جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی رشته

مهندسی مکانیک

Mechanical Engineering

مقاطع تحصیلات تکمیلی

(کارشناسی ارشد ناپیوسته و دکتری تخصصی)

گرایش های کارشناسی ارشد ناپیوسته:

مکانیک جامدات	Solid Mechanics
دینامیک، کنترل و ارتعاشات	Dynamics, Control and Vibration
تبدیل انرژی و سامانه‌های انرژی پایدار	Energy Conversion and Sustainable Energy Systems
ساخت و تولید	Manufacturing and Production

مقطع دکتری تخصصی بدون گرایش

برنامه درسی مرجع

گروه فنی و مهندسی

پیشنهادی کارگروه تخصصی مهندسی مکانیک

باتعالی

نام رشته: مهندسی مکانیک

عنوان گرایش‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته: ۱-مکانیک جامدات ۲- دینامیک، کنترل و ارتعاشات ۳- تبدیل انرژی و سامانه‌های انرژی پایدار ۴- ساخت و تولید

گروه: فنی و مهندسی

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته و دکتری تخصصی

کارگروه تخصصی: مهندسی مکانیک

نوع مصوبه: بازنگری (به همراه تغییر عنوان، تجمیع و تغییر گرایش‌ها)

پیشنهادی: کارگروه تخصصی مهندسی مکانیک

تاریخ تصویب: ۱۴۰۴/۰۲/۲۱

برنامه درسی بازنگری‌شده و تغییرعنوان‌یافته دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته «مهندسی مکانیک» گرایش‌های ۱- مکانیک جامدات ۲- دینامیک، کنترل و ارتعاشات ۳- تبدیل انرژی و سامانه‌های انرژی پایدار ۴- ساخت و تولید و دوره دکتری تخصصی رشته «مهندسی مکانیک(بدون گرایش)»، در جلسه شماره ۹۷۳ تاریخ ۱۴۰۴/۰۲/۲۱ شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی به شرح زیر تصویب شد:

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

ماده دو- برنامه‌های درسی دوره تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد ناپیوسته و دکتری تخصصی) رشته‌های «مهندسی مکانیک» گرایش های ۱- طراحی کاربردی ۲-تبدیل انرژی ۳-ساخت و تولید مصوب جلسه ۱۶۳ تاریخ ۱۴۰۰/۰۱/۰۵ کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی، رشته «مهندسی مکانیک» گرایش های ۱-احتراق و ۲-تحلیل خرابی مصوب جلسه ۸۸۳ تاریخ ۱۳۹۶/۰۲/۲۳ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی، رشته «مهندسی مکانیک گرایش نگهداری و پایش تجهیزات» مصوب جلسه ۸۸۷ تاریخ ۱۳۹۶/۰۹/۰۴ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی، رشته «مهندسی مکانیک گرایش جوش» مصوب جلسه ۸۸۲ تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی، رشته «مهندسی مکانیک گرایش مهندسی آزمون‌های غیر مخرب» مصوب جلسه ۹۲۱ تاریخ ۱۳۹۸/۰۹/۰۳ شورای گسترش و برنامه‌ریزی آموزش عالی، رشته «مهندسی مکانیک گرایش کامپوزیت» مصوب جلسه ۹۵۵ تاریخ ۱۴۰۱/۰۸/۲۹ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی، رشته «مهندسی مکانیک» گرایش های ۱-طراحی کاربردی و ۲-ساخت و تولید مصوب جلسه ۸۳۵ تاریخ ۱۳۹۲/۰۴/۰۹ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی، «مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی» مصوب جلسه ۱۷۵ تاریخ ۱۴۰۲/۰۸/۱۴ کمیسیون برنامه‌ریزی آموزشی و همه برنامه‌های درسی مشابه تا پیش از تصویب این برنامه درسی، منسوخ شده و برنامه درسی بازنگری‌شده با عنوان جدید، جایگزین آن‌ها می‌شود.

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

ماده چهار- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۵-۱۴۰۶ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر رضا نقی‌زاده
مدیر کل دفتر برنامه ریزی آموزش عالی

دکتر ابوالفضل واحدی
معاون آموزشی و دبیر شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

اعضای کمیته تدوین و بازنگری برنامه
(به ترتیب حروف الفبا)

دکتر بهروز آرزو	.....	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دکتر حامی تورجی زاده	.....	دانشگاه خوارزمی
دکتر محرم حبیب نژاد کورایم (مسئول کارگروه)	.....	دانشگاه علم و صنعت ایران
دکتر مسعود دربندی	.....	دانشگاه صنعتی شریف
دکتر علی محمد شافعی	.....	دانشگاه شهید باهنر کرمان
دکتر فتح اله طاهری بهروز	.....	دانشگاه علم و صنعت ایران
دکتر محمد جعفر کرمانی	.....	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دکتر نوروز محمد نوری	.....	دانشگاه علم و صنعت ایران

اصلاح ساختار برنامه و بازبینی نهایی

دکتر علی نخعی (دبیر گروه فنی و مهندسی)	.....	دانشگاه تهران

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

الف) کلیات

۱ـ۱ـ تعریف رشته و ضرورت بازنگری

رشته مهندسی مکانیک (Mechanical Engineering) یکی از قدیمی‌ترین و گسترده‌ترین رشته‌های مهندسی است. ساده‌ترین تعریف برای رشته مهندسی مکانیک «تحلیل، ساخت و کنترل اجزا و سیستم‌های در حال حرکت» است. فارغ‌التحصیلان این رشته قادر خواهند بود با ترکیب دانش ریاضی، فیزیک و مواد، طراحی، آنالیز، ساخت و نگهداری سیستم‌های مکانیکی را انجام دهند. با توجه به حوزه بسیار وسیع فعالیت‌های این رشته ـ شامل قطعات و تجهیزات صنعتی، خطوط تولید، ماشین‌آلات و ابزار، سیستم‌های سرمایشی–گرمایشی و تهویه، انواع موتورها و سیستم‌های ترابری، سیستم‌های هوانوردی، شناورهای دریایی، ربات‌ها، سنسورها و ابزار دقیق، فرایندها و سیستم‌های انرژی، سیستم‌های آبی و هیدرولیکی، تجهیزات پزشکی، سیستم‌های زیستی، اتوماسیون و هوشمندسازی و یکپارچه‌سازی فرایندها و سیستم‌ها ـ می‌توان ادعا کرد که مهندسی مکانیک، در کلیه فناوری‌های بشری نقش کلیدی را ایفا می‌کند.

با توجه به رشد سریع نیازها و فناوری‌های مرتبط با مهندسی مکانیک، ضروری است برنامه درسی این رشته در مقاطع زمانی مشخص مورد بازنگری قرار گیرد تا دانش‌آموختگان این رشته دانش و مهارت لازم را جهت ورود به بازار کار، انجام پروژه‌های صنعتی و آموزش و پژوهش‌های کاربردی و بنیادین کسب نمایند. باتوجه به سپری شدن زمان طولانی از آخرین بازنگری جامع دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری مهندسی مکانیک، انجام یک بازنگری کلی، جامع و هماهنگ در تمام دوره‌های تحصیلات تکمیلی این رشته الزامی بود.

در بازنگری فعلی، علاوه بر بررسی آخرین روش‌ها و سرفصل‌های آموزش مهندسی مکانیک در دانشگاه‌های معتبر دنیا، از دیدگاه‌های اساتید دانشگاه‌های داخلی و همچنین متخصصین صنعتی استفاده شده است. در برنامه حاضر، ضمن افزودن دروس جدید، انعطاف‌پذیری بیشتری در انتخاب واحدها لحاظ شده است تا فرصت فعالیت‌های علمی میان‌رشته‌ای برای دانشجویان و اساتید بیشتر فراهم گردد.

۱ـ۲ـ تاریخچه و جایگاه تمدنی، فرهنگی و اجتماعی

در طول ادوار مختلف، توسعه و پیشرفت تکنولوژی‌های مکانیکی، کمک شایانی به توسعه اقتصادی و اجتماعی جوامع کرده است. ورود انسان به دوران صنعتی و پس از آن به دوران مدرن، بیش از هر چیز، مدیون توسعه ابزار و فرایندهای مکانیکی است. در حال حاضر، مهندسان مکانیک با کمک دانش و تخصص خود، نقش حیاتی در رشد کشور ایفا می‌کنند. پیش‌بینی می‌شود در آینده نیز، پیشرفت‌های حوزه مهندسی مکانیک، راهگشای توسعه سریع‌تر، گسترده‌تر و پایدارتر جوامع باشند.

در حال حاضر به لطف سال‌ها آموزش و پژوهش عالی در زمینه مهندسی مکانیک در ایران، در بسیاری از صنایع کشور، طراحی مهندسی، ساخت، تعمیر و نگهداری به صورت خودکفا در کشور اجرا می‌شود. با توجه به اهمیت حیاتی این صنعت، نیروی انسانی متخصص اعم از نیروی مهارتی، مهندس، کارشناس ارشد و پژوهشگر یکی از پیشران‌های مهم در توسعه کشور به شمار می‌رود.

۱ـ۳ـ طول مجاز دوره

جدول ۱: طول مجاز دوره مهندسی مکانیک			
مقطع	حداقل نیمسال* مجاز	تعداد نیمسال* متعارف	حداکثر نیمسال* مجاز **
کارشناسی	۷	۸	۱۰
کارشناسی ارشد	۳	۴	۵
دکتری	۶	۸	۱۰

* منظور، نیمسال اول و دوم (پاییز و بهار) است و ترم تابستانی به عنوان نیمسال محسوب نمی‌شود.

** دانشگاه‌های مجری می‌توانند با رعایت قوانین بالادستی و مقررات نظام وظیفه عمومی، سنوات مجاز تحصیلی دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد را یک نیمسال و دانشجویان دکتری را تا ۲ نیمسال **به صورت شهریه پرداز** اضافه بر عدد مندرج در جدول افزایش دهند.

۱ـ٤ـ گرایش‌ها و زمینه‌های رشته

دوره مهندسی مکانیک در ۳ مقطع اصلی کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری تعریف می‌شود. در صورت نیاز ممکن است علاوه بر مقاطع فوق، دوره‌های کاردانی، کارشناسی ناپیوسته، کارشناسی ارشد حرفه‌ای مهندسی (Master of Engineering)، کارشناسی ارشد پروژه محور (بدون پایان‌نامه) و دوره دانش‌ورزی (Postgraduate) برای این رشته تعریف و مصوب شوند.

برنامه رشته مهندسی مکانیک در مقاطع کارشناسی و دکتری فاقد گرایش است. به این معنی که در مدرک دانش‌آموختگان، فقط عنوان رشته مهندسی مکانیک بدون ذکر گرایش درج می‌شود. با این وجود زمینه آموزش تکمیلی و تحقیقاتی دانشجو به ویژه در مقطع دکتری در راستای یکی از زمینه‌های تخصصی چهارگانه است.

جدول ۲: زمینه‌های تخصصی و گرایش‌های رشته مهندسی مکانیک		
مقطع کارشناسی	مقطع کارشناسی ارشد	دکتری
مهندسی مکانیک	**مهندسی مکانیک گرایش‌های:** ○ **مکانیک جامدات** ○ **دینامیک، کنترل و ارتعاشات** ○ **ساخت و تولید** ○ **تبدیل انرژی و سامانه‌های انرژی پایدار**	**مهندسی مکانیک**

توضیح: اگرچه مکاترونیک به صورت یک رشته مستقل در دوره کارشناسی ارشد وجود دارد ولی ترجیح دارد برنامه‌ریزی این رشته به صورت هماهنگ با برنامه مهندسی مکانیک در نظر گرفته شود.

مکانیک جامدات:

در گرایش مکانیک جامدات، دانشجویان با مباحثی چون رفتار مواد و پاسخ مصالح و مواد مهندسی به اعمال نیرو آشنا می شوند و می‌توانند به بهبود عملکرد و ساختار مواد جامد در زمینه‌های مختلف صنایع مهندسی کمک کنند. علاوه بر این، دانشجوان این گرایش می‌توانند با استفاده از ابزارهای تجربی و نظری، طراحی و تحلیل سیستم‌ها و سازه‌های مکانیکی پیچیده را به صورت بهینه انجام دهند.

دینامیک، کنترل و ارتعاشات:

در گرایش دینامیک، کنترل و ارتعاشات، دانشجوان با تمرکز بر تحلیل و طراحی سیستم‌های دینامیکی، کنترلی و ارتعاشی مانند ربات‌ها، خودروهای هوشمند، سازه‌های پل، ماشین‌آلات و غیره، آشنا می‌شوند. این دانشجویان می‌توانند به تجزیه و تحلیل مسائل پیچیده دینامیکی و کنترلی بپردازند و روش‌های بهبود کارایی و ایمنی این سیستم‌ها را ارائه کنند.

ساخت و تولید

گرایش ساخت و تولید در رشته مهندسی مکانیک به بررسی و بهبود فرایندها و فناوری های تولید، ساخت محصولات صنعتی، توسعه فناوری‌ها و مواد مهندسی جدید و مطالعه رفتار آنها می‌پردازد. این حوزه شامل بهینه‌سازی فرایندهای تولید، توسعه و استفاده از فناوری‌های پیشرفته شکل دهی و ماشینکاری و افزایش کیفیت و کارایی محصولات است.

تبدیل انرژی و سامانه‌های انرژی پایدار

این گرایش شامل تبدیل صورت‌های مختلف انرژی، مطالعه روش‌ها و تکنولوژی‌های انتقال، ذخیره سازی و تبادل انرژی در محیط‌های مادی مختلف و سیستم‌های گوناگون، طراحی ماشین ها و اجزای سامانه های فرایندی، بهسازی کارایی و بهره‌وری انرژی در سامانه‌ها و طراحی و مهندسی بکارگیری آن در حوزه های مختلف صنعتی و پژوهش‌های کاربردی می‌باشد. در این گرایش، ترکیبی از علوم حرارتی و دینامیک سیالات با استفاده از مبانی ترمودینامیکی و ویژگی‌های ساختاری مواد مهندسی و پدیده‌های انتقال حرارت و جرم و ممنتوم و به همراه دانش محاسبات مهندسی و آنالیز عددی و تجربی، امکان طراحی و توسعه مهندسی را برای دانش آموختگان میسر می‌کند. زمینه‌هایی مانند مطالعه و طراحی و توسعه موتورهای احتراقی، سیستم‌های خنک‌کننده، تصفیه‌کننده‌ها، مطالعه رفتار سیالات در حال سکون و حرکت، آنالیز تنش‌های حاصل از جریان سیال، مطالعه انتقال حرارت و جرم، طراحی توربین‌های بادی و هیدرولیکی، پمپ‌ها و کمپرسورها، نیروگاه‌ها و زیر مجموعه‌های آن، خطوط انتقال و ماشین‌های فرایندی هر حوزه کاربردی که در آن با تبدیل و انتقال ماده و انرژی سر و کار دارد را شامل می شود و دانشجویان با دانش و مهارت های مهندسی مربوطه و کاربرد آن آشنا می‌شوند. تحلیل، طراحی و ارزیابی روش‌های نوین تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر و پایدار و همچنین روش‌های ذخیره‌سازی و انتقال انرژی جزو اهداف مهم این گرایش است.

۱ـ۵ـ شرایط و ضوابط ورود به دوره تحصیلات تکمیلی

متقاضیان دارای سوابق تحصیلی مرتبط می‌توانند با شرکت در آزمون سراسری (و یا سایر شیوه‌های مجاز پذیرش دانشجو) وارد دوره‌های تحصیلات تکمیلی مهندسی مکانیک شوند. منظور از سوابق تحصیلی مرتبط برای متقاضیان ورود به دوره کارشناسی ارشد و دکتری کلیه گرایش‌های مهندسی مکانیک به شرح زیر می‌باشد.

جدول ۳: سوابق تحصیلی مورد پذیرش جهت شرکت در آزمون ورودی تحصیلات تکمیلی

کارشناسی ارشد	**دارندگان مدرک کارشناسی:** **رشته‌های مهندسی:** ۱) مهندسی مکانیک ۲) مهندسی عمران؛ ۳) مهندسی و علم مواد؛ ۴) مهندسی معدن؛ ۵) مهندسی دریا؛ ۶) مهندسی راه‌آهن؛ ۷) مهندسی برق؛ ۸) مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات؛ ۹) مهندسی شیمی؛ ۱۰) مهندسی نفت و زمین‌انرژی؛ ۱۱) مهندسی سیستم‌های انرژی؛ ۱۲) مهندسی پلیمر؛ ۱۳) مهندسی هوافضا؛ ۱۴) مهندسی صنایع و سیستم‌ها؛ ۱۵) مهندسی نساجی؛ ۱۶) مهندسی پزشکی؛ ۱۷) مهندسی خودرو؛ ۱۸) علوم مهندسی **و رشته‌های غیرمهندسی:** ۱۹) ریاضی؛ ۲۰) فیزیک؛ ۲۱) علوم کامپیوتر
دکتری	**الف: دارندگان مدرک کارشناسی ارشد:** ۱) مهندسی مکانیک و مکاترونیک ۲) مهندسی عمران؛ ۳) مهندسی و علم مواد؛ ۴) مهندسی معدن؛ ۵) مهندسی دریا؛ ۶) مهندسی راه‌آهن؛ ۷) مهندسی برق؛ ۸) مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات؛ ۹) مهندسی شیمی؛ ۱۰) مهندسی نفت و زمین‌انرژی؛ ۱۱) مهندسی سیستم‌های انرژی؛ ۱۲) مهندسی پلیمر؛ ۱۳) مهندسی هوافضا؛ ۱۴) مهندسی صنایع و سیستم‌ها؛ ۱۵) مهندسی نساجی؛ ۱۶) مهندسی پزشکی؛ ۱۷) مهندسی خودرو؛ ۱۸) علوم مهندسی **ب: دارندگان مدرک کارشناسی مهندسی مکانیک که مدرک کارشناسی ارشد رشته‌های ذیل را دارا باشند:** ۱) ریاضی؛ ۲) فیزیک؛ ۳) علوم کامپیوتر؛ ۴) مدیریت؛ ۵) حقوق؛ ۶) اقتصاد و حسابداری؛

جدول ٤: مواد و ضرایب آزمون ورودی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک						
بسته	مواد درسی	تعداد سوالات		ضریب گرایش مکانیک جامدات	ضریب گرایش دینامیک، کنترل و ارتعاشات	ضریب گرایش تبدیل انرژی و سامانه‌های انرژی پایدار	ضریب گرایش ساخت و تولید
۱	زبان تخصصی	۱۸		۱	۱	۱	۱
۲	ریاضی عمومی ۱ و ۲	۲۰	۸	۳	۳	۳	۳
	معادلات دیفرانسیل		۶				
	ریاضی مهندسی		۶				
۳	ترمودینامیک	۱۸	۶	۱	۱	٤	۱
	مکانیک سیالات		۶				
	انتقال حرارت		۶				
۴	استاتیک	۱۸	۶	٤	۲	۲	۲
	مقاومت مصالح		۶				
	طراحی اجزاء		۶				
۵	دینامیک	۱۸	۶	۲	٤	۲	۲
	ارتعاشات مکانیکی		۶				
	کنترل		۶				
۶	دانش مهندسی مواد	۱۸	۹	۲	۲	۱	٤
	روش‌های تولید		۹				
مجموع		۱۱۰		۱۳	۱۳	۱۳	۱۳
زمان پیشنهادی آزمون: ۱۸۰ دقیقه							

جدول ۵: مواد آزمون ورودی دکتری مهندسی مکانیک (بجز زبان و استعداد تحصیلی)		
ردیف	مواد درسی	تعداد سوالات
۱	ریاضی عمومی	۵
۲	معادلات دیفرانسیل	۵
۳	ریاضی مهندسی	۵
۴	ترمودینامیک	۵
۵	مکانیک سیالات	۵
۶	انتقال حرارت	۵
۷	استاتیک	۵
۸	مقاومت مصالح	۵
۹	طراحی اجزاء	۵
۱۰	دینامیک	۵
۱۱	ارتعاشات مکانیکی	۵
۱۲	کنترل	۵
۱۳	دانش مهندسی مواد	۵
۱۴	روش‌های تولید	۵
مجموع		**۷۰**
زمان پیشنهادی آزمون: ۱۵۰ دقیقه		

توجه ۱: ترکیب و تعداد سوالات مرحله اول (کتبی) آزمون ورودی دوره دکتری برای همه گرایش‌های مهندسی مکانیک یکسان است.

توجه ۲: سرفصل کلیه دروس آزمون ورودی دوره دکتری از دروس تخصصی دوره کارشناسی می‌باشد و دانش مرتبط با دروس دوره کارشناسی ارشد داوطلبان در مرحله مصاحبه تخصصی سنجیده خواهد شد.

۱ـ۶ـ شرایط، ضوابط و الزامات اجرا و گسترش رشته

الف) امکانات آزمایشگاهی و کارگاهی: برای ایجاد هرگرایش تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی مکانیک، حداقل فضای آزمایشگاهی و کارگاهی مطابق جدول ۶ الزامی است.

جدول ٦: حداقل امکانات آزمایشگاهی و کارگاهی برای تاسیس گرایش‌های رشته مهندسی مکانیک

گرایش مقطع کارشناسی ارشد/ زمینه تخصصی مقطع دکتری: **مکانیک جامدات**

حداقل ۵ فضای آزمایشگاهی و کارگاهی مستقل در زمینه‌های:

- مرکز کامپیوتر یا آزمایشگاه مدلسازی/محاسبات سریع (الزامی)
- تحلیل تجربی تنش (الزامی)
- سیستم‌های اندازه‌گیری (الزامی)
- مواد مرکب
- شکل‌دهی فلزات
- متالورژی و عملیات حرارتی
- آزمایش‌های غیرمخرب
- سیستم‌های هیدرولیک و نیوماتیک

گرایش مقطع کارشناسی ارشد/ زمینه تخصصی مقطع دکتری: **دینامیک، کنترل و ارتعاشات**

حداقل ۵ فضای آزمایشگاهی و کارگاهی مستقل در زمینه‌های:

- مرکز کامپیوتر یا آزمایشگاه مدلسازی/محاسبات سریع (الزامی)
- دینامیک ماشین، ارتعاشات و آنالیز مودال (الزامی)
- کنترل (الزامی)
- شبیه‌سازی سیستم‌های دینامیکی
- آکوستیک
- مکاترونیک
- رباتیک

گرایش مقطع کارشناسی ارشد/ زمینه تخصصی مقطع دکتری: **ساخت و تولید**

حداقل ۷ فضای آزمایشگاهی و کارگاهی مستقل در زمینه‌های:

- مرکز کامپیوتر یا آزمایشگاه مدلسازی/محاسبات سریع (الزامی)
- ماشینکاری (الزامی)
- شکل‌دهی فلزات (الزامی)
- آزمایش‌های غیرمخرب (الزامی)
- متالورژی و عملیات حرارتی (الزامی)
- علم مواد
- تحلیل تجربی تنش
- سیستم‌های هیدرولیک و نیوماتیک
- سیستم‌های اندازه‌گیری
- مواد مرکب

گرایش مقطع کارشناسی ارشد/ زمینه تخصصی مقطع دکتری: **تبدیل انرژی و سامانه‌های انرژی پایدار**

حداقل ۷ فضای آزمایشگاهی و کارگاهی مستقل در زمینه‌های:

- مرکز کامپیوتر یا آزمایشگاه مدلسازی/محاسبات سریع (الزامی)
- ترمودینامیک (الزامی)
- مکانیک سیالات و هیدرولیک (الزامی)
- انتقال حرارت (الزامی)
- تاسیسات حرارتی و برودتی (الزامی)
- آیرودینامیک
- ماشین‌های حرارتی
- سیستم‌های اندازه‌گیری
- سیستم‌های هیدرولیک و نیوماتیک
- سوخت و احتراق

ب) زیرساخت مناسب فضای آموزشی متناسب با استانداردهای مورد تایید وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

پ) نیاز بازار کار: نیازسنجی بازار کار و اشتغال‌پذیری، مهم‌ترین معیار گسترش رشته‌ها است.

ت) کیفیت برگزاری رشته: شرط اساسی در اجرای رشته‌ها، کیفیت قابل قبول دانش‌آموختگان رشته است. در صورت عدم ارضای معیارهای کیفی برگزاری رشته، اجرای رشته متوقف خواهد شد.

ث) درجه علمی و تخصص اعضای هیئت علمی: برای ایجاد مقاطع تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی مکانیک مطابق جدول ۷ عمل خواهد شد.

جدول ۷: حداقل تعداد اعضای هیئت علمی مورد نیاز برای ایجاد و اجرای رشته مهندسی مکانیک

مورد	معیار
دوره کارشناسی	○ ۵ نفر استادیار به بالا با تخصص‌های مختلف مهندسی مکانیک که حتماً یک نفر با تخصص مکانیک جامدات، یک نفر با تخصص تبدیل انرژی، یک نفر با تخصص دینامیک/کنترل/ارتعاشات و یک نفر با تخصص ساخت و تولید در بین آنها باشد.
گرایش‌های کارشناسی ارشد	○ ۳ نفر عضو هیئت علمی با تخصص گرایش مربوطه که حداقل یک نفر دانشیار باشد
دکتری	○ دایر بودن گرایش کارشناسی ارشد مربوطه در ۴ سال گذشته ○ ۳ نفر عضو هیئت علمی با تخصص گرایش مربوطه که حداقل یک نفر استاد تمام باشد

تبصره ۱: برای بررسی تقاضای ایجاد دوره جدید توسط موسسه، کلیه شرایط دوره‌های دایر و جدید **به صورت تجمعی** مورد بررسی کارگروه قرار می‌گیرد. در صورتی که در زمان درخواست گرایش جدید، مشخص شود موسسه شرایط تشکیل مقطع/گرایش دیگری را از دست داده است گرایش فاقد شرایط حذف می‌شود و درخواست گرایش جدید نیز از دستور کار خارج می شود.

تبصره ۲: موسسه متقاضی می‌تواند حداکثر یکی از اعضای هیئت علمی را از میان استادان وابسته انتخاب نماید. مجدداً تاکید می‌گردد که شرایط مندرج در جدول ۷ به صورت تجمعی بررسی می‌شود بنابراین موسسه‌ای که قبلاً با استفاده از استاد وابسته، مجوز یک دوره کارشناسی ارشد را گرفته باشد نمی‌تواند مجدداً با معرفی یک استاد وابسته دیگر مجوز دوره کارشناسی ارشد دیگری را بگیرد.

ب) دوره کارشناسی ارشد

۱ـ۷ـ تعریف و اهداف دوره کارشناسی ارشد

دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک شامل دو بخش آموزشی و پژوهشی به منظور آماده کردن دانش‌آموختگان برای ورود تخصصی به زمینه‌های مختلف صنعت مربوطه و همچنین انجام پژوهش در سطح کارشناس ارشد در واحدهای تحقیق و توسعه، پژوهشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی است. رشته مهندسی مکانیک مشتمل بر ۴ گرایش کارشناسی ارشد « مکانیک جامدات»، «دینامیک، کنترل و ارتعاشات»، «تبدیل انرژی و سامانه‌های انرژی پایدار» و «ساخت و تولید» است.

ج) دوره دکتری

۱ـ۸ـ تعریف و اهداف دوره دکتری

دوره دکتری مهندسی مکانیک بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی در این زمینه است که به اعطای مدرک می انجامد و رسالت آن تربیت افرادی است که با نوآوری در زمینه های مختلف علوم و فناوری در گسترش مرز های دانش و رفع نیازهای کشور موثر باشند. دوره دکتری رشته مهندسی مکانیک شامل دو بخش آموزشی و پژوهشی می‌باشد. هدف از این دوره، آماده‌کردن دانشجویان برای مساله‌یابی، تجزیه و تحلیل و یافتن راه‌حل مسائل مرتبط با رشته در مرزهای علم و فناوری است. دانش‌آموختگان دوره دکتری رشته مهندسی مکانیک قادر خواهند بود تا در سطوح بالای کارشناسی واحدهای فنی و تحقیق و توسعه سازمان‌ها و شرکت‌ها، مراکز توسعه فناوری، دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های حوزه‌های مهندسی مکانیک فعالیت پژوهشی، آموزشی و مهندسی داشته باشند.

۱ـ۹ ـ الزامات خاص دوره دکتری

دوره دکتری مهندسی مکانیک مشتمل بر ۳۶ واحد درسی است که از دو بخش آموزشی (۱۸ واحد) و پژوهشی (۱۸ واحد) تشکیل شده است. در بخش آموزشی دانشجو باید ۱۸ واحد درسی را ـ ترجیحاً ـ با مشورت استاد راهنمای خود اخذ کند. لازم به ذکر است دانشجو موظف است حداکثر تا پایان نیمسال اول تحصیل استاد راهنمای خود را مشخص کند و حداکثر تا پایان نیمسال دوم تحصیل، عنوان یا موضوع پروپوزال خود را به تصویب گروه آموزشی برساند.

به منظور گذر از مرحله آموزشی به مرحله پژوهشی، دانشجو باید در آزمون جامع شرکت کند. هدف این آزمون، کسب اطمینان از تسلط دانشجو به مبانی رشته به ویژه دروس محوری دوره کارشناسی و دروس تخصصی الزامی دوره کارشناسی ارشد و همچنین توانایی برخورد اصولی او با مسائل و داشتن روحیه علمی و قوه ابتکار در حل مسائل است. آزمون جامع الزاماً از دو بخش کتبی و شفاهی تشکیل می‌شود. مواد آزمون کتبی شامل سه عنوان از میان دروس الزامی دوره کارشناسی ارشد است که بر اساس شیوه نامه شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده تعیین می‌شود. سرفصل هر یک از عناوین آزمون از محتوای دروس تخصصی الزامی دوره کارشناسی ارشد و دروس محوری متناظر در دوره کارشناسی انتخاب می‌شود و مراجع مربوطه در زمان مقتضی به دانشجو معرفی می‌گردد. در صورت موفقیت در آزمون کتبی، آزمون شفاهی به منظور ارزیابی دقیق‌تر دانش تخصصی و توانایی حل مساله، قوه ابتکار و دید مهندسی دانشجو برگزار می شود. زمان مناسب برای شرکت دانشجو در آزمون امتحان جامع، از تابستان انتهای نیمسال دوم تا ابتدای نیمسال چهارم تحصیل دانشجو است. به منظور شرکت در آزمون جامع، دانشجو باید بر طبق مصوبات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، تسلط خود را به زبان انگلیسی اثبات نماید.

دانشجو پس از گذراندن آزمون جامع باید حداکثر تا پایان نیمسال دوم تحصیلی در قالب درس سمینار دکتری ۱ استاد راهنمای خود را تعیین کرده و موضوع پروپوزال پژوهشی خود را جهت تصویب به گروه آموزشی ارائه نماید.

دانشجو باید باید حداکثر تا پایان نیمسال چهارم تحصیلی در قالب درس سمینار دکتری ۲ از پروپوزال خود جهت تصویب در حضور هیئت داوران دفاع کند.

پس از تصویب پروپوزال پژوهشی، دوره انجام تحقیقات و تدوین رساله دکتری دانشجو رسماً آغاز می‌شود. پس از تدوین رساله و تایید کفایت پژوهش و دستاوردهای علمی و مقالات مستخرج از پژوهش، به تشخیص شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده، دانشجو می‌تواند حداکثر تا پایان نیمسال هشتم تحصیل، از رساله خود در حضور هیئت داوران دفاع کند.

تبصره ۱: پس از تأیید پیشنهاد رساله در کمیته مربوطه، دانشجو موظف است به شکل منظم گزارش پیشرفت تحقیق خود را به استادان راهنما و مشاور ارائه نماید.

تبصره ۲: به منظور نظارت بر روند پیشرفت کار دانشجو، کمیته‌ای برای بررسی و هدایت رساله دانشجو شامل استادان راهنما و مشاور رساله و تعدادی از اساتید داخل و خارج از موسسه با تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده تشکیل می‌شود. دانشجو موظف است پس از تصویب پروپوزال، در انتهای هر سال گزارش پیشرفت کار رساله خود را به صورت مکتوب به کمیته ارائه کرده و در صورت تشخیص شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده، به عنوان «پیش دفاع» در حضور اعضای کمیته از روند انجام پژوهش خود دفاع کند.

تبصره ۳: توصیه می‌شود هیئت داوران پروپوزال همان اعضای کمیته هدایت رساله و داوران دفاع نهایی باشند و فقط در شرایط خاص به درخواست استاد راهنما و تشخیص شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده می‌توان اعضا را جابجا نمود.

تبصره ٤: تغییر استاد راهنما و یا موضوع رساله، تنها یک بار و با تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده امکان‌پذیر می‌باشد.

تبصره ٥: در صورت عدم موفقیت دانشجو در آزمون جامع، دانشجو فقط یک بار دیگر مجاز به شرکت در آزمون است و در صورت عدم توفیق در آزمون جامع دوم، دانشجو می‌تواند با انجام یک طرح پژوهشی معادل پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تحصیلات خود را تمام نماید و به او گواهینامه معادل کارشناسی ارشد اعطا خواهد شد.

تبصره ٦: در صورتی که پس از تصویب پروپوزال و شروع رساله، گزارش پیشرفت کار ارائه‌شده نزد کمیته بررسی و هدایت رساله دانشجو رضایت بخش نباشد و انحراف جدی از برنامه زمان‌بندی یا برنامه تخصصی ارائه شده در پروپوزال مشاهده شود و یا پیشرفت کار به میزانی نباشد که دانشجو قادر به انجام کار در سنوات باقیمانده باشد و عدم پیشرفت کار دانشجو توسط کمیته تایید شود، توقف کار دانشجو به آموزش دانشکده اعلام می‌گردد. در این شرایط دانشجو می‌تواند با انجام یک طرح پژوهشی معادل پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تحصیلات خود را تمام نماید و به او گواهینامه معادل کارشناسی ارشد اعطا خواهد شد.

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

۲ـ۱ـ دروس تخصصی الزامی و اختیاری دوره کارشناسی ارشد ـ گرایش مکانیک جامدات

جدول ۸: دروس تخصصی الزامی و اختیاری دوره کارشناسی ارشد ـ گرایش مکانیک جامدات		
نوع درس	واحد قابل اخذ	مشخصات
تخصصی الزامی ۱۱ واحد	۳ واحد	ـ ریاضیات مهندسی پیشرفته ۱ یا ۲
	۳ واحد	ـ مکانیک محیط پیوسته
	۳ واحد	ـ تئوری الاستیسیته
	۲ واحد	ـ روش پژوهش ـ سمینار کارشناسی ارشد
تخصصی اختیاری ۱۵ واحد	۱۵ واحد	**حداقل ۹ واحد از:** دروس تخصصی گرایش که در جدول ۱۳ با A مشخص شده‌اند. **حداکثر ٦ واحد از:** الف) دروس میان‌رشته‌ای/مهارتی گرایش که در جدول ۱۳ با B مشخص شده‌اند ب) دروس سایر گرایش‌های مهندسی مکانیک (* مطابق تبصره ذیل جدول) ج) حداکثر یک درس خارج از رشته مهندسی مکانیک در راستای پایان‌نامه با نظر استاد راهنما
پایان‌نامه	٦ واحد	ـ پایان نامه کارشناسی ارشد
مجموع	۳۲ واحد	

* **تبصره:** معاونت آموزشی دانشگاه مجری مجاز است ـ مطابق مجوز شورای گسترش آموزش عالی ـ صرفاً دروس گرایش‌های دارای مجوز را در سیستم آموزشی خود تعریف کند. این دروس در جدول ۱۳ با حرف A و B در ستون مربوط به هر گرایش مشخص شده‌اند. بنابراین بند ب در جدول فوق به معنای اعطای مجوز به دانشگاه‌ها مبنی بر تعریف دروس گرایش‌هایی که مجوز برگزاری آنها را ندارد نیست بلکه به دانشجو اجازه می‌دهد در صورتی که دروس خارج از گرایش تحصیلی وی در دانشگاه ارائه می‌شود آن دروس را مطابق ضوابط جدول فوق اخذ نماید.

۲ـ۲ـ دروس تخصصی الزامی و اختیاری دوره کارشناسی ارشد ـ گرایش دینامیک، کنترل و ارتعاشات

جدول ۹: دروس تخصصی الزامی و اختیاری دوره کارشناسی ارشد ـ گرایش دینامیک، کنترل و ارتعاشات

نوع درس	واحد قابل اخذ	مشخصات
تخصصی الزامی ۱۱ واحد	۳ واحد	**ـ ریاضیات مهندسی پیشرفته ۱ یا ۲**
	٦ واحد	۲ درس از دروس زیر: **ـ دینامیک پیشرفته** **ـ کنترل پیشرفته** **ـ ارتعاشات سیستم‌های پیوسته**
	۲ واحد	**ـ روش پژوهش** **ـ سمینار کارشناسی ارشد**
تخصصی اختیاری ۱۵ واحد	۱۵ واحد	**حداقل ۹ واحد از:** دروس تخصصی گرایش که در جدول ۱۳ با A مشخص شده‌اند. **حداکثر ٦ واحد از:** الف) دروس میان‌رشته‌ای/مهارتی گرایش که در جدول ۱۳ با B مشخص شده‌اند ب) دروس سایر گرایش‌های مهندسی مکانیک (* مطابق تبصره ذیل جدول) ج) حداکثر یک درس خارج از رشته مهندسی مکانیک در راستای پایان‌نامه با نظر استاد راهنما
پایان‌نامه	٦ واحد	ـ پایان نامه کارشناسی ارشد
مجموع	۳۲ واحد	

* **تبصره:** معاونت آموزشی دانشگاه مجری مجاز است ـ مطابق مجوز شورای گسترش آموزش عالی ـ صرفاً دروس گرایش‌های دارای مجوز را در سیستم آموزشی خود تعریف کند. این دروس در جدول ۱۳ با حرف A و B در ستون مربوط به هر گرایش مشخص شده‌اند. بنابراین بند ب در جدول فوق به معنای اعطای مجوز به دانشگاه‌ها مبنی بر تعریف دروس گرایش‌هایی که مجوز برگزاری آنها را ندارد نیست بلکه به دانشجو اجازه می‌دهد در صورتی که دروس خارج از گرایش تحصیلی وی در دانشگاه ارائه می‌شود آن دروس را مطابق ضوابط جدول فوق اخذ نماید.

۲ـ۳ـ دروس تخصصی الزامی و اختیاری دوره کارشناسی ارشد ـ گرایش ساخت و تولید

جدول ۱۰: دروس تخصصی الزامی و اختیاری دوره کارشناسی ارشد ـ گرایش ساخت و تولید

نوع درس	واحد قابل اخذ	مشخصات
تخصصی الزامی ۱۱ واحد	۳ واحد	**ـ ریاضیات مهندسی پیشرفته ۱** یا **۲**
	۶ واحد	۲ درس از دروس زیر: **ـ شکل‌دهی فلزات** **ـ ابزارشناسی و ماشین‌کاری پیشرفته** یا **روش‌های ماشین‌کاری نوین** **ـ سیستم‌های تولید صنعتی** یا **اتوماسیون تولید**
	۲ واحد	**ـ روش پژوهش** **ـ سمینار کارشناسی ارشد**
تخصصی اختیاری ۱۵ واحد	۱۵ واحد	**حداقل ۹ واحد از:** دروس تخصصی گرایش که در جدول ۱۳ با A مشخص شده‌اند. **حداکثر ۶ واحد از:** الف) دروس میان‌رشته‌ای/مهارتی گرایش که در جدول ۱۳ با B مشخص شده‌اند ب) دروس سایر گرایش‌های مهندسی مکانیک (* مطابق تبصره ذیل جدول) ج) حداکثر یک درس خارج از رشته مهندسی مکانیک در راستای پایان‌نامه با نظر استاد راهنما
پایان‌نامه	۶ واحد	ـ پایان نامه کارشناسی ارشد
مجموع	۳۲ واحد	

* **تبصره:** معاونت آموزشی دانشگاه مجری مجاز است ـ مطابق مجوز شورای گسترش آموزش عالی ـ صرفاً دروس گرایش‌های دارای مجوز را در سیستم آموزشی خود تعریف کند. این دروس در جدول ۱۳ با حرف A و B در ستون مربوط به هر گرایش مشخص شده‌اند. بنابراین بند ب در جدول فوق به معنای اعطای مجوز به دانشگاه‌ها مبنی بر تعریف دروس گرایش‌هایی که مجوز برگزاری آنها را ندارد نیست بلکه به دانشجو اجازه می‌دهد در صورتی که دروس خارج از گرایش تحصیلی وی در دانشگاه ارائه می‌شود آن دروس را مطابق ضوابط جدول فوق اخذ نماید.

۲ـ٤ـ دروس تخصصی الزامی و اختیاری دوره کارشناسی ارشد ـ گرایش تبدیل انرژی و سامانه‌های انرژی پایدار

جدول ۱۱: دروس تخصصی الزامی و اختیاری دوره کارشناسی ارشد ـ گرایش تبدیل انرژی و سامانه‌های انرژی پایدار

نوع درس	واحد قابل اخذ	مشخصات
تخصصی الزامی ۱۱ واحد	۳ واحد	**ـ ریاضیات مهندسی پیشرفته ۱ یا ۲**
	٦ واحد	۲ درس از دروس زیر: **ـ انتقال حرارت جابجایی** **ـ مکانیک سیالات پیشرفته** **ـ ترمودینامیک پیشرفته**
	۲ واحد	**ـ روش پژوهش** **ـ سمینار کارشناسی ارشد**
تخصصی اختیاری ۱۵ واحد	۱۵ واحد	**حداقل ۹ واحد از:** دروس تخصصی گرایش که در جدول ۱۳ با A مشخص شده‌اند. **حداکثر ٦ واحد از:** الف) دروس میان‌رشته‌ای/مهارتی گرایش که در جدول ۱۳ با B مشخص شده‌اند ب) دروس سایر گرایش‌های مهندسی مکانیک (* مطابق تبصره ذیل جدول) ج) حداکثر یک درس خارج از رشته مهندسی مکانیک در راستای پایان‌نامه با نظر استاد راهنما
پایان‌نامه	٦ واحد	ـ پایان نامه کارشناسی ارشد
مجموع	۳۲ واحد	

* **تبصره:** معاونت آموزشی دانشگاه مجری مجاز است ـ مطابق مجوز شورای گسترش آموزش عالی ـ صرفاً دروس گرایش‌های دارای مجوز را در سیستم آموزشی خود تعریف کند. این دروس در جدول ۱۳ با حرف A و B در ستون مربوط به هر گرایش مشخص شده‌اند. بنابراین بند ب در جدول فوق به معنای اعطای مجوز به دانشگاه‌ها مبنی بر تعریف دروس گرایش‌هایی که مجوز برگزاری آنها را ندارد نیست بلکه به دانشجو اجازه می‌دهد در صورتی که دروس خارج از گرایش تحصیلی وی در دانشگاه ارائه می‌شود آن دروس را مطابق ضوابط جدول فوق اخذ نماید.

۲ـ۵ـ دروس تخصصی الزامی و اختیاری دوره دکتری مهندسی مکانیک

جدول ۱۲: دروس تخصصی الزامی و اختیاری دوره دکتری مهندسی مکانیک		
نوع درس	واحد قابل اخذ	مشخصات
تخصصی الزامی	**۲ واحد**	ـ سمینار دکتری ۱ ـ سمینار دکتری ۲
تخصصی اختیاری	**۱۶ واحد**	**حداقل ۹ واحد از:** دروس تخصصی گرایش (*) که در جدول ۱۵ با A مشخص شده‌اند. **حداکثر ۷ واحد از:** الف) دروس میان‌رشته‌ای/مهارتی گرایش (*) که در جدول ۱۵ با B مشخص شده‌اند ب) دروس سایر گرایش‌های مهندسی مکانیک (** مطابق تبصره ذیل جدول) ج) حداکثر یک درس خارج از رشته مهندسی مکانیک در راستای رساله با نظر استاد راهنما د) دستیار تدریس
رساله	**۱۸ واحد**	ـ رساله دکتری
مجموع	۳۶ واحد	

* **تبصره ۱:** همان گونه که در بند ۱ـ۴ آمده است برنامه رشته مهندسی مکانیک در مقطع دکتری فاقد گرایش است. به این معنی که در مدرک دانش‌آموختگان، فقط عنوان رشته مهندسی مکانیک بدون ذکر گرایش درج می‌شود. با این وجود زمینه آموزش تکمیلی و تحقیقاتی دانشجو در مقطع دکتری در راستای یکی از زمینه‌های تخصصی چهارگانه (متناظر با ۴ گرایش کارشناسی ارشد) است. بنابراین دانشگاه مجری فقط مجاز است در زمینه تخصصی گرایشی که مجوز دوره کارشناسی ارشد آن را دارد دانشجوی دکتری بپذیرد. به عنوان مثال اگر دانشگاهی مجوز برگزاری دوره کارشناسی ارشد در ۲ گرایش مکانیک جامدات و ساخت و تولید و همچنین مجوز دوره دکتری را دارا باشد در دوره دکتری فقط مجاز به انجام امور آموزشی و پژوهشی صرفاً در ۲ زمینه تخصصی مکانیک جامدات و ساخت و تولید است. از این رو معاونت آموزشی دانشگاه مذکور صرفاً مجاز خواهد بود دروسی از جدول ۱۸ را در سیستم آموزشی خود تعریف نماید که در ستون متناظر مکانیک جامدات و ساخت و تولید با حرف A و B مشخص شده‌اند.

** **تبصره ۲:** معاونت آموزشی دانشگاه مجری مجاز است ـ مطابق مجوز شورای گسترش آموزش عالی ـ صرفاً دروس گرایش‌های دارای مجوز را در سیستم آموزشی خود تعریف کند. این دروس در جدول ۱۸ با حرف A و B در ستون مربوط به هر گرایش مشخص شده‌اند. بنابراین بند ب در جدول فوق به معنای اعطای مجوز به دانشگاه‌ها مبنی بر تعریف دروس گرایش‌هایی که مجوز برگزاری آنها را ندارد نیست بلکه به دانشجو اجازه می‌دهد در صورتی که دروس خارج از گرایش تحصیلی وی در دانشگاه ارائه می‌شود آن دروس را مطابق ضوابط جدول فوق اخذ نماید.

تبصره ۳: چنانچه دانشجو از رشته‌ای غیر از مهندسی مکانیک در دوره دکتری مهندسی مکانیک پذیرفته شده باشد و یا در مهندسی مکانیک تغییر گرایش داده باشد و دروس اجباری کارشناسی ارشد گرایش متناظر با زمینه تخصصی دکتری خود را نگذرانده باشد، گروه آموزشی با هماهنگی استاد راهنما برنامه‌ای را در اختیار دانشجو قرار می‌دهد که بر اساس آن دانشجو موظف خواهد بود حداکثر ۱۲ واحد از واحدهای اختیاری خود را از دروس اصلی گرایش اخذ نماید.

۲ـ۶ـ لیست کلیه دروس دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی مکانیک (همه گرایش‌ها)

توضیح: در جدول ۱۳، عنوان کلیه دروس تحصیلات تکمیلی مهندسی مکانیک آورده شده است. دروس تخصصی هر گرایش با حرف A و B در مقابل عنوان درس مشخص شده است. دروسی که با حرف B مشخص شده‌اند دروس میان‌رشته‌ای/فرعی/مهارتی گرایش محسوب می‌شوند بنابراین مطابق توضیحات جداول ۸ تا ۱۲، تعداد محدودی از این دروس قابل اخذ هستند.

