابع کمکی:

۵. J. Fish, T. Belytschko, A First Course in Finite Elements, John-Wiley & Sons, ۱st edition, ۲۰۰۷.
۶. O. C. Zienkiewicz and R. L. Taylor, The Finite Element Method, McGraw Hill, ۲۰۰۴.
۷. W. Weaver, P. R. Johnston, Finite Elements for Structural Analysis, Printice-Hall, ۱۹۸۴



سرفصل درس: کنترل پیشرفته						
<b>پیشنیاز یا همنیاز: ندارد</b>	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	<b>عنوان درس به فارسی: کنترل پیشرفته</b>
	تعداد واحد عملی:				تخصصی	
	تعداد واحد نظری:	الزامی				
	تعداد واحد عملی:		اختیاری			
	تعداد واحد نظری: ۳					
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

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

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
مروری بر کنترل کلاسیک (مدلهای ریاضی سیستم‌های خطی، عکس العمل سیستم‌های دینامیکی، تحلیل دقیق مفاهیم پایداری و عملکرد)	اول
مروری بر کنترل کلاسیک (تحلیل پاسخ فرکانسی، روش‌های طراحی کلاسیک کنترل فیدبک و جبرانسازی)	دوم
مبانی ریاضی کنترل مدرن (معادلات دیفرانسیل سیستم‌های دینامیکی خطی، غیرخطی و وابسته به زمان، خطی سازی، اپراتورها و فضاهای خطی)	سوم
مبانی ریاضی کنترل مدرن (تبدیل‌ها و نگاشت‌ها، فرم‌ها و تحلیل‌های ماتریسی لازم، مسائل مقادیر ویژه و مقادیر تکین)	چهارم
تحلیل فضای حالت (تعاریف، مدل فضای حالت سیستم، سیستم‌های تک ورودی- تک خروجی، سیستم‌های چند متغیره چند ورودی و خروجی، مسیره‌های صفحه فاز)	پنجم
تحلیل فضای حالت (فرمهای مختلف تحقق کانونی و قطری، شکل کانونی جردن)	ششم
تحلیل فضای حالت (تحلیل پایداری در حوزه زمان، پاسخهای آزاد و اجباری سیستم در فرم فضای حالت)	هفتم
تحلیل فضای حالت (ماتریس انتقال حالت، بیان معادلات فضای حالت در حوزه فرکانس، کاربرد مقادیر ویژه سیستم)	هشتم



هفته	سرفصل
نهم	تحلیل فضای حالت (کنترل پذیری، پایداری پذیری، تعاریف و روش‌های مختلف)
دهم	تحلیل فضای حالت (مشاهده پذیری، آشکار پذیری، تعاریف و روش‌های مختلف)
یازدهم	طراحی و کنترل سیستم‌ها در فضای حالت (انگیزه‌ها و امتیازات در مقایسه با کنترل کلاسیک، فیدبک متغیرهای حالت، روش تخصیص قطب، تخصیص قطب جزئی و فیدبک خروجی‌ها)
دوازدهم	طراحی مشاهده گر‌ها (مفاهیم پایه مشاهده گر، طراحی مشاهده گر رسته کامل، طراحی مشاهده گر رسته کاهش یافته)
سیزدهم	طراحی به کمک مشاهده گر‌ها (اصل تفکیک یا استقلال، بیان روابط در حوزه لاپلاس یا توابع تبدیل، ارزیابی عملکرد: تعقیب هدف و دفع اغتشاش، مقاوم بودن و حساسیت)
چهاردهم	مقدمه ای بر پایداری لیاپانوف
پانزدهم	مقدمه ای بر کنترل LQR (معرفی مساله کنترل بهینه خطی، فرمهای مربعی و توابع هدف در کنترل، حل مساله طراحی تنظیم کننده‌ها، معادله ریکاتی)
شانزدهم	نمونه‌های کاربردی در حوزه مهندسی مکانیک، توضیحات تکمیلی و راهنمایی پروژه درسی

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪ ۳۰	-	٪ ۴۰	٪ ۳۰	-

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

#### منابع اصلی:

1. T.C. Chen, Linear System Theory and Design, ۴th edition, Oxford Univ. Press, ۲۰۱۳.
۲. W. L. Brogan, Modern Control Theory, ۳rd. Edition, Prentice Hall ۱۹۹۱.
۳. Dorf, Richard C. and Bishop, Robert H. Modern Control Systems, ۱۳th edition, ۲۰۱۶.
۴. علی خاکی صدیق، اصول کنترل مدرن، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۶.

#### منابع کمکی:

۵. K. Ogata, Modern Control Engineering, ۵th edition, Prantice Hall, ۲۰۱۰.
۶. Mathworks Co., MATLAB control toolbox.



سرفصل درس: ارتعاشات پیشرفته (سامانه‌های پیوسته)						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ارتعاشات پیشرفته (سامانه‌های پیوسته)
	تعداد واحد عملی:				الزامی  اختیاری	
	تعداد واحد نظری:					
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳					
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input checked="" type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس: سال نخست						

#### اهداف درس:

آشنایی با ارتعاشات پیشرفته (سامانه‌های پیوسته) و کاربرد آن در حل بسیاری از مسائل مهندسی و همچنین استخراج معادلات حاکم بر ارتعاشات تار، ارتعاشات پیچشی محورها، ارتعاشات طولی میله‌ها، ارتعاشات عرضی تیر، غشا و صفحه و استفاده از روش‌های تحلیلی و عددی برای حل معادلات حاکم از اهداف این درس است.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر مبانی ارتعاشات و مفاهیم بنیادی آن و مرور مختصر ارتعاشات کارشناسی
دوم	ارتعاش سامانه‌های دو و چند درجه آزادی
سوم	نحوه محاسبه و تعیین تقریبی فرکانس‌های طبیعی در سیستم‌های گسسته
چهارم	ارتعاشات عرضی تار
پنجم	ارتعاشات محوری تیر یا میله و ارتعاشات پیچشی محور و یا شافت
ششم	ارتعاشات عرضی تیر با استفاده از تئوری تیر اویلر-برنولی
هفتم	ارتعاشات عرضی تیر با استفاده از تئوری تیر تیموشنکو
هشتم	ارتعاشات پوسته و غشاء، ارتعاشات صفحه
نهم	بازدید از آزمایشگاه و مطالعه موردی
دهم	ارتعاشات عرضی تیر در بستر الاستیک، مدلسازی و بررسی ارتعاش عرضی یک پره در توربین گاز
یازدهم	نحوه بررسی ارتعاشات اجباری در سیستم‌های پیوسته
دوازدهم	روش‌های تقریبی برای بررسی ارتعاش سیستم‌های پیوسته



سیزدهم	مقدمه ای بر ارتعاش محورها
چهاردهم	روشهای انرژی
پانزدهم	کاربردها و مطالعه موردی
شانزدهم	آشنایی با نرم افزارهای المان محدود برای حل مسایل مرتبط

ارزشیابی:

تکلیف و پروژهها	آزمونهای نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۲۰		٪۴۵	٪۳۵	

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. S. S. Rao, Vibration of Continuous Systems, John Wiley & Sons, Inc., ۲<sup>nd</sup> edition, ۲۰۱۹.
۲. S. S. Rao, Mechanical Vibrations, ۵th Edition, Prentice Hall, ۲۰۱۱.
۳. L. Meirovitch, Fundamentals of Vibrations, McGraw-Hill Book Company, New York, ۲۰۰۳.

منابع کمکی:

۴. W. T. Thomson, Mechanical Vibrations, ۱۹۹۷.
۵. D. J. Inman, Engineering Vibrations, (۲nd edition), Prentice-Hall, ۲۰۰۱.



سرفصل درس: آنالیز مودال					
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: آنالیز مودال
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری:	الزامی	نوع واحد		عنوان درس به انگلیسی: Modal Analysis
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری			
تعداد واحد عملی: ۰	آموزش تکمیلی عملی: <input checked="" type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد				
سال ارائه درس: اول					

#### اهداف درس:

آنالیز مودال دارای کاربرد فراوان در شناسایی و استخراج خواص دینامیکی سازه‌ها و ماشین‌ها است. در این درس مشخصات مودال یک سیستم مکانیکی معرفی می‌شود. سپس روش انجام آزمون مودال و نحوه استخراج مشخصات مودال سیستم بر اساس داده‌های آزمون و تطابق آن با داده‌های نرم افزار اجزای محدود آموزش داده می‌شود.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	اصول تئوری آنالیز مودال، تعامد مودها، مروری بر ارتعاشات سیستم های گسسته و پیوسته
دوم	انواع نمایش تابع پاسخ فرکانسی، پاسخ فرکانسی-سیستم یک درجه آزادی
سوم	پاسخ فرکانسی-سیستم چند درجه آزادی بدون میرایی
چهارم	نمودار تابع پاسخ فرکانسی-سیستم چند درجه آزادی با میرایی تناسبی و میرایی لزج
پنجم	تجهیزات و روش های اندازه گیری ارتعاشات، پردازش سیگنال ارتعاشات
ششم	روش های انجام آزمون مودال، آزمون ضربه، تحریک تصادفی، تحریک هارمونیک
هفتم	استخراج مشخصه‌های مودال در حوزه فرکانس-سیستم یک درجه آزادی
هشتم	استخراج مشخصه‌های مودال در حوزه فرکانس-سیستم چند درجه آزادی
نهم	مدل ریاضی مودال
دهم	شبیه سازی در نرم افزارهای اجزای محدود
یازدهم	استخراج مشخصه‌های مودال در حوزه زمان
دوازدهم	کاربردهای آزمون مودال



سیزدهم	استخراج مشخصه‌های مودال با اندازه گیری خروجی
چهاردهم	اصلاحات محلی در سازه
پانزدهم	به روز رسانی مدل اجزای محدود به کمک اندازه گیری انجام شده
شانزدهم	کار آزمایشگاهی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۲۰	۰	%۵۰	%۲۰	%۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:  
کلاس به همراه ویدئو پروژکتور، تجهیزات آزمون مودال

منابع اصلی:

1. David D Ewins, Modal Testing - Theory, Practice & Application, ۲nd edition, Wiley, ۲۰۰۰
۲. Peter Avitabile, Modal Testing: A Practitioner's Guide, Wiley, ۲۰۱۷

منابع کمکی:

۳. Nuno Manuel Mendes Maia, Júlio Martins Montalvão e Silva, Theoretical and Experimental Modal Analysis, Research Studies Press, ۱۹۹۷
۴. Carlo Rainieri, Giovanni Fabbrocino, Operational Modal Analysis of Civil Engineering Structures: An Introduction, Springer, ۲۰۱۴
۵. Rune Brincker, Carlos Ventura, Introduction to Operational Modal Analysis, Wiley ۲۰۱۵





سرفصل درس: کنترل مقاوم						
پیشنیاز یا همنیاز: کنترل پیشرفته	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کنترل مقاوم	
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	الزامی	نوع واحد			عنوان درس به انگلیسی: Robust Control
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری				
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

### اهداف درس:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم پایه تحلیل پایداری و کارایی سیستم‌های نامعین مانند نرمها، مدلسازی نامعینی، پایداری داخلی، قضیه بهره کوچک و... و همچنین آشنایی با روشهای طراحی کنترل کننده‌های مقاوم برای این گونه سیستمها و کاربرد آن در مسائل عملی مطرح در پروژه‌های تحقیقاتی است.

### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر کنترل مقاوم و کاربردهای آن
دوم	بررسی ریشه‌ها و انواع عدم قطعیت موجود در سیستم‌های دینامیکی
سوم	تابع تبدیل حساسیت و مسئله عمومی تنظیم
چهارم	نرمها: نرم بردار و ماتریس، نرم سیگنال و سیستم، روش‌های محاسبه نرمها، مقادیر تکین و مقدمه ای بر فضاهای نرم دار
پنجم	مدلسازی نامعینی: ساختار یافته و بدون ساختار، پیکربندی استاندارد مسائل تحلیل و طراحی کنترل مقاوم
ششم	تحلیل (آنالیز) پایداری و کارایی سیستم‌های کنترل مقاوم: پایداری داخلی، قضیه بهره کوچک، پایداری و کارایی نامی و مقاوم
هفتم	تحلیل (آنالیز) پایداری و کارایی سیستم‌های کنترل مقاوم: پایداری و کارایی نامی و مقاوم
هشتم	ایجاد (سنتز) سیستم‌های کنترل مقاوم: کنترل کننده پارامتری
نهم	محدودیت‌های طراحی: قیدهای جبری و تحلیلی، نحوه انتخاب توابع وزنی
دهم	حل بهینه مسئله عمومی تنظیم: حل مسایل کنترلی $H_2$ به روش‌های ریکاتی
یازدهم	حل بهینه مسئله عمومی تنظیم: حل مسایل کنترلی $H_2$ به روش LMI
دوازدهم	حل بهینه مسئله عمومی تنظیم: حل مسایل کنترلی $H_\infty$ به روش‌های ریکاتی



سیزدهم	حل بهینه مسئله عمومی تنظیم: حل مسایل کنترلی $H_2$ به روش LMI
چهاردهم	مسائل ترکیبی $H_2 - H_\infty$
پانزدهم	تحلیل سیستم براساس مقدار تکین ساختاریافته: تحلیل $\mu$
شانزدهم	طراحی مقاوم براساس مقدار تکین ساختاریافته: سنتز $\mu$

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. M. Sidi. Design of robust control systems: from classical to modern practical approaches. Vol. ۲۱۰. Malabar, FL: Krieger Publishing Company, ۲۰۰۱.
۲. K. Zhou and J. C. Doyle, Essentials of Robust Control, Prentice Hall, ۱۹۹۷. Chapters ۴-۶ and ۸-۱۴.
۳. J. C. Doyle, B. Francis and A. Tannenbaum, Feedback Control Theory, Macmillan Publishing Co., ۱۹۹۰. Chapters ۱-۶
۴. Levine, William S., ed. The Control Systems Handbook: Control System Advanced Methods. CRC press, ۲۰۱۸.
۵. Design of Embedded Robust Control Systems Using MATLAB® / Simulink® (Control, Robotics and Sensors), Petko Hristov Petkov, Tsonyo Nikolaev Slavov, et al., ۲۰۱۸.
7. S. Skogestad and I. Postlethwaite, Multivariable Feedback Control Analysis and Design, Wiley, ۲۰۰۹. Chapters ۷ and ۸.

۶. ح. تقی راد، م. فتحی و ف. زمانی، کنترل مقاوم  $H_\infty$ ، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۲. فصل‌های ۱ تا ۹ (دارای مباحث مشترک با کتاب‌های فوق)

منابع کمکی:

4. G. E. Dullerud and F. G. Paganini, A Course in Robust Control Theory: a Convex Approach, Springer, ۱۹۹۱.
۹. K. Zhou, J. C. Doyle and K. Glover, Robust and Optimal Control, Prentice Hall, ۱۹۹۶.
۱۰. MATLAB Robust Control Toolbox and LMI Control Toolbox User Manuals



سرفصل درس: سیستم‌های کنترل بهینه							
پیشنیاز یا همنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱، کنترل پیشرفته	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سیستم‌های کنترل بهینه	
	تعداد واحد عملی:				الزامی	تخصصی	تعداد ساعت: ۴۸
	تعداد واحد نظری:	اختیاری					
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری: ۳						
	تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد							
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>							
سال ارائه درس:							

#### اهداف درس:

موضوع کنترل بهینه مسئله یافتن یک قانون کنترلی برای سیستم داده شده به نحوی است که معیار بهینگی معینی حاصل شود. یک مسئله کنترلی دارای تابع هزینه است که تابعی است که تابعی از متغیرهای حالت و کنترلی است. یک کنترل بهینه یک مجموعه معادله دیفرانسیل است که مسیرهای متغیرهای کنترلی را توصیف می‌کند که تابع هدف را بهینه کنند. کنترل بهینه را می‌توان از اصل ماکسیم پونتریاگین به دست آورد. دانشجو در این درس با روش‌های طراحی سیستم‌های کنترل بهینه بدون قید، با قید برای سیستم‌های زمان پیوسته و زمان گسسته آشنا می‌شود.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	تاریخچه، مفهوم کنترل بهینه و کاربرد
دوم	انواع مسائل کنترل بهینه و فرمول بندی آنها
سوم	اصل بهینگی، روش برنامه‌ریزی پویا در طراحی کنترل بهینه
چهارم	روش‌های برگشتی در برنامه‌ریزی پویا
پنجم	رابطه همیلتون-ژاکوبی-بلمن
ششم	مبانی ریاضی کنترل بهینه (قضایای ریاضی حساب تغییرات)
هفتم	معادلات اوایلر (مدل و حل مساله اپتیمال نامقید، بررسی شرایط مرزی مختلف و حل مسائل نمونه کلاسیک)
هشتم	معادلات اوایلر (مدل و حل مساله اپتیمال مقید، بررسی شرایط مرزی مختلف و حل مسائل نمونه کلاسیک)
نهم	مساله کنترل بهینه LQR (حل مساله کنترل با تابع هزینه مربعی و کاربرد آن در مسائل متعدد سیستم‌های کنترل بهینه)



حل معادله ریکاتی	دهم
کنترل بهینه در سیستم‌های زمان گسسته	یازدهم
اصل حداقل Pontryagin	دوازدهم
روش‌های عددی در محاسبه کنترل بهینه و مسیرهای بهینه	سیزدهم
شبیه‌سازی و حل مسائل کنترل بهینه به کمک کامپیوتر	چهاردهم
پایه سازی سیستم‌های کنترل بهینه دیجیتال	پانزدهم
توضیحات تکمیلی و راهنمایی پروژه	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪ ۳۰	-	٪ ۴۰	٪ ۳۰	-

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. D. E. Kirk, Optimal Control Theory, Prentice-Hall, ۲۰۰۴.
۲. A. E. Bryson, Applied optimal control: optimization, estimation and control. Routledge, ۲۰۱۸.
۳. Optimization Toolbox for Use with MATLAB, the Math Work Inc, ۲۰۱۴
۴. Control Systems Toolbox for Use with MATLAB, the Math Work Inc, ۲۰۱۴.

منابع کمکی:

۵. F. L. Lewis, Applied Optimal Control and Estiation, Presntice Hall, N. J., ۱۹۹۸
۶. J. Gregory, Constrained optimization in the calculus of variations and optimal control theory. Chapman and Hall/CRC, ۲۰۱۸.



سرفصل درس: کنترل دیجیتال						
پیشنیاز یا همنیاز: کنترل پیشرفته	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کنترل دیجیتال
	تعداد واحد عملی:				تخصصی	
	تعداد واحد نظری:	الزامی				
	تعداد واحد عملی:		اختیاری			
	تعداد واحد نظری: ۳					
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

هدف کلی این درس، آشنایی دانشجویان با مزایای سیستم‌های کنترل زمان گسسته (دیجیتال) و ارتباط آن با سیستم‌های زمان پیوسته و همچنین، معرفی ابزارهای لازم جهت نمایش، تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل دیجیتال است. به علاوه، دانشجویان با نحوه پیاده‌سازی سیستم‌های کنترل دیجیتال آشنا می‌شوند.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با سیستم‌های دیجیتال و نمونه برداری
دوم	تبدیل z، عکس تبدیل z، تبدیل ستاره و ارتباط تبدیل ستاره تبدیل لاپلاس و تبدیل z
سوم	نمونه بردار و نگه دارنده
چهارم	تابع انتقال پالس سیستم‌های حلقه باز و حلقه بسته و فرمول بهره میسون
پنجم	پایداری سیستم‌های دیجیتال
ششم	پاسخ پله سیستم‌های دیجیتال و خطای حالت دایمی
هفتم	مکان هندسی ریشه‌های سیستم‌های دیجیتال خطی
هشتم	دیاگرام بود سیستم‌های دیجیتال خطی
نهم	طراحی کنترل کننده برای سیستم‌های دیجیتال خطی
دهم	تحلیل فضای حالت زمان گسسته
یازدهم	آنالیز پایداری تابع لیاپانوف برای سیستم‌های گسسته و طراحی کنترل کننده‌های دیجیتال غیرخطی



دوازدهم	طراحی کنترل کننده‌های LQR و LQG گسسته زمان
سیزدهم	طراحی فیلتر کالمن و رویتگرهای گسسته زمان
چهاردهم	شناسایی سیستم‌های گسسته و طراحی کنترل کننده جایاب قطب سیستم‌های دیجیتال
پانزدهم	نکات عملی پیاده‌سازی سیستم‌های دیجیتال
شانزدهم	نمونه‌های کاربردی در حوزه مهندسی مکانیک، توضیحات تکمیلی و راهنمایی پروژه درسی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
% ۲۰	-	% ۵۰	% ۳۰	-

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. C. L. Phillips, H. T. Nagle, A. Chakraborty, Digital Control System Analysis and Design, ۴th Ed., Pearson Prentice Hall, ۲۰۱۵.
۲. K. Ogata, Discrete-Time Control Systems, ۲nd Ed., Prentice Hall, ۲۰۱۲.
۳. K. J. Astrom and B. Wittenmark, Adaptive Control, ۲nd Ed., Dover Publications, ۲۰۰۸.
۴. A. Veloni, N. Miridakis, Digital Control Systems: Theoretical Problems and Simulation Tools, CRC Press, Taylor & Francis Group, ۲۰۱۷.

منابع کمکی:

۵. B. C. Kuo, Digital Control Systems, Oxford University Press, ۲۰۰۷.
۶. G. F. Franklin, J. D. Powell, and M. L. Workman, Digital Control of Dynamic Systems, ۳rd Ed., Addison-Wesley, ۱۹۹۸.
۷. K. J. Astrom and B. Wittenmark, Computer-Controlled Systems, ۳rd Ed., Dover Publications, ۲۰۱۱.



سرفصل درس: کنترل چند متغیره						
پیشنیاز یا همنیاز: کنترل پیشرفته	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کنترل چند متغیره
	تعداد واحد عملی:				تخصصی	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	عنوان درس به انگلیسی: Multivariable Control			
	تعداد واحد عملی:					اختیاری
	تعداد واحد نظری: ۳	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
	تعداد واحد عملی:	سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>				
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

آشنایی با سیستم‌های چندمتغیره و کاربردهای آنها  
آنالیز پایداری و طراحی کنترل‌کننده برای سیستم‌های چندمتغیره

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
مقدمه‌ای بر جبر خطی، نمایش فضای حالت، کنترل پذیری و مشاهده پذیری	اول
طراحی بازخورد تک حلقه	دوم
مقدمه‌ای بر سیستم‌های چند متغیره: ماتریسهای تبدیل، صفرها و قطبها	سوم
مقدمه‌ای بر سیستم‌های چند متغیره: توصیف ماتریس کسری، فضای حالت	چهارم
مقدمه‌ای بر سیستم‌های چند متغیره: پایداری داخلی، معیار پایداری نایکویست، پایداری تعمیم یافته	پنجم
عملکرد مقاوم سیستم‌های بازخورد چند متغیره: گین‌های اصلی (مقادیر تکین)، بهره‌های اصلی حلقه بسته و حلقه باز	ششم
عملکرد مقاوم سیستم‌های بازخورد چند متغیره: جایگاه مشخصه، محدودیت‌های عملکرد	هفتم
عملکرد مقاوم سیستم‌های بازخورد چند متغیره: سیگنال‌های آماری، نرم‌های عملگر	هشتم
عملکرد مقاوم سیستم‌های بازخورد چند متغیره: بیان عدم قطعیت‌ها، پایداری مقاوم	نهم
طراحی سیستم‌های کنترل چند متغیره: بستن حلقه متوالی، روش جایگاه مشخصه	دهم
طراحی سیستم‌های کنترل چند متغیره: نرمال‌سازی فریم معکوس، روش نایکویست-آرایه	یازدهم
طراحی سیستم‌های کنترل چند متغیره: تسلط آرایه‌های قطری، نظریه بازخورد کمی	دوازدهم



سیزدهم	کاهش مرتبه مدل: برش و مانده‌سازی، اجرای متوازن
چهاردهم	کاهش مرتبه مدل: تقریب نرم هنکل بهینه
پانزدهم	کاهش مرتبه مدل: کاهش مرتبه مدل‌های ناپایدار
شانزدهم	نمونه‌های کاربردی در حوزه مهندسی مکانیک، توضیحات تکمیلی و راهنمایی پروژه درسی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪ ۳۰	-	٪ ۴۰	٪ ۳۰	-

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. ع. خاکی صدیق، تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل چندمتغیره، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۳. فصلهای ۱ تا ۸
۲. S. Skogestad and I. Postlethwaite, Multivariable Feedback Control Analysis and Design, John Wiley & Sons, ۲۰۱۲. Chapters ۳-۶
۳. J. M. Maciejowski, Multivariable Feedback Design, Addison-Wesley, ۱۹۸۹.
۴. S. Skogestad, Multivariable Feedback Control: Analysis and Design, ۲۰۱۴.
۵. S. Bingulac, Algorithms for computer-aided design of multivariable control systems. CRC Press, ۲۰۱۸.

منابع کمکی:

۶. O. N. Gasparyan, Linear and Nonlinear Multivariable Feedback Control, John Wiley & Sons, ۲۰۰۸.





سرفصل درس: کنترل تطبیقی					
پیشنیاز یا همنیاز: کنترل پیشرفته	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کنترل تطبیقی
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی	نوع واحد	عنوان درس به انگلیسی: Adaptive Control
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری: ۳				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد					
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>					
سال ارائه درس:					

**اهداف درس:**

در این درس، دانشجویان با سیستم‌های نامعین و متغیر با زمان آشنا شده و رویکرد طراحی کنترل‌کننده برای این گونه سیستم‌ها را بر پایه روش‌های تطبیقی مطالعه می‌نمایند. در این راستا، طراحی و پیاده‌سازی روش‌های مختلف تخمین پارامترها، شناساگرهای سیستم، انواع روش‌های کنترل تطبیقی و مساله پایداری آن‌ها نیز ارائه می‌گردند.

**سرفصل درس:**

سرفصل	هفته
معرفی کنترل تطبیقی: مقایسه کنترل تطبیقی با کنترل فیدبک متعارف، رویه‌های کنترل تطبیقی پایه	اول
شناسایی: مساله شناسایی، ساختار شناساگر، معادله خطی خطا و الگوریتم شناسایی، الگوریتم‌های گرادانی	دوم
شناسایی: الگوریتم‌های کمینه مجذورات، پایداری شناساگر، تحریک ماندگار و همگرایی نمایی	سوم
شناسایی: شناساگرهای مدل مرجع، معادله خطای SPR، شرایط دامنه فرکانسی برای متغیرها	چهارم
کنترل تطبیقی: مساله کنترل تطبیقی مدل مرجع، ساختار کنترلر، رویه‌های کنترل تطبیقی	پنجم
کنترل تطبیقی: کنترل تطبیقی مستقیم با خطای ورودی، کنترل تطبیقی مستقیم با خطای خروجی، کنترل تطبیقی غیرمستقیم، جایابی قطب‌ها	ششم
کنترل تطبیقی: مساله پایداری در کنترل تطبیقی، تحلیل سیستم‌های کنترل تطبیقی مدل مرجع، همگرایی نمایی متغیر	هفتم
الگوریتم‌های گرادانی بر اساس مدل خطی: الگوریتم گرادانی با تابع هزینه لحظه‌ای، الگوریتم گرادانی با تابع هزینه انتگرالی	هشتم
الگوریتم‌های کمینه مجذورات: الگوریتم بازگشتی LS با عامل فراموشی، الگوریتم LS خاص	نهم
الگوریتم‌های کمینه مجذورات: الگوریتم‌های تصحیح شده LS، تصویر متغیر	دهم
رویه MRAC ساده: مثال‌های اسکالر، تنظیم تطبیقی	یازدهم
رویه MRAC ساده: MRAC مستقیم بدون نرمال‌سازی، MRAC غیرمستقیم بدون نرمال‌سازی	دوازدهم
رویه MRAC ساده: MRAC مستقیم با نرمال‌سازی، MRAC غیرمستقیم با نرمال‌سازی، حالت برداری: اندازه‌گیری تمام	سیزدهم



هفته	سرفصل
	وضعیت‌ها
چهاردهم	جایابی قطب کنترل تطبیقی با زمان پیوسته: رویه‌های APPC ساده بدون نرمال‌سازی
پانزدهم	جایابی قطب کنترل تطبیقی با زمان پیوسته: مثال اسکالر: تنظیم تطبیقی، تعقیب تطبیقی
شانزدهم	نمونه‌های کاربردی در حوزه مهندسی مکانیک، توضیحات تکمیلی و راهنمایی پروژه درسی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪ ۳۰	-	٪ ۴۰	٪ ۳۰	-

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. K. J. Astrom and B. Wittenmark, Adaptive Control, ۲nd Edition, Dover Publications, ۲۰۰۸.
۲. G. C. Goodwin, K. S. Sin, Adaptive Filtering Prediction and Control, Dover Publications, ۲۰۰۹.
۳. P. A. Ioannou and B. Fidan, Adaptive Control Tutorial, SIAM, ۲۰۰۶.
۴. R. E. Bellman, Adaptive Control Processes: A Guided Tour, Princeton University Press, ۲۰۱۶.

منابع کمکی:

۵. P. A. Ioannou and J. Sun, Robust Adaptive Control, Dover Publications, ۲۰۱۲.
۶. K. J. Astrom and B. Wittenmark, Computer Controlled Systems, ۱st Ed., Prentice Hall, ۱۹۹۶.
۷. E. F. Camacho and C. Bordons, Model Predictive Control, ۲nd Edition, Springer-Verlag, ۲۰۰۴.
۸. S. Sastry and M. Bodson, Adaptive Control Stability Convergence and Robustness, Prentice Hall, ۱۹۸۹.
۹. P. R. Kumar, R. Panqanamalaand P. Varaiya. Stochastic systems: Estimation, identification, and adaptive control. Vol. ۷۵. SIAM, ۲۰۱۵.



