دانشگاه تهران

مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس

دوره: دکتری

رشته : مهندسی هوا فضا

گرایش:

- سازه های هوایی
- آیرودینامیک
- جلوبرندگی
- دینامیک پرواز و کنترل
- مهندسی فضایی

دانشکدگان علوم و فناوری های میان رشته ای

مصوبه جلسه مورخ ۱۴۰۳/۷/۲۰ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه

این برنامه بر اساس آیین نامه وزارتی تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاههای دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکدگان علوم و فناوری های میان رشته ای بازنگری و در چهار صد و نود و نهمین جلسه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه مورخ ۱۴۰۳/۷/۲۰ به تصویب رسیده است.

مصوبه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه تهران در خصوص برنامه درسی

رشته: مهندسی هوا فضا

دوره : دکتری

برنامه درسی دوره دکتری رشته مهندسی هوا فضا که توسط اعضای هیات علمی دانشکدگان علوم و فناوری های میان رشته ای بازنگری شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.
- برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری رشته مهندسی هوا فضا از تاریخ ۱۴۰۴/۷/۲۰جایگزین برنامه درسی دوره دکتری رشته مهندسی هوا فضا مصوب جلسه مورخ ۱۳۹۲/۴/۹ شورای عالی برنامه ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می شود.
- هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگرآنکه به تصویب شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه برسد.

محمود کمره ای
معاون آموزشی دانشگاه

محمد علی شریفی
دبیرشورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه

رای صادره جلسه مورخ ۱۴۰۴/۷/۲۰ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی دوره دکتری رشته مهندسی هوا فضا صحیح است، به واحد ذیربط ابلاغ شود.

محمد حسین امید
رئیس دانشگاه تهران

دانشگاه تهران
شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی

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

دانشگاه تهران

برنامه درسی رشته

مهندسی هوا فضا

PhD in Aerospace Engineering

مقطع دکتری

گرایشها

Aerospace Structures	سازه‌های هوایی
Aerodynamics	آیرودینامیک
Propulsion	جلوبرندگی
Flight Dynamics and Control	دینامیک پرواز و کنترل
Space Engineering	مهندسی فضایی

اعضای کمیته تدوین و بازنگری برنامه:

دکتر شاهرخ شمس	عضو هیات علمی دانشگاه تهران و مسئول بازنگری دوره
دکتر امیر رضا کوثری	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر شیدوش وکیلی پور	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر مجتبی طحانی	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر رهام رفیعی	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر مهران مصدری	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر محمدعلی امیری آتشگاه	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر علیرضا ترابی	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر بابک میرزاوند	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر مهدی فکور	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر مازیار شفائی	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر محمدحسین صبور	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر پرویز محمدزاده	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر مسعود محمدی	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر مسعود عیدی عطارزاده	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر رسول عسکری	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر مجید حاجی پور	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر حسن اخلاقی	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر سیدحامد سیدی پور	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دکتر محمدحسین برزگری	عضو هیات علمی دانشگاه تهران

File name: Aerospace R17.2 040604 SS AK MT SP MM MH ME Phd.Docx

فهرست

فهرست **۳**
فهرست جداول **۹**
جدول تغییرات (گرایش سازه‌های هوایی) **۱۰**
جدول تغییرات (گرایش آیرودینامیک) **۱۲**
جدول تغییرات (گرایش جلوبرندگی) **۱۵**
جدول تغییرات (گرایش دینامیک پرواز و کنترل) **۱۸**
جدول تغییرات (مهندسی فضایی) **۲۰**
فصل اول مشخصات کلی برنامه درسی **۲۳**
الف) مقدمه ۲۴
ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف ۲۶
پ) ضرورت و اهمیت ۲۶
ت) تعداد و نوع واحدهای درسی ۲۷
ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان ۲۷
ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره ۲۸
چ) شرایط، ضوابط و الزامات اجرا و گسترش رشته ۲۸
ه) زمینه‌های شغلی حال و آینده ۲۸
ی) جایگاه تمدنی، فرهنگی و اجتماعی (جایگاه رشته تحصیلی در حوزه تمدنی گذشته، حال و آینده و بافت فرهنگی و اجتماعی کشور) ۲۹
فصل دوم جدول عناوین و مشخصات دروس **۳۰**
جداول دروس مهندسی هوافضا گرایش سازه‌های هوایی **۳۱**
جداول دروس مهندسی هوافضا گرایش آیرودینامیک **۳۷**
جداول دروس مهندسی هوافضا گرایش جلوبرندگی **۴۴**
جداول دروس مهندسی هوافضا گرایش دینامیک پرواز و کنترل **۵۱**
جداول دروس مهندسی هوافضا گرایش مهندسی فضایی **۵۸**
ویژگی‌های دروس **۶۶**
سیلابس دروس گرایش سازه‌های هوایی ..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
آیروالاستیسیته ۶۷
بهینه سازی طراحی سازه های هوافضایی ۶۹
تئوری الاستیسیته ۷۱
تئوری صفحه‌ها و پوسته ها ۷۳
ریاضیات پیشرفته ۲ ..... ۷۵
مکانیک آسیب و شکست در سازه‌های کامپوزیتی ۷۸
مکانیک شکست ۱ ..... ۸۰
اخلاق مهندسی ۸۲
ارتعاشات اتفاقی ۸۴
ارتعاشات پیشرفته ۸۶
ارتعاشات سیستم‌های ممتد ۸۸
ارتعاشات غیرخطی ۹۰
اصول طراحی و تحلیل سازه و مکانیزمهای ماهواره ۹۲
آنالیز مودال ۹۴
آیروآکوستیک ۹۷

پایداری سازه های هوافضایی ۱۰۰
تجزیه و تحلیل سیستم‌های مهندسی برای طراحی ۱۰۲
تحلیل تجربی تنش ۱۰۵
تحلیل پیشرفته سازه های هوایی ۱۰۷
تفکر انتقادی در مهندسی ۱۱۰
تئوری پلاستیسیته ۱۱۳
تئوری ترموالاستیسیته ۱۱۵
خستگی و شکست و خزش ۱۱۷
دینامیک بالگرد و هواپیماهای V/STOL ۱۱۹
دینامیک پیشرفته ۱۲۱
دینامیک سازه ۱۲۳
دینامیک غیرخطی و آشوب ۱۲۶
روش اجزای محدود ۱ ۱۲۸
روش اجزای محدود ۲ ۱۳۰
روش اجزای محدود تعمیم‌یافته ۱۳۲
روشهای انرژی ۱۳۴
روشهای تولید کامپوزیت‌های پلیمری ۱۳۶
طراحی پیشرفته سازه های هوافضایی ۱۳۸
طراحی و تجزیه و تحلیل ماموریت‌های فضایی ۱۴۱
فناوری نانوکامپوزیتهای پلیمری ۱۴۳
کاربرد هوش مصنوعی در سازه های هوافضایی ۱۴۵
مباحث منتخب در سازه های هوافضایی ۱۴۸
مبانی قابلیت اطمینان ۱۴۹
مبانی مهندسی سیستم ها ۱۵۱
محاسبات عددی پیشرفته ۱۵۴
مدیریت تکنولوژی هوافضا ۱۵۷
معماری سیستم‌های هوافضایی ۱۶۰
مکانیک ضربه در مواد مرکب ۱۶۲
مکانیک محیط پیوسته ۱۶۴
مکانیک مواد مرکب پیشرفته ۱۶۸
ویسکوالاستیسیته ۱۷۰
سیلابس دروس گرایش آیرودینامیک ۱۷۲
آیرودینامیک پیشرفته ۱۷۳
آیرودینامیک تجربی ۱۷۵
آیرودینامیک مافوق صوت ۱۷۷
آیرودینامیک ناپایا ۱۷۹
جریان آشفته برشی ۱۸۱
جریانهای آشفته ۱۸۳
دینامیک سیالات محاسباتی ۲ ۱۸۵
روشهای کنترل جریان سیال ۱۸۷
مباحث منتخب در آیرودینامیک ۱۸۹

اصول جلوبرنده پیشرفته ۱۹۱
انتشار امواج در سیالات ۱۹۴
انتقال حرارت پیشرفته ۱۹۷
انتقال حرارت تشعشع ۱۹۹
انتقال حرارت جابجایی ۲۰۱
انتقال حرارت هدایتی ۲۰۳
انتقال حرارت و جرم ۲۰۵
اندرکنش سیال با جامد ۲۰۷
آیروترمودینامیک ۲۰۹
آیرودینامیک CASCADE ۲۱۱
آیرودینامیک با الهام از طبیعت ..... **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
آیرودینامیک بالگرد ۲۱۵
آیرودینامیک توربین‌های بادی ۲۱۷
آیرودینامیک خودرو ۲۱۹
آیرودینامیک گذرصوت ۲۲۱
آیرودینامیک مادون صوت ۲۲۳
آیرودینامیک ماورای صوت ۲۲۵
آیرودینامیک ملخ و پروانه ۲۲۷
آیرودینامیک هواپیما ..... **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
آیرودینامیک ورودی ۲۳۱
پردازش موازی ۲۳۳
ترموآکوستیک ۲۳۵
ترمودینامیک پیشرفته ۲۳۷
توربوماشین پیشرفته ۲۴۰
تولید شبکه محاسباتی ۲۴۳
تئوری انرژی جنبشی گازها ۲۴۵
تئوری جریانهای گذار ۲۴۷
تئوری لایه مرزی ۲۴۹
جریان سیال در محیط متخلخل ۲۵۱
جریان لزج پیشرفته ۲۵۳
جریانهای چندفازی ۲۵۶
جریانهای میکرو و نانو ۲۵۸
خواص ترموفیزیکی سیالات ۲۶۰
دینامیک سیالات محاسباتی ۱ ..... ۲۶۲
دینامیک سیالات محاسباتی جریانهای تراکم‌ناپذیر ۲۶۴
دینامیک گاز رقیق ۲۶۶
دینامیک گازهای پیشرفته ۱ ..... ۲۶۸
دینامیک گازهای پیشرفته ۲ ..... ۲۷۰
روش اجزاء محدود در سیالات ۲۷۳
روشهای عددی در توربوماشین ۲۷۵
ریاضیات پیشرفته ۱ ..... ۲۷۷

شبیه‌سازی دینامیک گاز مولکولی ۲۸۰
طراحی آیرودینامیکی توربوماشین‌ها ۲۸۲
طراحی آیرودینامیکی کمپرسورها ۲۸۴
مدل‌سازی جریانهای آشفته ۲۸۷
مطالعه انفرادی در آیرودینامیک ۲۸۹
ناپایداری جریان سیال ۲۹۱
سیلابس دروس گرایش جلوبرندگی ۲۹۳
پیشرانه‌های فضایی ۲۹۴
روشهای نوین در دینامیک سیالات محاسباتی ۲۹۷
طراحی محفظه احتراق توربین گاز ۳۰۰
طراحی موتور موشک‌های سوخت مایع ۳۰۳
کاربرد هوش مصنوعی در جلوبرندگی ۳۰۵
مباحث منتخب در جلوبرندگی ۳۰۸
احتراق اسپری ۳۱۰
اصول دینامیک سیالات محاسباتی ۳۱۲
آکوستیک ۳۱۴
آیروترمودینامیک موتورهای موشک ۳۱۶
جلوبرنده‌های فراصوتی ۳۱۸
روشهای تجربی در احتراق ۳۲۰
روشهای محاسباتی در احتراق ۳۲۲
سوخت و احتراق پیشرفته ۱ ۳۲۴
سوخت و احتراق پیشرفته ۲ ۳۲۶
طراحی کمپرسور ۳۲۹
طراحی مهندسی و نمونه‌سازی سریع ۳۳۲
طراحی موتور موشک‌های سوخت جامد ۳۳۴
فیزیک جریانهای آشفته ۳۳۷
مطالعه انفرادی در جلوبرندگی ۳۴۰
موتورهای احتراق داخلی پیشرفته ۳۴۲
ناپایداری احتراق ۳۴۴
سیلابس دروس گرایش دینامیک پرواز و کنترل ۳۴۶
دینامیک پرواز پیشرفته ۲ ۳۴۷
شبیه سازی پرواز ۳۴۹
عملکرد پروازی پیشرفته سیستمهای هوافضایی ۳۵۲
کنترل بهینه ۲ ۳۵۴
کنترل چندمتغیره ۳۵۶
یادگیری ماشین ۳۵۸
اندازه گیری نوری و حسگرهای نوری ۳۶۰
آمار و احتمال پیشرفته ۳۶۲
آیرودینامیک بالگرد و هواپیماهای V/STOL **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**
پیشرانش‌های الکتریکی ۳۶۶
تحلیل عملکرد و طراحی سیستمی هواگردهای الکتریکی ۳۶۸

دینامیک پرواز بالگرد و هواپیماهای V/STOL ۳۷۰
دینامیک پرواز پیشرفته ۱ ۳۷۲
دینامیک پرواز و کنترل فضاپیما ۱ ۳۷۴
رباتیک فضایی ۳۷۶
روشهای بهینه‌سازی ۳۷۸
سیستمهای اویونیک ۳۸۰
سیستمهای چند عاملی ۳۸۲
شبکه‌های عصبی مصنوعی ۳۸۴
شناسایی سیستم ۳۸۶
طراحی بهینه چند موضوعی ۳۸۸
طراحی سیستمهای کنترل پرواز ۱ ۳۹۰
طراحی سیستمهای کنترل پرواز ۲ ۳۹۲
طراحی سیستمی فضاپیما ۱ ۳۹۴
طراحی سیستمی ماهواره‌بر ۱ ۳۹۶
طراحی هواپیما پیشرفته ۳۹۸
طراحی وسایل هوادریایی ۴۰۰
کنترل بهینه ۱ ۴۰۲
کنترل پیشبین ۴۰۴
کنترل پیشرفته ۴۰۶
کنترل تصادفی ۴۰۸
کنترل تطبیقی ۴۱۰
کنترل دیجیتال ۴۱۲
کنترل غیرخطی ۴۱۴
کنترل مقاوم ۴۱۶
ماشین‌های الکتریکی در صنعت هوافضا ۴۱۸
مباحث منتخب در مهندسی هوافضا ۴۲۱
مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی ۴۲۳
مفاهیم پیشرفته در طراحی ۴۲۵
مکاترونیک ۴۲۷
مکانیک مدار پیشرفته ۱ ۴۲۹
منطق و کنترل فازی ۴۳۱
ناوبری ۱ ۴۳۳
ناوبری ۲ ۴۳۵
هدایت ۱ ۴۳۷
هدایت ۲ ۴۳۹
هدایت و ناوبری ۱ ۴۴۱
سیلابس دروس گرایش مهندسی فضایی ۴۴۳
دینامیک پرواز و کنترل فضاپیما ۲ ۴۴۴
طراحی سیستمی فضاپیما ۲ ۴۴۶
ارتعاشات سازه‌های فضایی ۴۴۸
اصول طراحی زیرسیستم توان الکتریکی فضاپیما ۴۵۰