جدول ۱۳ـ لیست کلیه دروس دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی مکانیک (همه گرایش‌ها)

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			مکانیک جامدات	دینامیک، کنترل و ارتعاشات	ساخت و تولید	تبدیل انرژی و سامانه‌های انرژی پایدار
		مجموع	نظری	عملی				
۱	تئوری الاستیسیته	۳	۳	۰	A	A	A	
۲	تئوری پلاستیسیته	۳	۳	۰	A		A	
۳	ویسکو الاستیسیته	۳	۳	۰	A		A	
۴	ترمو الاستیسیته	۳	۳	۰	A		A	
۵	مقاومت مصالح پیشرفته	۳	۳	۰	A		A	
۶	مکانیک محیط پیوسته	۳	۳	۰	A	A	A	A
۷	مکانیک شکست	۳	۳	۰	A		A	
۸	مکانیک تماس و ضربه	۳	۳	۰	A	A	A	
۹	رفتار مکانیکی مواد	۳	۳	۰	A		A	
۱۰	تئوری ورق‌ها و پوسته‌ها	۳	۳	۰	A		A	
۱۱	خزش، خستگی و شکست	۳	۳	۰	A		A	
۱۲	تحلیل تجربی تنش و آزمایشگاه	۳	۲	۱	A		A	
۱۳	مکانیک مواد مرکب پیشرفته	۳	۳	۰	A		A	
۱۴	فرایندهای تولید مواد مرکب و آزمایشگاه	۳	۲	۱	A		A	
۱۵	رفتار ضربه‌ای مواد و سازه‌های مرکب	۳	۳	۰	A			
۱۶	مکانیک آسیب در مواد مرکب	۳	۳	۰	A		A	
۱۷	کامپوزیت‌های پلیمری	۳	۳	۰	A		A	
۱۸	مکانیک مواد و سازه‌های هوشمند	۲	۲	۰	A		A	
۱۹	مکانیک مواد ناهمگن	۲	۲	۰	A		A	
۲۰	مکانیک جامدات سلولی	۲	۲	۰	A		A	
۲۱	مکانیک متامواد	۲	۲	۰	A	B	B	B
۲۲	آزمون‌های غیرمخرب پیشرفته و آزمایشگاه	۳	۲	۱	A		A	
۲۳	طراحی بهینه	۳	۳	۰	A			

جدول ۱۳ـ لیست کلیه دروس دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی مکانیک (همه گرایش‌ها)

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			مکانیک جامدات	دینامیک، کنترل و ارتعاشات	ساخت و تولید	تبدیل انرژی و سامانه‌های انرژی پایدار
		مجموع	نظری	عملی				
۲۴	طراحی اجزاء و سازه ماشین ابزار	۳	۳	۰	A		A	
۲۵	طراحی اجزاء پیشرفته	۳	۳	۰	A		A	
۲۶	طراحی برای ساخت‌پذیری و مونتاژ	۲	۲	۰	A		A	
۲۷	سازه‌های اتصال چسبی	۲	۲	۰	A			
۲۸	آنالیز مودال	۳	۳	۰	A			
۲۹	دینامیک سازه	۳	۳	۰	A	A		
۳۰	دینامیک سامانه‌های چند جسمی	۳	۳	۰	A	A		
۳۱	دینامیک پیشرفته	۳	۳	۰		A		
۳۲	دینامیک مولکولی و کارگاه	۳	۲	۱	A	A		A
۳۳	تئوری انشعاب و آشوب	۳	۳	۰		A		A
۳۴	روش‌های انرژی	۳	۳	۰	A			
۳۵	انتشار امواج درون جامدات	۳	۳	۰	A	A		
۳۶	آکوستیک	۲	۲	۰	A	A	A	
۳۷	قابلیت اطمینان سیستم‌های مکانیکی	۲	۲	۰	A			
۳۸	دینامیک خودرو	۳	۳	۰		A	A	
۳۹	دینامیک و ارتعاشات اجزای دوار	۳	۳	۰		A		
۴۰	ارتعاشات سیستم‌های پیوسته	۳	۳	۰		A		
۴۱	ارتعاشات تصادفی	۳	۳	۰		A		
۴۲	نوسانات غیرخطی	۳	۳	۰		A		
۴۳	شناسایی سیستم	۳	۳	۰		A		A
۴۴	مکاترونیک ۱ و کارگاه	۳	۲	۱		A	A	
۴۵	مکاترونیک ۲ و کارگاه	۳	۲	۱		A	A	
۴۶	سینماتیک و دینامیک ربات‌ها	۳	۳	۰		A	A	
۴۷	رباتیک پیشرفته	۳	۳	۰		A	A	
۴۸	کنترل در رباتیک	۳	۳	۰		A	A	
۴۹	کنترل غیرخطی	۳	۳	۰		A		
۵۰	کنترل مقاوم	۳	۳	۰		A		
۵۱	کنترل بهینه	۳	۳	۰		A		

جدول ۱۳ـ لیست کلیه دروس دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی مکانیک (همه گرایش‌ها)

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			مکانیک جامدات	دینامیک، کنترل و ارتعاشات	ساخت و تولید	تبدیل انرژی و سامانه‌های انرژی پایدار
		مجموع	نظری	عملی				
۵۲	کنترل تطبیقی	۳	۳	۰		A		
۵۳	کنترل چندمتغیره	۳	۳	۰		A		
۵۴	کنترل فرایندهای تصادفی	۳	۳	۰		A		
۵۵	کنترل هوشمند	۳	۳	۰		A		
۵۶	کنترل پیش‌بین	۳	۳	۰		A		
۵۷	کنترل پیشرفته	۳	۳	۰		A		
۵۸	طراحی سیستم‌های نقص-تاب‌آور	۲	۲	۰		A		
۵۹	واقعیت مجازی و پروژه	۳	۲	۱		A		
۶۰	طراحی سیستم‌های مکانیکی مبتنی بر ریزپردازنده و آزمایشگاه	۳	۲	۱		A		
۶۱	متالورژی در تولید و آزمایشگاه	۳	۲	۱			A	
۶۲	روش‌های ماشین‌کاری نوین	۳	۳	۰			A	
۶۳	سیستم‌های تولید صنعتی	۳	۳	۰			A	
۶۴	اتوماسیون تولید	۳	۳	۰			A	
۶۵	ابزارشناسی و ماشین‌کاری پیشرفته	۳	۳	۰			A	
۶۶	پایش و تشخیص عیب ماشین‌ها و آزمایشگاه	۳	۲	۱			A	
۶۷	کنترل و آزمایش ماشین ابزار	۳	۳	۰			A	
۶۸	ماشین‌های کنترل عددی پیشرفته و کارگاه	۳	۲	۱			A	
۶۹	طراحی قالب پیشرفته	۳	۳	۰			A	
۷۰	ساخت افزایشی	۲	۲	۰			A	
۷۱	نمونه‌سازی سریع و آزمایشگاه	۳	۲	۱			A	
۷۲	تولید آلیاژهای سبک	۳	۳	۰			A	
۷۳	فرایندهای شکل‌دهی فلزات	۳	۳	۰			A	
۷۴	آنالیز شکل‌دهی فلزات	۳	۳	۰			A	
۷۵	شکل‌دهی ورق‌های فلزی	۳	۳	۰			A	
۷۶	پوشش‌دهی فلزات	۳	۳	۰			A	
۷۷	جوش‌کاری پیشرفته	۳	۳	۰			A	
۷۸	طراحی اتصالات جوشی	۳	۳	۰			A	
۷۹	بازرسی و کنترل کیفیت جوش و آزمایشگاه	۳	۲	۱			A	

جدول ۱۳ـ لیست کلیه دروس دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی مکانیک (همه گرایش‌ها)

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			مکانیک جامدات	دینامیک، کنترل و ارتعاشات	ساخت و تولید	تبدیل انرژی و سامانه‌های انرژی پایدار
		مجموع	نظری	عملی				
۸۰	روش‌های پرداخت سطح	۳	۳	۰			A	
۸۱	تریبولوژی	۳	۳	۰			A	
۸۲	عملیات حرارتی پیشرفته	۳	۳	۰			A	
۸۳	تکنولوژی پلاستیک پیشرفته	۳	۳	۰			A	
۸۴	مبانی مهندسی سرامیک	۳	۳	۰			A	
۸۵	ماشین‌کاری کامپوزیت‌ها و سرامیک‌ها	۳	۳	۰			A	
۸۶	فرایندهای لیزری	۲	۲	۰			A	
۸۷	طراحی و ساخت به کمک کامپیوتر پیشرفته	۳	۳	۰			A	
۸۸	برنامه‌ریزی فرآیند به کمک کامپیوتر	۳	۳	۰			A	
۸۹	سیستم‌های خبره در مهندسی مکانیک	۳	۳	۰	A	A	A	
۹۰	برنامه‌ریزی تولید و کنترل کیفیت	۳	۳	۰			A	
۹۱	مهندسی دقیق	۳	۳	۰			A	
۹۲	مبانی بیومکانیک	۳	۳	۰	A	A		A
۹۳	مهندسی بافت	۳	۳	۰			A	A
۹۴	شبیه‌سازی حرکت انسان	۳	۳	۰		A		A
۹۵	پدیده‌های انتقال در سیستم‌های زیستی	۳	۳	۰				A
۹۶	مکانیک سیالات زیستی	۳	۳	۰				A
۹۷	مکانیک سیالات پیشرفته	۳	۳	۰				A
۹۸	مکانیک سیالات غیرنیوتنی	۳	۳	۰				A
۹۹	دینامیک سیالات محاسباتی ۱	۳	۳	۰				A
۱۰۰	دینامیک سیالات محاسباتی ۲	۳	۳	۰				A
۱۰۱	تولید شبکه محاسباتی	۳	۳	۰				A
۱۰۲	جریان لزج	۳	۳	۰				A
۱۰۳	جریان آشفته	۳	۳	۰				A
۱۰۴	شبیه‌سازی جریان‌های گردابه‌ای	۳	۳	۰				A
۱۰۵	رئولوژی	۳	۳	۰				A
۱۰۶	تئوری لایه مرزی	۳	۳	۰				
۱۰۷	ناپایداری هیدرودینامیکی	۲	۲	۰				

جدول ۱۳ـ لیست کلیه دروس دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی مکانیک (همه گرایش‌ها)

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			مکانیک جامدات	دینامیک، کنترل و ارتعاشات	ساخت و تولید	تبدیل انرژی و سامانه‌های انرژی پایدار
		مجموع	نظری	عملی				
۱۰۸	روش‌های محاسباتی جریان‌های چند فازی	۳	۳	۰				A
۱۰۹	پدیده‌های انتقال در جریان‌های چند فازی	۳	۳	۰				A
۱۱۰	مکانیک محیط متخلخل	۳	۳	۰				A
۱۱۱	انتقال حرارت جابجایی	۳	۳	۰				A
۱۱۲	انتقال حرارت رسانشی	۳	۳	۰				A
۱۱۳	انتقال حرارت تشعشعی	۳	۳	۰				A
۱۱۴	مسائل معکوس در انتقال حرارت	۳	۳	۰				A
۱۱۵	ترمودینامیک پیشرفته	۳	۳	۰				A
۱۱۶	ترمودینامیک آماری	۳	۳	۰				A
۱۱۷	ترمودینامیک سطح	۳	۳	۰				A
۱۱۸	دینامیک گاز پیشرفته	۳	۳	۰				A
۱۱۹	سوخت و احتراق پیشرفته ۱	۳	۳	۰				A
۱۲۰	سوخت و احتراق پیشرفته ۲	۳	۳	۰				A
۱۲۱	موتورهای احتراق داخلی پیشرفته	۳	۳	۰				A
۱۲۲	احتراق و پیشرانش محاسباتی	۳	۳	۰				A
۱۲۳	مبادله‌کننده‌های حرارتی پیشرفته	۳	۳	۰				A
۱۲۴	طراحی حرارتی سیستم‌های الکترونیکی	۳	۳	۰				A
۱۲۵	جریان‌های مقیاس میکرو و نانو	۳	۳	۰				A
۱۲۶	انتقال و تبدیل انرژی در مقیاس میکرو و نانو	۳	۳	۰				A
۱۲۷	میکرو و نانو موتورها	۲	۲	۰				A
۱۲۸	میکرو و نانو حسگرها	۲	۲	۰				A
۱۲۹	ساخت سیستم‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی	۳	۳	۰	A	A	A	A
۱۳۰	نانو مواد	۳	۳	۰	A		A	A
۱۳۱	میکرومکانیک و آنالیز چندمقیاسی	۳	۳	۰	A		A	A
۱۳۲	فیزیک پلاسما	۳	۳	۰	B	B	A	A
۱۳۳	مقدمه‌ای بر فوتونیک	۳	۳	۰	B	B	B	A
۱۳۴	دینامیک ذرات جامد معلق	۳	۳	۰				
۱۳۵	دینامیک قطره و پاشش	۳	۳	۰				

جدول ۱۳ـ لیست کلیه دروس دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی مکانیک (همه گرایش‌ها)

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			مکانیک جامدات	دینامیک، کنترل و ارتعاشات	ساخت و تولید	تبدیل انرژی و سامانه‌های انرژی پایدار
		مجموع	نظری	عملی				
۱۳۶	مکانیک امواج دریا	۳	۳	۰				A
۱۳۷	توربوماشین پیشرفته	۳	۳	۰				A
۱۳۸	تهویه پیشرفته	۳	۳	۰				A
۱۳۹	سیستم‌های تبرید پیشرفته	۳	۳	۰				A
۱۴۰	کرایوژنیک	۳	۳	۰				A
۱۴۱	سیستم‌های هیدرولیکی و پنوماتیکی پیشرفته	۳	۳	۰				A
۱۴۲	مهندسی پمپ و آزمایشگاه	۳	۲	۱				A
۱۴۳	مهندسی خطوط لوله	۳	۳	۰				A
۱۴۴	طراحی مخازن تحت فشار پیشرفته	۳	۳	۰	A			A
۱۴۵	فناوری‌های شیرین‌سازی آب	۲	۲	۰				A
۱۴۶	نیروگاه‌های آبی	۳	۳	۰				A
۱۴۷	نیروگاه‌های حرارتی	۳	۳	۰				A
۱۴۸	مبانی طراحی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی	۳	۳	۰				A
۱۴۹	نیروگاه‌های هسته‌ای	۳	۳	۰				A
۱۵۰	طراحی رآکتورهای کوچک مدولار	۳	۳	۰				A
۱۵۱	انرژی‌های تجدیدپذیر دریایی	۳	۳	۰				A
۱۵۲	مهندسی باد	۲	۲	۰				A
۱۵۳	آیرودینامیک توربین‌های بادی	۳	۳	۰				A
۱۵۴	انرژی زمین‌گرمایی	۲	۲	۰				A
۱۵۵	انرژی زیستی	۳	۳	۰				A
۱۵۶	انرژی هیدروژن	۲	۲	۰				A
۱۵۷	تبدیل مستقیم انرژی	۳	۳	۰				A
۱۵۸	انرژی حرارتی خورشیدی	۲	۲	۰				A
۱۵۹	سیستم‌های فوتوولتائیک	۳	۳	۰				A
۱۶۰	ذخیره‌سازی مکانیکی و ترمودینامیکی انرژی	۳	۳	۰				A
۱۶۱	مهندسی باتری و آزمایشگاه	۳	۲	۱				A
۱۶۲	سیستم‌های پیل سوختی و آزمایشگاه	۳	۲	۱				
۱۶۳	ممیزی و تحلیل سیستم‌های انرژی	۳	۳	۰				

جدول ۱۳ـ لیست کلیه دروس دوره تحصیلات تکمیلی مهندسی مکانیک (همه گرایش‌ها)

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد			مکانیک جامدات	دینامیک، کنترل و ارتعاشات	ساخت و تولید	تبدیل انرژی و سامانه‌های انرژی پایدار
		مجموع	نظری	عملی				
۱۶۴	آزمایشگاه ممیزی و تحلیل سیستم‌های انرژی	۱	۰	۱				A
۱۶۵	برنامه‌نویسی کامپیوتر پیشرفته	۳	۳	۰	A	A	A	A
۱۶۶	پردازش سیگنال و آنالیز سری زمانی	۳	۳	۰	B	B	B	B
۱۶۷	رایانش سریع ۱	۳	۳	۰	A	A	B	A
۱۶۸	رایانش سریع ۲	۳	۳	۰	B	B	B	B
۱۶۹	روش‌های بهینه‌سازی	۳	۳	۰	A	A	A	A
۱۷۰	اندازه‌گیری پیشرفته و آزمایشگاه	۳	۲	۱	A	A	A	A
۱۷۱	کاربرد پیشرفته هوش مصنوعی و تحول دیجیتال	۳	۳	۰	B	B	B	B
۱۷۲	ریاضیات مهندسی پیشرفته ۱	۳	۳	۰	A	A	A	A
۱۷۳	ریاضیات مهندسی پیشرفته ۲	۳	۳	۰	A	A	A	A
۱۷۴	روش‌های اجزاء مرزی و اجزاء گسسته	۳	۳	۰	A	B	A	B
۱۷۵	روش اجزاء محدود ۱	۳	۳	۰	A	A	A	A
۱۷۶	روش اجزاء محدود ۲	۳	۳	۰	A	B	B	A
۱۷۷	محاسبات عددی پیشرفته	۲	۲	۰	B	B	B	B
۱۷۸	طراحی و تحلیل آماری آزمایش‌ها	۳	۳	۰	A	A	A	A
۱۷۹	اقتصاد مهندسی و مدیریت پروژه	۲	۲	۰	B	B	B	B
۱۸۰	کسب مهارت در صنعت	۱	۰	۱	A	A	A	A
۱۸۱	مباحث ویژه تخصصی	۲	۲	۰	A	A	A	A
۱۸۲	مباحث ویژه صنعتی	۲	۲	۰	A	A	A	A
۱۸۳	مباحث ویژه آزمایشگاهی	۱	۰	۱	A	A	A	A
۱۸۴	ایمنی در آزمایشگاه و کارگاه	۰	۰	۰	A	A	A	A
۱۸۵	روش پژوهش	۱	۱	۰	فقط کارشناسی ارشد			
۱۸۶	سمینار کارشناسی ارشد	۱	۱	۰	فقط کارشناسی ارشد			
۱۸۷	پایان‌نامه	۶	۶	۰	فقط کارشناسی ارشد			
۱۸۸	سمینار دکتری ۱	۱	۱	۰	فقط دکتری			
۱۸۹	سمینار دکتری ۲	۱	۱	۰	فقط دکتری			
۱۹۰	دستیار تدریس	۱	۰	۱	فقط دکتری			
۱۹۱	رساله	۱۸	۱۸	۰	فقط دکتری			

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

نام درس (فارسی):	تئوری الاستیسیته						
نام درس (انگلیسی):	Theory of Elasticity						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر تشریح فضائی و تشریح مادی کرنش
- کرنشهای غیر خطی
- روابط مشخصه با جامدات ارتجاعی خطی و غیرخطی
- بررسی حالات غیر ایزوتروپیک، ایزتروپیک، صفحه ای، ارتوتروپیک تحلیل کرنش و تنش در سه بعد، معادلات میدان در جامدات ارتجاعی
- قانون تعمیمی هوک، انرژی کرنشی، توابع تنشی
- مسائل مرزی تغییر مکانی (معادلات ناویه)، مسائل مرزی تنشی (معادلات بلترانی میچل)، مسائل مرزی مختلط
- حل مسائل دو بعدی در مختصات عمودی به کمک کثیرالجمله ، متدهای تغییری (Variation Principle) ، توابع تنش
- اصل سن و نان
- تمرکز تنش
- حل مسائل دوبعدی در مختصات قطبی (تیرهای خمیده، تمرکزتنش، بار متمرکز وارد بر یکصفحه، بار وارد بریک گوه، دیسک دوار)
- حل مسائل نمونه در الاستیسیته سه بعدی (بکمک توابع تنش، روش Letti ، تجزیه هلمهولتز، روش Bousinesque)
- پیچش میله های با مقاطع غیر دایروی
- خمش میله های با مقاطع مختلف
- تنش‌های حرارتی
- پخش امواج در جامدات ارتجاعی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Lurie, A. I. (2010). Theory of elasticity. Springer Science & Business Media.
- Boresi, A. P., Chong, K., & Lee, J. D. (2010). Elasticity in engineering mechanics. John Wiley & Sons.
- Armenàkas, A. E. (2016). Advanced mechanics of materials and applied elasticity. CRC Press.

نام درس (فارسی):	**تئوری پلاستیسیته**						
نام درس (انگلیسی):	Theory of Plasticity						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	۰	**تعداد ساعت:**	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر مکانیک محیط های پیوسته
- معادلات حالت پلاستیک، تغییر شکل الاستیک و پلاستیک، کرنش سختی (Strain Hardening)
- بارگذاری ساده و مختلط
- معیارهای تسلیم، منحنی تسلیم، سطح تسلیم، معیار ترسکا–سن‌ونان (Tresca – Saint Venant)
- منحنی بارگذاری، منحنی باربرداری
- تئوری جریان پلاستیک
- معادلات پرندل–راس (Prondtl – Reuss)
- تئوری پلاستیسیته سن ونان–فون میسس
- تئوری پلاستیسیته تغییر فرم (Deformation)
- قانون جریان وابسته (Associated Flow)
- فرضیه دراکر، تحدب سطح بارگذاری، معادلات تعادل الاستیک – پلاستیک
- خطوط لغزش و خواص آن ها، معیار مرزی، مسأله کوشی، مسأله ریمان

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Kachanov, L. M. (2004). Fundamentals of the Theory of Plasticity. Courier Corporation.
- Hill, R. (1998). *The mathematical theory of plasticity* (Vol. 11). Oxford university press.
- Chakrabarty, J. (2012). *Theory of plasticity*. Elsevier.

نام درس (فارسی):	**ویسکو الاستیسیته**						
نام درس (انگلیسی):	Visco-Elasticity						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- معرفی رفتار ویسکوالاستیک
- مواد با رفتار ویسکوالاستیک: پلیمرها، چسب، رزین، ...
- پاسخ به بارگذاری تنش و تغییر شکل
- آشنایی با تست‌های creep و relaxation
- مدل‌های پایه ویسکوالاستیک
- مدل‌های تعمیم‌یافته ویسکوالاستیک
- خواص ویسکوالاستیک تحت بارگذاری ارتعاشی
- اصل تطابق مسائل الاستیسیته و ویسکوالاستیسیته
- شبیه‌سازی رفتار ویسکوالاستیک در نرم‌افزار ABAQUS

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Christensen, R. M. (2013). Theory of viscoelasticity. Courier Corporation.
- Gutierrez-Lemini, D. (2014). Engineering viscoelasticity. Springer.
- Pipkin, A. C. (2012). Lectures on viscoelasticity theory (Vol. 7). Springer Science & Business Media.

نام درس (فارسی):	ترمو الاستیسیته						
نام درس (انگلیسی):	Thermo-Elasticity						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مفاهیم پایه در ترموالاستیسیته: تنسور تنش و روابط حاکم بر آن، روابط تبدیل تنشی در میدان سه بعدی، معادلات حرکت بر حسب مولفه‌های تنش، تنش‌های اصلی و نامتغیرهای تنشی. جابجایی و تنسور کرنش، شرط سازگاری برای نواحی همبند ساده و مرکب، فرم روابط ترموالاستیسته کلاسیک بر حسب مولفه‌های جابجایی، فرم تنشی روابط ترموالاستیسیته، شرایط Cersarro و Michel
- ترمودینامیک اجسام الاستیک: مفاهیم ترمودینامیکی و قوانین اول و دوم ترمودینامیک، فرم تغییراتی ترمودینامیک، تئوری عمومی ترموالاستیسیته، انرژی‌های آزاد و Gibbs، قانون فوریه، اثر صدای دوم (انتشار موجی گرما)، تئوری‌های ترموالاستیسته کوپل، روابط جامع، شرایط مرزی و اولیه
- مسائل پایه در ترموالاستیسیته: توزیع دمای منتهی بر تنش‌های صفر، آنالوژی تغییرات دما و نیروهای جرمی و سطحی، حل عمومی مسائل ترموالاستیسیته (در مختصات دکارتی، استوانه ای و کروی)
- تنش‌های حرارتی در تیرها: تنش‌های حرارتی و خیز تیرهای تحت بارهای ترمومکانیکی، شرایط مرزی، اثر تنش‌های برشی عرضی، تنش‌ها در تیرهای با مقطع چهارگوش (تنشهای گذرا، اثر تولید گرمای داخلی و غیره). تیرهای لایه ای یا غیر همگن
- تنش‌های حرارتی و استوانه‌ها، کره‌ها، دیسک‌های دوار: تنش‌های ترموالاستیک در استوانه‌ها و کره‌های جدار ضخیم یا توپر و دیسک‌های دوار با توزیع دمای شعاعی، اثر توزیع دمای غیر متقارن، تنش‌های ترموالاستیک در استوانه‌ها و کره‌های FGM، تنش‌های پایا و گذرا
- مسائل ترموالاستیک کوپل: تحلیل ترموالاستیک کوپل نیم فضا و استوانه‌ها و کره‌های ضخیم
- روش‌های عددی در تحلیل مسائل ترموالاستیک کوپل: روش‌های اجزاء محدود و Transfinite element برای بررسی ترموالاستیک کوپل مشخص مانند نیم فضا و استوانه جدار ضخیم، بررسی اثر وابستگی ویژگی‌های مواد با دما

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Parkus, H. (2012). Thermoelasticity. Springer Science & Business Media.
- Parkus, H. (2014). Variational principles in thermo-and magneto-elasticity (Vol. 58). Wien: Springer-Verlag.
- Iesan, D., & Scalia, A. (2013). Thermoelastic deformations (Vol. 48). Springer Science & Business Media.

نام درس (فارسی):	مقاومت مصالح پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Strength of Materials						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه و مرور بر مباحث مقاومت مصالح ۱ و ۲
- تحلیل تنش
- تحلیل تغییرشکل و کرنش
- روابط تنش–کرنش
- رفتار غیرالاستیک مواد
- پیچش محورهای دایره‌ای
- پیچش محورهای غیر دایره‌ای
- استوانه جدار ضخیم
- دیسک های دوار
- شبیه‌سازی عددی با استفاده از آباکوس

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Boresi, A. P., & Schmidt, R. J. (2002). Advanced mechanics of materials. John Wiley & Sons.
- Craig Jr, R. R., & Taleff, E. M. (2020). Mechanics of materials. John Wiley & Sons.

نام درس (فارسی):	مکانیک محیط پیوسته						
نام درس (انگلیسی):	Continuum Mechanics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر تنسورها: بردارهای پایه، اندیس‌های آزاد و فرضی، مولفه‌های کانتراوارینت وکووارینت بردارها، انتقال بردارها، تنسورهای متریک، تعریف تنسورهای مرتبه ۲ و ۳ و ۴
- تنسور کرنش، تعیین معادلات سینماتیک خطی و دقیق (غیر خطی)
- حاصلضرب خارجی: تعریف نماد و تنسور انقباض، بسط دترمینان، حاصلضرب سه‌گانه اسکالر
- تنسور تنش: معادلات ساختاری در حالت کلی و مواد ایزوتروپ، بررسی سیال ویسکوز ایزوتروپ، تعریف رفتار ویسکوالاستیک مواد، مقدمه‌ای بر پلاستیسیته، تعیین قانون جریان
- مشتقات و انتگرال‌ها: تعریف نماد کریستوفل، مشتق کوواریینت، مشتق کوواریینت بردار و تنسورهای مرتبه ۲ و ۳، تعریف تنسور ریمن کریستوفل، دیورژانس و کرل، تئوری دیورژانس گوس در حالت دو و سه بعدی، تئوری استوکس
- معادلات اساسی مکانیک محیط پیوسته: روابط سینماتیک، معادلات سازگاری، شرایط تعادل و معادله حرکت، معادله ناویه، معادله انتشار موج، جریان سیال ویسکوز، معادله ناویه–استوکس، خطوط جریان و کانال جریان، جریان در محیط متخلخل، قانون دارسی، معادله پواسون
- مسائل خاص الاستیسیته، مسئله کرنش صفحه‌ای، معادله بای هارمونیک، مسئله تنش صفحه‌ای، مسئله کرنش صفحه‌ای تعمیم‌یافته، پیچش مقاطع مدور

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Spencer, A. J. M. (2004). Continuum mechanics. Courier Corporation.
- Reddy, J. N. (2013). An introduction to continuum mechanics. Cambridge university press.
- Shabana, A. A. (2018). Computational continuum mechanics. John Wiley & Sons.

نام درس (فارسی):	مکانیک شکست						
نام درس (انگلیسی):	Fracture Mechanics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه و معرفی موضوع، معرفی انواع مدهای خرابی و روشهای متداول طراحی، تاریخچه مختصر مکانیک شکست، تحلیل اینگلیز و گریفیث، لزوم تحلیل بر مبنای مکانیک شکست.
- مکانیک شکست الاستیک خطی، معادلات اولیه تئوری الاستیسیته، روش وسترگارد و میدان تنش الاستیک در نوک ترک، ضرایب شدت تنش و روشهای محاسبه آن، اثرات تنش صفحهای و کرنش صفحهای، رهیافت انرژی در مکانیک شکست، نرخ رهایی انرژی، منطقه پلاستیک نوک ترک، منحنی مقاومت رشد ترک و ضریب شدت تنش بحرانی . محاسبه آزمایشگاهی پارامتر چقرمگی
- مکانیک شکست الاستیک- پلاستیک، معیار بازشدگی دهانه ترک، نرخ رهایی انرژی غیرخطی، انتگرال مداری J و تکینگی میدان تنش، محاسبه آزمایشگاهی پارامترهای چقرمگی شکست
- خستگی و رشد ترک خستگی، معرفی پدیده خستگی، مفاهیم نمودار N-S، بررسی رشد ترک بر مبنای ضرایب شدت تنش و معیار پاریس، تخمین عمر خستگی. اثر بسته شدن نوک ترک و بارگذاری غیریکنواخت.
- طراحی بر مبنای مکانیک شکست، تعاریف و روابط کاربردی، مودهای ترکیبی شکست، معیار حداقل چگالی انرژی کرنشی و حداکثر تنش مماسی برای گسترش ترک، طراحی بر مبنای منحنی ارزیابی شکست FAD
- روشهای عددی و تحلیلی پیشرفته در مکانیک شکست، معرفی روشهای عددی مانند روش المان محدود و معرفی تحلیل مسایل مکانیک شکست با استفاده از نرم افزار Abaqus، روشهای تحلیلی در مکانیک شکست مانند روش آنالیز مختلط و روش تبدیلات انتگرالی.
- رشد ترک در حالت دینامیکی، مفاهیم پایه، رشد ترک دینامیکی و توقف رشد ترک، سرعت رشد ترک، انشعاب ترک

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Gdoutos, E. E. (2020). Fracture mechanics: an introduction (Vol. 263). Springer Nature.
- Zehnder, A. T. (2012). Fracture mechanics (Vol. 62). Springer Science & Business Media.
- Broek, D. (2012). The practical use of fracture mechanics. Springer Science & Business Media.

نام درس (فارسی):	مکانیک تماس و ضربه						
نام درس (انگلیسی):	Contact and Impact Mechanics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مکانیک شکست خطی الاستیک
- گسیختگی تاخیری در جامدات ترد، تحلیل آماری گسیختگی ترد
- میدان تنش در تورفتگی الاستیک، تماس الاستیک
- گسیختگی هرتزی
- بارگذاری نرمال
- قوانین اصطکاک
- میدان تنش در تورفتگی الاستیک–پلاستیک
- تماس الاستیک–پلاستیک
- تماس سطوح ناهموار (زبر)
- تماس ترموالاستیک
- تماس لغزشی و غلتشی
- مسائل تماس الاستودینامیک
- برخورد دو جسم صلب با حرکت سه بعدی توام انتقالی و دورانی
- تئوری برخورد برای اجسام ویسکوالاستیک
- انتشار پالس در میله‌ها
- توصیف نیرو و پیوستگی سرعت

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Laursen, T. A. (2003). Computational contact and impact mechanics: fundamentals of modeling interfacial phenomena in nonlinear finite element analysis. Springer Science & Business Media.
- Fischer-Cripps, A. C. (2000). Introduction to contact mechanics. New York, NY: Springer New York.
- Barber, J. R. (2018). Contact mechanics (Vol. 20). Berlin: Springer International Publishing.
- Stronge, W. J. (2018). Impact mechanics. Cambridge university press.
- Rao, C. L., Narayanamurthy, V., & Simha, K. R. Y. (2016). Applied impact mechanics. John Wiley & Sons.
- Luo, A. C., & Guo, Y. (2012). Vibro-impact dynamics. John Wiley & Sons.

نام درس (فارسی):	رفتار مکانیکی مواد						
نام درس (انگلیسی):	Mechanical Behavior of Materials						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر ریزساختار مواد: دسته‌بندی، پیوندها، مواد جدید، الکترون در فلزات، ساختارهای بلوری فلزات و آلیاژها، مروری بر رفتار مکانیکی مواد
- تغییرشکل پلاستیک فلزات خالص
- سخت شدن با کارسرد بلورهای خالص: لغزش آسان پلی‌کریستال (مرحله اول)، لغزش خطی پلی‌کریستال (مرحله دوم)، فلزات مکعب مرکز وجه پر (مرحله سوم)، حالت فلزات مکعب مرکز پر، سخت‌شدن با کار سرد بلورهای یونی
- سخت شدن با محلول‌های جامد: اندرکنش یک نابجایی و یک ناخالصی ثابت، واکنشی یک نابجایی ثابت روی ناخالصی‌های متحرک،خواص مکانیکی محلول‌های جامد در دمای پایین، نابجایی و ناخالصی درحرکت سایر سخت‌کننده‌ها، اندرکنش سخت‌کننده مستقیم، اندرکنش سخت‌کننده غیر مستقیم، اثر توزیع انکلوژن‌ها، حالت درصد حجمی فاز توزیع شده مرتبط با سخت شدن الیاف
- بازیابی، تبلور مجدد و رشد دانه‌ها حالت کارشده و بازیابی، تبلور مجدد اولیه، رشد دانه، بافت بلوری درآنیل، شکل‌دهی نیمه‌جامد ویژگی‌ها، روش‌های شکل‌دهی قطعات درحالت نیمه‌جامد (تیکسوفرمینگ، رئوکستینگ، تیکسومولدینگ، رئومولدینگ)، تولید مواد اولیه غیردندریتی
- خزش: اثر ریزساختار نابجایی برخزش، توصیف فرایندی خزش، مدل تئوری خزش، فوق الاستیسیته شکست، توصیف مدهای شکست، معیارهای شکست ترد، شکست صفحات نرم، بررسی ماکروسکپی شکست، توصیف ناحیه پلاستیک در سرترک، اثر شرایط شکست برضربه پذیری، اثر ریزساختار فلزات بر شکست
- خستگی: تعریف، حالت ماکروسکپی، استفاده از داده‌های آزمون خستگی، حالت میکروسکوپی، تغییر ساختار با خستگی، مکانیزم‌ها ومدل‌ها، فاکتورهای آندورانس، استحاله فولادهای ضدزنگ تحت بار و اثرآن بر مقاومت خستگی
- استحاله فلزات: مقدمه، رفتار مکانیکی فلزات طی تغییر شکل گرم، اثرتغییرشکل گرم برساختار فلزات، آهنگری‌پذیری، ویژگی‌های کلی شکل‌دهی سرد، کشش عمیق، شکل‌دهی سرد محصولات غیر نازک
- سازه‌های هوشمند: مواد و سازه چندمنظوره، آلیاژهای حافظه‌دار، موادFGM، سرامیک‌های ضربه‌پذیر و پیزوالکتریک، سیالات الکترورئولوژیک و مگنتورئولوژیک، مواد مرکب پلیمری رسانای یونی، فیبرنوری، عملگرهای سیالاتی، تحریک‌های فرکانس بالا، انتخاب عملگرها وحسگرها، نانومواد،سازه‌های هوشمند در میکروسیستم‌ها، ماشین‌ها وسازه‌های مقاوم در برابر خطا
- روش‌های ایجاد لایه‌های نازک و بررسی رفتار مکانیکی ویژه پوشش‌ها
- خوردگی: الکتروشیمی خوردگی، شکست در خوردگی تحت تنش، مقاومت به خوردگی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Meyers, M. A., & Chawla, K. K. (2008). Mechanical behavior of materials. Cambridge university press.
- Hosford, W. F. (2010). Mechanical behavior of materials. Cambridge university press.

نام درس (فارسی):	تئوری ورق‌ها و پوسته‌ها						
نام درس (انگلیسی):	Theory of Plates and Shells						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر تئوری¬های کلاسیک ورق ایزوتروپک
- استخراج روابط متناظر با تحلیل خمشی ورق مرکب
- تحلیل ارتعاش و یافتن پاسخ گذرای ورق تحت بارهای دینامیکی ترمومکانیکی، ترموالکترومکانیکی و ترمومگنتومکانیکی
- تحلیل کمانش استاتیکی و دینامیکی و روشهای حل متناظر برای ورق‌ها
- تئوری‌های خطی و غیرخطی پوسته
- استخراج روابط متناظر با تحلیل خمشی پوسته مرکب
- تحلیل ارتعاش و یافتن پاسخ گذرای پوسته تحت بارهای دینامیکی ترمومکانیکی، ترموالکترومکانیکی و ترمومگنتومکانیکی
- تحلیل کمانش استاتیکی و دینامیکی و روشهای حل متناظر برای پوسته‌ها
- استخراج روابط متناظر با تحلیل خمشی ورق مرکب از جمله (FGM)، ویسکوالاستیک، ساندویچی، از جنس مواد هوشمند پیزوالکتریک و مگنتوسترکتیو، تحت بارهای ترمومکانیکی، ترموالکترومکانیکی و ترمومگنتومکانیکی
- تحلیل ارتعاش و یافتن پاسخ گذرای ورق تحت بارهای دینامیکی ترمومکانیکی، ترموالکترومکانیکی و ترمومگنتومکانیکی
- تحلیل خمش، ارتعاش و کمانش ورق با تئوری الاستیسیته و تحلیل غشا

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Ugural, A. C. (2017). Plates and shells: theory and analysis. CRC Press.
- Reddy, J. N. (2006). Theory and analysis of elastic plates and shells. CRC press.
- Qatu, M. S. (2004). Vibration of laminated shells and plates. Elsevier.
- Shen, H. S. (2016). Functionally graded materials: nonlinear analysis of plates and shells. CRC press.

نام درس (فارسی):	خزش، خستگی و شکست						
نام درس (انگلیسی):	Fatigue, Creep and Fracture						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- خزش: مراحل مختلف خزش، تئوری های‌خزش در مراحل مختلف، شکست خزش، شکست مرزدانه، مطالعه خزش براساس مکانیک شکست
- خستگی: مفهوم خستگی، اثر بارگذاری متناوب روی خواص داخلی و ساختار فلزات، منحنی S-N و پیش‌بینی عمر حرارت در شروع و گسترش ترک، اثر کرنش سختی در شروع و گسترش ترک، کرنش های الاستیک و پلاستیک در خستگی
- شکست: انواع شکست خطی و غیرخطی، تنش اطراف ترک، تغییر شکل پلاستیک در نوک ترک، تحلیل شکست با استفاده از مکانیک شکست خطی، تئوری گریفیت، روش انطباقی، روش استفاده از شدت مبادین ترک، اثر حرارتی در شکست، مقاومت شکست
- کاربرد مباحث فوق در طراحی اجزاء

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Zhou, W., Tada, N., & Sakamoto, J. (2024). Creep-Fatigue Fracture: Analysis of Internal Damage. Springer.
- Bolotin, V. V. (2020). Mechanics of fatigue. Crc Press.
- Meyers, M. A., & Chawla, K. K. (2008). Mechanical behavior of materials. Cambridge university press.
- Kassner, M. E. (2015). Fundamentals of creep in metals and alloys. Butterworth-Heinemann.

نام درس (فارسی):	تحلیل تجربی تنش و آزمایشگاه						
نام درس (انگلیسی):	Experiemental Analysis of Stress and Laboratory						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۱	تعداد ساعت:	٦٤
آموزش تکمیلی:	■ آزمایشگاه □ کارگاه سخت‌افزاری □ کارگاه نرم‌افزاری □ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی □عملیات میدانی ■ بازدید علمی □ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر الاستیسیته مقدماتی
- تئوری روش پوشش ترد، الگوهای ترک پوشش ترد، انواع پوشش های ترد، روش آزمایش با پوشش ترد
- بازرسی و تحلیل نتایج آزمایش، روش های اندازه گیری کرنش، انواع کرنش سنج ها، پتانسیومتر و پل وتستون، تحلیل نتایج کرنش‌سنجی، معرفی کرنش سنج های نیمه هادی
- تداخل‌سنجی موآره (Moiré)، پلاریسکوپ، تئوری فتوالاستیسیته، پلاریسکوپ های خطی و دایروی، فتوالاستیسیته دوبعدی، مشخصه‌های مدل فتوالاستیسیته، مقدمه ای بر فتوالاستیسیته سه بعدی، معرفی پوشش‌های با خاصیت دوشکستی

توجه: دانشجویان این درس در قالب حداقل سه هفته فعالیت آزمایشگاهی و حداقل یک بازدید صنعتی با تحلیل تجربی تنش به صورت عملی آشنا خواهند شد.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Doyle, J. F. (2004). Modern experimental stress analysis: completing the solution of partially specified problems. John Wiley & Sons.
- Freddi, A., Olmi, G., & Cristofolini, L. (2015). Experimental stress analysis for materials and structures. Springer.
- Dally J. W. & Riley W. F. (1978). Experimental Stress Analysis. McGraw-Hill.

نام درس (فارسی):	مکانیک مواد مرکب پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Mechanics of Composite Materials						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- قانون هوک تعمیم‌یافته: قانون ساختاری سه‌بعدی مواد مرکب در جهت‌های اصلی ماده، قانون ساختاری در جهت‌های غیر اصلی ماده، ثابت‌های مهندسی در جهت‌های اصلی و غیراصلی ماده، اثر دما در قانون ساختاری سه‌بعدی مواد مرکب
- مسائل تنش صفحه‌ای: قانون ساختاری دو بعدی مواد مرکب و اثر دما، معادلات تعادل در مختصات متفاوت و روابط کرنش و جابجایی، رابطه سازگاری، حل مسائل متفاوت با فرض تنش صفحه‌ای، صفحه‌های شبه ایزوتروپ و حل مسائل مرتبط با آنها، تمرکز تنش در صفحه‌های شبه ایزوتروپ، ارتباط بین مسائل تنش صفحه‌ای ایزوتروپ و شبه ایزوتروپ
- پدیده لایه مرزی در ورقهای کامپوزیتی: فرمول‌بندی الاستیسیته برای ورق‌های متفاوت کامپوزیتی و پدیده لایه مرزی، حل مسائل متفاوت کششی و خمشی، بررسی و حل مسائل مرتبط با پدیده لایه مرزی با استفاده از تئوری لایه‌گون
- بررسی مسائل پوسته‌های کامپوزیتی: بررسی مسائل کششی و پیچشی استوانه‌های کامپوزیتی تحت فشار و دما طبق تئوری الاستیسیته و تئوری مرتبه اول برشی، بررسی مسائل مایکرو مکانیک مواد مرکب طبق تئوری الاستیسیته، بررسی و حل مسائل مرتبط با لایه مرزی در پوسته‌های کامپوزیتی طبق تئوری الاستیسیته و تئوری لایه‌گون پوسته‌ها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Jones, R. M. (2018). Mechanics of composite materials. CRC press.
- Datoo, M. H. (2012). Mechanics of fibrous composites. Springer Science & Business Media.
- Christensen, R. M. (2005). Mechanics of composite materials. Courier Corporation.

نام درس (فارسی):	فرایندهای تولید مواد مرکب و آزمایشگاه						
نام درس (انگلیسی):	Composite Manufacturing Processes and Laboratory						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۱	تعداد ساعت:	٦٤
آموزش تکمیلی:	■ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تعریف و ویژگی‌های مواد مرکب، انواع مواد مرکب، ترکیب مواد مرکب شیشه–رزین: ترکیب و خواص شیشه ها، زمینه‌ها برای مواد مرکب شیشه–رزین، الیاف با استحکام وقابلیت بالا (الیاف کربن و خواص آنها، الیاف آرامید و خواص آنها، الیاف Br وSi ، الیاف مصنوعی با قابلیت بالا، الیاف سرامیکی)، الیاف قابلیت متوسط (الیاف پلی‌استر و پلی‌اتیلن تافنس بالا)، الیاف فلزی، الیاف طبیعی (پنبه کوهی و الیاف گیاهی)
- رزین‌ها و زمینه‌ها، نقش رزین‌های پوششی و زمینه‌ها. معیارهای انتخاب زمینه: اقتصادی– خواص (مکانیکی، فیزیکی، شیمیایی، تناسب با محیط کار، نرمی)، رزین‌های گرما سخت: زمینه پلی استر، رزین‌های گرما نرم (پلی آمیدها و....) زمینه‌های الاستومری، زمینه‌های فلزی (خواص فیزیکی–شیمیائی، قیمت، روش‌های تولید، کاربردها)، پرکنندها
- کامپوزیت‌های مختلف حاصل از ترکیب مواد: (مواد مرکب فلزی، مواد مرکب شفاف شیشه‌ای، سایر شیشه‌های مقاوم به شکست، مواد مرکب الاستومری، مواد مرکب سرامیکی و نانو سرامیکی، مواد مرکب سرامیکی با نانو لوله‌های کربنی، سایر مواد مرکب
- ساختارها: تقسیم‌بندی کامپوزیت‌ها براساس هندسه و ابعاد الیاف، پنل‌های ساندویچی، مواد مرکب لایه‌ای، طراحی قطعات مواد مرکب شیشه– رزین، محاسبه قطعات مواد مرکب شیشه–رزین: (تعیین برای نقاط بحرانی– تعیین مواد براساس عوامل محیطی– تعیین تنش کاربردی– ضرایب اطمینان)، خواص و رفتار الیاف/ ماتریس، متدولوژی برای جایگزینی یک قطعه از مواد سنتی با یک قطعه مرکب، فوم‌ها، مکانیزم تشکیل فوم‌ها، فوم‌های پلی اورتان، فوم های الاستومری EPDM، خواص مکانیکی و دینامیکی فوم‌های EPDM
- ساختار و رفتار نانوکامپوزیت‌ها (مواد مرکب پلیمری، سرامیکی و...) مواد مرکب سرامیکی با نانو لوله‌های کربنی، نقش نانو لوله‌های کربنی در سایر زمینه‌های مواد مرکب، کاربرد نانو سرامیک در سبک‌سازی و افزایش مقاومت ضربه‌ای
- روش‌های ساخت و شکل‌دهی: قالب‌گیری تماسی پاشش یا تزریق، فرایندهای دستی، قالب‌گیری پاششی، فرایندهای تولید متوسط، قالب‌گیری تزریقی، ماشینیهای تزریق، قالب‌گیری پرسی گرم و سرد، قالب‌گیری در فشار کم و سرد، قالب‌گیری فشاری گرم مرطوب، شرایط قالب‌گیری، ابزارهای مورد استفاده رزین‌ها، تقویت‌کنندها، ساخت و قالب‌گیری اجزای مواد مرکب: ساخت اجزا، روشهای SMC، BMC، DMC و TMC . رزین‌ها، پرکننده‌ها، کاتالیزورها و افزودنی‌ها، قالب‌گیری اجزا، قالب‌گیری پیوسته، ساخت ورقهای موج دار، پولتروژن ، قالب‌گیری گریز،
- شکل‌دهی ورق‌های مواد مرکب گرما نرم با استفاده از نرم افزار: روش اجزای محدود در شکل دهی مواد مرکب، شبیه‌سازی فرایند کشش عمیق ورقهای گرما نرم (معادلات، مولفه ها، ماتریس سختی، مدول کششی و برشی، مدل کردن رزین، تغییر ضریب اصطکاک، معادله مشخصه در نرم افزار ABAQUS)
- بخش آزمایشگاهی شامل: ۱– آزمون فشار ۲– آزمون کشش ۳– آزمون برش صفحه‌ای ۴– آزمون عیب‌یابی ساختاری ۵ و ۶ – ساخت اجزاء، قالب‌گیری و لایه‌چینی (فرایندهای دستی و تزریق تحت خلاء) ۷– آزمون ضربه سرعت پایین و بالا

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Chawla, K. K. (2012). Composite materials: science and engineering. Springer Science & Business Media.
- Balasubramanian, M. (2014). Composite materials and processing (Vol. 711). Boca Raton: CRC press.
- Hoa, S. V. (2009). Principles of the manufacturing of composite materials. DEStech Publications, Inc.

نام درس (فارسی):	رفتار ضربه‌ای مواد و سازه‌های مرکب						
نام درس (انگلیسی):	Impact Behavior of Composite Materials and Structures						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه: شناخت انواع کامپوزیت‌ها، مکانیک مواد کامپوزیت و بهینه‌سازی آنها، انواع بارگذاری‌ها، روش‌های مدل کردن تئوری و عددی مسائل ضربه، مکانیک کلی ضربه، حرکت موج، اثرات بارگذاری دینامیکی
- ضربه بر روی سازه‌ها: قوانین تماس، تماس بین دو جسم ارتجاعی، نفوذ در تیرها و صفحات، تماس اجسام غیرهمسانگرد، نفوذ در سازه‌های چندلایه و ساندویچی، مدل‌های ارتجاعی–پلاستیک، اثرات پیش‌بار بر روی نیروی برخورد
- دینامیک ضربه: تئوری‌های تیرها شامل اویلر–برنولی، تیموشنکو، مرتبه بالا، ارتعاشات آزاد لیر، تئوری‌های صفحات شامل کلاسیک، مرتبه اول برشی، مرتبه بالا، تئوری مرتبه بالا در سازه‌های ساندویچی نازک و ضخیم، اثرات عوامل مؤثر فیزیکی و هندسی بر روی پاسخ دینامیکی سازه تحت بار ضربه، تحلیل دینامیکی
- مدل‌های ضربه: مدل جرم و فنر، مدل توازن انرژی، مدل‌های بر اساس معیار جرمی، مدل‌های عددی
- ضربه بر روی سازه‌های ساندویچی: مدل‌های ضربه برای تیرها و صفحات ساندویچی، هسته فوم، هسته انعطاف‌پذیر عرضی، شرایط مرزی
- بررسی تجربی: آزمایشات ضربه بر روی مواد و سازه‌ها، شارپی، آیزود، سقوط وزنه، آزمایش هاپکینسون، آزمایش ورق پرنده، آزمایش ضربه با سرعت بالا
- خرابی در سازه‌ها در اثر ضربه: انواع خرابی، رشد خرابی، روش‌های ارزیابی خرابی در سازه‌ها، عوامل مؤثر در خرابی در اثر ضربه
- بررسی مقاومت خرابی در سازه‌ها و خواص پسماند: استحکام فشاری، کمانش، استحکام کششی پسماند، خستگی، خرابی در سازه‌های چند لایه‌ی الیاف–فلز
- ضربه با سرعت بالا (بالستیک): روش‌های آزمایش، حد بالستیک، روش‌های خرابی، سازه‌های کامپوزیتی–سرامیکی
- ترمیم: وصله‌های فلزی و کامپوزیتی، اتصالات مکانیکی، اتصالات چسبی، اتصالات ترکیبی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Reid, S. R., & Zhou, G. (Eds.). (2000). Impact behaviour of fibre-reinforced composite materials and structures. Elsevier.
- Slerakowsid, R. L. & Chatorvedi S. K. (1997). Dynamic Loading and Characterization of Fiber-Reinforced Composite, John Wiley & Sons.

نام درس (فارسی):	مکانیک آسیب در مواد مرکب						
نام درس (انگلیسی):	Damage Mechanics in Composite Materials						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- انواع مکانیزم‌های آسیب در کامپوزیت‌های چندلایه: جدایی بین الیاف و رزین، ترک‌خوردگی ماتریسی، ترک ماتریسی منجر به ترک‌های ریز، ترک ماتریسی منجر به جدایی بین‌لایه‌ای میانی، جدایی بین لایه‌ای لبه‌ای در لایه‌چینی زاویه‌ای، جدایی بین‌لایه‌ای لبه‌ای در مود یک
- روش سنتی در بررسی آسیب مواد کامپوزیت: معیار تسای–هیل، معیار تسای–هو، معیار بر پایه تنش‌های برشی لبه‌ای، معیارهای دو بعدی هشین، معیارهای سه بعدی چانگ
- آنالیز آسیب به شیوه گسترش تدریجی خرابی: روش دو بعدی هشین، روش سه بعدی چانگ
- شیوه میکرومکانیکی در آنالیز آسیب کامپوزیت‌ها: توصیف حجم نمونه، تئوری شکست محدود، روش تاخیر–برش
- مدلسازی ترک ماتریسی، مدلسازی جدایی بین لایه‌ای ناشی از ترک ماتریسی
- روش حساب تغییرات: ملاحظات اساسی حساب تغییرات، روش‌های بر پایه تنش یا جابجایی، اکسترمم انرژی مکمل حجم نمونه، اکسترمم انرژی کرنشی
- شیوه مک کارتنی: بارگذاری‌های درون صفحه‌ای، بارگذاری‌های چندجهته، بارگذاری خمشی
- شیوه مزومکانیکی در آنالیز آسیب مواد کامپوزیت: پارامترهای خرابی، قوانین برابری فضاهای آسیب و بدون آسیب، قوانین گسترش آسیب، مشخصه‌سازی مواد، پیشروی آسیب درون لایه‌ای، پیشروی آسیب بین‌لایه‌ای

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Talreja, R., & Singh, C. V. (2012). Damage and failure of composite materials. Cambridge University Press.
- Liu, P. (2021). Damage Modeling of Composite Structures: Strength, Fracture, and Finite Element Analysis. Elsevier.
- Tamin, M. N. (Ed.). (2012). Damage and fracture of composite materials and structures (Vol. 17). Heidelberg, Germany: Springer.

نام درس (فارسی):	کامپوزیت‌های پلیمری						
نام درس (انگلیسی):	Polymer Composites						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- کامپوزیت‌های پلیمری: تاریخچه و کاربردهای صنعتی
- روش‌های ساخت کامپوزیت‌ها، فراوری اولیه و ثانویه در کامپوزیت‌های زمینه پلیمری
- خواص و مشخصه‌یابی کامپوزیت‌های پلیمری: خواص فیزیکی (دانسیته، سختی، خراش پذیری)، خواص الکتریکی (رسانایی، خواص دی الکتریک)، خواص مکانیکی (مقاومت کششی، فشاری، برشی و خمشی)، خواص تریبولوژی (فرسودگی، اصطکاک، روان‌کاری)، خواص رئولوژی، خواص حرارتی، خواص اپتیکی
- کامپوزیت‌های پلیمری مسلح چند مقیاسه
- ساختار نانوکامپوزیت‌ها: میکرو–نانو، چالش‌ها در مقیاس نانو: دیسپارسیون، توزیع و فاز بین‌لایه‌ای نانوفیلر/پلیمر، مدلهای میکرومکانیک، نانوکامپوزیت‌های تقویت‌شده با الیاف/ذرات/لمینت، برهمکنش نانو و میکرو
- ساخت افزایشی (پرینت ۳ بعدی) کامپوزیت‌های پلیمری
- کامپوزیت‌های پلیمری با الیاف طبیعی
- کامپوزیت‌های الاستومری و کاربردهای آنها
- کامپوزیت‌های پلیمری پیزو الکتریک و کاربردهای آن در صنعت انرژی
- پلیمرهای حافظه دار
- مکانیسم تخریب خستگی در کامپوزیت‌ها
- روش‌های ماشینکاری

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Astrom, B. T. (2018). Manufacturing of polymer composites. Routledge.
- Sheikh-Ahmad, J. Y. (2009). Machining of polymer composites. Springer.
- Friedrich, K., Fakirov, S., & Zhang, Z. (Eds.). (2005). Polymer composites: from nano-to macro-scale. Springer Science & Business Media.
- Koo, J. H. (2006). Polymer nanocomposites: processing, characterization, and applications. Mcgraw-hill.
- Harris, B. (Ed.). (2003). Fatigue in composites: science and technology of the fatigue response of fibre-reinforced plastics. Woodhead Publishing.
- Hollaway, L. C. (Ed.). (1994). Handbook of polymer composites for engineers. Woodhead publishing.
- Moharana, S., Sahu, B. B., Nayak, A. K., & Tiwari, S. K. (Eds.). (2024). Polymer composites: fundamentals and applications. Springer Nature.
- Tong, L., Mouritz, A. P., & Bannister, M. K. (2002). 3D fibre reinforced polymer composites. Elsevier.