سرفصل درس: کنترل فازی							
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کنترل فازی	
	تعداد واحد عملی:				الزامی		تخصصی
	تعداد واحد نظری:	اختیاری					
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری: ۳						
تعداد واحد عملی:							
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>							
سال ارائه درس:							

#### اهداف درس:

در این درس دانشجویان با مفاهیم، تعاریف و سابقه تئوری و منطق فازی آشنا می شوند. مجموعه‌ها، روابط و ریاضیات فازی مرور خواهد شد و دانشجویان با کاربردهای سیستم‌های فازی در مسائل مهندسی آشنا می شوند. روش‌های گوناگون مدل سازی فازی ارائه می شود و طراحی سیستم‌های کنترلی به روش فازی مورد بررسی و مطالعه قرار می گیرد. با گذراندن این درس دانشجویان با کنترل کننده‌های هیبرید فازی آشنا می شوند و قادر به پیاده سازی آنها در مسائل مهندسی خواهند بود.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه و آشنایی اولیه با نظریه فازی و کاربردهای مختلف آن
دوم	نسبت یا رابطه، گزاره، نقیض گزاره، ترکیب فصلی، ترکیب عطفی، گزاره‌های حمله و شرطی، خواص ترکیب‌های فصلی و عطفی دو گزاره
سوم	استنتاج منطقی، قانون قیاس، قانون انتزاع، قانون نقیض انتزاع، اشکال چهارگانه قیاس اقتراعی، ضرب‌های ۱۶ گانه هر یک از اشکال قیاس
چهارم	مجموعه‌های فازی: مقدمه، تعاریف و اصطلاحات مجموعه‌های فازی، عملیات روی مجموعه‌های فازی
پنجم	مجموعه‌های فازی: فرمولاسیون و روابط پارامترهای توابع عضویت، انواع اجتماع و اشتراک و متمم، اپراتورهای T نرم و S نرم
ششم	روابط و قواعد فازی: مقدمه، اصل توسعه و روابط فازی، قواعد اگر-آنگاه فازی، متغیرهای کلامی، قواعد فازی زاده، ممدانی، سوگینو، تسوکوماتو و ...
هفتم	استنتاج فازی: استدلال‌های فازی و استدلال‌های تقریبی، تعاریف مربوط به استنتاج‌های منطقی فازی، مقایسه و نمایش نوع استنتاج‌های فازی
هشتم	اجزای سیستم‌های فازی (فازی‌ساز، پایگاه قوانین، موتور استنتاج فازی و فازی زدا)



هفته	سرفصل
نهم	طراحی فازی سیستم و شناسایی و تقریب فرآیندها و سیستم‌های غیرخطی بر اساس داده‌های ورودی و خروجی به کمک منطق فازی، شناسایی فازی سیستم‌ها بر اساس الگوریتم‌های گرادیان نزولی و کمترین مربعات
دهم	تحلیل پایداری سیستم‌های کنترل فازی: تعاریف پایداری عمومی و محلی، پایداری ورودی-خروجی (BIBO)
یازدهم	کنترل سیستم‌های خطی تک ورودی-تک خروجی و چند ورودی-چند خروجی بر اساس منطق فازی
دوازدهم	طراحی کنترل کننده‌های فازی PI، PD و PID بر اساس سعی و خطا
سیزدهم	کنترل فازی سیستم‌های غیرخطی بر اساس حضور ناظر، روش زمان‌بندی بهره بر اساس منطق فازی به منظور طراحی کنترل کننده غیر خطی
چهاردهم	طراحی کنترل کننده‌های فازی غیرخطی مود لغزشی
پانزدهم	طراحی کنترل کننده‌های فازی تطبیقی
شانزدهم	معرفی مدل تی-اس-کی برای طراحی فازی سیستم‌ها، طراحی کنترل کننده بر اساس مدل تی-اس-کی

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
% ۱۵	-	% ۳۵	% ۲۵	% ۲۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

#### منابع اصلی:

1. L. X. Wang, A Course in Fuzzy Systems and Control, Prentice Hall Press, ۱۹۹۹.
2. G. Chen, T. T. Pham, Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems, CRC press, ۲۰۰۰.
3. H. J. Zimmermann, Fuzzy set theory and its applications, Springer Science & Business Media, ۲۰۱۱.
4. K. M. Passino and S. Yurkovich, Fuzzy Control, Addison Wesley Longman, ۱۹۹۸.
5. B. Kosko, Fuzzy Engineering, Prentice Hall, ۱۹۹۶.
7. Fundamentals of Computational Intelligence: Neural Networks, Fuzzy Systems, and Evolutionary Computation, James M. Keller, Derong Liu, et al., ۲۰۱۶.

#### منابع کمکی:

۶. W. Siler and J. J. Buckley, Fuzzy Expert Systems and Fuzzy Reasoning, John Wiley and Sons, Inc., ۲۰۰۵.
4. W. J. Raynor, Artificial Intelligence, Glenlake Publishing Company, Ltd., ۱۹۹۹.
۶. Zilouchian and M. Jamshidi, Intelligent Control Systems Using Soft Computing Methodologies, CRC Press, ۲۰۰۱.
۱۰. M. Margaliot, G. Langholz, New Approaches to Fuzzy Modeling and Control: Design and Analysis, World Scientific Press, ۲۰۰۰.



سرفصل درس: سیستم‌های کنترل غیرخطی						
پیشنیاز یا همنیاز: کنترل پیشرفته	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سیستم‌های کنترل غیرخطی	
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	الزامی	نوع واحد			عنوان درس به انگلیسی: Non-linear control systems
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری				
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

### اهداف درس:

هدف کلی این درس، آشنایی دانشجویان با انواع سیستم‌های غیرخطی، روش‌های مختلف تحلیل و بررسی پایداری آن‌ها و طراحی کنترل‌کننده برای سیستم‌های مذکور است. در این راستا، روش‌های خطی‌سازی و مستقیم‌لیاپانوف در تحلیل پایداری سیستم‌های غیرخطی خودگردان و ناخودگردان ارائه می‌گردند. همچنین، برخی روش‌های کنترلی سیستم‌های غیرخطی از جمله خطی‌سازی پس‌خوراند و مود لغزشی مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند.

### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با سیستم‌های غیرخطی و مثال‌های کاربردی
دوم	آنالیز سیستم‌های خطی و غیرخطی در صفحه فاز، انواع نقاط تعادل
سوم	چرخه‌های حدی و قضایای مربوطه
چهارم	مفاهیم پایداری (مجاوبی، نمایی، محلی و عمومی)
پنجم	روش خطی‌سازی لیاپانوف در تحلیل پایداری سیستم‌های خودگردان
ششم	روش مستقیم لیاپانوف در تحلیل پایداری سیستم‌های خودگردان
هفتم	روش خطی‌سازی لیاپانوف در تحلیل پایداری سیستم‌های ناخودگردان
هشتم	روش مستقیم لیاپانوف در تحلیل پایداری سیستم‌های ناخودگردان
نهم	کنترل سیستم‌های غیرخطی به روش خطی‌سازی پس‌خوراند (مقدمه و مفاهیم اصلی)
دهم	کنترل سیستم‌های غیرخطی به روش خطی‌سازی پس‌خوراند (روش ورودی-حالت)
یازدهم	کنترل سیستم‌های غیرخطی به روش خطی‌سازی پس‌خوراند (روش ورودی-خروجی)
دوازدهم	کنترل سیستم‌های غیرخطی به روش خطی‌سازی پس‌خوراند (بررسی پایداری دینامیک داخلی)



سیزدهم	کنترل سیستم‌های غیرخطی به روش خطی‌سازی پس‌خوراند (بررسی سیستم‌های چند ورودی-چند خروجی)
چهاردهم	کنترل سیستم‌های غیرخطی به روش مود لغزشی (تعریف سطوح لغزش)
پانزدهم	کنترل سیستم‌های غیرخطی به روش مود لغزشی (پدیده chattering، بررسی سیستم‌های چند ورودی-چند خروجی)
شانزدهم	طراحی کنترلر غیرخطی با رویکرد گام به عقب

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪ ۳۰	-	٪ ۴۰	٪ ۳۰	-

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. J. J. E. Slotine, W. Li, Applied Nonlinear Control, Pearson education Taiwan, ۲۰۰۵.
۲. H. K. Khalil, Nonlinear Systems, ۳rd Edition, Pearson Education International Incorporated, ۲۰۱۵.
۳. H. K. Khalil, Nonlinear Control, Pearson, ۲۰۱۵.
۴. D. M. Dawson, Nonlinear control of electric machinery. Routledge, ۲۰۱۹.

منابع کمکی:

۵. K. J. Astrom and B. Wittenmark, Adaptive Control, ۲nd Edition, Dover Publications, ۲۰۰۸.
۶. R. C. Hilborn, Chaos and Nonlinear Dynamics, An Introduction for Scientists and Engineers, ۲nd Edition, Oxford University Press, ۲۰۰۰.
۷. P. A. Ioannou and B. Fidan, Adaptive Control Tutorial, SIAM, ۲۰۰۶.
۸. K. J. Astrom and B. Wittenmark, Computer-Controlled Systems: Theory and Design, ۳rd Edition, Dover Publications, ۲۰۱۱.



سرفصل درس: تخمین و شناسایی سیستم‌ها						
پیشنیاز یا همنیاز:  ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: تخمین و شناسایی سیستم‌ها
	تعداد واحد عملی:				تخصصی	تعداد ساعت: ۴۸
	تعداد واحد نظری:	الزامی				
	تعداد واحد عملی:		اختیاری			
	تعداد واحد نظری: ۳					
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم پایه و روش‌های شناسایی سیستم‌ها است. بر این اساس مواردی چون شناسایی سیستم‌های خطی، شناسایی سیستم‌های غیرخطی، شناسایی سیستم‌های تک ورودی/تک خروجی و چند ورودی/چند خروجی، نحوه انتخاب ورودی در شناسایی سیستم‌ها و روش‌های بررسی صحت مدل شناسایی شده در این درس بحث خواهند شد.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه، مفاهیم اساسی (تعاریف شناسایی و مدلسازی، انواع مدل‌ها)
دوم	روش‌های رگرسیون خطی (حداقل مربعات خطی، BLUE)
سوم	تحلیل روش‌های حداقل مربعات خطی
چهارم	روش‌های شناسایی غیر پارامتری (پاسخ گذرا، روش همبستگی، روش چگالی طیفی، روش پاسخ فرکانسی)
پنجم	انواع سیگنال‌های ورودی و تحلیل آنها (تحریک پایا (Persistent excitation)، تحلیل مشخصات طیفی)
ششم	مدلهای مورد استفاده در شناسایی، شناسایی پذیری و شرایط یکتایی
هفتم	روش خطای پیش‌بین
هشتم	روش Instrumental variable methods. (تحلیل و مقایسه با حداقل مربعات خطی)
نهم	روش‌های بازگشتی (PLR, RPEM, RIV, RLS)
دهم	روش‌های بازگشتی (RLS چند متغیره)
یازدهم	فیلتر کالمن و فیلتر کالمن تعمیم یافته در شناسایی سیستم
دوازدهم	شناسایی سیستم‌های حلقه بسته، محدودیتها و روش‌های مورد استفاده



سیزدهم	صحت سنجی شناسایی و تعیین مرتبه و ساختار مدل مناسب
چهاردهم	استفاده از روش‌های شبکه عصبی
پانزدهم	استفاده از روش‌های منطق فازی و الگوریتم‌های تکاملی
شانزدهم	سری ولترا و Hammerstein and Wiener.

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. Söderström, Torsten, and Petre Stoica. System Identification, Prentice Hall, ۱۹۸۹.
۲. Ljung, Lennart. System identification. Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering, ۱۹۹۹.
۳. Morelli, Eugene A., and Vladislav Klein. Aircraft system identification: Theory and practice. Williamsburg, VA: Sunflyte Enterprises, ۲۰۱۶.
۴. Principles of System Identification: Theory and Practice, Arun K. Tangirala, ۲۰۱۴.

منابع کمکی:

۵. Norton, John P. An introduction to identification. Courier Corporation, ۲۰۰۹.





سرفصل درس: مکاترونیک						
<b>پیشنیاز یا همنیاز:</b> <b>ندارد</b>	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	<b>عنوان درس به فارسی:</b> مکاترونیک
	تعداد واحد عملی:				تخصصی	
	تعداد واحد نظری:	الزامی				
	تعداد واحد عملی:		اختیاری			
	تعداد واحد نظری: ۳					
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: <input checked="" type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input checked="" type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
<b>سال ارائه درس:</b>						

#### اهداف درس:

پایه سازی روز افزون سیستم‌های کنترلی هوشمند بر روی سیستم‌های مکانیکی نیازمند داشتن دانشی دقیق از انواع حسگرها و عملگرها است. علاوه بر آن آشنایی کامل با انواع مدارهای مجتمع برای پردازش سیگنال و کنترل امری اجتناب ناپذیر است. از این رو در این درس دانشجویان با موارد ذکر شده به صورت تئوری و عملی آشنا خواهند شد.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه: اهداف، انگیزه و کاربرد درس، سیستم‌های خودکار و هوشمند، نمونه‌های صنعتی و تحقیقاتی
دوم	ساختار و مبانی طراحی سیستم‌های ابزار دقیق و سنسورها، اجرای فرایند طراحی، تمرین یک نمونه
سوم	مشخصات استاتیکی سنسورها و مبدلها: مفاهیم احتمال و توزیع خطای دستگاهها، معرفی علمی صحت و دقت، بایاس، انحراف صفر و تکرارپذیری دستگاه
چهارم	مشخصات استاتیکی سنسورها و مبدلها - ادامه: ترکیب و انتشار خطا، کالیبراسیون، کالیبراسیون دینامیکی، حساسیت، قدرت تفکیک، خطی بودن، هیستریزیس، ...
پنجم	مشخصات دینامیکی مبدل ها: یادآوری و معرفی مشخصه دینامیکی سیستمها در حوزه زمان و فرکانس، ثابت زمانی و پهنای باند، دستگاههای رسته یک
ششم	مشخصات دینامیکی مبدل ها - ادامه: دستگاههای رسته دو، دستگاههای مرتبه بالاتر، بهبود مشخصات دینامیکی دستگاه، جبرانسازی مدار باز و مدار بسته
هفتم	قابلیت اطمینان: قابلیت اعتماد و نرخ خرابی، سیستم‌های سری و موازی، بهبود قابلیت اطمینان سیستمها
هشتم	مشاهده پذیری و کنترل پذیری: تعیین درست محل و تعداد سنسورها (مروری بر معادلات فضای حالت و قطری کردن)



هفته	سرفصل
نهم	نویز و تداخل: اثرات محیطی، نویز ذاتی، اتصال زمین، تداخلهای الکتریکی و مغناطیسی و قواعد شیلد کردن، انتقال سیگنال بصورت ولتاژ، جریان و یا بصورت دیجیتال
دهم	آماده سازی و پردازش سیگنال: تقویت کننده‌ها، فیلترها
یازدهم	آماده سازی و پردازش سیگنال-ادامه: نمونه برداری، مبانی ارتباط و ارسال فرامین با کامپیوتر، تحلیل‌های حوزه زمان و فرکانس
دوازدهم	انواع سنسورها و مبدل‌ها: مبدل‌های جابجایی، مبدل‌های سرعت و شتاب، اندازه گیری کرنش، تنش، نیرو، فشار
سیزدهم	انواع سنسورها و مبدل‌ها - ادامه: سنسورهای دما (ترموکوپلها، RTD و NTC)، سنسورهای جریان سیال، دیودها و سلول‌های نوری، سنسورهای گاز، صدا و ...
چهاردهم	الکترونیک کاربردی در مکاترونیک: مدارها و عناصر آنالوگ و دیجیتال
پانزدهم	محركه‌ها در سیستم‌های کنترلی (ویژه درس مکاترونیک): سروو موتورهای DC، استپر موتورها، محركه‌های مدرن و ...
شانزدهم	کنترل‌های دیجیتال: مروری بر کنترل دیجیتال به کمک کامپیوتر، میکروکنترلر (کارگاه آموزشی)، کاربرد PLC ها و اتوماسیون صنعتی

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۵	-	٪۴۰	٪۳۰	٪۱۵

#### ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- آزمایشگاه مکاترونیک برای انجام آزمایش‌ها و کارهای عملی دانشجویان به شرح زیر موردنظر است.
- آشنایی و کار با دستگاه‌ها و تجهیزات، قطعات و مدارهای الکترونیک مرسوم در کنترل و ابزار دقیق
  - دریافت، ثبت و پردازش سیگنال توسط دیتالاگر و رایانه، نمونه برداری، پنجره بندی و فیلتر
  - سنسورهای شتاب، سرعت و جابجایی (آزمون ارتعاشات و نویز)، سنسورهای صوتی (آزمون آکوستیک)
  - معرفی پروژه‌های درسی، راهنمایی و راه اندازی پروژه‌ها

#### منابع اصلی:

۱. Cetinkunt, Sabri. Mechatronics with experiments. John Wiley & Sons, ۲۰۱۵.
۲. David, G. Alciatore. Introduction to mechatronics and measurement systems. Mcgraw-Hill education, ۲۰۱۸.
۳. Rolf Isermann, Mechatronic Systems - Fundamentals, Springer, ۲۰۰۵.
۴. Figliola, Richard S., and Donald Beasley. Theory and design for mechanical measurements. John Wiley & Sons, ۲۰۱۵.

#### منابع کمکی:



۵. دکتر رضایی، اندازه گیری الکترونیکی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۸

7. Lawrence J. Kamm, Understanding Electro – Mechanical Engineering, An Introduction to Mechatronics, Prentice – Hall of India Pvt., Ltd., ۲۰۰۰.
۸. De Silva, C.W., Mechatronics-An Integrated Approach, Taylor & Francis, CRC Press, Boca Raton, FL, ۲۰۰۵.



سرفصل درس: اندازه‌گیری پیشرفته									
پیشنیاز یا همنیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: اندازه‌گیری پیشرفته			
	تعداد واحد عملی:				تعداد واحد نظری:		تعداد ساعت: ۴۸		
	تعداد واحد عملی:	الزامی	تخصصی				عنوان درس به انگلیسی: Advanced Measurement		
	تعداد واحد نظری: ۳							اختیاری	
	تعداد واحد عملی: ۰								
آموزش تکمیلی عملی: <input checked="" type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد									
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>									
سال ارائه درس: اول									

#### اهداف درس:

با توجه به اهمیت اندازه‌گیری در صنعت، در این درس دانشجویان با انواع حسگرها و تجهیزات اندازه‌گیری دقیق آشنا می‌شوند. سپس روش‌های ثبت و انتقال داده‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. مباحث مربوط به کاهش نویز، خطا در اندازه‌گیری و پردازش داده‌ها از سایر مباحث درس است. دانشجویان همچنین با کار در آزمایشگاه، روش‌های مطرح شده در درس را به صورت عملی فرا می‌گیرند.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	اصول اندازه‌گیری، خطا در اندازه‌گیری، کالیبراسیون
دوم	اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی
سوم	اندازه‌گیری کمیت‌های شتاب، سرعت، جابجایی و دوران
چهارم	اندازه‌گیری کمیت‌های کرنش، نیرو و گشتاور
پنجم	اندازه‌گیری کمیت‌های فشار، دما و دبی
ششم	مدارهای آماده سازی سیگنال، مدار پل، تقویت کننده، بافر، انتگرال گیر، مشتق گیر
هفتم	بسترهای انتقال اطلاعات (نیوماتیک، کابل، کابل نوری، بی سیم)
هشتم	فیلترهای پایین گذر، بالاگذر و میانگذر، تبدیل آنالوگ به دیجیتال، نمونه برداری، نرخ نایکوئیست
نهم	کار با نرم افزار Labview
دهم	کار عملی در آزمایشگاه
یازدهم	منابع نویز و روش های کاهش نویز
دوازدهم	کاربردهای خاص سیستم های اندازه گیری



سیزدهم	پروتکل های ارتباطی موازی، سریال، RS۲۳۲، RS۴۸۵، اترنت
چهاردهم	انواع شبکه های صنعتی، مدباس، پروفیباس، فیلدباس
پانزدهم	اصول و کاربرد اینترنت اشیا در اندازه گیری
شانزدهم	کار عملی در آزمایشگاه

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۳۰		%۶۰		%۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:  
کلاس، ویدئو پروژکتور، آزمایشگاه، کارت های داده برداری

#### منابع اصلی:

- Ernest O Doblin, Measurement Systems Application and Design, McGraw-Hill, ۲۰۰۴
- Alan S. Morris, Reza Langari, Measurement and Instrumentation: Theory and Application, Butterworth-Heinemann, ۲۰۱۲
- Alan S. Morris, Reza Langari, Measurement and Instrumentation: Theory and Application, Elsevier, ۲nd Ed, ۲۰۱۶
- Arun Shuka, James W Dally, Instrumentation and Sensors for Engineering Applications, College House Enterprises, ۲۰۱۶
- Thomas A. Hughes, Measurement and Control systems, International Society of Automation, ۵th ed., ۲۰۱۵

۶. ابراهیم نجیم، مهدی پورقلی، اصول ابزار دقیق و اندازه گیری، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۵

#### منابع کمکی:

- J. G. Webster, H. Eren, Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook, CRC Press, ۲۰۱۴
- J. G. Webster, H. Eren, Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook, CRC Press, ۲nd ed., ۲۰۱۸
- Diego Galar Pascual, Pasquale Daponte, Uday Kumar, Handbook of Industry ۴.۰ and SMART Systems, CRC Press, ۲۰۱۹



سرفصل درس: رباتیک پیشرفته						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد:	۳	
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	الزامی	نوع واحد	تعداد ساعت:	۴۸	
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری				تخصصی
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

در این درس دانشجویان با مفاهیم پایه علم رباتیک بویژه درمورد بازوهای رباتیکی یا رباتهای پایه ثابت آشنا خواهند شد. این مفاهیم شامل انواع طراحی مکانیزمها و فضای کاری بازوهای رباتیکی، سینماتیک موقعیت مستقیم و معکوس آنها، سینماتیک سرعت مستقیم و معکوس و آشنایی با ماتریس ژاکوبین، برنامه ریزی مسیر، تحلیل دینامیکی (معادلات حرکت) و طراحی کنترلرهای خطی PID می باشند.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه، تاریخچه، تعاریف اولیه و انواع رباتهای پایه ثابت و متحرک، مفاصل و مکانیزمها در بازوهای مکانیکی
دوم	آشنایی با طراحی رباتها و اجزای آنها
سوم	مفاهیم پایه ای ریاضی در رباتیک (بردارها و دستگاههای مختصات): تبدیل مختصات با در نظر گرفتن دوران و جابجائی، نصب دستگاههای مختصات هر عضو، آشنائی با پارامترهای D-H استخراج ماتریس تبدیل مختصات
چهارم	تحلیل سینماتیک موقعیت مستقیم بازوهای مکانیکی سری (روشهای تحلیلی و هندسی)
پنجم	تحلیل سینماتیک موقعیت معکوس بازوهای مکانیکی
ششم	تحلیل سینماتیک سرعت و شتاب و مفاهیم ماتریس ژاکوبین
هفتم	آشنائی با فضاهای کاری متنوع، اشاره به حالات انفراد (تکین)
هشتم	تحلیل استاتیکی نیروها در بازوهای مکانیکی
نهم	طراحی مسیر حرکت ربات: مسیره های زمانی- مکانی
دهم	طراحی مسیر حرکت ربات: طراحی مسیر بهینه زمانی، انواع توابع



یازدهم	مدلسازی و کنترل مفصل مستقل: اضافه سازی دینامیک عملگر DC و بررسی فرکانسهای پایه، بررسی رفتار سیستم‌های رسته دوم
دوازدهم	تحلیل دینامیکی مستقیم بازوهای مکانیکی (روش نیوتن- اویلر و لاگرانژ)
سیزدهم	تحلیل دینامیکی معکوس بازوهای مکانیکی (روش نیوتن- اویلر و لاگرانژ)
چهاردهم	کنترل چندمتغیره حرکت ربات (بر مبنای دینامیک کل ربات)
پانزدهم	طراحی کنترلرهای موقعیت PID برای رباتها
شانزدهم	کنترل موقعیت-نیرو

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

#### منابع اصلی:

1. Craig, John J. Introduction to robotics: mechanics and control, ۴th ed. Pearson, ۲۰۱۷.
2. Murray, Richard M. A mathematical introduction to robotic manipulation. CRC press, ۲۰۱۷.
3. Siciliano, Bruno, et al. Robotics: modelling, planning and control. Springer Science & Business Media, ۲۰۱۰.
4. Spong, Mark W., and Mathukumalli Vidyasagar. Robot dynamics and control. John Wiley & Sons, ۲۰۰۸.

#### منابع کمکی:

5. Angeles, Jorge. Fundamentals of Robotic Mechanical Systems: Theory; Methods, and Algorithms, (Mechanical Engineering Series), ۴th ed. Springer, ۲۰۱۴.
7. Niku, Saeed B. Introduction to robotics: analysis, control, applications. John Wiley & Sons, ۲۰۱۰.



سرفصل درس: کنترل در رباتیک						
<b>پیشنیاز یا همنیاز: کنترل پیشرفته</b>	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	<b>عنوان درس به فارسی:</b> کنترل در رباتیک
	تعداد واحد عملی:				تخصصی	
	تعداد واحد نظری:	الزامی				
	تعداد واحد عملی:		اختیاری			
	تعداد واحد نظری: ۳					
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
<b>سال ارائه درس:</b>						

#### اهداف درس:

هدف از این درس آشنایی دانشجو با مفاهیم اصلی کنترل رباتها بویژه بازوهای رباتیکی (رباتهای پایه ثابت) است. به این منظور ضمن مرور مفاهیم پایه رباتیک مانند سینماتیک و دینامیک حرکت رباتها، برنامه ریزی مسیر حرکت و ...، انواع روش‌های رایج کنترل رباتها (کنترل موقعیت، کنترل نیرو، کنترل همزمان موقعیت-نیرو، کنترل امیدانسی و ...) مورد بحث قرار می‌گیرند.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه، تاریخچه، تعاریف اولیه و انواع رباتهای پایه ثابت و متحرک، اشاره به طراحی رباتها و اجزای آنها
دوم	مرور سینماتیک حرکت رباتها: تبدیل مختصات با در نظر گرفتن دوران و جابجایی، نصب دستگاههای مختصات هر عضو، آشنائی با پارامترهای D-H استخراج ماتریس تبدیل مختصات
سوم	مرور سینماتیک حرکت رباتها: بررسی سینماتیک مستقیم و معکوس رباتها، روابط در سطح موقعیت و سرعت و شتاب و مفاهیم ماتریس ژاکوبین، آشنائی با فضاهای مفصلی و کاری متنوع، اشاره به حالات انفراد و حل سینماتیک معکوس
چهارم	مرور سینتیک حرکت رباتها: اشاره به مدل‌های تراجعی، استخراج روابط لاگرانژ ویژه بررسی حرکت رباتها
پنجم	مرور سینتیک حرکت رباتها: حل سینتیک مستقیم و معکوس، شبیه سازی حرکت
ششم	طراحی مسیر حرکت ربات: مسیرهای زمانی- مکانی، استفاده از چند جمله ایهای درجه سوم و پنجم، طراحی مسیر در فضای کارترین
هفتم	طراحی مسیر حرکت ربات: طراحی مسیر بهینه زمانی، انواع توابع
هشتم	کنترل موقعیت حرکت ربات: اضافه سازی دینامیک عملگر DC و بررسی فرکانسهای پایه، ساده سازی مدل غیر خطی و بررسی رفتار سیستم‌های رسته دوم
نهم	کنترل موقعیت حرکت ربات: طراحی کنترلرهای خطی تناسبی، مشتق گیر و انتگرال گیر





هفته	سرفصل
دهم	کنترل موقعیت حرکت ربات: طراحی کنترلرهای غیر خطی، مدل مبنا در فضای مفصلی و کارترین ژاکوبین ترانهاده و الگوریتم بهبود یافته
یازدهم	کنترل موقعیت حرکت ربات: طراحی کنترلرهای غیر خطی مقاوم، مود لغزشی و مقید و تطبیقی
دوازدهم	کنترل نیرو: کنترل صریح و ضمنی نیرو
سیزدهم	کنترل هیبرید موقعیت و نیرو
چهاردهم	کنترل سختی و کنترل امیدانس
پانزدهم	کنترل جابجائی اجسام
شانزدهم	کنترل‌های ضمنی و کنترل امیدانس چند گانه

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. Craig, John J. Introduction to robotics: mechanics and control, ۴/E. Pearson, ۲۰۱۷.
2. Spong, Mark W., and Mathukumalli Vidyasagar. Robot dynamics and control. John Wiley & Sons, ۲۰۰۸.
3. Murray, Richard M. A mathematical introduction to robotic manipulation. CRC press, ۲۰۱۷.
4. Slotine, Jean-Jacques E., and Weiping Li. Applied nonlinear control. Vol. ۱۹۹. No. ۱. Englewood Cliffs, NJ: Prentice hall, ۱۹۹۱.
5. Hogan, N, Impedance control: An Approach to manipulation, ASME Journal of Dynamic Systems, Measurement & Control, vol. ۱۰۷, pp. ۱-۲۴, ۱۹۸۵

منابع کمکی:

7. Schneider.s. A. and Cannon. R.H., Object Impedance Control for Cooperative Manipulation: Theory and Experimental Results, IEEE Transactions on Robotics and Automation, Vol. ۸, no. ۳, June ۱۹۹۲. pp. ۳۸۳-۳۹۴
۷. Moosavian, S. Ali, Rastegari, R., and Papadopoulos, E, Multiple Impedance Control for Space Free-Flying Robots, AIAA Journal of Guidance, Control, and Dynamics, Vol. ۲۸, no. ۵, pp. ۹۳۹-۹۴۷, September ۲۰۰۵



سرفصل درس: هوش مصنوعی						
<b>پیشنیاز یا همنیاز:</b> <b>ندارد</b>	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	<b>عنوان درس به فارسی:</b> هوش مصنوعی
	تعداد واحد عملی:				تخصصی	
	تعداد واحد نظری:	الزامی				
	تعداد واحد عملی:		اختیاری			
	تعداد واحد نظری: ۳					
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
<b>سال ارائه درس:</b>						

**اهداف درس:**

در این درس دانشجویان پس از آشنایی با شاخصه‌های اصلی هوش طبیعی همچون استدلال، استنتاج، تعمیم، یادگیری و پیش بینی، با روش‌هایی آشنا می‌شوند که به کمک آن‌ها می‌توان فرآیندهای فوق‌را در قالب الگوریتم‌های کامپیوتری به ماشین آموخت. با گذراندن این درس دانشجویان قادر خواهند بود مسایل پیچیده و بدنگاشتی (ill-posed) را که به دلیل در دست نبودن مدل ریاضی آن‌ها و یا به دلیل وجود نامعینی‌های زیاد و پویا بودن محیط، با الگوریتم‌های کلاسیک قابل حل نیستند با استفاده از الگوریتم‌هایی که عمدتاً از هوش طبیعی الهام گرفته شده‌اند حل کنند.