اصول طراحی و تحلیل آنتن‌های ایستگاه زمینی و ماهواره ۴۵۲
اصول طراحی و تحلیل سیستم کنترل حرارت ماهواره ۴۵۴
اصول طراحی و تحلیل سیستم‌های سنجش از راه دور ۴۵۶
آشنایی با اقلیم فضا و تاثیرات آن بر سامانه های فضایی و زمینی ۴۵۸
توسعه سیستم‌های فضایی ۴۶۰
دینامیک اجرام سماوی ۴۶۳
دینامیک پیشرفته فضاپیما ۴۶۵
سامانه های پیشرانش سوخت جامد ۴۶۷
سامانه های پیشرانش سوخت مایع ۴۷۰
طراحی سیستمی پرتاب‌کننده و مکانیزم‌های رهاسازی ۴۷۲
طراحی سیستمی ماهواره‌بر ۲ ۴۷۴
طراحی مأموریت‌های فضایی ۴۷۶
طراحی مأموریت‌های ماهواره‌ای ۴۷۸
قابلیت اطمینان و تست در صنایع فضایی ۴۸۰
مبانی کنترل وضعیت و دینامیک مدار ۴۸۲
مهندسی سیستمهای فضایی ۴۸۴
هدایت و کنترل بهینه فضاپیما ۴۸۶
هدایت و ناوبری فضاپیما ۴۸۸

فهرست جداول

جدول تغییرات (گرایش سازه‌های هوایی) ۱۰
جدول تغییرات (گرایش آیرودینامیک) ۱۲
جدول تغییرات (گرایش جلوبرندگی) ۱۵
جدول تغییرات (گرایش دینامیک پرواز و کنترل) ۱۸
جدول تغییرات (مهندسی فضایی) ۲۰
جدول ۱ - توزیع واحدهای دکتری ۲۷
جدول مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های دانش‌آموختگان ۲۸
جدول ۲ - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اصلی - گرایش سازه‌های هوایی (مقطع دکترای تخصصی) ۳۲
جدول ۳ - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری - گرایش سازه‌های هوایی (مقطع دکترای تخصصی) ۳۳
جدول ۴- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اصلی - گرایش آیرودینامیک (مقطع دکترای تخصصی) ۳۸
جدول ۵- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری - گرایش آیرودینامیک (مقطع دکترای تخصصی) ۳۹
جدول ۶- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اصلی - گرایش جلوبرندگی (مقطع دکترای تخصصی) ۴۵
جدول ۷- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری - گرایش جلوبرندگی (مقطع دکترای تخصصی) ۴۶
جدول ۸-عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اصلی - گرایش دینامیک پرواز و کنترل (مقطع دکترای تخصصی) ۵۲
جدول ۹-عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری - گرایش دینامیک پرواز و کنترل (مقطع دکترای تخصصی) ۵۳
جدول ۱۰- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اصلی - گرایش مهندسی فضایی (مقطع دکترای تخصصی) ۵۹
جدول ۱۱- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری - گرایش مهندسی فضایی (مقطع دکترای تخصصی) ۶۰

جدول تغییرات (گرایش سازه‌های هوایی)

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱	ارتعاشات تصادفی	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۲	ارتعاشات سیستم‌های ممتد	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۳	آیروالاستیسیته	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۴	بهینه سازی	بهینه سازی طراحی سازه های هوافضایی
۵	پایداری سازه های هوافضایی	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۶	تحلیل پیشرفته سازه های هوافضایی	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۷	تحلیل تجربی تنش	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۸	ترموالاستیسیته	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۹	تئوری الاستیسیته	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۱۰	تئوری پلاستیسیته	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۱۱	تئوری صفحه ها و پوسته ها	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۱۲	خستگی و شکست و خزش	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۱۳	دینامیک عددی پیشرفته	حذف بدلیل تکراری بودن و یا مشابهت زیاد مطالب با سایر دروس
۱۴	دینامیک غیرخطی و آشوب	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۱۵	روش اجزای محدود ۱	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۱۶	روش اجزای محدود ۲	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۱۷	روشهای انرژی	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۱۸	ریاضیات پیشرفته ۱	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۱۹	ریاضیات پیشرفته ۲	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۲۰	طراحی پیشرفته سازه‌های هوافضایی	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۲۱	طراحی قید و بند	حذف بدلیل تکراری بودن و یا مشابهت زیاد مطالب با سایر دروس
۲۲	طراحی وسایل نقلیه هوافضایی	حذف بدلیل تکراری بودن و یا مشابهت زیاد مطالب با سایر دروس
۲۳	مباحث منتخب در سازه‌های هوافضایی	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۲۴	متالورژی در تولید	حذف بدلیل تکراری بودن و یا مشابهت زیاد مطالب با سایر دروس
۲۵	محاسبات عددی پیشرفته	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۲۶	محاسبات عددی پیشرفته ۱	حذف بدلیل تکراری بودن و یا مشابهت زیاد مطالب با سایر دروس
۲۷	مکانیک شکست ۱	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۲۸	مکانیک آسیب در سازه‌های کامپوزیت	مکانیک آسیب و شکست در سازه‌های کامپوزیتی

۲۹	مکانیک ضربه در مواد مرکب	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۳۰	مکانیک محیط پیوسته	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۳۱	مکانیک مواد مرکب پیشرفته	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۳۲	مواد مرکب پیشرفته	حذف بدلیل تکراری بودن و یا مشابهت زیاد مطالب با سایر دروس
۳۳	مواد مرکب پیشرفته	مکانیک مواد مرکب پیشرفته
۳۴	مواد و روشهای ساخت پیشرفته	حذف بدلیل تکراری بودن و یا مشابهت زیاد مطالب با سایر دروس
۳۵	ویسکوالاستیسیته	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۳۶	-	اخلاق مهندسی
۳۷	-	اصول طراحی و تحلیل سازه و مکانیزمهای ماهواره
۳۸	-	آنالیز مودال
۳۹	-	آیروآکوستیک
۴۰	-	تجزیه و تحلیل سیستمهای مهندسی برای طراحی
۴۱	-	تفکر انتقادی در مهندسی
۴۲	-	دینامیک بالگرد و هواپیماهای V/STOL
۴۳	-	روش‌های تولید کامپوزیت‌های پلیمری
۴۴	-	طراحی مهندسی و نمونه‌سازی سریع
۴۵	-	طراحی و تجزیه و تحلیل ماموریت‌های فضایی
۴۶	-	فناوری نانوکامپوزیت‌های پلیمری
۴۷	-	کاربرد هوش مصنوعی در سازه های هوافضایی
۴۸	-	مبانی قابلیت اطمینان
۴۹	-	مبانی مهندسی سیستم ها
۵۰	-	معماری سیستمهای هوافضایی

جدول تغییرات (گرایش آیرودینامیک)

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱	اجزا محدود در سیالات	تغییر عنوان به روش اجزاء محدود در سیالات و افزودن طرح درس
۲	احتراق اسپری	حذف درس
۳	اصول جلوبرنده پیشرفته	اصلاح محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۴	انتشار امواج در سیالات	افزودن طرح درس
۵	انتقال حرارت پیشرفته	افزودن طرح درس
۶	انتقال حرارت تشعشع	افزودن طرح درس
۷	انتقال حرارت جابجایی	افزودن طرح درس
۸	انتقال حرارت هدایت	افزودن طرح درس
۹	انتقال حرارت و جرم	افزودن طرح درس
۱۰	اندرکنش سیال با جامد	افزودن طرح درس
۱۱	آیرو اکوستیک	اصلاح عنوان به آیرواکوستیک و افزودن طرح درس
۱۲	آیروترمودینامیک موشک	حذف شد.
۱۳	آیرودینامیک CASCADE	افزودن طرح درس
۱۴	آیرودینامیک اجزا انعطاف‌پذیر	حذف درس
۱۵	آیرودینامیک بالگرد	افزودن طرح درس
۱۶	آیرودینامیک پیشرفته	افزودن طرح درس
۱۷	آیرودینامیک تجربی	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۱۸	آیرودینامیک توربین‌های بادی	افزودن طرح درس
۱۹	آیرودینامیک خودرو	افزودن طرح درس
۲۰	آیرودینامیک مادون صوت	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۲۱	آیرودینامیک مافوق صوت	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید، انتقال به جدول دروس تخصصی اختیاری
۲۲	آیرودینامیک ماوراء صوت	اصلاح عنوان به «آیرودینامیک ماورای صوت» و افزودن طرح درس
۲۳	آیرودینامیک ناپایا	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید، انتقال به جدول دروس تخصصی اختیاری
۲۴	آیرودینامیک ورودی	اصلاح محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۲۵	پیشرانه‌های ابر صوتی	حذف درس
۲۶	ترموآکوستیک	افزودن طرح درس
۲۷	ترمودینامیک پیشرفته	افزودن طرح درس

۲۸	ترموفیزیک جریان سیال در جاذبه ناچیز	حذف شد.
۲۹	توربولانس	اصلاح عنوان به جریان‌های آشفته، تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید، انتقال به جدول دروس تخصصی اختیاری
۳۰	توربوماشین پیشرفته	افزودن طرح درس
۳۱	تئوری اغتشاشات	حذف درس
۳۲	تئوری لایه مرزی	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۳۳	تئوری ملخ و پروانه	تغییر نام به آیرودینامیک ملخ و پروانه و افزودن طرح درس
۳۴	تئوری‌های گذار جریان	اصلاح عنوان به «تئوری جریان‌های گذار» و افزودن طرح درس
۳۵	جریان سیال در محیط متخلخل	افزودن طرح درس
۳۶	جریان لزج پیشرفته ۱	تغییر عنوان به جریان لزج پیشرفته و انتقال به جدول دروس تخصصی اختیاری
۳۷	جریان لزج پیشرفته ۲	حذف شد.
۳۸	جریان مغشوش برشی	تغییر عنوان به «جریان آشفته برشی» و افزودن طرح درس
۳۹	جریانهای چندفازی	اصلاح عنوان به جریان‌های چندفازی و افزودن طرح درس
۴۰	جریانهای میکرو-نانو	تغییر عنوان به جریان‌های میکرو و نانو و افزودن طرح درس
۴۱	دینامیک سیالات عددی ۱	اصلاح عنوان به دینامیک سیالات محاسباتی ۱، تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۴۲	دینامیک سیالات عددی ۲	اصلاح عنوان به دینامیک سیالات محاسباتی ۲، تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۴۳	دینامیک سیالات عددی جریان‌های تراکم‌ناپذیر	اصلاح عنوان به «دینامیک سیالات محاسباتی جریان‌های تراکم‌ناپذیر» و اصلاح محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۴۴	دینامیک گاز دقیق	اصلاح عنوان به دینامیک گاز رقیق و افزودن طرح درس
۴۵	دینامیک گازها ۱	اصلاح عنوان به «دینامیک گازهای پیشرفته ۱» و افزودن طرح درس
۴۶	دینامیک گازها ۲	اصلاح عنوان به «دینامیک گازهای پیشرفته ۲» و افزودن طرح درس
۴۷	روشهای تولید شبکه	تغییر عنوان به «تولید شبکه محاسباتی» و افزودن طرح درس
۴۸	روشهای عددی در توربوماشین‌ها	اصلاح عنوان به روشهای عددی در توربوماشین و افزودن طرح درس
۴۹	روشهای کنترل جریان سیال پیشرفته	حذف شد.
۵۰	روشهای نوین در دینامیک سیالات محاسباتی	حذف درس

۵۱	ریاضیات پیشرفته ۱	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۵۲	ریاضیات پیشرفته ۲	افزودن طرح درس
۵۳	سوخت و احتراق پیشرفته ۱	حذف شد.
۵۴	شبیه‌سازی توربولانس	تغییر عنوان به «شبیه‌سازی جریان‌های آشفته» و افزودن طرح درس
۵۵	شبیه‌سازی جریان‌های گردابه‌ای	حذف شد.
۵۶	طراحی آیرودینامیکی توربوماشین‌ها	حذف از دروس تخصصی اصلی و انتقال به دروس اختیاری
۵۷	طراحی کمپرسور	تغییر عنوان به « طراحی ایرودینامیکی کمپرسورها» و افزودن طرح درس
۵۸	کنترل جریان سیال	تغییر عنوان به روشهای کنترل جریان سیال و افزودن طرح درس
۵۹	گرمایش آیرودینامیکی	حذف درس
۶۰	مباحث منتخب در آیرودینامیک	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۶۱	مدیریت تکنولوژی هوافضا	افزودن طرح درس
۶۲	ناپایداری احتراق	حذف شد.
۶۳	ناپایداری جریان سیال	افزودن طرح درس
۶۴	-	اخلاق مهندسی
۶۵	-	پردازش موازی
۶۶	-	تفکر انتقادی در مهندسی
۶۷	-	خواص ترموفیزیکی سیالات
۶۸	-	مبانی مهندسی سیستم ها
۶۹	-	محاسبات عددی پیشرفته
۷۰	-	مطالعه انفرادی در آیرودینامیک

جدول تغییرات (گرایش جلوبرندگی)

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱	احتراق اسپری	افزودن طرح درس و افزوده شدن به جدول دروس اصلی
۲	اصول جلوبرنده پیشرفته	اصلاح محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۳	انتشار امواج در سیالات	افزودن طرح درس
۴	انتقال حرارت پیشرفته	افزودن طرح درس
۵	انتقال حرارت تشعشع	افزودن طرح درس
۶	انتقال حرارت جابجایی	افزودن طرح درس
۷	انتقال حرارت در سامانه‌های هوافضایی	حذف شد.
۸	انتقال حرارت هدایتی	افزودن طرح درس
۹	انتقال حرارت و جرم	افزودن طرح درس
۱۰	آکوستیک	افزودن طرح درس
۱۱	آیرواکوستیک	افزودن طرح درس
۱۲	آیروترمودینامیک موتورهای موشک	افزودن طرح درس
۱۳	آیرودینامیک CASCADE	حذف شد.
۱۴	آیرودینامیک بالگرد	حذف شد.
۱۵	آیرودینامیک خودرو	حذف شد.
۱۶	آیرودینامیک مادون صوت	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۱۷	آیرودینامیک مافوق صوت	اصلاح محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۱۸	آیرودینامیک ماوراء صوت	اصلاح عنوان به «آیرودینامیک ماورای صوت» و افزودن طرح درس
۱۹	آیرودینامیک ناپایا	بدون تغییر
۲۰	آیرودینامیک ورودی	حذف شد.
۲۱	پیشرانه فضایی	تغییر عنوان به «پیشرانه‌های فضایی» و افزودن طرح درس
۲۲	پیشرانه‌های ابرصوتی	تغییر عنوان به «جلوبرنده‌های فراصوتی» و افزودن طرح درس
۲۳	ترموآکوستیک	افزودن طرح درس
۲۴	ترمودینامیک پیشرفته	افزودن طرح درس
۲۵	ترموفیزیک جریان سیال در جاذبه ناچیز	حذف شد.
۲۶	توربولانس (جریان آشفته)	تغییر عنوان به «فیزیک جریان‌های آشفته» و اصلاح محتوا جهت تطبیق با عنوان جدید
۲۷	توربوماشین پیشرفته	افزودن طرح درس