نام درس (فارسی):	مکانیک مواد و سازه‌های هوشمند						
نام درس (انگلیسی):	Mechanics of Smart materials and Structures						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه: تعریف مواد پیشرفته و هوشمند، کاربردها، خواص اولیه مواد، گروه‌های مختلف مواد هوشمند، کاربردهای سازه‌های هوشمند
- مواد پیزوالکتریک: خواص، اثر متقابل سازه‌ها و عملگرها، حرکت طولی میله‌ها، خمش تیرهای هوشمند، محرکه‌های هارمونیک، بارگذاری ضربه‌ای، کوپل معادلات الکتریکی و مکانیکی، روش‌های انرژی، تئوری صفحات، ارتعاشات صفحات هوشمند با پیزو، ضربه بر روی صفحات هوشمند با پیزو، صفحات کامپوزیتی از الیاف پیزو
- آلیاژهای حافظه‌دار، خواص، مدلسازی اساسی آلیاژهای حافظه‌دار، کنترل ارتعاشات، اساس تحلیل برای طراحی و آنالیز تیرها و صفحات با آلیاژهای حافظه‌دار، صفحات کامپوزیتی با آلیاژهای حافظه‌دار، تحلیل ارتعاشات و ضربه بر روی صفحات هوشمند ترکیبی، وصله‌های هوشمند
- سیالات با متغیرهای تغییر شکلی الکتریکی و مغناطیسی، مکانیزم و خواص، ترکیب و رفتار سیالات، مدل‌های ریاضی، میراکننده‌ها، ارتعاشات صفحات ساندویچی هوشمند با هسته سیالات الکتریکی و مغناطیسی
- مواد لایه‌بندی‌شده (functionally graded materials, FGM)، تعاریف و دسته‌بندی، مدل‌های ریاضی تحلیلی
- جاذب‌های ارتعاش، جاذب‌های ارتعاش میراگر، جاذب‌های ارتعاش ژیروسکوپی، جاذب‌های ارتعاش فعال
- مواد نانو و سیستم‌های میکرو–الکترومکانیکی (MEMS)، نانوکامپوزیت‌ها، نانوتیوب‌های کربنی، خواص سازه‌های طبیعی، طراحی سازه با مواد زیست حیاتی، حسگرهای زیست حیاتی
- کنترل سازه‌ها: مدلسازی کنترلی سازه‌ها، سیستم با حسگرهای SMA، سیستم با حسگرهای PZT
- سازه‌های خودترمیم: تعاریف و دسته‌بندی، مدل‌های ریاضی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Leo, D. J. (2007). Engineering analysis of smart material systems. John Wiley & Sons.
- Motzki, P., & Seelecke, S. (2022). Encyclopedia of smart materials. Elsevier.
- Varadan, V. K., Vinoy, K. J., & Gopalakrishnan, S. (2006). Smart material systems and MEMS: design and development methodologies. John Wiley & Sons.
- Vinson, J. R. (2005). Plate and panel structures of isotropic, composite and piezoelectric materials, including sandwich construction (Vol. 120). Springer Science & Business Media.

نام درس (فارسی):	مکانیک مواد ناهمگن						
نام درس (انگلیسی):	Mechanics of Heterogeneous Materials						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- الاستیسیته خطی (سینماتیک، نیرو، رفتار مواد و هندسه)
- معادلات ساختاری
- اصل مینیمم انرژی پتانسیل مکمل
- همگن‌سازی به روش هیل
- کرانهای کلاسیک ریئوس و وویت
- تبدیل دوتایی
- تنسور تمرکز کرنش
- رتبه-۱ لایه‌ها و کاربردهای آن
- مسئله ناهمگنی اشلبی
- کاربردهای حل اشلبی
- روش دیفرانسیلی (یا همگن‌سازی تکراری)
- اصل تغییراتی هاشین-اشتریکمن
- پاسخ ترموالاستیک کامپوزیت

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Altenbach, H., Bruno, G., & Eremeyev, V. A. (2023). Mechanics of Heterogeneous Materials. Springer International Publishing.
- Buryachenko, V. (2007). Micromechanics of heterogeneous materials. Springer Science & Business Media.
- Nemat-Nasser, S., & Hori, M. (2013). Micromechanics: overall properties of heterogeneous materials. Elsevier.

نام درس (فارسی):	مکانیک جامدات سلولی						
نام درس (انگلیسی):	Mechanics of Cellular Solids						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مواد با ساختار سلول‌مانند
- مکانیک ساختارهای لانه‌زنبوری
- مقدمه‌ای بر فوم‌ها و خواص آن‌ها
- مکانیک فوم‌ها
- اثرات نرخ کرنش، دما و ناهمسان‌گردی
- جذب انرژی در فوم‌ها
- مکانیک شکست در فوم‌ها
- مدل‌سازی المان محدود فوم‌ها
- طراحی و خواص ساختارهای ساندویچی
- استخوان اسفنجی (Cancellous Bone)

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Ashby, M. F. (2000). Metal foams: a design guide. Elsevier.
- Dukhan, N. (Ed.). (2013). Metal foams: fundamentals and applications. DEStech Publications, Inc.
- Gibson, Lorna J., and Michael F. Ashby. (1999). Cellular Solids: Structure and Properties. Cambridge University Press, 1999

نام درس (فارسی):	مکانیک متامواد						
نام درس (انگلیسی):	Mechanics of Metamaterials						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر متامواد مکانیکی
- تانسور الاستیک، الاستیسیته ناهمسانگرد، مواد اکسترمال و پنتامدی، پوشش مکانیکی
- شمارش ماکسول، مدهای فلاپی، و تنش‌های خودبه‌خودی. فرامواد بی‌نظم
- شکست خودبه‌خودی تقارن، خمش، کمانش، فراماده ورق سوراخ‌دار
- شکست کنترل‌شده تقارن، ناپایداری‌های غیرخطی و فرامواد مکانیکی قابل برنامه‌ریزی
- مقیاس‌های طولی مشخصه
- طراحی ترکیبی و فرامکعب‌ها
- فرامواد اوریگامی، قابلیت تاشدن
- انتشار موج آزاد در مواد تناوبی
- مکانیسم‌های تشکیل و دستکاری ساختار باند فرکانسی، روش‌های تحلیل انتشار موج در حوزه زمان و فرکانس
- متامواد مکانیکی برای عایق‌بندی صدا و محافظت در برابر ارتعاش
- پدیده‌های دینامیکی در متامواد غیرخطی
- مبانی و مفاهیم پایه فرامواد چندفیزیکی
- فرامواد حجمی و سطحی، سطوح نرم/سخت، سطوح تناوبی و شبه تناوبی؛
- تکنیک‌های پیشرفته مدل‌سازی و شبیه‌سازی برای تحلیل ساختارهای تناوبی و شبه تناوبی با تمرکز بر نظریه حالت‌های فلوکه
- تکنیک‌های پیشرفته طراحی برای ساخت فرامواد در زمینه‌های مختلف مهندسی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Cui, T. J., Smith, D. R., & Liu, R. (2010). Metamaterials. springer.
- Banerjee, B. (2011). An introduction to metamaterials and waves in composites. Crc Press.
- Lim, T. C. (2020). Mechanics of metamaterials with negative parameters. Springer Nature.
- Capolino, F. (2009). Theory and Phenomena of Metamaterials. United States: CRC Press.
- Metamaterials and Wave Control. (2013). United Kingdom: Wiley.

نام درس (فارسی):	آزمون‌های غیرمخرب پیشرفته و آزمایشگاه						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Non-Destructive Testing (NDT) and Laboratory						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۱	تعداد ساعت:	٦٤
آموزش تکمیلی:	■ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ■ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- آشنایی با اصول ارزیابی با استفاده از مفاهیم مکانیک شکست و نتایج آزمون‌های غیرمخرب
- روش‌های پیشرفته التراسونیک
- روش‌های مبتنی بر آنالیز مدل
- آکوستیک ایمیشن
- آزمون حرارتی
- آزمون نشت‌یابی
- هولوگرافی
- آزمون غیرمخرب قطعات ساخته شده به روش متالورژی پودر
- آزمون اتصالات چسبی
- آزمون میکروویو
- آزمون رادیوگرافی با نوترون
- استفاده از روش رپلیکا در ارزیابی کیفی مواد

توجه: دانشجویان این درس علاوه بر بخش آزمایشگاهی، در قالب حداقل یک بازدید صنعتی با روش‌های آزمون غیرمخرب در صنایع مختلف آشنا خواهند شد.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Mix, P. E. (2005). Introduction to nondestructive testing: a training guide. John Wiley & Sons.
- Blitz, J., & Simpson, G. (1995). Ultrasonic methods of non-destructive testing (Vol. 2). Springer Science & Business Media.

نام درس (فارسی):	طراحی بهینه						
نام درس (انگلیسی):	Optimum Design						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مفهوم بهینه‌سازی در طراحی
- فرمول‌بندی مساله بهینه‌سازی در طراحی با ذکر مثال‌های کاربردی: طراحی یک مخزن تحت فشار، طراحی یک قاب دو دهانه، طراحی یک ستون
- حل گرافیکی و مفاهیم اصلی در بهینه‌سازی
- روش‌های کلی بهینه‌سازی در مسائل نامقید و مقید
- روش تحلیلی بهینه‌سازی با استفاده از ضرایب لاگرانژ
- روش‌های عددی بهینه‌سازی: روش‌های مبتنی بر گرادیان (روش‌های نیوتنی و شبه‌نیوتنی)، روش‌های مبتنی بر الگویابی، روش سیمپلکس، روش‌های تابع جریمه داخلی و خارجی، روش کمپلکس
- روش‌های تکاملی: الگوریتم ژنتیک و الگوریتم‌های ژنتیک ترکیبی، روش تکامل تفاضلی
- روش‌های مبتنی بر هوش جمعی: الگوریتم جمعیت ذرات، الگوریتم کلونی زنبورها، الگوریتم کلونی مورچه‌ها
- سایر روشهای فرا ابتکاری
- اثر خطاهای کارخانه بر مشخصات تولید، انواع خطاهای قابل توجه در تولید، انتخاب بهینه جهت روش تحلیل
- مسائل کاربردی: طرح بهینه قطعات مکانیک، معادله اولیه طرح، معادله جنبی، معادله حد، طرح بهینه قطعات با بار محوری، طرح بهینه در پیچش، طرح بهینه تیرها، طرح بهینه محور با بار مرکب، طرح بهینه دنده‌ها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Johnson, R. C. (1980). Optimum design of mechanical elements. John Wiley & Sons, Inc.
- Arora, J. S. (2011). Introduction to Optimum Design. Academic Press.

نام درس (فارسی):	طراحی اجزاء و سازه ماشین ابزار						
نام درس (انگلیسی):	Design of Components and Structures of Machine Tools						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- ماشین‌های براده‌برداری: مروری بر انواع و کاربرد ماشینهای براده برداری، انواع بدنه، مواد بدنه، بارهای استاتیکی، روش‌های تقویت بدنه در برابر بارهای استاتیکی، بارهای دینامیکی، بارهای حرارتی، طراحی بدنه در برابر بارهای دینامیکی و حرارتی، تحلیل رفتارهای استاتیکی و دینامیکی و حرارتی ماشینهای ابزار به روش اجزاء محدود. روغنکاری راهگاه‌ها و یاتاقان‌ها، محورها، قوای محرکه، دقت ماشینکاری، مدلسازی، طراحی اجزاء به کمک کامپیوتر، کاهش صدا، نصب و فونداسیون
- ماشینهای فرم دهی: مروری بر انواع و کاربرد ماشینهای فرم دهی ،طراحی بدنه، قوای محرکه، طراحی اجزاء، سرعت و شتاب فرم دهی، توان و نیروی فرم دهی، نصب و فونداسیون ، ماشین آلات، تجهیزات و ماشین آلات جنبی، مدلسازی طراحی اجزاء به کمک کامپیوتر
- آزمایشات: اندازه گیری نیروی وارده، تولید و کار با نرم افزارهای کامپیوتری

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Week, M., & Bibring, H. (1984). Handbook of machine tools. In Automation and Controls (Vol. 3). John Wiley & Sons Chichester.

نام درس (فارسی):	طراحی اجزاء پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Design of Mechanical Component						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- انتقال‌دهنده‌های نیرو
- روابط اصلی برای انتقال‌دهنده‌های چرخدنده‌ای و جفت‌گرد
- فرآیند طراحی
- گیربکس‌های چرخدنده‌ای
- گیربکس‌های چرخدنده سیلندری

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Juvinall, R. C., & Marshek, K. M. (2020). Fundamentals of machine component design. John Wiley & Sons.
- Bickford, J. H. (2007). Introduction to the design and behavior of bolted joints: non-gasketed joints. CRC press.
- Shigley, J. E., Mitchell, L. D., & Saunders, H. (1985). Mechanical engineering design.

نام درس (فارسی):	طراحی برای ساخت‌پذیری و مونتاژ						
نام درس (انگلیسی):	Design for Manufacturability and Assembly						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- اهداف طراحی برای ساخت‌پذیری و مونتاژ
- اصول طراحی محصول برای مونتاژ با روش دستی
- اصول طراحی محصول برای مونتاژ ماشینی و استفاده از ربات
- فرآیند ساخت‌پذیری مواد فلزی و غیرفلزی
- ارزیابی شاخص‌های قابلیت تولید و قابلیت مونتاژ قطعات و تعیین ریسک تولید محصول
- استاندارد رواداری (tolerance)، مبناها براساس خطوط مجازی، لبه‌ها، سطوح و یا ویژگی‌های ابعادی قطعات، تراز سطوح و ارتباط زاویه‌ای، رواداری گردی، مخروطی و استوانه‌ای، پروفیل‌ها، تقارن، هم‌مرکزی و خارج‌مرکزی
- مبناها در تعیین موقعیت سوراخ‌ها و کنترل پروفیل‌های مرکب، تعیین رواداری موقعیت با ویژگی‌های گروهی و ترکیبی
- مدلسازی برداری ابعاد قطعات در تعیین رواداری بعد مونتاژ، تخصیص رواداری ابعادی برای بهینه‌سازی هزینه کلی
- طراحی قطعات برای ماشین‌کاری
- طراحی برای ریخته‌گری در ماسه
- طراحی برای شکل‌دهی ورق های فلزی
- طراحی برای دایکست قطعات فلزی
- طراحی برای ساخت با روش متالورژی پودر
- طراحی برای شکل‌دهی به روش آهنگری (کوبش) داغ
- طراحی قطعات پلیمری برای قالب‌گیری و شکل‌دهی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Boothroyd, G., Dewhurst, P., & Knight, W. A. (2010). Product design for manufacture and assembly. CRC press.
- David, M. A. (2020). DESIGN FOR MANUFACTURABILITY: How to Use Concurrent Engineering to Rapidly Develop Low-cost, High-quality Products for Lean Production. CRC PRESS.
- Bralla, J. G. (1998). Design for Manufacturability Handbook. 2nd ed., McGraw-Hill.

نام درس (فارسی):	سازه‌های اتصال چسبی						
نام درس (انگلیسی):	Adhesive Connection Structures						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه و مبانی
- تحلیل تنش در اتصالات چسبی
- اصول طراحی اتصالات چسبی
- کاربرد مکانیک شکست در اتصالات چسبی
- بررسی و مدلسازی انواع آسیب در اتصالات چسبی
- روش‌های آزمایشگاهی در تحلیل آسیب و استحکام سازه‌های اتصال چسبی
- سازه‌های اتصال چسبی پیشرفته

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Adams, R. D. (Ed.). (2021). Adhesive bonding: science, technology and applications. Woodhead Publishing.
- Skeist, I. (Ed.). (2012). Handbook of adhesives. Springer Science & Business Media.
- Da Silva, L. F. M., & Öchsner, A. (Eds.). (2008). Modeling of adhesively bonded joints (pp. 3-22). Berlin: Springer.
- Kinloch, A. J. (1987). Adhesion and adhesives: science and technology. Springer Science & Business Media.

نام درس (فارسی):	**آنالیز مودال**						
نام درس (انگلیسی):	Modal Analysis						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**٤٨**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- اصول آنالیز مودال
- پردازش سیگنال برای تحلیل مودال
- آزمون‌های مودال
- روش‌های شناسایی در آنالیز مودال
- روش‌های اتصال و تحریک
- اصلاحات محلی در سازه
- به‌روزرسانی مدل اجزاء محدود به کمک اندازه‌گیری‌های انجام شده
- تحلیل مودال غیر خطی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Fu, Z. F., & He, J. (2001). Modal analysis. Elsevier.
- e Silva, J. M. M., & Maia, N. M. (Eds.). (2012). Modal analysis and testing (Vol. 363). Springer Science & Business Media.
- Modak, S. V. (2023). Analytical and Experimental Modal Analysis. CRC Press.

نام درس (فارسی):	**دینامیک سازه‌ها**						
نام درس (انگلیسی):	Dynamics of Structures						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- آشنایی با مسئله دینامیک سازه‌ها
- مروری بر ارتعاشات سیستم‌های پیوسته
- الگوریتم‌های حل مقادیر ویژه و توابع شکل
- میرایی در دینامیک سازه‌ها
- تحلیل پاسخ ارتعاش اجباری (زمانی) در سیستم‌های چند درجه آزادی و پیوسته
- تحلیل پاسخ فرکانسی در سیستم‌های چند درجه آزادی و پیوسته
- تحلیل پاسخ ارتعاش تصادفی در سیستم‌های چند درجه آزادی و پیوسته

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Chopra, A. K. (2007). Dynamics of structures. Pearson Education.

نام درس (فارسی):	دینامیک سامانه‌های چند جسمی						
نام درس (انگلیسی):	Dynamics of Multi-Body Systems						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تبدیلات خطی
- دوران جسم صلب
- انتقال محورهای مختصات
- ماتریس دوران و خواص آن
- حرکت وقیود
- مکانیزم‌ها و درجات آزادی
- حرکت عمومی یک جسم صلب و تئوری پیچه
- سینماتیک اجسام صلب در فضا
- دینامیک نیوتنی یک جسم صلب در فضا
- معادلات قیدی دینامیکی برای مفاصل
- محاسبه ماتریس قیدی به کمک اسکروها
- روش NOC
- نحوه کاربرد برای تحلیل مکانیزم ها
- دینامیک تحلیلی – روش لاگرانژ
- دینامیک مقید – ضرایب لاگرانژ
- الاستواستاتیک
- الاستودینامیک
- روش المان محدود در مکانیزم‌ها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Shabana, A. A. (2020). Dynamics of multibody systems. Cambridge university press.
- Eberhard, P., & Schiehlen, W. (2006). Computational dynamics of multibody systems: history, formalisms, and applications.

نام درس (فارسی):	دینامیک پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Dynamics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- محورهای مختصات: مختصات کارتزین، مماس و نرمال بر مسیر، شعاع انحناء، مختصات استوانه‌ای و مختصات کروی
- حرکات نسبی، حرکت انتقالی، حرکت به موازات یک صفحه، دوران حول محوری ثابت، نقطه‌ای ثابت، حرکت عمومی، مشتق یک بردار ثابت و متحرک در دستگاه متحرک، بردار سرعت و شتاب در دستگاه‌های مختلف، مشتق بردار نسبت به بردار، مشتق ماتریس
- سینماتیک اجسام صلب: ماتریس دوران و تبدیل همگن، ماتریس تبدیل عمومی، روابط بازگشتی
- سینماتیک اجسام الاستیک: روش مودهای فرضی، ماتریس تبدیل الاستیک و تبدیل عمومی الاستیک، روابط بازگشتی
- ممان اینرسی: دوران ماتریس ممان اینرسی، ممان اینرسی اصلی
- سینتیک: روش نیوتن– اویلر: فرموله کردن معادلات حرکت، معادله نیوتن، معادله اویلر، روش نیوتن– اویلر، معادله اویلر حول محورهای اصلی، معادلات حالت، خطی سازی معادلات حرکت، روش لاگرانژ، مختصات و نیروهای تعمیم یافته، انرژی جنبشی و پتانسیل، دینامیک اجسام صلب، معادلات قیدی، دینامیک اجسام الاستیک
- ممنتوم عمومی، تابع همیلتون، معادلات همیلتون
- حساب تغییرات، معادله اویلر–لاگرانژ، تبدیل معادلات دینامیکی
- اصل همیلتون، دینامیک ذرات و اجسام صلب، دینامیک اجسام الاستیک

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Ginsberg, J. (2008). Engineering dynamics (Vol. 10). Cambridge University Press.
- Close, C. M., Frederick, D. K., & Newell, J. C. (2001). Modeling and analysis of dynamic systems. John Wiley & Sons.
- Crandall, S. H., Karnopp, D. C., & Kurtz, E. F. (2022). Dynamics of mechanical and electromechanical systems. ED-Tech Press.

نام درس (فارسی):	دینامیک مولکولی و کارگاه						
نام درس (انگلیسی):	Molecular Dynamics and Workshop						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۱	تعداد ساعت:	٦٤
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ■ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر کاربرد دینامیک مولکولی جهت مدلسازی سیستم‌ها
- انواع پتانسیل‌های بین اتمی (مکانیک مولکولی)، شناخت انواع ورودی‌های لازم جهت شبیه‌سازی سیستم‌های مولکولی نظیر فایل‌های PSF، PDB، آشنایی با میدان‌های نیرو Charmm، MM2:4، نیروهای الکترو استاتیک، نیروهای واندروالس، پتانسیل‌های مورد استفاده برای فلزات، پتانسیل‌های جفتی و چند–جسمی، انواع پتانسیل‌های مورد استفاده برای کربن، انواع پتانسیل‌های مورد استفاده برای سیلیکون
- روش‌های حداقل‌سازی تابع پتانسیل، روش Simplex، روش Sequential، روش‌های حداقل‌سازی انرژی با استفاده از مشتق تابع، انتخاب روش بهینه‌سازی مناسب، معیار همگرایی
- تکنیک‌های مورد استفاده در شبیه‌سازی رایانه‌ای (شرایط مرزی: متناوب و غیرمتناوب)، انواع انسامبل، شعاع قطع پتانسیل، لیست همسایگی، نیروهای برد بلند و نحوه محاسبه آنها (از جمله نیروی الکترواستاتیک)
- شبیه‌سازی‌های دینامیک مولکولی، روش‌های انتگرالگیری از معادلات حرکت، روش پیش‌بینی–تصحیح، انتخاب مناسب گام زمانی، توزیع سرعت‌ها، شروع و اجرای برنامه شبیه‌سازی دینامیک مولکولی، دینامیک مقید، مولکول‌های صلب، دینامیک مولکولی در دما و فشار ثابت، انواع ترموستات‌های مختلف با استفاده از روش دینامیک مولکولی
- کد نویسی دینامیک مولکولی
- آشنایی با نرم‌افزارهای موجود شبیه سازی دینامیک مولکولی نظیر LAMMPS، Gromacs
- مقدمه‌ای بر روشهای درشت‌دانه کردن، روش‌های مورد استفاده در بیومولکول‌ها Residue Based، Shape based، روش‌های مختلف درشت‌دانه کردن آب، روش‌های درشت‌دانه کردن برای فلزات

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Leach, A. R. (2001). Molecular modelling: principles and applications. Pearson education.
- Moore, S. G. (2018). LAMMPS Tutorial. Sandia National Lab.

نام درس (فارسی):	تئوری انشعاب و آشوب						
نام درس (انگلیسی):	Bifurcations and Chaos Theory						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- سیستم های یک بعدی و دوشاخه های ابتدایی.
- سیستم های دو بعدی؛ تحلیل صفحه فاز، سیکل های حدی، نظریه پوانکاره–بندیکسون.
- نوسان سازهای غیرخطی، تکنیک های مجانبی کیفی و تقریبی، انشعاب های Hopf.
- معادلات لورنز و راسلر، آشوب، جاذبه های عجیب و فراکتال ها.
- نگاشت های تکراری، دوره دو برابر شدن، آشوب، عادی سازی مجدد، جهانی شدن.
- سیستم های همیلتونی؛ یکپارچگی و ارگودیکی کامل
- نگاشت حفظ منطقه، نظریه KAM.
- سایر موارد: تئوری فلوکت، هامیلتونی های ابعاد نامتناهی، سیستم های اتلاف روشن–خاموش و غیره.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Awrejcewicz, J. (Ed.). (2012). Bifurcation and chaos: theory and applications. Springer Science & Business Media.
- Chen, Y., & Leung, A. Y. (2012). Bifurcation and chaos in engineering. Springer Science & Business Media.
- Ma, T., & Wang, S. (2005). Bifurcation theory and applications (Vol. 53). World Scientific.
- Strogatz, S. H. (2001). Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry, and engineering (studies in nonlinearity) (Vol. 1). Westview press.
- Nayfeh, A. H., & Balachandran, B. (2008). Applied nonlinear dynamics: analytical, computational, and experimental methods. John Wiley & Sons.

نام درس (فارسی):	روش‌های انرژی						
نام درس (انگلیسی):	Energy Methods						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مفاهیم عمومی و اصول مکانیک
- تیرهای الاستیک و قاب ها
- روش محاسبات تغییرات
- اجسام تغییر شکل پذیر
- تئوری ورق ها و پوسته
- اصول همیلتون و معادلات لاگرانژ و همیلتون
- تئوری ارتعاشات

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Reddy, J. N. (2017). Energy principles and variational methods in applied mechanics. John Wiley & Sons.
- Langhaar, H. L. (2016). Energy methods in applied mechanics. Courier Dover Publications.

نام درس (فارسی):	انتشار امواج درون جامدات						
نام درس (انگلیسی):	Wave Propagation in Solids						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- آشنایی با مشخصات امواج مکانیکی
- انتشار موج در رشته و طناب
- انتشار موج طولی در میله نازک
- موج خمشی در میله نازک
- موج در غشاء، پوسته و ورقه
- موج در محیط بی نهایت
- موج در محیط نیمه بی نهایت
- تفرق و پراکنش موج
- انتشار موج در میله و صفحه
- انتشار موج در ریز ساختارها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Achenbach, J. (2012). Wave propagation in elastic solids. Elsevier.
- Graff, K. F. (2012). Wave motion in elastic solids. Courier Corporation.
- Kim, Y. Y. (2023). Elastic waves and metamaterials: the fundamentals. Springer.
- Wang, L. (2011). Foundations of Stress Waves. Netherlands: Elsevier Science.
- Erofeyev, V. I. (2003). Wave processes in solids with microstructure. World Scientific.

نام درس (فارسی):	**آکوستیک**						
نام درس (انگلیسی):	Acoustics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۲**	**واحد نظری:**	**۲**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۳۲**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- سیستم‌های ارتعاشی ساده: اصول ارتعاشات، امواج عرضی در ریسمان، معادله موج یک‌بعدی وحل آن، بازتاب درمرز، ارتعاشات اجباری یک ریسمان با طول نامحدود/محدود، مودهای نرمال، انرژی ارتعاشات ریسمان، هارمونیک‌ها، ارتعاشات طولی میله، معادله موج طولی، اثرشرایط مرزی مختلف، ارتعاشات طولی اجباری میله، ارتعاشات عرضی تیر، معادله موج عرضی
- معادله موج آکوستیک و حل‌های ساده آن: معادله حالت، معادله پیوستگی، معادله نیرو، معادله خطی موج، سرعت صوت در سیال، موج تخت هارمونیک، دانسیته انرژی، شدت آکوستیک، امپدانس آکوستیک مخصوص، مقیاس‌های دسی‌بل، امواج کروی و استوانه‌ای، معادله موج غیرهمگن، منبع نقطه‌ای
- بازتاب و انتقال: انتقال ازیک سیال به سیال دیگر (تابش نرمال)، انتقال درون یک سیال (تابش نرمال)، انتقال از یک سیال به سیال دیگر (تابش مایل)، امپدانس آکوستیک ویژه نرمال، بازتاب ازسطح جسم (تابش نرمال و مایل)، روش تصویرها
- تشعشع صوت: تشعشع ازکره، منبع خط پیوسته، تشعشع از استوانه، امپدانس تشعشع
- جذب و اتلاف صوت: جذب از ویسکوزیته، سرعت صوت مختلط، جذب از هدایت حرارتی، ضریب جذب کلاسیک، جذب درسیالات، افت ویسکوز در دیوار صلب، افت درلوله‌های پهن، مواد جاذب صوت
- انتشار صدا درلوله‌ها، رزوناتورها و فیلترهای آکوستیک: تشدید درلوله‌ها، تشعشع قدرت از لوله‌های باز، اسلوب‌های موج ایستا، جذب صدا در لوله‌ها، رزناتور هلمهولتس، امپدانس آکوستیک، بازتاب و انتقال امواج در لوله‌ها، فیلترهای آکوستیک
- انتشار صدا در محفظه‌ها: محفظه‌های مکعبی/استوانه‌ای/کروی، هدایت‌کننده‌های موج با مقطع ثابت، منابع در محفظه‌ها و هدایت‌کننده‌ها
- نویز (نوفه)، شناسایی سیگنال و شنوایی: نویز/سطوح و باندهای صدا، ترکیب سطوح باندها و تون‌ها، شناسایی سیگنال‌ها در نویز، حد شناسایی، ویژگی‌های اساسی شنوایی، سطح بلندی صدا
- آکوستیک محیطی: وزن‌های سطوح صدا، منحنی‌های ترازش صدا، معیارهای نویز محیطی
- آکوستیک زیرآب: سرعت صوت در دریا، اتلاف انتقال صوت، پدیده‌های شکست، کانال‌های صوتی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Fahy, F., & Thompson, D. (Eds.). (2015). Fundamentals of sound and vibration. CRC press.
- Kinsler, L. E., Frey, A. R., Coppens, A. B., & Sanders, J. V. (2000). Fundamentals of acoustics. John wiley & sons.
- Pierce, A. D. (2019). Acoustics: an introduction to its physical principles and applications. Springer.
- Fahy, F. J. (2000). Foundations of engineering acoustics. Elsevier.

نام درس (فارسی):	قابلیت اطمینان سیستم‌های مکانیکی						
نام درس (انگلیسی):	Reliability of Mechanical Systems						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تعریف و مفاهیم قابلیت اطمینان و معیارهای آن
- تئوری احتمال: جایگشت‌ها و ترکیب‌ها، نمودار ون، قوانین احتمال، توزیع فراوانی و تابع چگالی احتمال، مقدار مورد انتظار و انحراف معیار
- توزیع دوجمله‌ای و کاربردهای مهندسی آن: ارزیابی اقتصادی، اثر افزونگی، کاهش بار، یک واحد در حالت ذخیره، ظرفیت‌های غیریکسان
- مدل‌سازی شبکه و ارزیابی سیستم‌های ساده: سیستم‌های سری، سیستم‌های موازی، سیستم‌های ترکیبی، افزونگی جزئی، افزونگی آماده‌به‌کار با سوئیچینگ کامل و ناقص
- مدل‌سازی شبکه و ارزیابی سیستم‌های پیچیده: احتمال شرطی و روش‌های مجموعه برش، روش مجموعه اتصال، ارزیابی تقریبی، مقایسه تکنیک‌ها، تکنیک ماتریس اتصال، درخت رویداد، درخت خطا، ارزیابی کمی یک رویداد اصلی، حالت‌های خرابی چندگانه
- توابع چگالی احتمال و تحلیل داده‌های تجربی
- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های مهندسی بر اساس توزیع احتمال برای انواع وابستگی‌های مؤلفه‌ها و شبکه‌ها: زمان متوسط تا خرابی (MTTF)، تأثیر قطعات یدکی و فرسودگی بر قابلیت اطمینان سیستم

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Bertsche, B. (2008). Reliability in automotive and mechanical engineering: determination of component and system reliability. Springer Science & Business Media.
- O'connor, P. D., & Kleyner, A. V. (2025). Practical reliability engineering. john wiley & sons.
- Grynchenko, O., & Alfyorov, O. (2020). Mechanical Reliability. Prediction and Management under Extreme Load Conditions; Springer Nature.
- Woo, S. (2020). Reliability design of mechanical systems. Springer.

نام درس (فارسی):	**دینامیک خودرو**						
نام درس (انگلیسی):	Vehicale Dynamics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**٤٨**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- هندسه و سینماتیک حرکت خودرو
- نیروهای وارد بر خودرو
- مدل‌های هندلینگ خودرو
- هندلینگ پایدار
- هندلینگ گذرا
- سیستم‌های کنترل خودرو

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Jazar, R. N. (2008). Vehicle dynamics (Vol. 1). New York: Springer.
- Gillespie, T. (Ed.). (2021). Fundamentals of vehicle dynamics. SAE international.

نام درس (فارسی):	**دینامیک و ارتعاشات اجزای دوار**						
نام درس (انگلیسی):	Rotordynamics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مبانی ارتعاشات ماشین
- ارتعاشات پیچشی
- مبانی دینامیک اجزای دوار
- جفت‌شدگی ارتعاشات عرضی، طولی و پیچشی
- سرعت بحرانی، لنگ‌زنی پسرو و پیشرو، مودهای حرکتی اصلی، نمودار کمپل، عوامل مؤثر بر مقدار سرعت بحرانی
- شبیه‌سازی کامپیوتری دینامیک اجزای دوار
- مدل‌سازی ارتعاشات عرضی محور دوارِ بدون ترک و ترکدار
- اثر ناهم‌محوری بر محورهای دوار
- تاثیر یاتاقان‌ها بر دینامیک اجزای دوار
- تاثیر سیالات آب‌بند بر دینامیک اجزای دوار
- مشکلات مربوط به سیالات در سیستم‌های روتور–استاتور
- تماس اجزای دوار با بدنه ثابت

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Muszynska, A. (2005). Rotordynamics. CRC press.
- Vance, J. M., Zeidan, F. Y., & Murphy, B. G. (2010). Machinery vibration and rotordynamics. John Wiley & Sons.

نام درس (فارسی):	ارتعاشات سیستم‌های پیوسته						
نام درس (انگلیسی):	Vibration of Continuous Systems						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	٤٨
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مختصات تعمیم یافته و درجات آزادی
- اصل کار مجازی
- اصل همیلتون و معادلات لاگرانژ برای حرکت
- سیستم های چند درجه آزادی
- معادلات حرکت برای سیستم های پایستار و غیر پایستار و خطی سازی حول نقطه تعادل
- مسائل مقدار ویژه متقارن و غیر متقارن
- روش رایلی
- سیستم های با پارمترهای گسترده (سیستم های پیوسته)
- مسائل مقدار ویژه دیفرانسیلی
- ارتعاشات میله، تیر، پوسته و تیر
- روشهای تقریبی برای سیستم با پارمترهای گسترده (سیستم های پیوسته)
- روش انرژی رایلی
- روش رایلی– ریتز
- روش لاگرانژ

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Rao, S. S. (2019). Vibration of continuous systems. John Wiley & Sons.
- Hagedorn, P., & DasGupta, A. (2007). Vibrations and waves in continuous mechanical systems. John Wiley & Sons.
- Meirovitch, L. (2010). Fundamentals of vibrations. Waveland Press.

نام درس (فارسی):	ارتعاشات تصادفی						
نام درس (انگلیسی):	Random Vibrations						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر فرآیندهای تصادفی
- مباحث ریاضی تئوری احتمالات
- متغیرهای تصادفی و توابع شامل متغیرهای تصادفی
- فرآیندهای تصادفی
- ارتعاشات تصادفی سیستم‌های یک درجه آزادی
- ارتعاشات تصادفی سیستم‌های چند درجه آزادی
- مقدمه‌ای بر ارتعاشات تصادفی سیستم‌های غیرخطی
- روش‌های خطی‌سازی آماری
- روش‌های پیشرفته مانند معادله فوکر–پلانک، فرآیندهای مارکوف و روش مونت کارلو

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Wirsching, P. H., Paez, T. L., & Ortiz, K. (2006). Random vibrations: theory and practice. Courier Corporation.
- Lutes, L. D., & Sarkani, S. (2004). Random vibrations: analysis of structural and mechanical systems. Elsevier.
- Bolotin, V. V. E. (2013). Random vibrations of elastic systems (Vol. 8). Springer Science & Business Media.

نام درس (فارسی):	نوسانات غیرخطی						
نام درس (انگلیسی):	Nonlinear oscillations						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- نوسان‌گرهای غیرخطی: آزاد، با میرایی، واداشته (forced)
- مقدمه‌ای بر نوسانات غیرخطی سیستم‌ها
- تحلیل کیفی سیستم‌های دینامیکی غیرخطی و معرفی صفحه فاز، نقاط تعادل، سیکل‌های حدی پایداری و حوزه‌های جذب
- مرور کوتاهی بر پدیده دو شاخگی و نقشه‌های پوانکاره
- معادلات دیفرانسیل غیرخطی با روش‌های مبتنی بر تئوری اختلال (Perturbation theory) مانند روش لیندست–پوانکاره
- مقیاس‌های زمانی چندگانه، تئوری Averaging و روش‌های دیگر جهت تحلیل سیستم‌های نوسانی غیرخطی
- نوسانات اجباری سیستم‌های غیرخطی (پدیده پرش، سیستم‌های با ترم‌های غیرخطی مرتبه فرد و مرتبه زوج، سیستم‌های نوسانی خودتحریک، رزونانس‌های داخلی، ساب–هارمونیک، سوپر–هارمونیک، ترکیبی، همزمان) و همچنین تحریک پارامتریک

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Nayfeh, A. H., & Mook, D. T. (2024). Nonlinear oscillations. John Wiley & Sons.
- Hayashi, C. (2014). Nonlinear oscillations in physical systems. Princeton University Press.
- Fidlin, A. (2006). Nonlinear oscillations in mechanical engineering. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

نام درس (فارسی):	شناسایی سیستم						
نام درس (انگلیسی):	System Identification						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- سیستم‌های دینامیکی، مدلسازی پیوسته و گسسته سیستم‌های دینامیکی، مقدماتی بر فرآیندهای اتفاقی و آمار، مدل‌های آماری، مقدمه‌ای بر نحوه کارکرد الگوریتم‌های شناسایی سیستم
- پاسخ ضربه، سیستم‌های خطی نامتغیر با زمان، بیان طیفی و فرکانسی یک سیستم دینامیکی، بیان طیفی سیستم‌های چند ورودی- چند خروجی، مدل‌های ARMA و ARX
- شبیه‌سازی پیش‌بینی و مشاهده
- پردازش سیگنال‌های دیجیتالی غیر تصادفی، تولید پاسخ فیلترهای علّی و غیر علّی به ورودی‌های مختلف، تبدیل فوریه زمان گسسته و نسخه سریع آن، طراحی فیلترهای با پاسخ ضربه محدود و نا محدود، فیلترهای تطبیق‌پذیر
- طراحی تخمین‌گرهای آماری، تخمین حداقل مربعات خطا، تخمین خطای پیش‌بین، تخمین سیگنال با برازش تکه به تکه، شناسایی پارامترهای سیستم‌های دینامیکی، فیلتر کالمن گسسته، پیوسته، توسعه یافته و بدون مرتبه
- آشکارسازهای خطا و عیب، آزمون‌های بانیری تفکیک کننده (نوع نیمن- پیرسون)، آزمون‌های بانیری مقاوم و بازگشتی، آزمون‌های جداسازی چند کلاسی، شاخص‌های تشخیص خطا در سیستم‌های دینامیکی، مباحث جداسازی خطای حساسه‌ها و عملگرها
- شناسایی سیستم‌های غیر خطی، انواع روش‌های هوشمند، شبکه های عصبی MLP، RBF، FF و LVQ، مدلسازی غیر خطی اطلاعات ورودی/خروجی، کاربردهای کامپیوتری در مهندسی مکانیک

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Juang, J. N., & Phan, M. Q. (2001). Identification and control of mechanical systems. Cambridge University Press.
- Pintelon, R., & Schoukens, J. (2012). System identification: a frequency domain approach. John Wiley & Sons.
- Billings, S. A. (2013). Nonlinear system identification: NARMAX methods in the time, frequency, and spatio-temporal domains. John Wiley & Sons.
- Qi, R., Tao, G., & Jiang, B. (2019). Fuzzy system identification and adaptive control.
- Khandelwal, D. (2022). Automating data-driven modelling of dynamical systems: an evolutionary computation approach. Springer Nature.

نام درس (فارسی):	مکاترونیک ۱ و کارگاه						
نام درس (انگلیسی):	Mechatronics 1 and Workshop						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۱	تعداد ساعت:	۸۰
آموزش تکمیلی:	■ آزمایشگاه ■ کارگاه سخت‌افزاری ■ کارگاه نرم‌افزاری □ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی □عملیات میدانی □ بازدید علمی □ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مکاترونیک و معرفی سیستم‌های مکاترونیکی
- اجزای الکترونیکی بکار رفته در سیستم‌های مکاترونیکی: امپدانس، نیمه هادی‌ها، تقویت کننده‌های عملیاتی، تجهزات الکترونیکی دیجیتال، سیستم‌های ورودی–خروجی دیجیتال و آنالوگ، مبدلهای A/D و D/A
- حسگرها و مبدل‌ها: مقدمه‌ای بر تجهیزات اندازه‌گیری، معرفی حسگرهای جابجایی، سرعت، شتاب، کرنش، نیرو، گشتاور، فشار، دما، دبی، رطوبت، نوری و سیستم‌های بینایی
- سیستم‌های تحریک مکانیکی و طراحی مکانیزم‌های انتقال حرکت
- سیستم‌های تحریک الکتریکی: رله‌ها، موتورهای جریان مستقیم و جریان متناوب، سروو موتورها، موتورهای پله ای و مدارهای راه انداز آنها
- مدلسازی ریاضی سیستمهای مکاترونیکی: مدلسازی سیستمهای مکانیکی، الکتریکی، سیالاتی، حرارتی، دورانی–انتقالی، الکترومکانیکی، هیدرولیکی–مکانیکی
- پاسخ دینامیکی سیستم‌ها: سیستم‌های مرتبه اول، سیستم‌های مرتبه دوم، معیارهای عملکرد
- شناسایی سیستم با استفاده از پاسخ دینامیکی
- پاسخ فرکانسی سیستم‌ها
- انجام پروژه عملی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Bolton, W. (2003). Mechatronics: electronic control systems in mechanical and electrical engineering. Pearson Education.
- Alciatore, D. G., & Histand, M. B. (2007). Introduction to mechatronics and measurement systems (Vol. 3). New York: McGraw-Hill.

نام درس (فارسی):	مکاترونیک ۲ و کارگاه						
نام درس (انگلیسی):	Mechatronics 2 and Workshop						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۱	تعداد ساعت:	۸۰
آموزش تکمیلی:	■ آزمایشگاه ■ کارگاه سخت‌افزاری ■ کارگاه نرم‌افزاری □ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی □عملیات میدانی □ بازدید علمی □ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تجزیه، تحلیل و مدلسازی سیستمهای مکاترونیکی
- آماده‌سازی سیگنال: تقویت، حفاظت، فیلتر کردن، پردازش سیگنال
- سیستم‌های ارائه داده‌ها
- سیستم‌های تحریک نیوماتیکی و هیدرولیکی: پمپ‌ها، شیرهای کنترل جهت‌دار، کنترل فشار، کنترل دبی، محرکه‌ها و سیستم‌های تحریک خطی و دورانی
- کنترل حلقه بسته
- منطق دیجیتال
- ریزپردازنده‌ها
- کنترل کننده های منطقی برنامه‌پذیر
- آشنایی با سیستم کنترل نظارتی و جمع‌آوری داده
- آزمایش‌های تجربی: فیلترهای فعال و غیرفعال، ترانزیستور، اشمیت تریگر، کنترل PID آنالوگ با Op-Amp، اندازه‌گیری کرنش، کنترل حرکت موتور پله‌ای، کنترل سرعت موتور DC
- پروژه عملی (طراحی و پیاده سازی:) کنترل موقعیت موتور DC، ساختمان هوشمند، سیستم الکترونیوماتیکی، سیستم اتوماسیون با PLC
- خط تولید، سیستم‌های رباتیک، خودروهای هوشمند، پرنده‌های هوشمند
- انجام پروژه عملی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- De Silva, C. W. (2004). Mechatronics: An Integrated Approach. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Bishop, R. H. (2002). The mechatronics handbook-2 volume set. CRC press.

نام درس (فارسی):	سینماتیک و دینامیک ربات‌ها						
نام درس (انگلیسی):	Robot Kinematics and Dynamics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر فناوری رباتیک و کاربردها
- مروری بر پژوهش های روز و نوپدید در رباتیک
- طراحی و پیکربندی‌های هندسی ربات‌ها
- طراحی گریپرهای رباتیکی و مجری نهایی
- توصیف های فضایی و ماتریس های دوران و تبدیل
- سینماتیک بازوهای رباتیکی
- سینماتیک معکوس بازوهای رباتیکی
- ژاکوبین: سرعت ها و نیروهای استاتیکی
- دینامیک بازوهای رباتیکی: روشهای "نیوتن–اویلر" و "الگرانژ"
- طراحی و تولید مسیر در ربات ها
- طراحی مکانیزم بازوهای مکانیکی
- حسگرها و محرک های رباتیکی
- کنترل خطی بازوهای مکانیکی
- برنامه‌ریزی ربات‌ها و آزمایشگاه

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Yang, C., Ma, H., & Fu, M. (2016). Robot kinematics and dynamics. Springer.
- Spong, M. W., Hutchinson, S., & Vidyasagar, M. (2006). Robot modeling and control. Wiley.

نام درس (فارسی):	رباتیک پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Robotics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- یادآوری سینماتیک مستقیم و وارون و ژاکوبین بازوهای ماهر مکانیکی
- سینماتیک مستقیم و وارون رباتهای سیار چرخدار
- دینامیک بازوهای ماهر مکانیکی
- دینامیک رباتهای سیار چرخدار
- مهارت سینماتیکی و دینامیکی بازوهای ماهر مکانیکی، افزونگی سینماتیکی
- برنامه ریزی راه و مسیر، برنامه ریزی راه به روش میدان های پتانسیل مصنوعی
- برنامه ریزی راه بر اساس نقشه راه
- برنامه ریزی راه به روش احتمالاتی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Lynch, K. M., & Park, F. C. (2017). Modern robotics. Cambridge University Press.
- Spong, M. W., Hutchinson, S., & Vidyasagar, M. (2006). Robot modeling and control. Wiley.

نام درس (فارسی):	کنترل در رباتیک						
نام درس (انگلیسی):	Control in Robotics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تاریخچه، تعاریف اولیه در آشنائی با انواع مفاصل و بازوهای روباتیک، اشارهٔ کلی به طراحی رباتها و اجزاء آنها
- مرور سینماتیک حرکت رباتها، تبدیل مختصات با در نظر گرفتن دوران و جابجائی، نصب دستگاههای مختصات هر عضو، آشنائی با پارامترهای D-H، استخراج ماتریس تبدیل مختصات، بررسی سینماتیک مستقیم، استخراج روابط سرعت خطی و دورانی و ماتریس ژاکوبین، آشنائی با فضاهای مفصلی و کاری متنوع، اشاره به حالات انفراد و حل سینماتیک معکوس
- مرور سینتیک حرکت روبات‌ها، اشاره به مدل‌های تراجعی، استخراج روابط لاگرانژ ویژهٔ بررسی حرکت ربات‌ها، حل سینتیک مستقیم و معکوس، شبیه‌سازی حرکت
- طراحی مسیر حرکت، مسیرهای زمانی: حرکت خطی، خطی با قوس سهموی، استفاده از چندجمله‌ای‌های درجه سوم و پنجم، طراحی مسیر در فضای کارتزین، طراحی مسیر بهینهٔ زمانی
- کنترل موقعیت حرکت روبات، اضافه‌سازی دینامیک عملگر DC و بررسی فرکانس‌های پایه، ساده‌سازی مدل غیرخطی و بررسی رفتار سیستم‌های رستهٔ دوم، طراحی کنترلرهای خطی تناسبی، مشتق‌گیر و انتگرال‌گیر، طراحی کنترلرهای غیرخطی: مدل مبنا در در فضای مفصلی و کارتزین ژاکوبین ترانهاده، طراحی کنترلرهای غیرخطی: ژاکوبین ترانهاده و الگوریتم بهبودیافته، طراحی کنترلرهای غیرخطی: کنترل مقاوم، مود لغزشی و مقید، طراحی کنترلر تطبیقی
- کنترل نیرو، کنترل صریح و ضمنی نیرو، کنترل هیبرید موقعیت و نیرو، کنترل سختی و کنترل امپدانس
- کنترل جابجائی اجسام، کنترل‌های ضمنی و کنترل امپدانس جسم، کنترل امپدانس چندگانه

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Niku, S. B. (2020). Introduction to robotics: analysis, control, applications. John Wiley & Sons.
- de Wit, C. C., Siciliano, B., & Bastin, G. (Eds.). (2012). Theory of robot control. Springer Science & Business Media.

نام درس (فارسی):	کنترل غیرخطی						
نام درس (انگلیسی):	Nonlinear Control						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه: ویژگی‌های سیستم‌های غیرخطی (تعدد نقاط تعادل، رفتار نامحدود در زمان محدود، تعدد فرکانس‌های خروجی به ازاء فرکانس منفرد ورودی، عدم خاصیت جمع پذیری، پدیده پرش، پدیده آشوب، پدیده سیکل حدی)، کاربردهای سیستم‌های غیرخطی در کنترل (کنترل بهینه، کنترل تطبیقی، کنترل مورد لغزشی....)
- حل تحلیلی معادلات دیفرانسیل غیرخطی، آنالیز صفحه فاز، روش‌های تحلیل سیستم‌های غیرخطی رسته ۲ شامل روش ایزوکلاین، روش مقطعی کالمن، روش دلتا، روش پرتوربیشن، تحلیل کیفی سیستم‌های غیرخطی تعمیم روش‌های انالیز صفحه فاز به سیستم‌های غیرخطی با رسته‌های بالاتر
- نوسان سیستم‌های غیرخطی، سیکل حدی (تعاریف، شرط وجود، تحلیل)، روش تابع توصیفی و شرط وجود سیکل حدی در کنترل سیستم‌های خطی با کنترل‌کننده‌های غیرخطی، تحلیل پایداری این سیستمها
- کنترل پذیری و مشاهده پذیری سیستم‌های غیرخطی، شامل تعاریف، روشها، تحلیل
- پایداری سیستم‌های غیرخطی، قضایای لیاپانوف، معیارها در میدان فرکانسی (معیار پوپوف، معیار دایره) ، قضایای مجموعه‌های نامتغیر، قضیه بهره‌های کوچک، پایداری سیکل‌های حدی، فراپایداری پوپوف
- خطی سازی فیدبک، کنترل با روش معادلات ریکاتی وابسته به حالت
- کنترل با روش مود لغزشی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Slotine, J. J. E., & Li, W. (1991). Applied nonlinear control. Englewood Cliffs, NJ: Prentice hall.
- Marquez, H. J. (2003). Nonlinear control systems: analysis and design (Vol. 1). Hoboken: Wiley-Interscience.