**سرفصل درس:**

سرفصل	هفته
مقدمه ای بر هوش مصنوعی و تاریخچه آن، کاربردهای هوش مصنوعی	اول
تعاریف پایه، عامل‌های هوشمند، محیط‌ها و ساختارهای آن، فضای حالت، روش‌های حل مسأله	دوم
حل مسأله با جستجو، الگوریتم‌های جستجو، روش‌های بدون آگاهی، روش‌های آگاهانه	سوم
روش جستجوی *A، جستجو در محیط‌های نیمه مشاهده پذیر و غیر قطعی، جستجو با وجود قیود	چهارم
جستجوی محلی، الگوریتم ژنتیک	پنجم
روش‌های استدلال، منطق گزاره‌ای، منطق مرتبه اول، استنتاج منطقی، پایگاه دانش و بازنمایی آن	ششم
سیستم‌های خبره، روش‌های استنتاج، سیستم‌های خبره مبتنی بر قانون، استنتاج مبتنی بر استدلال موردی	هفتم
عدم قطعیت‌ها، استدلال احتمالاتی	هشتم
سیستم‌های طبقه بندی یادگیرنده، ساختار کلی عامل‌های یادگیرنده، تولید قوانین	نهم
روش‌های یادگیری، یادگیری با نظارت و بدون نظارت، یادگیری تقویتی	دهم



هفته	سرفصل
یازدهم	منطق فازی، مجموعه‌های فازی، طبقه بندی فازی
دوازدهم	شبکه ی بیزی، استنتاج در شبکه ی بیزی
سیزدهم	روش های تصمیم گیری، فرایند مارکوف
چهاردهم	درخت تصمیم
پانزدهم	آشنایی با شبکه‌های عصبی مصنوعی و کاربرد آن، پرسپترون چند لایه
شانزدهم	طبقه بندی، خوشه بندی، روش k-نزدیکترین همسایه، شبکه‌های خود سازمان ده

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

#### منابع اصلی:

1. S. Russel, P. Norvic, Artificial Intelligence: A modern approach, ۳rd edition, Prentice-Hall, ۲۰۰۹
۲. Crina Grosan, Ajith Abraham, Intelligent Systems: A Modern Approach, Springer, ۲۰۱۱
۳. Denis Rothman, Artificial Intelligence By Example, Packt Publishing, ۲۰۱۸

#### منابع کمکی:

۴. Christopher Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, ۲۰۱۳
۵. Sandhya Samarasinghe, Neural Networks for Applied Sciences and Engineering: From Fundamentals to Complex Pattern Recognition, CRC Press, ۲۰۱۶



سرفصل درس: هپتیک						
پیشنیاز یا همنیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: هپتیک
	تعداد واحد عملی:				تخصصی	تعداد ساعت: ۴۸
	تعداد واحد نظری:	الزامی				
	تعداد واحد عملی:	اختیاری				
تعداد واحد نظری: ۳						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم اولیه و اصول طراحی فناوریهای مرتبط با هپتیک است؛ یعنی فناوریهایی که دربرگیرنده تعامل انسان با اجسام واقعی، مجازی یا راه دور از طریق حس لامسه است.

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
مقدمه ای بر علم و فناوری هپتیک	اول
آشنایی با هپتیک انسانی	دوم
بکارگیری اصطکاک متغیر در سیستمهای هپتیک	سوم
آشنایی با اجزا دستگاههای هپتیک شامل زنجیرههای سینماتیکی، سنسورها و عملگرها	چهارم
طراحی مکانیکی دستگاههای هپتیک شامل زنجیرههای انتقال قدرت	پنجم
مدلسازی دینامیکی دستگاههای هپتیک	ششم
طراحی و پیاده سازی کنترلرهای امپدانس و ادیمیتانس در نمایشگرهای هپتیک	هفتم
پایداری نمایشگرهای هپتیک به روش passivity	هشتم
هپتیک رندرینگ	نهم
مدلسازی سطوح هپتیک و اجسام تغییر شکل پذیر	دهم
ارزیابی عملکردهای انسانی در تعاملات هپتیک	یازدهم
هپتیک و سیستمهای تله رباتیکی	دوازدهم



سیزدهم	آشنایی با سیستم‌های کنترلی در تله رباتیک
چهاردهم	شفافیت و پایداری در سیستم‌های کنترلی تله رباتیک
پانزدهم	آشنایی با تحقیقات به روز در حوزه هپتیک
شانزدهم	آشنایی با تحقیقات به روز در حوزه هپتیک

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. Lin, M.C., Haptic Rendering: Foundations, Algorithms, and Applications, AKPeters/CRC press, ۲۰۰۸.
۲. Kern, Th, A., Engineering Haptic Devices, Springer, ۲۰۰۸.
۳. Mihelj, M., Podobnik, J., Haptics for Virtual Reality and Teleoperation, Springer, ۲۰۱۲.
۴. Lynette Jones, Haptics (MIT Press Essential Knowledge series), ۲۰۱۸.

منابع کمکی:

۵. Kuleshov, V.S. and Lakota, N.A. Remotely Controlled Robots and Manipulators. Moscow, Mir Publishers, ۲۰۰۸.



سرفصل درس: ارتعاشات غیرخطی						
پیشنیاز یا همنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ارتعاشات غیرخطی
	تعداد واحد عملی: -				تخصصی	تعداد ساعت: ۴۸
	تعداد واحد نظری:	الزامی				
	تعداد واحد عملی:	اختیاری				
	تعداد واحد نظری: ۳					
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input checked="" type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس: اول و یا دوم						

#### اهداف درس:

هدف اصلی این درس، بررسی ارتعاشات غیر خطی سیستم‌های دینامیکی از نظر مکانیزم ایجاد ارتعاشات است. در نظر گرفتن مدل غیر خطی هر یک از المان‌های یک سیستم ارتعاشی در یک سیستم دینامیکی منجر به معادله غیرخطی برای سیستم می‌شود. آشنایی با معادلات غیر خطی این سیستم‌ها و فراگیری حل تحلیلی و عددی این معادلات و برقراری ارتباط بین دانسته‌های سیستم‌های خطی با سیستم‌های غیر خطی از دیگر اهداف این درس می‌باشد.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر مبانی ارتعاشات و مرور ارتعاشات خطی
دوم	بررسی ارتعاشات آزاد با خاصیت فنریت غیر خطی (فنر نرم، فنر سخت). بررسی روش‌های حل دقیق و حل تقریبی در این نوع از سیستم‌ها.
سوم	آشنایی با روش صفحه فازی برای سیستم‌های یک درجه آزادی غیر خطی، مشخصات صفحه فازی، نقاط منفرد، سیکل‌های حدی.
چهارم	استفاده از روش انرژی برای بررسی مسیرهای صفحه فازی.
پنجم	سیستم‌های ارتعاشی که نیروی بازگرداننده آنها خطی با تغییر علامت باشند.
ششم	بررسی ناحیه مرده در سیستم‌های ارتعاشی.
هفتم	استفاده از روش‌های تقریبی در تحلیل سیستم‌های ارتعاشی غیر خطی. روش ترسیم <i>Isocline</i> ، روش ترسیم <i>Lienard</i> .
هشتم	بررسی روش‌های تحلیلی در حل سیستم‌های ارتعاشی غیر خطی. روش نوسانات کوچک، روش تعادل هارمونیک
نهم	سیستم‌های مرتعش غیرخطی با نیروی مقاوم بر حرکت. اصطکاک خشک یا اصطکاک کولمب، اصطکاک خشک و نیروی بازگرداننده غیر خطی قطعه قطعه.



هفته	سرفصل
دهم	روش‌های اختلالات کوچک (Perturbation) برای سیستم‌های غیر خطی ضعیف.
یازدهم	سیستم‌های ارتعاشات غیر خطی اجباری با نیروی مقاومت غیر خطی. بررسی پدیده پرش (Jump Phenomena).
دوازدهم	بررسی تشدید با فرکانس‌های فوق هارمونیک و زیرهارمونیک (Super harmonic and Sub harmonic Resonance)، کاربردها و مثال‌ها
سیزدهم	معادله واندرپول (Van der Pol) در سیستم‌های خود مرتعش. 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 (Slowly Varying Amplitude).
چهاردهم	ارتعاشات پارامتر Parametrically Self Excited Vibrations. بررسی نوسانات آونگی که نقطه آویز آن تحت تاثیر جابجائی پریودیکی واقع می‌شود. 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.
پانزدهم	ارتعاشات اجباری با فنر غیر خطی. ارتعاشات اجباری با اصطکاک خشک و نیروی بازگرداننده خطی.
شانزدهم	ارتعاشات مرتبط Coupled Vibrations.

#### ارزشیابی:

تکلیف و پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۲۰		%۴۵	%۳۵	

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: ----

#### منابع اصلی:

1. Nyfeh, Ali Hasan and Dean T. Mook, Nonlinear Oscillations, John Wiley and Sons, ۱۹۹۵.
2. Stoker, J.J. Nonlinear Vibrations in Mechanical and Electrical Systems, John Wiley and Sons, ۱۹۹۲.
3. Livija Cveticanin, Strong Nonlinear Oscillators: Analytical Solutions (Mathematical Engineering), Springer, ۲۰۱۸.

#### منابع کمکی:

4. Ivana Kovacic & Michael J. Brennan, The Duffing Equation: Nonlinear Oscillators and their Behaviour, John Wiley and Sons, Ltd.; ۲۰۱۱
5. Minorsky, Nicholas: Nonlinear Oscillations; Melbourne, FL: Krieger Publishing, ۱۹۷۴.



سرفصل درس: ارتعاشات اتفاقی					
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ارتعاشات اتفاقی
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری:	الزامی	نوع واحد		عنوان درس به انگلیسی: Random Vibration
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری: ۳	تعداد ساعت: ۴۸			
تعداد واحد عملی: ۰					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد					
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>					
سال ارائه درس:					

#### اهداف درس:

تحریک‌های تصادفی نوعی از تحریک‌های اعمال شده به سیستم‌های مکانیکی هستند که دارای رفتار غیر قطعی می‌باشند و در فرایندهای اتفاقی نظیر زلزله، باد و جریان‌های متلاطم ایجاد می‌گردند. روش‌های متداول بدست آوردن پاسخ سیستم‌های خطی به ورودی‌های قطعی در مورد فرآیندهای تصادفی کارآیی نداشته و باید از روش‌های خاص فرایندهای تصادفی برای محاسبه‌ی پاسخ استفاده کرد. مباحث اصلی این درس شامل شناخت فرایندهای تصادفی و مشخصات آنها در حوزه زمان و فرکانس، توابع همبستگی و چگالی طیفی توان، به دست آوردن پاسخ سیستم‌های خطی به تحریک‌های اتفاقی و بررسی مشخصات پاسخ یک سیستم مرتبه دو به تحریک اتفاقی است.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مروری بر ارتعاشات سیستم‌های یک درجه آزادی، چند درجه آزادی، پاسخ ضربه و پاسخ فرکانسی
دوم	مقدمه‌ای بر آمار، امید ریاضی، متغیرهای تصادفی گسسته و پیوسته، توزیع نرمال و ...
سوم	توزیع احتمال توأم چند متغیر تصادفی، توزیع شرطی و همبستگی (correlation)
چهارم	فرایندهای تصادفی و مفهوم sample و ensemble، انواع فرایندهای stationary و non-stationary
پنجم	متوسط گیری و امید ریاضی، ممان‌های آماری، توابع همبستگی
ششم	تحلیل فوریه، تابع چگالی طیفی توان
هفتم	مدل‌های تحریک اتفاقی، حرکت براونی، فرایند پواسون، نویز سفید و رنگی
هشتم	ارتباط بین تحریک و پاسخ در سیستم‌های خطی
نهم	پاسخ سیستم یک درجه آزادی به تحریک تصادفی در حوزه ی زمان
دهم	پاسخ سیستم‌های یک درجه آزادی به تحریک تصادفی در حوزه ی فرکانس





یازدهم	بررسی خصوصیات سیگنال‌های تصادفی با باند باریک
دوازدهم	دقت در اندازه‌گیری، آنالیز طیفی دیجیتال
سیزدهم	پاسخ سیستم‌های چند درجه آزادی به تحریک تصادفی
چهاردهم	پاسخ سیستم‌های پیوسته به تحریک تصادفی
پانزدهم	کاربردهای ارتعاشات اتفاقی، انواع تحریک تصادفی، شکست ناشی از بارگذاری تصادفی
شانزدهم	کار تجربی در آزمایشگاه یا شبیه‌سازی در نرم افزار

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۲۰	۰	٪۵۰	٪۲۰	٪۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کلاس به همراه ویدئو پروژکتور

#### منابع اصلی:

۱. D. E. Newland, An Introduction to Random Vibrations, Spectral and Wavelet analysis, ۳<sup>rd</sup> edition Longman, ۱۹۹۳
۲. Loren D. Lutes, shahram Sarkani, Random Vibrations analysis of Structural and Mechanical Systems, Elsevier, ۲۰۰۴
۳. Christian Lalanne, Mechanical Vibration and Shock analysis-Part۳: Random Vibration, Wiley, ۲۰۰۹
۴. S. S. Rao, Mechanical Vibrations, ۶<sup>th</sup> edition, Pearson, ۲۰۱۸

#### منابع کمکی:

۵. Ali Grami, Probability, Random Variables, Statistics, and Random Processes: Fundamentals & Applications, John Wiley & Sons, ۲۰۱۹
۶. Matthew A. Carlton, Jay L. Devore, Probability with Applications in Engineering, Science, and Technology, Springer, ۲۰۱۷



سرفصل درس: دینامیک ماشین‌های دوار						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: دینامیک ماشین‌های دوار
	تعداد واحد عملی:				الزامی	تعداد ساعت: ۴۸
	تعداد واحد نظری:	اختیاری				
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳					
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input checked="" type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input checked="" type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس: سال اول						

#### اهداف درس:

آشنایی با دینامیک ماشین‌های دوار از جمله توربوماشین‌ها، توانایی مدل‌سازی آنها، شبیه‌سازی و تحلیل دینامیکی و ارتعاشی روتورها از اهداف اصلی این درس است. همچنین آشنایی با نحوه مدل‌سازی ترک، و نحوه مدل‌سازی یاتاقانها در ماشین‌های دوار از جمله اهداف دیگر این درس است.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر دینامیک و ارتعاشات روتور
دوم	مباحث اولیه در دینامیک روتور: روتور جفکات
سوم	مدل روتور با ۴ درجه آزادی با در نظر گرفتن اثر ژيروسکوپی
چهارم	مدلسازی گسسته چند درجه آزادی روتورها: روش‌های ماتریس انتقال و امان محدود، و کاهش درجات آزادی
پنجم	غیرهمگنی روتورها یا تکیه‌گاه‌ها، برهمکنش روتور با یاتاقان‌ها
ششم	ارتعاشات پیچشی در روتور
هفتم	نحوه محاسبه انرژی پتانسیل کرنشی در محور دوار و روتور
هشتم	مدلسازی پیوسته روتور با استفاده از اصل همپلتون
نهم	استفاده از روش مودهای فرضی برای حل معادلات حاکم بر روتور مدلسازی شده به صورت پیوسته
دهم	مدلسازی یاتاقان‌های غلتشی در ماشین‌های دوار
یازدهم	مدلسازی یاتاقان‌های لغزشی در ماشین‌های دوار
دوازدهم	نحوه مدل‌سازی ترک و شیار در روتور و محور دوار



سیزدهم	بالانس در ماشینهای دوار
چهاردهم	هم محوری در ماشینهای دوار
پانزدهم	مطالعه موردی و حل مثال
شانزدهم	آشنایی با تحقیقات روز دنیا در حوزه دینامیک ماشینهای دوار

ارزشیابی:

تکلیف و پروژه	آزمونهای نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۲۰		%۴۵	%۳۵	

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: ----

منابع اصلی:

1. G. Genta, Dynamics of Rotating Systems, Springer, ۲۰۰۵.
۲. Y. Ishida and T. Yamamoto, Linear and Nonlinear Rotordynamics, John Wiley & Sons, Inc., ۲۰۱۲.
۳. M. Adams, Rotating Machinery Vibration, CRC Press, ۲۰۱۰.
۴. M. S. Forsthoffer, More Best Practices for Rotating Equipment, ۲۰۱۷.

منابع کمکی:

۵. Y. Wu, S. Li, S. Liu, H. Dou and Z. Qian, Vibration of Hydraulic Machinery, Springer, ۲۰۱۳.
۶. Muszynska, Rotordynamics, CRC Press, Taylor & Francis Group, ۲۰۰۵.
۷. J. Vance, F. Zeidan and B. Murphy, Machinery Vibration and Rotordynamics, John Wiley & Sons, Inc., ۲۰۱۰.
۸. M. Lalanne, G. Ferraris, Rotordynamics Prediction in Engineering, John Wiley & Sons, Inc., ۱۹۹۸.



سرفصل درس: آکوستیک مهندسی						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: آکوستیک مهندسی
	تعداد واحد عملی:				تخصصی	تعداد ساعت: ۴۸
	تعداد واحد نظری:	الزامی				
	تعداد واحد عملی:		اختیاری			
	تعداد واحد نظری: ۳					
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

**اهداف درس:**

هدف درس آشنائی با مبانی مهندسی و معادلات صدا و نحوه پخش و پدیده‌های مؤثر بر آن است. مدلسازی حرکت موج و حل معادلات موج در محیطهای مختلف جامد و سیال از جمله دیگر اهداف این درس است.

**سرفصل درس:**

سرفصل	هفته
کلیات و تعاریف صدا: سرعت صوت، تراز فشار صدا، توان صوتی، تراز توان صدا	اول
کلیات و تعاریف صدا: شدت صوتی، تراز شدت صدا، قوانین جبری حاکم بر ترازهای صوتی	دوم
سامانه‌های ساده ارتعاشی: یادآوری اصول ارتعاشی، موج‌های عرضی در ریسمان، معادله موج یک بعدی و حل آن	سوم
سامانه‌های ساده ارتعاشی: بازتاب در مرز، ارتعاش اجباری یک ریسمان با طول محدود و نامحدود، مدهای نرمال	چهارم
سامانه‌های ساده ارتعاشی: معادله موج دو بعدی، ارتعاشات پوسته و ورق	پنجم
معادله موج و حل‌های ساده آن: معادله حالت، معادله پیوستگی، معادله نیرو، معادله خطی موج، سرعت صوت در سیالات	ششم
معادله موج و حل‌های ساده آن: موج تخت هارمونیک، چگالی انرژی، شدت صوتی،	هفتم
معادله موج و حل‌های ساده آن: امپدانس آکوستیکی ویژه، موج‌های کروی	هشتم
بازتاب و انتقال: تابش عمودی، انتقال از لایه به یک سیال، تابش مایل	نهم
تشعشع صوت: تشعشع از کره مرتعش، منبع خط پیوسته، تشعشع از یک پیستون دوار	دهم
انتشار صوت در کانال و اتاق	یازدهم
آکوستیک زیر آبی: سرعت صوت در دریا، اتلاف انتقال صوت	دوازدهم
آکوستیک زیر آبی: پدیده‌های شکست، کانال‌های صوتی	سیزدهم



چهاردهم	روش‌های کنترل صدا: محاسبه STC، روش‌های کلی کاهش نویز، برنامه ریزی فضایی، محفظه‌ها، موانع
پانزدهم	روش‌های کنترل صدا: مافلرها، جاذب صدا، عایق بندی ارتعاش، کنترل نویز فعال (active)
شانزدهم	ابزارهای اندازه‌گیری نویز و منابع نویز، میکروفون ها و کالیبراسیون آن ها، استانداردهای انتشار صدا، پخش صدا در محیط بسته

کتاب درسی  
ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. L.E. Kinsler, A.R. Frey, A.B. Coppens, J.V. Sanders, Fundamentals of acoustics, Wiley-VCH, ۱۹۹۹.
۲. F. Fahy, D. Thompson, Fundamentals of sound and vibration, CRC Press, ۲۰۱۶.
۳. F. Fahy, J. Walker, Advanced applications in acoustics, noise and vibration, CRC Press, ۲۰۱۸.
۴. F.J. Fahy, Foundations of engineering acoustics, Elsevier, ۲۰۰۰.

منابع کمکی:

۵. F.J. Fahy, P. Gardonio, Sound and structural vibration: radiation, transmission and response, Elsevier, ۲۰۰۷.
۶. I.L. Ver, L.L. Beranek, Noise and Vibration Control Engineering-Principles and Applications, Wiley, ۲۰۰۶: Noise and Vibration Control Engineering-Principles and Applications, Bukupedia, ۲۰۰۶.



سرفصل درس:						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: پایش وضعیت و عیب یابی ماشین ها
	تعداد واحد عملی:				تخصصی	تعداد ساعت: ۴۸
	تعداد واحد نظری:	الزامی				
	تعداد واحد عملی:	اختیاری				
	تعداد واحد نظری: ۳					
	تعداد واحد عملی: ۰					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

پایش وضعیت یکی از ابزار نگهداری و تعمیرات پیش بینانه است. در این درس دانشجویان توانایی انتخاب، پیاده سازی و بکار گیری تکنیک های مختلف پایش وضعیت در پایش و عیب یابی ماشین ها و تجهیزات صنعتی را بدست می آیند. این تکنیک ها شامل آنالیز ارتعاشات، آنالیز روغن، ترموگرافی، آکوستیک امیشن و ... است.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	روشهای نگهداری و تعمیرات، روش های نگهداری عکس العملی، پیش گیرانه و پیش بینانه
دوم	شناخت اجزای اصلی ماشین ها و عوامل خرابی در ماشین ها
سوم	تکنیک های پایش وضعیت، بازرسی ظاهری، ترموگرافی، آنالیز روغن، ارتعاشات
چهارم	آکوستیک امیشن، آنالیز جریان، عملکرد
پنجم	آشنایی با طرز کار انواع سنسورهای ارتعاشات، نحوه نصب سنسور، ارتعاشات مطلق و نسبی
ششم	سیستم داده برداری، کاندیشنرها، مبدل های آنالوگ به دیجیتال، داده برداری پرتابل و آنالاین
هفتم	نحوه اندازه گیری و بیان دامنه، فرکانس و زاویه فاز در ارتعاشات، بردار ارتعاشات، استانداردهای مرتبط
هشتم	سرعت بحرانی ماشین ها، پاسخ ارتعاشی سیستم های یک درجه آزادی و چند درجه آزادی، ارتعاشات روتور
نهم	تبدیل فوریه گسسته، استفاده از توابع پنجره، خطای ناشی، رزولوشن فرکانسی
دهم	تبدیل هیلبرت، مدولاسیون دامنه، آنالیز انولوپ، آنالیز کپستروم، نمودار اربیت شفت، نمودارهای بود و نایکوئیست
یازدهم	مشخصه های ارتعاشی عیوب روتور شامل نامیزانی، ناهمراستایی، خمیدگی، لقی و سایش



مشخصه‌های ارتعاشی و روش های تشخیص عیوب یاتاقان های لغزشی و یاتاقان های غلتشی	دوازدهم
مشخصه‌های ارتعاشی در سیستم های انتقال توان چرخ دنده و تسمه	سیزدهم
مشخصه‌های ارتعاشی عیوب در توربوماشین ها، ماشین های الکتریکی و ماشین های رفت و برگشتی	چهاردهم
بررسی مثال های عملی و صنعتی	پانزدهم
روش های کاهش ارتعاش، بالانس روتورها، همراستاسازی	شانزدهم

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۲۰	۰	%۵۰	%۲۰	%۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:  
کلاس به همراه ویدئو پروژکتور، تجهیزات اندازه گیری ارتعاشات

#### منابع اصلی:

1. Robert B. Randall, Vibration-based Condition Monitoring, John Wiley & Sons, ۲۰۱۱
۲. James I. Taylor, The Vibration Analysis Handbook, ۲nd edition, Vibration Consultants, ۲۰۰۳
۳. Donald Bently, Fundamentals of Rotating Machinery Diagnostics, ASME Press, ۲۰۰۳
۴. Shrikant Bhave, Condition Monitoring in Large Thermal Power Plants: Power Plant Condition Monitoring, Notion Press, ۲۰۱۷
۵. Asoke K. Nandi, Hosameldin Ahmed, Condition Monitoring with Vibration Signals: Compressive Sampling and Learning Algorithms for Rotating Machines, Wiley, ۲۰۱۹

#### منابع کمکی:

7. David Bukowitz, Mohsen Nakhaeinejad, Practical Vibration Analysis of Machinery: Case Studies, Create Space Independent Publishing Platform, ۲۰۱۱
۸. Osami Matsushita, Masato Tanaka, Hiroshi Kanki, Masao Kobayashi, Patrick Keogh, Vibrations of Rotating Machinery: Volume ۱. Basic Rotordynamics: Introduction to Practical Vibration Analysis, Springer, ۲۰۱۷
4. Mayorkinos Papaelias, Fausto Pedro Garcia Marquez, Alexander Karyotakis, Non-Destructive Testing and Condition Monitoring Techniques for Renewable Energy Industrial Assets, Elsevier Science, ۲۰۱۹



سرفصل درس: کنترل ارتعاشات							
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد:	۳	عنوان درس به فارسی: کنترل ارتعاشات	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	الزامی	نوع واحد	تعداد ساعت:	۴۸		عنوان درس به انگلیسی: Vibration Control
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری					
تعداد واحد عملی:							
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>							
سال ارائه درس: سال اول به بعد							

#### اهداف درس:

هدف ارائه مبانی پیشرفته مقابله با ارتعاشات شامل روش‌های استفاده کننده از روش‌های کنترل فعال و غیر فعال است. در این درس ملاحظات طراحی ارتعاشاتی مرتبط با انتخاب مواد، مواد هوشمند و روش‌های اندازه‌گیری ارتعاشات نیز مورد بحث قرار می‌گیرند.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه
دوم	مرور ارتعاشات
سوم	مبانی کنترل ارتعاشات
چهارم	کنترل در منشا ارتعاشی
پنجم	جدا سازی ارتعاشی
ششم	مکانیزمهای تولید ارتعاشات- دسته بندی منابع
هفتم	ارتعاشات خود تحریک-ارتعاشات ناشی از سیال
هشتم	بالانس روتورهای صلب و انعطاف پذیر
نهم	مدلهای میرایی و ملاحظات طراحی ارتعاشی
دهم	کنترل غیر فعال ارتعاشات-مبانی
یازدهم	طراحی جاذب ارتعاشات- جاذب بهینه
دوازدهم	کمک فنر و جداکننده‌های دارای سفتی و میرایی





سیزدهم	کنترل فعال ارتعاشات-مبانی
چهاردهم	مواد پیزو الکترونیک
پانزدهم	سیالات الکترورنولوژی و مگنتورنولوژی-مواد مگنتو و الکتروستریکتیو-آلیاژهای حافظه دار
شانزدهم	اندازه‌گیری و کنترل ارتعاشات-نرم افزارها

ارزشیابی:

تکلیف و پروژه‌ها	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۵۰		%۲۵	%۲۵	

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: ----

منابع اصلی:

1. Inman. D. J., Vibration with Control, John Wiley & Sons, Inc., ۲۰۱۷.
۲. Rao.S.,S., Mechanical Vibrations, ۹th Edition, Prentice Hall, ۲۰۱۱.
۳. Gawronski,W.K., Advanced Strucural Dynamics and Active Control of Structures, Springer, ۲۰۰۴.
۴. Preumont,A., Vibration Control of Active Structures, An Introduction ,۳rd edition, Springer, ۲۰۱۲.
۵. Genta,G., Vibration Dynamics and Control, Springer, ۲۰۰۹.
۶. Ver,I.L., Beranek,L.L., Noise and Vibration Control Engineering Principles and Applications, ۲nd Edition, Wiley, ۲۰۰۶.
۷. Gandhi, M.V.,Thompson,B.S., Smart Materials and Structures, Chapman & Hall,۱۹۹۲.
۸. Norton, M. P., Karczub, D. G., Fundamentals of Noise and Vibration Analysis for Engineers, ۲nd edition, Cambridge University Press, ۲۰۱۲.