۲۸	تئوری‌های گذار جریان	اصلاح عنوان به «تئوری جریان‌های گذار» و افزودن طرح درس
۲۹	جریان سیال در محیط متخلخل	افزودن طرح درس
۳۰	جریان لزج پیشرفته ۱	تغییر عنوان به «جریان لزج پیشرفته» و اصلاح محتوا
۳۱	جریان لزج پیشرفته ۲	حذف شد.
۳۲	جریان مغشوش برشی	حذف شد.
۳۳	جریان‌های چندفازی	افزودن طرح درس
۳۴	دینامیک سیالات عددی جریان‌های تراکم‌پذیر	حذف شد.
۳۵	دینامیک سیالات عددی جریان‌های تراکم‌ناپذیر	حذف شد.
۳۶	دینامیک سیالات محاسباتی ۲	اصلاح محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۳۷	دینامیک گازها پیشرفته ۱	اصلاح عنوان به «دینامیک گازهای پیشرفته ۱» و افزودن طرح درس
۳۸	دینامیک گازها پیشرفته ۲	اصلاح عنوان به «دینامیک گازهای پیشرفته ۲» و افزودن طرح درس
۳۹	روش اجزاء محدود در سیالات	افزودن طرح درس
۴۰	روشهای تولید شبکه	تغییر عنوان به «تولید شبکه محاسباتی» و افزودن طرح درس
۴۱	روشهای عددی در احتراق	تغییر عنوان به «روشهای محاسباتی در احتراق» و افزودن طرح درس
۴۲	روشهای عددی در توربوماشین‌ها یا دینامیک سیالات عددی ۱ یا اصول دینامیک سیالات عددی	تغییر عنوان به «اصول دینامیک سیالات محاسباتی» و اصلاح محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۴۳	روشهای نوین در دینامیک سیالات محاسباتی	افزودن طرح درس
۴۴	ریاضیات پیشرفته ۱	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۴۵	ریاضیات پیشرفته ۲	افزودن طرح درس
۴۶	سامانه‌های انرژی پیشرفته	حذف شد.
۴۷	سوخت و احتراق پیشرفته ۱	خلاصه کردن محتوا
۴۸	سوخت و احتراق پیشرفته ۲	بدون تغییر
۴۹	شبیه‌سازی توربولانس	تغییر عنوان به «مدل‌سازی جریان‌های آشفته» و افزودن طرح درس
۵۰	صدای موتور	حذف شد.
۵۱	طراحی آیرودینامیکی توربوماشین‌ها	حذف از دروس تخصصی اصلی و انتقال به دروس اختیاری
۵۲	طراحی توربوماشین‌های هیدرولیکی	حذف شد.
۵۳	طراحی کمپرسور	افزودن طرح درس
۵۴	طراحی موتور موشک‌های سوخت جامد	افزودن طرح درس
۵۵	طراحی موتور موشک‌های سوخت مایع	افزودن طرح درس
۵۶	مباحث منتخب در جلوبرندگی	افزودن طرح درس
۵۷	محاسبات عددی پیشرفته	افزودن طرح درس

۵۸	مدیریت تکنولوژی هوافضا	افزودن طرح درس
۵۹	موتورهای احتراق داخلی پیشرفته	افزودن طرح درس
۶۰	ناپایداری احتراق	افزودن طرح درس
۶۱	ناپایداری جریان سیال	افزودن طرح درس
۶۲	-	اخلاق مهندسی
۶۳	-	پردازش موازی
۶۴	-	تجزیه و تحلیل سیستمهای مهندسی برای طراحی
۶۵	-	تفکر انتقادی در مهندسی
۶۶	-	جریان‌های میکرو و نانو
۶۷	-	روشهای تجربی در احتراق
۶۸	-	طراحی محفظه احتراق توربین گاز
۶۹	-	طراحی مهندسی و نمونه‌سازی سریع
۷۰	-	کاربرد هوش مصنوعی در جلوبرندگی
۷۱	-	مبانی مهندسی سیستم ها
۷۲	-	مطالعه انفرادی در جلوبرندگی

جدول تغییرات (گرایش دینامیک پرواز و کنترل)

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱	اندازه‌گیری و تخمین پارامترهای پروازی	حذف بدلیل تکراری بودن و یا مشابهت زیاد مطالب با سایر دروس
۲	تئوری کنترل بهینه	کنترل بهینه ۱
۳	دینامیک پرواز پیشرفته ۱	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۴	ریاضیات پیشرفته ۱	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۵	ریاضیات پیشرفته ۲	افزودن طرح درس
۶	سیستم‌های کنترل مقاوم	کنترل مقاوم
۷	شبکه‌های عصبی	شبکه‌های عصبی مصنوعی
۸	شناسایی سیستم و تخمین پارامترهای پرواز	شناسایی سیستم
۹	صدا و ارتعاش (منابع صدا – اغتشاشات صوتی)	آیروآکوستیک
۱۰	طراحی سیستم‌های کنترلی	حذف بدلیل تکراری بودن و یا مشابهت زیاد مطالب با سایر دروس
۱۱	طراحی سیستمی ماهواره	طراحی سیستمی فضاپیما ۱
۱۲	طراحی هواپیما پیشرفته	اضافه کردن سرفصل درس
۱۳	کنترل بهینه ۱	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۱۴	کنترل بهینه ۲	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۱۵	کنترل پیشرفته	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۱۶	کنترل چندمتغیره	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۱۷	کنترل دیجیتالی	کنترل دیجیتال
۱۸	کنترل فازی	منطق و کنترل فازی
۱۹	مباحث منتخب در دینامیک پرواز و کنترل	مباحث منتخب در مهندسی هوافضا
۲۰	مدل‌سازی دینامیکی وسایل پرنده	حذف بدلیل تکراری بودن و یا مشابهت زیاد مطالب با سایر دروس
۲۱	مدلسازی سیستم‌های دینامیکی	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۲۲	مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی در هوافضا	مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی
۲۳	مکانیک محیط پیوسته ۱	مکانیک محیط پیوسته
۲۴	منطق و کنترل فازی	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۲۵	ناوبری وسایل پرنده	حذف بدلیل تکراری بودن و یا مشابهت زیاد مطالب با سایر دروس
۲۶	هدایت و ناوبری ۱	تغییر محتوا جهت تطبیق و پوشش کاربردها و مباحث جدید
۲۷	هدایت وسایل پرنده	حذف بدلیل تکراری بودن و یا مشابهت زیاد مطالب با سایر دروس
۲۸	-	اخلاق مهندسی

۲۹	-	اندازه گیری نوری و حسگرهای نوری
۳۰	-	آمار و احتمال پیشرفته
۳۱	-	آیروالاستیسیته
۳۲	-	آیرودینامیک بالگرد و هواپیماهای V/STOL
۳۳	-	تجزیه و تحلیل سیستمهای مهندسی برای طراحی
۳۴	-	تحلیل عملکرد و طراحی سیستمی هواگردهای الکتریکی
۳۵	-	تفکر انتقادی در مهندسی
۳۶	-	دینامیک پرواز بالگرد و هواپیماهای V/STOL
۳۷	-	دینامیک پرواز پیشرفته ۲
۳۸	-	ریاضیات پیشرفته ۲
۳۹	-	سیستمهای اویونیک
۴۰	-	سیستم‌های چند عاملی
۴۱	-	شبیه سازی پرواز
۴۲	-	طراحی سیستمهای کنترل پرواز ۱
۴۳	-	طراحی سیستمهای کنترل پرواز ۲
۴۴	-	طراحی مهندسی و نمونه‌سازی سریع
۴۵	-	طراحی وسایل هوادریایی
۴۶	-	عملکرد پروازی پیشرفته سیستمهای هوافضایی
۴۷	-	کنترل بهینه ۲
۴۸	-	کنترل پیشبین
۴۹	-	کنترل تصادفی
۵۰	-	مبانی قابلیت اطمینان
۵۱	-	مبانی مهندسی سیستم ها
۵۲	-	مکاترونیک
۵۳	-	مکانیک مدار پیشرفته ۱
۵۴	-	هدایت ۲
۵۵	-	یادگیری ماشین
۵۶	-	پیشرانش‌های الکتریکی
۵۷	-	ماشین‌های الکتریکی در صنعت هوافضا

جدول تغییرات (مهندسی فضایی)

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱	ارتعاشات سازه‌های فضایی	نوشتن سرفصل دروس
۲	اصول طراحی و تحلیل سیستم کنترل حرارت ماهواره	اضافه کردن منبع جدید، اصلاح سایر منابع، تصحیح در متن سرفصل
۳	الگوریتم‌های مدرن در بهینه‌سازی	روشهای بهینه‌سازی
۴	آمار و احتمالات مهندسی	آمار و احتمال پیشرفته
۵	بالستیک خارجی	حذف بدلیل تکراری بودن و یا مشابهت زیاد مطالب با سایر دروس
۶	پیشرانه‌های فضایی	اضافه شدن سرفصل درس
۷	دینامیک پرواز و کنترل فضاپیما ۱	نوشتن سرفصل دروس
۸	دینامیک مدار پیشرفته	مکانیک مدار پیشرفته ۱
۹	رباتیک فضایی	نوشتن سرفصل دروس
۱۰	روش‌های تکاملی در بهینه‌سازی	روشهای بهینه‌سازی
۱۱	ریاضیات پیشرفته ۱	اصلاح سرفصل دروس
۱۲	ریاضیات پیشرفته ۲	نوشتن سرفصل دروس
۱۳	سیستم‌های مخابرات فضایی و ایستگاه‌های زمینی	اصول طراحی و تحلیل آنتن‌های ایستگاه زمینی و ماهواره
۱۴	شبکه‌های عصبی	شبکه‌های عصبی مصنوعی
۱۵	طراحی بهینه چند موضوعی فضاپیماها	طراحی بهینه چند موضوعی
۱۶	طراحی سازه‌های فضایی	اصلاح سرفصل دروس
۱۷	طراحی سیستم‌های کنترلی	حذف بدلیل تکراری بودن و یا مشابهت زیاد مطالب با سایر دروس
۱۸	طراحی سیستمی حامل فضایی	طراحی سیستمی ماهواره‌بر ۱
۱۹	طراحی سیستمی حامل‌های فضایی ۱	طراحی سیستمی ماهواره‌بر ۱
۲۰	طراحی سیستمی حامل‌های فضایی ۲	طراحی سیستمی ماهواره‌بر ۲
۲۱	طراحی سیستمی فضاپیما	طراحی سیستمی فضاپیما ۱، نوشتن سرفصل دروس
۲۲	طراحی مأموریت‌های فضایی	انتقال به جدول دروس تخصصی اصلی و نوشتن سرفصل دروس
۲۳	طراحی موتور موشک‌های سوخت جامد	سامانه های پیشرانش سوخت جامد
۲۴	طراحی موتور موشک‌های سوخت مایع	سامانه های پیشرانش سوخت مایع
۲۵	قابلیت اطمینان و تست در صنایع فضایی	نوشتن سرفصل دروس
۲۶	کاربرد اطلاعات دورسنجی	اصول طراحی و تحلیل سیستم‌های سنجش از راه دور
۲۷	کنترل بهینه ۱	انتقال به جدول دروس تخصصی اصلی، اصلاح سرفصل دروس
۲۸	کنترل بهینه ۲	نوشتن سرفصل دروس

۲۹	کنترل پیشبین	نوشتن سرفصل دروس
۳۰	کنترل پیشرفته	نوشتن سرفصل دروس
۳۱	کنترل تصادفی	نوشتن سرفصل دروس
۳۲	کنترل تطبیقی	نوشتن سرفصل دروس
۳۳	کنترل چندمتغیره	نوشتن سرفصل دروس
۳۴	کنترل حرارتی ماهواره	اصول طراحی و تحلیل سیستم کنترل حرارت ماهواره
۳۵	کنترل دیجیتال	نوشتن سرفصل دروس
۳۶	کنترل غیرخطی	نوشتن سرفصل دروس
۳۷	کنترل فازی	منطق و کنترل فازی
۳۸	کنترل مقاوم	نوشتن سرفصل دروس
۳۹	مباحث منتخب در مهندسی فضایی	مباحث منتخب در مهندسی هوافضا
۴۰	مبانی طراحی سیستمی	طراحی سیستمی فضاپیما ۱
۴۱	مبانی کنترل وضعیت و دینامیک مدار	اضافه کردن منبع جدید
۴۲	مبانی و اصول طراحی سیستم پیشرانش و ریزجلوبرنده‌ها	اضافه کردن منبع جدید
۴۳	محاسبات عددی پیشرفته	انتقال به جدول دروس تخصصی اصلی و نوشتن سرفصل دروس
۴۴	مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی در هوافضا	مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی و نوشتن سرفصل دروس
۴۵	مکانیک مدار پیشرفته	مکانیک مدار پیشرفته ۱
۴۶	مکانیک مدار پیشرفته ۱	تغییر عنوان درس، اصلاح سرفصل دروس
۴۷	منطق و کنترل فازی	نوشتن سرفصل دروس
۴۸	مهندسی سیستمهای فضایی	اضافه شدن سرفصل درس
۴۹	هدایت و ناوبری ۱	اصلاح سرفصل دروس
۵۰	-	اخلاق مهندسی
۵۱	-	اصول طراحی زیرسیستم توان الکتریکی فضاپیما
۵۲	-	اصول طراحی و تحلیل سازه و مکانیزمهای ماهواره
۵۳	-	آشنایی با اقلیم فضا و تاثیرات آن بر سامانه های فضایی و زمینی
۵۴	-	آیروالاستیسیته
۵۵	-	تجزیه و تحلیل سیستمهای مهندسی برای طراحی
۵۶	-	تفکر انتقادی در مهندسی
۵۷	-	توسعه سیستمهای فضایی
۵۸	-	دینامیک اجرام سماوی

۵۹	-	دینامیک پرواز و کنترل فضاپیما ۲
۶۰	-	دینامیک پرواز و کنترل ماهواره بر ۲
۶۱	-	دینامیک پیشرفته فضاپیما
۶۲		رباتیک فضایی
۶۳	-	سیستم‌های چند عاملی
۶۴	-	شناسایی سیستم
۶۵	-	طراحی سیستمی پرتاب‌کننده و مکانیزم‌های رهاسازی
۶۶	-	طراحی سیستمی فضاپیما ۲
۶۷	-	طراحی مهندسی و نمونه‌سازی سریع
۶۸	-	طراحی و تجزیه و تحلیل ماموریت‌های فضایی
۶۹	-	طراحی مأموریت‌های ماهواره‌ای
۷۰	-	مبانی قابلیت اطمینان
۷۱	-	مبانی کنترل وضعیت و دینامیک مدار
۷۲	-	معماری سیستمهای هوافضایی
۷۳	-	مکاترونیک
۷۴	-	ناوبری ۱
۷۵	-	ناوبری ۲
۷۶	-	هدایت و کنترل بهینه فضاپیما
۷۷	-	هدایت و ناوبری فضاپیما
۷۸	-	یادگیری ماشین
۷۹	-	پیشرانش‌های الکتریکی
۸۰	-	ماشین‌های الکتریکی در صنعت هوافضا

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

الف) مقدمه

لو کان العلم منوطا بالثریا لتناولته رجال من فارس

اگر علم در ثریا باشد مردانی از سرزمین پارس به آن دست پیدا خواهند کرد.