نام درس (فارسی):	کنترل مقاوم						
نام درس (انگلیسی):	Robust Control						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مفاهیم اولیه و مقدمه‌ای بر کنترل مقاوم و کاربردهای آن
- نرم‌ها: نرم بردار و ماتریس، نرم سیگنال و سیستم روش‌های محاسبه نرم‌ها مقادیر تکین و مقدمه‌ای بر فضاهای نرم‌دار
- انواع عدم قطعیت موجود در سیستم‌های دینامیکی، مدلسازی سیستم‌های نامی، روش‌های بررسی پایداری سیستم‌ها، بهره کوچک، نامعینی و مفاهیم پایداری
- پیکره‌بندی استاندارد در حل مسائل کنترل
- تحلیل پایداری و کارایی سیستم‌های کنترل مقاوم، آزمون های پایداری، پایداری و کارایی نامی و مقاوم
- ایجاد سیستم‌های کنترل مقاوم، کنترل کننده پارامتری، تشکیل حلقه
- محدودیت‌های طراحی، قیدهای جبری و تحلیلی، نحوه انتخاب توابع وزنی
- حل بهینه مسئله عمومی تنظیم: حل مسایل کنترلی H2 به روش‌های ریکاتی، حل مسایل کنترلی H∞ به روش‌های ریکاتی، حل مسایل کنترلی H∞ به روش LMI، حل مسایل ترکیبی H2-H∞
- تحلیل سیستم بر اساس مقدار تکین ساختار یافته (تحلیل μ)، طراحی مقاوم براساس مقدار تکین ساختار یافته (سنتز μ)
- بررسی و حل مثال‌های کاربردی در تعیین پاسخ‌های مورد نظر با روش‌های تحلیلی و عددی و استفاده از جعبه ابزار Robust Control، جعبه ابزار lmi Control و جعبه ابزار تحلیل و سنتز μ در نرم افزار MATLAB . این درس با انجام یک پروژه توسط دانشجویان کامل می‌شود.
- آشنایی با QFT

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Gu, D. W., Petkov, P. H., & Konstantinov, M. M. (2005). Robust control design with MATLAB®. London: Springer London.
- Green, M., & Limebeer, D. J. (2012). Linear robust control. Courier Corporation.

نام درس (فارسی):	**کنترل بهینه**						
نام درس (انگلیسی):	Optimal Control						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه، مرور و حل معادلات سیستم‌های دینامیکی خطی ثابت و متغیر با زمان
- انواع مسائل کنترل بهینه و فرمول‌بندی آن با استفاده از توابع مربعی
- اصل بهینگی بلمن و برنامه ریزی پویا در طراحی کنترل بهینه
- اصل همیلتون–ژاکوبی–بلمن در حل مسائل غیرخطی کنترل بهینه
- مبانی حساب تغییرات
- معادلات اویلر و حل مسائل نامقید و مقید با شرایط مرزی گوناگون
- مسئله LQR و حل معادلات جبری و دیفرانسیلی ریکاتی
- اصل حداقل پونتریگی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Lewis, F. L., Vrabie, D., & Syrmos, V. L. (2012). Optimal control. John Wiley & Sons.
- Kirk, D. E. (2004). Optimal control theory: an introduction. Courier Corporation.

نام درس (فارسی):	کنترل تطبیقی						
نام درس (انگلیسی):	Adaptive Control						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه، ساختار، تعریف تطبیق و کنترل تطبیقی، کاربردها و عملکرد کنترل تطبیقی
- تخمین پارامتر زمان حقیقی، حداقل مربعات و مدلهای رگرسیون، تخمین پارامترها در سیستم‌های دینامیکی، شرایط آزمایشی، شبیه‌سازی تخمین بازگشتی، اطلاعات اولیه
- رگولاتورهای خودتنظیم یا خودکوک (Self-Tuning Regulators, STR)
- رگولاتورهای خودتنظیم قطعی: طراحی جایابی قطب، رگولاتورهای خود تنظیم غیر مستقیم، خود تنظیم‌گرهای زمان پیوسته، رگولاتورهای خود تنظیم مستقیم، اغتشاش‌های دارای مشخصه‌های معلوم
- رگولاتورهای خود تنظیم اتفاقی و پیش بین: طراحی کنترل‌گرهای حداقل واریانس و میانگین متحرک، رگولاتورهای خود تنظیم اتفاقی، اتحاد رگولاتورهای خود تنظیم مستقیم، STR خطی درجه دوم، کنترل پیش بین تطبیقی
- سیستمهای تطبیقی مدل مرجع (Model-Reference Adaptive Systems, MRAS) : قاعده MIT، تعیین بهرهٔ تطبیق، نظریهٔ لیاپانوف، طراحی MRAS با استفاده از نظریهٔ لیاپانوف، پایداری ورودی کران‌دار خروجی کران‌دار، کاربردها در کنترل تطبیقی پسخور خروجی، ارتباط میان MRAS و STR، سیستم‌های غیر خطی
- تنظیم خودکار: کنترل PID، روش‌های تنظیم خودکار، روش‌های پاسخ گذرا، روش‌های منطبق بر پسخور رله‌ای، نوسان‌های رله‌ای

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Tao, G. (2003). Adaptive control design and analysis. John Wiley & Sons.
- Astrom, K. J., & Wittenmark, B. (1994). Adaptive control. Addison-Wesley Longman Publishing.

نام درس (فارسی):	کنترل چندمتغیره						
نام درس (انگلیسی):	Multivariable Control						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مرور: تعاریف و قضایای جبر ماتریسی، چندجمله‌ای‌ها، ماتریس‌های چندجمله‌ای و تحقق سیستم‌های چند متغیره
- مقدمه شامل مسأله تداخل و مشکلات آن و ارائه مثال‌های عملی از سیستم‌های چندمتغیره.
- نمایش سیستم‌های خطی چندمتغیره در قالب توصیف فضای حالت، ماتریس تبدیل، ماتریس سیستم، و توصیف کسری– ماتریسی با مباحث جانبی آنها.
- قطب‌ها و صفرها در سیستم‌های چندمتغیره و تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل چندمتغیره در حوزه فضای حالت.
- طراحی فیدبک تک حلقه: مسئله استاندارد، روابط بنیادی و محدودیت‌های عملکرد
- قطب‌ها و صفرهای سیستم‌های چند متغیره: بررسی پایداری، فرم اسمیت مک میلان (SMM)، توصیف کسری ماتریسی (MFD)
- تقلیل مرتبه مدل با استفاده از مقادیر منفرد (S.V.D)
- پایداری و محدودیت‌های عملکردی در سیستم‌های چندمتغیره، تحلیل پایداری و عملکرد سیستم‌های چندمتغیره نامعین.
- پایداری و عملکرد مقاوم سیستم‌های چند متغیره : بهره‌های اصلی، نرم (norm) های اپراتوری $\|G\|_\infty$ و $\|G\|_2$
- طراحی سیستم‌های کنترل چندمتغیره با روش‌های کلاسیک، مقدمه‌ای بر طراحی، انتخاب ورودی و خروجی، انتخاب پیکربندی کنترل و طراحی سیستم‌های کنترل غیرمتمرکز، طراحی کنترل‌کننده‌های چندمتغیره به روش حلقه بستن ترتیبی، طراحی ماتریس‌های پیش جبران–ساز برای حل دشواری کنترل، کنترل PI سیستم‌های چندمتغیره با تاکید بر روش‌های مبتنی بر ماتریس پاسخ پله‌ای سیستم، طراحی سیستم‌های کنترل مقاوم به روش فیدبک کمّی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Skogestad, S., & Postlethwaite, I. (2005). Multivariable feedback control: analysis and design. john Wiley & sons.
- Albertos, P., & Sala, A. (2004). Multivariable control systems: an engineering approach. London: Springer London.

نام درس (فارسی):	کنترل فرایندهای تصادفی						
نام درس (انگلیسی):	Stochastic Control						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر کنترل تصادفی و کاربرد
- آشنایی با فرآیندهای تصادفی، مفاهیم ابتدایی آمار و احتمال، فرایند تصادفی، برخی فرآیندهای تصادفی ویژه: نرمال، مارکوف، پایا، پایای ضعیف، ارگودیک،
- گام برداری (گام مستقل و پایا و متعامد)، تابع متوسط، کوواریانس، توزیع و چگالی طیف، نویز سفید، فرآیند وینر، آنالیز فرآیندهای تصادفی، حدهای احتمالی، پیوستگی، مشتق پذیری و انتگرال فرآیندهای تصادفی
- مدل حالت برای سیستم‌های تصادفی، سیستم‌های تصادفی گسسته زمان، پاسخ سیستم‌های تصادفی گسسته زمان خطی، سیستم‌های تصادفی پیوسته زمان، انتگرال‌های تصادفی، معادلات دیفرانسیل تصادفی، پاسخ سیستم‌های تصادفی پیوسته زمان خطی، سیستم‌های تصادفی غیرخطی، حسابان تصادفی، مشتق ایتو، نمونه‌برداری و گسسته‌سازی سیستم‌های تصادفی پیوسته زمان خطی
- آنالیز سیستم‌های بیان شده به فرم تابع تبدیل با ورودی تصادفی، سیستم‌های تصادفی خطی بیان‌شده به فرم تابع تبدیل، قضیه تجزیه طیف برای فرآیندهای گسسته زمان پایا، سیستم‌های تصادفی خطی بیان‌شده به فرم تابع تبدیل، قضیه تجزیه طیف برای فرآیندهای پیوسته زمان پایا
- بهینه‌سازی پارامتری، محاسبه تابع هزینه برای سیستم‌های گسسته زمان، محاسبه تابع هزینه برای سیستم‌های پیوسته زمان، بازسازی متغیرهای حالت برای سیستم‌های خطی گسسته زمان (فیلتر خطی تصادفی)، بازسازی متغیرهای حالت برای سیستم‌های خطی پیوسته زمان (فیلتر خطی تصادفی)
- راهبرد کمینه‌سازی واریانس، تخمین تک گامی و چندگامی برای سیستم‌های گسسته زمان بیان شده به فرم تابع تبدیل، کنترل کمینه واریانس برای
- سیستم‌های گسسته زمان بیان شده به فرم تابع تبدیل
- تخمین و تئوری فیلترینگ، فرمولاسیون کلی مساله تخمین برای بردارهای تصادفی، تخمین در سیستم‌های خطی زمان گسسته (فیلتر کالمن)، تخمین در
- سیستم‌های خطی پیوسته زمان (فیلتر کالمن–بوکی)، مساله پیش‌بینی های، مساله هموار سازی، فیلتر کالمن تعمیم یافته، فیلتر کالمن بی اثر
- تئوری کنترل تصادفی خطی، کنترل سیستم‌های گسسته زمان در حالت اندازه‌گیری کامل متغیرهای حالت، کنترل سیستم‌های گسسته زمان در حالت اندازهگیری غیرکامل متغیرهای حالت (LQG)، کنترل سیستم‌های پیوسته زمان

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Åström, K. J. (2012). Introduction to stochastic control theory. Courier Corporation.
- Chen, G., Chen, G., & Hsu, S. H. (1995). Linear stochastic control systems (Vol. 3). CRC press.

نام درس (فارسی):	کنترل هوشمند						
نام درس (انگلیسی):	Intelligent Control						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه: معرفی سیستم‌های کنترل هوشمند
- مبانی سیستم‌های فازی
- کنترل‌کننده‌های فازی
- کنترل‌کننده‌های فازی تطبیقی و خودسازمان‌ده
- کنترل‌کننده‌های مبتنی بر شبکه عصبی
- کنترل‌کننده‌های فازی– عصبی
- سیستم‌های کنترل یادگیر
- سیستم‌های کنترل با روش یادگیری تکراری
- سیستم‌های کنترل با روش یادگیری ماشین
- سیستم‌های گسترده هوشمند

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Zilouchian, A., & Jamshidi, M. (Eds.). (2001). Intelligent control systems using soft computing methodologies. CRC press.
- De Silva, C. W. (2018). Intelligent control: fuzzy logic applications. CRC press.
- Kandel, A., & Langholz, G. (1993). Fuzzy control systems. Crc press.
- Ponce-Cruz, P., & Ramírez-Figueroa, F. D. (2010). Intelligent control systems with LabVIEW™. London: Springer London.

نام درس (فارسی):	کنترل پیش‌بین						
نام درس (انگلیسی):	Model Predictive Control (MPC)						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه: مفهوم کنترل پیش بین به عنوان روش تکراری، مبتنی بر مدل، پیش‌بینی‌کننده، بهینه و مبتنی بر بازخورد برای کنترل سیستم‌های دینامیکی پیچیده
- کاربرد MPC در مهندسی فرایند، صنایع شیمیایی، صنایع نفت، گاز و پالایشگاهی، الکترونیک قدرت، صنعت خودرو، مسیریابی، ...
- محدودیت‌های کنترل کلاسیک، کنترل مبتنی بر بهینه‌سازی، ریشه‌هایMPC ، کاربردها
- مدل‌های سیستم‌های دینامیکی، تحلیل سیستم‌های خطی گسسته–زمان، تحلیل سیستم‌های غیرخطی گسسته–زمان
- مدل‌سازی عدم قطعیت (اختلالات تصادفی و بدترین حالت)، تخمین حالت خطی
- مجموعه‌های محدب، توابع و مسائل بهینه‌سازی، دوگانگی، نابرابری‌های تعمیم‌یافته، ارتباط با کنترل بهینه
- افق محدود، مسائل کنترل افق دورشونده، راه‌حل‌ها از طریق برنامه‌ریزی پویا، کنترل افق نامحدود
- محدودیت‌های حالت/ورودی، اصول کنترل پیش‌بین، کنترل بهینه مقید $(1, 2, \infty)$– نرم، فرمول‌بندی‌های برنامه درجه دوم
- MPC افق دورشونده، شرایط نهایی، تضمین‌های پایداری
- امکان‌سنجی بازگشتی MPC، تغییرناپذیری کنترل‌شده، نمایش‌های مجموعه، مجموعه‌های قابل دسترسی و تغییرناپذیر، محاسبات مجموعه
- قابلیت دسترسی و کنترل‌پذیری، MPC مقاوم
- ردیابی مرجع، محدودیت‌های نرم، MPC تعمیم‌یافته
- کنترل آفلاین–آنلاین، برنامه‌ریزی چند پارامتری (mpLP، mpQP)
- MPC زمان واقعی از طریق قوانین بازخورد صریح، ابزار محاسبه
- مدل‌های عدم قطعیت، نویز جمعی محدود، MPC حلقه باز مقاوم
- MPC به عنوان یک بازی، MPC حلقه بسته، TubeMPC
- هیبرید سیستم‌ها، کنترل بهینه سیستم‌های هیبریدی، MPC و MPC صریح برای سیستم‌های هیبریدی
- روش‌های گرادیان و نیوتن، روش‌های نقطه داخلی، MPC مبتنی بر فرآیند گاوسی، MPC مبتنی بر رگرسیون خطی بیزی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Camacho, E. F., Bordons, C., Maestre, J. M. (2025). Model Predictive Control. Springer Nature Switzerland.
- Del Re, L., Allgower, F., Glielmo, L., Guardiola, C., & Kolmanovsky, I. (2010). Automotive model predictive control. Springer.
- Wang, L. (2009). Model predictive control system design and implementation using MATLAB®. Springer London.

نام درس (فارسی):	کنترل پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Control						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- سیستم‌های دینامیکی پیوسته و رفتار آنها: فضای حالت و متغیرهای حالت سیستم‌های دینامیکی، معادلات حالت سیستم‌های تک‌ورودی–تک‌خروجی (SISO) و چندورودی–چندخروجی (MIMO) در سیستم‌های خطی و غیرخطی، تابع تبدیل در سیستم‌های خطی و غیرخطی SISO و MIMO، فرم کانونی کنترل‌پذیر، فرم کانونی مشاهده‌پذیر، فرم قطری (جردن)، فرم کانونی بهبودیافته، حل معادلات حالت متغیر با زمان، محاسبه ماتریس انتقال از روش‌های تبدیل معکوس و قطری کردن، مفهوم مقادیر ویژه و بردارهای ویژه در معادله $\dot{X}=AX$ ، مسیر حرکت در سیستم‌های خطی و غیرخطی، روش ایزوکلاین، حل معادلات حالت متغیر با زمان، نمایش ترسیمی سیستم‌های دینامیکی به صورت دیاگرام جعبه‌ای و دیاگرام جریانی
- سیستم‌های دینامیکی گسسته و رفتار آنها: معادلات حالت سیستم‌های گسسته، تعیین مدل گسسته زمانی از سیستم پیوسته زمانی، حل معادلات حالت سیستم‌های گسسته، تبدیل Z، ارتباط تبدیل z و تبدیل لاپلاس، تعیین تابع تبدیل میدان z از تابع تبدیل میدان لاپلاس، مقایسه عکس‌العمل سیستم پیوسته با سیستم گسسته
- مدل فضای حالت سیستم‌های مهندسی (سیستم‌های انرژی‌دار): روش باندگراف، سیستمهای یک‌راهه، دوراهه، ترنسدیوسرها، ترانسفورماتورها و ژیراتورها، تعیین معادلات حالت از گراف خطی، معادلات حالت برای سیستم‌های دارای ترنسدیوسرهای ایده‌آل
- پایداری: تعریف پایداری لیاپانوف، پایداری ورودی–خروجی، تابع مثبت/منفی معین، تابع مثبت/منفی نیمه‌معین، توابع مربعی، تابع یاپانوف، قضایای مستقیم پایداری و پایداری مجانبی لیاپانوف، قضیه ناپایداری لیاپانوف و عکس آن، پایداری سیستم‌های خطی پیوسته، معادله لیاپانوف در سیستم‌های خطی پیوسته و شرط لازم و کافی پایداری، پایداری سیستم‌های خطی گسسته، معادله لیاپانوف در سیستم‌های خطی گسسته، تعیین پایداری سیستم‌های گسسته از روش Routh و روش Juri، تعمیم قضیه پایداری نایکوست به سیستم‌های گسسته زمانی
- کنترل‌پذیری و مشاهده‌پذیری: تعریف کنترل‌پذیری و مشاهده‌پذیری و مثال‌های آنها، کنترل‌پذیری سیستم‌های گسسته: حالت نامتغیر با زمان، قضیه کنترل‌پذیری، گرام (Gram Matrix) کنترل‌پذیری، ماتریس کنترل‌پذیری، درجه کنترل‌پذیری، تعیین گرام کنترل‌پذیری از معادله لیاپانوف سیستم‌های خطی گسسته، حالت متغیر با زمان، قضیه کنترل‌پذیری در حالت متغیر با زمان، مشاهده‌پذیری سیستم‌های گسسته: حالت نامتغیر با زمان، قضیه مشاهده‌پذیری، گرام مشاهده‌پذیری، ماتریس مشاهده‌پذیری، حالت متغیر با زمان، قضیه مشاهده‌پذیری در حالت متغیر با زمان، کنترل‌پذیری سیستم‌های پیوسته: تعاریف و قضایا در سیستم‌های متغیر با زمان و در سیستم‌های نامتغیر با زمان، مشاهده‌پذیری سیستم‌های پیوسته: تعاریف و قضایا در سیستم‌های متغیر با زمان و در سیستم‌های نامتغیر با زمان. تجزیه مقادیر تکین (Singular Value Decomposition)، مفهوم هندسی مقادیر تکین، فرم کانونی کالمن، تعریف پایدار پذیری، تعریف تعقیب‌پذیری
- طراحی سیستم کنترلی فیدبک خطی: فیدبک حالت و تعیین مقادیر ویژه، خواص دینامیکی سیستم‌های مدار بسته، نمایش سیستم در فرم کانونی کنترل‌پذیر، تبدیل به فرم کانونی کنترل‌پذیر، پایدار پذیری، تعیین مقادیر ویژه در سیستم‌های چند ورودی
- مشاهده‌گرهای حالت: مشاهده‌گرهای مدار باز، مشاهده‌گر لوین برگر (مشاهده‌گر مدار بسته)، مشاهده‌گرهای کامل حالت در سیستم‌های پیوسته و گسسته زمانی، مشاهده‌گرهای سیستم‌های گسسته با پیش‌بینی، کنترل فیدبک حالت با مشاهده‌گر، مشاهده‌گر با رسته کاهش یافته
- مسأله کنترل بهینه مربعی خطی: بیان مسأله در سیستم‌های پیوسته زمانی، حل LQ پیوسته زمانی در فرم فیدبک حالت، معادله دیفرانسیل ریکاتی، حالت نامتغیر با زمان و معادله جبری ریکاتی، روش محاسبه حل جبری ریکاتی، ماتریس هامیلتونین، مقاوم بودن و حد پایداری سیستم‌های پیوسته LQ

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Ogata, K. (2010). Modern control engineering. Prentice hall.
- Bishop, R. C. D. R. H. (2011). Modern control systems. Prentice Hall.

نام درس (فارسی):	طراحی سیستم‌های نقص-تاب‌آور						
نام درس (انگلیسی):	Fault-Tolerant System Design						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مفهوم نقص-تاب‌آوری: ارضای شرط اتکاپذیری
- روش های طراحی در نقص-تاب‌آوری: افزونگی سخت‌افزاری، افزونگی نرم‌افزاری، افزونگی زمانی، افزونگی داده‌ای
- روش های ارزیابی
- محاسبه ی نرخ نقص با استفاده از مدل های تجربی
- طراحی سیستم های نقص-تاب‌آور
- بررسی چند نمونه از سیستم های نقص-تاب‌آور

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Dubrova, E. (2013). Fault-tolerant design (Vol. 8). New York: Springer.
- Noura, H., Theilliol, D., Ponsart, J. C., & Chamseddine, A. (2009). Fault-tolerant control systems: Design and practical applications. London: Springer London.
- Mahmoud, M. M., Jiang, J., & Zhang, Y. (2003). Active fault tolerant control systems: stochastic analysis and synthesis. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

نام درس (فارسی):	واقعیت مجازی و پروژه						
نام درس (انگلیسی):	Virtual Reality and Project						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۱	تعداد ساعت:	٦٤
آموزش تکمیلی:	■ آزمایشگاه ■ کارگاه سخت‌افزاری ■ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مفهوم اساسی و تاریخچه VR، اصطلاحات کلیدی، انواع تکنولوژی VR، VR و ارتباط آن با انسان
- رابطه VR با تحقیق، آموزش، طراحی و ساخت، مروری بر برنامه‌های کاربردی VR، طراحی VR و عوامل ادراکی و شناختی
- مدلسازی گرافیکی، شبیه‌سازی سه‌بعدی، ورود اجسام، افزودن یک شخصیت پخش‌کننده، اشیاء، نورپردازی، صحنه‌ها، پیش‌ساخته‌ها، برنامه‌نویسی اسکریپتی، معرفی نرم‌افزارهای مورد استفاده، نمای کلی رابط و ناوبری
- حضور در VR، ردیابی، تأخیر، میدان دید در زندگی واقعی، HMD دسکتاپ ، VR، عمق، انزوا، بو، دامنه حرکت
- تأثیر حسی: سینتیک، صوت فضایی، هپتیک، حواس دیگر، مشکلات حرکت – تعامل، محدوده حرکت محدود
- مدلسازی دوبعدی و سه بعدی صدا، آزمایشگاه صوتی، میکسر صوتی، صداهای با کیفیت بالا در مقابل پایین، تنظیمات صدا، برنامه نویسی اسکریپت و متغیرها و توابع منبع صوتی
- واقعیت افزوده، عینک‌های تجاری، دید از طریق در مقابل صفحه نمایش در مقابل طرح ریزی، تبلیغات مبتنی بر واقعیت، پیامدهای اجتماعی
- شواهد حرکتی و فاکتورهای انسانی، درک احساس و حضور، سیستم و ستیبولار، فیلتر فرسایش خطای عمکردی و سرگیجه ناشی از تاخیر
- انواع شبیه‌سازها و کاربردهای آنها
- کاربردهای صنعتی واقعیت افزوده
- تعریف پروژه آزمایشگاهی–کارگاهی و کار با تجهیزات

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2003). Virtual reality technology. John Wiley & Sons.
- Ma, D., Gausemeier, J., Fan, X., & Grafe, M. (Eds.). (2011). Virtual reality & augmented reality in industry. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Ivanov, V., Pavlenko, I., Evtuhov, A., & Trojanowska, J. (2024). Augmented Reality for Engineering Graphics (p. 89). Springer Nature.

نام درس (فارسی):	طراحی سیستم‌های مکانیکی مبتنی بر ریزپردازنده و آزمایشگاه						
نام درس (انگلیسی):	Design of Microprocessor-Based Mechanical Systems and Laboratory						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۱	تعداد ساعت:	٦٤
آموزش تکمیلی:	■ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- نقش میکروپروسسورها در کنترل و پردازش داده‌ها، مروری بر ساختمان و نحوه عملکرد میکروکامپیوترها، سخت افزار، CPU، باس، مدار واسطه، مبدلهای A/D و D/A ، انواع حافظه های RAM و ROM و EPROM و ...، نرم‌افزار سیستم (سیستم عامل، مترجم‌ها، ویرایشگرها، لینکر، لودر، ...)
- نمایش داده‌ها (باینری، BCD، کدهای الفبای عددی، اعداد با علامت و بدون علامت با ممیز ثابت و شناور)، نحوه محاسبات جمع و تفریق باینری
- معماری یک میکروپروسسور (Intel 8086): دستورات ماشین، مودهای آدرس‌دهی، فرمت دستورات، زمان اجرای دستورات، زبان اسمبلی ، دستورات انتقال، حسابی، منطقی، کنترلی ورودی، خروجی رشته‌ای و شبه دستورات، ساب‌روتین ها، وقفه‌ها و روتین‌های وقفه، آشنائی با وقفه‌ها در ۸۰۸۶، پردازش دیتای باینری، پردازش دیتای BCD و ASC و پردازش جداول (جستجو مرتب کردن)
- برنامه‌نویسی بلادرنگ
- مقدمه‌ای بر LabVIEW
- مقدمه‌ای بر حسگرها و کاربرد آنها
- مقدمه‌ای بر محرک‌های الکترومکانیکی و کاربرد آنها
- مقدمه‌ای بر کنترل فیدبک با استفاده از PID
- طراحی با استفاده از ریزپردازنده‌ها، حسگرها و محرک‌ها در چارچوب یک سیستم مکانیکی (انتخاب ۸۰۸۶ intel، بمنظور تسهیل در امر تهیه امکانات لازم برای انجام تمرینات و پروژه توصیه می شود)

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Rafiquzzaman, M. (2021). Microprocessors and microcomputer-based system design. CRC press.
- Ponce-Cruz, P., & Ramírez-Figueroa, F. D. (2010). Intelligent control systems with LabVIEW™. London: Springer London.
- Godse, A. P., & Godse, D. A. (2021). Microprocessors & microcontrollers. Technical publications.
- Meyer-Baese, U. (2021). Embedded microprocessor system design using FPGAs (pp. 23-45). Berlin/Heidelberg, Germany: Springer.

نام درس (فارسی):	متالورژی در تولید و آزمایشگاه						
نام درس (انگلیسی):	Metallurgy in Production and Laboratory						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۱	تعداد ساعت:	٦٤
آموزش تکمیلی:	■ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مهندسی و علم مواد و متالورژی
- ساختارهای کریستالی
- عیوب شبکه های کریستالی و نقش آنها
- نفوذ در جامدات
- اصول انجماد فلزات
- مبانی تئوری نابجایی‌ها
- مکانیزم‌های استحکام‌بخشی
- دیاگرام فاز دوتایی
- عملیات حرارتی و استحاله فازها
- ارزیابی خواص مکانیکی فلزات
- مشخصه‌یابی فلزات شامل آنالیز عنصری، آنالیز فازی، متالوگرافی و میکروسکوپی نوری و الکترونی روبشی، آنالیز حرارتی
- بخش آزمایشگاهی و کارگاهی: آشنایی با روش‌های مشخصه‌یابی فلزات

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Seetharaman, S. (Ed.). (2005). Fundamentals of metallurgy. Elsevier.
- Dieter, G. E., & Bacon, D. (1976). Mechanical metallurgy. McGraw-hill.
- Tegart, W. J. M. (1966). Elements of mechanical metallurgy. Macmillan
- Reardon, A. C. (Ed.). (2011). Metallurgy for the Non-metallurgist. Asm International.

نام درس (فارسی):	روش‌های ماشین‌کاری نوین						
نام درس (انگلیسی):	Modern Machining Processes						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- اهمیت و ضرورت روشهای ماشین‌کاری غیرسنتی و مقایسه مزایا و معایب نسبت به روش‌های سنتی
- مبانی ماشین‌کاری، اصول فیزیکی حاکم، معادلات و روابط حاکم بر فرآیند
- تحلیل پارامترهای موثر در ماشین‌کاری
- مقایسه روش‌ها و بررسی کاربرد هر روش در صنعت
- ماشین‌کاری الکتروشیمیایی شامل شیمیایی (CM)، فوتوشیمیایی (PCM)، الکتروشیمیایی (ECM) و سنگ‌زنی الکتروشیمیایی (ECG)
- ماشین‌کاری التراسونیک (USM)
- ماشین‌کاری به کمک لیزر
- ماشین‌کاری با جت آب (WJM)
- میکروماشین‌کاری در روش تخلیه الکتریکی (Micro EDM) و روش‌های الکتروشیمیایی (Micro ECM)
- ماشین‌کاری با بیم الکترونی (EBM)
- ماشین‌کاری با ذرات برنده

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Groover, M. P. (2002). Fundamentals of Modern Manufacturing, John Weley & Sons. Inc., New York.
- Benedict, G. F. (2017). Nontraditional manufacturing processes. CRC press.
- Krar, S. F., Rapisarda, M., & Check, A. F. (1998). Machine tool and manufacturing technology. Dekmar Publishers.
- Jain, V. K. (2009). Advanced machining processes. Allied publishers.

نام درس (فارسی):	سیستم‌های تولید صنعتی						
نام درس (انگلیسی):	Industrial production systems						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	٤٨
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- انواع سیستم‌های تولید (تقسیم بندی از نظر نوع محصول تولیدی، تقاضا برای محصول، جریان مواد، و ...)
- سازمان سیستم‌های تولید ، (دپارتمانهای تخصصی، وظائف ، ارتباطات و ...)
- طراحی سیستم‌های حمل‌ونقل در تولید
- برنامه‌ریزی در سیستم‌های تولیدی (برنامه‌ریزی جامع تولید، برنامه دراز مدت تولید، برنامه‌ریزی سود، برنامه‌ریزی فرآیند، برنامه تولید کارگاهی، برنامه خطوط تولید، برنامه‌ریزی کیفیت)
- تکنولوژی گروهی
- کدبندی و کلاسه‌کردن قطعات
- تحلیل جریان تولید
- طراحی سلول ماشین
- طراحی استقرار ماشین
- سیستم‌های ساخت سنتی/ سیستم‌های ساخت مدرن
- برنامه‌ریزی فرآیند به کمک کامپیوتر
- سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر
- کاربرد جامع کامپیوتر در تولید
- کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی
- برنامه‌ریزی تولید و کنترل

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Groover, M. P. (2016). Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing. Pearson Education.
- Tetzlaff, U. A. (2013). Optimal design of flexible manufacturing systems. Springer Science & Business Media.

نام درس (فارسی):	اتوماسیون تولید						
نام درس (انگلیسی):	Production Automation						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تاریخچه اتوماسیون
- اصول تولید و اتوماسیون
- عملیات تولیدی و استراتژی‌های اتوماسیون
- اتوماسیون سیستم‌های تولید انبوه
- تحلیل تولید خطوط اتوماتیک
- خطوط انتقال خطی و دورانی
- سیستم‌های مونتاژ، تغذیه‌کننده‌ها
- قید و بست‌ها و طراحی آنها
- سیستم‌های مونتاژ اتوماتیک
- کاربرد ربات‌های صنعتی در خطوط تولید
- اتوماسیون حمل و نقل در تولید
- تکنولوژی گروهی
- آشنایی با اجزاء ومدلسازی یک مکانیزم سروو
- محرک‌ها و سنسورهای صنعتی
- کنترلرهای صنعتی
- انواع ربات‌های صنعتی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Groover, M. P. (2016). Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing. Pearson Education.
- Leondes, C. T. (2003). Computer aided and integrated manufacturing systems (Vol. 5). World Scientific.
- Bolz, R. W. (2012). Manufacturing automation management: A productivity handbook. Springer Science & Business Media.

نام درس (فارسی):	ابزارشناسی و ماشین‌کاری پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced metal machining and machine tools						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تئوری‌های برش متعامد شامل تئوری‌های ارنست و مرچنت، پالمرو اکسلی، لی و شافر با فرض ناحیه برش نازک و ضخیم
- اصطکاک در برش فلزات
- تئوری برش مایل
- محاسبه زاویه صفحه برش
- محاسبه نیروهای برش
- محاسبه سرعت‌های برش، جریان براده و صفحه برش
- حرارت در برش فلزات
- تعیین ماکزیمم درجه حرارت برروی سطح ابزار
- سیستم‌های زوایای ابزار شامل سیستم‌های انگلیسی، امریکایی، آلمانی وISO
- اقتصاد تراش
- تعیین سرعت برشی و عمق و پیشروی بهینه
- فرزکاری و فرآیندهای مرتبط با آن
- کنترل براده و براده‌شکن‌ها
- ارتعاشات در ماشین‌کاری
- آشنایی با ابزارهای مختلف

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Boothroyd, G. (1988). Fundamentals of metal machining and machine tools (Vol. 28). Crc Press.
- Knight, W. A., & Boothroyd, G. (2019). Fundamentals of metal machining and machine tools. CRC Press.
- Juneja, B. L. (2003). Fundamentals of metal cutting and machine tools. New Age International.
- Stephenson, D. A., & Agapiou, J. S. (2018). Metal cutting theory and practice. CRC press.
- Shaw, M. C., & Cookson, J. O. (2005). Metal cutting principles (Vol. 2, No. 3). New York: Oxford university press.
- Childs, T. (2000). Metal machining: theory and applications. Butterworth-Heinemann.

نام درس (فارسی):	پایش و تشخیص عیب ماشین‌ها و آزمایشگاه						
نام درس (انگلیسی):	Condition Monitoring and Fault Diagnosis of Machinery and Laboratory						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۱	تعداد ساعت:	٦٤
آموزش تکمیلی:	■ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر ماشینهای دوار و رفت و برگشتی و کاربرد آنها در صنایع مختلف مانند حمل و نقل، نفت، گاز، پتروشیمی، نیروگاه‌ها، چوب و کاغذ، فولاد و نورد، سیمان و صنایع هوائی
- مبانی آمار و احتمالاتی در نگهداری و قابلیت اطمینان
- مقدمه‌ای بر طراحی ماشین‌های دوار
- روش‌های متداول نگهداری ماشین‌ها، بررسی و نقد هر یک از روش‌ها
- دسته‌بندی انواع خرابی و بررسی دلائل خرابی در ماشین‌ها
- انواع سنسورهای عیب‌یابی شامل سنسورهای ارتعاش، صوت، آلودگی، خوردگی، حرارت
- مقادیر مجاز ارتعاشات در ماشین‌ها و استانداردهای مربوطه
- آنالیز ارتعاشات جهت تشخیص عیوبی مانند نامیرانی، خمیدگی، لقی و بررسی چند مثال عملی
- توربین‌های بخار، راه‌اندازی و عملکرد صحیح، بار یاتاقان‌ها، عیوب یاتاقان‌ها و تماس روتور با قطعات ثابت
- توربینهای گاز، انواع عیوب متداول Surge, Fouling، محفظه احتراق
- ژانوتورها و الکتروموتورها، مکانیزم‌های خرابی، عیوب استاتور در ژنراتورها و موتورها، عیوب روتور در موتورها و ژنراتورها
- کار عملی در آزمایشگاه جهت تشخیص عیوب

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Bloch, H. P., & Geitner, F. K. (2005). Machinery component maintenance and repair. Elsevier, Gulf Professional Pub.
- Collacott, R. (2012). Mechanical fault diagnosis and condition monitoring. Springer Science & Business Media.
- Ebeling, C. E. (2019). An introduction to reliability and maintainability engineering. Waveland Press.

نام درس (فارسی):	کنترل و آزمایش ماشین ابزار						
نام درس (انگلیسی):	Machine Tools Control and Test						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- عوامل مؤثر بر کیفیت محصول: خطاهای انسانی (با افزایش اتوماسیون کاهش می‌یابد)، خطاهای ماشین، ناهمگونی مواد، روش و فرآیند تولید
- شرایط محیطی (دما، فشار، رطوبت، تشعشعات مغناطیسی، الکتریکی و الکترومغناطیسی، خنک‌کننده و غیره)
- بستن و ثابت‌سازی ابزار و قطعه کار
- تنظیم اولیه ابزار و سایش ابزار، کالیبراسیون ماشین‌ابزار
- خطاهای کنترلر: هیسترزیس، عدم تطابق سروو، لغزش چسبنده، نرخ تغذیه، اسپایک‌های معکوس
- محیط، هندسه، ساختار، رفتار دینامیکی ماشین و عوامل انسانی
- روش‌های آزمایش ماشین‌ابزار
  - استاتیک (بدون بار یا بدون فرآیند): موقعیت‌یابی محور خطی، موقعیت‌یابی محور چرخشی، انحرافات هندسی
  - دینامیک (تحت بار یا در حین فرآیند) آفلاین: تست NAS، تست قطعه ماشینکاری شده – تختی – گردی – استوانه ای بودن – پیچ خوردگی – موازی بودن، قطعه واقعی ماشین‌کاری‌شده
  - دینامیک (تحت بار یا در حین فرآیند) آنلاین: عملیات واقعی، اندازه‌گیری انحرافات تحت نیرو و/یا گشتاور، سر و صدا، نرخ تغذیه، شتاب و کاهش سرعت تغذیه، سرعت اسپیندل، تشعشعات میدانی، تولید گرد و غبار و ذرات، چرخه‌های تکرار خشک حداقل به مدت ۸ ساعت، پاسخ ماشین به هرگونه خرابی
- آشنایی با استانداردها
  - VDI/VGQ 3441
  - VDI/VDE 2617 part 3
  - International Standard ISO 230- part 1 to 5
  - International Standard ISO 10791-1,3,4,5,6,7
  - ISO/TC 39/SC2/WG3
  - BS4656-38
  - BS 3800-3

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Koenigsberger, F., & Tlusty, J. (2016). Machine tool structures. Elsevier.
- Kibbe, R. R., & Meyer, R. O. (2010). Machine tool practices. Prentice Hall.

نام درس (فارسی):	ماشین‌های کنترل عددی پیشرفته و کارگاه						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Numerical Control Machines and Workshop						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۱	تعداد ساعت:	۸۰
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ■ کارگاه سخت‌افزاری ■ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- ماشین‌های کنترل عددی در چرخه‌های تولید خودکار (اتوماسیون)
- هزینه و درآمد تولید با ماشین‌های کنترل عددی، حذف هزینه‌های انسانی و خطا
- ساختار ماشین‌های عددی
- برنامه‌نویسی ماشین‌های عددی (همزمان با این بخش، آموزش نرم افزارهای CAD/CAM انجام شود.)
- کنترل بازخوردی و تطبیقی در ماشین‌های عددی
- کنترلرها و درایوها
- مقایسه کنترلرهای زیمنس، فانوک، فاگور، هایدنهاین، ماخ و ...
- خطاها و تولرانس‌های ماشین‌کاری و شیوه جبران آنها در ماشین‌های عددی
- ساخت یک میز کنترل عددی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Chang, C. H., & Melkanoff, M. A. (1989). NC machine programming and software design. Prentice-Hall, Inc..
- Hood-Daniel, P., & Kelly, J. F. (2009). Build your own CNC machine. Berkeley, CA: Apress.
- Overby, A. (2010). CNC machining handbook: building, programming, and implementation. McGraw-Hill, Inc..

نام درس (فارسی):	طراحی قالب پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Die Design						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- نکات طراحی قالب‌های مرحله‌ای با استفاده از روش دوره‌بری
  - نکات طراحی قالب‌های مرحله‌ای با قطع نوار
  - نکات طراحی قالب‌های مرحله‌ای با استفاده از روش تکه‌زنی
  - عملیات قابل اجرا در قالب‌های مرحله‌ای
- طراحی قالب‌های مرحله‌ای لمینیشن جهت تولید بسیار انبوه
- طراحی قالب‌های انتقالی
- طراحی قالب‌های برش دقیق
- کشش عمیق به روش‌های غیرسنتی شامل:
  - کشش عمیق به روش تراتریک
  - کشش عمیق توسط فاز فشار
  - کشش عمیق ظروف غیر گرد
  - کشش عمیق مجدد قطعا
- هیدروفرمینگ لوله و ورق
- قالب‌های اکستروژن مستقیم و معکوس سرد فولاد

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Altan, T., Ngaile, G., & Shen, G. (Eds.). (2004). Cold and hot forging: fundamentals and applications (Vol. 1). ASM international.
- Blazynski, T. Z. (Ed.). (1986). Design of tools for deformation processes. New York: Elsevier Applied Science Publishers.
- Joshi, P. H. (2010). Press tools design and construction. S. Chand Publishing.
- Boljanovic, V., & Paquin, J. R. (2006). Die design fundamentals.

نام درس (فارسی):	ساخت افزایشی						
نام درس (انگلیسی):	Additive Manufacturing						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تعریف مفاهیم ساخت دیجیتال، ساخت افزایشی و پرینت سه بعدی
- مبانی فیزیک فرآیند برای ساخت افزایشی
- علم مواد پایه برای ساخت افزایشی
- مواد مبتنی بر سیمان
- مواد مبتنی بر پلیمر
- مواد فلزی
- اصول مکانیکی ساخت افزایشی لایه‌ای
- فرآیندهای فوتوپلیمریزاسیون
- فرآیندهای ذوب بستر پودر
- سیستم‌های مبتنی بر اکستروژن
- فرآیندهای چاپ
- فرآیندهای لایه‌گذاری ورق‌ها
- مدلسازی ریاضی ساخت افزایشی
- پدیده‌های انتقال و مدل‌سازی جریان
- عمل‌آوری و تکامل خواص
- تنش‌های پسماند و اثرات خستگی
- مقدمه‌ای بر نقش رباتیک، یادگیری ماشین و علوم داده در فناوری ساخت افزایشی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Milewski, John O.. Additive Manufacturing of Metals: From Fundamental Technology to Rocket Nozzles, Medical Implants, and Custom Jewelry. Germany, Springer International Publishing, 2017.
- Springer Handbook of Additive Manufacturing. (2023). Germany: Springer International Publishing.
- Brar, T. S. (2022). 3D Concrete Printing Technology: Configuration with Green and Self-Healing Concrete. United States: Materials Research Forum LLC.
- Additively Manufactured Smart Materials and Structures: Design, Processing, and Applications. (n.d.). United States: Elsevier.
- Direct Digital Manufacturing and Polymers. (2019). Switzerland: Trans Tech Publications Limited.

نام درس (فارسی):	نمونه‌سازی سریع و آزمایشگاه						
نام درس (انگلیسی):	Rapid Prototyping and Laboratory						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۱	تعداد ساعت:	٦٤
آموزش تکمیلی:	■ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

بخش نظری

- الزامات نمونه‌سازی در طراحی مهندسی
- اصول فیزیکی فناوری‌های نمونه‌سازی سریع
- اصول SLA، FDM، LOM، SLS، مدل‌سازهای مفهومی، قابلیت‌ها و محدودیت‌ها، کاربردها در توسعه محصول
- انتخاب فرآیندهای RP
- تصمیم‌گیری در انتخاب، توصیف فرآیندها، توسعه معیارهای ارزیابی
- نقش نمونه‌سازی در طراحی مهندسی
- تخصیص منابع برای نمونه‌سازی، فشرده‌سازی زمان چرخه،
- جدایی طراحی و ساخت (الگوی جدید طراحی برای ساخت)
- اندازه‌گیری خطای هندسی
- مبانی مترولوژی، تأیید به کمک کامپیوتر
- پروژه طراحی
- کاربردها در طراحی
- کاربردها در تولید

بخش آزمایشگاهی

- آموزش فناوری‌های نمونه‌سازی سریع
- آزمایش‌های دقت و کالیبراسیون در SLA
- انتخاب فرآیند RP
- آموزش CMM
- پروژه طراحی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Kamrani, A. K., & Nasr, E. A. (2010). Engineering design and rapid prototyping. Springer Science & Business Media.
- Chua, C. K., Leong, K. F., & Lim, C. S. (2010). Rapid prototyping: principles and applications. World scientific.

نام درس (فارسی):	تولید آلیاژهای سبک						
نام درس (انگلیسی):	Lightweight Alloys Manufacturing						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- معرفی آلیاژهای سبک و مقایسه خواص آنها با سایر آلیاژهای صنعتی
- آلیاژهای برلیوم
- آلیاژهای تیتانیوم
- آلیاژهای منیزیوم
- آلیاژهای آلومینیوم
- کامپوزیت‌های زمینه فلزی
- متالورژی پودر
- عملیات حرارتی
- ریخته‌گری
- شکل‌دهی
- ماشین‌کاری
- اتصال و جوشکاری
- تکنیک ساندویچ
- پوشش‌دهی اسپری حرارتی
- ساخت افزایشی
- روش‌های مشخصه‌یابی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Herrera Ramirez, J. M., Perez Bustamante, R., Isaza Merino, C. A., Arizmendi, Morquecho, A.M. (2020). Unconventional Techniques for the Production of Light Alloys and Composites. Springer.
- Innovative Lightweight and High-Strength Alloys: Multiscale Integrated Processing, Experimental, and Modeling Techniques. (2024). Netherlands: Elsevier.
- Thermo-Mechanical Behaviour of Structural Lightweight Alloys. (2019). Mdpi AG.

نام درس (فارسی):	فرایندهای شکل‌دهی فلزات						
نام درس (انگلیسی):	Metal Forming Processes						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مفاهیم اولیه: تنش، کرنش، تغییرشکل الاستیک و پلاستیک، کارسختی، تنش کششی نهایی، شکل‌پذیری، چقرمگی، خستگی، شکست، همسانگردی و ناهمسانگردی
- آشنایی با پلاستیسیته: توابع تسلیم ترسکا و فون میسز، روابط لوی–میسز، قانون سیلان
- اثر دما و نرخ کرنش: کار سرد، کار گرم، کار داغ، بازیابی و تبلور مجدد، نرخ کرنش، خزش، سوپرپلاستیسیته
- آهنگری: آهنگری قالب باز، قالب بسته، روش فشار بیلت، روش اصطکاکی، انواع پرسها، عیوب عمومی قطعات در آهنگری و روشهای رفع عیوب
- نورد: نورد تخت، نورد مقاطع، تغییرشکل در نورد، عیوب در محصولات نورد، محاسبه نیرو، توان و گشتاور
- اکستروژن: انواع روشهای اکستروژن، اکستروژن لوله، تجهیزات و قالب، عیوب رایج در اکستروژن، تخمین فشار مورد نیاز برای اکستروژن
- کشش: کشش سیم، لوله و تسمه، تجهیزات و قالب، عیوب رایج، تخمین نیرو
- شکل‌دهی ورقها: ناهمسانگردی، ضرایب لنکفورد، تابع تسلیم ناهمسانگرد هیل، نمودارهای حد شکل‌پذیری، قالب‌های برش، کشش
- عمیق، خمکاری، کشش عمیق هیدرومکانیکی، هیدروفرمینگ، شکل‌دهی تدریجی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Handbook of Metalforming Processes. (1999). Switzerland: Taylor & Francis.
- Hosford, W. F., & Caddell, R. M. (2011). Metal forming: mechanics and metallurgy. Cambridge university press.
- Huda, Z. (2024). Metal Forming Processes: Fundamentals, Analysis, calculations. Springer Nature Switzerland.

نام درس (فارسی):	آنالیز شکل‌دهی فلزات						
نام درس (انگلیسی):	Metal Forming Analysis						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر شکل‌دهی پلاستیکی فلزات: تعیین خواص مکانیکی فلزات، آزمایش کشش، آزمایش فشار، آزمایش فشار کرنش در صفحه، آزمایش فشار حلقه، قوانین سیلان (Flow Rules) و رابطه تنش–کرنش پلاستیکی، کرنش سختی، حرارت و نرخ کرنش، ناپایداری پلاستیک، روش‌های تعیین منحنی تنش سیلانی کار آیده‌ال یا انرژی یکسان
- روش تبادل نیروها و آنالیز اسلب (Slab Analysis) در تجزیه و تحلیل فرآیندهای شکل دهی فلزات از قبیل فورجینگ، اکستروژن، نورد، کنش
- آنالیز به روش میدان خط لغزش (Slip Line field)
- آنالیز کرانه بالا (Upper Bound Analysis)
- آنالیز به کمک روش اجزاء محدود (FEM)
- مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی کامپیوتری فرآیندهای تغییر شکل فلزات

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Wagoner, R. H., & Chenot, J. L. (2001). Metal forming analysis. Cambridge University Press.
- Huda, Z. (2024). Metal Forming Processes: Fundamentals, Analysis, calculations. Springer Nature Switzerland.

نام درس (فارسی):	شکل‌دهی ورق‌های فلزی						
نام درس (انگلیسی):	Sheet Metal Forming						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- فرآیندهای مختلف شکل‌دهی ورق فلزی
- پلاستیسیته: کار پلاستیک، ناپایداری کششی
- پلاستیسیته: معیارهای تسلیم
- تحلیل فرآیند خم‌کاری- بازگشت فنر در خم‌کاری
- خم‌کاری تحت تنش، خم‌کاری و باز خم‌کاری
- تحلیل غشایی در کشش عمیق
- تحلیل فرآیند کشش عمیق
- چین و چروک الاستیک ورق فلزی در فرآیند کشش عمیق
- چین و چروک پلاستیک ورق فلزی در فرآیند کشش عمیق
- تحلیل باد کردن هیدرولیکی
- تحلیل کشش‌شکل‌دهی/ گسترش سوراخ
- تحلیل هیدروفورمینگ
- استفاده از FEM در تحلیل شکل‌دهی ورق فلزی
- مطالعه قابلیت شکل‌دهی ورق فلزی
- تعیین نظری و تجربی FLD

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Pearce, R. (1991). Sheet metal forming. Springer Science & Business Media.
- Altan, T., & Tekkaya, A. E. (Eds.). (2012). Sheet metal forming: fundamentals. Asm International.
- Marciniak, Z., Duncan, J. L., & Hu, J. (2002). Mechanics of sheet metal forming. Butterworth-Heinemann.
- Altan, T., & Tekkaya, A. E. (Eds.). (2012). Sheet metal forming: processes and applications. ASM international.
- Banabic, D. (2010). Sheet metal forming processes: constitutive modelling and numerical simulation. Springer Science & Business Media.
- Banabic, D. (Ed.). (2016). Multiscale modelling in sheet metal forming. Springer International Publishing.
- Banabic, D. (Ed.). (2016). Multiscale modelling in sheet metal forming. Springer International Publishing.

نام درس (فارسی):	پوشش‌دهی فلزات						
نام درس (انگلیسی):	Metal Coating						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه و مفاهیم پایه: اهمیت مهندسی سطح و پوشش‌دهی در صنایع مختلف، تعریف و طبقه‌بندی انواع پوشش‌ها، مکانیزم‌های بهبود خواص سطحی از طریق پوشش‌دهی
- آماده‌سازی سطوح قبل از پوشش‌دهی: روش‌های چربی‌زدایی و اکسیدزدایی، شعله‌کاری و آماده‌سازی مکانیکی، تأثیر آماده‌سازی سطح بر کیفیت پوشش
- اصول الکتروشیمی و آبکاری الکتریکی: مبانی الکتروشیمی مرتبط با پوشش‌دهی، روش‌های آبکاری فلزات مانند روی، مس، نیکل و کروم، پارامترهای مؤثر در فرآیند آبکاری (ولتاژ، جریان، pH، دما)
- روش‌های پوشش‌دهی الکترولس: مکانیزم‌های رسوب‌گذاری بدون جریان الکتریکی، کاربردهای صنعتی پوشش‌های الکترولس
- پوشش‌های تبدیلی و اکسیداسیون سطحی: فرآیندهای فسفاته و کروماته کردن، آندایزینگ و پاسیویته کردن سطوح
- پوشش‌های آلی و رنگ‌ها: انواع پوشش‌های آلی، روش‌های اعمال و خواص آن‌ها
- روش‌های پوشش‌دهی نفوذی و فیزیکی: غوطه‌وری در مذاب و پاشش حرارتی، لایه‌نشانی فیزیکی و شیمیایی از فاز بخار (CVD و PVD)، کاشت یونی
- خواص و آزمون‌های پوشش‌ها: سختی، چسبندگی و مقاومت به سایش پوشش‌ها، آزمون‌های خوردگی و تنش‌های داخلی، روش‌های آنالیز شیمیایی و ساختاری سطوح
- کاربردهای صنعتی و مثال‌های عملی: پوشش‌دهی قطعات پیچیده، موارد خاص مانند وارد کردن آهن در حمام مس، استفاده از آندهای خاص در حمام‌های مختلف

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Kanani, N. (2004). Electroplating: basic principles, processes and practice. Elsevier.
- Tushinsky, L. (2002). Coated metal: structure and properties of metal-coating compositions. Springer Science & Business Media.
- Lin, H. T., Zhu, D., Ohji, T. T., & Wereszczak, A. (2009). Advanced Ceramic Coatings and Interfaces. Wiley,.