منابع کمکی:

۹. Preumont, A., Twelve Lectures on Structural Dynamics, Active Structures Laboratory, Department of Mechanical Engineering and Robotics, University Libre de Bruxelles, ۲۰۱۳.
۱۰. Moheimani, S.O.R., Fleming, A.J., Piezoelectric Transducers for Vibration Control and Damping, Springer, ۲۰۰۶.
۱۱. Wagg, D., Neild,S., Nonlinear Vibration with Control, Springer, ۲۰۱۰.
۱۲. Gerhard Schweitzer,G., Msalen.E.H., Magnetic Bearing Theory, Design and Application to Rotating Machinery, Springer, ۲۰۰۹.



سرفصل درس: شبکه‌های عصبی مصنوعی					
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شبکه‌های عصبی مصنوعی
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری:	الزامی	نوع واحد		عنوان درس به انگلیسی: Artificial Neural Networks
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری			
تعداد واحد عملی: ۰					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد					
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>					
سال ارائه درس:					

#### اهداف درس:

شبکه‌های عصبی مصنوعی کارایی خود را در حل مسائل پیچیده در حوزه‌های مختلف مهندسی اثبات نموده‌اند. در این درس اصول و مبانی شبکه‌های عصبی آموزش داده می‌شود. سپس انواع شبکه‌های عصبی و الگوریتم‌های یادگیری بررسی می‌گردد. این درس پروژه محور بوده و بکارگیری انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی در حل مسائل مختلف مهندسی مانند برازش منحنی، طبقه بندی، تشخیص الگو و پیش‌بینی رفتار در یک محیط برنامه‌نویسی از خواسته‌های این درس است.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه بر روش های محاسباتی نرم، مرور شبکه‌های عصبی و تاریخچه آن
دوم	ساختار شبکه عصبی طبیعی، عملکرد نورون، مدل ریاضی نورون، توابع فعالسازی
سوم	شبکه‌ی پرسپترون تک لایه، بررسی مسأله طبقه بندی، یادگیری، همگرایی
چهارم	رگرسیون خطی، الگوریتم حداقل میانگین مربعات (LMS)
پنجم	شبکه پرسپترون چند لایه، الگوریتم پس انتشار خطا
ششم	الگوریتم های یادگیری، یادگیری با ناظر، یادگیری تقویتی
هفتم	کار با نرم افزار، حل مسائل کاربردی، مسائل درونیایی، مسائل طبقه بندی، اعتبارسنجی، آزمون، همگرایی
هشتم	خوشه بندی به روش K-Means، الگوریتم RLS، شبکه‌ی تابع پایه شعاعی، استفاده از توابع کرنل
نهم	ماشین های بردار پشتیبان (SVM) در طبقه بندی، توابع کرنل غیرخطی
دهم	شبکه‌های کانولوشن، یادگیری عمیق
یازدهم	یادگیری بدون ناظر، یادگیری رقابتی، شبکه‌های خودسازمان ده (SOM)



دوازدهم	شبکه‌های ART، شبکه‌ی عصبی احتمالی PNN
سیزدهم	شبکه‌ی هاپفیلد، ماشین بولتزمن
چهاردهم	شبکه‌های Recurrent
پانزدهم	انتخاب ویژگی‌ها، روش‌های کاهش ابعادی، آنالیز مؤلفه‌های اصلی، مفاهیم تئوری اطلاعات
شانزدهم	کاربردهای مهندسی شبکه‌های عصبی

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۲۰	۰	%۵۰	%۲۰	%۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کلاس به همراه ویدئو پروژکتور

#### منابع اصلی:

1. Simon O. Haykin, Neural Networks and Learning Machines, 3rd edition, Pearson Education, ۲۰۰۹
2. Sandhya Samarasinghe, Neural Networks for Applied Sciences and Engineering: From Fundamentals to Complex Pattern Recognition, CRC Press, ۲۰۱۶
3. Daniel Graupe, Deep Learning Neural Networks: Design and Case Studies, World Scientific Publishing, ۲۰۱۶
4. Charu C. Aggarwal, Neural Networks and Deep Learning: A Textbook, Springer, ۲۰۱۸

#### منابع کمکی:

5. Ethem Alpaydm, Introduction to Machine Learning, MIT Press, ۲۰۱۰
6. Christopher Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, ۲۰۱۳
7. Ke-Lin Du, M. N. S. Swamy, Neural Networks and Statistical Learning, Springer Nature, ۲۰۱۹
8. Sebastian Raschka, Vahid Mirjalili, Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow ۲, 3rd ed., Packt Publishing, ۲۰۱۹



سرفصل درس: سیستم‌های کنترل هوشمند						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سیستم‌های کنترل هوشمند
	تعداد واحد عملی:				الزامی  اختیاری	
	تعداد واحد نظری:					
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳					
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

آشنایی با مدل‌سازی و کنترل غیرخطی سیستم‌های دینامیکی با روش‌های هوشمند شامل رویکردهای شبکه عصبی، منطق فازی، روش وراثت و عامل‌های هوشمند

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
مقدمه و معرفی سیستم‌های کنترل هوشمند	اول
ساختار شبکه‌های عصبی و انواع آن	دوم
یادگیری در شبکه‌های عصبی	سوم
انواع راهبردهای کنترلی (control strategies) با استفاده از شبکه عصبی	چهارم
مجموعه‌های فازی	پنجم
قوانین و استنتاج فازی	ششم
طراحی کنترل کننده‌های فازی	هفتم
شبکه‌های عصبی-فازی و مزایا و معایب آنها	هشتم
طراحی سیستم POPFNN	نهم
آشنایی با روش‌های تکاملی	دهم
طراحی و پیاده سازی روش وراثت (genetic algorithm)	یازدهم
عامل‌های هوشمند و ساختار آنها	دوازدهم



سیزدهم	دسته‌بندی عامل‌های هوشمند
چهاردهم	کاربرد عامل‌های هوشمند در کنترل سیستم‌ها
پانزدهم	بررسی موردی از کاربردهای اخیر سیستم‌های کنترل هوشمند
شانزدهم	ارائه پروژه

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. Russell, S., Norvig, P., Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd Edition), Pearson Education India, ۲۰۱۰.
2. Passino, K. M. Intelligent control: biomimicry for optimization, adaptation, and decision-making. Computer Control and Automation, ۲۰۰۴.
3. Cai, Zi-Xing. Intelligent control: principles, techniques and applications. Vol. ۷. World Scientific, ۱۹۹۷.
4. Szederkényi, Gábor, Rozália Lakner, and Miklós Gerzson. Intelligent control systems: an introduction with examples. Vol. ۶۰. Springer Science & Business Media, ۲۰۰۶.

منابع کمکی:

5. Lu, Yong-Zai, and Yung-tsai Lü. Industrial intelligent control: fundamentals and applications. John Wiley & Sons, ۱۹۹۶.
7. Valavanis, Kimon P., and George N. Saridis. Intelligent robotic systems: theory, design and applications. Vol. ۱۸۲. Springer Science & Business Media, ۲۰۱۲.



سرفصل درس: ریاضیات پیشرفته ۲						
پیشنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ریاضیات پیشرفته ۲
	تعداد واحد عملی:				الزامی	
	تعداد واحد نظری:	اختیاری	عنوان درس به انگلیسی: Advanced Mathematics II			
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳					
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

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.

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
روش جداسازی متغیرها: در دستگاه‌های مختصات دکارتی، استوانه‌ای و کروی	اول
کاربردهائی از آنالیز مختلط: انتگرال وارون مختلط، تبدیل مختلط فوریه و وارون آن	دوم
اصل آوند، قضیهٔ روشه، معیار نایکوئیست، اصل اساسی جبر	سوم
تئوری پتانسیل، مسائل دیریشله و نیومن، نگاشت همدیس، نگاشت شوارتز، نگاشت ژوکوفسکی	چهارم
تابع گرین: معرفی، مفاهیم و مزایا، کاربردها	پنجم
حساب تغییرات و کاربردها: شرایط مرزی طبیعی و گذرا	ششم
حساب تغییرات و کاربردها: روش ریتز، روش کانتورویچ (Kantorowitsch)	هفتم
Perturbation method: Regular perturbation	هشتم
Perturbation method: Singular perturbation	نهم
Perturbation method: Homotopy perturbation	دهم
Similarity solution: example of similarity solution	یازدهم
Similarity solution: Free parameter method	دوازدهم
Similarity solution: Separation of variables method	سیزدهم
Similarity solution: Dimensional analysis	چهاردهم



پانزدهم	توابع خاص: تابع گاما و دایگاما، توابع بسل و نمایش انتگرالی آنها، نمایش بازگشتی و روابط مشتق
شانزدهم	مسأله استورم لیوویل و تعامد توابع بسل، توابع لژاندر

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. M. D. Greenberg, Foundations of Applied Mathematics, Dover Publications, ۲۰۱۳.
۲. J. Farlow, Partial Differential Equations for Scientists and Engineers, Dover Books, ۲۰۱۲.
۳. K. F. Riley, M. P. Hobson, S. J. Bence, Mathematical Methods for Physics and Engineering: A Comprehensive Guide ۳rd Edition, Cambridge University Press, ۲۰۰۶.
۴. C. R. Wylie, Advanced engineering mathematics, Mc-Graw Hill, ۱۹۹۵.
۵. M. C. Potter, J. Lessing, E. F. Aboufadel, Advanced Engineering Mathematics, Springer, ۲۰۱۹.
۶. J. W. Dettman, Applied complex variables, Dover Publications, ۲۰۱۰.
۷. R.V. Churchill, Complex variables and applications, Mc-Graw Hill ۱۹۹۵.
۸. Z. Nehari, Conformal mappings, Dover Publications, ۲۰۱۱.
۹. E. C. Zachmanoglou and D. W. Thoe, Introduction to partial differential equations with applications, Dover Publications ۱۹۹۷.
۱۰. E. Kreyszig, Advanced engineering mathematics, ۱۰<sup>th</sup> edition, ۲۰۱۵.

منابع کمکی:

۱۱. W. Kaplan, Advanced mathematics for engineers, Techbooks, ۱۹۸۱.
۱۲. G. B. Arfken, H.J. Weber, F. E. Harris, Mathematical Methods for Physicists: A Comprehensive Guide ۷th Edition, Academic Press, ۲۰۱۱.
۱۳. F. B. Hildebrand, Advanced calculus for application, Prentice Hall, ۱۹۷۶.
۱۴. N. N Lebedev, Special functions and their applications, Dover Publications, ۱۹۷۲.
۱۵. R. Hoberman, Elementary Applied Partial Differential Equations,
۱۶. A.D. Snider, Fundamentals of Complex Analysis with Applications, ۲۰۰۳.
۱۷. L. C. Andrews, B. K. Shivamoggi, Integral Transforms for Engineers, ۱۹۸۸.
۱۸. J. Fritz, Partial differential equations, ۱۹۹۱.
۱۹. C. L. Dym and I. H. Shames, Solid Mechanics, a variational approach, Springer, ۲۰۱۳.



سرفصل درس: محاسبات عددی پیشرفته						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: محاسبات عددی پیشرفته
	تعداد واحد عملی:				الزامی	تعداد ساعت: ۴۸
	تعداد واحد نظری:	اختیاری				
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳					
تعداد واحد عملی: ۰						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

**اهداف درس:**

کسب مهارت در بکارگیری از روش های عددی در محاسبات ماتریسی، حل معادلات خطی و غیرخطی، مشتق گیری و انتگرالگیری عددی، حل معادلات دیفرانسیل معمولی، حل معادلات دیفرانسیل پاره‌ای، تبدیل های انتگرالی و سایر روش‌های عددی مورد استفاده در مهندسی، همچنین توانایی کدنویسی به منظور انجام محاسبات عددی

**سرفصل درس:**

هفته	سرفصل
اول	منابع خطا در محاسبات عددی و بررسی پایداری روش های حل عددی
دوم	آشنایی با یکی از محیط‌های برنامه نویسی
سوم	حل معادلات غیرخطی
چهارم	حل دستگاه معادلات خطی
پنجم	درونیابی و تقریب
ششم	محاسبه مشتق و انتگرال به روش عددی
هفتم	حل معادلات دیفرانسیل معمولی با شرایط اولیه-روش های Single step
هشتم	حل معادلات دیفرانسیل معمولی با شرایط اولیه-روش های Multi step
نهم	حل دستگاه معادلات دیفرانسیل معمولی با شرایط اولیه
دهم	حل مسأله مقادیر مرزی
یازدهم	بدست آوردن مقادیر ویژه و بردارهای ویژه ماتریس، تجزیه Singular Value Decomposition
دوازدهم	حل معادلات دیفرانسیل پاره ای-معادلات بیضوی





سیزدهم	حل معادلات دیفرانسیل پاره ای-معادلات سهموی
چهاردهم	حل معادلات دیفرانسیل پاره ای-معادلات هذلولوی
پانزدهم	روش حل باقیمانده های وزن دار، روش Differential Quadrature
شانزدهم	تبدیل های انتگرالی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۳۰	۰	%۵۰	%۱۰	%۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کلاس به همراه ویدئو پروژکتور

منابع اصلی:

1. Curtis F. Gerald, Patrick O. Wheatley, Applied Numerical Analysis, ۷th edition, Pearson, ۲۰۰۴
۲. Steven C. Chapra, Applied Numerical Methods with MATLAB, ۴th edition, McGraw-Hill, ۲۰۱۷
۳. Richard L. Burden, J. Douglas Faires, Annette M. Burden, Numerical Analysis, ۱۰th edition, Cengage Learning, ۲۰۱۵
۴. Jamshid Ghaboussi, Xiping Steven Wu, Numerical Methods in Computational Mechanics, CRC Press, ۲۰۱۶
۵. George F. Pinder, Numerical Methods for Solving Partial Differential Equations: A Comprehensive Introduction for Scientists and Engineers, John Wiley & Sons, ۲۰۱۸

منابع کمکی:

7. M. K. Jain, Satteluri R. K. Iyengar, R. K. Jain, Numerical Methods: Problems and Solutions, New Age International, ۲۰۰۷



سرفصل درس: سیستم های مکانیکی و پردازش سیگنال						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: پردازش سیگنال در سیستم های مکانیکی
	تعداد واحد عملی:				تعداد ساعت: ۴۸	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		عنوان درس به انگلیسی: Signal Processing of Mechanical Systems	
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری				
تعداد واحد عملی: ۰						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس: اول یا دوم						

#### اهداف درس:

تکنیک‌های جدید پردازش سیگنال علاوه بر تکنیک‌های مرسوم پردازش در حوزه‌ی زمان و فرکانس در سال‌های اخیر رشد زیادی داشته و به منظور عیب‌یابی در ماشین‌ها و شناسایی سیستم بر اساس سیگنال‌های ارتعاشات و صوت استفاده می‌شود. دانشجو در این درس ضمن آشنایی با این روش‌ها توانایی برنامه‌نویسی و تهیه کدهای محاسباتی برای پردازش سیگنال و رسم انواع نمودارهای مورد نیاز را پیدا می‌کند. هدف اصلی کسب مهارت در بکارگیری و پژوهش در زمینه تکنیک‌های مرسوم و جدید پردازش سیگنال است.

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
دسته بندی انواع سیگنال، سیگنال های تناوبی، گذرا، تصادفی، پایا، تناوبی-پایا	اول
مشخصه های آماری سیگنال ها، مفهوم آنتروپی، مدولاسیون دامنه و فرکانس	دوم
انواع فیلترهای بالاگذر، پایین گذر و میان گذر، تابع تبدیل فیلتر، پاسخ فرکانسی و پاسخ ضربه، مشخصات فیلتر	سوم
گسسته سازی سیگنال های پیوسته، رقمی سازی سیگنال، قضیه نایکوئیست، فیلتر آنتی الیاسینگ	چهارم
روش های کاهش و افزایش نرخ نمونه برداری، بازسازی سیگنال	پنجم
فیلترهای دیجیتال، فیلترهای FIR و IIR، پیاده سازی فیلترهای دیجیتال	ششم
سری فوریه، تبدیل فوریه، شکل مختلط تبدیل فوریه، تبدیل فوریه گسسته	هفتم
خواص تبدیل فوریه، انواع پنجره و اثرات آن، خطای ناشی، متوسط گیری	هشتم
مشخصه های آماری، تابع همبستگی، تابع چگالی طیفی، تخمین چگالی طیفی	نهم
تبدیل هیلبرت، دمدولاسیون سیگنال، فرکانس لحظه ای، سایر روش ها	دهم



یازدهم	تبدیل های حوزه زمان-فرکانس، تبدیل فوریه کوتاه مدت، اصل عدم قطعیت هایزنبرگ
دوازدهم	تبدیل موجک پیوسته، خواص تعامد، مفهوم مقیاس و شیف زمانی
سیزدهم	تبدیل موجک گسسته، تقسیم بندی صفحه زمان-فرکانس، خواص تبدیل موجک، انواع خانواده های موجک
چهاردهم	تبدیل هیلبرت-هوانگ، تبدیل های EMD و VMD
پانزدهم	آنالیز کپستروم و روش های جدید دیگر
شانزدهم	استخراج ویژگی از سیگنال برای کاربرد در روش های هوشمند

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۲۰	۰	٪۵۰	٪۲۰	٪۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کلاس به همراه ویدئو پروژکتور

#### منابع اصلی:

1. Alan V. Oppenheim and Ronald W. Schaffer. Discrete-Time Signal Processing, ۳rd ed. Pearson, ۲۰۱۳
۲. Proakis, John G., and Dimitris K. Manolakis. Digital Signal Processing, ۴th ed. Pearson, ۲۰۱۳.
۳. F. Chaari, et al., Cyclostationarity: Theory and Methods, Springer Science, ۲۰۱۴
۴. K. Shin, J. K. Hammond, Fundamentals of Signal Processing for Sound and Vibration Engineers, Wiley, ۲۰۰۸
۵. Samuel D. Stearns, Donald R. Hush, Digital Signal Processing with Examples in MATLAB, CRC Press, ۲۰۱۶
۶. Anastasia Veloni, Nikolaos Miridakis, Eryso Boukouvala, Digital and Statistical Signal Processing, CRC Press, ۲۰۱۸
۷. Lizhe Tan, Jean Jiang, Digital Signal Processing: Fundamentals and Applications, ۳rd ed., Elsevier Science, ۲۰۱۸

#### منابع کمکی:

۸. Robert B. Randall, Vibration-based Condition Monitoring, John Wiley & Sons, ۲۰۱۱
۹. D. Sundararajan, Discrete Wavelet Transform: A Signal Processing Approach, Wiley, ۲۰۱۶
۱۰. B. Boashash, Time-Frequency Signal Analysis and Processing: A Comprehensive Reference, Academic Press, ۲۰۱۵
۱۱. Journal: Mechanical Systems and Signal Processing.



سرفصل درس: دینامیک غیرخطی و آشوب						
پیشنیاز یا همنیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: دینامیک غیرخطی و آشوب
	تعداد واحد عملی: -				تعداد: ۴۸ ساعت:	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		عنوان درس به انگلیسی: Nonlinear Dynamics and Chaos	
	تعداد واحد عملی:					اختیاری
	تعداد واحد نظری: ۳					
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input checked="" type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس: اول و یا دوم						

#### اهداف درس:

هدف اصلی این درس، بررسی دینامیک غیر خطی و آشوب در سیستم‌های دینامیکی است. آشنایی با دینامیک غیر خطی، خطی سازی، نحوه بررسی پایداری، دو شاخگی، نمودارهای مقطع پوانکاره، آشوب و غیره از دیگر اهداف این درس می‌باشد.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر مبانی دینامیک غیر خطی
دوم	بیان معادلات دینامیکی در فضای حالت
سوم	فضای فازی و جریان‌های یک بعدی و دو بعدی
چهارم	خطی سازی و نحوه بررسی پایداری و نقاط تعادل
پنجم	دو شاخگی و انواع آن
ششم	سیستم‌های پایستار و میرا
هفتم	مدار متناوب و چرخه حدی
هشتم	مقطع پوانکاره و پایداری چرخه حدی
نهم	جاذب‌های غریب
دهم	روش‌های اختلالات کوچک (Perturbation) برای سیستم‌های غیر خطی ضعیف.
یازدهم	بررسی جریان سه بعدی و پدیده آشوب، جهان شمولی آشوب
دوازدهم	مسیرهای آشوب: تضاعف دوره تناوب، رفتار شبه متناوب و غیره



سیزدهم	نگاشت‌های یک بعدی، توان‌های لیاپانوف، برخالها (فراکتالها) و آشوب
چهاردهم	مقدمه ای بر کنترل آشوب
پانزدهم	مطالعه موردی و حل مثال و آشنایی با تحقیقات روز دنیا در حوزه دینامیک غیرخطی و آشوب
شانزدهم	مطالعه موردی و حل مثال و آشنایی با تحقیقات روز دنیا در حوزه دینامیک غیرخطی و آشوب

ارزشیابی:

تکلیف و پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۲۰		%۴۵	%۳۵	

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: ----

منابع اصلی:

1. Hilborn, Robert C., Chaos and Nonlinear Dynamics: an introduction for scientists and engineers, Oxford University Press, ۲۰۰۰.
2. Strogatz, Steven H. Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry, and engineering. CRC Press, ۲۰۱۸.

منابع کمکی:

3. Ott, Edward, Chaos in dynamical systems, Cambridge University Press, ۲۰۰۲.
4. Alligood, K.T., Sauer, T.D., Yourke, J.A., and Crawford, J.D., Chaos: An introduction to dynamical systems. Physics Today, ۲۰۰۸.
5. Kapitaniak, Tomasz, Chaos for engineers: theory, application, and control. Springer Science and Business, Media, ۲۰۱۲.
7. Thompson, Jhon Michael Tutill, and H. Bruce, Stewart, Nonlinear dynamics and chaos. Jhon Wiley and Sons, ۲۰۰۲.



سرفصل درس: سامانه‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی						
پیشنیاز یا همنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سامانه‌های میکرو و نانوالکترومکانیکی
	تعداد واحد عملی:				الزامی  اختیاری	تخصصی
	تعداد واحد نظری:					
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳					
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

امروزه سامانه های میکرو/ نانو الکترومکانیکی به عنوان یکی از ابزارهای اصلی در گرایش های مختلف مهندسی مطرح شده‌اند. این سامانه‌ها کاربردهای مختلفی را در بر می‌گیرند که می‌توان به توییزرها، روزناتورها، عملگرها، حسگرها، بیوسنسورها 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، نانو تکنولوژی، آشنایی با MEMS/NEMS، مدل سازی MEMS/NEMS, BioMEMS و ... تدریس می‌گردد. درس حاضر، چکیده این مباحث بوده که در آن دانشجویان با انواع سامانه‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی و کاربردهای آن‌ها، مدل سازی و روش‌های تحلیلی و عددی مربوطه و همچنین روش‌های ساخت و مونتاژ سامانه‌های مذکور آشنا می‌شوند.

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
مقدمه‌ای بر میکرو و نانوفناوری و سامانه‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی به همراه تصاویر و فیلم‌های کوتاه در مورد کاربردها	اول
مفاهیم و قوانین مقیاس بندی (Scaling law) و ریزسازی	دوم
مروری بر مفاهیم پایه الکترونیک و مفاهیم پایه مکانیک (حرارت، سیالات، ارتعاشات سیستم‌های پیوسته، ...) مورد استفاده در سامانه‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی	سوم
انواع محرکه‌های قابل استفاده در سامانه‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی	چهارم
مدلسازی سامانه‌های الاستیک میکرو / نانو	پنجم
مدلسازی سامانه‌های کوپله الاستیک - الکترواستاتیک	ششم
مدلسازی سامانه‌های کوپله الاستیک - الکترواستاتیک - سیالاتی	هفتم
میکرو / نانو سیستم‌های با رانش حرارتی	هشتم



هفته	سرفصل
نهم	مقدمه‌ای بر سامانه‌های میکرو / نانو سیال
دهم	روش‌های حل تحلیلی و عددی مرتبط
یازدهم	روش‌های ساخت بالا به پایین و بالا در مقیاس میکرو و نانو با تاکید بر روش‌های ساخت سامانه‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی
دوازدهم	وایر باندینگ و روش‌های مونتاژ و بسته‌بندی سامانه‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی
سیزدهم	نویز و روش‌های کنترل آن در سامانه‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی
چهاردهم	سامانه‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی فرکانس بالا
پانزدهم	مقدمه‌ای بر سامانه‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی نوری
شانزدهم	مقدمه‌ای بر BioMEMS/BioNEMS، کاربردهای سامانه‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪ ۲۵	-	٪ ۵۰	٪ ۲۵	-

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. J. A. Pelesko, D. H. Bernstein, Modeling MEMS and NEMS, CRC Press, ۲۰۰۲.
۲. مدلسازی سیستم‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی (ترجمه فارسی کتاب Modeling MEMS and NEMS)، مهدی مقیمی زند، ۱۳۹۷.
۳. M. J. Madou, Fundamentals of Microfabrication, CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, ۱۹۹۷.
۴. M. Gad-el-Hak, MEMS: Design and Fabrication, CRC Press, ۲۰۰۶.
۵. S. Lyshevski, MEMS and NEMS, CRC Press LLC, ۲۰۰۲.
۶. N. Maluf, K. Williams, An Introduction to Micromechanical Systems Engineering, ۲nd Edition, ۲۰۰۴.
۷. A. G. P. Kottapalli, K. Tao, D. Sengupta, M. S. Triantafyllou, Self-Powered and Soft Polymer MEMS/NEMS Devices (SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology), Springer International Publishing, ۲۰۱۹.

منابع کمکی:

4. B. Danny, T. Dumitrica, Microengineering, MEMS, and Interfacing: A Practical Guide, Florida: CRC Press, ۲۰۰۶.
۹. C. T. Leondes, MEMS/NEMS: Handbook Techniques and Applications, Springer, ۲۰۰۵.
۱۰. M. I. Younis, MEMS Linear and Nonlinear Statics and Dynamics, Springer, ۲۰۱۱.



سرفصل درس: سازه‌های هوشمند						
پیشنیاز یا هم‌نیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سازه‌های هوشمند
	تعداد واحد عملی:				تخصصی	تعداد ساعت: ۴۸
	تعداد واحد نظری:	الزامی				
	تعداد واحد عملی:	اختیاری				
	تعداد واحد نظری: ۳					
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

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

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر علم مواد
دوم	معرفی مواد و سازه‌های هوشمند
سوم	مواد پیزوالکتریکتیو
چهارم	مواد الکتروستریکتو
پنجم	مواد مگنتوستریکتیو
ششم	آلیاژهای حافظه دار
هفتم	پلیمرهای الکترواکتیو
هشتم	پلیمرهای حافظه دار
نهم	سیالات الکترو رئولوژیک
دهم	سیالات مگنتو رئولوژیک





یازدهم	مدل سازی مواد و سازه‌های هوشمند
دوازدهم	طراحی سازه‌ها و سازوکارهای هوشمند
سیزدهم	بهینه سازی
چهاردهم	سیستم‌های کنترلی سازه‌های هوشمند
پانزدهم	کاربردهای سازه‌ها و مواد هوشمند
شانزدهم	آزمونهای خاص مواد هوشمند

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. M. Shahinpoor, M and Schneider H. J., Intelligent Materials, RSC Publishing, ۲۰۰۸.
۲. W. G. Cady, Piezoelectricity: An Introduction to the Theory and Applications of Electromechanical Phenomena in Crystals, Dover Publications, ۱۹۶۴.
۳. H. Funakubo, Shape Memory Alloys, Gordon and Breach Science Publishers, ۱۹۸۷.
۴. H. Abramovich , Intelligent Materials and Structures (De Gruyter Textbook), ۲۰۱۶.

منابع کمکی:

۵. B. Culshaw, Smart Structures and Materials, Artech House, ۱۹۹۶.
۶. K. J., Astrom and B. Wittenmark, Adaptive Control, Addison-Wesley Publishing Company.
۷. P.A. Nelson and S.J.Elliott, Active Control of Sound, Academic Press, London, San Diego ۱۹۹۲
۸. C.R. Fuller, S.J.Elliott and P.A. Nelson, Active Control of Vibration, Academic Press, London, San Diego ۱۹۹۶.



سرفصل درس: هیدرولیک و نیوماتیک پیشرفته								
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: هیدرولیک و نیوماتیک پیشرفته		
	تعداد واحد عملی:				تعداد ساعت: ۴۸			
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی			عنوان درس به انگلیسی: Advanced Hydraulics and Pneumatics		
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری						
	تعداد واحد عملی: ۰							
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد								
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>								
سال ارائه درس:								

#### اهداف درس:

هدف از این درس، مروری بر اجزا و مدارهای پایه در هیدرولیک و نیوماتیک، طراحی مدارهای کنترل ترتیبی، آشنایی با کنترل‌کننده‌های صنعتی برنامه‌پذیر و کاربرد آنها در کنترل سیستم‌های هیدرولیک و نیوماتیک، آشنایی با ساختار و کاربردهای شیرهای ترکیبی کنترل دبی و فشار، آشنایی با شیرها و سیستم‌های تناسبی و سرو (سرو-شیر و سرو-پمپ)، آشنایی با مدلسازی دینامیکی و کنترل حلقه بسته سیستم‌های هیدرولیک و نیوماتیک می‌باشد.