حمیری، عبد الله بن جعفر، *قرب الإسناد*، ص ۱۰۹، قم، مؤسسه آل البیت علیهم السلام، چاپ اول، ۱۴۱۳ق.

تاکیدات مکرر مقام معظم رهبری در بیانات مختلف درباره علم هوافضا و اهمیت آن به کرّات مطرح شده است. شکی نیست که قدرت هوافضای یک کشور، از مهمترین عوامل اقتدار و امنیت آن کشور است و آنچه این روزها در جهان می گذرد نشان دهنده قدرت بازدارندگی و قدرت مواجهه با قدرتهای استکباری دنیا به واسطه توانمندی دفاعی هوافضایی کشور، بعنوان یک رکن مهم توانمندی دفاعی کشور می باشد. همچنین در تسخیر فضا نیز هنوز راهی سخت و دشوار برای کشور در پیش روست که این مهم نیز باید به مدد تربیت بیش از پیش نخبگان علمی کشور به انجام رسد.

مقام معظم رهبری در بیانیه گام دوم انقلاب خطاب به ملت ایران در تاریخ ۲۲ بهمن ۱۳۹۷، رتبه بالا در دانش هایی از قبیل هوافضا بعنوان محصولات تلاش چهل ساله انقلاب را ستوده و دانش را آشکارترین وسیله عزّت و قدرت یک کشور میدانند. ولی اذعان دارند که این راه طی شده فقط یک آغاز بوده و ما باید به قله های دانش جهان دست یابیم.

"محصول تلاش چهل‌ساله، اکنون برابر چشم ما است: کشور و ملّتی مستقل، آزاد، مقتدر، باعزّت، متدیّن، پیشرفته در علم، انباشته از تجربه‌هایی گران‌بها، مطمئن و امیدوار، دارای تأثیر اساسی در منطقه و دارای منطق قوی در مسائل جهانی، رکورددار در شتاب پیشرفتهای علمی، ر کورددار در رسیدن به رتبه‌های بالا در دانشها و فنّاوری‌های مهم از قبیل هسته‌ای و سلّول‌های بنیادی و نانو و ***هوافضا*** و امثال آن، سرآمد در گسترش خدمات اجتماعی، سرآمد در انگیزه‌های جهادی میان جوانان، سرآمد در جمعیّت جوان کارآمد، و بسی ویژگی‌های افتخارآمیز دیگر که همگی محصول انقلاب و نتیجه‌ی جهت‌گیری‌های انقلابی و جهادی است."..... بیانیه گام دوم انقلاب ص ۷

"دانش، آشکارترین وسیله‌ی عزّت و قدرت یک کشور است. روی دیگر دانایی، توانایی است. دنیای غرب به برکت دانش خود بود که توانست برای خود ثروت و نفوذ و قدرت دویست‌ساله فراهم کند و با وجود تهیدستی در بنیانهای اخلاقی و اعتقادی، با تحمیل سبک زندگی غربی به جوامع عقب‌مانده از کاروان علم، اختیار سیاست و اقتصاد آنها را به دست گیرد. ما به سوءاستفاده از دانش مانند آنچه غرب کرد، توصیه نمیکنیم، امّا مؤکّداً به نیاز کشور به جوشاندن چشمه‌ی دانش در میان خود اصرار می‌ورزیم. آنچه من میخواهم بگویم این است که این راه طی‌شده، با همه‌ی اهمّیّتش فقط یک آغاز بوده است و نه بیشتر. ما هنوز از قلّه‌های دانش جهان بسیار عقبیم؛ باید به قلّه‌ها دست یابیم. باید از مرزهای کنونی دانش در مهم‌ترین رشته‌ها عبور کنیم. ما از این مرحله هنوز بسیار عقبیم؛ ما از صفر شروع کرده‌ایم. عقب‌ماندگی شرم‌آور علمی در دوران پهلوی‌ها و قاجارها در هنگامی که مسابقه‌ی علمی دنیا تازه شروع شده بود، ضربه‌ی سختی بر ما وارد کرده و ما را از این کاروان شتابان، فرسنگها عقب نگه داشته بود. ما اکنون حرکت را آغاز کرده و با شتاب پیش میرویم ولی این شتاب باید سالها با شدّت بالا ادامه یابد تا آن عقب‌افتادگی جبران شود. ***اینجانب همواره به دانشگاه‌ها و دانشگاهیان و مراکز پژوهش و پژوهندگان، گرم و قاطع و جدّی دراین‌باره تذکّر و هشدار و فراخوان داده‌ام،*** ولی اینک مطالبه‌ی عمومی من از شما جوانان آن است که این راه را با احساس مسئولیّت بیشتر و همچون یک جهاد در پیش گیرید. سنگ بنای یک انقلاب علمی در کشور گذاشته شده و این انقلاب، شهیدانی از قبیل شهدای هسته‌ای نیز داده است. به‌پاخیزید و دشمن بدخواه و کینه‌توز را که از جهاد علمی شما بشدّت بیمناک است ناکام سازید." بیانیه گام دوم انقلاب ص ۹

بدیهی است که اگر بخواهیم در آینده دنیا تأثیرگذار باشیم، باید به صورت منسجم و در فضایی آکادمیک به سمت تقویت این علم پیشرفتهٔ میان‌رشته‌ای حرکت کنیم.

رشد سریع و روزافزون علوم مختلف در جهان به ویژه در چند دهه اخیر، لزوم برنامه‌ریزی مناسب و تلاش مضاعف جهت هماهنگی با پیشرفت‌های گسترده علمی و صنعتی را ضروری می‌سازد. بدون شک خودباوری و استفاده مطلوب از خلاقیت‌های انسانی و ثروت‌های ملی از مهم‌ترین عواملی است که در این راستا می‌توانند مثمر ثمر واقع شوند و در حقیقت با برنامه‌ریزی مناسب و استفاده از ابزار و امکانات موجود می‌توان در مسیر ترقی و پیشرفت کشور گام نهاد.

در کشور ما خوشبختانه بعد از پیروزی انقلاب اسلامی و به‌ویژه در برنامه‌های پنج‌ساله اول تا پنجم توسعه اقتصادی، سرمایه‌گذاری‌های قابل‌توجهی در بخش‌های مختلف صنعت صورت گرفته است که نتایج مثبت آن به‌تدریج نمایان شده و نظر به روح حاکم در برنامه سوم و چهارم، امید می‌رود که در سال‌های آینده بیشتر به ثمر برسد. بدیهی است سرمایه‌گذاری‌ها باید منجر به ایجاد بسترهای مناسب به‌منظور تولید و توسعه فناوری گردد.

بدون تردید پیشرفت صنعتی و حرکت به‌سوی استقلال و خودکفایی که از اهداف والای انقلاب اسلامی است، بدون توجه کافی به امر تحقیقات میسر نبوده و این امر موید نیاز به برنامه ریزی سیستمی وجامع نگر در حوزه های آموزش و پژوهش است.

با اتکال به خداوند متعال و با امید به فراهم شدن زمینه‌های لازم برای ارتقا در زمینه آموزش‌های فنی و مهندسی و با بهره گیری از نتایج تجربیات پیشین در تهیه برنامه‌های درسی، دانشکده مهندسی هوافضای دانشکدگان علوم و فنآوری‌های میان رشته‌ای دانشگاه تهران، براساس آخرین نسخه سرفصل دروس تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی هوافضا (*Aerospace Engineering*)، مصوب هشتصد و سی و پنجمین جلسه شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری مورخ ۱۳۹۲/۰۴/۰۹، اقدام به بازنگری کلی و اساسی مجموعه تحصیلات تکمیلی مهندسی هوافضا (مقطع دکتری) نموده است.

با توجه به این که از آخرین دوره بازنگری دوره دکتری مهندسی هوافضا مدت زمانی طولانی گذشته است و از طرف دیگر رشد روزافزون مهندسی در دنیا، بازنگری دوره‌ها ضروری به نظر رسید. برای انجام این امر، ضمن آن‌که آموزش در دانشگاه‌های معتبر دنیا مورد بررسی دقیق قرار گرفت، با نظرخواهی از متخصصین که در این صنعت در کشور مشغول به فعالیت می‌باشند، سعی شده است که پاسخگویی متناسب با نیازهای صنعتی کشور نیز در امر آموزش مد نظر قرار گیرد و در عین حال در مقایسه با دوره‌های مشابه سایر دانشگاه‌های معتبر دنیا جهت گیری و روند توسعه آتی علوم هوافضایی نیز مد نظر قرار گیرد. دوره‌ی دکتری حاضر در مقایسه با دوره‌های قبلی خود دارای انعطاف‌پذیری بیشتر می‌باشد تا بتوان با پیشرفت‌های آینده و همچنین ارضای دامنه گسترده‌ای از سلیقه‌های مخاطبین هم‌راستا گردد.

این مجموعه مشتمل بر برنامه‌های تخصصی تحصیلات تکمیلی هوافضا، دوره دکتری تحت عناوین آیرودینامیک، جلوبرندگی، سازه‌های هوافضایی، دینامیک پرواز و کنترل، مهندسی فضایی می‌باشد.

نظر بر این‌که برنامه تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی هوافضا دوره‌ی دکتری با در نظر گرفتن آئین‌نامه‌های دوره‌های مصوب شواری عالی برنامه‌ریزی تدوین و بازنگری شده است، از ذکر مواد و تبصره‌های مندرج در آن آئین‌نامه خودداری شده است.

در برنامه‌های پیوست، کلیه دروس و الزامات مربوط به دکتری در هر رشته ارائه شده است.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

دوره دکترای مهندسی هوافضا، یکی از دوره‌های آموزشی و پژوهشی آموزش عالی و بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاه در این زمینه است که به اعطای مدرک می‌انجامد و رسالت آن تربیت افرادی است که با نوآوری در زمینه‌های مختلف علوم و فناوری در رفع نیازهای کشور و گسترش مرزهای دانش موثر باشند. این دوره، شامل تعدادی دروس نظری، کاربردی، آزمایشگاهی و برنامه تحقیقاتی جهت افزایش اطلاعات متخصصان مهندسی هوافضا می‌باشد که زمینه کافی جهت درک و توسعه آن‌چه در مرزهای تکنیک در زمان حال در این رشته می‌گذرد را فراهم می‌آورد. هدف آن تربیت افرادی است که دارای توانایی لازم جهت طراحی و نظارت بر اجرای پروژه‌های تخصصی در زمینه گرایش مربوطه باشند. ضمنا دانش‌آموختگان این دوره توان تحقیقاتی کافی جهت حل مسائلی را که در زمینه حرفه خود با آن مواجه می‌شوند را دارا هستند.

این دوره مجموعه‌ای هماهنگ از فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی با گرایش‌های زیر می‌باشد.

۱) سازه‌های هوایی
۲) آیرودینامیک
۳) جلوبرندگی
۴) دینامیک پرواز و کنترل
۵) مهندسی فضایی

محور اصلی فعالیت‌های علمی دوره دکتری، به تناسب موضوع، تحقیق نظری، تحقیق تجربی و یا تلفیق از این دو است و آموزش ابزار برطرف ساختن کاستی‌های اطلاعاتی داوطلب و هموار ساختن راه حصول به اهداف تحقیق می‌باشد.

هدف از دوره دکترای مهندسی هوافضا، ضمن احاطه یافتن بر آثار علمی در یک زمینه خاص از مهندسی هوافضا، رسیدن به یک یا چند مورد از موارد زیر است:

- آشنا شدن با روش‌های پیشرفته تحقیق و کوشش برای نوآوری در این زمینه
- دستیابی به جدیدترین مبانی علمی، تحقیقاتی و فناوری
- نوآوری در زمینه‌های علمی، تحقیقی و کمک به پیشرفت و گسترش مرزهای دانش
- تسلط یافتن بر یک یا چند امر،همچون تعلمی و تحقیق و برنامه‌ریزی، اجرای هدایت و نظارت و ارزیابی، تجزیه و تحلیل و حل مسائل علمی و گشودن مشکلات علمی جامعه در یکی از زمینه‌های مهندسی هوافضا

پ) ضرورت و اهمیت

رشته مهندسی هوافضا یکی از رشته های مهم و مورد توجه از لحاظ صنعتی و پژوهشی در حوزههای هوایی و فضایی است که پیشرفت در این حوزه باعث ایجاد حوزه های جدید پژوهشی میان رشته ای و ایجاد فرصتهای شغلی برای دانش آموختگان رشته های مهندسی است. نظر به نیاز کشور به نیروی انسانی مجرب در این زمینه و با توجه به موقعیت کنونی ایران در منطقه و جهان و به منظور قطع وابستگی به تکنولوژی خارجی در این زمینه اجرای دوره های تحصیلات تکمیلی این رشته می تواند به غنای بیش از پیش در کشور کمک شایانی نماید.