نام درس (فارسی):	جوش‌کاری پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Welding						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ■ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- آشنایی با مفاهیم اساسی در مهندسی جوش، مزیت و محدودیت‌های اتصالات جوشی، مقایسه جوش و لحیم
- روش‌های جوشکاری (۱): اصول کلی روش های جوشکاری ذوبی و غیر ذوبی، روش های کلاسیک جوشکاری ذوبی
- روش‌های جوشکاری (۲): فیزیک قوس الکتریکی، انتقال مذاب از الکترود به حوضچه جوش، جوشکاری پیشرفته (پلاسما، پرتو لیزری و پرتو الکترونی)
- روش‌های جوشکاری (۳): جوشکاری فاز جامد (اصطکاکی، نفوذی و انفجاری)، جوشکاری مقاومتی، جوشکاری شکاف باریک، جوشکاری پلاستیک‌ها و سرامیک‌ها
- مهندسی مواد در جوشکاری: فولادها و آلیاژهای غیرآهنی، اصول عملیات حرارتی مواد در اتصالات جوشی، الکترودهای مصرفی و غیرمصرفی در جوشکاری
- عیوب جوشی: عیوب تکنیکی (خلل و فرج، ذرات سرباره، ...،) عیوب متالورژیکی (ترد و درشت ساختاری، فازهای ناخواسته)، عیوب مکانیکی (تنش‌های پسماند و اعوجاج های جوشی)، ترک خوردگی در جوش انجمادی، هیدروژنی، بازگرمی
- قابلیت جوشکاری: جوشکاری فولادهای معمولی، استحکام بالا و زنگ نزن، جوشکاری آلیاژهای آلومینیوم و مس و چدن، جوشکاری اتصالات غیرهمجنس
- بازرسی جوش: کلاس کیفی جوش، بازرسی جوش، دستورالعمل جوشکاری و کنترل کیفی جوش WPS و PQR، تعیین حداکثر اندازه عیوب در جوش
- تنش‌های پسماند جوشی: اصول شکل‌گیری تنش‌های پسماند در قطعات، عوامل موثر در بزرگی و توزیع تنش‌های پسماند جوشی، روش‌های اندازه‌گیری و محاسبه تنش‌های پسماند جوشی، تاثیر تنش‌های پسماند بر کارایی قطعات و سازه‌های صنعتی
- اعوجاج‌های جوشی: انواع اعوجاج ناشی از جوشکاری، پارامترهای موثر در نوع و بزرگی اعوجاج‌های جوشی، روش‌های کاهش اعوجاج‌های جوشی
- کاربرد روش‌های المان محدود در تحلیل جوش: اصول شبیه‌سازی عددی در تحلیل جوش، آشنائی با نرم‌افزارهای محاسباتی جوش، روش‌های اعمال حرارت و ایجاد مذاب در تحلیل جوش.
- اصول طراحی سازه‌های جوشی: مقدمه‌ای بر اصول طراحی سازه ها، طراحی سازه های جوشی تحت بارگذاری استاتیکی و خستگی، راهکارهای بهبود استحکام مکانیکی جوشها
- انواع سیستم‌های روباتیک جوشکاری
- دستورالعمل اجرا و کنترل کیفی جوش: دستورالعمل اجرای جوش، دستورالعمل انجام آزمایش‌های کنترل کیفیت، تدوین نمونه هائی از WPS و PQR
- لحیم‌کاری: اصول لحیم‌کاری، لحیم‌کاری سرد و لحیم‌کاری گرم، مزیت‌ها و محدودیت‌های لحیم‌کاری
- آزمایش‌های موادی مرتبط با جوش: تشریح منطقه جوش و آزمایش‌های مورد نظر، آزمایش سختی سنجی، ضربه و کشش، آزمایش چقرمگی شکست

توجه: دانشجویان این درس در قالب بازدیدهای صنعتی با روش‌های جوشکاری در صنایع مختلف آشنا خواهند شد.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Davim, J. P. (Ed.). (2021). Welding technology. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer.
- Radhakrishnan, V. M. (2005). Welding technology and design. New Age International.
- Pires, J. N., Loureiro, A., & Bölmsjo, G. (2006). Welding robots: technology, system issues and applications. London: Springer London.
- Weman, K. (2011). Welding processes handbook. Elsevier.
- Messler Jr, R. W. (2024). Principles of welding: processes, physics, chemistry, and metallurgy. John Wiley & Sons.

نام درس (فارسی):	طراحی اتصالات جوشی						
نام درس (انگلیسی):	Welding Joints Design						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- ویژگی‌های سازه‌های جوشی از نظر طراحی، انتخاب مناسب مواد، طراحی اتصالات جوشکاری
- تحلیل تنش در جوش‌ها: تشریح انواع تنش در اتصالات جوشی، تنش های پسماند جوشی، مدل‌های تحلیل جوش، تحلیل حرارتی (انتقال حرارت) در حوزه جوش، تحلیل تنش در جوش نفوذ کامل و جوش نفوذ ناقص (Fillet)، تحلیل تنش در تیرهای دارای اتصالات جوشی، تحلیل تنش در مخازن تحت فشار دارای اتصالات جوشی، تحلیل کمانش در ستون های دارای اتصالات جوشی
- طراحی استاتیکی سازه‌های جوشی: تحلیل استحکام استاتیکی جوش، فاکتور جوش (weld factor)، معیارهای طراحی استاتیکی سازه‌های جوشی، طراحی استاتیکی مخازن بر اساس استانداردEN و ASME
- تحلیل خستگی سازه‌های جوشی، راهکارهای بهبود استحکام خستگی سازه‌های جوشی، طراحی خستگی سازه‌های جوشی، تحلیل خستگی جوش‌ها بر اساس روش Spot stress، تحلیل خستگی جوش ها بر اساس روش Notch stress، تحلیل خستگی جوش‌ها بر اساس روش مکانیک شکست، تحلیل خستگی جوش‌ها تحت شرایط تنش چندمحوره
- تحلیل شکست در سازه‌های جوشی: پدیده شکست در سازه‌های جوشی، تحلیل شکست ترد بر اساس مکانیک شکست خطی، عوامل موثر در چقرمگی جوش
- طراحی اتصالات جوشکاری مقاومتی نقطه جوش: ملاحظات طراحی جوش‌های مقاومتی، تحلیل تنش و استحکام در اتصالات نقطه جوشی
- شبیه‌سازی کامپیوتری جوش: محاسبه توزیع دما در منطقه جوش، محاسبه تنش پسماند و اعوجاج‌های جوشی
- پروژه درس: پروژه درس شامل طراحی کامل یک سازه مهندسی جوش با رعایت ملاحظات طراحی انتخاب مواد، تعیین بارهای اصلی و فرعی، تحلیل تنش و تعیین ابعاد

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Hobbacher, A. F. (2016). Recommendations for fatigue design of welded joints and components (Vol. 47). Cham: Springer International Publishing.
- Hicks, J. (1999). Welded joint design. Woodhead Publishing.
- Maddox, S. J. (1991). Fatigue strength of welded structures. Woodhead publishing.
- Goldak, J. A., & Akhlaghi, M. (2005). Computational welding mechanics. Boston, MA: Springer US.
- Lindgren, L. E. (2014). Computational welding mechanics. Elsevier.
- Lippold, J. C. (2014). Welding metallurgy and weldability. John Wiley & Sons.

نام درس (فارسی):	بازرسی و کنترل کیفیت جوش و آزمایشگاه						
نام درس (انگلیسی):	Welding Inspection and Quality Control and Laboratory						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۱	تعداد ساعت:	٦٤
آموزش تکمیلی:	■ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ■ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- دلایل نیاز به کنترل کیفیت جوش و بازرسی‌های مختلف قبل، در حین و بعد از جوشکاری
- عیوب مختلف جوشی و علل ایجاد آنها
- الزامات کیفی در سازه‌های جوشی و تشریح کلاس‌های کیفی مختلف جوش (B,C,D)
- دستورالعمل‌های جوشکاری (WPS)، تست کنترل کیفی (PQR) و تست جوشکار (WPT) در انجام فعالیت‌های مربوط با جوشکاری سازه‌های مهندسی
- بررسی استانداردهای AWS، ASME وEN در خصوص کنترل کیفیت جوش و مبنای پذیرش حد مجاز عیوب
- آشنائی با بازرسی بر اساس ریسک (RBI) در سازه‌های جوشی
- مهندسی کنترل کیفیت در سازه‌های جوشی و QC-Plan جوشکاری

آزمایش‌های جوش:

- تشریح آزمایش‌های مخرب (DT): تست کشش، خمش، ضربه، آنالیز شیمیائی
- تشریح آزمایش‌های غیرمخرب (NDT): روش مواد نافذ (PT) و روش ذرات مغناطیسی (MT)، روش رادیوگرافی (RT)، روش آلتراسونیک (UT)، سایر روش‌های مرسوم
- تست هیدرواستاتیک و تست نشتی
- پروژه درس: تدوین PQR، WPS و QC-Plan عیوب مرسوم، روش‌های تست‌های بازرسی مورد نیاز، معیارهای قبولی عیوب بر اساس یک استاندارد برای یک مسئله مشخص مهندسی

توجه: دانشجویان این درس علاوه بر فعالیت در آزمایشگاه، در قالب حداقل یک بازدید صنعتی با آزمون‌های کنترل کیفیت و روش‌های بازرسی جوشکاری در صنایع مختلف آشنا خواهند شد.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Burgess, N. T. (Ed.). (1989). Quality assurance of welded construction. CRC Press.
- Zhang, Y. (Ed.). (2008). Real-time weld process monitoring. Elsevier.
- Halmshaw, R. (1996). Introduction to the non-destructive testing of welded joints. Woodhead Publishing.

نام درس (فارسی):	روش‌های پرداخت سطح						
نام درس (انگلیسی):	Surface Finishing Methods						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر تریبولوژی سطح
- بافت سطح و خواص متالوژیکی و مکانیکی سطح، اندازه گیری صافی سطح و تحقیق در مورد خواص سطحی
- متدهای پرداخت سطح، کاربردها و قابلیت ها فرآیندها
- ساختمان ماشین و اجزاء آنها، ابزار و محیط فرآیندها، انواع ماشین‌ها، تئوری و فیزیک فرآیندها ، پارامترهای مؤثر بر فرآیندها
- روش پرداخت بشکه‌ای (Barrel)
- روش سنگ‌زنی الکترولیتی
- روش جلاکاری یا غلتک (Roller Burnishing)
- روش سنگ‌زنی
- روش پرداخت داخلی هن گاوی (Honing)
- روش پولیش کردن الکتریکی
- روش لپینگ (Lapping)
- فرایندهای پولیش و پرداخت دقیق
- فرایندهای خاص و مدرن
- کنترل، نظارت و آزمایش پرداخت سطح

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Yang, S., Li, W., & Chen, H. L. (2018). Surface finishing theory and new technology (p. 497). Berlin/Heidelberg, Germany: Springer.
- Scheider, A. F. (2017). Mechanical deburring and surface finishing technology. Routledge.
- Yang, S. Q., Gao, H., & Yang, S. C. (2008). Surface Finishing Technology and Surface Engineering.
- Ultra-Precision Machining Process and Surface Finishing Technology. (2014). Switzerland: Trans Tech Publications Limited.
- Modern Hybrid Machining and Super Finishing Processes: Technology and Applications. (2024). United States: CRC Press.

نام درس (فارسی):	تریبولوژی						
نام درس (انگلیسی):	Tribology						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- خواص فیزیکی روان‌کننده‌ها
- ترکیب شیمیایی روان‌کننده‌ها
- روان‌کاری هیدرودینامیکی
- روان‌کاری هیدرواستاتیکی
- روان‌کاری الاستو–هیدرودینامیکی
- روان‌کاری برای شرایط حدی و فشار بالا
- پرداخت سطح و روان‌کاری جامدات
- مقدمه‌ای بر مکانیک تماس بین جامدات
- فرسودگی ناشی از آبشستگی، سایش و کاویتاسیون
- چسبندگی و فرسودگی ناشی از آن
- فرسودگی ناشی از خوردگی و اکسایش
- فرسودگی ناشی از خستگی
- فرسودگی قطعات غیر فلزی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Stachowiak, G., & Batchelor, A. W. (2025). Engineering tribology. Butterworth-heinemann.
- Neale, M. J. (1995). The tribology handbook. Elsevier.
- Williams, J. A. (2005). Engineering tribology. Cambridge university press.
- Takadoum, J. (2013). Materials and surface engineering in tribology. John Wiley & Sons.
- Holmberg, K., & Matthews, A. (2009). Coatings tribology: properties, mechanisms, techniques and applications in surface engineering (Vol. 56). Elsevier.

نام درس (فارسی):	عملیات حرارتی پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Heat Treatment						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- خواص فیزیکی–شیمیایی فلزات و آلیاژها
- دیاگرام فازی آهن–سمنتیت
- مبانی عملیات حرارتی فولادها
- فرایندهای عملیات حرارتی فولادها
- سختی پذیری (Hardenability) در فولاد
- فرونشاندن (Quenching)
- عملیات حرارتی شیمیایی فولادها
- سخت‌کاری سطوح (Surface Hardening)
- عملیات ترمومکانیکی
- کوره‌های عملیات حرارتی
- نواقص و اشکالات احتمالی در عملیات حرارتی
- عملیات حرارتی چدن
- عملیات حرارتی فلزات و آلیاژهای غیر آهنی
- فرایندها و روش‌های جدید و پیشرفته در عملیات حرارتی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Totten, G. E. (Ed.). (2006). Steel heat treatment: metallurgy and technologies. CRC press.
- Totten, G. E. (2006). Steel heat treatment handbook-2 volume set. CRC press.
- Rajan, T. V., Sharma, C. P., & Sharma, A. (2023). Heat treatment: principles and techniques. PHI Learning Pvt. Ltd..
- Czerwinski, F. (Ed.). (2012). Heat treatment: Conventional and novel Applications. BoD–Books on Demand.
- Dossett, J. L., & Boyer, H. E. (2006). Practical heat treating. Asm International.

نام درس (فارسی):	تکنولوژی پلاستیک پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Plastics Technology						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- انواع پلاستیک‌ها و تقسیم‌بندی آنها بر اساس شکل‌دهی
- مقدمه‌ای بر فیزیک پلاستیک‌ها و مشخصه‌های حرارتی آنها
- مقدمه‌ای بر رئولوژی مذاب‌های پلیمری، معادلات جریان در مقاطع مختلف (تخت، لوله‌ای و همگرا)
- مدلسازی خواص ویسکوالاستیک خطی
- تعیین خواص ماده پلیمری به کمک تست Stress Relaxation
- انواع روش‌های شکل‌دهی پلاستیک‌ها
- اکسترودرهای پلاستیک و بخش‌های مختلف آن، طراحی قالب اکستروژن و ملاحظات طراحی
- قالب‌گیری تزریقی پلاستیک‌ها، انواع قالب‌های تزریق پلاستیک، طراحی قالب تزریق، طراحی سنبه‌کش، راهگاه و gate

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Tadmor, Z., & Gogos, C. G. (2013). Principles of polymer processing. John Wiley & Sons.
- Pearson, J. R. (1985). Mechanics of polymer processing. Springer Science & Business Media.
- Ajay, K. G. (2006). The complete technology book on plastic extrusion, moulding and moulds design: Asia Pacific Business Press Inc.
- Rosato, D. V., Rosato, D. V., & v Rosato, M. (2004). Plastic product material and process selection handbook. Elsevier.

نام درس (فارسی):	مبانی مهندسی سرامیک						
نام درس (انگلیسی):	Fundamentals of Ceramic Engineering						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- خواص و کاربردهای سرامیک در صنایع مختلف
- مقدمه‌ای بر ساختار بلور و بلورشناسی
- اصول ساختار اتم‌ها
- ساختار سرامیک‌ها و تأثیر آن بر خواص
- نمودارهای فازی دوتایی و سه‌تایی
- عیوب نقطه‌ای در سرامیک‌ها
- شیشه و کامپوزیت‌های شیشه–سرامیک
- فرآوری و تف‌جوشی (زینترینگ) سرامیک‌ها
- خواص مکانیکی سرامیک‌ها
- خواص الکتریکی سرامیک‌ها
- بیوسرامیک‌ها
- سرامیک‌های لایه‌ای
- فناوری‌های جدید ساخت سرامیک‌ها
- پوشش‌های خاص سرامیک‌ها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Richerson, D. W., & Lee, W. E. (2018). Modern ceramic engineering: properties, processing, and use in design. CRC press.
- Bengisu, M., & Bengisu, M. (2001). Engineering ceramics (Vol. 395). Berlin: Springer.
- Wachtman, J. B., Cannon, W. R., & Matthewson, M. J. (2009). Mechanical properties of ceramics. John Wiley & Sons.
- Somiya, S. (2013). Handbook of advanced ceramics: materials, applications, processing, and properties. Academic press.

نام درس (فارسی):	ماشین‌کاری کامپوزیت‌ها و سرامیک‌ها						
نام درس (انگلیسی):	Machining of Composites and Ceramics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مکانیزم‌ها و مدل‌سازی ماشین‌کاری کامپوزیت با زمینه پلیمر تقویت شده با فیبرهای بلند
- جنبه‌های قابلیت ماشین‌کاری کامپوزیت‌های زمینه پلیمری
- تکنولوژی مته‌کاری کامپوزیت‌ها
- ماشین‌کاری جت آب ساینده کامپوزیت ها
- ماشین‌کاری کامپوزیت‌های زمینه فلزی
- ماشین‌کاری کامپوزیت‌های زمینه سرامیکی
- ماشین‌کاری سایشی سرامیک‌ها
- ماشین‌کاری اولتراسونیک سرامیک‌ها
- ماشین‌کاری اولتراسونیک چرخشی سرامیک‌ها
- فوق پولیش‌کاری هد مغناطیسی
- سنگ‌زنی به کمک لیزر

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Jahanmir, S., Ramulu, M., & Koshy, P. (1999). Machining of ceramics and composites. Taylor & Francis.
- Marinescu, I. D. (Ed.). (2006). Handbook of advanced ceramics machining. CRC press.
- Marinescu, I. D., Doi, T., & Uhlmann, E. (Eds.). (2015). Handbook of ceramics grinding and polishing. William Andrew.
- Davim, J. P. (Ed.). (2013). Machining composites materials. John Wiley & Sons.
- Shyha, I., & Huo, D. (2021). Advances in machining of composite materials. Springer International Publishing.
- Sheikh-Ahmad, J. Y. (2009). Machining of polymer composites. Springer.

نام درس (فارسی):	فرایندهای لیزری						
نام درس (انگلیسی):	Laser Processing						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر لیزرها، مبانی فیزیکی فناوری لیزر
- منابع پرتو لیزر (Nd:YAG، CO_2، لیزر دیود پرتوان)
- خواص پرتو، هدایت و شکل‌دهی
- کاربردهای لیزر در پردازش مواد
- لیزرهای پالسی و گرمایش لیزر پالسی
- برش لیزری
- جوشکاری لیزری
- اصلاح سطح با لیزر
- مدل‌سازی انتشار
- روکش لیزری
- ریزماشینکاری لیزری
- سنگ‌زنی به کمک لیزر
- بافت‌دهی لیزری
- خمش لیزری
- آمورفیزاسیون و تهیه نانومواد
- کاربرد لیزر در ساخت افزایشی
- جنبه‌های ایمنی کار با لیزر

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Kunar, S., & Chatterjee, P. (Eds.). (2024). Laser-assisted Machining: Processes and Applications. John Wiley & Sons.
- Farshidianfar, A., Nabavi, S. F., Farshidianfar, M. H. (2024). The Laser Manufacturing Process: Fundamentals of Process and Applications. United States: CRC Press.
- Hu, A. (2020) Laser Micro-Nano-Manufacturing and 3D Microprinting. Springer.

نام درس (فارسی):	**طراحی و ساخت به کمک کامپیوتر پیشرفته**						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Computer-Aided Design and Manufacturing (CAD/CAM)						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر مراحل مختلف طراحی و تولید: تعریف طراحی و تولید به کمک کامپیوتر، کاربرد کامپیوتر در فعالیت‌های مختلف طراحی و تولید
- مدلسازی هندسی به کمک کامپیوتر
- Wire frame، Surface Modelling، Solid Modelling و معرفی چند نرم افزار
- آشنایی با نحوه مدلسازی فرآیندهای مکانیکی و شکل دهی در محیط ABAQUS
- چگونگی تغییرات گرافیکی در نرم افزارهای CAD/CAM
- چگونگی ایجاد کدهای ماشینکاری از سطوح به صورت اتوماتیک
- نمونه‌سازی سریع (Rapid Prototyping)، قالب‌سازی سریع
- چگونگی بالا بردن بهره وری در ماشینهای CNC
- طراحی و ساخت انواع قالب به کمک کامپیوتر شامل قالب های خم، برش، کشش
- معرفی سیستم‌های خبره و هوش مصنوعی در طراحی و تولید، شبیه‌سازی کامپیوتری در طراحی و تولید، سنسورهای پیشرفته در ماشین ابزار
- طراحی فرایند تولید به کمک کامپیوتر

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Elanchezhian, C., & Sundar, G. S. (2007). Computer aided manufacturing. Firewall Media.
- Sarcar, M. M. M., Rao, K. M., & Narayan, K. L. (2008). Computer aided design and manufacturing. PHI Learning Pvt. Ltd..
- Bi, Z., & Wang, X. (2020). Computer aided design and manufacturing. John Wiley & Sons.

نام درس (فارسی):	**برنامه‌ریزی فرآیند به کمک کامپیوتر**						
نام درس (انگلیسی):	Computer Aided Process Planning (CAPP)						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**٤٨**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- سیستم‌های یکپارچه کامپیوتری
- سیستم‌های برنامه‌ریزی فرآیند به کمک کامپیوتر
- طراحی منطقی یک برنامه فرآیند
- دقت ماشینکاری
- تفسیر نقشه‌های مهندسی (تلرانس‌های هندسی، ابعادی و زبری سطح)
- کنترل تلرانس
- انتخاب کلی فرآیند تولید اولیه
- انتخاب روش‌های دقیق تولید
- چگونه یک ماشین برای کار انتخاب کنیم
- انتخاب عمق برش و نرخ پیشروی برای عملیات تراشکاری
- انتخاب سرعت برش برای عملیات تراشکاری
- انتخاب ابزار برش برای عملیات تراشکاری
- عملیات تراشکاری (چگونه جیگ و فیکسچر انتخاب کنیم)
- عملیات فرزکاری
- روش‌های ایجاد سوراخ
- رویه کلی برنامه‌ریزی فرآیند

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Bi, Z., & Wang, X. (2020). Computer aided design and manufacturing. John Wiley & Sons.
- Elanchezhian, C., & Sundar, G. S. (2007). Computer aided manufacturing. Firewall Media.

نام درس (فارسی):	سیستم‌های خبره در مهندسی مکانیک						
نام درس (انگلیسی):	Expert Systems in Mechanical Engineering						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تعریف سیستم خبره
- اهمیت سیستم‌های خبره در مهندسی و صنایع
- مفاهیم اولیه: بینش کامپیوتر (vision)، تشخیص گفتار (speech recognition)، مهندسی دانش (knowledge engineering)
- روش‌های رایج نمایش معلومات، سیستمهای قانون بندی، نمایش منطقی، معلومات قالبی، سناریوها، روش‌های جمع آوری اطلاعات
- اجزای تشکیل‌دهنده سیستم‌های خبره
- پایگاههای معلومات سیستم ورودی و خروجی
- موتور استدلال (inference engine)
- روش استدلال پیش‌رونده، روش استدلال عقب رونده
- روش‌های تطبیق معلومات
- روش‌های جستجو با اولویت‌های عرضی و عمقی، روش‌های آماری
- انتخاب برنامه‌نویسی سیستم‌های خبره
- زبان ه‌ای برنامه‌ریزی، برنامه‌های آماده فاقد معلومات (Shell)، محیط‌های برنامه‌ریزی
- سیستم‌های استدلال نتایج خروجی
- ارزشیابی و پذیرش نتایج
- دانشجویان در طول ترم باید با برنامه‌ریزی با زبان‌های LISP و PROLOG آشنا شده و با یک برنامه آماده SHELL نیز کار کنند.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Parnell, G. S., Bresnick, T. A., Johnson, E. R., Tani, S. N., & Specking, E. (2025). Handbook of decision analysis. John Wiley & Sons.
- Puppe, F. (2011). Systematic Introduction to Expert Systems: Knowledge Representations and Problem-Solving Methods. Germany: Springer Berlin Heidelberg.
- Enhanced Expert Systems. (2019). United Kingdom: IntechOpen.

نام درس (فارسی):	برنامه‌ریزی تولید و کنترل کیفیت						
نام درس (انگلیسی):	Production Planning and Quality Control						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر اصول مدیریت و برنامه‌ریزی تولید، روش‌های تصمیم‌گیری، روش‌های کیفی و کمی پیش‌بینی تقاضا (بلند مدت و کوتاه مدت)
- برنامه ریزی استراتژیک در تولید
- برنامه ریزی فرآیند
- انتخاب و مدیریت تکنولوژی تولید
- انواع اتوماسیون در تولید و مونتاژ، بکارگیری سیستم های کامپیوتری NC و CNC کنترل کامپیوتری
- بررسی‌های اقتصادی در انتخاب درجه اتوماسیون
- روش‌های تخصیص منابع
- برنامه‌ریزی ظرفیت
- برنامه‌ریزی جامع، برنامه ریزی کلی
- برنامه‌ریزی مواد
- برنامه‌ریزی و کنترل در سطح کارگاه
- برنامه‌ریزی و کنترل کیفیت: مروری بر اصول و تکنیک‌های کنترل کیفیت و کنترل کیفیت فراگیر
- مفاهیم جدید در سنجش کیفیت
- روش‌های آماری در کنترل کیفیت
- بکارگیری کامپیوتر در کنترل کیفیت
- برنامه‌ریزی تعمیرات
- بررسی روش‌های مدرن برنامه‌ریزی و کنترل تولید MRPII، JIT، ... DPT
- سیستم‌های کامپیوتری برنامه‌ریزی و کنترل تولید و کیفیت

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Burtseva, L., Werner, F. (2022). Production Planning and Scheduling for Lot Processing. United Kingdom: Cambridge Scholars Publishing.
- Proud, J. F., & Deutsch, E. (2021). Master Planning and Scheduling: An essential Guide to competitive manufacturing. John Wiley & Sons.
- Qamar, S. Z., Al-Hinai, N., & Márquez, F. P. G. (2024). Quality Control and Quality Assurance: Techniques and Applications. BoD–Books on Demand.
- Springer Handbook of Mechanical Engineering. (2021). Germany: Springer International Publishing.

نام درس (فارسی):	مهندسی دقیق						
نام درس (انگلیسی):	Precision Engineering						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مهندسی دقیق و طراحی ماشین‌آلات و ابزار دقیق
- طراحی مهندسی و جبرگرایی
- بلبرینگ‌ها
- خطاهای محور موقعیت‌یابی
- بودجه‌بندی خطاها
- طراحی قید دقیق
- طراحی سازه، حلقه‌ها و انتخاب مواد
- محرک‌ها
- سنسورها
- تولید برای دقت
- کنترل محیطی
- مترولوژی ماشین ابزار

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Leach, R., & Smith, S. T. (Eds.). (2018). Basics of precision engineering. CRC Press.
- Murty, R. L. (2005). Precision engineering in manufacturing. New Age International.
- Gao, W., & Shimizu, Y. (2021). Optical metrology for precision engineering. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
- Venkatesh, V. C. (2007). Precision engineering. Tata McGraw-Hill Education.

نام درس (فارسی):	**مبانی بیومکانیک**						
نام درس (انگلیسی):	Fundamentals of Biomechanics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تاریخچه مهندسی پزشکی با تکیه بر بیومکانیک
- انتروپومتری در بیومکانیک
- بیومکانیک اسکلتی– عضلانی
- بیومکانیک قلب و عروق
- بیومکانیک دستگاه تنفسی
- روش های تشخیص و درمان در بیومکانیک
- مهندسی توانبخشی: اصول مهندسی توانبخشی، تکنولوژی وسایل کمکی
- مواد زیستی: انواع، خواص، کاربرد، عکس العمل بافتی، مسائل ایمنی
- مهندسی بافت: موارد زیستی، موارد فیزیکی، بافت های اتصال دهنده، جایگزینی بافت

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Winter, D. A. (2009). Biomechanics and motor control of human movement. John wiley & sons.
- Knudson, D. (2007). Fundamentals of biomechanics. Boston, MA: Springer US.
- Nordin, M., & Frankel, V. H. (Eds.). (2001). Basic biomechanics of the musculoskeletal system. Lippincott Williams & Wilkins.

نام درس (فارسی):	مهندسی بافت						
نام درس (انگلیسی):	Tissue Engineering						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مهندسی بافت
- تعاریف مرتبط با مهندسی بافت و پزشکی ترمیمی، نیاز و کمبود در بافتهای اهدایی، اصول طراحی در مهندسی بافت، بافت سه‌بعدی و مقایسه ای آن با بافت دوبعدی، مهندسی بافت و ارتباط آن با رشته‌های مرتبط
- سلول‌ها در مهندسی بافت، ساختار و وظیفه سلولی، ماتریکس بین سلولی، سیگنالینگ و اتصالات سلولی، منابع سلولی، سلول‌های بنیادی
- بیومتریال‌ها در مهندسی بافت، تعریف بیومتریال‌های مهندسی بافت، بیومیمتیک و زیست سازگاری آن‌ها در مهندسی بافت، مواد هوشمند در مهندسی بافت
- تکنولوژی‌های ساخت در مهندسی بافت، تکنولوژی خود آرایی، مهندسی صفحات سلولی، ساخت بر پایه داربست، چاپ سلول و ارگان، روش‌های ساخت بر پایه Solid Freeform Fabrication ، لیتوگرافی نرم و میکروفلوییدیک

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Saltzman, W. M. (2004). Tissue engineering: engineering principles for the design of replacement organs and tissues. Oxford university press.
- Atala, A., & Lanza, R. (Eds.). (2002). Methods of tissue engineering. Gulf professional publishing.
- Babbar, A., Kumar, R., Dhawan, V., Ranjan, N., & Sharma, A. (Eds.). (2022). Additive Manufacturing of Polymers for Tissue Engineering: Fundamentals, Applications, and Future Advancements. CRC Press.

نام درس (فارسی):	شبیه‌سازی حرکت انسان						
نام درس (انگلیسی):	Human Motion Simulation						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- اهمیت مدل سازی و تحلیل حرکات بدن
- روشهای اندازه گیری داده های سینماتیکی و سینتیکی
- تحلیل سینماتیک حرکات بدن
- تحلیل دینامیک معکوس حرکات بدن
- تحلیل دینامیک مستقیم حرکات بدن
- مسئله طراحی حرکت به روش بهینه سازی و قیود آن
- بهینه سازی استاتیکی حرکات بدن
- بهینه سازی دینامیکی حرکات بدن و روش کنترل بهینه
- مسائل طراحی و ساخت ربات انسان نما: سینماتیک و دینامیک، تعادل، کنترل و کاربردها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Zatsiorsky, V. M. (2002). Kinetics of human motion. Human kinetics.
- Noceti, N., Sciutti, A., & Rea, F. (2020). Modelling human motion. Springer International Publishing.
- Goswami, A., & Vadakkepat, P. (Eds.). (2019). Humanoid robotics: a reference. Dordrecht: Springer.

نام درس (فارسی):	پدیده‌های انتقال در سیستم‌های زیستی						
نام درس (انگلیسی):	Transport Phenomena in Biological Systems						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مکانیک سیالات زیستی
  - تئوری روانکاری و کاربرد آن در بررسی روانکاری مفاصل سینویال
  - جریان های رینولدز پایین و کاربرد آن در بررسی جریان سیال در محیط های زیستی
  - روش های تقریبی در آنالیز جریان های زیستی پیچیده
- انتقال حرارت در سیستم های زیستی
  - انتقال حرارت در سلول
  - معادله انتقال حرارت هایپربلیک و کاربردهای زیستی آن
  - نگهداری سلول یا بافت در دمای پایین
- انتقال جرم در سیستم های زیستی
  - مروری بر پدیده های انتقال
  - انتقال جرم در محیط متخلخل
  - انتقال جرم بین عروقی
  - مدل سازی انتقال جرم در کلیه و کبد
  - مدل سازی انتقال جرم در ریه
  - مدل سازی انتقال دارو
  - انتقال مواد در سیستم گوارش
  - پدیده های انتقال در درمان غده های سرطانی
  - انتقال جرم در سیستم های کمکی- درمانی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Truskey, G. A., Yuan, F., & Katz, D. F. (2004). Transport phenomena in biological systems.
- Fournier, R. L. (2017). Basic transport phenomena in biomedical engineering. CRC press.

نام درس (فارسی):	مکانیک سیالات زیستی						
نام درس (انگلیسی):	Biofluid Mechanics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر مکانیک سیالات، رئولوژی معادلات اساسی، مدل های سیالات غیر نیوتنی
- سیستم گردش خون، رئولوژی خون
- فیزیولوژی و عملکرد سیستم گردش خون گردش خون در قلب، عروق لنفاوی، خصوصیات غیرنیوتنی خون
- مدل‌های گردش جریان خون: جریان پایدار در مجاری، جریان‌های ضربانی در مجاری صلب، جریان‌های ضربانی در مجاری انعطاف‌پذیر (الاستیک)، انتشار موج در مجاری الاستیک
- کاربرد اصول مکانیک سیالات در سیستم گردش خون: دینامیک جریان خون در سرخرگ ها و سیاهرگ ها، دینامیک جریان خون در دریچه‌های قلب، جریان خون در حالت انقباض و اتساع عروق
- مایعات مفصلی: فیزیولوژی مفاصل، کارکرد مایعات مفصلی، رئولوژی مایعات مفصلی، استفاده از تئوری روغن‌کاری برای بررسی حرکت مایعات مفصلی
- مکانیک سیالات زیستی در دستگاه تنفسی: فیزیولوژی سیستم تنفسی، جریان هوا در ریه‌ها، بررسی فرایند تنفس از دید مکانیک سیالات، تبادلات گازی در ریه‌ها، آشنایی با کارکرد دستگاه‌های تنفس مصنوعی
- تکنیک‌های اندازه‌گیری سرعت و فشار در جریان مایعات زیستی
- کاربردهای دینامیک سیالات محاسباتی در شبیه سازی جریان سیالات زیستی
- آشنایی با سیستم های سیالاتی در مقیاس میکرو و بررسی کاربردهای زیستی و بیولوژیک آنها، بررسی روش‌های ساخت ابزارهای میکروفلوییدیک

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Mazumdar, J. (2015). Biofluid mechanics. World Scientific.
- Ostadfar, A. (2016). Biofluid mechanics: Principles and applications. Academic Press.

نام درس (فارسی):	مکانیک سیالات پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Fluid Mechanics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تنسور تغیرشکل و ورتیسیته و روابط آنها با میدان سرعت نیروی میدانی و نیروی سطحی (تنسور تنش و ویژگی های آن)
- عدد نادسن و رابطه آن با رویکرد بررسی سیال و شرایط مرزی
- سینماتیک در جریان سیال، دیدگاه اویلری–لاگرانژی، دسته بندی حرکت ذره سیال و فرموله کردن آنها (حرکت صلب گونه–انتقال و دوران، تغییر شکل–نرمال و برشی)، گرداب (ورتکس آزاد، اجباری، رانکین)، الگوهای حرکت سیال (خط جریان، خط رگه و مسیر)
- معادلات حرکت سیال، تئوری انتقال رینولدز، معادله بقای جرم (همراه با حالتهای خاص)، معادله بقای مومنتوم (حالتهای خاص شامل تئوری کلوین، معادله برنولی در جریان دائم و غیر دائم، چرخشی و غیر چرخشی)، معادله انرژی (انرژی کل، انرژی حرارتی)، معادله مشخصه سیال نیوتنی، معادلات ناویه استوکس
- جریان پتانسیل، جریان پتانسیل دو بعدی و استفاده از اعداد مختلط، جریان‌های پتانسیل ساده (یکنواخت، چشمه و چاه، دابلت، گرداب آزاد و جریان در گوشه)، قانون جمع آثار و جریانهای ترکیبی چون جریان اطراف جسم نیمه بینهایت، بیضی و سیلندر)، قوانین انتگرال بلازیوس، نگاشت همدیس، ایرفویل متقارن و نامتقارن ژوکوفسکی و محاسبه ضریب لیفت، جریان پتانسیل سه بعدی (جریان یکنواخت، چاه یا چشمه نقطه ای، جریان اطراف کره)
- امواج سطحی، پارامترهای موج، معادله انتشار موج سطحی در سیال غیر لزج، ویژگی‌های امواج سطحی در آب‌های عمیق و کم عمق، اثر کشش سطحی و امواج مویینگی، امواج ایستا، مسیر حرکت ذرات در امواج پیشرو، انتشار موج در فصل مشترک دو سیال
- جریان سیال لزج و حل‌های دقیق، حل جریان دائم با فرض موازی بودن لایه های سیال (جریان کوئت، جریان پوازی و جریانهای تقریبا موازی)، جریان غیر دائم (شروع جریان در لوله، جریان با گرادیان فشار نوسانی، مسائل اول و دوم استوکس)، حل‌های دقیق به روش تشابهی، معادلات انتگرالی مومنتوم، جریانهای خزشی (اعداد رینولدز پایین)
- لایه مرزی، حل بلازیوس و حل‌های انتگرالی، لایه مرزی غیر محصور (جریان‌های برشی آزاد، جریان جت، جریان برخاستگی)

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Kundu, P. K., Cohen, I. M., Dowling, D. R., & Capecelatro, J. (2024). Fluid mechanics. Elsevier.
- Graebel, W. (2007). Advanced fluid mechanics. Academic Press.
- Leal, L. G. (2007). Advanced transport phenomena: fluid mechanics and convective transport processes (Vol. 7). Cambridge university press.
- White, F. M., & Majdalani, J. (2006). Viscous fluid flow. McGraw-Hill.

نام درس (فارسی):	مکانیک سیالات غیرنیوتنی						
نام درس (انگلیسی):	Non-Newtonian Fluid Mechanics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مرور مکانیک محیط‌های پیوسته و جبرتنسوری
- دسته‌بندی سیالات به لحاظ رفتار هیدرودینامیکی: مروری بر فرضیه محیط پیوسته، تعریف سیال، تعریف علم رئولوژی، معیارهای تشخیص انحراف رفتار از حالت نیوتنی، دسته‌بندی کلی سیالات غیرنیوتنی و توضیح اجمالی هر کدام از دسته‌ها شامل سیالات مستقل از زمان، سیالات وابسته به زمان و سیالات ویسکوالاستیک، تعریف عدد دبورا و عدد وایزنبرگ
- سینماتیک جریان
- سینماتیک تغییرشکل
- توابع مادی و خواص رئولوژیک
- سنجش خواص رئولوژیک
- سیالات غیرالاستیک لزج
- سیالات دارای تنش تسلیم
- ویسکوالاستیسته خطی
- ویسکوالاستیسیته غیرخطی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Böhme, G. (2012). Non-Newtonian fluid mechanics (Vol. 31). Elsevier.
- Bird, R. B., Armstrong, R. C., & Hassager, O. (1987). Dynamics of polymeric liquids. Vol. 1: Fluid mechanics.
- Malkin, A. Y., & Isayev, A. I. (2022). Rheology: concepts, methods, and applications. Elsevier.

نام درس (فارسی):	دینامیک سیالات محاسباتی ۱						
نام درس (انگلیسی):	Computational Fluid Dynamics 1						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر دینامیک سیالات محاسباتی
- معادلات حاکم در دینامیک سیالات، معادلات پیوستگی، ناویر–استوکس، انرژی، ، معادلات اویلر، شرایط مرزی فیزیکی، تعبیر فیزیکی معادلات، روش عمومی برای تعیین تقسیم بندی معادلات دیفرانسیل جزیی، رفتار ریاضی معادلات دیفرانسیلی جزیی، معادلات هذلولی، سهموی و بیضوی
- مفاهیم گسسته سازی اختلاف محدود، معرفی اختلاف محدود، اختلاف محدود به روش صریح و غیر صریح، خطا ها، همگرایی، آنالیز پایداری به روش ون–نیومن، آنالیز پایداری به روش اختلال
- گسسته سازی اختلاف محدود معادلات سهموی، اختلاف محدود برای معادله هدایت حرارتی، روش غیر صریح کرنک–نیکلسون، روش Leap-frog و DuFort-Frankel، روش متناوب مستقیم غیر صریح (ADI)
- گسسته سازی اختاف محدود معادلات هذلولی، روش های صریح Lax-Wendroff، روش صریح مک کورمک، روش های غیر صریح، روش مشخصه برای معادلات هذلولی درجه دوم
- گسسته سازی اختلاف محدود معادلات بیضوی، معادله لاپلاس دو بعدی، روش های تکراری برای حل سیستم معادلات جبری خطی، حل سیستم معادلات ۵ قطری
- مفاهیم گسسته سازی حجم محدود، شبکه بندی هم مکان برای کمیت های برداری و اسکالر، شبکه بندی جابجا شده برای کمیت های برداری و اسکالر، روش حجم محدود یک بعدی نفوذی دائم، روش حجم محدود دو بعدی نفوذی دائم، روش حجم محدود نفوذی سه بعدی دائم
- گسسته سازی حجم محدود برای جملات جابجایی و نفوذ، روش حجم محدود برای معادلات دو بعدی جابجایی و نفوذی در حالت دائم، روش اختلاف مرکزی، خواص روش های گسسته سازی، شرط همگرایی Scarborough، شرط نسبت انتقالی به نفوذی، روش آپویند، روش ترکیبی آپویند و مرکزی، روش قانون توانی، روش QUICK، الگوریتم حل به روش SIMPLE، SIMPLEC و PISO
- گسسته سازی حجم محدود در جریان های غیر دائم، روش صریح و غیر صریح حجم محدود برای معادلات یک بعدی، روش غیر صریح برای معادلات دو و سه بعدی، الگوریتم حل توسط روش SIMPLE و PISO

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Lomax, H., Pulliam, T. H., Zingg, D. W., Pulliam, T. H., & Zingg, D. W. (2001). Fundamentals of computational fluid dynamics (Vol. 246). Berlin: Springer.
- Anderson, J. D., & Wendt, J. (1995). Computational fluid dynamics (Vol. 206, p. 332). New York: McGraw-hill.
- Wendt, J. F. (Ed.). (2008). Computational fluid dynamics: an introduction. Springer Science & Business Media.
- Hirsch, C. (2007). Numerical computation of internal and external flows: The fundamentals of computational fluid dynamics. Elsevier.
- Darwish, M., Moukalled, F. (2021). The finite volume method in computational fluid dynamics: An Advanced Introduction with OpenFOAM and Matlab. Springer.

نام درس (فارسی):	دینامیک سیالات محاسباتی ۲						
نام درس (انگلیسی):	Computational Fluid Dynamics 2						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مرور روش حجم محدود و مباحث تکمیلی این روش، شامل: بیان فرم کلی قوانین بقا و تعریف شار، پایداری روشهای عددی و شرط CFL، روش بادسو برای معادله فرارفت، روش گودونوف، بیان تابع شار روش گودونوف، بیان فرم حل عددی مبتنی بر انتشار موج، روشهای تفاضل شار و تجزیه شار، روش رو در حل معادله برگرز، روشهای بادسوی مرتبه بالا
- حل عددی معادلات جریان تراکم پذیر به روش حجم محدود: بیان فرم انتگرالی معادلات اویلر و ناویر–استوکس، اعمال قضیه دیورژانس و تعیین انتگرال سطح و محاسبه شار، انتگرال گیری حجمی، انتگرال های زمانی، بیان مشخصه های معادلات به صورت تابعی از متغیرهای اولیه و بقایی، اعمال شرایط مرزی جریان تراکم پذیر بر اساس رفتار مشخصه های جریان در مرزها، ورودی و خروجی زیرصوت و فراصوت، روش‌های حجم محدود صریح و ضمنی در گسسته‌سازی معادلات جریان، تشریح روش‌های پیشرفته حل دستگاه معادلات خطی مانند روش BiCGSTAB و GMRES و کاربرد آنها در حل عددی جریان به روش حجم محدود
- روشهای تولید شبکه، بیان فرم کلی معادلات بقا در دستگاه مختصات منحنی‌الخط، نگاشت فضای فیزیکی به فضای محاسباتی و بالعکس، روشهای تولید شبکه ساختدار به صورت جبری و با استفاده از معادلات لاپلاس و پواسون، مقدمه‌ای بر تولید شبکه‌های بی‌ساخت، روش جبهه پیشرونده و روش Delaunay، بیان روش حل و گسسته‌سازی فرم انتگرالی معادلات جریان در شبکه‌های بی‌ساخت
- روشهای تفاضل محدود فشرده، تقریب ضمنی مشتقات در مقایسه با تقریب صریح مشتقات، مقایسه عملکرد فرکانسی مشتقات در روش تفاضل محدود در حالت ضمنی و صریح با استفاده از مفهوم عدد موج تغییریافته، بیان خطای الیازینگ (aliasing error) و لزوم استفاده از فیلتر عددی در روشهای تقاضل محدود فشرده و مرتبه بالا، بیان قوانین کلی در تعیین فرم گسسته‌سازی ضمنی و توابع فیلتراسیون عددی، کاربرد روشهای تفاضل محدود فشرده و مرتبه بالا در حل عددی مستقیم (DNS) و حل عددی گردابه‌های بزرگ (LES)، معادلات جریان، نحوه اعمال شرایط مرزی در روشهای فشرده
- روشهای طیفی، بیان مبانی روش طیفی در حل معادلات با مشتقات جزیی، استفاده از چندجمله‌ای‌های چبی‌شف در توسعه روشهای طیفی، حل معادله برگرز با روش طیفی، حل دستگاه معادلات با روش طیفی، تشریح چگونگی اعمال شرایط مرزی ورودی و خروجی و دیواره
- روش شبکه بولتزمن: مروری بر تئوری جنبشی، توزیع مولکولها در فضای فازی، معادله انتقال بولتزمن تقریب BGK، آرایش شبکه یک‌بعدی و دوبعدی و سه‌بعدی، ضرایب وزنی، توابع توزیع تعادلی شرایط مرزی، حل معادله پخش و معادله جابجایی پخش به روش شبکه بولتزمن

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Lomax, H., Pulliam, T. H., Zingg, D. W., Pulliam, T. H., & Zingg, D. W. (2001). Fundamentals of computational fluid dynamics (Vol. 246). Berlin: Springer.
- Anderson, J. D., & Wendt, J. (1995). Computational fluid dynamics (Vol. 206, p. 332). New York: McGraw-hill.
- Wendt, J. F. (Ed.). (2008). Computational fluid dynamics: an introduction. Springer Science & Business Media.
- Hirsch, C. (2007). Numerical computation of internal and external flows: The fundamentals of computational fluid dynamics. Elsevier.
- Darwish, M., Moukalled, F. (2021). The finite volume method in computational fluid dynamics: An Advanced Introduction with OpenFOAM and Matlab. Springer.

نام درس (فارسی):	تولید شبکه محاسباتی						
نام درس (انگلیسی):	Numerical grid generation						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه و تاریخچه، مفاهیم اولیه و کاربردها
- تبدیل بین میدان‌های فیزیکی و محاسباتی
- معرفی شبکه های با ساختار و بدون‌ساختار، تولید شبکه با ساختار به روش جبری
- میان‌یابی یک و چند جهتی، تولید شبکه متعامد
- تولید شبکه بیضوی با استفاده از معادلات لاپلاس و پواسون، شرط مرزی
- کنترل نقاط، تولید شبکه سهموی و هذلولوی
- شبکه‌های تطبیقی، تولید شبکه بدون ساختار
- روش‌های دلانی و جبهه پیش رونده، الگوریتم‌های جستجو
- شبکه مخلوط و شبکه‌های جریان لزج
- شبکه‌های سطحی
- ارزیابی کیفیت شبکه
- مباحث منتخب

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Thompson, J. F., Soni, B. K., & Weatherill, N. P. (Eds.). (1998). Handbook of grid generation. CRC press.
- Liseikin, V. D. (1999). Grid generation methods (Vol. 1). Berlin: Springer.
- Knupp, P., & Steinberg, S. (2020). Fundamentals of grid generation. CRC press.
- Sharma, A. (2021). Introduction to CFD: development, application, and analysis. In Introduction to Computational Fluid Dynamics: Development, Application and Analysis (pp. 19-33). Cham: Springer International Publishing.

نام درس (فارسی):	جریان لزج						
نام درس (انگلیسی):	Viscous Flow						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه و آشنایی با مفاهیم کلی
- آشنایی با فیلدهای تانسوری و تعدادی از قضیه‌های اصلی در ریاضیات کاربردی
- قوانین بقا در سیالات، قانون بقای جرم، قانون بقای مومنتوم خطی، تانسور تنش و تانسورهای ایزوتروپیک، قانون بقای مومنتوم چرخشی، سیالات نیوتنی، قانون بقای انرژی
- معادلات ناویر–استوکز و شرایط مرزی
- دینامیک و قانون بقای چرخش (وورتیسیته)
- فرم کامل قضیه‌ی برنولی
- حل تحلیل معادلات ناویر–استوکز: حل‌های خود متشابه (Similarity Solution)، مساله‌ی اول استوکس، مساله‌ی دوم استوکس، حل لزج نزدیک نقطه‌ی سکون، حل لزج در یک با دمش و مکش، مقوله‌ی حل داخلی و حل ناحیه‌ی خارجی درمعادلات ناویه–استوکس
- تئوری‌های حل جریان‌های با عدد رینولدز بالا
- معادلات لایه مرزی: برخی از حل‌های تحلیلی کلاسیک، جدایش جریان، حل جت لزج
- تئوری‌های حل جریان‌های با عدد رینولدز پایین: شکل‌های مختلف معادلات ناویه–استوکس، حل استوکس برای یک استوانه
- حل جریان اوسین

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Panton, Ronald A. “Incompressible Flow”. Wiley, 2013.
- White, Frank M. “Viscous Fluid Flow”. McGraw-Hill, 1991.
- Schlichting, Hermann. Gersten, Klaus. “Boundary-Layer Theory”. McGraw-Hill, 2003.
- Batchelor, G. K. “Introduction to Fluid Dynamics”. Cambridge University Press, 1973.
- Sherman, Frederick S. “Viscous Flow”. McGraw-Hill, 1990.

نام درس (فارسی):	جریان آشفته						
نام درس (انگلیسی):	Turbulen Flow						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- جداسازی رینولدز: معادلات RANS، معادلات تنش رینولدز، مشکل بستن معادلات در توربولانس، مدل‌های اولیه‌ی توربولانس
- دینامیک توربولانس: معادلات انرژی جنبشی، بالانس انرژی ، توربولانس همگن، معادلات دینامیک چرخش (وورتیسیته)
- بررسی آماری توربولانس: همبستگی آماری دو نقطه‌ای، توربولانس ایزوتروپیک، تانسورهای درجه ۳ همبستگی آماری
- فضای فوریه: تابع خود–همبستگی آماری، طیف انرژی ، معادلات دینامیک طیف انرژی، تابع انتقال بین–طیفی انرژی
- تئوری ایزوتروپی محلی کولموگراف: آبشار انرژی، انتقادهای مدرن از تئوری
- جریان‌های برشی توربولانت، جریان‌های محدود شده با دیوار، جریان در کانال و در نزدیکی دیوار ، لایه مرزی توربولانت

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Nieuwstadt, F. T., Westerweel, J., & Boersma, B. J. (2016). Turbulence: introduction to theory and applications of turbulent flows. Springer.
- Durbin, P. A., & Reif, B. P. (2011). Statistical theory and modeling for turbulent flows. John Wiley & Sons.
- Mathieu, J., & Scott, J. (2000). An introduction to turbulent flow. Cambridge University Press.