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
آشنایی با اجزای مختلف، سبمل‌ها، کاربردها، مزایا و محدودیت‌های سیستم‌های هیدرولیک و نیوماتیک	اول
مروری بر انواع شیرهای کنترل جهت، فشار و دبی. مدارهای پایه در نیوماتیک	دوم
طراحی مدارهای کنترل ترتیبی با فرمان نیوماتیکی	سوم
طراحی مدارهای کنترل ترتیبی با فرمان الکتریکی (الکترو نیوماتیک)	چهارم
آشنایی با PLC و روش‌های برنامه‌نویسی. انواع آدرس دهی، حافظه‌ها، تایمر و کانتر در PLC های زیمنس	پنجم
آشنایی با برنامه‌نویسی ساختاریافته در زیمنس. تمرین‌های برنامه‌نویسی	ششم
برنامه‌نویسی سیستم‌های الکترو هیدرولیک و الکترو نیوماتیک با PLC	هفتم
برنامه‌نویسی سیکل‌های ترتیبی	هشتم
مروری بر مدارهای پایه در هیدرولیک و تفاوت‌های اساسی هیدرولیک با نیوماتیک	نهم
معرفی انواع پمپ‌ها، مشخصه‌های رفتاری پمپ‌های جابجایی معین، محاسبات راندمان	دهم



یازدهم	معرفی شیرهای کنترل فشار و منحنی‌های مشخصه، مدارهای متداول کنترل فشار
دوازدهم	شیرهای کنترل دبی و منحنی‌های مشخصه، شیرهای ترکیبی کنترل فشار و دبی، مدارهای مرتبط
سیزدهم	طراحی سیستم‌های هیدرولیک دورانی و خطی
چهاردهم	معرفی شیرهای تناسبی و سرو، منحنی‌های مشخصه و کاربردها، سیستم‌های سرو-شیر و سرو-پمپ
پانزدهم	مدلسازی دینامیکی سیستم‌های هیدرولیک و نیوماتیک
شانزدهم	طراحی سیستم‌های کنترلی حلقه بسته برای کنترل حرکت، نیرو و فشار

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۲۰	۰	٪۵۰	٪۲۰	٪۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کلاس به همراه ویدئو پروژکتور

منابع اصلی:

۱. M. Jalal Rabie, Fluid Power Engineering, McGraw-Hill, ۲۰۰۹.
۲. J. Watton, Fundamentals of Fluid Power Control, Cambridge University Press, ۲۰۰۹.
۳. N. D. Manring, Hydraulic Control Systems, John Wiley and Sons, ۲۰۰۵.
۴. James R. Daines and Martha J. Daines, Fluid Power: Hydraulics and Pneumatics, Goodheart-Willcox, ۲۰۱۹.

منابع کمکی:



سرفصل درس: سیستم‌های دینامیکی					
پیشنیاز یا هم‌نیاز: ریاضیات پیشرفته ۱	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سیستم‌های دینامیکی
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری:	الزامی	نوع واحد		عنوان درس به انگلیسی: Dynamical Systems
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری			
تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد					
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>					
سال ارائه درس:					

#### اهداف درس:

هدف این درس، آشنایی کلی با مفاهیم سیستم‌های دینامیکی، روش‌های مختلف مدل‌سازی، تحلیل رفتار این سیستم‌ها در حوزه‌های زمان و فرکانس، تحلیل پایداری و مقدمه‌ای بر طراحی کنترل‌کننده می‌باشد. با توجه به گستردگی و تنوع سیستم‌های دینامیکی در صنعت، به تحلیل برخی از انواع این سیستم‌ها از جمله سیستم‌های هیدرولیکی، نیوماتیکی، مکانیکی و ارتعاشی به صورت جزئی‌تر پرداخته شده و مثال‌هایی کاربردی ارائه می‌شود.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	معرفی سیستم‌های دینامیکی، مروری بر نمایش تابع تبدیل سیستم‌ها و نمودارهای جعبه‌ای
دوم	مدلسازی سیستم‌های دینامیکی در فضای حالت، تحقق‌های مختلف فضای حالت
سوم	معرفی انواع سیستم‌های دینامیکی (خطی و غیرخطی، تک ورودی-تک خروجی و چند ورودی-چند خروجی، خودگردان و ناخودگردان)
چهارم	روش‌های استخراج معادلات دینامیکی حاکم بر سیستم‌ها (معادلات نیوتن-اویلر، روش‌های انرژی)
پنجم	مدلسازی سیستم‌های ارتعاشی و الکترونیکی
ششم	مدلسازی سیستم‌های ارتفاع سیال و حرارتی
هفتم	مدلسازی سیستم‌های الکترومکانیکی
هشتم	مدلسازی سیستم‌های سرونوماتیک
نهم	مدلسازی سیستم‌های سروهیدرولیک
دهم	سیستم‌های معادل (آنالوگ)، خطی‌سازی سیستم‌های غیرخطی حول نقاط کاری، نقاط تعادل و انواع آن



یازدهم	آنالیز صفحه فاز سیستم‌های مرتبه دوم، چرخه‌های حدی
دوازدهم	مقدمه‌ای بر پایداری لیاپانوف (محلی و عمومی)
سیزدهم	مقدمه‌ای بر پایداری لیاپانوف (حاشیه‌ای، مجانبی و نمایی)
چهاردهم	مقدمه‌ای بر شناسایی سیستم‌ها
پانزدهم	کنترل سیستم‌های دینامیکی: حلقه باز و حلقه بسته، روش PID
شانزدهم	کنترل سیستم‌های دینامیکی: جبرانسازی پیشفاز و پسفاز

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪ ۳۰	-	٪ ۴۰	٪ ۳۰	-

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. K. Ogata, System Dynamics, ۴<sup>th</sup> Edition, Pearson Education Limited, ۲۰۱۳.
2. K. Ogata, Modern Control Engineering, ۵<sup>th</sup> edition, Prantice Hall, ۲۰۱۰.
3. John Watton, Fundamentals of Fluid Power Control, Cambridge University Press, ۲۰۰۹
4. Dorf, Richard C. and Bishop, Robert H. Modern Control Systems, ۱۳<sup>th</sup> edition, ۲۰۱۶.

منابع کمکی:

5. L. Ljung, System Identification: Theory for the User, ۲<sup>nd</sup> edition, PTR Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., ۲۰۰۹.
6. Mathworks Co., MATLAB control toolbox, ۲۰۱۹.
7. Devaney, Robert. An introduction to chaotic dynamical systems. CRC Press, ۲۰۱۸.



سرفصل درس: انتشار امواج مکانیکی						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: انتشار امواج مکانیکی  عنوان درس به انگلیسی: Mechanical Wave Propagation
	تعداد واحد عملی:				۳	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تعداد ساعت: ۴۸			
	تعداد واحد عملی:				تخصصی	
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری				
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

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

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مفاهیم پایه و نمونه‌هایی از مسائل موج
دوم	انتشار موج در میله و طناب سفت
سوم	امواج کم عمق در سطح آب، انتشار موج صدا در لوله
چهارم	علامت‌های نمایشی: فرکانس، شماره موج، سرعت فاز و غیره
پنجم	انتشار یک بعدی، معادله موج، پاسخ‌های گذرا
ششم	پراکنده شدن موج: میله روی یک پایه الاستیک، امواج انعطاف‌پذیر در یک تیر
هفتم	سرعت گروه: پراکندگی امواج گذرا، فاز ثابت، سرعت و انتقال انرژی گروه
هشتم	انتشار دو بعدی: امواج سطحی و صدا در سیالات همگن
نهم	امواج شبه سطحی، هندسه صدا
دهم	انواع موج‌های فشاری، برشی در جامدات الاستیک
یازدهم	موج ریلی در نیمه فضا و موج لاو در یک محیط لایه ای
دوازدهم	بازتاب، انحراف، پخش امواج الاستیک
سیزدهم	امواج گرانشی و داخلی در مایعات
چهاردهم	موج در یک جریان، انتقال موج، امواج داخلی در یک سیال شیبدار



پانزدهم	موج در محیطهای نوسانی، نظریه Bloch-Floquet
شانزدهم	نوار توقف و عبور، تشدید

کتاب درسی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. J. D. Achenbach, Wave Propagation in Elastic Solids, Elsevier, ۲۰۱۶.
۲. B. A. Auld, Acoustic fields and waves in solids, Рипол Классик, ۱۹۷۳.
۳. A. Bedford, D. Drumheller, Elastic wave propagation, John Wiley & Sons, ۱۹۹۴.
۴. J. L. Rose, Ultrasonic guided waves in solid media, Cambridge university press, ۲۰۱۴.
۵. D. Royer, E. Dieulesaint, Elastic waves in solids I: Free and guided propagation, Springer Science & Business Media, ۱۹۹۹.
۶. K. F. Graff, Wave motion in elastic solids, Courier Corporation, ۲۰۱۲.
۷. A. T. de Hoop, Handbook of radiation and scattering of waves: acoustic waves in fluids, elastic waves in solids, electromagnetic waves, ASA, ۲۰۰۱.
۸. G.I. Kanel, Shock Waves in Solid State Physics, CRC Press, ۲۰۱۹.

منابع کمکی:

۹. J. D. De Basabe, M.K. Sen, M.F. Wheeler, Elastic wave propagation in fractured media using the discontinuous Galerkin method, Geophysics, ۸۱, ۲۰۱۶.



سرفصل درس: نویز و ارتعاش در موتور و خودرو							
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: نویز و ارتعاش در موتور و خودرو		
	تعداد واحد عملی:					۳	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	نوع واحد	تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Noise and Vibration of Powertrain and Vehicle		
	تعداد واحد عملی:					تخصصی	۴۸
	تعداد واحد نظری: ۳						
تعداد واحد عملی:	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
				سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>			
سال ارائه درس:							

#### اهداف درس:

هدف درس آشنائی با منابع تولید نویز و ارتعاش در موتور و خودرو و راهکارهای مقابله با آن است. مدلسازی منابع تولید ارتعاش و انواع ارتعاشات موتور و قطعات نیز جزء زیر مجموعه های این درس است. همچنین نویز صوتی و راه های اندازه گیری و آزمونهای آن نیز در این درس مطرح می‌شوند.

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
مدل سازی مکانیزم های سامانه های دریچه ها، میل لنگ	اول
نیروها و گشتاورهای اولیه و ثانویه در موتورهای چند سیلندر	دوم
بالانس ماشین های دوار، روش های بالانس	سوم
نوسان نیروهای احتراق و گشتاور خروجی	چهارم
بارهای موتور، نمودار گشتاور-دور، طراحی چرخ طیار، کلاچ اصطکاکی	پنجم
مدلسازی ساز و کار تسمه و زنجیر	ششم
انواع دسته موتورها، جداسازهای ارتعاشی، اتصال موتور و جعبه دنده	هفتم
ارتعاشات پیچشی، جعبه دنده دستی، جعبه دنده خودکار	هشتم
طراحی و تحلیل زنجیره انتقال قدرت	نهم
شتاب گیری (کاهنده و افزایشنده) و ارتعاشات	دهم
کمک فنرها: فعال، غیرفعال، نیمه فعال	یازدهم
ارتعاش بدنه و مسیرهای انتقال ارتعاشات	دوازدهم
روشهای تجربی جداسازی مسیرهای انتقال نویز و صدا	سیزدهم





چهاردهم	شنوائی انسان و پاسخ او، نویز موتور و خودرو: مبانی صدا، انتقال و پخش آن
پانزدهم	مبانی کنترل صدا و نویز، مواد و روش‌های کنترل صدا
شانزدهم	اندازه‌گیری ارتعاشات و صدا در خودرو و موتور و آزمونهای آنها

کتاب درسی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. W. Thomson, Theory of vibration with applications, CrC Press, ۲۰۱۸.
۲. S.R. Singiresu, Mechanical vibrations, Addison Wesley, ۱۹۹۵.
۳. S.S. Rao, Mechanical Vibrations Laboratory Manual, Year, Edition Addison-Wesley Publishing Company, ۱۹۹۵.
۴. G. Lechner, H. Naunheimer, Automotive transmissions: fundamentals, selection, design and application, Springer Science & Business Media, ۲۰۱۴.
۵. T. Gillespie, Fundamentals of Vehicle Dynamics, USA, Society of Automotive Engineers-SAE, Warrendale. ۱۹۹۹.
۶. F. Fahy, J. Walker, Advanced applications in acoustics, noise and vibration, CRC Press, ۲۰۱۸.
۷. M.S. Qatu, M.K. Abdelhamid, J. Pang, G. Sheng, Overview of automotive noise and vibration, International Journal of Vehicle Noise and Vibration, ۵ (۲۰۰۹) ۱-۳۵.
۸. G. Sheng, Vehicle noise, vibration, and sound quality, SAE, ۲۰۱۲.

منابع کمکی:

۹. F.J. Fahy, Foundations of Engineering Acoustics, Elsevier, ۲۰۰۰.
۱۰. T.D. Gillespie, Fundamentals of Vehicle Dynamics, SAE, ۱۹۹۲.
۱۱. D. Beloiu, Modeling and Analysis of Power-train NVH, SAE paper no ۲۰۱۲-۰۱-۰۸۸۸ (۲۰۱۲)
۱۲. M. S. Qatu, M. K. Abdelhamid, J. Sheng, Overview of automotive noise and vibration, Int. J. Vehicle Noise and Vibration, Vol. ۵, Nos. ۱/۲, ۲۰۰۹



سرفصل درس: طراحی بهینه قطعات مکانیکی						
پیشنیاز یا همنیاز:  ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: طراحی بهینه قطعات مکانیکی
	تعداد واحد عملی:				تخصصی	تعداد ساعت: ۴۸
	تعداد واحد نظری:	الزامی				
	تعداد واحد عملی:		اختیاری			
	تعداد واحد نظری: ۳					
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input checked="" type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس: سال اول						

#### اهداف درس:

در این درس دانشجویان پس از آشنایی با مفهوم طراحی بهینه (Optimum Design)، اصول مدلسازی برای طراحی بهینه قطعات مکانیکی را می‌آموزند. 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 می‌آموزند. در ادامه درس، روش‌های تحلیلی و عددی یافتن پاسخ بهینه مسایل طراحی بهینه آموزش داده می‌شود. سپس دانشجویان با الگوریتم‌های تکاملی برگرفته از طبیعت و کاربرد آن‌ها در حل مسایل پیچیده و پرمغیر مهندسی آشنا می‌شوند. در پایان نیز روش‌های حل مسایل چندهدفی و شیوه تفسیر نتایج بدست آمده از حل مسایل طراحی بهینه مورد بحث قرار می‌گیرد. با گذراندن این درس دانشجویان قادر خواهند بود مسایل مهندسی را بطور صحیح مدلسازی کرده و روش مناسب را برای حل این مسایل انتخاب نمایند و نتایج بدست آمده را از دیدگاه مهندسی تفسیر نمایند.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	معرفی مفهوم طراحی بهینه و جایگاه آن در فرآیند طراحی قطعات مکانیکی
دوم	مدلسازی مسایل مهندسی مرتبط با قطعات مکانیکی مهم بر پایه مفهوم طراحی بهینه
سوم	مرور قطعات اصلی و مسایل مهم در مهندسی مکانیک
چهارم	روش‌های کلی بهینه سازی در مسایل نامقید و مقید
پنجم	روش تحلیلی بهینه سازی با استفاده از ضرایب لاگرانژ
ششم	روش‌های عددی بهینه سازی نامقید: روش‌های عددی تک متغیره
هفتم	روش‌های عددی بهینه سازی چند متغیره نامقید با استفاده از گرادینان تابع



هفته	سرفصل
هشتم	روش‌های عددی بهینه‌سازی چند متغیره نامقید با استفاده از گرادیان و هسین تابع (روش‌های نیوتنی و شبه نیوتنی)
نهم	روش‌های عددی بهینه‌سازی چند متغیره نامقید مبتنی بر الگویابی روش سیمپلکس (Nelder-Mead)
دهم	روش‌های عددی بهینه‌سازی مقید <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ روش‌های تابع جریمه داخلی و خارجی</li> <li>▪ روش کمپلکس (Complex)</li> </ul>
یازدهم	معرفی روش‌های احتمالاتی: روش بازپخت شبیه‌سازی شده
دوازدهم	معرفی روش‌های تکاملی <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ الگوریتم‌های ژنتیک و الگوریتم‌های ژنتیک ترکیبی</li> <li>▪ روش تکامل تفاضلی</li> </ul>
سیزدهم	معرفی روش‌های مبتنی بر هوش جمعی <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ الگوریتم جمعیت ذرات</li> <li>▪ الگوریتم کلونی زنبورها</li> <li>▪ الگوریتم کلونی مورچه‌ها</li> </ul>
چهاردهم	بهینه‌سازی مسایل با توابع هدف متعدد <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ روش‌های تبدیلی</li> <li>▪ روش‌های مبتنی بر بهینگی پرتو</li> <li>▪ الگوریتم‌های ژنتیک چند هدفه</li> </ul>
پانزدهم	مطالعه موردی و حل مثال
شانزدهم	آشنایی با تحقیقات روز دنیا در حوزه طراحی بهینه قطعات مکانیکی و نرم افزارهای طراحی قطعات

#### ارزشیابی:

تکلیف و پروژه ها	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۲۰		٪۴۵	٪۳۵	

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: ----

#### منابع اصلی:

۱. J.S. Arora, Jasbir Singh, Introduction to Optimum Design, 4th Edition, Academic Press, ۲۰۱۶.
۲. S.S. Rao, Engineering Optimization: Theory and Practice, 4th Ed., Wiley, ۲۰۰۹.
۳. S.J. Wright, Numerical Optimization, Springer Verlag, ۲۰۰۶.

#### منابع کمکی:



٤. ١. X.S. Yang, Engineering Optimization: An Introduction with Metaheuristic Applications, Wiley, ٢٠١٠.
٥. ٢. P.E. Gill, W. Murray, M.H. Wright, Practical Optimization, Emerald Group Publishing, ١٩٨٢.
٦. ٣. M. Mitchell, An Introduction to Genetic Algorithms, MIT Press, ١٩٩٨.



سرفصل درس: میکرو ساختارها						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: میکرو ساختارها
	تعداد واحد عملی:				تعداد ساعت: ۴۸	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی			عنوان درس به انگلیسی: Micro Structures
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳					
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input checked="" type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input checked="" type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس: سال اول						

#### اهداف درس:

در دهه‌های گذشته ساخت قطعات بسیار کوچک (در حد میکرو) برای کاربردهای مختلف از جمله سنسورها امکان‌پذیر و متداول شده است. لذا بررسی و پیش بینی رفتار مکانیکی اینگونه قطعات و به طور کلی میکرو ساختارها، در حالت استاتیکی و دینامیکی از اهمیت بالایی برخوردار است. آزمایش‌های متعددی نیز نشان داده است که برای تحلیل مکانیکی اینگونه قطعات بسیار کوچک، نمی توان از تئوری‌های کلاسیک مکانیک محیط‌های پیوسته استفاده کرد و باید از تئوری‌های غیرکلاسیکی که در آنها اثر اندازه نیز در نظر گرفته می شود، استفاده کرد. در این درس دانشجویان با انواع کاربرد میکرو ساختارها در صنایع، و همچنین نحوه مدلسازی و پیش بینی رفتار مکانیکی آنها آشنا خواهد شد.

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
مقدمه ای بر مبانی و کاربرد میکرو ساختارها در صنایع و سنسورها	اول
مرور روش‌های مرسوم در مکانیک محیط‌های پیوسته برای بررسی رفتار مکانیکی مواد	دوم
لزوم در نظر گرفتن اثر اندازه در تحلیل مکانیکی میکرو ساختارها	سوم
روش‌های مدلسازی و بررسی رفتار مکانیکی میکرو ساختارها	چهارم
تئوری تنش کوپل شده (Couple stress theory)	پنجم
تئوری تنش کوپل شده اصلاح شده (Modified Couple stress theory)	ششم
تئوری گرادیان کرنش (Strain Gradient theory)	هفتم
تئوری گرادیان کرنش اصلاح شده (Modified Strain Gradient theory)	هشتم
تئوری الاستیسیته غیر محلی (Nonlocal elasticity theory)	نهم
تئوری الاستیسیته سطحی یا تنشهای سطحی (Surface elasticity theory)	دهم
استفاده از نرم افزارها برای بررسی میکرو ساختارها (همانند استفاده از نرم افزار کامسول)	یازدهم



هفته	سرفصل
دوازدهم	نحوه بررسی رفتار مکانیکی میکرو ساختارها در تغییر شکل‌های بزرگ (غیرخطی)
سیزدهم	مطالعه موردی و حل مثال
چهاردهم	آشنایی با تحقیقات روز دنیا در حوزه بررسی رفتار مکانیکی میکرو ساختارها
پانزدهم	نرم افزارها و کاربردهای خاص در میکرو ساختارها
شانزدهم	مطالعه موردی و حل مثال و آشنایی با تحقیقات روز دنیا در حوزه بررسی رفتار مکانیکی میکرو ساختارها

ارزشیابی:

تکلیف و پروژه ها	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۲۰		%۴۵	%۳۵	

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: ----

منابع اصلی:

1. M. I. Younis, Microsystems: MEMS Linear and Nonlinear Statics and Dynamics, Springer, ۲۰۱۰.
2. J. A. Pelesko, D. H. Bernstein, Modeling MEMS and NEMS, CRC Press, ۲۰۰۳.
3. M. Gad-el-Hak, MEMS, Design and Fabrication, Second Edition, ۲۰۰۵.
4. N. Maluf, and K. Williams, An Introduction to Micromechanical Systems Engineering, Second Edition, ۲۰۰۴.
5. A.G.P. Kottapalli, K. Tao, D. Sengupta, M.S. Triantafyllou, Self-Powered and Soft Polymer MEMS/NEMS Devices, Springer Briefs in Applied Sciences and Technology, ۲۰۱۹.

منابع کمکی:



سرفصل درس: تئوری الاستیسیته						
پیشنیاز یا همنیاز: مکانیک محیط پیوسته	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: تئوری الاستیسیته  عنوان درس به انگلیسی: Theory of Elasticity
	تعداد واحد عملی:				۳	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی	تعداد ساعت:	۴۸	
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد	سفر علمی <input type="checkbox"/>	کارگاه <input type="checkbox"/>	
تعداد واحد عملی:						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

هدف اصلی درس تئوری الاستیسیته این است که یک مهندس بتواند به محاسبه کرنش ها و تنش ها در یک جسم که تحت نیروهای مکانیکی و حرارتی قرار دارد، در حالت های دو و سه بعدی بپردازد. این تغییر شکل های کوچک در بسیاری از سازه های مهندسی مانند تیرها، ورق ها و پوسته ها اهمیت داشته و از این رو تحلیل رفتار مکانیکی آن ها اهمیت فراوان دارد. در آموزش حاضر تمرکز اصلی بر روی تغییر شکل های بی نهایت کوچک خطی وجود دارد، در نتیجه جابجایی ها و تنش ها به صورت خطی متناسب با نیروهای اعمالی بوده و جابجایی ها در مقایسه با بعد مشخصه کوچک هستند. امید بر این است که با تقسیم بندی انجام گرفته و نیز مروری بر مفاهیم مورد نیاز از درس مکانیک محیط های پیوسته، تئوری الاستیسیته به طور کامل و سریع فرا گرفته شود

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مروری بر مفاهیم اساسی مقاومت مصالح- تفاوت های الاستیسیته و مقاومت مصالح مقدمه ای بر مکانیک، بردارها، تانسورها، انتقال مختصات
دوم	کرنش تغییر شکل، معیارهای کرنش، روابط کرنش-جابجایی جابجایی های هموزن و غیرهموزن سازگاری کرنش ها حرکت جسم صلب کرنش های اصلی کرنش صفحه ای
سوم	تنش روابط نیرو-تنش



هفته	سرفصل
	تبادل نیرویی و گشتاوری تنش‌های اصلی تنش فون-میسس تنش صفحه‌ای
چهارم	معادلات ساختاری قانون کلی هوک روابط تنش-کرنش (قانون کلی هوک) رابطه تعادل ناویر رابطه سازگاری بلترامی-میشل
پنجم	مسائل دوبعدی- مختصات دکارتی تنش/کرنش صفحه‌ای اصل سن و نان تابع تنش ایری بدون نیروی حجمی
ششم	حل چندجمله‌ای تابع تنش ایری حل سری فوریه تابع تنش ایری مثال‌های خمش تیر
هفتم	مسائل دوبعدی- مختصات قطبی تابع تنش کلی در مختصات قطبی (حل میشل)
هشتم	حل ورق بزرگ سوراخ‌دار تحت کشش حل ورق بزرگ سوراخ‌دار تحت برش
نهم	مسائل دوبعدی با نیروی حجمی تابع تنش ایری با نیروی حجمی تعیین پتانسیل نیروی حجمی
دهم	تیر مستطیلی چرخان دیسک دایره‌ای چرخان
یازدهم	مسائل دوبعدی- گوه شرایط مرزی روی گوه
دوازدهم	حل گوه با بارگذاری محوری (حل ویلیام) حل گوه با بارگذاری عرضی (حل فلامنت)
سیزدهم	مسائل دوبعدی- تقارن محوری استوانه تحت فشار داخل و خارج
چهاردهم	خمش تیر خمیده
پانزدهم	پیچش پیچش استوانه‌های دایروی و غیردایروی





هفته	سرفصل
	توابع پیچش توابع پیچش استوانه‌های دایروی، بیضوی و مستطیلی تابع تنش پرنتل پیچش استوانه مستطیلی، پیچش استوانه مثلثی، پیچش مقاطع باز/بسته جدار نازک
شانزدهم	آشنایی با مسایل سه بعدی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. M. H. Sadd, Elasticity: Theory, Applications and Numerics, 3rd ed, Academic Press, USA, 2014.
2. A. P. Boresi, K. P. Chong, J. D. Lee, Elasticity in Engineering Mechanics, 3rd ed, John Wiley & Sons, 2011.
3. J.R. Barber, Elasticity, 3rd ed, Springer, 2010.
4. M. H. Saad, 'Elasticity, Theory, Applications and Numeric'; 3rd Edition, Elsevier, 2014.
5. A. C. Ugural, S. K. Fenster, 'Advanced Strength and Applied Elasticity'; Prentice Hall, 1995.
6. S. Timoshenko, J. N. Goodier, 'Theory of Elasticity'; Maple Press, 1951.
7. H. J. HELENA, Theory of Elasticity and Plasticity, King Abdulaziz University, 2017.

منابع کمکی:

4. W. S. Slaughter, The Linearized Theory of Elasticity, Springer, 2002.
6. P. L. Gould, Introduction to Linear Elasticity, Springer, 2013.
10. A.I. Lurie, Theory of Elasticity, Springer, 2005.



سرفصل درس: مقاومت مصالح پیشرفته						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: مقاومت مصالح پیشرفته
	تعداد واحد عملی:				۳	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تعداد ساعت:		عنوان درس به انگلیسی: Advanced strength of materials	
	تعداد واحد عملی:					تخصصی
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری				
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

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

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه، تیر بر روی بستر الاستیک: تیر بینهایت روی بستر الاستیک تحت بار متمرکز
دوم	تیر بینهایت روی بستر الاستیک تحت بار گسترده، تیر نیمه بینهایت روی بستر الاستیک تحت نیرو و لنگر انتهایی، تیر نیمه بینهایت تحت نیرو و لنگر در مجاورت انتها
سوم	تغییر شکل عرضی ورق‌ها و پوسته‌ها: روابط کرنش-تغییر مکان در ورق‌های نازک، معادلات تعادل ورق‌ها در جابجایی‌های کوچک
چهارم	شرایط مرزی ورق‌ها، تغییر شکل عرضی ورق‌های مستطیلی تحت بار گسترده و متمرکز، تغییر شکل عرضی ورق‌های دایره‌ای تحت بار گسترده و متمرکز
پنجم	تنش‌های غشایی در پوسته‌های جدار نازک
ششم	تمرکز تنش: ضرایب تمرکز تنش بر پایه نظریه الاستیسیته: سوراخ دایره‌ای یا بیضی در صفحه بینهایت
هفتم	ترک در ورق، حفره‌های بیضوی، شیارها و سوراخ‌ها
هشتم	بارگذاری تک محوری و ترکیبی، ضرایب تمرکز تنش بر پایه روش‌های تجربی: فوتوالاستیسیته، کرنش سنج - ضرایب تمرکز تنش مؤثر تحت بارگذاری ایستا و تکراری
نهم	خزش: منحنی خزش، خزش فلزات تحت بار تک محوری



هفته	سرفصل
دهم	خزش فلزات در بارگذاری چند محوری، خزش غیر فلزات
یازدهم	تنشهای تماسی: هندسه سطح تماس پس از بارگذاری
دوازدهم	تنشهای اصلی و برشی حداکثر در محل تماس، تماس نقطه‌ای دو جسم، تماس خطی دو جسم
سیزدهم	مکانیک شکست: شکست و معیارهای تخریب
چهاردهم	ترک‌های ساکن، گسترش ترک و ضریب شدت تنش
پانزدهم	خستگی: قوانین رشد ترک در خستگی
شانزدهم	محاسبه عمر خستگی، بارگذاری با دامنه متغیر

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

#### منابع اصلی:

1. A.P. Boresi, R.J. Schmidt, Advanced Mechanics of Materials, ۶th Edition, John Wiley, ۲۰۰۳
۲. R. G. Budynas, Advanced Strength and Applied Stress Analysis, McGraw Hill, ۱۹۹۹
۳. A.C. Ugural, S.K. Fenster, Advanced Strength and Applied Elasticity, Prentice Hall, ۲۰۰۳
۴. E.E. Gdoutos, Fracture Mechanics, An Introduction, ۲nd edition, Springer, ۲۰۰۵
۵. A. C. Ugural and S. K. Fenster, Advanced Mechanics of Materials and Applied Elasticity (۶th Edition), ۲۰۱۹.

#### منابع کمکی:

۶. D. Hartog, Advanced Strength of Materials, Dover, ۱۹۸۷
۷. S. Timoshenko, Strength of Materials, Part II, Advanced Theory and Problems, van Nostrand, ۱۹۴۰
۸. محمود شاکری، مقاومت مصالح پیشرفته و الاستیسیته کاربردی، چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه امیرکبیر، ۱۳۹۳.