دانشکده مهندسی هوافضا دانشگاه تهران در راستای توسعه و هدفمندسازی برنامه های آموزشی اقدام به تدوین برنامه جدیددکترای مهندسی هوافضا نمود. این برنامه با توجه به گذشت حدود ۱۰سال از تصویب برنامه قبلی و متناظر با تحولات و پیشرفت های علمی – صنعتی صورت پذیرفته در حوزه های مختلف مرتبط با این رشته در طول سالهای گذشته و همچنین موضوعات کاربردی جدید، تهیه و تدوین شده است.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول ۱- توزیع واحدهای دکتری

نوع دروس	تعداد واحد
دروس تخصصی اصلی	۹
دروس تخصصی اختیاری	۶
رساله	۲۱
جمع	**۳۶**

آزمون جامع دوره دکتری: دانشجویانی که ۱۵ واحد دروس مرحله آموزشی خود را با موفقیت گذرانده باشند لازم است در آزمون جامع که بر اساس آیین‌نامه موسسه برگزار می‌گردد، شرکت نمایند. این آزمون به‌صورت کتبی یا شفاهی برگزار شده و دانشجو حداکثر دوبار می‌تواند در آن شرکت نماید.

رساله دوره دکتری: دانشجویانی که در آزمون جامع دوره دکتری پذیرفته می‌شوند، در مرحله تدوین رساله ثبت‌نام می‌کنند. تعداد کل واحدهایی که دانشجو در مرحله تدوین رساله، به‌نام واحد پروژه تحقیقاتی می‌بایست اخذ نماید، ۲۱ واحد می‌باشد که هر نیم‌سال ۶ واحد آن را ثبت‌نام می‌نماید. در هر حال مجموع واحدهای درسی و رساله دانشجو باید ۳۶ باشد.

نحوه اخذ واحدهای درسی در دوره دکتری: دروس دوره دکتری باید از بین دروس اصلی و اختیاری ارائه‌شده برای دوره دکتری در گرایش دانشجو، براساس جدول ، با تایید گروه و پس از تعیین اساتید راهنما، با تایید استاد راهنمای اول اخذ شود. درصورتی که دروس تخصصی جدول اختیاری به هردلیل ارائه نشود، دانشجو میتواند درسهای باقیمانده خود را از دروس تخصصی اصلی انتخاب نماید.

تبصره ۱: در دوره دکتری، درصورت تایید استاد راهنما و گروه مربوطه، دانشجو می‌تواند حداکثر دو درس خود را از سایر گرایش‌های مهندسی هوافضا و یا سایر رشته‌های مرتبط اخذ نماید.

تبصره ۲: درصورتی که دانشجوی دوره دکتری، درسی را در دوره کارشناسی ارشد خود گذارنده باشد، مجاز به اخذ همین درس در دوره دکتری نمی‌باشد. دروس اخذ شده در دوره دکتری نباید تکرار دروس اخذ شده در کارشناسی ارشد باشند.

تبصره ۳: اگر دانشکده مایل به ارائه یک یا چند درس اختیاری باشد که در لیست دروس ارائه‌شده توسط وزارت نباشد، می‌بایست سیلابس درس پیشنهادی را پس از بررسی مراجع ذی‌صلاح دانشگاه جهت بررسی به دفتر برنامه‌ریزی درسی وزارت ارسال نماید.

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

هدف اصلی صنعت هوافضا طراحی و ساخت وسایل پرنده است، در نتیجه فارغ‌التحصیلان مهندسی هوافضا اغلب می‌توانند در صنایع و موسسات تحقیقاتی هواپیمایی، موشکی و ماهواره فعالیت نمایند و همچنین در کلیه سازمان‌ها و نهادهایی که به نحوی در ارتباط با طراحی، ساخت و بکارگیری وسایل پرنده هستند، به عنوان کارشناس و محقق استخدام شوند. اما علاوه بر اشتغال در مراکز فوق، یک مهندس هوافضا با تسلط بر علوم آئرودینامیک، طراحی سازه و روشهای طراحی توربو ماشین‌ها توانایی کار در شاخه‌های متعددی از مهندسی و پروژه‌های خارج از حیطه صنایع هوافضایی را نیز دارد.

از فارغ‌التحصیلان دوره دکتری انتظار می‌رود که ضمن اشراف به آخرین یافته‌های علمی و اجرایی تخصص مربوط به خود، در مواردی که در حین طرح و اجرای یک پروژه راه حل مشخص و مدونی وجود ندارد قادر باشند با استفاده از آموزه‌های دوران تحصیل خود (بخش آموزشی و پژوهشی)، راه‌حل مناسب، بهینه و قابل‌قبول در سطح جامعه حرفه‌ای ارائه نمایند. بخش دیگری از فعالیت فارغ‌التحصیلان این دوره تدریس در دانشگاه‌ها و

تربیت مهندسین هوافضا توانمند در دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی می‌باشد که بالطبع انتظار می‌رود در تولید علم و تبدیل علم به ایده و ثروت نقش موثری داشته باشند.

جدول مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های دانش‌آموختگان

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
طراحی وسایل پرنده	طراحی پیشرفته سازه های هوافضایی، آیرودینامیک مادون صوت، اصول جلوبرنده پیشرفته، آیروالاستیسیته، طراحی آیرودینامیکی توربوماشین‌ها، طراحی هواپیما پیشرفته، کنترل پیشرفته، طراحی بهینه چند موضوعی، طراحی سیستمی ماهواره‌بر ۲، موتورهای احتراق داخلی پیشرفته
تحلیل با نرم افزارهای محاسباتی مرتبط صنعتی و تجاری	روش اجزای محدود ۲، تحلیل پیشرفته سازه های هوافضایی، دینامیک سیالات محاسباتی ۲، جریان‌های آشفته، تئوری لایه مرزی، احتراق اسپری
توانایی کدنویسی و تحلیل وسایل پرنده با کدهای محاسباتی مذکور	تحلیل پیشرفته سازه‌های هوایی، دینامیک سازه، مکانیک مواد مرکب پیشرفته، تئوری صفحه‌ها و پوسته‌ها، تئوری الاستیسیته، آیروالاستیسیته، خستگی و شکست و خزش، آیرودینامیک ناپایا، کنترل بهینه ۲، شبکه‌های عصبی مصنوعی، دینامیک پرواز پیشرفته ۲
آشنایی و حل مسایل پیچیده ریاضیاتی	ریاضیات پیشرفته ۲، مکانیک محیط پیوسته، محاسبات عددی پیشرفته، آمار و احتمال پیشرفته، منطق و کنترل فازی

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

مطابق شرایط وضوابط وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می باشد.

چ) شرایط، ضوابط و الزامات اجرا و گسترش رشته

در رشته مهندسی هوافضا، دستیابی به منابع معتبر علمی دنیا به زبان اصلی از اهمیت زیادی برخوردار است. همچنین به دلیل گران بود محصولات هوافضایی، لازم است ارتباطاتی با صنایع و ارگانهای مادر در این رشته برقرار شود. همچنین توسعه زیرساختهای آزمایشگاهی نظیر تونل باد، آزمایشگاه های تست سازه، آزمایشگاه های تستهای پیشرانش و موتور، آزمایشگاههای دینامیک پرواز و کنترل، آزمایشگاه های ماهواره و آزمایشگاه های نظیر این موارد از الزامات اجرای این رشته است که برخی از آزمایشگاههای مذکور راه اندازی و استفاده شده است و برخی دیگر به منظور گسترش رشته درحال راه اندازی می باشد.

ح) زمینه‌های شغلی حال و آینده

فارغ التحصیلان این رشته در سطوح تحصیلات تکمیلی، می توانند در سازمانهای مرتبط با ساخت و طراحی وسایل پرنده هوایی نظیر هواپیما و هلیکوپتر و پرنده های فضایی و ارگانهای مرتبط با دانش فضایی و ماهواره نظیر مخابرات و ارتباطات و حتی در زمینه هایی نظیر طراحی و ساخت نوربینهای بادی و انرژی های سبز و نفت و گاز و پتروشیمی در بخشهای توربینی، سیالاتی، سازه ای و کنترلی و ساخت ادوات و تجهیزات مرتبط با این صنایع مشغول به کار شوند. دانش کسب شده در رشته هوافضا بسادگی میتواند بصورت تخصصی در صنایع پیشران کشوری مورد استفاده قرار گیرد و فارغ التحصیلان این رشته می توانند در سطوح بالای فنی و مهندسی در کشور مشغول به کار شوند. در حال حاضر درصد بالایی از فارغ التحصیلان این رشته در شرکتهای دولتی، خصوصی و نیمه خصوصی دانش بنیان مشغول به کار هستند. همچنین، فارغ التحصیلان دوره دکترای مهندسی هوافضا می توانند در دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی تدریس کرده و دوره های آموزشی برگزار نمایند و همچنین می‌توانند با انجام پژوهش در قالب پایان نامه های کارشناسی، کارشناسی ارشد، دکتری و طرحهای تحقیقاتی، به تربیت نیروی انسانی متخصص در حوزه هوافضا بپردازند.

خ) جایگاه تمدنی، فرهنگی و اجتماعی (جایگاه رشته تحصیلی در حوزه تمدنی گذشته، حال و آینده و بافت فرهنگی و اجتماعی کشور)

آشنایی با دانش هوایی در تمدن اسلامی به دوره قرنهای اولیه اسلامی برمیگردد. در زمانی که فردی به نام ابوالقاسم عباس بن فِرناس بن وِرداس تاکُرِنی (۱۹۴–۲۷۴ هق/۸۱۰–۸۸۶ م) اولین فردی است که توانست اندیشه پرواز انسان را عملی نماید و کار وی سال‌ها بعد سرلوحه افراد دیگری نظیر لئوناردو داوینچی و برادران رایت که در اندیشه پرواز بودند قرار گرفت. در دوره معاصر با توجه به شتاب روزافزون کشورهای دنیا برای دستیابی به محصولات هوایی و فضایی و مسابقه برای تسخیر فضا در کشورهای عضو باشگاه فضایی و ایده های بلندپروازانه‌ای نظیر زیست بوم سیارات ماه و مریخ برای سکونت انسان در فضا و طرحهای سفر انسان به فضا و بازگشت از فضا، کشور ما را نیز بر آن داشته که در این حوزه مهم از علم و فن‌آوری وارد شود و از اواخر جنگ تحمیلی تاکنون توانسته است با توسعه و بومی‌سازی سخت افزارهایی نظیر هواپیما، پهپاد، موشک، ماهواره بر و ماهواره و نهادینه کردن ابعاد مختلف دانش هوافضا در کشور و تربیت اندیشمندان و دانشمندان بزرگی در این حوزه، در منطقه و جهان به عنوان یکی از بازیگران اصلی و مطرح، در ابعاد سیاسی و علمی و تمدنی بسیار تاثیرگذار و هدایتگر باشد.

مقام معظم رهبری در بیانیه گام دوم انقلاب خطاب به ملت ایران در تاریخ ۲۲ بهمن ۱۳۹۷، رتبه بالا در دانش هایی از قبیل هوافضا بعنوان محصولات تلاش چهل ساله انقلاب را ستوده و دانش را آشکارترین وسیله عزّت و قدرت یک کشور میدانند. ایشان در بیانیه گام دوم انقلاب ص ۷ درخصوص رسیدن به رتبه های بالا در حوزه هوافضا، می‌فرمایند: "محصول تلاش چهل‌ساله، اکنون برابر چشم ما است: کشور و ملّتی مستقل، آزاد، مقتدر، باعزّت، متدیّن، پیشرفته در علم، انباشته از تجربه‌هایی گران‌بها، مطمئن و امیدوار، دارای تأثیر اساسی در منطقه و دارای منطق قوی در مسائل جهانی، رکورددار در شتاب پیشرفتهای علمی، ر کورددار در رسیدن به رتبه‌های بالا در دانشها و فنّاوری‌های مهم از قبیل هسته‌ای و سلّول‌های بنیادی و نانو و هوافضا و امثال آن، سرآمد در گسترش خدمات اجتماعی، سرآمد در انگیزه‌های جهادی میان جوانان، سرآمد در جمعیّت جوان کارآمد، و بسی ویژگی‌های افتخارآمیز دیگر که همگی محصول انقلاب و نتیجه‌ی جهت‌گیری‌های انقلابی و جهادی است." تاکیدات مکرر معظّمٌ له در بیانات مختلف درباره علم هوافضا و محصولات آن و اهمیت آن به کرّات مطرح شده است. بنابراین، شکی نیست که قدرت هوافضای کشور، از مهمترین عوامل اقتدار و امنیت آن کشور است و آنچه این روزها در جهان می گذرد نشان دهنده قدرت بازدارندگی و قدرت مواجهه با قدرتهای استکباری دنیا به واسطه توانمندی دفاعی هوافضایی کشور، بعنوان یک رکن مهم توانمندی دفاعی کشور می باشد. همچنین در تسخیر فضا نیز هنوز راهی سخت و دشوار برای کشور در پیش روست که این مهم نیز باید به مدد تربیت بیش از پیش نخبگان علمی کشور به انجام رسد. بی شک، توسعه و اقتدار علمی در زمینه هوافضا، جایگاه تمدنی و فرهنگی و اجتماعی کشور را برای ملت شریف و بزرگ ایران هم در داخل کشور و هم دربین کشورهای منطقه و ابرقدرتهای جهان ارتقاء خواهد داد و تقویت خواهد کرد و در ایجاد تمدن نوین ایرانی-اسلامی نقشی پیشرو و هدایتگرانه خواهد داشت. ان‌شاءالله.

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

جداول دروس
مهندسی هوافضا گرایش سازه‌های هوایی

جدول ۲- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی رشته مهندسی هوا فضا گرایش سازه‌های هوایی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	آیروالاستیسیته	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۲	بهینه سازی طراحی سازه های هوافضایی	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۳	تئوری الاستیسیته	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۴	تئوری صفحه‌ها و پوسته‌ها	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۵	ریاضیات پیشرفته ۲	۳	۳	-		۴۸		ریاضیات پیشرفته ۱	ندارد
۶	مکانیک آسیب و شکست در سازه‌های کامپوزیتی	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۷	مکانیک شکست ۱	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
جمع کل		**۲۱**	-	-		**۳۳۶**			

تذکر: دانشجو ملزم به گذراندن حداقل ۹ واحد از دروس تخصصی اصلی می‌باشد. ۶ واحد باقیمانده را از جدول تخصصی اصلی یا جدول تخصصی اختیاری می‌تواند اخذ نماید.