نام درس (فارسی):	شبیه‌سازی جریان‌های گردابه‌ای						
نام درس (انگلیسی):	Large Eddy Simulation						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مدل‌سازی در CFD
- بررسی اجمالی مدل‌های میانگین زمان/فاز و میانگین رینولدز
- شبیه‌سازی ناپایای جریان‌های مغشوش (URANS و LES/DNS)
- جداسازی مقیاس و فیلتر کردن در LES
- مفهوم صریح و ضمنی فیلتر کردن
- مدل‌سازی مقیاس زیر شبکه
- مدل‌های ضریب ثابت، دینامیک و چند دینامیکی
- مدل‌سازی انرژی جنبشی پراکندگی رو به جلو/عقب
- تحلیل پیشینی/پسینی
- مدل‌سازی دیوار در LES
- RANS-LES ترکیبی و شبیه‌سازی گردابه‌ی جدا شده (DES)
- اغتشاش ورودی سنتز شده (تکنیک‌های بازسازی تصادفی)
- اغتشاش ورودی فیزیکی (روش‌های پیشرو و پیش‌ساز)
- روش‌های طیفی و شبه طیفی
- تفسیر نتایج LES
- تجزیه و تحلیل طیف فرکانس
- مقدمه‌ای برای پردازش موازی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Saeedi, M. “A Practice towards Large-Eddy Simulation of Incompressible Turbulent Flows”. Amir Kabir University Press, 2017.
- Saugaut, P. Germano, M. “Large Eddy Simulation for Incompressible Flow”. Springer Verlag, 2002.
- Wilcox, D. C. “Turbulence Modeling for CFD”. DCW, 2007.
- Piomelli, U. “Large-Eddy Simulation of Turbulent Flows”. Queens University, 2012.
- Durbin, P. A. Reif, Petterson B. A. “Statistical Theory and Modeling for Turbulent Flows”. John Wiley and Sons, 2001.

نام درس (فارسی):	رئولوژی						
نام درس (انگلیسی):	Rheology						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر مکانیک محیط‌های پیوسته، مروری بر جبر و حساب دیفرانسیل و انتگرال کمیت‌های جهت‌دار، اسکالر، بردار، تانسورهای مرتبه دوم، نمادگذاری گیبس، نمادگذاری دکارتی
- سینماتیک تغییر شکل، مدل‌های اساسی رفتار مواد: جامد الاستیک، مایع نیوتنی. جریان‌های برشی و کششی
- اصول ویسکوالاستیسیته خطی: پدیده‌های جریان خطی و غیر نیوتنی، مدول الاستیک وابسته به زمان، خواص ویسکوالاستیک خطی، مدل‌های فنر–دمپر در ویسکوالاستیسیته خطی
- اصول ویسکوالاستیسیته غیرخطی و رئومتری: پدیده‌های جریان غیرنیوتنی و غیرخطی: ویسکوزیته برشی وابسته به سرعت، ویسکوزیته وابسته به زمان، تنش‌های نرمال در برش، ویسکوزیته کششی وابسته به سرعت. رئومتری برشی: جریان‌های کشالی (درگ)، جریان‌های ناشی از فشار
- ویسکومترها و رئومترها: ویسکومترهای استوانه‌ای، مویین–صفحه موازی و مخروطی–صفحه
- مدل‌های مواد: سیال نیوتنی تعمیم‌یافته، مدل‌های ویسکوالاستیک خطی و غیرخطی، مدل‌های ویسکوپلاستیک، مواد دانه‌ای. کاربرد مدل‌ها برای جریان در لوله‌ها، مویرگ‌ها، شکاف‌ها، حلقه‌ها، کانال‌های همگرا و نازل‌ها. جریان لایه نازک. اکستروژن
- یادگیری کار با ویسکومتر و رئومتر دورانی
- رئومتری کششی: جریان‌های سطح آزاد، جریان‌های محصور شده
- نظریه‌های مقدماتی رفتار ویسکوالاستیک غیرخطی: تعریف اعداد دبورا و وایزنبرگ. نمودار پیپکین. سیال مرتبه دوم. ماکسول با جابجایی بالا. مدل از ملاحظات پیوستار. پیش‌بینی‌های جریان برشی و کششی مدل UCM، مدل UCM از دیدگاه میکروسکوپی: مدل‌های دمبلی
- رئولوژی سوسپانسیون‌ها؛
- رئولوژی امولسیون‌ها؛
- رئولوژی محلول‌ها و مذاب‌های پلیمری
- رئولوژی پلیمرهای کریستال مایع؛
- رئولوژی سوسپانسیون‌ها و محلول‌های نانولوله‌های کربنی؛
- رفتار زنجیره‌ها و شبکه‌های نیمه‌انعطاف‌پذیر
- بیورئولوژی و همورئولوژی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Barnes, H. A. (2000). A handbook of elementary rheology (Vol. 1). Aberystwyth: University of Wales, Institute of Non-Newtonian Fluid Mechanics.
- Phan-Thien, N., & Mai-Duy, N. (2013). Understanding viscoelasticity: an introduction to rheology (pp. 34-37). Berlin: Springer.
- Barnes, H. A., Hutton, J. F., & Walters, K. (1989). An introduction to rheology (Vol. 3). Elsevier.
- Krishnan, J. M., Deshpande, A. P., & Kumar, P. S. (Eds.). (2010). Rheology of complex fluids (Vol. 890). New York, NY, USA:: Springer.

نام درس (فارسی):	**تئوری لایه مرزی**						
نام درس (انگلیسی):	Boundary layer theory						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر نظریه لایه مرزی
- مبانی ریاضی لایه‌های مرزی
- لایه‌های مرزی آرام در مقابل آشفته
- ضخامت لایه مرزی و پروفایل‌های سرعت
- معادلات مومنتوم و انرژی در لایه‌های مرزی
- کاربردهای نظریه لایه مرزی در مهندسی
- جدایش لایه مرزی و کنترل آن
- انتقال حرارت و جرم در لایه‌های مرزی
- روش‌های عددی برای تحلیل لایه مرزی
- پیشرفت‌ها و تحقیقات اخیر در نظریه لایه مرزی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Schlichting, H., & Gersten, K. (2016). Boundary-layer theory. springer.
- Schetz, J. A., & Bowersox, R. D. (2011). Boundary layer analysis. American Institute of Aeronautics and Astronautics.

نام درس (فارسی):	ناپایداری هیدرودینامیکی						
نام درس (انگلیسی):	Hydrodynamics Instability						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- روش‌های سنتی اغتشاش
- روش‌های اغتشاش هموتوپی
- تجزیه و تحلیل مفاهیم ناپایداری
- تحلیل مفاهیم ناپایداری به روش ریلی
- معادلات ناویر–استوکس برای حالتی که عدد رینولدز به سمت بی نهایت میل نماید
- تجزیه و تحلیل مفاهیم ناپایداری به روش اوور سامرفیلد
- تجزیه و تحلیل ناپایداری جت
- تجزیه و تحلیل ناپایداری جریان کوئت تیلور
- تجزیه و تحلیل ناپایداری جریان پووازل و کلوین هلموتز
- مرور مقالات روز ارائه شده در زمینه ناپایداری

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Charru, F. (2011). Hydrodynamic instabilities (Vol. 37). Cambridge University Press.

نام درس (فارسی):	روش‌های محاسباتی جریان‌های چند فازی						
نام درس (انگلیسی):	Computational Methods in Multi-Phase Flows						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	٤٨
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مفاهیم اولیه و معادلات بنیادی جریان‌های دو فازی و چند فازی
- معادلات حاکم و شرایط مرزی
- روش‌های حل جریان‌های چند فازی
- خواص سیالات و خصوصیات جریان دوفازی
- جریان گاز–مایع
  - الگوهای جریان دوفازی (شامل خطوط لوله افقی، قائم و شیبدار)
  - اصول طراحی خطوط لوله دوفازی
  - محاسبه افت فشار در خطوط لوله افقی
  - محاسبه افت فشار در خطوط لوله قائم
  - محاسبه افت فشار در خطوط لوله شیبدار
  - تعیین شرایط عملیاتی خطوط انتقال جریانهای دوفازی
  - مشکلات عملیاتی خطوط لوله دوفازی
- جریان گاز–ذره
- جریان مایع–ذره
- جریان با سطح ازاد
- جریان‌های جامد شونده و منجمد شونده
- جریان‌های سه فازی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Yeoh, G. H., & Tu, J. (2019). Computational techniques for multiphase flows. Butterworth-Heinemann.
- Prosperetti, A., & Tryggvason, G. (Eds.). (2009). Computational methods for multiphase flow. Cambridge university press.
- Yadigaroglu, G., & Hewitt, G. F. (Eds.). (2017). Introduction to Multiphase Flow: Basic Concepts, Applications and Modelling. Springer.
- Wallis, G. B. (2020). One-dimensional Two-phase Flow. Courier Dover Publications.

نام درس (فارسی):	پدیده‌های انتقال در جریان‌های چند فازی						
نام درس (انگلیسی):	Transport phenomena in multiphase flows						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	٤٨
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- میدان جریان خطی
- معادلات حاکم و شرایط مرزی
- جزیان‌های یک بعدی
- لایه مرزی خطی
- رسانش حرارتی
- رسانش با منابع حرارتی
- رسانش حرارتی وابسته به زمان
- انتقال جرم ایستا و ناایستا
- انتقال جرم جابجایی
- پدیده‌های انتقال در جریان آشفته
- جابجایی آزاد
- انتقال حرارت تشعشعی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Mauri, R. (2015). Transport phenomena in multiphase flows (Vol. 112). Cham: Springer International Publishing.

نام درس (فارسی):	مکانیک محیط متخلخل						
نام درس (انگلیسی):	Mechanics of Pouros Media						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه و تعریف محیط متخلخل
- انواع محیط متخلخل: ساختارهای زمین‌شناسی (خاک و سنگ)، محیط متخلخل زیستی (گیاهان و جانوران)، محیط متخلخل مصنوعی و ساخته شده، جامدات فشرده و ساختارهای فلزی از دیدگاه محیط متخلخل
- مفاهیم اصلی هندسه و جریان در محیط متخلخل: تخلخل، تراوایی، نفوذپذیری (مطلق و نسبی)، اشباع، زاویه تماس
- ساختار محیط متخلخل: منظم، تصادفی، فراکتال
- جریان سیال یک‌فاز در محیط متخلخل:
- معادله جریان، قانون دارسی
- معادله لاپلاس، معادله diffusivity
- جریان چندفازی در محیط متخلخل
- ساخت محیط ماکرو متخلخل سرامیکی و پلیمری
- ساخت محیط میکرو متخلخل سرامیکی و پلیمری
- ساخت کاتالیست‌ها
- ساخت محیط متخلخل زئولیتی
- ساخت محیط میکرو و نانو متخلخل کربنی
- تحلیل، شبیه سازی، طراحی و ساخت محیطهای متخلخل به روش ساخت افزایشی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Adler, P. (2013). Porous media: geometry and transports. Elsevier.
- Uthaman, A., Thomas, S., Li, T., & Maria, H. (2022). Advanced Functional Porous Materials. Cham, Switzerland: Springer.
- Al Ali, M. (2025). Advanced Techniques in Porous Structure Design for Additive Manufacturing. John Wiley & Sons.

نام درس (فارسی):	انتقال حرارت جابجایی						
نام درس (انگلیسی):	Convective Heat Transfer						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه
- اصول اساسی
- جریان لایه مرزی آرام
- مومنتوم لمینار و انتقال حرارت در کانال‌ها
- مومنتوم لمینار و انتقال حرارت در لایه مرزی‌های خارجی
- مبانی اغتشاشات
- جریان سیال مغشوش
- انتقال حرارت مغشوش
- لایه مرزی‌های جابجایی طبیعی
- انتقال حرارت جابجایی با سرعت بالا

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Burmeister, L. C. (1993). Convective heat transfer. John Wiley & Sons.
- Kakac, S., Yener, Y., & Pramuanjaroenkij, A. (2013). Convective heat transfer. CRC press.
- Bejan, Adrian. Convection heat transfer. John wiley & sons, 2013.

نام درس (فارسی):	انتقال حرارت رسانشی						
نام درس (انگلیسی):	Conductive Heat Transfer						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه
- مفاهیم پایه
- معادله انتشار حرارت و شرایط مرزی
- رسانش یک بعدی
- انتقال حرارت از سطوح گسترده
- رسانش دو بعدی و سه بعدی
- رسانش گذرا
- استخراج معادله انتقال حرات رسانشی در شرایط خاص با استفاده از معادلات ناویراستوکس
- حل تشابهی انتقال حرارت در مختصات کارتزین
- حل تشابهی انتقال حرارت در مختصات استوانه‌ای و کروی
- ارتباط پدیده انتشار با دیفیوژن مولکولی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Ahsan, A. (Ed.). (2011). Convection and conduction heat transfer. BoD–Books on Demand.
- Hahn, D. W., & Özisik, M. N. (2012). Heat conduction. John Wiley & Sons.

نام درس (فارسی):	انتقال حرارت تشعشعی						
نام درس (انگلیسی):	Radiation Heat Transfer						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر انتقال حرارت تشعشعی
- تشعشع جسم سیاه
- خواص تشعشعی سطوح غیر سیاه
- پیش‌بینی خواص تشعشعی با استفاده از تئوری امواج الکترومغناطیس
- خواص تشعشعی مواد واقعی
- تعیین ضریب شکلی برای سطوح
- تبادل تشعشعی در محیط‌های بسته باسطوح سیاه و خاکستری دیفیوز
- تبادل تشعشعی بین سطوح غیر دیفیوز و غیر خاکستری
- ترکیب تشعشع، رسانش و جابجایی
- مبانی و مشخصات تشعشع در محیط‌های همراه با جذب، تشعشع و پخش
- تشعشع گاز در محیط‌های بسته
- کاربردها: احتراق، کوره، فرآیند دما بالا، ماهواره

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Howell, J. R., Mengüç, M. P., Daun, K., & Siegel, R. (2020). Thermal radiation heat transfer. CRC press.
- Howell, John R. Menguc, Pinar. Siegel, Robert. “Thermal Radiation Heat Transfer”. McGraw-Hill, 2015.

نام درس (فارسی):	مسائل معکوس در انتقال حرارت						
نام درس (انگلیسی):	Inverse Problems in Heat Transfer						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مسائل معکوس
- توصیف آماری خطاها، مسائل معکوس به عنوان مسائل بهینه‌سازی
- تکنیک‌های کلاسیک، محاسبه ضرایب حساسیت
- تخمین پارامتر و تابع. مقدمه‌ای بر تکنیک‌های غیرخطی
- روش لونبرگ–مارکوارت، منظم‌سازی تیخونوف
- نظریه احتمال، چارچوب بیزی
- روش‌های مونت کارلو زنجیره مارکوف
- الگوریتم متروپولیس–هیستینگز، پیاده‌سازی محاسباتی
- مقدمه‌ای بر یادگیری ماشین
- یادگیری عمیق – شبکه‌های عصبی مصنوعی، شبکه‌های عصبی کانولوشن، شبکه‌های عصبی بازگشتی
- مدل‌های جایگزین برای مسائل معکوس، الگوریتم‌های ژنتیک
- شبکه‌های عصبی مصنوعی مبتنی بر فیزیک برای مسائل رو به جلو و معکوس

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Ozisik, M. N. (2018). Inverse heat transfer: fundamentals and applications. Routledge.
- Orlande, H. R. (2021). Inverse heat transfer: fundamentals and applications. CRC Press.
- Alifanov, O. M. (2012). Inverse heat transfer problems. Springer Science & Business Media.

نام درس (فارسی):	ترمودینامیک پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Thermodynamics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- یادآوری قوانین ترمودینامیک، تعریف تابع همگن، بیان تئوری اویلر، تعریف و بیان معادلات اساسی انرژی، بیان معادلات اساسی آنتروپی، بیان رابطه گیبس–دوئم
- تعریف تعادل دمایی، مکانیکی و شیمیایی، تعریف فرآیند شبه‌پایدار، تعریف منبع کار برگشت‌پذیر، تعریف منبع گرمای برگشت‌پذیر، بیان فرآیندهای حداکثر کار، بیان اصل مینیمم انرژی در حالت تعادل، بیان اصل ماکزیمم آنتروپی در حالت تعادل، رابطه بین خواص متمرکز و گسترده، فرآیند و پروسه‌های ترمودینامیکی، موتور ترمودینامیک
- تبدیل لژاندر، بیان تابع گیبس، تابع هلموهلتز، تابع آنتالپی، بیان تابع تبدیل لژاندر، بیان تابع تعمیم یافته ماسیو، بیان اصل مینیمم تابع پتانسیل هلم‌هولتز در حالت تعادل، اصل مینیمم تابع آنتالپی در حالت تعادل، اصل مینیمم تابع گیبس در حالت تعادل، اصل ماکزیمم تابع ماسیو در حالت تعادل، یادآوری روابط ماکسول، تبدیل ژاکوبی
- معادلات حالت گاز واقعی، معادله حالت عمومی، نمودارهای فراگیر، معادله حالت تجربی، معادلات تئوری فرم ویریال، بیان شرایط کلی برای یک معادله حالت گاز واقعی، ارزیابی فرآیندهای ترمودینامیکی به کمک معادلات حالت، محاسبه نمودار تعمیم یافته خواص ترمودینامیک، بیان نمودار تعمیم یافته آنتالپی و انتروپی
- مخلوط‌ها و محلول‌ها، مقدمه‌ای بر مخلوط‌های واقعی، معادله حالت مخلوط گاز واقعی، ویژگی‌های مولی جزئی، تعریف فراگیر تابع فوگاسیته، فوگاسیته یک مخلوط و رابطه آن با ویژگی‌های دیگر ترمودینامیکی، مدل محلول ایده‌آل، قانون لوئیس–راندل، فعالیت
- تعادل فاز و تعادل شیمیایی، مقدمه‌ای بر تعادل فاز ماده خالص، تعادل یک سیستم چند جزئی، محلول ایده‌آل، قانون رائول –گاز ایده‌آل، قانون فاز گیبس، تعدل کم پایدار، تعادل شیمیایی، واکنش‌های هم‌زمان، یونیزه شدن
- اکسرژی (قابلیت کاردهی)، اصل افزایش آنتروپی، بازده قانون دوم، محاسبه اکسرژی مخلوط همگن، محاسبه اکسرژی برای مخلوط گاز و بخار (هوا)

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Bejan, A. (2016). Advanced engineering thermodynamics. John Wiley & Sons.
- Moran, M. J., Shapiro, H. N., Boettner, D. D., & Bailey, M. B. (2010). Fundamentals of engineering thermodynamics. John Wiley & Sons.

نام درس (فارسی):	ترمودینامیک آماری						
نام درس (انگلیسی):	Statistical Thermodynamics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- ساختار مکانیک آماری: سیستم، مرزها و متغیرها، انرژی داخلی، کار و گرما، انتروپی، برگشت‌ناپذیری و بی‌نظمی، پتانسیل ترمودینامیکی، انرژی آزاد و انرژی مستهلک، پتانسیل شیمیایی، روابط مکسول، توابع پاسخ، آنتروپی بولتزمن و ارتباط با ریزمقیاس ها، محدودیت های ترمودینامیک
- از مکانیک کلاسیک به مکانیک آماری: ریزحالت ها، متغیرهای حالت، آنتروپی به عنوان ارتباط دهنده ماکرو و میکرو، نوسانات و مقدمات احتمال، تئوری لیوویل، تئوری بیرکهوف، اهمیت احتمال در مکانیک آماری
- مروری بر تئوری احتمال: رخدادها، فضای نمونه و احتمال، ترکیب احتمالات و احتمال شرطی، احتمال گسسته، متغیرهای تصادفی و توزیع احتمال، نظریه حد مرکزی، توالع مشخصه، تابع توزیع احتمال، حد ترمودینامیکی، تحدب، انسامبلهای کوانتومی
- سیستم های ایده آل: توزیع سرعت ماکسول، پارامغناطیس، مدل هارمونیک برای انرژی نوسانی، گازهای دو اتمی، فرمیون و بوزون، آمارهای فرمی–دیراک و بوزی–انیشتین
- سیستمهای دارای برهمکنش: معادله حالت، معادله حالت ویریال، معادله حالت واندروالس، پتانسیل چاه مثلثی، پتانسیل چاه ذوزنقه ای، پتانسیل ساترلند، پتانسیل لنارد–جونز

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Laurendeau, N. M. (2005). Statistical thermodynamics: fundamentals and applications. Cambridge University Press.
- Swendsen, R. H. (2020). An introduction to statistical mechanics and thermodynamics. Oxford University Press.
- Lucas, K. (2013). Applied statistical thermodynamics. Springer Science & Business Media.

نام درس (فارسی):	ترمودینامیک سطح						
نام درس (انگلیسی):	Surface Thermodynamics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مفاهیم اساسی و کاربردی سطح و بین سطح
- خواص و تاثیرات سطح و بین سطح و شرایط حاکم بر آنها
- اصول ترمودینامیکی بین سطوح و پدیده‌های زوایای تماس و ترشوندگی
- فرآیند جذب سطحی و مکانیسم‌ها و مفاهیم آن
- فرآیندهای مربوط به اصطکاک، روانکاری و تاثیرات پوشش
- تغییرات خواص سطوح در حضور فعال‌کننده‌های سطحی و مایسل‌ها
- سطوح فوق-آب-دوست و فوق-آب-گریز
- روش‌های ساخت سطوح فوق-آب-گریز
- روش‌های اندازه‌گیری زاویه تماس

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Neumann, A. W., David, R., & Zuo, Y. (Eds.). (2010). Applied surface thermodynamics. CRC press.
- Dash, J. G. (2012). Films on solid surfaces: the physics and chemistry of physical adsorption. Elsevier.
- Ibach, H. (2006). Physics of surfaces and interfaces (Vol. 12). Berlin: Springer.
- Meier, G. H. (2014). Thermodynamics of surfaces and interfaces: concepts in inorganic materials. Cambridge University Press.
- Safran, S. (2018). Statistical thermodynamics of surfaces, interfaces, and membranes. CRC Press.

نام درس (فارسی):	دینامیک گاز پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Gas Dynamics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- جریان‌های تراکم‌پذیر
- مفاهیم و اصول جریان‌های یک‌بعدی
- جریان آیزنتروپیک
- موج شوک عمودی و مایل، خط ریلی، خط فایو
- مفاهیم و اصول جریان‌های چند بعدی
- تئوری اغتشاشات کوچک برای جریان‌های خطی شده
- روش مشخصه‌ها برای جریان‌های غیرخطی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Zucker, R. D., & Biblarz, O. (2019). Fundamentals of gas dynamics. John Wiley & Sons.
- Feireisl, E. (2004). Dynamics of viscous compressible fluids (Vol. 26). Oxford University Press.

نام درس (فارسی):	سوخت و احتراق پیشرفته ۱						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Fuel and Combustion 1						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه
- احتراق و ترموشیمی
- سینتیک شیمیایی
- مکانیزم‌های شیمیایی
- مدل‌های راکتور و قوانین بقا
- انتقال جرم و تبخیر قطره
- معادلات بقا برای جریان‌های واکنش‌پذیر
- شعله پیش مخلوط آرام

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Turns Stephen, R. (2000). An introduction to combustion: concepts and applications. Boston: McGraw-Hill, 158.
- Glassman, I., Yetter, R. A., & Glumac, N. G. (2014). Combustion. Academic press.
- Someya, T. (Ed.). (2012). Advanced combustion science. Springer Science & Business Media.
- Warnatz, J., Maas, U., & Dibble, R. W. (2006). Combustion: physical and chemical fundamentals, modeling and simulation, experiments, pollutant formation. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

نام درس (فارسی):	سوخت و احتراق پیشرفته ۲						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Fuel and Combustion 2						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه
- شعله‌های غیر پیش مخلوط آرام
- تبخیر و سوختن قطره
- اشتعال و جرقه
- معادلات حاکم بر جریان واکنشی در رژیم توربولانس
- شعله‌های غیر پیش مخلوط در رژیم توربولانس
- شعله‌های پیش مخلوط در رژیم توربولانس
- سوختن مواد جامد
- انفجار دیتونیشن

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Turns Stephen, R. (2000). An introduction to combustion: concepts and applications. Boston: McGraw-Hill, 158.
- Glassman, I., Yetter, R. A., & Glumac, N. G. (2014). Combustion. Academic press.
- Someya, T. (Ed.). (2012). Advanced combustion science. Springer Science & Business Media.
- Warnatz, J., Maas, U., & Dibble, R. W. (2006). Combustion: physical and chemical fundamentals, modeling and simulation, experiments, pollutant formation. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

نام درس (فارسی):	موتورهای احتراق داخلی پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Internal Combustion Engines						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تاریخچه موتورهای احتراق داخلی، انواع موتور و فنآوری‌ها، پیدایش موتور، موتور اتو و دیزل، موتور وانکل، طرز کار انواع موتورها، معرفی قطعات موتور، معرفی صنعت طراحی و ساخت موتور(خودرویی، دریایی، کشاورزی، مولد برق و ...) در ایران، معرفی راهبرد صنعت موتورسازی در کشورهای صنعتی
- طراحی موتور و متغیرهای موثر مشخصات هندسی موتور، اجزاء موتور، تخمین اولیه حجم موتور، مواد مورد استفاده برای قطعات مختلف، مقدمه ای بر روشهای ساخت قطعات اصلی موتور
- قوانین اول و دوم ترمودینامیک، خواص سیال، قانون اول ترمودینامیک در سیستم بسته و باز، حرارت مخصوص در حجم و فشار ثابت، گاز ایده آل، روابط مخلوط گازها، توان و بازده و فشار متوسط، بازدهی اندیکاتوری و ترمزی، بررسی بازدهی قانون دوم در موتورهای احتراق داخلی
- مدلهای ایده آل چرخه موتور، معرفی چرخهٔ نظری اتو و دیزل، چرخه نظری در موتورهای پرخوران دار، چرخه میلر، چرخه ایدآل در موتورهای احتراق تراکمی همگن، در نظر گرفتن اتلافات و مقایسه با چرخهٔ واقعی
- احتراق موتور SI، چرخه واقعی در موتور، زمان لازم برای احتراق، اثر متغیرهای مختلف روی سرعت شعله، معرفی کوبش و اثرات آن، درجه بندی سوخت و کوبندگی، تفاوتهای موتورهای پایه گازسوز و موتورهای بنزینی، معرفی انواع موتورهای تزریق مستقیم، معرفی نرم افزارهای شبیه سازی یک بعدی و سه بعدی احتراق
- احتراق موتور CI، فناوری‌های پاشش سوخت، اثر متغیرهای مختلف موتوری، درجه بندی سوختهای دیزل، اتاق احتراق، بهره برداری و عملکرد موتور، شبیه سازی احتراق غیر همگن، فناوری های موتورهای دیزل سنگین، موتور اشتعال تراکمی برای خودروهای سواری
- شکل گیری آلاینده و کنترل، معرفی انواع محدودیت ها و استانده های آلایندگی، نحوه تشکیل اکسیدهای ازت، مونو اکسید کربن و هیدروکربن ها، ذرات معلق، انواع واکنشگرهای شیمیایی، صافی ذرات دوده، اثر محتویات و نوع سوخت بر تخریب تجهیزات آلایندگی، راهبردهای رایانهٔ موتور برای پایش آلایندگی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Gupta, H. N. (2025). Fundamentals of internal combustion engines. PHI Learning Pvt. Ltd..
- Van Basshuysen, R., & Schäfer, F. (Eds.). (2016). Internal combustion engine handbook. SAE International.
- Ng, H. K. (Ed.). (2013). Advances in internal combustion engines and fuel technologies. BoD–Books on Demand.

نام درس (فارسی):	احتراق و پیشرانش محاسباتی						
نام درس (انگلیسی):	Computational Combustion & Propulsion						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- اصول ترموشیمی
- تعادل شیمیایی و محاسبه آن
- سینتیک شیمیایی و خوداشتعال
- شعله‌های غیرپیش‌آمیخته لایه‌ای و محاسبه شعله جت مخالف
- شعله‌های پیش‌آمیخته لایه‌ای و محاسبه سرعت شعله لایه‌ای
- مدل‌های احتراق آشفته (مدل شعله کوچک و مدل تابع چگالی احتمال انتقالی)
- احتراق غیرپیش‌آمیخته آشفته و مدل‌سازی و شبیه‌سازی شعله جت آزاد آشفته
- احتراق پیش‌آمیخته جزئی آشفته و مدل‌سازی و شبیه‌سازی شعله جت بالارونده آشفته
- پیشرانش محاسباتی و مدل‌سازی محفظه احتراق موشک مدل
- تعریف پروژه های درسی در MATLAB و ANSYS FLUENT

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Fox, R. O. (2003). Computational models for turbulent reacting flows. Cambridge university press.
- Kee, R. J., Coltrin, M. E., & Glarborg, P. (2005). Chemically reacting flow: theory and practice. John Wiley & Sons.
- Turns, S. R. (1996). Introduction to combustion. McGraw-Hill.

نام درس (فارسی):	مبادله‌کننده‌های حرارتی پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Heat Exchangers						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مبادله‌کننده‌های حرارتی، معیارهای تقسیم‌بندی، تفاوت بازیاب و رکوپراتور، مبادله‌کننده‌ها از لحاظ آرایش، تعداد جریان، نوع تماس و سازوکار انتقال حرارت، مفهوم جریان مخلوط و غیر مخلوط در جریان متقاطع، انواع مبادله‌کننده‌های دولوله‌ای، صفحه‌ای، پوسته و لوله و پره‌دار، مبادله‌کننده‌های ترکیبی، مبادله‌کننده‌های فشرده و ...
- جنبه‌های مختلف طراحی در مبادله‌کننده‌های گرمایی شامل طراحی هیدرولیکی و حرارتی، مکانیکی، بهینه‌سازی، مبانی تئوری طراحی حرارتی مبادله‌کننده‌های حرارتی، روشهای P-NTU، ε-NTU، LMTD، ضریب F برای آرایش‌های جریان متفاوت، روش P1-P2 ، روش ψ–P ، معادلات اساسی، روش‌ها و محاسبات طراحی
- روابط انتقال حرارت در مبادله‌کننده‌های حرارتی، روابط انتقال حرارت جابجایی اجباری با تغییر فاز و بدون تغییر فاز، افت فشار و تشکیل رسوب در مبادله‌کننده‌های حرارتی، ملاحظات ویژه در مورد روابط انتقال حرارت در مبادله‌کننده‌های صفحه–پره، لوله–پره و پوسته و لوله
- انتقال حرارت در ابعاد میکرو و نانو، عدد نودسن، جریان لغزشی، پرش دمایی، عدد برینکمن، کاربردهای مهندسی مبادله‌کننده‌های حرارتی میکروکانالی، انتقال حرارت بدون تغییر فاز نانوسیال، روابط همبسته تجربی در مورد انتقال حرارت جابجایی نانوسیالات
- طراحی مبادله‌کننده‌های لوله – پوسته، تخمین اندازه اولیه، روش‌های کرن، تینکر و بل–دلاور در تعیین ضریب انتقال حرارت سمت پوسته، تعیین شرایط عملکرد، محاسبات افت فشار سمت لوله و پوسته
- طراحی مبادله‌کننده‌های حرارتی صفحه‌ای، اجزای مکانیکی، ویژگی‌های عملکردی، مزیت‌ها و محدودیت‌ها، آرایش جریان، محاسبات انتقال گرما و افت فشار، روشهای طراحی، کارایی حرارتی
- مبادله‌کننده‌های حرارتی فشرده، روش‌های تولید، مبادله‌کننده‌های لوله‌ای و صفحه‌ای پره‌دار، انتقال گرما و افت فشار، روش طراحی
- انواع چگالش، چگالنده‌های پوسته و لوله، چگالنده‌های نیروگاهی، چگالنده‌های صفحه‌ای، چگالنده‌های هواخنک، چگالش فیلمی و قطره‌ای بر روی سطوح افقی و عمودی، چگالش در سطح خارجی دسته لوله‌ها، چگالش در داخل لوله، طراحی چگالنده
- طراحی و عملکرد مبادله‌کننده‌های حرارتی بخار، دسته‌بندی، توزیع دما، محدودیت‌ها، روش‌های طراحی، دیگ‌های بخار مشعل‌دار، دیگ‌های بخار با گازهای داغ خروجی، تبخیرکننده‌ها، تبخیر فیلم مایع
- معیارهای مختلف انتخاب مبادله‌کننده‌های حرارتی، استاندارد TEMA، معیارهای انتخاب کیفی بر اساس متغیرهای عملکردی دما و فشار، هزینه، رسوب، نشت و آلودگی سیال، سازگاری جنس مبادله‌کننده‌ها و سیال، معیارهای کمی، راهنمای کلی انتخاب مبدل حرارتی از بین انواع مبادله‌کننده‌های پوسته و لوله
- معیارهای برآورد بهبود کارایی مبادله‌کننده‌های حرارتی، توابع هدف و قیود، حالتهای دبی ثابت، سطح مقطع عبور جریان ثابت، توان پمپ ثابت و ...، بدست آوردن رابطه جبری برای هر حالت، معیار تخریب اکسرژی در مقایسه مبادله‌کننده‌های حرارتی، معرفی تکنولوژی پینچ
- مبادله‌کننده‌های مجهز به پیل سوختی و روابط مرتبط، مبادله‌کننده‌های پلیمری و طراحی آنها، کاهش صدا در مبادله‌کننده‌های حرارتی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Martin, H. (2018). Heat exchangers. Routledge.
- Fraas, A. P. (1991). Heat exchanger design. John Wiley & Sons.
- Sekulic, D. P., & Shah, R. K. (2023). Fundamentals of heat exchanger design. John Wiley & Sons.
- Awasthi, M. K., Kumar, A., Dutt, N., & Thangavel, S. (Eds.). (2025). Heat Exchanger Technologies for Sustainable Renewable Energy Systems. CRC Press.

نام درس (فارسی):	طراحی حرارتی سیستم‌های الکترونیکی						
نام درس (انگلیسی):	Thermal Design of Electronic Systems						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- شیوه‌های انتقال حرارت در قطعات الکترونیکی: جابجایی، رسانش، تشعشع
- پکیجینگ سیستمهای الکترونیکی
- رسانایی و مقاومت حرارتی
- طراحی چاه‌های حرارتی: انتقال حرارت در سطوح گسترده، جابجایی طبیعی و اجباری، مدل‌سازی و انواع چاه‌های حرارتی. مقاومت تماسی و نقش مواد رابط حرارتی
- لوله‌های حرارتی و سیستم‌های دو فازی: اصول فیزیکی کار انواع مختلف لوله‌های حرارتی، لوله‌های حرارتی مبتنی بر فتیله، لوله‌های حرارتی شیاردار، لوله‌های حرارتی میکرو، لوله‌های حرارتی حلقه‌ای، حلقه‌های مکانیکی پمپ شده
- مدل‌سازی حالت پایدار انتقال حرارت دو فازی در لوله‌های حرارتی مختلف؛ مقدمه‌ای بر طراحی لوله‌های حرارتی. مبدل‌های حرارتی میکروکانال: انتقال حرارت تک فاز و دو فاز، رژیم‌های جوش، اثرات ترشوندگی
- انتقال حرارت تابشی: پرداخت‌های حرارتی سطح، عایق چند لایه، رادیاتورها، خنک‌سازی قطعات الکترونیکی فضاپیما. دستگاه‌های ترموالکتریک: اثرات پلتیر، سیبک و تامسون، عدد شایستگی ترموالکتریک
- روش‌های اندازه‌گیری: تکنیک‌های اندازه‌گیری دما، سرعت، فشار، شار حرارتی و خواص حرارتی
- فناوری‌های خنک‌سازی: سطح مشترک حرارتی و مواد تغییر فاز دهنده، خنک‌سازی هوای غیرفعال، میکروکانال‌ها، برخورد جت، خنک‌سازی غوطه‌وری، لوله‌های حرارتی و محفظه‌های بخار، ترموالکتریک
- کاربردها: الکترونیک هوایی، مراکز داده، موبایل، اینترنت اشیا، محاسبات با کارایی بالا

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Remsburg, R. (2017). Thermal design of electronic equipment. CRC press.
- Remsburg, R. (2011). Advanced thermal design of electronic equipment. Springer Science & Business Media.
- Bar-cohen, A. (2024). Embedded Cooling of Electronic Devices: Conduction, Evaporation, and Single-and Two-phase Convection (Vol. 8). World Scientific.
- Tong, X. C. (2011). Advanced materials for thermal management of electronic packaging (Vol. 30). Springer Science & Business Media.
- Murshed, S. S. (Ed.). (2016). Electronics cooling. BoD–Books on Demand.
- Luo, X., Hu, R., & Xie, B. (2024). Thermal management for opto-electronics packaging and applications. John Wiley & Sons.

نام درس (فارسی):	جریان‌های مقیاس میکرو و نانو						
نام درس (انگلیسی):	Micro- and Nano-Scale Flow						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر جریان‌های مقیاس میکرو و نانو، رژیم‌های جریانی در مقیاس میکرو، مشخصه‌های جریان نانو، فرض پیوستگی، عدد نادسن
- مدلسازی چندمقیاسی در جریان میکرو/نانو: روش دینامیک مولکولی، روش شبیه‌سازی مونت کارلو، روش شبکه بولتزمن، روش SPH
- معادلات حاکم و مدلهای لغزشی، معادلات پایه در دینامیک سیال، تراکم پذیری، روش مرتبه بالا
- جریان‌های برشی: جریان کوئت: رژیم جریان لغزشی، جریان کوئت: رژیم گذرا و مولکول آزاد، جریان حفره
- جریان‌های ایجاد شده در اثر گرادیان فشار، رژیم جریان لغزشی، رژیم گذرا و مولکول آزاد
- انتقال حرارت در جریان‌های میکرو و نانو، انتقال حرارت در جریان پوازی میکرو، انتقال حرارت در جریان کوئت میکرو، انتقال حرارت نانوسیال
- جریان‌های الکتروسینتیک، مقدمه‌ای بر الکترودینامیک، معادلات حاکم در جریانهای الکتروسینتیک، جریانهای الاکترواسمز، الکتروفوریسس
- جریان‌های متاثر از کشش سطحی، مفاهیم پایه و معادلات حاکم، پمپاژ موبینگی حرارتی، موبینگی الکتریکی، انتقال حباب در لوله‌های مویینه

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Karniadakis, G., Beskok, A., & Aluru, N. (2005). Microflows and nanoflows: fundamentals and simulation. New York, NY: Springer New York.
- Rudyak, V. Y., Aniskin, V. M., Maslov, A. A., Minakov, A. V., & Mironov, S. G. (2018). Micro-and nanoflows: modeling and experiments (Vol. 18). Berlin/Heidelberg, Germany: Springer.
- Tabeling, P. (2023). Introduction to microfluidics. Oxford university press.

نام درس (فارسی):	انتقال و تبدیل انرژی در مقیاس میکرو و نانو						
نام درس (انگلیسی):	Micro- and Nano-Scale Energy Transport and Conversion						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تعریف ماکروسکوپی و میکروسکوپی انتقال حرارت
- انتقال انرژی در مقیاس نانو در جامدات
- انتقال حرارت در فیلم‌های نازک دی الکتریک و سطح مشترک جامد–جامد
- پدیده‌های تشعشع در مقیاس میکرو
- پدیده‌های ذوب و انجماد
- خوشه‌های مولکولی
- نیروهای بین سطحی و تغییر فاز در فیلم‌های نازک مایع
- پدیده‌های گرمایی در ابزار نیمه رسانا
- میکرو لوله‌های گرمایی
- اکچویتورها و سنسورهای حرارتی سیلیکونی میکروماشین‌کاری‌شده
- کوانتش موج و انرژی مواد
- حالت‌های انرژی در جامدات
- ترمودینامیک آماری و ذخیره‌سازی انرژی حرارتی
- انتقال انرژی توسط امواج
- تبدیل انرژی و فرایندهای همبسته انتقال
- شبیه‌سازی دینامیک مولکولی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Chen, G. (2005). Nanoscale energy transport and conversion: a parallel treatment of electrons, molecules, phonons, and photons. Oxford university press.
- Liao, B. (2020). Nanoscale Energy Transport: Emerging phenomena, methods and applications. IOP Publishing.
- Gang, Z. (Ed.). (2015). Nanoscale Energy Transport and Harvesting: A Computational Study. CRC Press.
- Tien, C. L. (1997). Microscale energy transfer. CRC Press.

نام درس (فارسی):	میکرو و نانو موتورها						
نام درس (انگلیسی):	Micro and Nano Motors						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- پیشرانش در مقیاس کوچک، تاریخچه نانوماشین‌ها، چالش‌های پیشرانش در مقیاس نانو
- هیدرودینامیک عدد رینولدز پایین
- حرکت نانوشناگرهای طبیعی، موتورهای پروتئینی با نیروی شیمیایی، بیوموتورهای چرخشی، میکروارگانیسم‌های شناگر
- ماشین‌های مولکولی، نانوماشین‌های روتاکسان، سودودوروتاکسان و کاتنان پاسخگو به محرک، موتورهای چرخشی مولکولی، ماشین‌های مولکولی با نیروی نور مبتنی بر ایزومریزاسیون نوری سیس–ترانس، نانوماشین‌ها، نانوماشین‌های DNA
- دستگاه‌های خودران با نیروی شیمیایی، نانوسیم‌های کاتالیزوری خودران، میکروموتورهای لوله‌ای کاتالیزوری، میکروذرات جانوس کاتالیزوری: موتورهای کروی
- حرکت کنترل‌شده نانو/میکروماشین‌های با نیروی شیمیایی موتورها، سوخت‌های جایگزین برای موتورهای میکرو/نانومقیاس با نیروی شیمیایی، نیروی محرکه بیوکاتالیستی، حرکت مبتنی بر آزادسازی نامتقارن مواد شیمیایی، حرکت ناشی از پلیمریزاسیون
- نانوموتورهای با نیروی خارجی، نانوموتورهای با نیروی مغناطیسی، نانوموتورهای با نیروی الکتریکی، میکروموتورهای با تحریک فراصوت، میکروموتورهای با نیروی نوری، نانوموتورهای هیبریدی
- کاربردهای موتورهای نانو/میکرومقیاس: دارورسانی، حسگری زیستی و جداسازی هدف
- حمل و نقل فعال در مقیاس نانو توسط موتورهای مصنوعی در دستگاه‌های میکروتراشه
- الگوسازی سطحی و خودآرایی مبتنی بر نانوموتور
- استفاده از موتورهای میکرو/نانومقیاس برای نظارت و اصلاح محیط زیست

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Wang, J. (2013). Nanomachines: fundamentals and applications. John Wiley & Sons.
- Sun, Y., Wang, X., & Yu, J. (Eds.). (2022). Field-driven micro and nanorobots for biology and medicine (pp. 1-421). Cham, Switzerland: Springer.
- Bergbreiter, S., & Paprotny, I. (Eds.). (2014). Small-Scale Robotics. From Nano-to-Millimeter-Sized Robotic Systems and Applications. Springer.

نام درس (فارسی):	میکرو و نانو حسگرها						
نام درس (انگلیسی):	Micro and Nano Sensors						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه: مبانی فناوری نانوسنسورها، سنسورهای نانو کامپوزیتی صفحه‌ای، سنسورهای ۳ بعدی
- سنسورهای زیستی
- سنسورهای الکتروشیمیایی
- سنسورهای فشار
- سنسورهای دما
- شتاب‌سنج‌ها و ژیروسکوپ‌ها
- سنسورهای سنجش رطوبت
- سنسورهای گازها
- سنسورهای نوری
- سنسورهای مادون قرمز
- سنسورهای فلوئورسنت
- سنسورهای مغناطیسی
- سنسورهای موج آکوستیک سطحی
- کاربردهای سنسورها در علوم پزشکی و سلامت، آب و محیط زیست، کشاورزی و غذا، صنایع نظامی و امنیتی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Khanna, V. (2016). Nanosensors. Boca Raton, FL: CRC press.
- Cusano, A. (Ed.). (2013). Optochemical nanosensors (p. 597). Boca Raton, FL, USA:: CRC Press.
- Bush, S. F. (2010). Nanoscale communication networks. Artech House.
- Ali, G. A., Chong, K. F., & Makhlouf, A. S. H. (Eds.). (2024). Handbook of nanosensors: materials and technological applications. Springer Nature.
- Lim, T. C. (Ed.). (2016). Nanosensors: theory and applications in industry, healthcare and defense. CRC Press.

نام درس (فارسی):	ساخت سیستم‌های میکرو و نانو الکترومکانیکی						
نام درس (انگلیسی):	Fabrication of Micro and Nano Electro-Mechanical Systems (MEMS/NEMS)						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر سامانه‌های ریز–الکترومکانیکی: سنسورها، عملگرها، موتورها، گریپرها، شیرها، پمپها، سوییچ‌ها، اتصال‌دهنده‌ها، آینه‌ها
- مواد: سیلیکون، پلیمر، سرامیک
- انواع: میکروفلوئیدیک، اپتیکال، زیستی، فرکانس رادیویی
- ریزسیالات و سامانه‌های سیالی الکتروشیمیایی و بیوشیمی
- کاربرد مهندسی مواد و مکانیک در طراحی و ساخت سامانه‌های ریز الکترومکانیکی
- مبانی طراحی مکانیکی سیستم‌های میکروالکترومکانیکی: شناخت فرم های هندسی معمول، الگوهای بارگذاری، تحلیل استاتیکی، تحلیل دینامیکی و ارتعاشات، تحلیل تنش و کرنش در میکروساختارها، تحلیل خمش صفحات نازک (غشاء)، تحلیل مکانیکی–حرارتی، تحلیل حرارتی–سیالاتی
- طبقه‌بندی فرآیندهای ساخت در مقیاس میکرون، ملاحظات طراحی برای قطعات میکرونی
- سیستم‌های میکروفرمینگ، اثر اندازه در میکروفرمینگ، میکروفرمینگ حجیم (اکستروژن، کوئینینگ، پانچینگ و سوراخ‌کاری)
- طراحی قالب در فورجینگ قطعات میکرونی، میکرو تریبولوژی، تحلیل فرآیند میکرو فورجینگ حجیم
- میکروفرمینگ ورق‌های فلزی (میکروبرش، میکروخم‌کاری)
- میکرو کشش عمیق، فرآیند میکرو هیدروفرمینگ، تحلیل فرآیند میکرو هیدروفرمینگ لوله‌ها
- ملاحظات طراحی فرآیند هیدروفرمینگ، محدودیت‌های شکل‌پذیری، قالب‌ها و ماشین‌های میکرو هیدروفرمینگ
- مکانیک شکست در سیستمهای میکروالکترومکانیکی
- شبیه‌سازی ساخت سامانه‌های ریز الکترومکانیکی
- روش‌های ساخت: اپیتاکسی، لیتوگرافی، خراش‌دهی، تمیزسازی و آماده‌سازی ویفر، اکسیداسیون حرارتی، دیفیوژن، CMP، ریزماشین‌کاری سطحی و حجمی، یکپارچه‌سازی فرایندها، تجهیزات ساخت، روندهای تولید انبوه MEMS
- آزمایشگاه بر روی تراشه
- سامانه‌های در ابعاد نانو (NEMS)

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Franssila, S. (2010). Introduction to microfabrication. John Wiley & Sons.
- Lyshevski, S. E. (2018). Nano-and micro-electromechanical systems: fundamentals of nano-and microengineering. CRC press.
- Chakraborty, S. (Ed.). (2011). Mechanics over micro and nano scales. Springer Science & Business Media.
- Kahrizi, M. (Ed.). (2012). Micromachining techniques for fabrication of micro and nano structures. BoD–Books on Demand.
- Hu, J. (2024). Ultrasonic Nano/Microfabrication, Handling, and Driving. CRC Press.
- Tseng, A. A. (2008). Nanofabrication: fundamentals and applications. World Scientific.
- Cui, Z. (2008). Nanofabrication. Springer US.

نام درس (فارسی):	نانو مواد						
نام درس (انگلیسی):	Nano Materials						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر نانوفناوری و نانومواد
- خواص نانومواد، خواص فیزیکی، مکانیکی، الکتریکی، مغناطیسی، نوری و صوتی
- شیمی‌فیزیک سطوح در مواد نانومتری
- نانوساختارهای صفر بعدی: نانوذرات و نقاط کوانتومی، جوانه‌زنی همگن، سنتز نانوذرات فلزی و اکسیدی، جوانه‌زنی ناهمگن، سنتز نانوذرات هسته پوسته
- نانوساختارهای یک بعدی: نانوسیم‌ها و نانومیله‌ها، رشد خودبه‌خودی، رشد تبخیر–تراکم، سنتز روی پایه (لایه‌نشانی الکتروشیمیایی و الکتروفورتیک)، الکتروریسی و لیتوگرافی پوسته
- نانوساختارهای دوبعدی: فیلم‌های نازک، مبانی رشد فیلم، روش‌های PVD-CVD، فیلم‌های لانگمویر بلاجت، فیلم های سل–ژل
- مروری بر گرافن و ترکیبات آن، تعاریف و خواص گرافن، روش‌های سنتز گرافن
- کاربردهای نانو مواد: نانوالکترونیک، کاربردهای زیستی نانوذرات، کاتالیستی و ...، معرفی برخی نانومواد ویژه
- نانوسیالات
- نانوحفره‌ها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Cao, G. (2004). Nanostructures & nanomaterials: synthesis, properties & applications. Imperial college press.
- Gogotsi, Y. (2006). Nanomaterials handbook. CRC press.
- Zhang, J. N. (2022). Carbon-Based Nanomaterials for Energy Conversion and Storage (Vol. 325). Singapore: Springer Nature Singapore.

نام درس (فارسی):	میکرومکانیک و آنالیز چندمقیاسی						
نام درس (انگلیسی):	Micromechanics and Multi-scale Analysis						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه، مفهوم میکرومکانیک و کاربردها
- حجمک نماینده، شرایط مرزی، همگن‌سازی در مواد الاستیک خطی و غیرالاستیک
- آنالیزهای چند مقیاسی، مشخصه‌یابی و آنالیز چند مقیاسی
- روش‌های ایجاد ریز ساختار و تست سایز حجمک نماینده و متوسط‌گیری مجموعه‌ای
- همگن‌سازی و محاسبه خواص موثر، روابط متشکله موثر و انواع شرایط مرزی مورد استفاده در همگن‌سازی
- همگن‌سازی در مواد الاستیک خطی، معیار انرژی، مقادیر حدی مقادیر موثر، حدود راس–ویت
- همگن‌سازی در مسائل خطی انتقال حرارت، همگن‌سازی در مسائل انتقال حرارت، شرایط مرزی و حدود مقادیر موثر
- همگن‌سازی در کرنش‌های محدود، تئوری‌های متوسط گیری و شرایط مرزی در کرنش‌های محدود، اصل انتقال میکرو به ماکرو
- همگن‌سازی در الاستیسیته غیرخطی، فرمولاسیون روابط متشکله ماکرو
- مسائل ماکرو، محدودیت استفاده از همگن‌سازی، اصل جدایش مقیاس‌ها، پیاده‌سازی اجزای محدود چند مرحله‌ای
- کریستال پلاستیسیته در تغییرشکل‌های کوچک
- کریستال پلاستیسیته در تغییرشکل‌های بزرگ
- معادلات اشلبی برای تنش، کرنش و انرژی
- تئوری تعادل نیروی میکرو (Microforce balance)
- کاربرد تئوری میدان فاز در مسائل میکرو

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Zohdi, T. I., & Wriggers, P. (2008). An introduction to computational micromechanics. Springer Science & Business Media.
- Gurtin, M. E., Fried, E., & Anand, L. (2010). The mechanics and thermodynamics of continua. Cambridge university press.
- Kachanov, M., & Sevostianov, I. (2018). Micromechanics of materials, with applications (Vol. 249). Cham: Springer.
- Mura, T. (2013). Micromechanics of defects in solids. Springer Science & Business Media.
- Aboudi, J., Arnold, S. M., & Bednarcyk, B. A. (2012). Micromechanics of composite materials: a generalized multiscale analysis approach. Butterworth-Heinemann.