سرفصل درس: مکانیک مواد مرکب پیشرفته						
پیشنیاز یا همنیاز: مکانیک محیط پیوسته	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مکانیک مواد مرکب پیشرفته
	تعداد واحد عملی:				الزامی  اختیاری	تخصصی
	تعداد واحد نظری:					
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳					
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

**اهداف درس:**

آشنایی با انواع مواد مرکب، کاربردها و محدودیت ها و روشهای ساخت، یادگیری معیارهای خرابی در مواد مرکب، آشنایی با رفتار مکانیکی تک لایه ها و جند لایه ها، شناخت اثرات محیطی بر رفتار مواد مرکب، آشنایی با آزمون های تجربی مرتبط با مواد مرکب

**سرفصل درس:**

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر کاربرد مواد مرکب، ساختار مواد مرکب، کامپوزیتهای پایه پلیمر، پایه فلز و پایه سرامیک
دوم	آشنایی با انواع الیاف و رزین های پر استفاده در صنعت، روش های ساخت کامپوزیتهای پایه پلیمر
سوم	رفتار میکرومکانیکی تک لایه ها
چهارم	رفتار ماکرومکانیکی تک لایه ها
پنجم	دستگاه مختصات اصلی و تبدیلات تنش، کرنش و خواص مهندسی
ششم	بررسی شکست و ارائه معیارهای تخریب در تک لایه ها
هفتم	معیارهای تخریب بر هم کنشی
هشتم	رفتار ماکرومکانیکی چند لایه های عمومی، تئوری کلاسیک لایه ای برای چند لایه ها
نهم	تحلیل تنش در چند لایه های متقارن و نامتقارن، تحت بار صفحه ای
دهم	تحلیل تنش در چند لایه های متقارن و نامتقارن، تحت بار خارج صفحه ای، دارای هسته و بدون هسته
یازدهم	تئوری های غیر کلاسیک برشی درجه یک و بالاتر
دوازدهم	خمش، کمانش و ارتعاشات چند لایه ها با تئوریهای مختلف
سیزدهم	رفتار مواد مرکب تحت تاثیر دما و رطوبت



هفته	سرفصل
چهاردهم	تحلیل تنش چند لایه ها تحت تاثیر دما و رطوبت
پانزدهم	بررسی شکست و ارائه معیارهای تخریب برای چندلایه ها
شانزدهم	آزمونهای تجربی برای مواد مرکب

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. Daniel IM and Ishai O, Engineering mechanics of composite materials, ۲<sup>nd</sup> edition, Oxford University Press, ۲۰۰۶.
۲. Hyer MW, Stress Analysis of Fiber-Reinforced Composite Materials, DEStech Publications, ۲۰۰۹.
۳. Ronald F. Gibson, Principles of Composite Material Mechanics (Mechanical Engineering), ۲۰۱۶.

منابع کمکی:

۴. Jones R. M., Mechanics of Composite Materials, Taylor & Francis, ۲<sup>nd</sup> Edition, ۱۹۹۹.
۵. Kollar L.P., Springer G.S., Mechanics of Composite Structures, Cambridge University Press, ۲۰۰۳.
۶. Kaw K., Mechanics of Composite Materials, Taylor & Francis, ۲<sup>nd</sup> Edition, ۲۰۰۶
۷. Reddy J.N., Mechanics of Laminated Composite Plates and Shells Theory and Analysis, CRC Press, ۲<sup>nd</sup> Edition, ۲۰۰۳.



سرفصل درس: تحلیل تجربی تنش						
پیشنیاز یا همنیاز:  ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: تحلیل تجربی تنش
	تعداد واحد عملی:				الزامی	
	تعداد واحد نظری:	اختیاری	عنوان درس به انگلیسی: Experimental Stress Analysis			
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳					
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

**اهداف درس:**

تحلیل تجربی تنش زمینه ای از مهندسی مکانیک است که روش‌های اندازه‌گیری تجربی تنش و کرنش در سازه‌ها را معرفی می‌نماید. دانشجویان با گذراندن این درس با این روش‌های تجربی اندازه‌گیری تنش و کرنش آشنا می‌شوند و با استفاده از این روش‌ها می‌توانند نتایج حاصل از روش‌های تحلیلی و عددی را صحت‌گذاری نمایند.

**سرفصل درس:**

هفته	سرفصل
اول	یادآوری مفاهیم تنش، ضرورت اندازه‌گیری و تحلیل تجربی تنش در قطعات، سازه‌ها و تجهیزات معرفی کلی روش‌های تحلیل تجربی تنش،
دوم	کرنش سنجی، مزایا و محدودیتها
سوم	کرنش سنج‌ها و انواع آن‌ها، مدارات کرنش سنج‌ها
چهارم	اصول نور، مبانی و مفاهیم فوتوالاستیسیته
پنجم	دامنه کاربرد فوتوالاستیسیته، مزایا و محدودیت‌ها بازدید از آزمایشگاه
ششم	فتوالاستیسیته دوبعدی فتوالاستیسیته سه بعدی پوشش فتوالاستیک
هفتم	روش Moire هولوگرافی Holography
هشتم	روش پوشش ترد، روش توده ماسه غشا



هفته	سرفصل
	روش نوترونی روش مغناطیسی بارک هاوزن
نهم	روش همبستگی (انطباق) تصاویر دیجیتالی (Digital Image Correlation – DIC)
دهم	روش حافظه مغناطیسی فلزات MMM (Magnetic Memory of Metal)
یازدهم	ارائه مفهوم تنش‌های پسماند و منشاهای آن و ضرورت اندازه‌گیری و اثر آنها در طراحی و عمر قطعات تحت بارهای ایستا و پویا روش‌های القای تنش‌های پسماند در سطوح فلزی (ساجمه زنی، لیزر پینینگ، و ...)
دوازدهم	تنش‌های پسماند ناشی از فرایند تولید (جوشکاری، ریخته‌گری، شکل دهی)
سیزدهم	اندازه‌گیری تنش‌های پسماند به روش سوراخ زنی (hole Drilling Method) و ارایه مثال و مساله
چهاردهم	اندازه‌گیری تنش‌های پسماند به روش اشعه X
پانزدهم	اندازه‌گیری تنش‌های پسماند به روش‌های، براده برداری، شیارزنی و ساش
شانزدهم	اندازه‌گیری تنش‌های پسماند به روش فتو الاستیسیته،

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

تجهیزات فتوالاستیسیته، کرنش سنجی، سوراخ زنی

منابع اصلی:

۱. J.W. Dally and W.F. Riley, Experimental Stress Analysis ۲ed., McGraw Hill, ۱۹۹۱.
۲. K. Ramesh, Experimental Stress Analysis, NPTEL, ۲۰۱۱.
۳. A. Freddi, G. Olmi, L. Cristofolini. Experimental Stress Analysis for Materials and Structures: Stress Analysis Models for Developing Design Methodologies, Springer, ۲۰۱۵.

منابع کمکی:

۴. L.S.Srinath, Experimental Stress Analysis, McGraw Hill, ۱۹۸۴.



سرفصل درس: طراحی و ساخت پیشرفته با رایانه						
پیشنیاز یا همنیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: طراحی و ساخت پیشرفته با رایانه
	تعداد واحد عملی:				تعداد: ۴۸	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی	واحد: تئوری	عنوان درس به انگلیسی: Advanced CAD-CAM	
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد			
تعداد واحد عملی:	سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>					
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

امروزه ضرورت استفاده از نرم افزار های مهندسی بر کسی پوشیده نیست. همانطور که زمان پیش رفته است، ابزار دست استاد کاران هر رشته نیز تغییر کرده است. مهندسان مکانیک نیز از این قاعده مستثنی نیستند و ابزار دست طراحان مکانیک از مداد های ذغالی و کاغذ، به نرم افزار های طراحی به کمک کامپیوتر توسعه یافته است. به این معنی که امکان طراحی دو بعدی و سه بعدی، تهیه نقشه و خیلی دیگر از امکانات طراحی را به همراه شبیه سازی و محاسبات فرآیند های ساخت و تولید و همچنین گرفتن خروجی کد های CNC برای شما فراهم می کنند. هدف این درس آشنایی دانشجویان با کاربرد کامپیوتر در فرآیند طراحی، ساخت و توسعه محصول است.

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
مروری بر المان محدود	اول
معرفی بسته های نرم افزاری مربوط به CAD، CAM، CAE و CAP	دوم
مدلسازی هندسی در نرم افزار (CAD)	سوم
طراحی برای ساخت و مونتاژ (CAD)	چهارم
آنالیز اجزای محدود با نرم افزار (CAE)	پنجم
مسائل تحلیل تنش در سازه ها (CAE)	ششم
مسائل شکست و رشد ترک (CAE)	هفتم
مسائل تحلیل دینامیکی (CAE)	هشتم
کمانش خطی و غیر خطی سازه ها (CAE)	نهم
شبیه سازی و تحلیل فرایندهای ساخت (CAE)	دهم





یازدهم	ماشینکاری در نرم افزارهای CAM
دوازدهم	شبیه سازی تراشکاری (CAM)
سیزدهم	شبیه سازی فرزکاری ۲ بعدی (CAM)
چهاردهم	شبیه سازی فرزکاری ۲/۵ بعدی (CAM)
پانزدهم	طراحی کارخانه و چیدمان ماشین الات
شانزدهم	شبیه سازی فرایندهای تولید

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۲۰	%۲۰			%۶۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

سایت کامپیوتر با نرم افزارهای سالیدورک (Solid work)، سالیدکم (Solid cam)، آباکوس (Abaqus)، ارنا (Arena)

منابع اصلی:

۱. R. Pezhingattil, S. Subramanyan, and V. Raju. Cad/Cam/Cim. New Age International, ۲۰۰۸.
۲. I. Zeid, Mastering Cad/Cam, McGraw-Hill, ۲۰۰۵.
۳. K. Lee, Principles of CAD/CAM/CAE Systems, Addison-Wesley, ۱۹۹۹.
۴. N. Vukašinović and J. Duhovnik, Advanced CAD Modeling: Explicit, Parametric, Free-Form CAD and Re-engineering (Springer Tracts in Mechanical Eng.), ۲۰۱۸.

منابع کمکی:

۵. Student's Guide to Learning SolidWorks® Software, ۲۰۱۰.
۶. Abaqus/CAE User's Manual, ۲۰۱۲.
۷. Arena® Basic, USER'S GUIDE, ۲۰۱۰.



سرفصل درس: پلاستیسیته						
پیشنیاز یا همنیاز: مکانیک محیط پیوسته	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: پلاستیسیته
	تعداد واحد عملی:				تخصصی	تعداد ساعت: ۴۸
	تعداد واحد نظری:	الزامی				
	تعداد واحد عملی:		اختیاری			
	تعداد واحد نظری: ۳					
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

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 سخت‌شوندگی استفاده کرد. هدف از این درس تعیین تنش و کرنش در مواد جامد تحت تغییر شکل‌های غیر ارتجاعی تحت بارگذاری‌های خارجی در حالت دوبعدی و سه‌بعدی است.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	تنش - کرنش: منحنی تنش-کرنش مهندسی، منحنی تنش-کرنش واقعی
دوم	تنش-کرنش در رفتار غیر ارتجاعی
سوم	معرفی سخت‌شوندگی (روابط تجربی)
چهارم	حالت کلی تنش، حالت کلی کرنش
پنجم	معیارهای تسلیم: معرفی معیارهای تسلیم در دستگاه مختصات
ششم	نتایج تجربی برای معیارهای فون میزز و ترسکا
هفتم	مفهوم سطوح تسلیم اولیه و ثانویه
هشتم	ناهمسانگردی، اثر باشینگر



نهم	روابط تنش - کرنش (قوانین سیلان): روابط تنش-کرنش در رفتار ارتجاعی (قانون هوک)
دهم	روابط تنش-کرنش در رفتار غیر ارتجاعی
یازدهم	معادلات لوی - میززا، تنش و کرنش معادل یا موثر
دوازدهم	روابط کلی تنش-کرنش برای مواد با رفتار ارتجاعی - غیر ارتجاعی
سیزدهم	معادلات پرناتل-رس، کار سختی همسانگرد و غیر همسانگرد
چهاردهم	نیروی محوری، پیچش و خمش در رفتار غیرارتجاعی: استوانه‌های جدار نازک تحت اثر نیروی محوری با فشار داخلی یا گشتاور پیچشی، پیچش، خمش
پانزدهم	مسائل ارتجاعی-غیرارتجاعی در مختصات کروی و استوانه‌ای: کره جدار ضخیم تحت فشار داخلی
شانزدهم	استوانه جدار ضخیم تحت فشار داخلی

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

#### منابع اصلی:

۱. J. Chakrabarty, Theory of Plasticity, Third Edition, Oxford ۲۰۰۶.
۲. H. M. Westergaard, Theory of Elasticity and Plasticity, Harvard university Press, ۲۰۱۴.
۳. K. Chung, M. Lee, Plasticity Characteristics (in Simple Tension/Compression), Springer, ۲۰۱۸.

#### منابع کمکی:

۴. R. Hill, The Mathematical theory of plasticity, Oxford ۱۹۹۸.
۵. W.F. Hosford, Fundamentals of Engineering Plasticity, Cambridge ۲۰۱۳.
۶. A.S. Khan, S. Huang, Continuum theory of plasticity, Wiley ۱۹۹۵.
۷. W.F. Chen, D.J. Han, Plasticity for Structural Engineers, J. Ross Publishing ۱۹۸۸



سرفصل درس: خستگی، خزش و شکست						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: خزش و شکست
	تعداد واحد عملی:				تخصصی	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	عنوان درس به انگلیسی: Fatigue, Creep and Fracture			
	تعداد واحد عملی:					اختیاری
	تعداد واحد نظری: ۳	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
	تعداد واحد عملی:	سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>				
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

آشنایی دانشجو با انواع مکانیزم‌های شکست و بویژه فرایند شکست خزش و خستگی، دلایل، مراحل و مشخصه‌های آن به منظور تحلیل خرابی‌های صنعتی و طراحی بهینه برای جلوگیری از آنها

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
مقدمه، انواع و پراکندگی شکست ها و خرابی‌های مکانیکی، اهمیت خستگی و ملاحظات آن در طراحی	اول
تعریف خزش، پدیده خزش از دیدگاه میکروسکوپی و ماکروسکوپی، کیفیت سطوح شکست در اثر خزش	دوم
مفهوم تخمین عمر باقیمانده در تجهیزات صنعتی (بویلرهای نیروگاهی و صنعتی، قطعات مسیره‌های داغ توربین گاز و ... و ارزش اقتصادی تخمین عمر باقیمانده در مجموعه‌های صنعتی، تخمین عمر باقیمانده به کمک استانداردها و پارامتر لارسون میلر	سوم
معرفی استانداردهای خزش و تنش گسیختگی و چگونگی کاربرد آنها و حل مسایل نمونه صنعتی به روش‌های مختلف	چهارم
تغییرات ساختاری دمای بالا، معرفی استانداردهای ارزیابی عمر باقیمانده به کمک تغییرات ساختاری آنها، حل مسایل نمونه صنعتی	پنجم
حل مسایل و ارزیابی عمر باقیمانده قطعات و تجهیزات صنعتی - امتحان بخش خزش	ششم
تعریف خستگی در استاندارد ASTM، تاریخچه خستگی و مروری بر مراحل پیشرفت علم و روابط خستگی استراتژی‌های مختلف در طراحی خستگی (مدلهای عمر خستگی S-N, ε-N, da/dN-ΔK و دو مرحله ای) معرفی معیارهای طراحی خستگی (Damage-tolerant, Fail-Life, Safe-life, Infinite-life) اهمیت هر دو روش تحلیل (آنالیز) و آزمون در طراحی خستگی، اهمیت بازرسی‌های حین سرویس و غیرمخرب، مراحل و	هفتم



هفته	سرفصل
	نواحی مختلف فرایند شکست خستگی
هشتم	بررسی علائم ماکروسکوپی سطوح شکست، علائم ساحلی (Beach marks)، نقش سطح آزاد، باندهای لغزش پابرجا (PSB)، مکانیزم‌های جوانه زنی ترک ویژگی‌های میکروسکوپی و مکانیزهای رشد ترک‌های مرحله I، عوامل موثر بر انتقال ترک‌های مرحله I به مرحله II، ویژگی‌های میکروسکوپی و مکانیزهای رشد ترک‌های مرحله II کریستالوگرافی خطوط موج (Striation)، میکروکلیواژ و اتصال حفرات،
نهم	پارامترهای بارگذاری خستگی، روش‌های بارگذاری، آزمون خستگی با تنش کنترل شده، منحنی S-N خستگی در سیکل‌های زیاد (HCF)، ماهیت آماری پارامترهای خستگی، رابطه بسکین، اثر تنش متوسط و نسبت بار بر منحنی S-N
دهم	روابط گودمن، گربر و سودبرگ، اثر نوع بارگذاری و اندازه نمونه، کیفیت سطح، شیار، جمع آسیب خستگی و قانون ماینر-پالمگرن، خستگی تحت بارگذاری متغیر
یازدهم	آزمون خستگی با کرنش کنترل شده، خستگی در سیکل‌های کم (LCF)، اثر بارگذاری بر خواص فیزیکی و مکانیکی، حلقه پسماند، منحنی تنش-کرنش خستگی، پدید نرم شدن و سخت شدن ناشی از بارگذاری سیکلی، تحول زیرساختار نابجایی،
دوازدهم	کاربرد و روش به دست آوردن منحنی‌های تنش - کرنش تناوبی، رابطه کافین-مانسون و منحنی $\epsilon-N$
سیزدهم	مقدمه ای بر مکانیک شکست، مفاهیم و دامنه کاربرد LEFM
چهاردهم	ضریب شدت تنش، نمودار سه مرحله ای رشد ترک خستگی و رابطه پاریس
پانزدهم	تخمین عمر خستگی قطعات ترک دار، اثر ریزساختار، روش تولید و ... بر رشد ترک خستگی
شانزدهم	ارزیابی عمر قطعات در خستگی تحت بارهای اتفاقی و روش‌های شمارش سیکل‌ها در بارهای اتفاقی

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۵	-	٪۴۰	٪۳۰	٪۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

الف: بخش خزش

1. Betten J., Creep Mechanics (۲nd ed) , Springer, ۲۰۰۵.
۲. سوپر هیتراها (آسیبها، تخمین دما و ارزیابی عمر باقیمانده)، سید ابراهیم موسوی ترشیزی، پژوهشگاه نیرو، ۱۳۸۸
۳. استانداردهای مهم زمینه خزش و تنش گسیختگی:
۴. Mechanical Metallurgy, G.E. Dieter, ۳rd Ed , ۱۹۸۷ Mc Graw Hill.
۵. Fatigue of Metallic Materials, M. Klesnil and P.Lucas, ۲nd Ed., ۱۹۹۲, Elsevier.
۶. ASM Handbook, Vol. ۱۹, Fatigue and Fracture.
۷. H. F. Broek, Elementary Engineering Fracture Mechanics, Martinus Nijhoff, ۴rd Edition ۱۹۸۲.



۸. K. Hellan, Introduction to Fracture Mechanics, McGraw Hill, ۳rd Edition, ۱۹۸۴.
۹. R. Ralfe/Barsom, Fracture and Fatigue Control in Structures: Applications of Fracture, ASTM International, ۱۹۸۴.
۱۰. ISO/TR ۷۴۶۸ ۱۹۸۱ 'summary of average stress rupture properties of wrought steels for boilers and pressure vessels
۱۱. BS ۳۰۵۹ : part ۲ : ۱۹۹۰ steel boiler and superheater tubes
۱۲. DIN ۱۷۱۷۵
۱۳. VGB-TW ۵۰۷ Guideline for the assessment of Microstructure and Damage Development of Creep Exposed Materials for Pipes and Boiler Components – ۱۹۹۲
۱۴. Ghatu Subhash, Shannon Ridgeway, et al., Mechanics of Materials Laboratory Course (Synthesis Sem Lectures on Experimental Mechanics), ۲۰۱۸.

ب : بخش خستگی و شکست

۱۵. Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials; R.W. Hertzberg, R.P. Vinci and J.L. Hertzberg, ۵th ed., John Wiley & Sons, ۲۰۱۳.
۱۶. Metal Fatigue in Engineering; ۲nd ed., R.I. Stephens, A. Fatemi, R.R. Stephens, H.O. Fuchs, John Wiley & Sons, ۲۰۰۱.
۱۷. T.L. Anderson, Fracture Mechanics, CRC Press, ۱۹۹۵.

۱۸. خستگی فلزات در مهندسی، چاپ دوم: ترجمه سید ابراهیم موسوی ترشیزی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۳

منابع کمکی:

۱۹. Mechanical Metallurgy; ۳rd ed., G.E. Dieter, Mc-Graw Hill, ۲۰۰۱.
۲۰. Fracture Mechanics, Fundamentals and Applications; ۲nd ed., T.L. Anderson, CRC Press, ۱۹۹۴.
۲۱. Elementary engineering fracture mechanics; D. Broek, Kluwer Academic Pub., ۱۹۸۲.
۲۲. Fatigue of Metallic Materials; M. Klesnile, P. Lukas, ۲nd ed., Elsevier ۱۹۹۱.
۲۳. ASM Metals Handbook; Vol. ۱۹: Fatigue and Fracture, ASM Int., ۱۹۹۶.



سرفصل درس: رفتار مکانیکی مواد					
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: رفتار مکانیکی مواد
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Mechanical Behavior of Materials
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری: ۳				
تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>					
سال ارائه درس:					

#### اهداف درس:

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

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مروری بر مواد مهندسی و آزمون‌های مکانیکی مواد
دوم	الاستیسیته
سوم	پلاستیسیته
چهارم	نرخ کرنش و وابستگی آن به دما در جریان تنش
پنجم	معیارهای تسلیم مواد
ششم	تئوری‌های لغزش
هفتم	هندسه نابجایی ها و انرژی
هشتم	مکانیزم‌های سخت شوندگی
نهم	شکل پذیری و شکست
دهم	مکانیزم‌های شکست و رشد ترک
یازدهم	ویسکوالاستیسیته



دوازدهم	خزش و تنش از هم گسیختگی
سیزدهم	خستگی
چهاردهم	تنش‌های پسماند
پانزدهم	رفتار مکانیکی سرامیک‌ها
شانزدهم	رفتار مکانیکی پلیمرها

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
۱۵٪		۵۰٪	۲۰٪	۱۵٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. Hosford W.F, Mechanical Behavior of Materials, Cambridge, ۲۰۰۵.
۲. Dowling N.E, Stephen L. Kampe, et al., Mechanical Behavior of Materials, ۲۰۱۸.
۳. Meyers M, Chawla K, Mechanical Behavior of Materials, Cambridge, ۲۰۰۹.

منابع کمکی:

۴. Bowman, Keith J. Mechanical behavior of materials. Vol. ۱. John Wiley, ۲۰۰۴.





سرفصل درس: قابلیت اطمینان سامانه‌های مکانیکی						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:	
	تعداد واحد عملی:				قابلیت اطمینان سامانه‌های مکانیکی	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی	نوع واحد:	عنوان درس به انگلیسی:	
	تعداد واحد عملی:					تعداد ساعت:
	تعداد واحد نظری: ۳					۴۸
تعداد واحد عملی:	اختیاری		آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>			
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

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 بین‌المللی 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 غیر مخرب و طراحی سامانه‌های پایش وضعیت در تداوم بخشی فرآیندهای صنعتی از اهداف درس قابلیت اطمینان سامانه‌های مکانیکی است.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه و مفاهیم پایه
دوم	آمار و احتمال مهندسی: آمار، الگوهای توزیع عمر
سوم	آمار و احتمال مهندسی: محاسبه قابلیت اطمینان قطعات یک سامانه
چهارم	حالت‌های خرابی و اثرات تحلیلی (FMEA)
پنجم	تحلیل درخت شکست
ششم	طراحی آماری
هفتم	ضریب اطمینان
هشتم	سایش، توزیع s-N، ساز و کارهای شکست
نهم	آزمون‌های تخمین عمر



دهم	خستگی در اثر سایش
یازدهم	طراحی بر اساس قابلیت اطمینان
دوازدهم	شکست آماری
سیزدهم	متغیرهای وایبل برای قطعات یک سامانه مکانیکی
چهاردهم	روش‌های برنامه‌ریزی برای آزمون‌های قابلیت اطمینان
پانزدهم	قابلیت اطمینان و نگهداری و تعمیرات
شانزدهم	برنامه‌دستیابی به قابلیت اطمینان

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۵	-	٪۴۰	٪۳۰	٪۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. A. Birolini, Reliability Engineering. Springer, Berlin; Heidelberg, ۲۰۰۴.
۲. M. Modarres, M.P. Kaminskiy, V. Krivtsov, Reliability engineering and risk analysis: a practical guide, CRC press, ۲۰۱۶.
۳. B. Kirwan, A guide to practical human reliability assessment, CRC press, ۲۰۱۷.
۴. B. Bertsche, Reliability in Automotive and Mechanical Engineering, Springer, ۲۰۰۸.
۵. T. A. Cruse, M. Dekker, Reliability based mechanical design, ۱۹۹۷
۶. A. Carter, Mechanical reliability and design, Macmillan International Higher Education, ۱۹۹۷.
۷. D. J. Smith, Reliability and maintainability in perspective. Macmillan International Higher Education, ۱۹۸۸.

منابع کمکی:

۱. A. T. Jensen, Stochastic Models in Reliability, Springer, ۱۹۹۹.



سرفصل درس: روش‌های تغییرات در مکانیک								
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: روش‌های تغییرات در مکانیک			
	تعداد واحد عملی:			۳				
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی	نوع واحد	عنوان درس به انگلیسی: Variational methods in mechanics			
	تعداد واحد عملی:					اختیاری	تعداد ساعت:	۴۸
	تعداد واحد نظری: ۳							
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد								
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>								
سال ارائه درس:								

#### اهداف درس:

در این درس از حساب تغییرات برای به دست آوردن معادلات استاتیکی و دینامیکی حاکم بر سامانه‌های جامد مکانیکی استفاده می‌شود. همچنین انواع روش‌های حل تحلیلی و عددی و اجزاء نیز معرفی می‌شوند.

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
حساب تغییرات: مقدمه، معادلهٔ اویلر، شرایط مرزی	اول
حساب تغییرات: مسائل تغییراتی با قید	دوم
اصول تغییراتی در الاستیسیته: مقدمه، کار مجازی، اصل مجموع انرژی پتانسیل	سوم
اصل Reissner principle، قضایای کاستیگلیانو، کابل‌ها، میله‌ها، محورها، تیرها، غشاءها و صفحه‌ها	چهارم
دینامیک تحلیلی: درجات آزادی، مختصات تعمیم‌یافته، اصل هامیلتون، معادلات لاگرانژ	پنجم
دینامیک تحلیلی: سامانه‌های دینامیکی مقید، ضرائب لاگرانژ	ششم
دینامیک تحلیلی: ارتعاشات آزاد و اجباری سامانه‌های پیوسته، مسائل مقدار ویژه	هفتم
روش‌های تقریبی تغییراتی: روش رایلی	هشتم
روش‌های تقریبی تغییراتی: روش کانتروبیچ، روش گالرکین	نهم
الاستیسیتهٔ غیرخطی: غیرخطی بودن هندسی و مادی	دهم
الاستیسیتهٔ غیرخطی: مجموع انرژی پتانسیل، نظریهٔ صفحهٔ فن-کارمن	یازدهم
پایداری الاستیک: پایداری ستون‌ها	دوازدهم
پایداری الاستیک: روش‌های عددی	سیزدهم
روش اجزاء محدود با استفاده از روش تغییراتی: تقسیم دامنه	چهاردهم



پانزدهم	روش اجزاء محدود با استفاده از روش تغییراتی: معادلات اجزاء محدود
شانزدهم	روش اجزاء محدود با استفاده از روش تغییراتی: هم‌بندی معادلات و روش‌های حل نرم‌افزاری

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. J.N. Reddy, Energy principles and variational methods in applied mechanics, John Wiley & Sons, ۲۰۱۷
۲. C.L. Dym, Solid mechanics, A variational approach, Springer ۲۰۱۳
۳. J.N. Reddy, Applied functional analysis and variational methods in engineering, McGraw-Hill ۱۹۸۶
۴. C. Lancos, Variational principles of mathematics, University of Toronto Press ۱۹۷۰

منابع کمکی:

۵. K. Washizu, Variational methods in elasticity and plasticity, Elsevier ۱۹۸۲
۶. F. Hildebrand, Method of applied mathematics, Prentice-Hall ۱۹۶۵



سرفصل درس: سازه‌های اتصال چسبی						
پیشنیاز یا همنیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سازه‌های اتصال چسبی
	تعداد واحد عملی:				الزامی	
	تعداد واحد نظری:	اختیاری				
	تعداد واحد عملی:		تعداد واحد نظری: ۳			
	تعداد واحد عملی:	تعداد واحد عملی:				
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
عنوان درس به انگلیسی: Adhesively bonded structures						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

اتصالات چسبی همانطور که از اسمش پیداست اتصالاتی هستند که به وسیله چسب به هم متصل شده اند این اتصالات مزیت های مهمی بیش از روشهای سنتی متصل کردن همچون پرچ کردن جوش زدن پیچ زدن و لحیم کاری در سازه‌های کاربردی بخصوص برای اجزای ساخته شده از مواد پلیمری یا کامپوزیتی ارائه می دهند بعضی از مزیت های اصلی اتصالات چسبی در مقایسه با اتصالات سنتی عبارتند از: قابلیت اتصال مواد نامشابه، توزیع تنش بهتر، کاهش وزن، ساخت اشکال پیچیده، خواص عالی حرارتی و عایق بودن. سطوح آیرودینامیکی صافتر، عمر خستگی عالی و بهبود مقاومت به خوردگی. هنگامی که اتصالات چسبی و یا تعمیر بوسیله این اتصالات برای سازه‌های فلزی ترک دار مورد استفاده قرار میگیرد همیشه توجه به صنعت هوافضا به منظور افزایش عمر سختگی افزایش سفتی و استحکام ساختارهای آسیب دیده ترک دار جلب می شود. شناخت اتصالات چسبی، تحلیل تنش اتصالات چسبی، شناخت شکست و خستگی در اتصالات چسبی، آشنایی با طراحی اتصالات چسبی از اهداف این درس است.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه و مبانی اتصالات چسبی
دوم	دسته بندی چسب ها، ارزیابی سطوح و انجام عملیات آماده سازی سطوح
سوم	تحلیل تنش اتصالات چسبی
چهارم	تحلیل اجزای محدود در اتصالات چسبی
پنجم	مکانیک شکست در اتصالات چسبی
ششم	آزمونهای تجربی در ارزیابی شکست اتصالات چسبی
هفتم	خستگی در اتصالات چسبی



هشتم	تاثیر عوامل محیطی بر عمر خستگی
نهم	خستگی دامنه متغیر در اتصالات چسبی
دهم	دیدگاه رشد ترک خستگی برای اتصالات چسبی
یازدهم	اتصال مواد ناهمگون، انتخاب چسب، آماده سازی سطوح
دوازدهم	مشکلات ساخت اتصالات ناهمگون
سیزدهم	طراحی اتصال مواد مرکب
چهاردهم	آزمون های مرتبط و تاثیر پارامترهای هندسی
پانزدهم	مطالعات موردی - حوزه خودرو
شانزدهم	مطالعات موردی - حوزه هوافضا

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

- Adams, R. D. Adhesive Bonding: Science, Technology and Applications. Elsevier, Cambridge, England, ۲۰۰۵.
- da Silva L.F.M., Öchsner A., Adams R. D., Handbook of Adhesion Technology, ۲nd Edition, Springer International Publishing, ۲۰۱۸.