جدول ۳- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری رشته مهندسی هوا فضا گرایش سازه‌های هوایی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۱	اخلاق مهندسی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲	ارتعاشات اتفاقی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳	ارتعاشات پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴	ارتعاشات سیستم‌های ممتد	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵	ارتعاشات غیرخطی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۶	اصول طراحی و تحلیل سازه و مکانیزمهای ماهواره	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۷	آنالیز مودال	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۸	آیروآکوستیک	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۹	پایداری سازه های هوافضایی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد

۱۰	تجزیه و تحلیل سیستم‌های مهندسی برای طراحی	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۱	تحلیل تجربی تنش	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۲	تحلیل پیشرفته سازه‌های هوایی	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۳	تفکر انتقادی در مهندسی	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۴	تئوری پلاستیسیته	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۵	تئوری ترموالاستیسیته	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۶	خستگی و شکست و خزش	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۷	دینامیک بالگرد و هواپیماهای V/STOL	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۸	دینامیک پیشرفته	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۹	دینامیک سازه	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۰	دینامیک غیرخطی و آشوب	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۱	روش اجزای محدود ۱	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۲	روش اجزای محدود ۲	۳	۳	–			✓	۴۸		روش اجزای محدود ۱	ندارد

۲۳	روش اجزای محدود تعمیم‌یافته	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد	ندارد
۲۴	روشهای انرژی	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد	ندارد
۲۵	روشهای تولید کامپوزیت‌های پلیمری	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد	ندارد
۲۶	طراحی پیشرفته سازه های هوافضایی	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد	ندارد
۲۷	طراحی و تجزیه و تحلیل ماموریت‌های فضایی	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد	ندارد
۲۸	فناوری نانوکامپوزیتهای پلیمری	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد	ندارد
۲۹	کاربرد هوش مصنوعی در سازه های هوافضایی	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد	ندارد
۳۰	مباحث منتخب در سازه های هوافضایی	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد	ندارد
۳۱	مبانی قابلیت اطمینان	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد	ندارد
۳۲	مبانی مهندسی سیستم ها	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد	ندارد
۳۳	محاسبات عددی پیشرفته	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد	ندارد
۳۴	مدیریت تکنولوژی هوافضا	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد	ندارد
۳۵	معماری سیستمهای هوافضایی	۳	۳	–			✓	۴۸		ندارد	ندارد	ندارد

۳۶	مکانیک ضربه در مواد مرکب	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۷	مکانیک محیط پیوسته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۸	مکانیک مواد مرکب پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۹	ویسکوالاستیسیته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد

دانشجو موظف به گذراندن۶ واحد از دروس تخصصی اختیاری یا تخصصی الزامی با تایید گروه آموزشی می باشد.

.

جداول دروس
مهندسی هوافضا گرایش آیرودینامیک

جدول۴- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی رشته مهندسی هوا فضا گرایش آیرودینامیک

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	آیرودینامیک پیشرفته	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۲	آیرودینامیک تجربی	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۳	آیرودینامیک مافوق صوت	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۴	آیرودینامیک ناپایا	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۵	جریان آشفته برشی	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۶	جریان‌های آشفته	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۷	دینامیک سیالات محاسباتی ۲	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۸	روش‌های کنترل جریان سیال	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۹	ریاضیات پیشرفته ۲	۳	۳	-		۴۸		ریاضیات پیشرفته ۱	ندارد
۱۰	مباحث منتخب در آیرودینامیک	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
جمع کل		**۳۰**	**۳۰**	-		**۴۸۰**			

تذکر: دانشجو ملزم به گذراندن حداقل ۹ واحد از دروس تخصصی الزامی می‌باشد. ۶ واحد باقیمانده را از جدول تخصصی الزامی یا جدول تخصصی اختیاری می‌تواند اخذ نماید.

جدول ۵- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری رشته مهندسی هوا فضا گرایش آیرودینامیک

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۱	اخلاق مهندسی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲	اصول جلوبرنده پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳	انتشار امواج در سیالات	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴	انتقال حرارت پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵	انتقال حرارت تشعشع	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۶	انتقال حرارت جابجایی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۷	انتقال حرارت هدایتی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۸	انتقال حرارت و جرم	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۹	اندرکنش سیال با جامد	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۰	آیروالاستیسیته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۱	آیروآکوستیک	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۱۲	آیروترمودینامیک	۳	۳				✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۳	آیرودینامیک CASCADE	۳	۳				✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۴	آیرودینامیک با الهام از طبیعت	۳	۳				✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۵	آیرودینامیک بالگرد	۳	۳				✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۶	آیرودینامیک توربین‌های بادی	۳	۳				✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۷	آیرودینامیک خودرو	۳	۳				✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۸	آیرودینامیک گذرصوت	۳	۳				✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۹	آیرودینامیک مادون صوت	۳	۳				✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۰	آیرودینامیک ماورای صوت	۳	۳				✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۱	آیرودینامیک ملخ و پروانه	۳	۳				✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۲	آیرودینامیک هواپیما	۳	۳				✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۳	آیرودینامیک ورودی	۳	۳				✓	۴۸		ندارد	ندارد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۲۴	پردازش موازی	۳	۳				✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۵	ترموآکوستیک	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۶	ترمودینامیک پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۷	تفکر انتقادی در مهندسی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۸	توربوماشین پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۹	تولید شبکه محاسباتی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۰	تئوری انرژی جنبشی گازها	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۱	تئوری جریانهای گذار	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۲	تئوری لایه مرزی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۳	جریان سیال در محیط متخلخل	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۴	جریان لزج پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۵	جریانهای چندفازی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۳۶	جریانهای میکرو و نانو	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۷	خواص ترموفیزیکی سیالات	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۸	دینامیک سیالات محاسباتی ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۹	دینامیک سیالات محاسباتی جریانهای تراکم‌ناپذیر	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۰	دینامیک گاز رقیق	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۱	دینامیک گازهای پیشرفته ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۲	دینامیک گازهای پیشرفته ۲	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۳	روش اجزاء محدود در سیالات	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۴	روشهای عددی در توربوماشین	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۵	ریاضیات پیشرفته ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۶	شبیه‌سازی دینامیک گاز مولکولی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۴۷	طراحی آیرودینامیکی توربوماشین‌ها	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۸	طراحی آیرودینامیکی کمپرسورها	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۹	مبانی مهندسی سیستم ها	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۰	محاسبات عددی پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۱	مدل‌سازی جریانهای آشفته	۳	۳	--			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۲	مدیریت تکنولوژی هوافضا	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۳	مطالعه انفرادی در آیرودینامیک	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۴	مکانیک محیط پیوسته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۵	ناپایداری جریان سیال	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد

دانشجو موظف به گذراندن۶ واحد از دروس تخصصی اختیاری با تایید گروه آموزشی می باشد.

جداول دروس
مهندسی هوافضا گرایش جلوبرندگی

جدول ۶- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی رشته مهندسی هوا فضا گرایش جلوبرندگی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	پیشرانه‌های فضایی	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۲	روشهای نوین در دینامیک سیالات محاسباتی	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۳	طراحی محفظه احتراق توربین گاز	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۴	طراحی موتور موشک‌های سوخت مایع	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۵	کاربرد هوش مصنوعی در جلوبرندگی	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
۶	مباحث منتخب در جلوبرندگی	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
جمع کل		**۱۸**	**۱۸**	**-**		**۲۸۸**			

تذکر: دانشجو ملزم به گذراندن حداقل ۹ واحد از دروس تخصصی الزامی می‌باشد. ۶ واحد باقیمانده را از جدول تخصصی الزامی یا جدول تخصصی اختیاری می‌تواند اخذ نماید.

جدول ۷- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری رشته مهندسی هوا فضا گرایش جلوبرندگی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۱	اخلاق مهندسی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲	احتراق اسپری	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳	اصول جلوبرنده پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴	اصول دینامیک سیالات محاسباتی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵	انتشار امواج در سیالات	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۶	انتقال حرارت پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۷	انتقال حرارت تشعشع	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۸	انتقال حرارت جابجایی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۹	انتقال حرارت هدایتی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۰	انتقال حرارت و جرم	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۱	آکوستیک	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۱۲	آیروآکوستیک	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۳	آیروترمودینامیک موتورهای موشک	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۴	آیرودینامیک مادون صوت	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۵	آیرودینامیک مافوق صوت	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۶	آیرودینامیک ماورای‌صورت	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۷	آیرودینامیک ناپایا	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۸	پردازش موازی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۹	تجزیه و تحلیل سیستمهای مهندسی برای طراحی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۰	ترموآکوستیک	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۱	ترمودینامیک پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۲	تفکر انتقادی در مهندسی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۳	توربوماشین پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۲۴	تولید شبکه محاسباتی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۵	تئوری جریانهای گذار	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۶	جریان سیال در محیط متخلخل	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۷	جریان لزج پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۸	جریانهای چندفازی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۹	جریانهای میکرو و نانو	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۰	جلوبرنده‌های فراصوتی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۱	خواص ترموفیزیکی سیالات	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۲	دینامیک گازهای پیشرفته ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۳	دینامیک گازهای پیشرفته ۲	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۴	روش اجزاء محدود در سیالات	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۵	روشهای تجربی در احتراق	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۳۶	روشهای محاسباتی در احتراق	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۷	ریاضیات پیشرفته ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۸	ریاضیات پیشرفته ۲	۳	۳	-			✓	۴۸		ریاضیات پیشرفته ۱	ندارد
۳۹	سوخت و احتراق پیشرفته ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۰	سوخت و احتراق پیشرفته ۲	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۱	طراحی آیرودینامیکی توربوماشین‌ها	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۲	طراحی کمپرسور	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۳	طراحی مهندسی و نمونه‌سازی سریع	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۴	طراحی موتور موشک‌های سوخت جامد	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۵	فیزیک جریانهای آشفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۶	مبانی مهندسی سیستم ها	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۷	محاسبات عددی پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۴۸	مدل‌سازی جریانهای آشفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۹	مدیریت تکنولوژی هوافضا	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۰	مطالعه انفرادی در جلوبرندگی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۱	موتورهای احتراق داخلی پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۲	ناپایداری احتراق	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۳	ناپایداری جریان سیال	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد

دانشجو موظف به گذراندن۶ واحد از دروس تخصصی اختیاری یا تخصصی الزامی با تایید گروه آموزشی می باشد.

جداول دروس
مهندسی هوافضا گرایش دینامیک پرواز و کنترل

جدول ۸-عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی رشته مهندسی هوا فضا گرایش دینامیک پرواز و کنترل

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	دینامیک پرواز پیشرفته ۲	۳	۳	-		۴۸		دینامیک پرواز پیشرفته ۱	ندارد
۲	شبیه‌سازی پرواز	۳	۳	-		۴۸		مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی	ندارد
۳	عملکرد پروازی پیشرفته سیستمهای هوافضایی	۳	۳	-		۴۸		کنترل بهینه ۱	ندارد
۴	کنترل بهینه ۲	۳	۳	-		۴۸		کنترل بهینه ۱	ندارد
۵	کنترل چندمتغیره	۳	۳	-		۴۸		کنترل پیشرفته	ندارد
۶	یادگیری ماشین	۳	۳	-		۴۸		ندارد	ندارد
	جمع کل	**۱۸**	**۱۸**			**۲۸۸**			

تذکر: دانشجو ملزم به گذراندن حداقل ۹ واحد از دروس تخصصی الزامی می‌باشد. ۶ واحد باقیمانده را از جدول تخصصی الزامی یا جدول تخصصی اختیاری می‌تواند اخذ نماید.

جدول ۹-عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری رشته مهندسی هوا فضا گرایش دینامیک پرواز و کنترل

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۱	اخلاق مهندسی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲	اندازه گیری نوری و حسگرهای نوری	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳	آمار و احتمال پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴	آیروالاستیسیته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵	آیروآکوستیک	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۶	آیرودینامیک بالگرد و هواپیماهای V/STOL	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۷	پیشرانش‌های الکتریکی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۸	تجزیه و تحلیل سیستمهای مهندسی برای طراحی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۹	تحلیل عملکرد و طراحی سیستمی هواگردهای الکتریکی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۰	تفکر انتقادی در مهندسی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۱	دینامیک پرواز بالگرد و هواپیماهای V/STOL	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۱۲	دینامیک پرواز پیشرفته ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۳	دینامیک پرواز و کنترل فضاپیما ۱	۳	۳				✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۴	دینامیک پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۵	رباتیک فضایی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۶	روش‌های بهینه‌سازی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۷	ریاضیات پیشرفته ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۸	ریاضیات پیشرفته ۲	۳	۳	-			✓	۴۸		ریاضیات پیشرفته ۱	ندارد
۱۹	سیستمهای اویونیک	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۰	سیستمهای چند عاملی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۱	شبکه‌های عصبی مصنوعی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۲	شناسایی سیستم	۳	۳	-			✓	۴۸		آمار و احتمال پیشرفته	ندارد
۲۳	طراحی بهینه چند موضوعی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۴	طراحی سیستمهای کنترل پرواز ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۲۵	طراحی سیستمهای کنترل پرواز ۲	۳	۳	-			✓	۴۸		طراحی سیستمهای کنترل پرواز ۱	ندارد
۲۶	طراحی سیستمی فضاپیما ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۷	طراحی سیستمی ماهواره‌بر ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۸	طراحی مهندسی و نمونه‌سازی سریع	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۹	طراحی هواپیما پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۰	طراحی وسایل هوادریایی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۱	کنترل بهینه ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۲	کنترل پیشبین	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۳	کنترل پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۴	کنترل تصادفی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۵	کنترل تطبیقی	۳	۳	-			✓	۴۸		کنترل پیشرفته	ندارد
۳۶	کنترل دیجیتال	۳	۳	-			✓	۴۸		کنترل پیشرفته	ندارد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۳۷	کنترل غیرخطی	۳	۳	-			✓	۴۸		کنترل پیشرفته	ندارد
۳۸	کنترل مقاوم	۳	۳	-			✓	۴۸		کنترل پیشرفته	ندارد
۳۹	ماشین‌های الکتریکی در صنعت هوافضا	۳	۳	-			✓	۴۸		کنترل پیشرفته	ندارد
۴۰	مباحث منتخب در مهندسی هوافضا	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۱	مبانی قابلیت اطمینان	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۲	مبانی مهندسی سیستم ها	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۳	محاسبات عددی پیشرفته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۴	مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۵	مدیریت تکنولوژی هوافضا	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۶	مفاهیم پیشرفته در طراحی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۷	مکاترونیک	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۸	مکانیک محیط پیوسته	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۹	مکانیک مدار پیشرفته ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۵۰	منطق و کنترل فازی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۱	ناوبری ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۲	ناوبری ۲	۳	۳	-			✓	۴۸		آمار و احتمال پیشرفته	ندارد
۵۳	هدایت ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۴	هدایت ۲	۳	۳	-			✓	۴۸		هدایت ۱	ندارد
۵۵	هدایت و ناوبری ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		آمار و احتمال پیشرفته	ندارد

دانشجو موظف به گذراندن۶ واحد از دروس تخصصی اختیاری یا تخصصی الزامی با تایید گروه آموزشی می باشد.