نام درس (فارسی):	فیزیک پلاسما						
نام درس (انگلیسی):	Plasma Physics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- اصول: تقریب پلاسما و تعریف پلاسما، برخوردهای کولمب
- حرکت ذرات باردار در میدان مغناطیسی: (ژیروموتور، رانش‌ها، ثابت‌های آدیاباتیک، محصورشدگی در چاه‌های مغناطیسی، محصورشدگی چنبره)
- نظریه جنبشی پلاسما: (معادلات بولتزمن و ولاسوف، تقریب جنبشی رانش، تقریب فوکر–پلانک، استخراج تقریب سیال)
- تعادل‌های پلاسما: (خواص عمومی، تعادل‌های چنبره، مختصات سطح شار، انتشار میدان مغناطیسی)
- نظریه انتقال: (انتقال آشفته نئوکلاسیک و جمعی)
- امواج پلاسما: (امواج در پلاسمای سرد، امواج لانگمویر و میرایی لاندائو، نظریه ولاسوف، امواج الکترواستاتیک)
- پایداری پلاسما: (اصول کلی، ناپایداری‌های هیدرومغناطیسی، اصل انرژی، ناپایداری‌های پینچ و کینک، ناپایداری‌های تبادلی، ناپایداری‌های مقاومتی، ناپایداری‌های موج رانشی) ناپایداری‌های مخروط اتلافی و مخروط رانشی)
- گرمایش پلاسما و هدایت جریان: (گرمایش مقاومتی، فشرده‌سازی آدیاباتیک، تزریق پرتو خنثی، تزریق فرکانس رادیویی و مایکروویو، هدایت جریان غیرالقایی، گرمایش آلفا)
- تابش از پلاسما: (میدان‌های تابشی، تابش ترمزی، تابش سیکلوترون، تابش ناخالصی)
- تعاملات پلاسما–مواد: (غلاف پلاسما، کندوپاش فیزیکی و شیمیایی، بازتاب)
- تعاملات اتمی/مولکولی–پلاسما: (فرآیندهای اتمی و مولکولی در پلاسما)
- انتقال در پلاسماهای نیمه یونیزه: (پلاسمای چندگونه‌ای و روش‌های انتقال اتم/مولکول)

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Inan, U. S., & Gołkowski, M. (2010). Principles of plasma physics for engineers and scientists. Cambridge University Press.
- Fridman, A., & Kennedy, L. A. (2004). Plasma physics and engineering. CRC press.

نام درس (فارسی):	**مقدمه‌ای بر فوتونیک**						
نام درس (انگلیسی):	Fundamentals of Photonics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- اپتیک موج و اپتیک پرتو
- اپتیک الکترومغناطیسی
- پراکندگی و تضعیف
- قطبش (پولاریزاسیون)
- موج‌برهای صفحه‌ای
- فیبر نوری: خواص اساسی، فیبرهای تک حالته
- اپتیک فوتونی
- فوتون‌ها و اتم‌ها
- فوتون‌ها در نیمه‌هادی‌ها
- منابع نور فوتونی – دیودهای ساطع‌کننده نور و دیودهای لیزری
- آشکارسازهای فوتونی
- مدولاتورهای آکوستواپتیکی و الکترواپتیکی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Saleh, B. E., & Teich, M. C. (2019). Fundamentals of photonics, 2 volume set. john Wiley & sons.

نام درس (فارسی):	دینامیک ذرات جامد معلق						
نام درس (انگلیسی):	Suspension Dynamics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تعاریف
- ذرات جامد در محیط گازی (aerosol)
- ذرات جامد در محیط مایع
- مفاهیم اساسی جریان لزج
- رفتار یک کره در جریان استوکس
- روش‌های حل
- اندرکنش جفت ذره
- مفاهیم آماری و تصادفی حرکت
- حرکت براونی
- نشست ذرات
- به هم چسبیدگی ذرات
- رفتار تجمعی ذرات
- مدلسازی عددی رفتار ذرات معلق

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Guazzelli, E., & Morris, J. F. (2011). A physical introduction to suspension dynamics (Vol. 45). Cambridge University Press.
- Wen, C. S. (1996). The fundamentals of aerosol dynamics. World Scientific.
- Marchioli, C. (Ed.). (2017). Collective Dynamics of Particles: From Viscous to Turbulent Flows (Vol. 576). Springer.

نام درس (فارسی):	دینامیک قطره و پاشش						
نام درس (انگلیسی):	Droplets and sprays Dynamics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- لزوم مطالعه خواص، پدیده‌های انتقال و دینامیک قطره و اسپری
- تعریف و تعیین ابعاد قطره
- گرمایش و تبخیر یک قطره مجزای کروی شکل
- شتاب، گرمایش و تبخیر همرفتی قطرات
- قطرات مایع چند جزئی
- رفتار قطره در شرایط بحرانی و فوق بحرانی
- آرایش گروهی قطرات
- دینامیک برخورد قطره نیوتنی و غیر نیوتنی
- معادلات پاشش
- کاربردهای پاشش
- اندرکنش اسپری با جریان‌های آشفته و گردابه‌ای
- تبخیر فیلم
- پایداری جریان مایع

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Sazhin, S. (2014). Droplets and sprays (Vol. 345). London: Springer.
- Ashgriz, N. (Ed.). (2011). Handbook of atomization and sprays: theory and applications. Springer Science & Business Media.
- Champagne Jr, V. K., Ozdemir, O. C., & Nardi, A. (Eds.). (2021). Practical cold spray. Cham, Switzerland: Springer International Publishing.
- Frohn, A., & Roth, N. (2000). Dynamics of droplets. Springer Science & Business Media.
- Sirignano, W. A. (2010). Fluid dynamics and transport of droplets and sprays. Cambridge university press.

نام درس (فارسی):	مکانیک امواج دریا						
نام درس (انگلیسی):	Water Wave Mechanics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- طبقه بندی امواج آبی
- نظریه امواج کوتاه خطی (استخراج معادلات حاکم و شیوه ساده‌سازی آنها، حل تحلیلی معادلات حاکم ساده‌شد)
- مبانی انتشار امواج کوتاه (شناخت فرآیندهای دخیل در انتشار امواج کوتاه، محاسبه مشخصات امواج تحت تاثیر تغییر عمق طبیعی بستر و سازه‌های دریایی)
- پدیده های انتشار امواج کوتاه (انکسار، تفرق، انعکاس، عبور)
- آشنایی با نظریه های امواج دامنه محدود
- تعیین خصوصیات امواج نامنظم (روشهای آماری سری زمانی، روشهای طیفی)
- شکل گیری و تولید امواج توسط باد (توصیف مبانی، روش‌های پارامتریک مبتنی بر آنالیز طیفی، بیان معادلات حاکم بر شکل گیری امواج ناشی از باد)
- تئوری امواج بلند (معادلات حاکم و ساده‌سازی آنها، محاسبه خصوصیات امواج بلند در انتشار یک بعدی در آبراهه‌ها، مکانیزم‌های شکل‌گیری امواج بلند)
- پدیده های امواج بلند (جزرومد، نوسانات حوضچه‌ها، سونامی)
- اندرکنش موج و جریان
- محاسبه نیروهای هیدرودینامیکی وارد به سازه‌های دریایی
- نظریه‌های غیرخطی امواج در آب با عمق ثابت (شامل امواج استوکس، نویدال، امواج منفرد، تئوری تابع جریان)
- نظریه‌های غیرخطی امواج در آب با عمق متغیر (شامل معادلات بیضوی، هذلولی و سهموی نظریه شیب ملایم، معادلات بوسینسک)
- امواج بلند و پدیده تشدید در بندرها
- امواج سونامی
- مکانیزم های تولید امواج ناشی از باد شامل مکانیزم های فیلیپس و مایلز
- خصوصیات آماری و طیفی امواج در آب عمیق و کم عمق
- روش‌های تجربی تعیین مشخصات امواج ناشی از باد در آب عمیق و کم عمق
- مبانی مدل‌های ریاضی تولید و انتشار امواج با فاز تصادفی نسل اول، دوم و سوم
- مبانی مدل‌های ریاضی تولید و انتشار امواج با فاز قطعی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Dean, R. G., & Dalrymple, R. A. (1991). Water wave mechanics for engineers and scientists (Vol. 2). world scientific publishing company.

نام درس (فارسی):	توربوماشین پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Turbomachines						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر فناوری توربوماشین‌ها
- معادلات حاکم بر جریان سیال و ترمودینامیک در دستگاه‌های مختصات ثابت و چرخان
- تئوری طبقه (Stage) در توربوماشین‌ها
- تعادل شعاعی
- انواع افت انرژی
- طراحی پره
- دیفیوزر
- طراحی و پیش‌بینی عملکرد کمپرسور جریان محوری، طراحی و پیش‌بینی عملکرد کمپرسور گریز از مرکز
- طراحی و پیشبینی عملکرد توربین جریان محوری، طراحی و پیش‌بینی عملکرد توربین جریان شعاعی
- محاسبات محفظه احتراق
- روش‌های تجربی تعیین عملکرد توربوماشین‌ها
- توربوماشین‌ها در انرژی تجدیدپذیر
- طراحی توربوماشین‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Numeca و CFX
- تحلیل CFD توربوماشین‌ها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Logan Jr, E. (2003). Handbook of turbomachinery. CRC Press.
- Dick, E. (2015). Fundamentals of turbomachines (Vol. 109). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Dixon, S. L., & Hall, C. (2013). Fluid mechanics and thermodynamics of turbomachinery. Butterworth-Heinemann.

نام درس (فارسی):	تهویه پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Air Condtioning						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- شرایط آسایش و شاخص‌های آن، فاکتورهای تأثیرگذار بر آسایش دمایی، مدلسازی آسایش دمایی، حساسیت افراد، متاورس و آسایش حرارتی مجازی،
- اصول کنترل تاسیسات تهویه ساختمان، اجزای تجهیزات کنترل شامل سنسورها، ترنسدیوسرها، ترانسمیترها، کنترلرها، اکچویتورها
- آشنایی با انواع هواسازها و بررسی مزایا و معایب و کاربرد آنها
- طراحی و کنترل مشخصه‌های تهویه فضاهای خاص مانند اتاق‌های تمیز و بیمارستانی
- آشنایی با تجهیزات ذخیره‌سازی سرمایش و گرمایش در ساختمان، انواع فناوری ذخیره‌سازی حرارتی و برودتی، انواع راهبردهای ذخیره‌سازی، مراحل طراحی پمپ حرارتی، تحلیل ترمودینامیکی ذخیره‌سازها
- آشنایی با سیستم‌های جریان مبرد متغیر (VRF) و طراحی آنها، مقایسه سیستم VRF با سیستم‌های برودتی دیگر در ساختمان از جمله چیلرهای تراکمی
- سیستم‌های پکیج چگالشی، مقایسه استفاده از آنها در سیستم‌های شوفاژی و کف–گرمایشی
- کمپرسورهای توربوکر و بررسی کاربرد آنها از نظر اقتصادی، بررسی کندانسورهای میکروکانالی، بررسی فن‌های EC، خنک‌کن‌های جذبی سطحی، سیستم‌های سرمایش رایگان
- طراحی سیستم‌های ترکیبی با رویکرد صرفه‌جویی در مصرف آب و انرژی، ترکیب سیستم‌های تبخیری با چرخ دسیکانت و انرژی خورشیدی، سیستم‌های Micro-CHP، ساختمان‌های سبز، کاربرد فناوری‌های تجدیدپذیر در تهویه، گرمایش و سرمایش ساختمان
- آشنایی با نرم‌افزارهای مورد استفاده در HVAC

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- McQuiston, F. C., Parker, J. D., Spitler, J. D., & Taherian, H. (2023). Heating, ventilating, and air conditioning: analysis and design. John Wiley & Sons.
- Mitchell, J. W., & Braun, J. E. (2012). Principles of heating, ventilation, and air conditioning in buildings. John Wiley & Sons.
- American Society of Heating, Refrigerating, & Air-Conditioning Engineers. (2003). ASHRAE Handbook: Heating, ventilating, and air-conditioning applications. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.

نام درس (فارسی):	سیستم‌های تبرید پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Refrigeration Systems						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- سیستم تبرید تراکمی چند مرحله‌ای، چرخه‌های آبشاری دو- و سه-مرحله‌ای، سیستم‌های تبرید جذبی چند اثره
- سیستم‌های تبرید جت بخار، سیستم‌های تبرید جذبی سطحی، سیکل تبرید استرلینگ، سامانه تبرید ترموالکتریک، سامانه تبرید ترمواکوستیک
- سامانه تبرید متال هیدراید، تبرید مغناطیسی کارنو، برایتون و اریکسون، سامانه‌های تبرید سوپرمارکتی
- بررسی جامع مبردها، نحوه نام‌گذاری و ویژگی‌های نسل‌های مختلف
- سرمایش در دمای پایین و مایع‌سازی گازها: تعریف کرایوژنیک (Cryogenic)، تاریخچه، فرآیند مایع‌سازی گازها، معرفی اجمالی چرخه‌های لینده-همپسون (ساده، با شیب سرمایش و اصلاح‌شده)، چرخه آبشاری (Cascade)، چرخه کلاد (Claude)، چرخه کاپیتزا (Kapitza)
- تبرید صنعتی، نگهداری مواد غذایی بالا و پایین دمای انجماد، خشک کردن انجمادی، سرمایش هوای صنعتی، تبرید در واحدهای صنعتی، تبرید در پیست اسکی، تبرید در صنایع شیمیایی
- کمپرسورهای صنعتی
- کندانسورها و اواپراتورهای صنعتی
- انواع شیرها، شیرهای کنترل، شیرهای انبساط، شیرهای تنظیم فشار، شیرهای کنترل سطح مایع، انواع دیگر شیرها، انتخاب شیر و سیستم کنترل، کنترل الکتریکی و ابزار دقیق در تبرید صنعتی، علائم در نقشه‌ها، دیاگرام‌های نردبانی، تجهیزات مانیتورینگ، ترانسدیوسرهای فشار و دما
- لوله‌کشی در تبرید صنعتی، افت فشار، اندازه بهینه لوله، تمهیدات در جداسازی روغن و مبرد، ملاحظات عبور مایع و بخار در مسیر لوله‌کشی، رسیور، جداکن روغن و مبرد، آکومولاتور، فلش تانک، محفظه موجگیر در اواپراتورهای فلودید، تعیین اندازه محفظه‌ها در تبرید صنعتی
- ایمنی در تبرید صنعتی، مقایسه ایمنی در واحدهای تبرید آمونیاکی و دیگر واحدها، لوله‌کشی و شیرهای کنترل، تهویه هوای موتورخانه، ملاحظات تخلیه آمونیاک
- طراحی سیستمهای تبرید جذبی آمونیاکی صنعتی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Dincer, I., & Kanoglu, M. (2010). Refrigeration systems and applications (Vol. 436). New York: Wiley.
- Stoecker, W. F., & Stoecker, W. F. (1998). Industrial refrigeration handbook (Vol. 10). New York: McGraw-Hill.

نام درس (فارسی):	کرایوژنیک						
نام درس (انگلیسی):	Cryogenics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه: تعریف کرایوژنیک، بررسی خصوصیات سیالات کرایوژنیک نظیر اکسیژن، نیتروژن، آرگون، نئون، فلورین، هلیوم، هیدروژن، خصوصیات مواد در دماهای بسیار پایین، ابر–رسانایی (superconductivity) الکتریکی و گرمایی
- تبرید کرایوژنیک: اصول و روش‌های دستیابی به دماهای بسیار پایین و تحلیل آنها: انبساط ژول–تامپسون، سیستمهای تبرید گاز سرد، فرایندهای cascade، چرخه لیند–هامپسن، سیستم‌های کلاود، کرایوکولرهای استرلینگ، تبرید معناطیسی، سیستم‌های تبرید گیفورد
- اجزاء سیستم‌های کرایوژنیک: مبدل‌های حرارتی کرایوژنیک، کمپرسورها، توربو اکسپندرها، روشهای عایق‌سازی، تجهیزات ذخیره مایعات کرایوژنیک، تجهیزات انتقال مایعات کرایوژنیک
- جداسازی و خالص‌سازی گازها: گاز ایده‌آل، خصوصیات مخلوط گازها، اصول جداسازی گازها، شناخت فرایند تولید گاز مایع و جداسازی و خالص‌سازی متان، جداسازی و خالص‌سازی سایر هیدروکربن‌های سنگین از متان در فرایند مایع‌سازی گاز طبیعی، استخراج هلیوم در حین مایع‌سازی گاز طبیعی، خالص‌سازی و مایع‌سازی هلیوم
- ابزار اندازه‌گیری و ایمنی در کرایوژنیک: خصوصیات ابزار اندازه‌گیری، اندازه‌گیری فشار، جریان، سطح مایع، چگالی، دما و دبی در گستره کرایوژنیک، ایمنی در حین استفاده، ذخیره‌سازی و انتقال سیالات کرایوژنیک، شناخت مخاطرات و صدمات احتمالی در حین کار با سیالات کرایوژنیک مانند خفگی، سرمازدگی و هیپوترمی
- کاربردهای کرایوژنیک: استفاده از مایعات کرایوژنیک در ابزارهای ابر–رسانا مانند دیودها، موتورها، ترانسفورماتورها، استفاده در تکنولوژی فضایی، نگهداری مواد غذایی، نگهداری ارگان‌ها و بافت‌ها، پیشرانش هسته‌ای، پیشرانش شیمیایی، سرمایش آنی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Flynn, T. (2004). Cryogenic engineering, revised and expanded. CRC Press.
- Atrey, M. D. (Ed.). (2020). Cryocoolers: theory and Applications. Springer Nature.
- Mukhopadhyay, M. (2010). Fundamentals of cryogenic engineering. PHI Learning Pvt. Ltd..

نام درس (فارسی):	سیستم‌های هیدرولیکی و پنوماتیکی پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Hydraulic and Pneumatic Systems						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مروری بر مفاهیم پایه: مقایسه سیستم‌های هیدرولیک و پنوماتیک، اصول فیزیکی انتقال قدرت به‌وسیله سیالات، بررسی مزایا و معایب هر سیستم
- طراحی و تحلیل مدارهای پیشرفته: طراحی مدارهای ترکیبی (سری و موازی)، تحلیل مدارهای ترتیبی و منطق‌های کنترلی، استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مانند FluidSim و Automation Studio
- شیرها و المان‌های کنترلی پیشرفته، شیرهای پروپورشنال و سروو، شیرهای کارتریجی و منطق‌های کنترل فشار، آشنایی با تایمرها و شمارنده‌های پنوماتیکی
- پمپ‌ها و آکومولاتورها، انواع پمپ‌ها و محاسبات مرتبط، کاربرد و طراحی آکومولاتورها، تحلیل عملکرد و انتخاب مناسب بر اساس نیاز سیستم
- کنترل الکترونیکی و هوشمند، ادغام سیستم‌های هیدرولیک و پنوماتیک با PLC ، کنترل فازی و شبکه‌های عصبی در سیستم‌های سیالاتی، اتوماسیون صنعتی و کاربرد اینترنت اشیاء
- عیب‌یابی و نگهداری پیشرفته، روش‌های تشخیص و رفع عیوب در سیستم‌های پیچیده
- استفاده از سنسورها و ابزار دقیق برای مانیتورینگ، برنامه‌ریزی نگهداری پیشگیرانه و پیش‌بینانه
- مطالعات موردی و کاربردهای صنعتی، بررسی سیستم‌های هیدرولیک و پنوماتیک در صنایع مختلف مانند خودروسازی، هوافضا و رباتیک
- تحلیل عملکرد سیستم‌های واقعی و بهینه‌سازی آن‌ها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Bolton, W. (1997). Pneumatic and hydraulic systems. Butterworth Heinemann.
- Ilango, S., & Soundararajan, V. (2011). Introduction to hydraulics and pneumatics. PHI Learning.
- Turner, I. C. (2020). Engineering applications of pneumatics and hydraulics. Routledge.

نام درس (فارسی):	مهندسی پمپ و آزمایشگاه						
نام درس (انگلیسی):	Pump Engineering and Laboratory						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۱	تعداد ساعت:	٦٤
آموزش تکمیلی:	■ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ■ بازدید علمی ■ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تقسیم‌بندی پمپ‌ها
- مروری بر مکانیک سیالات
- مشخصات اصلی توربوپمپ‌ها
- منحنی‌های مشخصه توربو پمپ‌ها
- محاسبات خطوط لوله
- ضربه قوچ آب
- عملکرد پمپ بر روی مدار
- ایستگاه‌های پمپاژ
- ساختمان توربوپمپ‌ها
- نیروهای شعاعی و محوری
- آزمایش پمپ‌ها
- کاربرد انواع پمپ در صنایع نفت و گاز پتروشیمی، شبکه‌های آب و فاضلاب، صنایع غذایی، صنایع شیمیایی و معدنی

توجه: دانشجویان این درس در قالب حداقل دو بازدید صنعتی با پمپ‌ها و سیستم‌های پمپاژ در صنایع مختلف آشنا خواهند شد. در صورت امکان، دانشجویان برخی از این آزمونها را به صورت عملی و آزمایشگاهی فرا خواهند گرفت.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Nesbitt, B. (2006). Handbook of pumps and pumping: Pumping manual international. Elsevier.
- Volk, M. (2013). Pump characteristics and applications. CRC Press.
- Tuzson, J. (2000). Centrifugal pump design. John Wiley & Sons.
- Takacs, G. (2017). Electrical submersible pumps manual: design, operations, and maintenance. Gulf professional publishing.
- Jones, G. M., & Tchobanoglous, G. (Eds.). (2006). Pumping station design. Gulf Professional Publishing.

نام درس (فارسی):	مهندسی خطوط لوله						
نام درس (انگلیسی):	Pipeline Engineering						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- کاربردهای خطوط لوله در آبرسانی و انتقال مایعات و گازها
- کدها، استانداردها و آیین‌نامه‌های طراحی، نظارت و بهره‌برداری
- جریان تکفاز، دوفاز و چندفاز در خطوط لوله
- فشار داخلی لوله
- فشار بیرونی لوله
- جاگذاری و مهار لوله
- انعطاف‌پذیری و خستگی
- ارتعاشات
- بارگذاری باد
- بارگذاری زلزله
- انفجار و ضربه
- مواد مورد استفاده
- روش‌های اتصال: جوشکاری، فلنج
- انواع پمپ و ایستگاه‌های پمپاژ
- خطوط لوله روی زمین
- خطوط لوله مدفون
- خطوط لوله دریایی
- تست فشار و نشتی
- علل و روش‌های بازدارنده و اصلاح خوردگی، فرسایش، رسوب، لجن، هیدرات
- سیستم SCADA در خطوط لوله
- روش‌ها و تجهیزات اندازه‌گیری مشخصات سیالات درون خطوط لوله
- بازرسی، پایش، ارزیابی، تعمیر و نگهداری
- مراحل تحلیل و طراحی سازه‌ای و مکانیکال

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Antaki, G. A. (2003). Piping and pipeline engineering: design, construction, maintenance, integrity, and repair. CRC Press.
- de França Freire, J. L., Gomes, M. R. R., & Gomes, M. G. (Eds.). (2024). Handbook of Pipeline Engineering. Springer Nature.

نام درس (فارسی):	طراحی مخازن تحت فشار پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Pressure Vessel Design						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- کاربرد و انواع مخازن تحت فشار در صنایع گوناگون
- تنش‌های غشایی در پوسته‌های مدور تحت فشار
- تنش‌های ناپیوستگی در محل اتصال پوسته‌های تحت فشار
- مخازن جدار ضخیم استوانه‌ای و کروی
- تنش‌های حرارتی در مخازن تحت فشار
- طراحی مخازن و درپوش‌ها تحت فشار خارجی بر اساس کد ASME
- ۶طراحی پایه‌های مخازن تحت فشار
- مجراهای روی مخازن تحت فشار و تقویت آنها
- مواد و روشهای ساخت

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Vullo, V. (2014). Circular cylinders and pressure vessels stress analysis and design.
- Moss, D. R. (2004). Pressure vessel design manual. Elsevier.
- Vasiliev, V. V. (2009). Composite pressure vessels: Design, analysis, and manufacturing. Bull Ridge Corporation.
- Chattopadhyay, S. (2004). Pressure vessels: design and practice. CRC press.

نام درس (فارسی):	فناوری‌های شیرین‌سازی آب						
نام درس (انگلیسی):	Water Desalination Technologies						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- اهمیت پروژه‌های شیرین سازی در تامین منابع آب
- تاریخچه و تجربیات جهانی، پروژه‌های شیرین سازی در کشور
- فرایندهای حرارتی مرسوم
- فرایند غشائی اسمز معکوس
- فرایند غشائی نانوفیلتراسیون
- فرایند غشائی الکترودیالیز
- تقطیر غشائی
- شیرین سازی با ستون های تعویض یونی
- شیرین سازی با استفاده از انرژی های تجدیدپذیر
- شیرین سازی توسط چرخه یخ زدن– ذوب شدن
- استفاده از انرژی خورشیدی برای شیرین‌سازی
- ملاحظات اقتصادی و محدودت های فنی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Schorr, M. (Ed.). (2011). Desalination: Trends and technologies. BoD–Books on Demand.
- Khan, A. (Ed.). (2021). Sustainable Materials and Systems for Water Desalination. Springer Nature.

نام درس (فارسی):	نیروگاه‌های آبی						
نام درس (انگلیسی):	Hydropower Plants						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ■ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- معرفی انرژی آب: تاریخچه برقابی، مدیریت آب و فناوری برقابی، عملکرد برقابی، چرخه عمر نیروگاه آبی، مراحل ایجاد برقابی، مزایا و معایب نیروگاه‌های آبی، ایمنی و کمک‌های اولیه در نیروگاه آبی، فناوری‌های نوین در نیروگاه‌های آبی، پتانسیل‌های برقابی : پتانسیل‌های جهانی آب، پتانسیل‌های ملی آب، انواع نیروگاهای آبی، طرح‌های نیروگاهی بدون احداث سد مخزنی، طرح‌های نیروگاهی با احداث سد مخزنی، طرح‌های نیروگاهی با پتانسیل جزر و مد، سایر طرح‌ها
- انتخاب سایت نیروگاه‌های آبی : مطالعات هیدرولوژیکی، آمار و اطلاعات لازم، ایجاد منحنی‌های تدوام جریان، شبیه‌سازی عملکرد مخزن و برآورد سیلاب، مطالعات زمین‌شناسی، مطالعات ماهوارهای، انتخاب سایت و امکان‌سنجی برای پروژه برقابی
- انواع توربین‌های آبی و اصول کار آنها : :توربین‌های ضربه‌ای، توربین‌های عکس‌العملی، جریان– شعاعی، جریان– محوری، جریان– مخلوط، توربین‌های حبابی، واحدهای ریم، واحدهای بانکی، واحدهای اشناید
- طراحی هیدرولیکی توربین: انتخاب توربین و تعیین ظرفیت بهینه نیروگاه، توربین مدل و آزمایشات کارخانه (راندمان، کاویتاسیون، نیروهای تراست، سرعت فرار)، محدودیت‌های عملکرد هیدرولیکی توربین، پارامترهای طراحی هیدرولیکی و ثابت‌ها و منحنی‌های تجربی توربین
- پدیده کاویتاسیون در طراحی نیروگاه‌های آبی : تعریف کاویتاسیون، نحوه رخداد کاویتاسیون در تجهیزات مکانیکی مختلف، ضریب توما، کنترل پدیده کاویتاسیون، نمونه‌های کاویته شده
- احداث سدها برای نیروگاه‌های آبی :معیارهای انتخاب سد، مراحل انتخاب سد، انواع سد، سدهای ایران، اصول کلی در طراحی سدها، بارگذاری سدها و پدیده‌های حاصل، ابزاربندی در سدها، سرریزها و انرژی‌شکن
- تجهیزات هیدرومکانیکی سدها: مجاری برداشت و انتقال آب، دهانه ورودی، آشغال‌گیرها، مجرای فولادی/ بتنی انتقال، انشعابات/ تغییر مقاطع،تجهیزات هیدرومکانیک، انواع شیرها، انواع دریچه‌ها
- تجهیزات اصلی و فرعی نیروگاه آبی: اجزای اصلی توربین، محفظه حلزونی، مقسم، چرخ توربین، لوله مکش، شافت توربین و رابط یاتاقان‌ها، گاورنر، ژنراتور و سیستم تحریک، باس‌بار و ترانسفورماتورها، سوئیچ‌گیر، ابزارهای اندازه‌گیری، سیستم هوای فشرده، سیستم تأمین روغن روانکاری، سیستم تأمین آب مصرفی و خنک‌کن، سیستم تخلیه زهآب)زهکش(و مجاری، کارگاه مکانیک، سیستم‌های گرمایش و سرمایش، کابل‌ها و سیستم زمین، جوشکاری، اعلام و اطفای حریق، تجهیزات الکتریکی جانبی، جرثقیل اصلی و فرعی، ساختمان نیروگاه
- کنترل فشار و سرعت در نیروگاه‌های آبی مفهوم دروپ سرعت، عملکرد گاورنر در کنترل سرعت، پدیده نوسان فشار و ایجاد ضربه قوچ، نحوه کنترل فشار و جلوگیری از ضربه قوچ

توجه: دانشجویان این درس در قالب یک بازدید صنعتی با نیروگاه های آبی آشنا خواهند شد.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Breeze, P. (2018). Hydropower. Academic Press.
- Munoz-Hernandez, G. A., Mansoor, S. A. P., & Jones, D. I. (2012). Modelling and controlling hydropower plants. Springer Science & Business Media.
- Wagner, H. J., & Mathur, J. (2011). Introduction to hydro energy systems: basics, technology and operation. Springer Science & Business Media.

نام درس (فارسی):	نیروگاه‌های حرارتی						
نام درس (انگلیسی):	Thermal Power Plants						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ■ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- آشنایی با نیروگاه های حرارتی
- چرخه های ترمودینامیکی در تولید برق
- انواع نیروگاه های حرارتی: زغال سنگ، گاز و هسته ای
- بویلرها و سیستم های بازیابی حرارت
- توربین های بخار و ژنراتورها
- سیستم های خنک کننده و مبدل های حرارتی
- مدیریت سوخت و فرآیندهای احتراق
- بهینه سازی کارایی و عملکرد
- اثرات زیست محیطی و کنترل انتشار
- سیستم های عملیاتی و کنترلی
- مطالعات موردی: تحلیل عملکرد نیروگاه حرارتی

توجه: دانشجویان این درس در قالب یک بازدید صنعتی با نیروگاه های حرارتی آشنا خواهند شد.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Nag, P. K. (2008). Power plant engineering. McGraw-Hill.
- Chaplin, R. A. (Ed.). (2009). Thermal power plants. Encyclopedia of Life Support Systems.
- Flynn, D. (Ed.). (2003). Thermal power plant simulation and control (No. 43). IET.
- Sarkar, D. (2015). Thermal power plant: design and operation. Elsevier.

نام درس (فارسی):	مبانی طراحی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی						
نام درس (انگلیسی):	Fundamentals of Combined Cycle Power Plants Design						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ■ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر فناوری‌های مختلف نیروگاه‌ها، مبانی چرخه ترمودینامیکی، یادآوری قوانین ترمودینامیک و چرخه‌های توربین گاز
- چرخه‌های ایده‌آل توربین گاز باز و بسته
- منابع انرژی برای نیروگاه‌های سیکل ترکیبی
- تأثیر ارتفاع و شرایط محیطی بر عملکرد نیروگاه سیکل ترکیبی
- عملکرد واقعی چرخه برایتون
- تحلیل چرخه با خواص متغیر
- اجزای نیروگاه سیکل ترکیبی
- فیلتراسیون هوا
- کمپرسور هوا
- محفظه‌های احتراق: انواع، کنترل آلودگی و پایش
- اندازه‌بندی توربین گاز و توربین بخار
- ژنراتور بخار بازیابی حرارت اتلافی
- عملکرد توربین بخار
- سیستم دفع حرارت
- سیستم‌های کنترل
- افزایش عملکرد نیروگاه، راندمان اجزا
- افزایش عملکرد نیروگاه سیکل ساده و ترکیبی. حالت بهره‌برداری سیکل ساده در مقابل حالت سیکل ترکیبی
- انتخاب و عملکرد توربین بخار برای STEG
- زمان‌بندی بهره‌برداری و نگهداری نیروگاه‌های سیکل ترکیبی
- سیستم‌های خنک‌کننده هوای ورودی و مه
- عملکرد و کنترل بار جزئی
- ادغام انرژی حرارتی خورشیدی و هسته‌ای با نیروگاه‌های سیکل ساده و ترکیبی
- اقتصاد نیروگاه‌های سیکل ترکیبی، مکان‌یابی نیروگاه، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی
- شبیه‌سازی عملکرد نیروگاه سیکل ترکیبی

توجه: دانشجویان این درس در قالب یک بازدید صنعتی با نیروگاه های سیکل ترکیبی آشنا خواهند شد.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Gülen, S. (2019). Gas turbine combined cycle power plants. CRC Press.
- Jeffs, E. (2008). Generating power at high efficiency: Combined cycle technology for sustainable energy production. Elsevier.

نام درس (فارسی):	نیروگاه‌های هسته‌ای						
نام درس (انگلیسی):	Nuclear Power Plants						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ■ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمهای بر نیروگاه‌های هسته‌ای، بررسی سوخت، خنک‌کننده و آرام‌کننده شناخت مفاهیم پایه و تعاریف مربوط به فیزیک راکتور و فناوری نیروگاه‌های هسته‌ای
- شناخت سوخت، خنک کننده و آرام کننده، واکنش شکافت هسته ای و روشهای کنترل، حفاظ هسته‌ای، مولد
- بخار، تولید الکتریسیته، دسته بندی راکتورها بر اساس سوخت، خنک کننده و آرام کننده
- مقدمات فیزیک هسته‌ای: ساختار اتم، شکافت هسته ای، پایداری هسته ای، رادیواکتیویته و تشعشع، تبادلات نوترونی روابط انرژی و جرم
- شناخت راکتورها و اصول کارکرد BWR و PWR
- شیمی آب مورد استفاده در نیروگاه هسته ای: مروری بر مفاهیم شیمی (مخلوط، محلول، ترکیب، pH ، خوردگی و ...) کنترل شیمی آب سیستم‌های ثانویه و جانبی
- اساس سیستم خنک کاری و کنترل شیمیایی، کنترل شیمیایی، ناخالصی ها، رادیوشیمی، لزوم کنترل کیفیت آب، پارمترهای کنترلی، منابع ناخالصی در راکتور، حذف ناخالصی ها، رادیو شیمی
- مقدمه ای بر علم مواد و طبقه بندی مواد با ساختار بلوری، رفتار مواد و تعاریف متالورژیکی، مکانیزم های شکست و دفرمگی
- اثرات تشعشع بر مواد و آلیاژها در نیروگاه هسته ای، سوخت هسته ای، توسعه میدان تنش در دیواره راکتور، اثرات خوردگی/سایش، کاربرد آزمون های غیرمخرب
- مروری بر ساختار اجزاء برقی نیروگاه هسته ای شامل ژنراتورهای AC، ترانسفورماتورها، سیستم های توزیع برق، رگولاتورهای ولتاژ و موتورهای الکتریکی
- مروری بر ساختار اجزاء مکانیکی نیروگاه های هسته ای شامل توربینها، پمپها، شیرها، سیستم های پایپینگ و اتصالات، یاتاقان‌ها و سیستم‌های روغن کاری، ارتعاشات ماشین های دوار و مسایل ایمنی مربوط به ماشین های دوار
- سیستم‌های اندازه‌گیری دما، فشار و جریان، سیستم های کنترل نیروگاه و دیاگرام های منطقی، علل و عوامل توقف اضطراری نیروگاه های هسته ای

توجه: دانشجویان این درس (در صورت فراهم بودن شرایط) در قالب یک بازدید صنعتی با نیروگاه های هسته‌ای آشنا خواهند شد.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Breeze, P. (2018). Hydropower. Academic Press.
- Munoz-Hernandez, G. A., Mansoor, S. A. P., & Jones, D. I. (2012). Modelling and controlling hydropower plants. Springer Science & Business Media.
- Wagner, H. J., & Mathur, J. (2011). Introduction to hydro energy systems: basics, technology and operation. Springer Science & Business Media.

نام درس (فارسی):	طراحی راکتورهای کوچک مدولار						
نام درس (انگلیسی):	Design of Small Modular Reactors (SMRs)						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐ عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تکامل تاریخی راکتورهای هسته‌ای و نسل‌های مختلف آنها
- تاریخچه، پتانسیل و کاربردهای SMRها
- آمادگی، استقرار، پذیرش اجتماعی و تجاری‌سازی فناوری SMRها
- اقتصاد و امور مالی SMRها
- مفاهیم دفاع در عمق (Defense In Depth) و ایمنی در طراحی و کاربرد آنها در SMRها
- مفهوم سیستم ایمنی غیرفعال، طبقه‌بندی و کاربرد آن برای انواع مختلف SMRها
- تحلیل مقیاس‌بندی و شباهت و ارتباط آنها با تحلیل حرارتی–هیدرولیکی راکتورهای هسته‌ای از جمله SMRها
- انواع SMRها و الزامات مهندسی و طراحی آنها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Zohuri, B., & McDaniel, P. (2019). Advanced smaller modular reactors. Springer: Berlin/Heidelberg, Germany.
- Zohuri, B. (2019). Small modular reactors as renewable energy sources. Springer International Publishing.
- Morales Pedraza, J. (2017). Small Modular Reactors for Electricity Generation. Springer International Publishing:.

نام درس (فارسی):	انرژی‌های تجدیدپذیر دریایی						
نام درس (انگلیسی):	Offshore Renewable Energy						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- توربین‌ها و مزارع بادی
- اجزای الکترومکانیکی توربین‌های بادی
- طراحی سازه‌ای و فونداسیون توربین‌های بادی ثابت: جکت، سه پایه، تک پایه، وزنی؛ اندرکنش خاک و سازه
- طراحی سازه‌ای و سیستم مهار توربین‌های بادی شناور: نیمه مستغرق، کشپا (TLP)، استوانه‌ای (Spar)
- مبدل‌های انرژی موج
- سیستم‌های دوگانه تولید انرژی باد و موج
- بارگذاری هیدرودینامیکی و آیرودینامیکی
- تحلیل پاسخ دینامیکی
- تحلیل تصادفی
- انرژی جزر ومد
- سامانه‌های انرژی خورشیدی در دریا

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Karimirad, M. (2014). Offshore energy structures: for wind power, wave energy and hybrid marine platforms. Springer.
- Anaya-Lara, O., Tande, J. O., Uhlen, K., & Merz, K. (2018). Offshore wind energy technology. John Wiley & Sons.
- Bhattacharya, S. (2019). Design of foundations for offshore wind turbines. John Wiley & Sons.
- Soares, C. G., & Wang, S. (Eds.). (2024). Innovations in Renewable Energies Offshore. CRC Press.

نام درس (فارسی):	مهندسی باد						
نام درس (انگلیسی):	Wind Engineering						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- آشنایی با فرایند و مدلسازی باد: لایه مرزی اتمسفری (ABL)، معادلات حاکم، اقلیم باد
- آشفتگی (توربولانس)، تعریف آماری آشفتگی، طیف توان
- سرعت حداکثر باد، توزیع احتمالاتی سرعت باد، انتخاب دوره بازگشت، ضریب جست‌باد (gust factor)
- آیرودینامیک جسم جریان‌بند (bluff body)، ضرایب فشار/نیرو، جدایش لایه مرزی، نوسانات فشار/نیرو
- اندرکنش باد و سازه، تئوری شبه–پایدار، ضریب تاثیر جست‌باد
- ارتعاشات ناشی از باد در سازه‌ها
- پاسخ سازه در برابر آشفتگی ناشی از باد
- روش مدلسازی عددی و تحلیل در برابر باد
- مشخصات و اجزای ژنراتور توربین بادی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Jain, P. (2011). Wind energy engineering. McGraw-Hill,.
- Spera, D. A. (1994). Wind turbine technology.

نام درس (فارسی):	آیرودینامیک توربین‌های بادی						
نام درس (انگلیسی):	Aerodynamics of wind turbines						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه
- انواع توربین‌های بادی
- معادلات دیفرانسیل جریان سیال
- معادلات ویسکوزیته و ناویه–استوکس
- جریان پتانسیل
- فرمولاسیون گردابه‌ای جریان سیال
- تئوری لایه مرزی
- توربولانس
- شرایط جریان ورودی توربین بادی
- تئوری‌های مومنتوم
- مدل‌های عددی
- اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی
- تاثیر آیرودینامیک بر طراحی تیغه توربین
- آیرودینامیک مزرعه توربین بادی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Hansen, M. (2015). Aerodynamics of wind turbines. Routledge.
- Schaffarczyk, A. P. (2024). Introduction to wind turbine aerodynamics. Springer Nature.

نام درس (فارسی):	**انرژی زمین‌گرمایی**						
نام درس (انگلیسی):	Geothermal Energy						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۲**	**واحد نظری:**	**۲**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۳۲**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تعریف مخازن زمین‌گرمایی
- مقدمه‌ای بر منابع گرمایی پوسته زمین
- سیستم‌های زمین گرمایی: انتقال و انتشار
- مدل مفهومی زمین‌گرمایی
- روش‌های اکتشاف، ارزیابی و حفاری مخازن زمین‌گرمایی
- تاسیسات سطح‌الارضی
- مبدل‌های حرارتی آب زیرزمینی
- مبدل‌های حرارتی درون‌چاهی
- مبدل‌های حرارتی سطح الارضی
- سیستم لوله و پمپ
- تبدیل انرژی زمین گرمایی
- انتقال انرژی
- ارزیابی اقتصادی پروژه‌های زمین‌گرمایی
- مزایا و معایب زیست‌محیطی توسعه انرژی زمین‌گرمایی
- تجربیات بهره‌برداری انرژی زمین‌گرمایی در جهان و ایران

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Chiasson, A. D. (2016). Geothermal heat pump and heat engine systems: Theory and practice. John Wiley & Sons.
- Dickson, M. H., & Fanelli, M. (2013). Geothermal energy: utilization and technology. Routledge.
- Grant, M. (2013). Geothermal Reservoir Engineering. Elsevier.
- Livescu, S., & Dindoruk, B. (Eds.). (2025). Geothermal Energy Engineering: Technology Transfer with the Oil and Gas Industry. Elsevier.
- García-Gil, A., Garrido Schneider, E. A., Mejías Moreno, M., & Santamarta Cerezal, J. C. (2022). Shallow geothermal energy: theory and application. Cham (Switzerland): Springer International Publishing.

نام درس (فارسی):	انرژی زیستی						
نام درس (انگلیسی):	Bioenergy						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تعریف انرژی زیستی، آشنایی با انواع سوخت‌های زیستی، آشنایی با ترکیب‌های شیمیایی یک زیست‌توده
- انرژی زیست توده گیاهی
- سوخت‌های زیستی مایع
- تولید اتانول زیستی
- تولید بیودیزل
- سوختهای زیستی گازی
- تولید گاز زیستی به روش هضم بی‌هوازی
- احتراق بیودیزل و بیوگاز
- بازطراحی مشعل‌های بیوگاز
- الکتریسیته زیستی
- سیکل ترکیبی (CHP) در تبدیل مواد اولیه به انرژی زیستی
- تولید انرژی از پسماند

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Hakeem, K. R., Jawaid, M., & Rashid, U. (Eds.). (2014). Biomass and bioenergy: Applications. Springer.
- Li, Y., & Khanal, S. K. (2016). Bioenergy: principles and applications. John Wiley & Sons.
- Dahiya, A. (Ed.). (2014). Bioenergy: Biomass to biofuels. Academic Press.

نام درس (فارسی):	انرژی هیدروژن						
نام درس (انگلیسی):	Hydrogen Energy						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مفاهیم اولیه در خصوص انرژی هیدروژن
- مخازن طبیعی هیدروژن
- هیدروژن سبز
- سلول‌های سوختی
- تولید هیدروژن از زیست‌توده
- تولید هیدروژن از سوخت‌های فسیلی
- ذخیره‌سازی هیدروژن مایع پرفشار و هیدروژن مایع(LH2)
- کاربرد انرژی هیدروژن: وسایل نقلیه و سایر کاربردها
- کاربرد آمونیاک و سایر ترکیبات به عنوان حامل هیدروژن
- کاربرد آلیاژها در ذخیره‌سازی هیدروژن
- کاربرد احتراق هیدروژن
- تولید متانول از واکنش هیدروژن و دی اکسید کربن
- باتری‌ها و ایستگاه‌های شارژ هیدروژن
- مسائل زیست‌محیطی و ایمنی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Miranda, P. E. (2018). Science and Engineering of Hydrogen-based Energy Technologies: Hydrogen Production and Practical Applications in Energy Generation. Academic Press.

نام درس (فارسی):	تبدیل مستقیم انرژی						
نام درس (انگلیسی):	Direct Energy Conversion						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- معرفی تبدیل انرژی و تبدیل مستقیم انرژی
- سااختار بلوری مواد نیمه‌هادی، نیمه‌هادی‌های ذاتی و دوپ‌شده، آمار الکترون‌ها و حفره‌ها
- سلول خورشیدی، اثر فوتوالکتریک، ملاحظات کلی سلول خورشیدی، پیوند p-n ناگهانی و تدریجی
- محاسبات مربوط به بازده سلول‌های خورشیدی و پارامترهای مؤثر بر بازده
- روش‌های ساخت سلول‌های خورشیدی
- تبدیل انرژی ترموالکتریک، اثرات ترموالکتریک و روابط آن‌ها
- مولدهای ترموالکتریک و خنک‌کننده‌های ترموالکتریک
- محاسبه عملکرد خنک‌کننده‌های ترموالکتریک و بازده مولدهای ترموالکتریک
- بهینه‌سازی و ملاحظات تغییر خواص با دما
- ملاحظات کلی تبدیل انرژی مگنتوهیدرودینامیک و مسائل مرتبط

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Markvart, T. (2012). Solar cells: materials, manufacture and operation. Academic Press.
- Nolas, G. S., Sharp, J., & Goldsmid, J. (2013). Thermoelectrics: basic principles and new materials developments (Vol. 45). Springer Science & Business Media.

نام درس (فارسی):	انرژی حرارتی خورشیدی						
نام درس (انگلیسی):	Solar Thermal Energy						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- آشنایی با روش‌های گوناگون طراحی سیستم‌های حرارتی خورشیدی
- کلکتورهای حرارتی خورشیدی، کلکتورهای سهموی شکل خطی و بشقابی، کلکتورهای لوله خلا، کلکتورهای هیبریدی
- آشنایی با انواع ردیاب خورشیدی (tracker) و روش‌های ردیابی
- سیستم‌های پسیو حرارتی خورشیدی
- گرمایش آب با انرژی خورشیدی
- سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی محیطی خورشیدی
- سیستم‌های آب‌شیرین‌کن خورشیدی
- آشنایی با نرم‌افزارهای طراحی سیستم‌های حرارتی خورشیدی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Peuser, F. A., Remmers, K. H., & Schnauss, M. (2013). Solar thermal systems: Successful planning and construction. Routledge.
- Garg, H. P., Mullick, S. C., & Bhargava, V. K. (2012). Solar thermal energy storage. Springer Science & Business Media.
- Kalogirou, S. A. (2023). Solar energy engineering: processes and systems. Elsevier.

نام درس (فارسی):	سیستم‌های فوتوولتائیک						
نام درس (انگلیسی):	Photovoltaic Systems						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- معرفی ساختار صفحات خورشیدی و مبدل‌های الکترونیک قدرت
- ساختار و توپولوژی انواع مبدل های خورشیدی
- الگوریتم های دریافت حداکثر توان درمبدل های خورشیدی
- جریان نشتی در اینورتورهای خورشیدی بدون ترانسفورماتور
- کنترل مبدل های خورشیدی در شرایط بروز خطا در شبکه
- طراحی فیلترهای ورودی و خروجی مبدل های خورشیدی
- انواع روش های کنترل تزریق جریان به شبکه
- استا–ها و الزامات سیستم های خورشیدی
- سلول های کریستال سیلیکونی
- فناوری لایه نازک
- سلول های ارگانیک حساس به تغییر رنگ
- الکترونیک قدرت و ذخیره کننده های سلولی خورشیدی
- سلول های خورشیدی متصل به شبکه
- طراحی مکانیکی سلول های خورشیدی
- طراحی الکتریکی سلول های خورشیدی
- مطالعات اقتصادی و امکان‌سنجی سیستم‌های خورشیدی فتوولتاییک
- آشنایی کلی با نرم‌افزارهای طراحی سیستمهای خورشیدی فتوولتاییک: PVsyst، PV*sol، Pylon، TRNSYS، RETScreen
- آشنایی با طراحی نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک بزرگ مقیاس

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Markvart, T., & Castañer, L. (Eds.). (2003). Practical handbook of photovoltaics: fundamentals and applications. Elsevier.
- Lotsch, H. K. V., Goetzberger, A., & U. Hoffmann, V. (2005). Photovoltaic solar energy generation. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Kalogirou, S. A. (2023). Solar energy engineering: processes and systems. Elsevier.

نام درس (فارسی):	ذخیره‌سازی مکانیکی و ترمودینامیکی انرژی						
نام درس (انگلیسی):	Mechanical and Thermodynamic Energy Storage						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- ذخیره‌سازی انرژی جنبشی: چرخ طیار(Flywheel)
- ذخیره‌سازی انرژی پتانسیل
- ذخیره‌سازی انرژی هیدروالکتریک
- ذخیره‌سازی انرژی به کمک هوای فشرده
- مبانی ذخیره‌سازی انرژی حرارتی
- انواع سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی حرارتی
- اهمیت ذخیره انرژی حرارتی در انتقال انرژی
- اصول ذخیره‌سازی گرمای محسوس
- طراحی و بهره‌برداری از سیستم‌های ذخیره‌سازی گرمای محسوس
- کاربردهای ذخیره‌سازی گرمای محسوس
- مقدمه‌ای بر ذخیره‌سازی گرمای نهان
- مواد مورد استفاده در ذخیره‌سازی گرمای نهان
- کاربردهای ذخیره‌سازی گرمای نهان
- اصول ذخیره‌سازی ترموشیمیایی
- مواد و فناوری‌های کلیدی برای ذخیره‌سازی ترموشیمیایی
- کاربردهای ذخیره‌سازی ترموشیمیایی
- ملاحظات اقتصادی و زیست‌محیطی TES

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Khartchenko, N. V., & Kharchenko, V. M. (2014). Advanced energy systems (pp. 206-231). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Dincer, I., & Rosen, M. A. (2011). Thermal energy storage: systems and applications. John Wiley & Sons.
- Garg, H. P., Mullick, S. C., & Bhargava, V. K. (2012). Solar thermal energy storage. Springer Science & Business Media.
- Hoff, C. M. (2022). Energy storage technologies and applications. Artech House.