منابع کمکی:

- Cognard, P., Handbook of Adhesives and Sealants Basic Concepts and High Tech Bonding. Elsevier Limited, Oxford, ۲۰۰۵.
- da Silva LFM, Öchsner A. Modeling of adhesive bonded joints, Berlin: Springer; ۲۰۰۸.
- Vassilopoulos, A. Fatigue and Fracture of Adhesively-Bonded Composite Joints; Behaviour, Simulation and Modelling, Elsevier Science, ۲۰۱۵.
- Journals: International Journal of Adhesion and Adhesives, The Journal of Adhesion



سرفصل درس: آزمون‌های غیرمخرب پیشرفته					
پیشنیاز یا همنیاز:  ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: آزمون‌های غیرمخرب پیشرفته
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی	تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Advanced non-destructive testing
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری: ۲				
تعداد واحد عملی: ۱	اختیاری ■				
آموزش تکمیلی عملی: ■ دارد    □ ندارد سفر علمی    □ کارگاه    □ آزمایشگاه    ■ سمینار ■					
سال ارائه درس:					

#### اهداف درس:

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

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مروری بر اهمیت NDT- روش‌های کلاسیک NDT
دوم	آزمون مایع نافذ- آزمون ذرات مغناطیسی
سوم	آزمون جریان گردابی- آزمون چشمی
چهارم	آزمون اشعه X
پنجم	آزمون اشعه X
ششم	آزمون ارتعاشات
هفتم	آزمون ارتعاشات
هشتم	آزمون ارتعاشات
نهم	آزمون فراصوتی
دهم	آزمون فراصوتی



یازدهم	آزمون فراصوتی
دوازدهم	آزمون نشرآوایی
سیزدهم	آزمون نشرآوایی
چهاردهم	آزمون نشرآوایی
پانزدهم	ترموگرافی
شانزدهم	جمع بندی و اشنایی با استانداردها

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. Don E. Bray, Roderick K. Stanley; Nondestructive Evaluation: A Tool in Design, Manufacturing and Service, Tehran, Iran: Nopardazan Press, ۱۹۹۷
2. J. David and N. Cheeke, Fundamentals and applications of ultrasonic waves. FL, USA: CRC press, ۲۰۰۲
3. J. L. Rose, Ultrasonic Waves in Solid Media Cambridge, UK: Cambridge University Press, ۲۰۰۲.
4. ASME B&PV; Sec V; BPV Code, Section V: Nondestructive Examination, ASME, ۲۰۱۸.
5. ASM Handbook Volume ۱۷: Nondestructive Evaluation and Quality Control, ASM ۲۰۱۸.
6. J Prasad, C G Krishnadas Nair; Non-Destructive Testing and Evaluation of Material, Tata McGraw-Hill Education; ۲۰۱۱
7. Sc. Jr., Lester W., Fundamentals of Ultrasonic Nondestructive Evaluation: A Modeling Approach (Springer Series in Measurement Sciences), ۲۰۱۶.

منابع کمکی:





سرفصل درس: مکانیک خرابی در مواد مرکب						
پیشنیاز یا همنیاز: مکانیک مواد مرکب پیشرفته	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مکانیک خرابی در مواد مرکب
	تعداد واحد عملی:				تعداد ساعت: ۴۸	
	تعداد واحد نظری:	اختیاری				
	تعداد واحد عملی:		آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد			
	تعداد واحد نظری: ۳	<input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>				
	تعداد واحد عملی:	سال ارائه درس:				

#### اهداف درس:

شناخت انواع خرابی در مواد مرکب، بررسی و مقایسه معیارهای خرابی در مقیاس ماکرو، آشنایی با مدلسازی میکرومکانیک و مقایسه رویکردهای مختلف در مدلسازی، آشنایی با مفاهیم مربوط به پیشروی خرابی و رویکردهای رایج در مدلسازی

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
مقدمه ای بر مکانیک مواد مرکب	اول
انواع مکانیزم‌های خرابی در کامپوزیت‌های چند لایه، جدایی بین الیاف و رزین، ترک خوردگی ماتریسی، ترک ماتریسی ایجاد کننده ترک‌های ریز	دوم
ترک ماتریسی ایجاد کننده جدایی بین لایه‌ای میانی، جدایی بین لایه‌ای لبه‌ای در لایه چینی زاویه‌ای، جدایی بین لایه‌ای لبه‌ای در مود یک	سوم
روش سنتی در بررسی خرابی مواد مرکب، معیار سای - هیل، معیار سای - وو	چهارم
معیار بر پایه تنش‌های برشی لبه‌ای، معیارهای دوبعدی هشین، معیارهای سه‌بعدی چانگ	پنجم
آنالیز خرابی به شیوه گسترش تدریجی خرابی، روش دو بعدی هشین، روش سه بعدی چانگ	ششم
شیوه مایکرو مکانیکی در آنالیز خرابی کامپوزیت ها، توصیف حجم نمونه، تئوری شکست محدود	هفتم
روش تاخیر برش، فرضیات اساسی روش، مدل سازی ترک ماتریسی	هشتم
مدلسازی جدایی بین لایه‌ای ناشی از ترک ماتریسی، روش حساب تغییرات، ملاحظات اساسی حساب تغییرات	نهم
روش‌های بر پایه‌ی تنش یا جابجایی، اکستریموم انرژی مکمل حجم نمونه، اکستریموم انرژی کرنشی	دهم
شیوه مک کارتنی، اساس روش مک کارتنی، بارگذاری درون صفحه ای	یازدهم



هفته	سرفصل
دوازدهم	بارگذاری‌های چند جهت، بارگذاری خمشی
سیزدهم	شیوه مزو مکانیکی در آنالیز خرابی مواد مرکب، پارامترهای خرابی
چهاردهم	قوانین برابری فضاها، خرابی و بدون خرابی، قوانین گسترش خرابی، مشخصه سازی مواد
پانزدهم	پیشروی خرابی درون لایه ای، پیشروی خرابی بین لایه ای
شانزدهم	مکانیزمهای خرابی و نمودارهای عمر خستگی

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۵	-	٪۴۰	٪۳۰	٪۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

#### منابع اصلی:

1. Daniel IM and Ishai O, Engineering mechanics of composite materials, ۲nd edition, Oxford University Press, ۲۰۰۶.
2. Talreja R and Singh CV, Damage and Failure of Composite Materials, Cambridge University Press, New York, ۲۰۱۲.
3. Lemaitre J, A Course on Damage Mechanics, ۲nd edition, Springer, ۱۹۹۶.
4. Talreja R and Varna J, Modeling Damage, Fatigue and Failure of Composite Materials, Woodhead Publishing, ۲۰۱۵.
5. Aidy Ali, Failure Analysis and Prevention, IntechOpen, ۲۰۱۷.

#### منابع کمکی:

7. Damage Mechanics of Composite Materials; Volume ۹ of Composite Materials Series, Editor: Talreja R, Elsevier Science, ۱۹۹۴.



سرفصل درس: مکانیک ضربه					
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مکانیک ضربه
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری: ۳	الزامی	نوع واحد		عنوان درس به انگلیسی: Impact Mechanics
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری:	اختیاری			
تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: <input checked="" type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد					
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>					
سال ارائه درس: سال دوم					

**اهداف درس:**

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

**سرفصل درس:**

هفته	سرفصل
اول	مقدمه: تعریف، اصل های متداول در این مبحث از جمله بقای اندازه حرکت و بقای انرژی، موجهای تنش کششی، پیچشی، فشاری، حجمی و سطحی
دوم	روابط انتشار موج: شرایط کرنش صفحه ای، سرعت ذرات، موجهای فشاری و پیچشی، ترکیب موجها، 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
سوم	ادامه و تکمیل مباحث هفته دوم
چهارم	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، میله های پکینسون،
پنجم	ادامه و تکمیل مباحث هفته چهارم: انتشار موج پیچشی در میله با سطح مقطع متغیر، قطعه قطعه شدن میله ها و ورقها در اثر ضربه و یا انفجار
ششم	ادامه و تکمیل مباحث هفته پنجم: شکست در میله نرم، الگوهای شکست در قطعات در اثر انفجار
هفتم	موج تنش الاستیک، تحلیل جامع مسائل ضربه: اعتبار سنجی تئوری ساده قبل، انتشار موج در میله مخروطی، انتشار موج در ورق نازک،
هشتم	ادامه و تکمیل مباحث هفته هفتم: انتشار موجهای حجمی در یک محیط پیوسته، انتشار موجهای چرخشی در محیط پیوسته،



هفته	سرفصل
نهم	ادامه و تکمیل مباحث هفته هشتم: انتشار موجهای رالی، بازتاب و شکست موجها در سطح مشترک با محیط (مایع خلا، جامد خلا، جامد جامد)،
دهم	ادامه و تکمیل مباحث هفته نهم: موجهای متقارن کروی در محیط پیوسته، انفجار در حفره کروی
یازدهم	موجهای تنش الاستیک- پلاستیک در میله ها: میله های بلند و یکنواخت، برخورد میله کوتاه با دیوار صلب،
دوازدهم	ادامه و تکمیل مباحث هفته یازدهم: پرس میله کوتاه، ضربه گیرها
سیزدهم	تحلیل پلاستیک سازه ها تحت بار ضربه ای: لولاهای پلاستیک در سازه ها، ضربه گیرهای صنعتی
چهاردهم	ادامه و تکمیل مباحث هفته سیزدهم: ضربه گیرهای صنعتی
پانزدهم	مطالعه موردی و حل مثال و آشنایی با تحقیقات روز دنیا در حوزه مکانیک ضربه
شانزدهم	مطالعه موردی و حل مثال و آشنایی با تحقیقات روز دنیا در حوزه مکانیک ضربه

#### ارزشیابی:

تکلیف و پروژه ها	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۲۰		٪۴۵	٪۳۵	

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: ----

#### منابع اصلی:

1. W. Johnson, Impact Strength of Materials, Edward Arnold (publishers) Limited, London, ۱۹۷۲
۲. W. Goldsmith, Impact, Edward Arnold (publishers) Limited, London, ۱۹۶۰
۳. W. J. Stronge, Impact Mechanics, Cambridge University Press; ۲ edition, ۲۰۱۸
۳. محمود شاکری، ابوالفضل دریوزه، مکانیک ضربه، انتشارات دانشگاه گیلان، ۱۳۷۹

#### منابع کمکی:

۴. W. J. Stronge, Impact Mechanics, Cambridge University Press, United Kingdom, ۲۰۰۰
۵. S. Abrate, Impact on Composite Structures, Cambridge University Press, United Kingdom, ۱۹۹۸



سرفصل درس: ویسکوالاستیسیته و هایپر الاستیسیته						
پیشنیاز یا همنیاز: مکانیک محیط پیوسته	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ویسکوالاستیسیته و هایپر الاستیسیته
	تعداد واحد عملی:				واحد	تعداد ساعت: ۴۸
	تعداد واحد نظری:	الزامی				
	تعداد واحد عملی:		اختیاری			
	تعداد واحد نظری: ۳					
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

**اهداف درس:**

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 مسایل مهندسی به کار گیرند.

**سرفصل درس:**

سرفصل	هفته
مقدمه	اول
خصوصیات مکانیکی مواد ویسکوالاستیک	دوم
معرفی ساختار مواد ویسکوالاستیک همچون پلیمرها	سوم
معادلات ساختاری دیفرانسیلی	چهارم
نمایش انتگرالی موروثی تنش و کرنش	پنجم
رفتار وابسته به زمان و دما	ششم
تحلیل تنش ویسکوالاستیک در میله‌ها	هفتم
تحلیل تنش ویسکوالاستیک تیرها	هشتم
تحلیل تنش ویسکوالاستیک در مسایل دو	نهم
تحلیل تنش ویسکوالاستیک در مسایل سه بعدی	دهم
ویسکوالاستیسیته غیر خطی	یازدهم
مکانیزم و مدل‌های گسیختگی	دوازدهم



سیزدهم	رفتار مواد هایپرالاستیک، ملاحظات عمومی در معادلات ساختاری، مواد هایپرالاستیک ایزوتروپیک
چهاردهم	- مواد هایپرالاستیک تراکم ناپذیر
پانزدهم	- مواد هایپرالاستیک تراکم پذیر
شانزدهم	انواع توابع انرژی کرنشی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. H. F. Brinson and L. C. Brinson, Polymer Engineering Science and Viscoelasticity, An Introduction, ۲nd Edition, Springer, ۲۰۱۵.
۲. J. D. Ferry, Viscoelastic Properties of Polymers, Wiley, ۳rd Edition, ۱۹۸۰.
۳. R. Lakes, Viscoelastic Materials, Cambridge University Press, ۲۰۰۹.
۴. Shaw, Montgomery T., and William J. MacKnight. Introduction to polymer viscoelasticity. John Wiley & Sons, ۲۰۱۸.

منابع کمکی:

۵. Ward and J. Sweeney, Mechanical Properties of Solid Polymers, Wiley, ۲۰۱۲.
۶. R. M. Christensen, Theory of Viscoelasticity, Dover Publications, ۲nd Edition, ۲۰۱۰.
۷. S. P. C. Marks and G. J. Creus, Computational Viscoelasticity, Springer, ۲۰۱۲.
۸. B. Wunderlich, Thermal Analysis of Polymer Materials, Springer, ۲۰۰۵.



سرفصل درس: ترموالاستیسیته						
پیشنیاز یا همنیاز: مکانیک محیط پیوسته	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: ترموالاستیسیته	
	تعداد واحد عملی:			۳		
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی	نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸	
	تعداد واحد عملی:					اختیاری
	تعداد واحد نظری: ۳					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
عنوان درس به انگلیسی: Thermoelasticity						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

تئوری ترموالاستیسیته بر اساس تئوری های هدایت حرارت و الاستیسیته شکل گرفته است. تأثیر متقابل تغییر شکل (جابجایی) و تغییرات دمایی روی یکدیگر، 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 بقاء 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 ترمو الاستیسیته و ایجاد تئوری های جدید شد. عمدتاً، به کارگیری صورت های تعمیم یافته از قانون هدایت فوریه در دستور کار قرار گرفته و منجر به تولید معادلات بنیانی هایپربولیک در حوزه دمایی، علاوه بر حوزه جابجایی، شده است. این نوع معادلات، سرعت موج گرما را محدود پیش بینی می کند. آشنایی با رفتار محیطهای الاستیک در حضور بار حرارتی با فرمولبندی به صورت کوپل شده و کوپل نشده از اهداف این درس است.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه
دوم	مروری بر روابط پایه الاستیسیته
سوم	مروری بر قانون اول ترمودینامیک و معادله انتقال حرارت در محیط الاستیک
چهارم	معادله انرژی و هدایت حرارتی
پنجم	ترموالاستیسیته کوپل نشده
ششم	فرمول بندی دو بعدی مسائل ترموالاستیک
هفتم	حل مسائل به روش پتانسیل تغییر مکان



هشتم	حل مسائل به روش تابع تنش
نهم	فرمولبندی در مختصات قطبی
دهم	مسائل متقارن محوری
یازدهم	حل مسائل صفحه ای به روش متغیرهای مختلط
دوازدهم	حل مسائل ترموالاستیک در ورق ها
سیزدهم	حل مسائل ترموالاستیک در پوسته ها
چهاردهم	ترموالاستیسیتیه کوپل شده
پانزدهم	زمینه‌های تحقیقاتی جدید در ترموالاستیسیتیه
شانزدهم	معرفی نرم افزار و پروژه

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۵	-	٪۴۰	٪۳۰	٪۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۴. Povstenko, Yuriy. Fractional thermoelasticity. Vol. ۲۱۹. Springer, ۲۰۱۵.
۵. W. Nowacki, Thermoelasticity, Pergamon Press, ۱۹۶۲
۶. R.B. Hetnarski, M.R. Eslami, Thermal Stresses – Advanced Theory and Applications, Springer ۲۰۰۹
۷. Youssef, Hamdy M., Mowffaq Oreijah, and Hunaydi S. Alsharif. Three-Dimensional Generalized Thermoelasticity with Variable Thermal Conductivity. International Journal of Mathematical and Computational Sciences ۱۳,۵ (۲۰۱۹): ۱۰۸-۱۱۶.
۸. Hetnarski, Richard B., and M. Reza Eslami. Coupled and generalized thermoelasticity. Thermal Stresses—Advanced Theory and Applications. Springer, Cham, ۲۰۱۹. ۳۷۷-۴۳۷.
۹. Little, Dallas N., David H. Allen, and Amit Bhasin. Elasticity and Thermoelasticity. Modeling and Design of Flexible Pavements and Materials. Springer, Cham, ۲۰۱۸. ۴۱۹-۴۵۹.
۱۰. علی اصغر عطایی، فصل ۱۲ (ترموالاستیسیتیه) الاستیسیتیه نظری، کاربردی، محاسباتی، مارتین اچ. ساد، ترجمه، انتشارات علمی و فنی ویرایش سوم ۱۳۹۴

منابع کمکی:

- ۱) H. Parkus, Thermoelasticity, Springer, ۱۹۶۸





سرفصل درس: پایداری سازه‌ها						
پیشنیاز یا همنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: پایداری سازه‌ها
	تعداد واحد عملی:				تخصصی	تعداد ساعت: ۴۸
	تعداد واحد نظری:	الزامی				
	تعداد واحد عملی:	اختیاری				
	تعداد واحد نظری: ۳					
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

**اهداف درس:**

هدف این درس بررسی پایداری استاتیکی سیستم‌های مکانیکی شامل: تیر، صفحه، ستون با روش‌های مختلف تحلیلی و عددی و همچنین آشنائی با نظریه‌های گوناگون در این حیطه است.

**سرفصل درس:**

هفته	سرفصل
اول	مفهوم پایداری، انواع پایداری، روش آنالیز در پایداری
دوم	دوشاخگی، بارحدی
سوم	کمانش ستونها، فرضیات در ستون اوپلر
چهارم	معادله مرتبه چهارم برای محاسبه بار بحرانی
پنجم	تیر - ستون
ششم	کمانش ستون با انحنای اولیه
هفتم	روش‌های تقریبی و عددی برای محاسبه بار بحرانی ستونها
هشتم	روش انرژی
نهم	روش ریتز
دهم	کمانش غیر الاستیک ستونها
یازدهم	تئوری مدول دوبله
دوازدهم	تئوری مدول تانژانت
سیزدهم	تئوری شانلی
چهاردهم	کمانش حرارتی



پانزدهم	کمانش پیچشی
شانزدهم	کمانش جانبی تیرها، کمانش صفحات

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. H. Ziegler, Principles of structural stability, Birkhäuser, ۲۰۱۳.
۲. A. Chajes, Principles of structural stability theory, Prentice-Hall, ۱۹۷۴.
۳. K.D. Hjelmstad, Fundamentals of structural mechanics, Springer Science & Business Media, ۲۰۰۷.
۴. R. Thom, Structural stability and morphogenesis, CRC press, ۲۰۱۸.

منابع کمکی:

۵. S.P. Timoshenko, J.M. Gere, Theory of elastic stability, Courier Corporation, ۲۰۰۹.



سرفصل درس: روش‌های انرژی						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: روش‌های انرژی
	تعداد واحد عملی:				الزامی	
	تعداد واحد نظری:	اختیاری	عنوان درس به انگلیسی: Energy Methods			
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳					
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

روش‌های انرژی روشی نظام‌مند برای نشان‌دادن معادلات استاتیکی و دینامیکی حاکم بر سامانه‌های مکانیکی پیچیده است. در این درس با معرفی انرژی‌های یک سامانه، نیروهای تعمیم‌یافته، اصل کار مجازی، اصل هامیلتون و روش‌های حساب تغییراتی، معادلات حاکم بر مسأله به دست می‌آیند.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه
دوم	روش‌های حساب تغییرات، نیروهای تعمیم یافته
سوم	روش ضرائب لاگرانژ
چهارم	روش‌های تقریبی: روش ریلی ریتز
پنجم	روش‌های تقریبی: روش گالرکین
ششم	اصول انرژی در الاستیسیته، اصل کمینه بودن انرژی پتانسیل
هفتم	اصل هامیلتون
هشتم	معادلات همزمان مکانیکی و برقی در مواد پیزوالکتریک
نهم	معادلات آلیاژهای حافظه‌دار
دهم	تحلیل پایداری: معیارهای انرژی و روش‌های مبتنی بر انرژی
یازدهم	مدلهای پایداری مکانیکی
دوازدهم	انرژی و روش‌های اجزاء محدود



سیزدهم	پایداری پایستار (الاستیک): میله، تیر
چهاردهم	پایداری پایستار (الاستیک): ورق و پوسته
پانزدهم	تحلیل پایداری سیستم‌های ناپایستار: خطی
شانزدهم	تحلیل پایداری سیستم‌های ناپایستار: غیرخطی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. J.N. Reddy, Energy principles and variational methods in applied mechanics, John Wiley & Sons, ۲۰۱۷.
۲. I. Shames, Energy and Finite Element Methods In Structural Mechanics: SI Units, Routledge, ۲۰۱۷.
۳. H. Irving, L. Clive, Energy and finite element methods in structural mechanics, in, Hemisphere Publishing Company, ۱۹۸۵.

منابع کمکی:

۴. P.A. Zinoviev, Energy dissipation in composite materials, Routledge, ۲۰۱۸.
۵. V.V.e. Bolotin, Nonconservative problems of the theory of elastic stability, Macmillan, ۱۹۶۳.



سرفصل درس: روش اجزاء محدود ۲						
پیشنیاز یا همنیاز: روش اجزاء محدود ۱	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: روش اجزاء محدود ۲
	تعداد واحد عملی:				تعداد ساعت: ۴۸	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی			عنوان درس به انگلیسی: Finite elements method II
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳					
تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

اگر مبانی مربوط به علم اجزا محدود به درستی فرا گرفته شده باشند می دانیم که اساس این روش، بر محاسبه مقادیر موردنظر در گره‌های هر المان استوار است. محاسبات مربوطه در گره‌ها انجام می‌شود و سپس به هر نقطه دلخواه از المان پیوند داده می‌شود. توابع شکل نقش این رابط‌های محاسباتی را بر عهده دارند. به شکل خلاصه، توابع شکل را باید مجموعه توابع میانجیابی دانست که به کمک آن قادر خواهیم بود مقادیر محاسبه شده برای یک میدان متغیر در گره‌ها را به هر نقطه دلخواه از المان ارتباط دهیم. توسعه روش‌های اجزا محدود برای کاربردهای واقعی تر و پیچیده همراه با تغییر شکلهای بزرگ و دائمی در این درس ارائه خواهند شد.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر روش‌های اجزا محدود غیرخطی
دوم	تحلیل غیرخطی هندسی اعضا خرپایی
سوم	توسعه المان‌های خرپا بر مبنای تعاریف گوناگون برای کرنش
چهارم	تحلیل غیرخطی هندسی بر مبنای محیط‌های پیوسته
پنجم	تحلیل غیرخطی مادی در مسائل یک بعدی
ششم	تحلیل غیرخطی مادی (پلاستیسیته) در مسائل سه بعدی
هفتم	مدل سازی مدل‌های رفتاری مادی وابسته به زمان
هشتم	تحلیل غیرخطی تیرها در اجزا محدود
نهم	انواع روش‌های المان محدود: روش المان کاربردی، روش المان محدود تعمیم یافته
دهم	نسخه hp روش المان محدود، روش المان محدود توسعه یافته
یازدهم	روش المان محدود مرزی مقیاس شده، روش المان محدود هموار



دوازدهم	روش المان طیفی، روش‌های بدون مش
سیزدهم	مقایسه روش المان محدود با روش تفاضل محدود
چهاردهم	مقایسه روش المان محدود با روش حجم محدود
پانزدهم	کاربرد روش المان محدود
شانزدهم	نرم افزارهای المان محدود

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

#### منابع اصلی:

1. J. N. Reddy, An Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis: with applications to heat transfer, fluid mechanics, and solid mechanics, ۲nd Edition, McGraw Hill, ۲۰۱۵.
۲. R. D. Borst, Mike A. Crisfield, Joris J. C. Remmers, Clemens V. Verhoosel, Nonlinear Finite Element Analysis of Solids and Structures, , ۲nd Edition, John Wiley and Sons LTD, ۲۰۱۲.
۳. Y. W. Kwon and B. Hyochoong, The finite element method using MATLAB. CRC press, ۲۰۱۸.
۴. M. Moatamedi and H. A. Khawaja. Finite Element Analysis. CRC Press, ۲۰۱۸.

#### منابع کمکی:

۵. N. Kim, Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis, Springer. , ۲۰۱۵
۶. K. Y. Bathe, Finite Element Procedures, Prentice-Hal, ۱۹۹۶.
۷. O. C. Iienkiwics and R. L. Taylor, The Finite Element Method (vol ۱, ۲) (Fifth Edition), Butterworth-Heinemann, ۲۰۰۰.
۸. T. Belytschko, W. K. Liu and B. Moran, Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, John Wiley and Sons LTD, ۱۹۹۷



سرفصل درس: طراحی پیشرفته مخازن تحت فشار					
پیشنیاز یا همنیاز: تئوری ورق و پوسته	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: طراحی پیشرفته مخازن تحت فشار
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Advanced Design of Pressure Vessels	
	تعداد واحد عملی:				۴۸
تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری				
تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد					
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>					
سال ارائه درس:					

#### اهداف درس:

مخازن تحت فشار (انگلیسی Pressure vessel: مخازنی معمولاً استوانه‌ای یا کروی هستند که معمولاً برای نگهداری مایعات یا گازها در فشاری غیر از فشار اتمسفر استفاده می‌شوند. مخازن تحت فشار می‌توانند بسیار خطرناک باشند و حادثه‌های منجر به مرگ زیادی در طول دوره توسعه و بهره‌برداری آنها رخ داده‌است. به همین دلیل، طراحی، ساخت و بهره‌برداری از مخازن تحت فشار توسط مقامات مهندسی و توسط قانون حمایت می‌شود. تعریف مخزن فشار از کشوری به کشور دیگر متفاوت است. 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 می‌گیرد. کاربرد عمده این مخازن در صنایع نفت و گاز است. طراحی آن 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 آزمون‌های غیر مخرب مانند آزمون اولتراسونیک، رادیوگرافی و آزمایش فشار انجام می‌شود. در آزمایش هیدرواستاتیک از آب استفاده می‌کنند، و در آزمایش پنوماتیکی از هوا یا گاز دیگری استفاده می‌کنند. معمولاً آزمون هیدرواستاتیک ترجیح داده می‌شود، زیرا این روش یک روش ایمن تر است، در صورتی که شکست بدنه در طول آزمایش اتفاق بیفتد، حجم ناچیزی از انرژی آزاد می‌شود (آب به دلیل تراکم پذیری ناچیز برخلاف گازها در هنگام شکست بدنه سریعاً منبسط نمی‌شود در حالیکه در گازها این اتفاق باعث انفجار می‌شود. آشنایی با مخازن تحت فشار و طراحی نظری و عملی آنها بر پایه اصول مکانیک و کد ASME از اهداف این درس است.