جداول دروس
مهندسی هوافضا گرایش مهندسی فضایی

جدول ۱۰- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی رشته مهندسی هوا فضا گرایش مهندسی فضایی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱	دینامیک پرواز و کنترل فضاپیما ۲	۳	۳	-	-	۴۸		دینامیک پرواز و کنترل فضاپیما ۱	ندارد
۲	طراحی سیستمی فضاپیما ۲	۳	۳	-	-	۴۸		طراحی سیستمی فضاپیما ۱	ندارد
۳	کنترل بهینه ۲	۳	۳	-	-	۴۸		کنترل بهینه ۱	ندارد
۴	کنترل چندمتغیره	۳	۳	-	-	۴۸		کنترل پیشرفته	ندارد
۵	یادگیری ماشین	۳	۳	-	-	۴۸		ندارد	ندارد
	جمع کل	**۱۵**	**۱۵**			**۲۴۰**			

تذکر: دانشجو ملزم به گذراندن حداقل ۹ واحد از دروس تخصصی الزامی می‌باشد. ۶ واحد باقیمانده را از جدول تخصصی الزامی یا جدول تخصصی اختیاری می‌تواند اخذ نماید.

جدول ۱۱- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری رشته مهندسی هوا فضا گرایش مهندسی فضایی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۱	اخلاق مهندسی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲	ارتعاشات سازه‌های فضایی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳	اصول طراحی زیرسیستم توان الکتریکی فضاپیما	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴	اصول طراحی و تحلیل آنتن‌های ایستگاه زمینی و ماهواره	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵	اصول طراحی و تحلیل سازه و مکانیزمهای ماهواره	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۶	اصول طراحی و تحلیل سیستم کنترل حرارت ماهواره	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۷	اصول طراحی و تحلیل سیستم‌های سنجش از راه دور	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۸	آشنایی با اقلیم فضا و تاثیرات آن بر سامانه های فضایی و زمینی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۹	آمار و احتمال پیشرفته	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۰	آیروالاستیسیته	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۱	پیشرانش‌های الکتریکی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۱۲	پیشرانه‌های فضایی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۳	تجزیه و تحلیل سیستمهای مهندسی برای طراحی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۴	تفکر انتقادی در مهندسی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۵	توسعه سیستم‌های فضایی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۶	دینامیک اجرام سماوی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۷	دینامیک پرواز و کنترل فضاپیما ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۸	دینامیک پیشرفته فضاپیما	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۱۹	دینامیک غیرخطی و آشوب	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۰	رباتیک فضایی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۱	روشهای بهینه‌سازی	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۲	ریاضیات پیشرفته ۱	۳	۳	-			✓	۴۸		ندارد	ندارد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۲۳	ریاضیات پیشرفته ۲	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ریاضیات پیشرفته ۱	ندارد
۲۴	سامانه های پیشرانش سوخت جامد	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۵	سامانه های پیشرانش سوخت مایع	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۶	سیستمهای چند عاملی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۷	شبکه‌های عصبی مصنوعی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۸	شناسایی سیستم	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۲۹	طراحی بهینه چند موضوعی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۰	طراحی پیشرفته سازه های هوافضایی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۱	طراحی سازه های فضایی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۲	طراحی سیستمی پرتاب‌کننده و مکانیزم‌های رهاسازی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۳	طراحی سیستمی فضاپیما ۱	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۳۴	طراحی سیستمی ماهواره‌بر ۱	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۵	طراحی سیستمی ماهواره‌بر ۲	۳	۳	-	-		✓	۴۸		طراحی سیستمی ماهواره‌بر ۱	ندارد
۳۶	طراحی مأموریت‌های فضایی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۷	طراحی مأموریت‌های ماهواره‌ای	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۸	طراحی مهندسی و نمونه‌سازی سریع	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۳۹	طراحی و تجزیه و تحلیل ماموریت‌های فضایی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۰	قابلیت اطمینان و تست در صنایع فضایی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۱	کنترل بهینه ۱	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۲	کنترل پیشبین	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۳	کنترل پیشرفته	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۴	کنترل تصادفی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۴۵	کنترل تطبیقی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۶	کنترل دیجیتال	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۷	کنترل غیرخطی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۸	کنترل مقاوم	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۴۹	ماشین‌های الکتریکی در صنعت هوافضا	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۰	مباحث منتخب در مهندسی هوافضا	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۱	مبانی قابلیت اطمینان	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۲	مبانی کنترل وضعیت و دینامیک مدار	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۳	مبانی مهندسی سیستم ها	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۴	محاسبات عددی پیشرفته	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۵	مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۶	مدیریت تکنولوژی هوافضا	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست.	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است.	نظری	عملی		
۵۷	معماری سیستمهای هوافضایی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۸	مفاهیم پیشرفته در طراحی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۵۹	مکاترونیک	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۶۰	مکانیک مدار پیشرفته ۱	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۶۱	منطق و کنترل فازی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۶۲	مهندسی سیستمهای فضایی	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۶۳	ناوبری ۱	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۶۴	ناوبری ۲	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ناوبری ۱	ندارد
۶۵	هدایت و کنترل بهینه فضاپیما	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۶۶	هدایت و ناوبری ۱	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد
۶۷	هدایت و ناوبری فضاپیما	۳	۳	-	-		✓	۴۸		ندارد	ندارد

دانشجو موظف به گذراندن۶ واحد از دروس تخصصی اختیاری یا تخصصی الزامی با تایید گروه آموزشی می باشد.

ویژگی‌های دروس

گرایش سازه‌های هوایی

الف) عنوان درس به فارسی:	آیروالاستیسیته		
عنوان درس به انگلیسی:	Aeroelasticity	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	

نظری

ب) هدف کلی:

آشنایی با اندرکنش سازه های انعطاف پذیر و نیروهای وارده از سیال، آشنایی با مفهوم واگرایی پیچشی و فلاتر، آشنایی با مدل‌های آیرودینامیکی پایا و ناپایا، آشنایی با استخراج و حل معادلات آیروالاستیسیته

اهداف ویژه:

- اندرکنش سازه های انعطاف پذیر و نیروهای وارده از سیال
- مفهوم واگرایی پیچشی و فلاتر
- با مدل‌های آیرودینامیکی پایا و ناپایا
- استخراج و حل معادلات آیروالاستیسیته

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه ای بر آیروالاستیسیته**
  - آیروالاستیسیته چیست؟
  - تاریخچه آیروالاستیسیته
- **آیروالاستیسیته استاتیک**
  - واگرایی ایرفویل
  - معکوس شدن عملکرد سطوح کنترل
  - واگرایی بال مستقیم به روش حل تحلیلی
  - واگرایی بال مستقیم به روش جمع آثار مودها
  - واگرایی بال سویپ ایزوتروپ
  - واگرایی بال سویپ کامپوزیت
- **مدل‌های آیرودینامیک**
  - مقدمه ای بر ضرایب آیرودینامیکی، down wash و فرکانس رتبه کاسته
  - آیرودینامیک پایا
  - آیرودینامیک شبه‌پایا
  - آیرودینامیک ناپایا
  - مدل تئودرسن
  - مدل وگنر
  - تعریف تند باد و معرفی مدل کاسنر
- **آیروالاستیسیته دینامیک**
  - معادلات لاگرانژ برای بررسی رفتار آیروالاستیسیته دینامیک
  - بررسی رفتار آیروالاستیسیته دینامیک ایرفویل
  - تعریف فلاتر، مقایسه فلاتر و تشدید، فرکانس، ضریب دمپینگ و سرعت فلاتر
  - روش حل P برای حل معادلات آیروالاستیک شبه‌پایا

- روش حل K یا U-g برای حل معادلات آیروالاستیک ناپایا
- روش حل P-K برای حل معادلات آیروالاستیک ناپایا
- آنالیز حساسیت پارامترهای آیروالاستیک بر سرعت و فرکانس فلاتر
- انواع فلاتر و معرفی عوامل غیرخطی شدن آیروالاستیک
- فلاتر بال مستقیم به روش جمع آثار مودها
- فلاتر بال سویپ ایزوتروپ
- فلاتر بال سویپ کامپوزیت

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰-۱۵ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۵ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰-۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Dowell E.H., “A Modern Course in Aeroelasticity”, Kluwer Academic Publishers, 5th Edition, 2015.
2. Bisplinghoff R., Ashley H., “Principles of Aeroelasticity”, Dover, 1962.
3. Hodges D.H., Pierce G.A., “Introduction to Structural Dynamics and Aeroelasticity”, Cambridge Aerospace Series, 2002.
4. Wright J.R., Cooper J.E., “Introduction to Aircraft Aeroelasticity and Loads”, Wiley, 2008.
5. Bisplinghoff R., Ashley H., Halfman R.L., “Aeroelasticity”, Dover, 1955.
6. Fung Y.C., “An Introduction to the Theory of Aeroelasticity”, 1955 (Dover, 1969).
7. Scanlan R.H., Rosenbaum, “Introduction to the Study of Aircraft Vibration and Flutter”, The Macmillian Co., 1951.
8. Dowell E.H., “Aeroelasticity of Plates and Shells”, Noordhoff International Publishing, 1975.
9. Meirovitch L., “Elements of Vibration Analysis”, McGraw-Hill, 1986.
10. Meirovitch L., “Analytical Methods in Vibrations”, MacMillan, 1967.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**بهینه سازی طراحی سازه های هوافضایی**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Design Optimization of Aerospace Structures**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**نظری**	**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**رساله** ☐

ب) هدف کلی:

هدف از این درس، معرفی روش های پیشرفته بهینه سازی طراحی پیشرفته سازه های هوافضا هست.

اهداف ویژه:

- آشنایی با روش های بهینه سازی طراحی سازه های پیشرفته هوافضا
- بهینه سازی ابعاد، شکل و توپولوژی سازه
- بهینه سازی سازه های کامپوزیتی
- روش ها و الگوریتم های پیشرفته بهینه سازی طراحی سازه
- بهینه سازی طراحی سازه بر مبنای قابلیت اطمینان
- بهینه سازی چند هدفی طراحی

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه ای برروش های بهینه سازی طراحی سازه**
  - مروری بر کاربرد بهینه سازی در طراحی سازه های پیشرفته هوافضا
  - معرفی نرم افزارهای صنعتی در حوزه بهینه سازی طراحی
  - تعاریف ، اصطلاحات بهینه سازی طراحی
  - معرفی متغیرهای طراحی ، پارامترها ، قیود و اهداف
  - تعریف معیارهای طراح بهینه
  - مفاهیم طراحی بهینه
  - دسته بندی روش های بهینه سازی
- معرفی الزامات و معیارهای طراحی سازه های هوافضا
- پارامتر سازی و فرمول سازی بهینه سازی طراحی
- **مرور بر روش های بهینه سازی طراحی**
  - بهینه سازی محدب و غیر محدب
  - روش های کلاسیک
  - بهینه سازی مسایل محدب با استفاده از یادگیری ماشین
  - روش های تکاملی و تصادفی
  - روش های هیبریدی و پیشرفته یهینه سازی طراحی
- بهینه سازی طراحی سازه های کامپوزیتی
- طراحی بهینه سازه های سبک وزن با استجکام و سفتی بالا
- بهینه سازی طراحی با در نظر گرفتن الزامات اندرکنش سازه-سیال
- بهینه سازی ابعاد،شکل و توپولوژی سازه های پیشرفته

- بهینه سازی طراحی سازه بر اساس مدل های شبیه سازی دقت بالا
- کاربرد شبه مدل در بهینه سازی طراحی
- **روش های شبه مدل**
  - روش های کلاسیک
  - روش های یادگیری ماشین
- روش های بهینه سازی چند هدفی سازه
- روش های ایجاد جبهه پرتو
- بهینه سازی طراحی سازه بر مبنای قابلیت اطمینان

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۵درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. P. Y. Papalambros, Principles of optimal design, Cambridge University Press, 2000
2. Arora, J.S., ‘Introduction to Optimum Design’, McGraw-Hill (1989)
3. Garret N. Vanderplaats, “Numerical Optimization Techniques for Engineering Design”, ISBN 0-944956-01-7, Third Edition, Vanderplaats Research & Development Inc., 2001
4. Elements of Structural Optimization by R. Hafta, Z. Gurdal
5. Kean, A J and Nair P B. Computational Approaches for aerospace Design. First Edition, Wiley, 2004
6. Miller, R.E., ‘Optimization : Foundations and Applications’, John Wiley & Sons Inc (2000)

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	تئوری الاستیسیته		
عنوان درس به انگلیسی:	Theory of Elasticity	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	نظری	رساله ☐

ب) هدف کلی:

آشنایی با روش‌های تحلیل کلاسیک و تئوری تحلیل تنش/کرنش، آشنایی با میدان‌های جابجایی، تنش، کرنش و نیرو، آشنایی با روابط ساختاری و روابط سازگاری، تحلیل مسائل دوبعدی، آشنایی با روش‌های حل بشته، آشنایی با تحلیل پیچش سنت و نان و پرانتل، روش انرژی، تحلیل کمانش

اهداف ویژه:

- روش‌های تحلیل کلاسیک و تئوری تحلیل تنش/کرنش
- میدان‌های جابجایی تنش، کرنش و نیرو
- روابط ساختاری و روابط سازگاری
- تحلیل مسائل دوبعدی
- روش‌های حل بشته
- تحلیل پیچش سنت و نان و پرانتل
- تحلیل کمانش

پ) سرفصل‌ها:

- مفهوم کمیت اسکالر، بردار، تانسور و رسم‌الخط اندیسی
- سینماتیک (تغییر مکان، کرنش، رابطه کرنش-تغییر مکان)
- سینتیک (تنش، رابطه تنش-نیرو)
- روابط ساختاری (قانون هوک والاستیسیته خطی)
- فرمولاسیون پایه الاستیسیته بینهایت کوچک
- روابط تعادل
- روابط سازگاری و یکتایی میدان کرنش
- مسایل دوبعدی الاستیسیته
- مخزن جدار ضخیم
- خمش تیر اویلر-برنولی
- تمرکز تنش در صفحه حاوی حفره دایروی
- اصل سنت و نان
- تابع تنش ایری
- مفاهیم پایه پیچش
- پیچش شفت با سطح مقطع دایروی
- پیچش تیر با سطح مقطع غیردایروی
- پیچش تیر با سطح مقطع توخالی
- حل سنت و نان و حل پرانتل برای پیچش
- روش آنالوژی غشایی برای پیچش
- کلیات روش انرژی

- انرژی کرنشی و اصل کار مجازی
- کاربرد روش انرژی برای شناسایی تغییرشکل
- روش انرژی پتانسیل تام و انرژی پتانسیل مکمل
- قضیه اول و دوم کستیگ‌لیانو
- کلیات خمش صفحات و تئوری کلاسیک
- خمش خالص صفحه نازک
- خمش و پیچش صفحه نازک
- خمش صفحه نازک تحت بار گسترده عرضی
- خمش صفحه نازک حاوی انحناء اولیه
- روش انرژی برای بررسی خمش صفحه
- مفهوم ناپایداری سازه‌ای، کمانش اولیه و ثانویه
- کمانش ستون با تئوری اویلر-برنولی
- کمانش غیرالاستیک
- روش انرژی برای بررسی کمانش ستون‌ها
- کمانش صفحه