نام درس (فارسی):	مهندسی باتری و آزمایشگاه						
نام درس (انگلیسی):	Battery Engineering and Laboratory						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۱	تعداد ساعت:	٦٤
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- اصول الکتروشیمیایی فناوری باتری، واکنش‌های الکتروشیمیایی، انتشار و مهاجرت یون، انتقال بار در سطح مشترک الکترود، انتشار الکترون به داخل الکترود
- روش‌های آنالیز الکتروشیمیایی شامل شارژ و دشارژ گالوانواستاتیک، ولتامتری چرخه‌ای و طیف‌سنجی امپدانس الکتروشیمیایی
- فناوری‌های باتری شامل باتری‌های لیتیوم یونی و سایر انواع باتری‌های رایج
- ابرخازن‌ها، پیل‌های سوختی
- مواد باتری شامل آند، کاتد، الکترولیت و جداکننده
- طراحی پیل
- روشها و فناوری‌های ساخت باتری
- کنترل و جابجایی باتری
- باتری‌های خودرو
- فناوری‌های باتری: باتری‌های سرب–اسید، باتری‌های نیکل–هیدرید فلز، باتری‌های لیتیومی، خازن دولایه الکتروشیمیایی
- ولتاژ سلول تحت بار، نرخ شارژ و دشارژ، ظرفیت، امپدانس، انرژی و توان، راندمان و نمودار راگون، آزمایش ظرفیت و توان پالس، آزمایش طیف‌سنجی امپدانس الکتروشیمیایی
- فناوری باتری لیتیوم–یون و الکتروشیمی، مواد باتری، سلول الکتروشیمیایی و معادلات حاکم، سینتیک الکترود، ترمودینامیک، فاز جامد و فاز الکترولیت، اندازه‌گیری عملی سلول – ولتاژ سلول، ظرفیت، انرژی و توان، قالب و طراحی سلول
- مدل‌سازی باتری لیتیوم–یون، مدل‌های کنترل‌گرا مبتنی بر روش‌های مدار معادل (ECM)، مدل‌های تک ذره‌ای (SPM)
- نمایش سیستم فضای حالت و تخمین سیستم‌های دینامیکی، مشاهده‌گر حلقه باز در مقابل حلقه بسته، طراحی مشاهده‌گر بر اساس فیلترهای کالمن
- تخمین باتری لیتیوم–یون، روش شمارش کولمب، روش جستجوی ولتاژ
- تخمین مبتنی بر فضای حالت با استفاده از ECM و SPM با استفاده از فیلترهای کالمن – فیلترهای کالمن توسعه‌یافته
- باتری‌های مقیاس بزرگ
- آزمایشگاه باتری

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Li, J., Zhou, S., & Han, Y. (Eds.). (2016). Advances in battery manufacturing, service, and management systems. John Wiley & Sons.
- Dhameja, S. (2001). Electric vehicle battery systems. Elsevier.
- Crompton, T. R. (2000). Battery reference book. Newnes.
- Linden, D., & Reddy, T. B. (2002). Handbook of batteries. McGraw-hill.
- Julien, C., Mauger, A., Vijh, A., & Zaghib, K. (2016). Lithium batteries: science and technology. Cham, Switzerland: Springer.
- Santhanagopalan, S., Smith, K., Neubauer, J., Kim, G. H., Pesaran, A., & Keyser, M. (2014). Design and analysis of large lithium-ion battery systems (Vol. 5400, No. 63600). Artech House.

نام درس (فارسی):	**سیستم‌های پیل سوختی و آزمایشگاه**						
نام درس (انگلیسی):	Fuel Cell Systems and Laboratory						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۲**	**واحد عملی:**	**۱**	**تعداد ساعت:**	**٦٤**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- چرخه انرژی، جایگاه انرژی های نو، پیل سوختی، و انواع کاربردها
- پیل سوختی تحت شرایط بازگشت پذیر
- پیل سوختی در شرایط کارکرد واقعی (حاوی افتها)
- اصول طراحی پیل سوختی و طراحی میدان جریان مختلف
- سیستمهای پیل سوختی
- آزمایشگاه پیل سوختی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- O'hayre, R., Cha, S. W., Colella, W., & Prinz, F. B. (2016). Fuel cell fundamentals. John Wiley & Sons.
- Dicks, A. L., & Rand, D. A. (2018). Fuel cell systems explained. John Wiley & Sons.
- Revankar, S. T., & Majumdar, P. (2014). Fuel cells: principles, design, and analysis. CRC press.

نام درس (فارسی):	ممیزی و تحلیل سیستم‌های انرژی						
نام درس (انگلیسی):	Energy Systems Audit and Analysis						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- معرفی مفهوم ممیزی انرژی
- قوانین و اصول پایه در ممیزی انرژی
- محاسبه‌های احتراق
- آشنایی با تجهیزات اندازه‌گیری
- ممیزی فرایندها و سیکل‌ها
- ممیزی پمپ و فن
- ممیزی موتورهای الکتریکی
- ممیزی کمپرسورها و توزیع هوای فشرده
- ممیزی بویلرها و واحدهای تولید بخار
- ممیزی کندانسورها
- ممیزی کوره‌ها
- ممیزی سیستم‌های تزریق سوخت، جداسازها، سیستم‌های انتقال مواد
- ممیزی ساختمان
- ممیزی ترانسفورماتور
- راهکارهای عمومی کاهش مصرف انرژی
- روش بررسی اقتصادی راهکارهای کاهش مصرف انرژی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Beggs, C. (2010). Energy: management, supply and conservation. Routledge.
- Thumann, A., & Mehta, D. P. (2020). Handbook of energy engineering. River Publishers.
- Kumar, L. A., & Ganesan, G. (2022). Energy Audit and Management: Concept, Methodologies, Procedures, and Case Studies. CRC Press.
- Abbi, Y. P., & Jain, S. (2006). Handbook on energy audit and environment management. The Energy and Resources Institute (TERI).

نام درس (فارسی):	آزمایشگاه ممیزی و تحلیل سیستم‌های انرژی						
نام درس (انگلیسی):	Energy Systems Audit and Analysis Laboratory						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۱	واحد نظری:	۰	واحد عملی:	۱	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	■ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- آشنایی با تجهیزات اندازه‌گیری و ممیزی انرژی: دماسنج‌های مختلف، ترمومتر مادون قرمز، لوکس متر، آنالیزور گاز خروجی کوره و دودکش، اسکنر عایق حرارتی، سیستم پایش تله بخار، pH متر، رسانایی سنج، رطوبت سنج، مانومتر، جریان سنج اولتراسونیک، آنالیزور توان و هارمونیک، جریان‌سنج کمربندی، مولتی‌متر، اندازه‌گیر فرکانس
- تحلیل راندمان کلکتور خورشیدی صفحه تخت
- مشخصات I-V یک سلول خورشیدی
- طراحی و نصب سیستم انرژی خورشیدی
- طراحی و ساخت مدارهای یکسوکننده، اینورتر و ترانسفورماتور
- ساخت یک شبکه انتقال
- انجام تجزیه و تحلیل احتمال جریان بار (توان) برای جریان بار حالت پایه و اتصال کوتاه
- مطالعه مدار و تجزیه و تحلیل خطا برای بارهای مختلف سیستم و اضافات شبکه
- تحلیل سیستم انرژی باد در منطقه خاص با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری مناسب مثلاً OpenOA

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Kumar, L. A., & Ganesan, G. (2022). Energy Audit and Management: Concept, Methodologies, Procedures, and Case Studies. CRC Press.
- Abbi, Y. P., & Jain, S. (2006). Handbook on energy audit and environment management. The Energy and Resources Institute (TERI).

نام درس (فارسی):	برنامه‌نویسی کامپیوتر پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Computer Programming						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

دانشگاه‌های مجری مجاز هستند بر اساس نیاز و کاربردهای خاص در گرایش‌های مختلف مهندسی مکانیک، سرفصل این درس را بر اساس یک زبان برنامه نویسی خاص ویژه‌سازی کنند. سرفصل مربوطه باید در شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده مصوب شود و احتیاج به تایید مرجع بالاتری ندارد. این درس در یک دانشکده می‌تواند با کدهای متفاوت برای زبانهای برنامه‌نویسی مختلف ارائه شود اما هر دانشجوی تحصیلات تکمیلی تنها مجاز به اخذ یکی از این دروس خواهد بود.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Kenan, A. (2021). Python for Mechanical and Aerospace Engineering. Alex Kenan.
- Garcia-Ruiz, M. A., & Mancilla, P. C. S. (2021). DIY Microcontroller Projects for Hobbyists: The ultimate project-based guide to building real-world embedded applications in C and C++ programming. Packt Publishing Ltd.
- Bestehorn, M. (2023). Computational Physics: With Worked Out Examples in FORTRAN® and MATLAB®. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.

نام درس (فارسی):	پردازش سیگنال و آنالیز سری زمانی						
نام درس (انگلیسی):	Signal Processing and Time Series Analysis						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- سیگنال‌ها در فضای زمانی، آشنایی با سیگنال‌های آنالوگ زمان گسسته و دیجیتال، خصوصیات سیگنال‌ها در فضای زمانی، آشنایی با سیستم های خطی و خصوصیات آنها، مفهوم کانولوشن و کاربردهای آن
- تبدیل فوریه، سیگنال‌های با زمان پیوسته، سیگنال‌های با زمان گسسته، سیستم‌های خطی در فضای فوریه، کانولوشن در فضای فوریه
- نمونه برداری، قضیه نمونه برداری، پدیده تداخل فرکانسی، نقش نمونه‌برداری در کاربردهای مهندسی و مهندسی مکانیک، نمونه‌برداری در فضای فوریه
- آشنایی با فیلترهای دیجیتال، فیلترهای با فاز خطی و غیر خطی و اثر آن در کاربردهای مهندسی
- روش‌های مبتنی بر یادگیری ماشین، هوش مصنوعی، شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Shin, K., & Hammond, J. (2008). Fundamentals of signal processing for sound and vibration engineers. John Wiley & Sons.
- Pollock, D. S. G., Green, R. C., & Nguyen, T. (Eds.). (1999). Handbook of time series analysis, signal processing, and dynamics. Elsevier.
- Smith, S. (2003). Digital signal processing: a practical guide for engineers and scientists. Newnes.

نام درس (فارسی):	رایانش سریع ۱						
نام درس (انگلیسی):	High-Performance Computing 1						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- آشنایی مختصر با معماری کامپیوتر و پردازنده‌ها
- مقدمات و تاریخچه پردازش موازی
- آشنایی با لینوکس
- ملاحظات نرم افزاری
- پردازش حافظه مشترک
- استفاده از OpenMP برای پیاده سازی الگوریتمهای محاسباتی در ماشینهای با حافظه مشترک
- آشنایی با ماشینهای حافظه توزیع شده
- استفاده از MPI برای پیاده سازی الگوریتمهای محاسباتی در ماشینهای با حافظه توزیع شده
- الگوریتم‌های محاسباتی موازی‌سازی جبر خطی
- کاربردهای پردازش موازی در حل مسائل مهندسی مکانیک

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Sterling, T., Brodowicz, M., & Anderson, M. (2017). High performance computing: modern systems and practices. Morgan Kaufmann.
- Robey, R., & Zamora, Y. (2021). Parallel and high performance computing. Simon and Schuster.
- Grama, A., & Sameh, A. H. (Eds.). (2020). Parallel algorithms in computational science and engineering. Springer Nature.

نام درس (فارسی):	رایانش سریع ۲						
نام درس (انگلیسی):	High-Performance Computing 2						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مبانی محاسبات ابری
- نقش شبکه‌ها (Network) در محاسبات ابری
- فناوری‌ها و کاربردهای دارای داده‌های حجیم
- ذخیره‌سازی و نقص–تاب‌آوری در محاسبات ابری
- رایانش توزیع شده (grid computing) در محاسبات ابری
- یکپارچه سازی محاسبات سریع با رایانش ابری
- انواع و طبقه بندی ابرها
- مدیریت داده‌های علمی روی ابر
- کاربردهای محاسبات ابری در مهندسی مکانیک

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Furht, B., & Escalante, A. (2010). Handbook of cloud computing (Vol. 3). New York: springer.
- Antonopoulos, N., & Gillam, L. (2010). Cloud computing (Vol. 51, No. 7). London: Springer.

نام درس (فارسی):	روش‌های بهینه‌سازی						
نام درس (انگلیسی):	Optimization Methods						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مبانی پایه بهینه‌سازی: فرمول‌بندی مسئله بهینه‌سازی، بهینه‌سازی در سطوح اجزاء سیستمی، بهینه‌سازی کلاسیک، روش‌های دیفرانسیل، ضرائب لاگرانژ، حساب تغییرات
- بهینه سازی عددی: برنامه‌ریزی خطی، روش سیمپلکس، برنامه‌ریزی خطی مرحله‌ای
- روش‌های بهینه‌سازی نامقید: روش‌های جستجو مستقیم، روش‌های جستجوی تک متغیره، روش‌های گرادیانی، روش‌های نیوتونی
- روشهای بهینه سازی مقید: شرایط لازم کان– تاکر، روش تصویر گرادیان، روش راستاهای قابل قبول، روش‌های تابع جریمه، روش تابع جریمه خارجی–داخلی، نیوتن–گوس
- روشهای فرا ابتکاری در بهینه سازی: معرفی انواع روش‌های فرا ابتکاری

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Adby, P. (2013). Introduction to optimization methods. Springer Science & Business Media.
- Arora, J. S. (2007). Optimization of structural and mechanical systems. World Scientific.

نام درس (فارسی):	اندازه‌گیری پیشرفته و آزمایشگاه						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Measurement Methods and Laboratory						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۱	تعداد ساعت:	٦٤
آموزش تکمیلی:	■ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ■ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه: کاربردهای تجهیزات اندازه‌گیری و ابزار دقیق: پایش فرایندها و عملیات، کنترل فرایندها و عملیات، تحلیل‌های آزمایشگاهی مهندسی
- حسگرها (Sensors) و مبدل‌ها (Transducers): سنسورهای الکتریکی، سنسورهای مغناطیسی، سنسورهای فشار، سنسورهای تغییرشکل، سنسورهای دما، ترموکوپل‌ها، ترموپایل‌ها، شتاب‌سنج‌ها، تاکومترها، سنسورهای فیبر نوری، ردیاب‌های فرابنفش، سنسورهای شیمیایی، سنسورهای زیستی
- اندازه‌گیری وزن، چگالی و ابعاد
- اندازه‌گیری حرکت (سرعت، شتاب، چرخش، نوسان، پرش)
- اندازه‌گیری تنش و تغییر شکل
- اندازه‌گیری نیرو، توان و گشتاور پیچشی
- اندازه‌گیری فشار: فشار در مایعات و گازها، فشار بالا، فشار پایین (نزدیک به خلاء)
- اندازه‌گیری صدا
- اندازه‌گیری جریان سیال: سرعت، دبی و جهت موضعی جریان، فشار و افت فشار
- اندازه‌گیری دما، حرارت و شار گرمایی
- اندازه‌گیری ویسکوزیته و خواص رئولوژیک
- سایر اندازه‌گیری‌ها: زمان، فرکانس، رطوبت، سطح سیال، ترکیبات شیمیایی
- پردازشگرهای اطلاعات: مدارپل، آمپلی فایر، فیلتر، انتگرال گیرنده، مستق گیرنده، جبران کننده های دینامیکی، جمع کننده ها و تفریق کننده ها، ضرب کننده ها و تقسیم کننده ها، خطی کننده ها، مولد های توابع، مبدلهای A/D، D/P، F/V، V/F، آمپلی فایرهای نگهدارنده نمونه
- انتقال اطلاعات (کابل، کابل نوری، امواج نیوماتیک)
- وسائل اندازه گیری الکتریکی (ولت مترهای آنالوگ و دیجیتال، گالوانومترها، گیت ها، CRT ها، اسیلوسکوپها، نوارهای مغناطیسی، ...)
- اندازه‌گیری‌های میکروسکوپی و طیفی
- پروژه طراحی اندازه‌گیری و مدار پردازش اطلاعات

توجه: دانشجویان این درس علاوه بر بخش آزمایشگاهی، در قالب حداقل یک بازدید صنعتی با روش‌های اندازه‌گیری پیشرفته در صنایع مختلف آشنا خواهند شد.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۲۰٪ حضور موثر در کلاس و آزمایشگاه، ۴۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۴۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Doebelin, E. O., & Manik, D. N. (2007). Measurement systems: application and design. Mcgraw-Hill.
- Dyer, S. A. (2004). Wiley survey of instrumentation and measurement. John Wiley & Sons.

نام درس (فارسی):	کاربرد پیشرفته هوش مصنوعی و تحول دیجیتال						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Application of Artificial Intelligence and Digital Transformation						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

با توجه به گستردگی مباحث مرتبط با هوش مصنوعی، دانشگاه‌های مجری مجاز هستند سرفصل این درس را (بدون تغییر نام درس) به صلاحدید گروه آموزشی متناسب با روش‌ها و ابزارهای مورد نیاز و همچنین کاربردهای خاص در مهندسی مکانیک ویژه‌سازی کنند. سرفصل مربوطه باید در شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده مصوب شود و احتیاج به تایید مرجع بالاتری ندارد. این درس در یک دانشکده می‌تواند با کدهای متفاوت برای روش‌ها/کاربردهای مختلف ارائه شود اما هر دانشجوی تحصیلات تکمیلی تنها مجاز به اخذ یکی از این دروس خواهد بود.

- معرفی هوش مصنوعی و انواع آن
- داده و روش‌های داده محور در علوم و مهندسی
- مبانی یادگیری ماشین و دسته‌بندی‌های آن
- پیش‌پردازش داده‌ها
- یادگیری نظارت شده: رگرسیون
- یادگیری نظارت شده: دسته‌بندی
- تحلیل‌های تبیین‌پذیری و حساسیت سنجی
- روش‌های یادگیری عمیق
- یادگیری غیر نظارتی
- یادگیری تقویتی و کاربردهای آن
- کاربردهای یادگیری ماشین در مهندسی مکانیک
- روند جهانی تحول دیجیتال
- آشنایی با فناوری‌های تحول‌آفرین: هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، اینترنت اشیاء، کلان‌داده و تحلیل داده‌ها، بلاک‌چین، رایانش ابری
- تحول دیجیتال در صنایع به ویژه در حوزه مهندسی مکانیک

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Ertel, W. (2024). Introduction to artificial intelligence. Springer Nature.
- Kumar, V., Rezaei, J., Akberdina, V., & Kuzmin, E. (2021). Digital Transformation in Industry. Springer International Publishing.

نام درس (فارسی):	ریاضیات مهندسی پیشرفته ۱						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Engineering Mathematics 1						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

۱ـ آنالیز برداری و تنسوری

تعریف کمیت اسکالر (تنسور مرتبه صفر) و بردار (تنسور مرتبه اول)، عملیات برداری، بردارهای هم‌صفحه و غیرهم‌صفحه، تبدیل و نگاشت، تعریف تنسور، تنسور مرتبه دوم، عملیات جبری تنسوری، نمادگذاری جمع اینشتین، بردار تنسور پادمتقارن، فرم کانونی تنسورهای متقارن، تنسورهای مرتبه بالاتر، تنسورهای همسانگرد، مشتق، انتگرال و اپراتورها روی کمیت‌های برداری و تنسوری، فرم برداری و تنسوری معادلات حرکت سیالات، تنسور تنش

۲ـ جبر خطی کاربردی با استفاده از ابزار کامپیوتری (MATLAB یا Python)

کاربرد جبر خطی در علم داده و هوش مصنوعی، انجام عملیات برداری و نمایش داده‌ها با استفاده از ابزار کامپیوتری، استقلال خطی، همبستگی، فیلترینگ و خوشه‌بندی، ماتریس‌ها و عملیات جبری ماتریسی، تقارن، نورم، مرتبه، ماتریس کوواریانس، وارون‌سازی ماتریس‌ها، ماتریس‌های متعامد، روال گرام–اشمیت، تجزیه QR، تجزیه LU، تجزیه مقادیر منفرد (SVD) و کاربردهای آن

۳ـ آنالیز هارمونیک و طیفی

کاربرد جبر خطی در پردازش سیگنال، نمونه‌گیری و کوانتش (quantization)، سری فوریه، تبدیل فوریه، تبدیل گسسته فوریه، تبدیل فوریه سریع (FFT)، تبدیل z، تحلیل موجک، تبدیل موجک گسسته

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Tabatabaian, M. (2023). Tensor Analysis for Engineers. Mercury Learning and Information.
- White, R. E. (2023). Computational Linear Algebra: with Applications and MATLAB Computations. Chapman and Hall/CRC.
- Goodman, R. W. (2016). Discrete Fourier and wavelet Transforms: An Introduction through Linear Algebra with Applications to Signal Processing. World Scientific.

نام درس (فارسی):	ریاضیات مهندسی پیشرفته ۲						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Engineering Mathematics 2						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	ریاضیات مهندسی پیشرفته ۱						
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی خطی: معادله انتقال، معادله موج، معادله حرارت، معادله لاپلاس
- معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی مرتبه اول غیرخطی
- معادلات سهموی، بیضوی و هذلولوی
- فرم کانونی معادلات
- مسائل مقادیر مرزی و اولیه
- جداسازی متغیرها
- مسئله اشتورم–لیوویل و سری فوریه، حل سری مسائل مقادیر مرزی و اولیه
- معادلات غیر همگن: اصل دیوهامل
- تبدیل‌های انتگرالی، تبدیل فوریه، تبدیل هنکل، روابط انتگرالی
- توابع گرین
- روش حساب تغییرات، فضای هیلبرت، فانکشنال، روش رایله–ریتز، روش ریمان، روش حداقل انرژی
- روش اختلال (Perturbation)
- روش‌های مجانبی
- روش‌های عددی حل معادلات دیفرانسیل مشتق جزئی: روش اختلاف محدود، روش اجزای محدود، روش حجم محدود، روش‌های طیفی

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Evans, L. C. (2022). Partial Differential Equations. American Mathematical Society.
- John, F. (2023). Partial Differential Equations. Springer Nature.
- Duffy, D. G. (2016). Advanced Engineering Mathematics with MATLAB. Chapman and Hall/CRC.
- de Cursi, E. S. (2015). Variational Methods for Engineers with MATLAB. John Wiley & Sons.
- Lui, S. H. (2012). Numerical Analysis of Partial Differential Equations. John Wiley & Sons.

نام درس (فارسی):	روش‌های اجزاء مرزی و اجزاء گسسته						
نام درس (انگلیسی):	Boundary Element and Discrete Element Methods						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

روش اجزاء مرزی:

- مفهوم تابع گرین و استفاده از آن در روش باقیمانده های وزنی و مقایسه مفهوم اجزاء مرزی و اجزاء محدود
- مفهوم فرمول سازی مستقیم و غیر مستقیم انتگرال مرزی
- تابع گرین مسائل ارتجاعی دو بعدی و سه بعدی و حل آن بر اساس فرمول سازی مستقیم و غیر مستقیم
- حل مسائل دارای گوشه های تیز به کمک اجزاء مرزی
- حل مسائل مکانیک تماس به روش اجزاء مرزی
- کاربرد روش اجزاء مرزی در حل مسائل الاستو پلاستیک
- ترکیب روش اجزاء مرزی و اجزاء محدود و فرمول بندی آنها

روش اجزاء گسسته:

- مروری بر روش عددی اختلاف محدود
- خلاصه‌ای از میکرومکانیک ذرات گسسته
- شرح یک سیکل محاسباتی در روش اجزا گسسته
- چگونگی حل معادله حرکت
- قوانین نیروهای تماسی و نقش ضرایب دمپینگ الگوریتمهای جستجوی تماس‌های فیزیکی
- پایداری عددی محاسبات و چگونگی انتخاب گام زمانی
- چگونگی اعمال شرایط مرزی
- تانسورهای تنش و کرنش با نگاه میکرو

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Hall, W. S., & Hall, W. S. (1994). Boundary element method (pp. 61-83). Springer Netherlands.
- Wang, S., Ji, S. (2024). Computational Mechanics of Arbitrarily Shaped Granular Materials. Germany: Springer Nature Singapore.
- Zhou, L., Elemam, M. A., Agarwal, R. K., Shi, W. (2024). Discrete Element Method for Multiphase Flows with Biogenic Particles: Agriculture Applications. Germany: Springer Nature Switzerland.
- Ji, S., Liu, L. (2020). Computational Granular Mechanics and Its Engineering Applications. Singapore: Springer Nature Singapore.

نام درس (فارسی):	روش اجزاء محدود ۱						
نام درس (انگلیسی):	Finite Element Methods 1						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	۳	واحد نظری:	۳	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۴۸
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تاریخچه و مبانی تئوری
- روش مستقیم و تعریف ماتریس سختی؛ اصل کار مجازی؛ معادلات تعادل؛ اصل حداقل انرژی پتانسیل؛ روش تقریبی ریتز؛ روش‌های باقیمانده وزن‌دار
- روش تقریبی گالرکین؛ فرمول‌بندی تغییری (ضعیف)؛ توابع وزنی، توابع حدسی و فضاهای آنها؛ روش بوبنف–گالرکین و پتروف–گالرکین؛ گسسته‌سازی با روش گالرکین؛ نمایش ماتریسی معادلات گسسته
- خطا و خواص تقریب اجزاء محدود
- تعاریف المان‌ها: المان یک بعدی (خطی، مرتبه دوم و سوم)، درون یابی لاگرانژی و هرمیتی، المانهای دو بعدی ایزوپارامتریک و مثلثی، المانهای انتقالی، المانهای سه بعدی
- مختصات موضعی و کلی، ژاکوبین تبدیل مختصات، انتگرال عددی به روش گوس
- انواع معادلات دیفرانسیل: معادلات نفوذ، پخشودگی، معادله انتقال حرارت هدایت دائم، معادله انتقال حرارت هدایت گذرا
- پایداری
- روش تمرکز جرم
- حل دستگاه معادلات خطی و غیرخطی
- روش‌های پایدارسازی SUPG و GLS
- معادله استوکس، فرمول‌بندی مختلط، ضریب لاگرانژ، روش پنالتی، دقت و پایداری، ترکیب المانهای فشار سرعت مجاز، انتگرال گیری با رتبه پایین تر، روش پنالتی سازگار و ناسازگار
- جریان تراکم پذیر لزج، اشکال مختلف معادلات ناویه–استوکس، روش مختلط، روش پنالتی، روشهای پایدارسازی
- تولید شبکه (مش): انواع شبکه، روشهای تولید شبکه، شبکه‌های منظم و غیر منظم
- برنامه‌نویسی روش اجزاء محدود

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Reddy, J. N. (1993). An introduction to the finite element method. New York, 27(14).
- Logan, D. L. (2011). A first course in the finite element method (Vol. 4). Thomson.

نام درس (فارسی):	**روش اجزاء محدود ۲**						
نام درس (انگلیسی):	Finite Element Methods 2						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	روش اجزاء محدود ۱						
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- تحلیل تیرها با ویژگی‌های مختلف (تیر اویلر، تیر تیموشنکو، تیرها با درجه آزادی منحصراً جابجایی، تحلیل مود ترکیبی تیر اویلر، تیر اویلر در حالت ویسکو الاستیک)
- مطالعه اجزای محدود برای صفحات نازک و ضخیم
- تحلیل صفحات کلاسیک (تحلیل صفحات ضخیم، تحلیل صفحات با درجه آزادی منحصراً جابجایی، تحلیل صفحات با المان صفحه ترکیبی، خمش ترکیبی صفحات ضخیم، تحلیل صفحات با المان ترکیبی، تحلیل استاتیکی و دینامیکی صفحات نازک و ضخیم ویسکو الاستیک)
- غیرخطی‌های هندسی در روش المان محدود
- غیرخطی‌های هندسی از دیدگاه مکانیک محیط پیوسته (لاگرانژی کلی و لاگرانژی به‌روز شده)، استخراج فرمول‌بندی المان محدود در حالت لاگرانژی به‌روز شده، تحلیل تغییر شکل‌های بزرگ در غشا، تحلیل تغییر شکل‌های بزرگ در تیر اویلر، تحلیل تغییر شکل‌های بزرگ در صفحات کلاسیک
- روش المان محدود در حالت دینامیکی و روش‌های مختلف حل
- مقدمه‌ای بر روش‌های بدون مش و تحلیل مسائل با روش گالرکین بدون مش

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Huebner, K. H., Dewhirst, D. L., Smith, D. E., & Byrom, T. G. (2001). The finite element method for engineers. John Wiley & Sons.
- Liu, G. R. (2009). Meshfree methods: moving beyond the finite element method. CRC press.
- Liu, G. R., & Gu, Y. T. (2005). An introduction to meshfree methods and their programming. Springer Science & Business Media.
- Wriggers, P. (2008). Nonlinear finite element methods. Springer Science & Business Media.
- Belytschko, T., Liu, W. K., Moran, B., & Elkhodary, K. (2014). *Nonlinear finite elements for continua and structures*. John wiley & sons.

نام درس (فارسی):	محاسبات عددی پیشرفته						
نام درس (انگلیسی):	Advanced Numerical Method						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۲	واحد نظری:	۲	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۳۲
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر سری تیلور و اختلاف محدود: سری تیلور، اختلاف‌های محدود پیشرو و پسرو، اختلاف‌های پیشرو و پسرو با دقت‌های مرتبه بالا، اختلاف‌های مرکزی، روش‌های مختلف گسسته‌سازی مشتقات
- درون‌یابی و برون‌یابی: مقدمه، درون‌یابی با روش نیوتن–گریگوری، درون‌یابی با روش اختلاف مرکزی، درون‌یابی با فواصل غیر مساوی، چندجمله‌ای‌های لاگرانژ، درون‌یابی چبی‌شف، چندجمله‌ای‌های چبی‌شف، درون‌یابی با توابع مرتبه سه، برون‌یابی
- ریشه معادلات: ریشه معادلات با روش تقسیم فاصله، ریشه معادلات با روش نیوتن–رافسون، بهبود روش نیوتن–رافسون، استفاده از اختلاف بجای مشتق در روش نیوتن–رافسون، تعیین ریشه ها با میانیابی معکوس، روش‌های خاص برای تعیین ریشه‌های چندجمله‌ای
- حل همزمان معادلات جبری خطی و ماتریس معکوس: عملیات مربوط به ماتریس‌ها، حذف گوسی، حذف گوس–جردن، ماتریس‌ها تحت شرایط نادرست و مجموعه معادلات، روش تکراری گوس–سیدل و مفهوم Relaxation
- انطباق منحنی بر نقاط و توابع تقریبی: مقدمه، انطباق منحنی بر نقاط مجزا با روش حداقل مربعات، تقریب توابع پیوسته با روش چبی‌شف
- انتگرال عددی: مقدمه، انتگرال توابع با روش ذوزنقه، روش سیمپسون، روش گوس، انتگرال چندگانه، انتگرال توابع با حدود نامعین
- بردار ها و مقادیر ویژه ماتریس: مقدمه، تبدیل مسائل AX=CBX به HX=CX، روش توانی، تشابه و تغییر شکل های متعامد،روش ژاکوبی روش Householder، الگوریتم های LR و QR، الگوریتم QL، مقادیر ویژه ماتریس های غیر قرینه
- حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی (مسائل مقدار اولیه): روش‌های یک‌گامه و چندگامه
- حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی (مسائل مقدار مرزی): روش پرتابه و روش تفاضل محدود
- حل عددی معادلات دیفرانسیل جزئی (معادلات بیضوی)
- حل عددی معادلات دیفرانسیل جزئی (معادلات سهموی)
- حل عددی معادلات دیفرانسیل جزئی (معادلات هذلولی)
- استفاده از ابزار کامپیوتری MATLAB یا Python برای برنامه‌نویسی حل معادلات جبری

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Mathews, J. H., & Fink, K. D. (2004). Numerical methods using MATLAB (Vol. 4). Pearson prentice hall.
- Duffy, D. G. (2016). Advanced engineering mathematics with MATLAB. Chapman and Hall/CRC.
- White, R. E. (2023). Computational Linear Algebra: with Applications and MATLAB Computations. Chapman and Hall/CRC.

نام درس (فارسی):	**طراحی و تحلیل آماری آزمایش‌ها**						
نام درس (انگلیسی):	Design of Experiments & Statistical Analysis						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۳**	**واحد نظری:**	**۳**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۴۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر آمار توصیفی
- انواع پارامترهای مرکزی و پراکندگی
- توزیع پیوسته و توزیع نرمال
- آزمون فرض‌های آماری و معنی‌داری
- انواع تحلیل واریانس (ANOVA)
- رگرسیون
- طراحی آزمایش‌ها
- تعریف، انتخاب فاکتورها، سطوح و پاسخ‌ها
- انواع روش‌های طراحی آزمایش: طرح فاکتوریل، طرح فاکتوریل جزیی، طرح پلاکت– برمن، طرح‌های رویه پاسخ، باکس بنکن، طراحی مخلوط، تاگوچی
- آنالیز آماری نتایج و خطاها
- مدل آماری و بهینه‌سازی
- کاربرد نرم‌افزارهای آماری برای طراحی و تحلیل نتایج آزمایش‌ها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Montgomery, D. C. (2017). Design and Analysis of Experiments. John Wiley & Sons.

نام درس (فارسی):	**اقتصاد مهندسی و مدیریت پروژه**						
نام درس (انگلیسی):	Engineering Economics and Project Management						
پیش‌نیاز/(همنیاز):							
تعداد واحد:	**۲**	**واحد نظری:**	**۲**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۳۲**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- مبانی اقتصاد مهندسی
- چگونگی تاثیر زمان و بهره بر پول، ترکیب عوامل و توابع
- نرخ بهره اسمی و موثر
- تحلیل ارزش فعلی، تحلیل ارزش سالیانه، تحلیل نرخ بازگشت
- تحلیل هزینه–فایده
- تامین مالی پروژه و موارد اقتصادی
- آثار تورم
- تخمین هزینه و تخصیص هزینه غیرمستقیم
- روش‌های استهلاک
- تصمیم‌گیری تحت ریسک
- معرفی مدیریت پروژه و استانداردهای مدیریت پروژه
- مراحل و فرآیندهای مدیریت پروژه در استاندارد PMBOK
- مدیریت محدوده ، زمان، کیفیت هزینه
- مدیریت منابع انسانی و ارتباطات
- مدیریت ریسک و کیفیت پروژه‌ها
- مدیریت ذینفعان و ایجاد یکپارچگی درپروژه ها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۱۰٪ حضور موثر در کلاس، ۳۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۶۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Rogers, M., & Duffy, A. (2012). Engineering project appraisal. John Wiley & Sons.
- Ardalan, A. (1999). Economic and financial analysis for engineering and project management. Crc Press.
- Siegel, N. G. (2020). Engineering Project Management. John Wiley & Sons.

نام درس (فارسی):	**کسب مهارت در صنعت**						
نام درس (انگلیسی):	Industry Internship						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	قابل اخذ در تابستان						
تعداد واحد:	**۱**	**واحد نظری:**	**۰**	**واحد عملی:**	**۱**	**تعداد ساعت:**	**۱۲۸**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ■ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- هدف از این درس، حضور دانشجویان تحصیلات تکمیلی در محیط حرفه‌ای، انجام فعالیت‌های تخصصی در حوزه مهندسی مکانیک و تبادل دانش و تجربه در شرکت‌ها و سازمان‌های مربوطه است.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۵۰٪ حضور موثر در دوره کسب مهارت در صنعت به تشخیص ناظر صنعتی

۵۰٪ ارزیابی استاد ناظر دانشگاهی بر اساس بازدید، گزارش‌های دوره‌ای و گزارش نهایی

فهرست منابع پیشنهادی:

نام درس (فارسی):	**مباحث ویژه تخصصی**						
نام درس (انگلیسی):	Special Topics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	تایید استاد راهنما						
تعداد واحد:	**۲**	**واحد نظری:**	**۲**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۳۲**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- در صورت درخواست استاد و تصویب گروه آموزشی، مطالب جدید و مرتبط با اهداف رشته در قالب یک درس ۲ واحدی با عنوان «مباحث ویژه» قابلیت ارائه دارد. عنوان، سرفصل و منابع درس باید توسط استاد مربوطه تهیه شده و به صورت مکتوب در اختیار گروه آموزشی قرار گیرد.
- در هر نیمسال تحصیلی حداکثر یک درس با عنوان مباحث ویژه قابلیت ارائه دارد.
- توصیه می‌شود هر استاد حداکثر یکبار در هر ۲ سال این درس را ارائه نماید.
- هر دانشجوی تحصیلات تکمیلی تنها یکبار در هر مقطع می‌تواند درس مباحث ویژه یا درس مباحث ویژه صنعتی را بگذراند.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

بر اساس سرفصل تدوین شده توسط استاد درس

فهرست منابع پیشنهادی:

بر اساس سرفصل تدوین شده توسط استاد درس

نام درس (فارسی):	**مباحث ویژه صنعتی**						
نام درس (انگلیسی):	Industry Special Topics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	تایید استاد راهنما						
تعداد واحد:	**۲**	**واحد نظری:**	**۲**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۳۲**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- در صورتی که دانشگاه مجری، بر اساس اسناد آمایش سرزمینی، ماموریت استانی و یا توافق با صنایع منطقه، نیاز داشته باشد که درس خاصی را در سرفصل بگنجاند، می‌تواند از این عنوان برای درس مربوطه استفاده کند و سرفصل را تنظیم نماید.
- در هر نیمسال تحصیلی حداکثر یک درس با عنوان مباحث ویژه صنعتی قابلیت ارائه دارد.
- هر دانشجوی تحصیلات تکمیلی تنها یکبار در هر مقطع می‌تواند درس مباحث ویژه یا درس مباحث ویژه صنعتی را بگذراند.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

بر اساس برنامه دانشگاه

فهرست منابع پیشنهادی:

بر اساس برنامه دانشگاه

نام درس (فارسی):	**مباحث ویژه آزمایشگاهی**						
نام درس (انگلیسی):	Laboratory Special Tpoics						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	تایید استاد ارائه‌کننده درس + تایید استاد راهنما						
تعداد واحد:	**۱**	**واحد نظری:**	**۰**	**واحد عملی:**	**۱**	**تعداد ساعت:**	**۳۲**
آموزش تکمیلی:	■ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- در صورت درخواست استاد و تصویب گروه آموزشی، مطالب آزمایشگاهی تخصصی مرتبط با اهداف رشته در قالب یک درس عملی یک واحدی با عنوان «مباحث ویژه آزمایشگاهی» قابلیت ارائه دارد. عنوان، سرفصل و منابع درس باید توسط استاد مربوطه تهیه شده و به صورت مکتوب در اختیار گروه آموزشی قرار گیرد. بدیهی است برای ارائه این درس وجود آزمایشگاه تخصصی مربوطه ضروری است.
- در صورت موافقت دانشکده، این درس می‌تواند در گروه‌های جداگانه و توسط اساتید مختلف ارائه شود.
- توصیه می‌شود هر استاد حداکثر یکبار در هر سال این درس را ارائه نماید.
- هر دانشجوی تحصیلات تکمیلی تنها یکبار در هر مقطع می‌تواند این درس را بگذراند.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

بر اساس سرفصل تدوین شده توسط استاد درس

فهرست منابع پیشنهادی:

بر اساس سرفصل تدوین شده توسط استاد درس

نام درس (فارسی):	ایمنی در آزمایشگاه و کارگاه						
نام درس (انگلیسی):	Laboratory and Workshop Safety						
پیش‌نیاز /(همنیاز):							
تعداد واحد:	۰	واحد نظری:	۰	واحد عملی:	۰	تعداد ساعت:	۸
آموزش تکمیلی:	■ آزمایشگاه ■ کارگاه سخت‌افزاری □ کارگاه نرم‌افزاری □ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی □عملیات میدانی □ بازدید علمی □ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- **به منظور ایجاد یک فرایند سیستماتیک جهت کاهش خطرات در آزمایشگاه و کارگاه، کلیه دانشجویان تحصیلات تکمیلی که تمام یا بخشی از پایان‌نامه یا رساله‌شان آزمایشگاهی و کارگاهی است الزاماً باید به عنوان پیش نیاز ورود به آزمایشگاه و کارگاه این درس را بگذرانند.**
- نحوه ارائه درس توسط دانشگاه مجری تعیین می‌شود ولی توصیه می‌شود مشتمل بر دو بخش عمومی نظری (شامل موارد کلی ایمنی در آزمایشگاه) و تخصصی عملی (شامل آشنایی با تجهیزات/مواد/فرایندها و نکات ایمنی آزمایشگاه یا کارگاهی که دانشجو در آن قرار است فعالیت کند) باشد.
- این درس نمره ندارد و به صورت قبول/رد و بدون تاثیر در معدل ارزیابی می‌شود.
- توصیه می‌شود در قالب این درس از متخصصان صنعتی HSE نیز استفاده شود.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

بر اساس سرفصل تدوین شده توسط استاد درس

فهرست منابع پیشنهادی:

بر اساس سرفصل تدوین شده توسط استاد درس

نام درس (فارسی):	**روش پژوهش**						
نام درس (انگلیسی):	Research Methodology						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	الزاماً در نیمسال اول						
تعداد واحد:	**۱**	**واحد نظری:**	**۱**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۱۶**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

هدف از ارائه این درس، آموزش مهارت‌ها و دانش لازم برای انجام پژوهش در دوره تحصیلات تکمیلی است. **کلاس روش پژوهش به صورت آموزشی و مانند سایر کلاس‌ها تدریس می‌شود و ارائه آن به صورت سمینار و ارائه هفتگی دانشجویان، مطلقاً مجاز نیست. همچنین، انتخاب موضوع پایان‌نامه و تهیه پروپوزال کارشناسی ارشد جزو سرفصل درس روش پژوهش نبوده و در درس سمینار کارشناسی ارشد و تحت نظر استاد راهنما انجام خواهد شد.**

- (۲ ساعت) تعریف پایان‌نامه، اهمیت پژوهش، روش‌شناسی پژوهش، ضرورت پژوهش و ارائه نتایج، نحوه انتخاب موضوع پژوهش و ویژگی‌های آن، اجزای اصلی پژوهش دانشگاهی، تعریف سرقت علمی و ضرورت رعایت اخلاق در پژوهش
- (۲ ساعت) روش بررسی پیشینه پژوهش، آشنایی با منابع اطلاعاتی، موتورهای جستجوی منابع علمی، نحوه مرور سریع و دقیق منابع، نحوه نوشتن خلاصه انتقادی منابع گردآوری‌شده، استفاده از ابزارهای مدیریت مراجع مانند EndNote یا Mendeley ، آشنایی با روش‌های ارجاع‌دهی
- (۴ ساعت) زمان‌بندی و نحوه انجام پژوهش، شناخت محدود تحقیق، نحوه جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، شیوه گزارش‌نویسی و نت‌برداری، انتخاب، طراحی و تحلیل آزمایش‌ها، مدلسازی، مطالعات موردی، صحت‌سنجی نتایج، نتیجه‌گیری
- (۳ ساعت) ساختار پایان‌نامه، قواعد نگارشی و دستوری زبان فارسی، نگارش پایان نامه با کمک نرم افزارهای Word و LaTeX، نحوه استفاده از Style ، فهرست‌دهی و شماره‌گذاری اتوماتیک
- (۳ ساعت) نحوه ارائه شفاهی و بصری نتایج، ابزارهای نمایش و تصویرسازی داده‌ها و نتایج مانند Excel و PowerPoint، بایدها و نبایدها در ترسیم نمودار، چارت و گراف، اصول کلی در ارائه شفاهی
- (۲ ساعت) اهمیت ارائه نتایج پژوهش در قالب مقالات کنفرانسی و ژورنالی، آشنایی با برخی کنفرانس‌های داخلی و خارجی مهم در زمینه مهندسی مکانیک، ژورنال‌های مهم در زمینه مهندسی مکانیک و یا زمینه‌های عمومی مرتبط، سنجه‌های مقالات و ژورنال‌ها

روش ارزشیابی پیشنهادی:

۳۰٪ حضور موثر در کلاس، ۴۰٪ فعالیت‌ها و تکالیف کلاسی، ۳۰٪ آزمون‌ها

فهرست منابع پیشنهادی:

- Ajimotokan, H. A. (2022). Research Techniques: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches for Engineers. Springer.
- Thiel, D. V. (2014). Research Methods for Engineers, Cambridge University Press.

نام درس (فارسی):	**سمینار کارشناسی ارشد**						
نام درس (انگلیسی):	MSc Seminar						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	الزاماً در نیمسال دوم و تحت نظر استاد راهنما						
تعداد واحد:	**۱**	**واحد نظری:**	**۱**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۱۶**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- دانشجویان کارشناسی ارشد باید با انتخاب استاد راهنمای پژوهش خود در نیمسال دوم، در قالب درس سمینار، موضوع پژوهشی پایان‌نامه خود را مشخص نموده و تحت نظر استاد راهنما، پروپوزال پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود را تهیه و جهت تصویب به گروه آموزشی ارائه کنند.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

ـ بر اساس نظر استاد راهنما

ـ نمره درس به صورت عددی (از بیست) تعیین می‌شود و در معدل تاثیر دارد اما در صورتی که دانشجو تا قبل از شروع نیمسال سوم موفق به تصویب پروپوزال خود نشود، نمره درس به صورت ناتمام ثبت می‌شود و پس از تصویب پروپوزال به صورت قبول/رد و بدون تاثیر در معدل ثبت خواهد شد.

فهرست منابع پیشنهادی:

نام درس (فارسی):	**پایان‌نامه کارشناسی ارشد**						
نام درس (انگلیسی):	MSc Thesis						
پیش‌نیاز /(همنیاز):	پس از گذراندن دوره آموزشی و تصویب پروپوزال						
تعداد واحد:	**٦**	**واحد نظری:**	**٦**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						
سرفصل‌ها:							
○ انجام یک موضوع پژوهشی با نوآوری کافی در یکی از زمینه های مرتبط با مهندسی مکانیک تحت راهنمایی استاد راهنما							
روش ارزشیابی پیشنهادی:							
نظر داوران جلسه دفاع							
فهرست منابع پیشنهادی:							

نام درس (فارسی):	**سمینار دکتری ۱**						
نام درس (انگلیسی):	Doctoral Seminar 1						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	الزاماً در نیمسال اول یا دوم و تحت نظر استاد راهنما						
تعداد واحد:	**۱**	**واحد نظری:**	**۱**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۱٦**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- دانشجویان دکتری باید با انتخاب استاد راهنمای پژوهش خود ـ حداکثر تا پایان نیمسال دوم ـ در قالب درس سمینار دکتری ۱ موضوع پژوهشی رساله خود را مشخص نموده و جهت تصویب به گروه آموزشی ارائه نمایند.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

ـ بر اساس نظر استاد راهنما

ـ نمره درس به صورت عددی (از بیست) تعیین می‌شود و در معدل تاثیر دارد اما در صورتی که دانشجو تا قبل از شروع نیمسال سوم استاد راهنما و موضوع پژوهشی خود را تعیین و تصویب نکند نمره درس به صورت ناتمام ثبت می‌شود و پس از تعیین استاد راهنما و تصویب موضوع پژوهش به صورت قبول/رد و بدون تاثیر در معدل ثبت خواهد شد.

فهرست منابع پیشنهادی:

نام درس (فارسی):	**سمینار دکتری ۲**						
نام درس (انگلیسی):	Doctoral Seminar 2						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	سمینار دکتری ۱ و تحت نظر استاد راهنما (قبل از پایان نیمسال چهارم)						
تعداد واحد:	**۱**	**واحد نظری:**	**۱**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	**۱۶**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

- دانشجویان دکتری باید تحت راهنمایی استاد راهنمای پژوهش خود، **حداکثر تا پایان نیمسال چهارم** در قالب درس سمینار دکتری ۲، بر اساس موضوع انتخاب‌شده در درس سمینار دکتری ۱، پروپوزال پژوهشی رساله خود را تهیه نموده و از پروپوزال خود دفاع کنند.

روش ارزشیابی پیشنهادی:

ـ بر اساس نظر استاد راهنما

ـ نمره درس به صورت عددی (از بیست) تعیین می‌شود و در معدل تاثیر دارد اما در صورتی که دانشجو تا قبل از شروع نیمسال پنجم، نتواند پروپوزال خود را مصوب کند نمره درس به صورت ناتمام ثبت می‌شود و پس از تصویب پروپوزال، نمره به صورت قبول/رد و بدون تاثیر در معدل ثبت خواهد شد.

ـ به منظور امکان تصویب پروپوزال تا پایان نیمسال چهارم، دانشجوی دکتری موظف است پیش‌نیازهای تصویب پروپوزال (مانند آزمون زبان و امتحان جامع) را پیش از فرارسیدن این مهلت فراهم نماید.

* در صورت موافقت معاونت آموزشی دانشگاه، نمره پروپوزال را می‌توان به عنوان نمره درس سمینار دکتری ۲ قرار داد.

فهرست منابع پیشنهادی:

نام درس (فارسی):	**دستیار تدریس**						
نام درس (انگلیسی):	Assistant Lecturer						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	تحت نظر استاد راهنما						
تعداد واحد:	**۱**	**واحد نظری:**	**۰**	**واحد عملی:**	**۱**	**تعداد ساعت:**	**۳۲**
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ■ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						

سرفصل‌ها:

با توجه به اهمیت مهارت‌های تدریس در آینده حرفه‌ای دانشجویان دکتری، دانشجویان علاقمند می‌توانند **تحت نظارت استاد راهنمای خود** این مهارت‌ها را در قالب فعالیت‌های ذیل کسب نمایند:

- (۶ ساعت در قالب شرکت در کارگاه، یادگیری از استاد و مطالعه شخصی) آشنایی با مهارت‌های تدریس: توانایی برقراری ارتباط کلامی و بصری، اعتماد به نفس متکی بر دانش و هدفمندی، بردباری و حفظ آرامش، خلاقیت و نوآوری، حفظ انگیزه در خود و ایجاد انگیزه در مخاطب، مدیریت تعارض، همدلی و درک احساسات مخاطب و شرایط محیطی، شناخت جایگاه مخاطب، مدیریت زمان، قابلیت تطبیق، استفاده از ابزارهای کمک آموزشی از جمله ابزارهای فناورانه، ایجاد مشارکت در کلاس، سازماندهی و انتخاب روال مناسب در ارائه موضوعات، یادگیری مستمر، رعایت اخلاق حرفه‌ای تدریس شامل تعهد، وقت‌شناسی، صداقت، عدالت، احترام و حسن برخورد
- (۶ ساعت) آماده‌سازی ملزومات تدریس شامل طرح درس و فایل ارائه
- (۲۴ ساعت) تدریس در کلاس حل تمرین، نظارت بر فعالیت‌های دانشجویان، راهبری پروژه‌های درسی، طرح آزمون‌ها، طرح و تصحیح تکالیف
- (حداکثر ۶ ساعت که حداقل ۳ ساعت آن باید با حضور استاد مربوطه باشد) تدریس در کلاس دوره کارشناسی، آزمایشگاه و یا کارگاه
- (حداقل ۶ ساعت) سایر فعالیت‌های آموزشی به تشخیص استاد راهنما

روش ارزشیابی پیشنهادی:

نظر استاد راهنما

فهرست منابع پیشنهادی:

- Gilmore, J., & Hatcher, M. (2023). Preparing for College and University Teaching: Competencies for Graduate and Professional Students. Taylor & Francis.
- Rovida, E., & Zafferri, G. (2022). The Importance of Soft Skills in Engineering and Engineering Education. Springer.

نام درس (فارسی):	**رساله دکتری**						
نام درس (انگلیسی):	Doctoral Dissertation						
پیش‌نیاز/(همنیاز):	پس از گذراندن دوره آموزشی و سایر الزامات دوره از قبیل آزمون جامع، بسندگی زبان و تصویب پروپوزال						
تعداد واحد:	**۱۸**	**واحد نظری:**	**۱۸**	**واحد عملی:**	**۰**	**تعداد ساعت:**	
آموزش تکمیلی:	☐ آزمایشگاه ☐ کارگاه سخت‌افزاری ☐ کارگاه نرم‌افزاری ☐ آتلیه/استودیو/فضای تعاملی ☐عملیات میدانی ☐ بازدید علمی ☐ فعالیت در صنعت						
سرفصل‌ها:							
○ انجام یک موضوع پژوهشی با نوآوری برجسته در یکی از زمینه های مرتبط با مهندسی مکانیک تحت راهنمایی استاد راهنما							
روش ارزشیابی پیشنهادی:							
نظر داوران جلسه دفاع							
فهرست منابع پیشنهادی:							