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
مقدمه	اول
مخازن تحت فشار جدار نازک	دوم
تنش‌های غشایی در پوسته‌های مدور تحت فشار	سوم
تنش‌های ناپیوستگی در محل اتصال پوسته‌های تحت فشار	چهارم



پنجم	مخازن جدار ضخیم استوانه ای
ششم	مخازن جدار ضخیم کروی
هفتم	تنشهای حرارتی در مخازن تحت فشار
هشتم	طراحی مخازن و درپوشها تحت فشار خارجی بر اساس کد ASME
نهم	طراحی پایه‌های مخازن تحت فشار
دهم	مجرای روی مخازن تحت فشار و تقویت آنها
یازدهم	مواد و روش‌های ساخت
دوازدهم	مقدمه ای بر کامپوزیت ها
سیزدهم	مخازن جدار ضخیم کامپوزیتی
چهاردهم	مخازن جدار ضخیم نانویی
پانزدهم	پوشش دهی مخازن
شانزدهم	عیوب مخازن

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

#### منابع اصلی:

1. J. F. Harvey, Theory and Design of Pressure Vessels, Van Nostrand Reinhold, ۱۹۸۵
2. H. H. Bednar, Pressure Vessel Design Handbook, ۲nd ed., Krieger, ۱۹۹۱
3. E. F. Megyesy, Pressure Vessel Handbook, ۱۰th ed., Pressure Vessel Handbook publishers, ۲۰۰۸
4. ASME Code, Section VIII, Division ۱, ۲۰۰۴.
5. Stress in ASME Pressure Vessels, Boilers, and Nuclear Components (Wiley-ASME Press Series), ۲۰۱۷.
6. S. V. Hoa, Analysis for Design of Fiber Reinforced Plastic Vessels. Routledge, ۲۰۱۷.

#### منابع کمکی:

1. D. Moss, Pressure Vessel Design Manual, ۳rd ed., Elsevier, ۲۰۰۴
2. J. Spence A.S. Tooth, Pressure Vessel Design Concepts and Principles, CRC Press, ۱۹۹۴





سرفصل درس: نانو کامپوزیت ها						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نانو کامپوزیت ها
	تعداد واحد عملی:				الزامی	
	تعداد واحد نظری:	اختیاری	عنوان درس به انگلیسی:  Nanocomposites			
	تعداد واحد عملی:					آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد
	تعداد واحد نظری: ۳	سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>				
تعداد واحد عملی:	سال ارائه درس:					

#### اهداف درس:

نانو کامپوزیت، همان کامپوزیت در مقیاس نانومتر است. نانو کامپوزیت ها در دو فاز تشکیل می شوند. در فاز اول ساختاری بلوری در ابعاد نانو ساخته می شود که زمینه یا ماتریس کامپوزیت به شمار می رود. این زمینه ممکن است از جنس پلیمر، فلز یا سرامیک باشد. در فاز دوم ذراتی در مقیاس نانو به عنوان تقویت کننده برای استحکام، مقاومت، هدایت الکتریکی و... به فاز اول یا ماتریس افزوده 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 شبیه سازی نانو کامپوزیت ها از اهداف این درس است.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	اصول و مبانی مواد کامپوزیتی
دوم	کامپوزیت فلزی، سرامیکی و پلیمری
سوم	نانو ذرات و کاربردها در کامپوزیت ها
چهارم	روش های ساخت نانو ذرات و نانو ساختارها
پنجم	نانو کامپوزیت ها
ششم	فاز میانی در نانو کامپوزیت ها
هفتم	خواص فیزیکی، مکانیکی، الکتریکی و حرارتی نانو کامپوزیت ها
هشتم	روش های آنالیز میکروسکوپی نانو کامپوزیت ها



نهم	روش‌های آنالیز غیر میکروسکوپی نانو کامپوزیت‌ها
دهم	روش‌های ساخت مواد نانو کامپوزیتی
یازدهم	بررسی رفتار مکانیکی (الاستیک، پلاستیک، شکست و ...) نانو کامپوزیت‌ها
دوازدهم	بررسی فرایند پذیری نانو کامپوزیت‌ها (ماشینکاری، جوشکاری، شکل دهی و ...)
سیزدهم	کاربردهای عمومی و صنعتی نانو کامپوزیت‌ها
چهاردهم	کاربردهای بیولوژیک نانو کامپوزیت‌ها
پانزدهم	شبیه سازی رفتار مکانیکی و خواص نانو کامپوزیت‌ها
شانزدهم	بهینه سازی خواص در نانو کامپوزیت‌ها

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪ ۳۰		٪ ۴۰	٪ ۲۰	٪ ۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

#### منابع اصلی:

۱. P.M. Ajayan: Nanocomposite science and technology, Wiley Verlag GmbH, Weinheim, ۲۰۰۳
۲. A.D. Pomogailo and V.N. Kestelman, Metal-polymer Nanocomposites, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, ۲۰۰۵.
۳. M.A. Strocio, M. Dutta, Biological nanostructures and applications of nanostructures in biology. Electrical, mechanical and optical properties, Kluwer Academic, ۲۰۰۴.
۴. J. H. Koo, Polymer Nanocomposites: Processing, Characterization, and Applications, Second Edition, ۲۰۱۹.

#### منابع کمکی:



سرفصل درس: مکانیک شکست					
پیشنیاز یا همنیاز: مکانیک محیط پیوسته، ریاضیات پیشرفته ۱	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مکانیک شکست
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری:	الزامی	نوع واحد		عنوان درس به انگلیسی: Fracture mechanics
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری			
تعداد واحد عملی:	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
					سال ارائه درس:

#### اهداف درس:

شناخت و تسلط بر مبنای مکانیک شکست، به کارگیری روابط حاکم بر مکانیک شکست در مسایل کاربردی، شناخت مزیت های رویکرد مکانیک شکست و محدودیت ها آن، شناخت روش های تجربی و استاندارد های حاکم برای تعیین چقرمگی شکست، تخمین عمر قطعات بر مبنای دیدگاه مکانیک شکست، پیاده سازی مسایل مکانیک شکست به روش اجزای محدود

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	شکست سازه ها، روند تکاملی مکانیک شکست، دیدگاه مکانیک شکست در طراحی، تاثیر مواد در شکست
دوم	مقدمه ای بر مکانیک شکست الاستیک خطی، دیدگاه اتمی در شکست، تمرکز تنش و عیوب ساختاری، مفاهیم انرژی در شکست
سوم	نرخ آزادسازی انرژی کرنشی، مفهوم ناپایداری و R-curve و نقش مودهای بارگذاری در ناپایداری رشد ترک، بحث بر روی چند مثال واقعی
چهارم	تحلیل تنش ترکها، مروری بر الاستیسیته و توابع تنش، حل ویلیام و وسترگارد، معرفی ضریب شدت تنش
پنجم	بررسی ضریب شدت تنش در هندسه و مودهای بارگذاری مختلف، اثر هندسه محدود بر ضریب شدت تنش، اصل بر هم نپی
ششم	معرفی توابع وزنی جهت تعیین ضرایب شدت تنش، رابطه ضریب شدت تنش و نرخ آزادسازی انرژی کرنشی
هفتم	پلاستیسیته نوک ترک، بررسی مدل های ایرواین و داگ دیل در مسایل تنش صفحه ای و کرنش صفحه ای، بررسی شکل ناحیه پلاستیک در مسایل تنش صفحه ای و کرنش صفحه
هشتم	بررسی محدودیت استفاده از مکانیک شکست الاستیک خطی، بررسی شرایط کرنش صفحه ای، تنش چند محوری و تاثیر ضخامت بر ضریب شدت تنش، مودهای بارگذاری ترکیبی، تاثیر متقابل چند ترک
نهم	مقدمه ای بر مکانیک شکست الاستو-پلاستیک، مفهوم و کاربرد CTOD در مسایل الاستو-پلاستیک، انتگرال J و مفهوم



هفته	سرفصل
	انتگرال مستقل از مسیر J
دهم	اندازه گیری تجربی انتگرال J، رشد ترک پایدار و ناپایدار، بررسی محدودیت استفاده از، انتگرال J در مسایل الاستو-پلاستیک، HRR field، T-stress
یازدهم	تعیین تجربی چقرمگی شکست، بررسی استانداردهای مرتبط با قلزات و غیر فلزات، تعیین چقرمگی شکست بین لایه ای در مواد مرکب
دوازدهم	کاربرد مکانیک شکست در سازه‌ها، انواع ترک و محدودیتهای حاکم در استفاده از مکانیک شکست الاستیک خطی، دیاگرام ارزیابی خرابی FAD
سیزدهم	رشد ترک خستگی، معادلات تجربی رشد ترک خستگی، تخمین عمر خستگی
چهاردهم	پدیده بسته شدن ترک و مکانیزمهای حاکم بر آن، آستانه رشد ترک خستگی
پانزدهم	رشد ترک در بارگذاری دامنه متغیر، بررسی تجربی رشد ترک خستگی، استفاده از دیدگاه مکانیک شکست در طراحی بر پایه دیدگاه تحمل آسیب
شانزدهم	مقدمه ای بر مکانیک شکست عددی، مفهوم المان تکین، چگونگی مدلسازی ترک در نرم افزارهای اجزای محدود تجاری و ارزیابی نتایج

#### ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۵	-	٪۴۰	٪۳۰	٪۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

#### منابع اصلی:

1. T. L. Anderson, Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications, ۴th Edition, CRC Press, USA, ۲۰۱۷.

#### منابع کمکی:

2. R.W. Hertzberg, Deformation & Fracture Mechanics of Engineering Materials, ۴th Edition, John Wiley & Sons, ۱۹۹۵.
3. D. Broek, Elementary Engineering Fracture Mechanics, ۴th Edition, Kluwer Academic Publishers, ۱۹۸۶.
4. Journals: Engineering Fracture Mechanics, International Journal of Fracture



سرفصل درس: طراحی مهندسی پیشرفته						
پیشنیاز یا همنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: طراحی مهندسی پیشرفته
	تعداد واحد عملی:				الزامی	تعداد ساعت: ۴۸
	تعداد واحد نظری:	اختیاری				
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳					
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

آشناسازی دانشجویان با مفاهیم و اصول طراحی اجزای سامانه‌های مکانیکی و کاربرد این اصول در طراحی و تکوین قطعات پرکاربرد در صنعت، آشنایی با جنبه‌های اقتصادی و مدیریتی در طراحی، آشنایی با مفاهیم بهینه‌سازی و طراحی مقید، آشنایی و استفاده از نرم افزارهای مرتبط

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مبانی تحلیل و طراحی اجزاء ماشین
دوم	رفتار قطعات تحت تنش‌های مرکب
سوم	سازه‌های معین و نامعین از نظر ایستایی
چهارم	بررسی خواص مکانیکی مواد مهندسی
پنجم	بررسی قیود و محدودیت‌های ساخت
ششم	بررسی جنبه‌های اقتصادی طراحی
هفتم	طراحی برای محیط‌های خاص
هشتم	طراحی و متوازن سازی روتورها
نهم	طراحی و محاسبه یک ماشین ساده با مشخصات داده شده و با در نظر گرفتن تأثیر روش‌های تولید
دهم	خزش و خستگی
یازدهم	روش‌های تجربی برای تحلیل و سنتز اجزاء ماشین
دوازدهم	کاربرد رایانه در محاسبات اجزای ماشین



سیزدهم	خلاقیت در طراحی و تحلیل سامانه‌های مکانیکی
چهاردهم	تحلیل کرنش فتوالاستیک
پانزدهم	تحلیل سیستم‌های پیچیده ارتعاشی
شانزدهم	بهینه کردن قطعات با استفاده از بسته‌های نرم افزاری

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۲۵	-	%۳۵	%۳۰	%۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. J.A. Collins, H.R. Busby and G.H. Staab, Mechanical Design of Machine Elements and Machines: A Failure Prevention Perspective, Wiley, ۲۰۱۰.
2. V. B. Bhandari, Design of Machine Elements, Mc Graw Hill India; ۴th edition, ۲۰۱۶.

منابع کمکی:

2. A.H. Burr and J.B. Cheatham, Mechanical Analysis and Design (۲nd Edition), Prentice Hall, ۱۹۹۵.



سرفصل درس: طراحی اجزاء و سازه ماشین ابزار						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: طراحی اجزاء و سازه ماشین ابزار
	تعداد واحد عملی:				الزامی  اختیاری	تخصصی
	تعداد واحد نظری:					
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳					
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input type="checkbox"/>						
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

طراحی و ساخت ماشین ابزارهای مخصوص که قادر به تولید قطعات خاص در بازه 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 مهم ترین پارامترهای موجود در طراحی ماشین ابزارها می باشند. آشنایی با مباحث طراحی قسمت‌های مختلف ماشین ابزار و تحلیل نیروهای وارد آن حین فرایند ماشینکاری از اهداف این درس است.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مروری بر انواع ماشین ابزار و کاربردها
دوم	کلیات طراحی ماشین ابزار
سوم	بارهای استاتیکی، دینامیکی و حرارتی وارد بر ماشین ابزار
چهارم	محاسبه نیروهای براده برداری عملیات‌های مختلف ماشین کاری
پنجم	تعیین توان مورد نیاز و انتخاب موتور الکتریکی
ششم	طراحی جعبه دنده تنظیم سرعت دورانی و پیشروی
هفتم	طراحی پایه و بدنه ماشین ابزار
هشتم	طراحی محور اسپیندل ماشین ابزار
نهم	طراحی کشویی‌ها طولی و عرضی ماشین ابزار
دهم	دینامیک ماشین ابزار
یازدهم	محاسبه و کنترل ارتعاشات در ماشین ابزار



سیستم‌های کنترل در ماشین ابزار	دوازدهم
طراحی ماشین ابزارهای سری تراش	سیزدهم
انواع ماشین‌های کنترل عددی	چهاردهم
اصول طراحی ماشین‌های کنترل عددی	پانزدهم
آزمون‌های پذیرش برای ماشین ابزار	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. S.K. Basu & D.K. Pal, Design of Machine Tools, Oxford & IBH Publication, ۱۹۹۵
۲. N. K. Mehta, Machine Tool Design, Tata Mcgraw-Hill, ۱۹۸۴.
۳. M. Weck, Handbook of Machine Tool, Vol. ۱~۴, John Wiley & Sons, ۱۹۸۴.
۴. A. Wasim, A. Ghulam, Functional Reverse Engineering of Machine Tools (Computers in Engineering Design and Manufacturing), CRC Press, ۲۰۱۹.

منابع کمکی:





سرفصل درس: اتوماسیون در تولید						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد تئوری	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: اتوماسیون در تولید
	تعداد واحد عملی:				تعداد	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Automation in production
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد				
تعداد واحد عملی:	سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>					
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

اتوماسیون (خودکارسازی) به فرایندی گفته می‌شود که در آن دخالت انسان به حداقل رسیده است. در زبان یونانی باستان به معنی خودفرمان است. رباتیزه کردن یا اتوماسیون صنعتی به معنی استفاده از ابزارهای کنترلی (مثلاً کامپیوتر) به منظور هدایت و کنترل ماشین آلات صنعتی و فرایندهای تولید است. اتوماسیون به بهره‌گیری از سامانه‌های کنترل (مثل کنترل عددی، کنترل منطقی قابل برنامه‌ریزی، و دیگر سیستم‌های کنترل صنعتی)، مکانیکی، الکترونیکی به کمک رایانه‌ها [CAM, CAD, CAX] برای پایش (کنترل) خط تولید گفته می‌شود، که در آن هدف، کاهش نیاز به دخالت انسان است. خودکارسازی یک گام فراتر از مکانیزه کردن است. مکانیزه کردن به معنی فراهم کردن متصدیان انسانی با ابزار و دستگاه‌هایی است که ایشان را برای انجام بهتر کارشان یاری می‌رساند. نمایان‌ترین و شناخته‌شده‌ترین بخش خودکارسازی، ربات‌های صنعتی هستند. آشنایی با سیستم‌های تولید، آشنایی با برنامه ریزی تولید، آشنایی با اتوماسیون سیستم‌های تولید، بازرسی و انبارداری از جمله اهداف این درس است.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مروری بر سیستم‌های تولید
دوم	برنامه ریزی تولید
سوم	سیستم‌های مدیریت و کنترل تولید
چهارم	سیستم‌های ساخت و تولید یکپارچه کامپیوتری (CIM)
پنجم	ادامه: سیستم‌های ساخت و تولید یکپارچه کامپیوتری (CIM)
ششم	اتوماسیون سیستم‌های تولید
هفتم	طراحی و تحلیل انواع انتقال دهنده‌ها در سیستم‌های تولید



هشتم	تحلیل خطوط تولید اتوماتیک
نهم	ادامه: تحلیل خطوط تولید اتوماتیک
دهم	بکارگیری ربات ها در خط تولید
یازدهم	اتوماسیون سیستم‌های مدیریت و کنترل تولید
دوازدهم	اتوماسیون حمل و نقل در تولید
سیزدهم	اتوماسیون بازرسی و کنترل مرغوبیت
چهاردهم	اتوماسیون انبارداری در تولید
پانزدهم	اتوماسیون تعمیر و نگهداری ماشین آلات
شانزدهم	شبیه سازی فرایند تولید و چیدمان دستگاه ها

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
۱۵٪		۵۰٪	۲۰٪	۱۵٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. Groover. M, Automation, Production System and Computer Integrated Manufacturing, ۵<sup>th</sup> edition, ۲۰۱۸.

منابع کمکی:

2. Waldner J. B, Principles of Computer-Integrated Manufacturing, ۱۹۹۲.
3. Parrish. D, Flexible Manufacturing, ۲۰۰۱.



سرفصل درس: خستگی						
پیشنیاز یا همنیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: خستگی
	تعداد واحد عملی:				تعداد	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Fatigue
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد				
تعداد واحد عملی:	سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>					
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

شناخت و تسلط بر مفاهیم شکست خستگی، شناخت رویکردهای موجود در برخورد با مسایل مرتبط با شکست خستگی و محدودیت های آنها، شناخت پارامترهای تاثیر گذار بر عمر خستگی، شناخت روشهای تجربی و استاندارد های حاکم برای تعیین عمر خستگی، تخمین عمر خستگی قطعات، آشنایی با خستگی در مواد نوین

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه و تاریخچه ای بر خستگی، مودهای خرابی مکانیکی، اهمیت خستگی در طراحی
دوم	روشهای طراحی خستگی، معیارهای طراحی، تحلیل و آزمون، بازرسی حین سرویس
سوم	جنبه های ماکروسکوپی در سطوح شکست خستگی
چهارم	جنبه های میکروسکوپی در سطوح شکست خستگی
پنجم	آزمونهای خستگی و استانداردهای مربوطه، دیدگاه تنش-عمر
ششم	پارامترهای موثر در رفتار خستگی و مدلسازی آنها در دیدگاه تنش-عمر
هفتم	رفتار تنش- کرنش در مواد و تغییر شکل سیکلی مواد
هشتم	دیدگاه کرنش-عمر و تعیین خواص مواد جهت مدلسازی عمر خستگی بر مبنای کرنش
نهم	پارامترهای موثر در رفتار خستگی و مدلسازی آنها در دیدگاه کرنش-عمر
دهم	مقدمه ای بر مکانیک شکست الاستیک خطی، پلاستیسیته نوک ترک
یازدهم	چقرمگی شکست، رشد ترک خستگی و مدلسازی آن
دوازدهم	ناچها و تاثیر آنها بر عمر خستگی



سیزدهم	تنشهای پسماند و تاثیر بر مقاومت خستگی
چهاردهم	خستگی دامنه متغیر
پانزدهم	خستگی در تنشهای جند محوره
شانزدهم	خستگی در مواد مرکب

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. Stephens RI, Fatemi, A. Stephens RR., Fuchs, HO. Metal Fatigue in Engineering, ۲nd edition, John Wiley & Sons, ۲۰۰۱.
۲. Vassilopoulos AP, Keller T, Fatigue of Fiber-reinforced Composites, ۱st Edition, Springer, ۲۰۱۱.
۳. Stephens, Metal Fatigue In Engineering, ۲nd Edition, ۲۰۱۳.

منابع کمکی:

۴. Schijve J, Fatigue of Structures and Materials, ۲nd Edition, Springer, ۲۰۰۹.
۵. Harris B. Fatigue in composites, CRC press, ۲۰۰۳.
7. Journals: International Journal of Fatigue



سرفصل درس: تئوری ورق و پوسته							
پیشنیاز یا همنیاز: مکانیک محیط پیوسته	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: تئوری ورق و پوسته		
	تعداد واحد عملی:				۳		
	تعداد واحد نظری:	الزامی	نوع واحد	تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Theory of Plate and Shell		
	تعداد واحد عملی:					تخصصی	۴۸
	تعداد واحد نظری: ۳						
تعداد واحد عملی:	آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد						
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>							
سال ارائه درس:							

#### اهداف درس:

به واسطه مهندسی مکانیک است که انگیزه لازم برای توسعه دیگر شاخه های مهم ریاضی مانند معادلات دیفرانسیل معمولی و مشتقات جزئی ایجاد شده است. میحث پوسته و ورق نیز بخشی از مکانیک است که به بررسی و تحلیل سازه های بسیار پرکاربرد و اساسی در صنعت می پردازد. تیرها و ورق ها المان هایی از سازه های رایجی هستند که در بسیاری از علوم مهندسی مانند: مهندسی خودرو، مهندسی هوافضا و مهندسی عمران به کار گرفته می شوند، به همین علت از هر دو جنبه تئوری و عملی نیاز است تا برای فهم بهتر رفتار آن ها مطالعات بیشتری صورت گیرد. هدف از این درس، آشنایی با رفتار انواع ورق ها و تئوری های مرتبط به تنش و تغییر شکل صفحات و پوسته های نازک در اثر برش و خمش، کمانش صفحات، و تنش و تغییر شکل صفحات ضخیم و حل معادلات با کمک روش حل عددی و تحلیلی است.

#### سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	صفحات نازک: نظریه تغییر شکلهای کوچک در خمش صفحات
دوم	صفحات مستطیلی با انواعی از شرایط تکیه گاهی
سوم	صفحات دایره ای با بارگذاری و شرایط مرزی متقارن محوری
چهارم	خمش ورقهای با شکلهای دیگر
پنجم	روش های تقریبی بررسی خمش ورقها (تفاضل محدود، ریتز، گالرکین)
ششم	کمانش صفحات
هفتم	نظریه تغییر شکل بزرگ صفحات
هشتم	صفحات با ضخامت متوسط و ضخیم
نهم	نظریه تغییر شکل برشی مرتبه اول
دهم	نظریه تغییر شکل برشی مرتبه بالاتر



یازدهم	پوسته ها
دوازدهم	نظریه خطی پوسته ها
سیزدهم	هندسه پوسته ها
چهاردهم	خمش پوسته‌های استوانه ای
پانزدهم	خمش پوسته‌های مدور
شانزدهم	کاربرد و مقایسه نظریه ها

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۵	-	%۴۰	%۳۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. S. Timoshenko, S.W. Krieger, Theory of Plates and Shells, ۲nd ed, McGraw-Hill, ۱۹۵۹
۲. E. Ventsel, T. Krauthammer, Thin Plates and Shells, Theory, Analysis and Applications, Dekker, ۲۰۰۱
۳. A. C. Ugural, Stresses in Plates and Shells, ۲nd ed., McGraw-Hill, ۱۹۹۹
۴. J. M. Whitney, Structural analysis of laminated anisotropic plates. Routledge, ۲۰۱۸.

منابع کمکی:

۵. C.M. Wang, J.N. Reddy, K.H. Lee, Shear Deformable Beams and Plates, Elsevier, ۲۰۰۰



سرفصل درس: مکانیک نانو ساختارها					
<b>دروس پیش نیاز:</b> ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد: ۳	<b>عنوان درس به فارسی:</b> مکانیک نانو ساختارها
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی	تعداد ساعت: ۴۸	<b>عنوان درس به انگلیسی:</b> Mechanics for Nanostructures
	تعداد واحد عملی:				
	تعداد واحد نظری: ۳				
تعداد واحد عملی:					
<b>آموزش تکمیلی عملی:</b> <input type="checkbox"/> دارد <input checked="" type="checkbox"/> ندارد <input type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input checked="" type="checkbox"/> سمینار					
<b>سال ارائه درس:</b>					

**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 نانوکامپوزیت ها است. در ادامه دانشجویان با نانو مکانیک در کاربردهای پیشرفته آشنا می شوند.

**سرفصل درس:**

سرفصل	هفته
مقدمه ای بر نانو ساختارها	اول
روش های ساخت مواد نانو ساختار	دوم
اصول و مقدمات خواص مکانیکی مواد	سوم
روش های اندازه گیری خواص مکانیکی نانو ساختارها	چهارم
اثر اندازه ذرات بر خواص مکانیکی مواد	پنجم
رشد و جوانه زنی نانو کریستال ها و خواص مکانیکی حاکم بر آن	ششم
بررسی معادلات خواص و رفتار مکانیکی حاکم بر نانو مواد	هفتم
بررسی خواص دینامیکی - مکانیکی نانو مواد و نانو کامپوزیت ها	هشتم
بررسی مکانیزم های تغییر شکل	نهم
بررسی مکانیزم شروع و رشد ترک در نانو ساختارها	دهم
مدلسازی چند مقیاسی	یازدهم
مدلسازی نانو ساختارها و کامپوزیت های وابسته به آن	دوازدهم



سیزدهم	بررسی نانو مکانیک و مکانیک نانوساختارها در کاربردهای پیشرفته
چهاردهم	نانو تریبولوژی
پانزدهم	سیستم‌های نانو الکترومکانیک (NEMS)
شانزدهم	بیومکانیک در مقیاس نانو

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۲۵		%۴۰	%۲۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. V. V. Mitin, I. S. Dmitry, and Z. V. Nizami, Quantum mechanics for nanostructures. Cambridge University Press, ۲۰۱۰.
۲. V. Harik, Trends in nanoscale mechanics: Mechanics of carbon Nanotubes, Graphene, Nanocomposites and molecular dynamics. Springer, ۲۰۱۴.
۳. P. Anderson, Nanomechanics of materials and structures. Springer, ۲۰۰۶.
۴. B. Bhushan, Nanotribology and Nanomechanics I: Measurement Techniques and Nanomechanics. Vol. ۱. Springer Science & Business Media, ۲۰۱۱.
۵. A. Kamel, A. Mohamed, and R. Prasad. Magnetic Nanostructures. Springer, ۲۰۱۹.

منابع کمکی:

7. A. Farajpour, H. Mergen and H. Farokhi. , A review on the mechanics of nanostructures. International Journal of Engineering Science ۱۳۳, pp. ۲۳۱-۲۶۳, ۲۰۱۸.





سرفصل درس: نانو مواد و کاربردهای مهندسی						
دروس پیش نیاز: ندارد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نانو مواد و کاربردهای مهندسی
	تعداد واحد عملی:				الزامی	
	تعداد واحد نظری:	اختیاری	عنوان درس به انگلیسی: Nanomaterials and Engineering Application			
	تعداد واحد عملی:					آموزش تکمیلی عملی: <input type="checkbox"/> دارد <input type="checkbox"/> ندارد
	تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی:	سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> سمینار <input checked="" type="checkbox"/>			
سال ارائه درس:						

#### اهداف درس:

آموزش جامع و فراگیر دانشجویان در زمینه های: نانو مواد، نانو ساختارهای کربنی، روش های شناسای نانو مواد، قوانین و خواص نانو مواد و کاربردهای نانو مواد در صنایع مختلف

#### سرفصل درس:

سرفصل	هفته
مقدمه ای بر نانومواد و نانوفناوری	اول
نانوساختارها	دوم
نانو ساختارهای کربنی	سوم
روش های ساخت نانوساختارها	چهارم
خواص نانومواد: مغناطیسی، مکانیکی، الکترونیکی، نوری	پنجم
خواص سطحی و ترمودینامیک نانومواد	ششم
جنبه های شیمیایی خواص نانومواد (الکتروشیمی، نفوذ در نانومواد، انتقال حرارت در نانو مواد)	هفتم
روش های مطالعه و مشخصه یابی نانومواد (روش های سنتی و الکتروشیمیایی آنالیز مواد)	هشتم
روش های مطالعه و مشخصه یابی نانومواد (طیف سنجی ملکولی و اتمی مواد)	نهم
ایمنی و سلامت در نانومواد	دهم
ساختارهای چند لایه متخلخل نانو، فوم های فلزی، آلیاژی و سرامیکی و روش های ساخت	یازدهم
انواع نانو مواد سرامیکی و روش های ساخت و کاربردها	دوازدهم



سیزدهم	انواع نانومواد هوشمند، کاربردها و روش های ساخت
چهاردهم	نانومواد هدفمند (FGM)، روش های ساخت و تولید و کاربردها
پانزدهم	نانو پوشش ها، روش های ساخت و کاربردهای آن
شانزدهم	نانومواد الکترونیکی، مغناطیسی، پیزوالکتریک، نیمه هادی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۲۵		%۴۰	%۲۰	%۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. S. Edelstein, R.C. Cammarata, Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications, Institute of Physics Pub, ۱۹۹۸.
2. W.A. Goddard, D. W. Brenner, S.E. Lyshevski, G.J. Iafrate, Handbook of Nanoscience Engineering and Technology, CRC Press LLC, ۲۰۰۳.
3. B. Bhushan, Springer Handbook of Nanotechnology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg ۲۰۰۴.
4. D. A. Skoog, D.M. West, F. J. Holler, Fundamentals of Analytical Chemistry, Saunders College Publishing, ۲۰۰۵.
5. K.E. Geckeler, H. Nishide, Advanced Nanomaterials, Wiley-VCH, ۲۰۱۰.
7. T. J. Webster and H. Yazici, Biomedical Nanomaterials: From design to implementation (Healthcare Technologies), ۲۰۱۶.

منابع کمکی:

۶. M. Ratner, D. Ratner, Nanotechnology, Prentice Hall PTR, ۲۰۰۲.
4. G. Vao, Nanostructures and Nanotechnology, Imperial College Press, ۲۰۰۴.
9. L.V. Basbanes, Advanced Materials Research Trends, Nova Publishers, ۲۰۰۷.
10. C. Z. Carroll-Porzynski, Advanced Materials: Refractory Fibres, Fibrous Metals, Composites, University of Michigan, ۲۰۰۷.