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Megson T.H.G., "Aircraft Structures for Engineering Students", 3rd edition, Butterworth-Heinemann, 2001.
2. Sadd M.H., "Elasticity, Theory, Applications and Numerics", Elsevier Inc., 2005.
3. Vasiliev V.V., Morozov E.V., "Advanced Mechanics of Composite Materials", 2nd edition, Elsevier, 2007.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	تئوری صفحه‌ها و پوسته ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Theory of Plates and Shells	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	

ب) هدف کلی:

یادگیری تحلیل و طراحی سازه های ورق و پوسته از طریق تئوری های تک لایه معادل ورق ها و پوسته ها

اهداف ویژه:

تحلیل و طراحی سازه های ورق و پوسته از طریق تئوری های تک لایه معادل ورق ها و پوسته ها

پ) سرفصل‌ها:

- مفاهیم پایه، مقدمه ای بر تحلیل سازه سه بعدی
- آشنایی با سازه های ورق و پوسته، تعاریف استاندارد
- آشنایی با روشهای مختلف تحلیل ورق‌ها و پوسته‌ها – تئوری‌های تک لایه معادل
- تئوری خمشی صفحات و مسائل خاص خمش در هندسه های مختلف
- انرژی کرنشی و روش‌های انرژی؛ اصل کارمجازی و اصل حداقل انرژی پتانسیل، روش ریتز
- خمش صفحات دایره‌ای
- خمش متقارن محوری و غیر متقارن محوری صفحات دایره ای توپر و توخالی
- بررسی اثر نیروی برشی عرضی
- خمش صفحات مستطیلی: حل ناویر و حل لوی
- اصل برهم نهی
- مسائل خاص ورق‌های مستطیلی: ورق‌های به هم پیوسته؛ورق بر بستر الاستیک و ورق متکی بر ستون‌های میانی
- تئوری عمومی صفحات (صفحه تحت بارگذاری مرکب)
- تحلیل مقدماتی پایداری الاستیک و کمانش صفحات
- تئوری غشایی پوسته‌ها
- بارگذاری متقارن محوری و هندسه های متعارف ؛ پوسته‌های کروی، مخروطی و استوانه ای
- بارگذاری متقارن محوری در پوسته‌های بیضیگون، سهموی و دونات
- بارگذاری غیر متقارن محوری
- تئوری خمشی(کلی) پوسته ها
- بارگذاری متقارن محوری در هندسه های متعارف
- تحلیل مقدماتی کمانش پوسته‌ها
- کاربردها: طراحی لوله ها، تانکها و مخازن تحت فشار
- آشنایی مقدماتی با استانداردهای ASME و BS در طراحی مخازن تحت فشار و نرم افزارهای تجاری طراحی مخازن
- طراحی اتصالات
- مقدمه‌ای برتئوری های مرتبه بالاتر

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۱۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Ugural A.J., "Plates and Shells: Theory and Analysis", 4th Ed., CRC Press, 2018.
2. Timoshenk S.P., Krieger S.W., "Theory of Plates and Shells", 2nd Ed., Mc. Graw Hill, 1959.
3. Venstel E., Krauthammer T., "Thin Plates and Shells: Theory", Analysis, and Applications, CRC Press, 2001.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	ریاضیات پیشرفته ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Mathematics 2	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ریاضیات پیشرفته ۱	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	نظری	رساله ☐

ب) هدف کلی:

آشنایی با شیوه‌های مدلسازی ریاضی معادلات حاکم بر سیستم‌ها و حل آنها با تمرکز بر معادلات غیرخطی. استاد برمبنای فعالیتهای پژوهشی دانشجویان می تواند مباحث را از بین سرفصل‌های زیر انتخاب نماید.

اهداف ویژه:

شیوه‌های مدلسازی ریاضی معادلات حاکم بر سیستم‌ها و حل آنها با تمرکز بر معادلات غیرخطی

پ) سرفصل‌ها:

- معادلات انتگرالی یک و چند متغیره
- انتگرال خطی، سطحی و حجمی
- انتگرال کرنل
- معادلات انتگرالی-دیفرانسیلی
- روش اغتشاشات
- اغتشاشات در معادلات جبری
- اغتشاشات تکین و غیرتکین در معادلات جبری
- اغتشاشات در معادلات دیفرانسیل مرتبه اول
- روش بسط مستقیم برای معادلات دیفرانسیل مرتبه اول
- اغتشاشات در معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم
- روش بسط مستقیم برای معادلات دیفرانسیل مرتبه اول
- پدیدار شدن ترمهای Secular
- روش Lindstedt-Poin و چگونگی از بین بردن ترمهای Secular
- روش مقیاس چندگانه زمانی و چگونگی از بین بردن ترمهای Secular
- بررسی معادله Duffing
- بررسی معادله Vander-Pol
- اعمال روش اغتشاشات به معادلات ارتعاشات غیرخطی
- نوسانات اجباری
- تشدید اولیه
- تشدید ثانویه (sub-harmonic و super-harmonic)
- مفهوم پایداری
- روشهای کیفی برای بررسی پایداری
- روش تحلیل معادله فرکانسی
- تحلیل پاسخ یکنوا
- تحلیل صفحه فاز
- اغتشاشات تکین در معادلات دیفرانسیل
- روش بسط مجانبی همسان

- اصل همسان‌سازی ون-دایک
- روش هوموتوپی
- کاربرد نرم‌افزارهای ریاضی در تحلیل اغتشاشات
- **تابع گرین**
  - تعیین توابع گرین
  - کاربرد توابع گرین
- **متغیرها و کاربرد آن‌ها**
  - شرایط مرزی معلوم و شرایط متغیر با زمان
  - روش ریتز
  - روش کانترورویچ
  - روش تکرار متغیر
- **تفکیک متغیرها**
  - در مختصات کارتزین
  - در مختصات استوانه‌ای
  - در مختصات کره‌ای
- **راه حل‌های متشابه**
  - تعریف، مثال‌هایی از راه‌حل‌های متشابه
  - مساله با شرایط مرزی ثابت
  - مساله با شرایط مرزی متغیر
  - روش پارامتر آزاد
  - روش تفکیک متغیرها
  - روش تغییر ابعادی
  - مسائل غیرخطی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Farlow S.J., "Partial Differential Equations", Dover Publications, Inc., New York, USA, 1982.
2. Hansen A.H., "Similarity Analyses of Boundary Value Problems in Engineering", Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1964.
3. Johnson R.S., "Singular Perturbation Theory, Mathematical and Analytical Techniques with Applications to Engineering", Springer, 2005.
4. Nayfeh A.H., Mook D.T., "Non-linear Oscillations", John Wiley & Sons, 1995.
5. Nayfeh A.H., "Perturbation Methods", Jhon Wiley & Sons, New York, USA, 1973.
6. Tsai S.W., Hahn H.T., "Introduction to Composite Materials", Technomic Publishing Co., USA, 1980.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مکانیک آسیب و شکست در سازه‌های کامپوزیتی		
عنوان درس به انگلیسی:	Damage Mechanics and Fracture Mechanics of Composite Structures		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		تخصصی الزامی ■ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله ☐

ب) هدف کلی:

مواد کامپوزیتی به دلیل رفتار شبه شکننده پس از بارگذاری‌های منجر به تخریب اولیه قابلیت تحمل بار قابل ملاحظه‌ای را خواهند داشت. این خاصیت یکی از ویژگی‌های مهم مواد کامپوزیتی است که مانع از شکست ناگهانی و فاجعه بار می‌شود. مکانیک آسیب و شکست در سازه‌های کامپوزیتی به مطالعه رفتار این مواد با لحاظ آسیب‌های وارده می‌پردازد. این رفتار بصورت غیرخطی بوده و در آن اثرات مکانیزم‌های سخت‌شوندگی ناحیه آسیب مورد بررسی قرار می‌گیرد.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مکانیک شکست مواد غیر ایزوتورپیک
- آشنایی با معیارهای تخریب مواد کامپوزیتی
- آشنایی با معیارهای رشد ترک در مواد کامپوزیتی
- آشنایی با مدل‌های آسیب در مواد کامپوزیتی

پ) سرفصل‌ها:

- تعاریف مقدماتی و مرور مکانیک شکست
- مروری بر معیارهای تخریب مواد ایزوتروپیک (نرم و شکننده)
- مروری بر معیارهای شکست مواد ایزوتروپیک
- مروری بر معیارهای تخریب مواد کامپوزیتی
- میدان تنش در اطراف نوک ترک مواد کامپوزیتی
- معیارهای شکست مواد کامپوزیتی ترک دار
- معیارهای تجربی
- معیارهای تحلیلی
- آسیب در مواد کامپوزیتی
- مکانیک آسیب پیوسته
- مکانیک آسیب گسسته
- ناحیه آسیب نوک ترک در مواد کامپوزیتی
- مدل‌های آسیب مواد کامپوزیتی
- مدل المان محدود
- مدل‌های آماری
- مدل لاتیس
- مدل فنر

- تورق در کامپوزیت‌های لایه‌ای

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Gdoutos E.E., "Fracture mechanics: An Introduction", Vol. 123, Springer Science & Business Media, 2006.
2. Riccio A., "Damage Growth in Aerospace Composites", Springer International Publishing, 2015.
3. Krajcinovic D., "Damage Mechanics, Vol. 41, Elsevier, 1996.
4. Murakami S., "Continuum Damage Mechanics: A Continuum Mechanics Approach to the Analysis of Damage and Fracture, Vol. 185, Springer Science & Business Media, 2012.
5. Allen D.H., "Damage and Interfacial Debonding in Composites, Vol. 44, Elsevier, 1996.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مکانیک شکست ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Fracture Mechanics 1		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		تخصصی الزامی ■ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله ☐

ب) هدف کلی:

آشنایی با مکانیک شکست کلاسیک و درک اهمیت آن در طراحی سازه، مودهای بارگذاری در قطعات ترکدار، مفهوم ضریب شدت تنش و کاربرد آن در محاسبه ظرفیت باربری قطعات ترکدار، پلاستیسیته نوک ترک، آزمون های تجربی مکانیک شکست، معیارهای شکست ترد در قطعات ترکدار و تحلیل رشد ترک خستگی، آشنایی با مکانیک شکست شیار، اهمیت و حوزه کاربرد آن در طراحی و تحلیل سازه، مفهوم فیزیکی چقرمگی شکست شیار، توزیع تنش های الاستیک خطی در همسایگی شیارهای V شکل، U شکل، کلیدی شکل و V شکل با سوراخ انتهایی، آزمون های تجربی مکانیک شکست شیار، معیارهای شکست ترد در قطعات شیاردار، آشنایی با مکانیک شکست الاستوپلاستیک شیار، نحوه تعیین رژیم های واماندگی الاستوپلاستیک در قطعات شیاردار، آشنایی با مفاهیم ماده معادل، ماده معادل اصلاح شده و ماده فرضی

اهداف ویژه:

- مکانیک شکست کلاسیک
- مکانیک شکست شیار
- مکانیک شکست الاستوپلاستیک شیار

پ) سرفصل‌ها:

- **مروری بر مکانیک شکست کلاسیک (قطعات ترک دار)**
  - مقدمه
  - تاریخچه
  - مکانیک شکست الاستیک خطی
  - توزیع تنش الاستیک خطی در اطراف ترک نوک تیز
  - مودهای بارگذاری در قطعات ترک دار
  - ضرایب شدت تنش
  - شکست ترد در قطعات ترک دار تحت بارگذاری مود I خالص
  - پلاستیسیته نوک ترک
  - معیارهای شکست مود ترکیبی I/II
  - آزمون‌های چقرمگی شکست مواد
  - رشد ترک خستگی
- **مکانیک شکست الاستیک خطی شیار**
  - مقدمه
  - مفهوم فیزیکی چقرمگی شکست شیار
  - توزیع تنش های الاستیک خطی در همسایگی شیارهای V شکل نوک تیز، V شکل نوک گرد، U شکل و V شکل با سوراخ انتهایی
  - معرفی معیارهای شکست ترد در قطعات شیاردار تحت بارگذاری های مختلف
  - آزمون های شکست نمونه های شیاردار

- **مکانیک شکست الاستوپلاستیک ترک و شیار**
  - پلاستیسیته نوک شیار
  - معرفی رژیم های واماندگی الاستوپلاستیک در قطعات نرم ترک دار و شیاردار
  - منحنی مقاومت قطعه ترک دار (R-Curve)
  - معرفی مفاهیم ماده معادل، ماده معادل اصلاح شده و ماده فرضی جهت تحلیل شکست الاستوپلاستیک قطعات ترک دار و شیاردار

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۱۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Anderson T.L., "Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications", 4th edition, CRC Press, 2017.
2. R.W. Hertzberg et al., "Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials", 5th edition, John Wiley & Sons, 2013.
3. Scientific papers published in reputed international journals.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	اخلاق مهندسی		
عنوان درس به انگلیسی:	Engineering Ethics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف این درس، بحث و بررسی زمینه‌های اخلاق مهندسی شامل اصول، ارزشها و استانداردهایی است که در اجرای وظایف مهندسی باید مد نظر قرار گیرد. اخلاق مهندسی بر معیارهایی نظیر سلامت عمومی، ایمنی، درستکاری، اعتماد، شایستگی، قانونی بودن و حفظ محیط زیست استوار است .اخلاق مهندسی طرز عمل و شیوه رفتار و تعامل حرفه ای مهندسان است که بر پایه تفکرات و ارزشهای حرفه مهندسی استوار است..

اهداف ویژه:

آشنایی با اخلاق مهندسی در زمینه های علمی، پژوهشی و سازمانی با نگاهی به تاثیر آن در علم هوافضا

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - چرا باید در باره اخلاق مهندسی بیاموزیم؟
  - راز پیشرفت سازمانها و کشورها
- **آشنایی با اخلاق**
  - اخلاق چیست؟
  - تعریف حرفه و اخلاق حرفه ای
  - اخلاق حرفه ای در فرهنگ ایرانی
  - منشور اخلاقی
- **حرفه مهندسی، تاریخچه ونقش آن**
  - تعریف مهندسی و نقش مهندسان در پیشرفت جوامع
  - مهمترین رویدادهای مهندسی
- **اخلاق مهندسی**
  - ضرورت اخلاق مهندسی، پیشرفت جوامع مستلزم پایبندی به اخلاق
  - اصول اخلاق مهندسی
  - زمینه های کاربرد اخلاق سازمانی
  - اخلاق علمی – پژوهشی
  - اخلاق محیط زیستی
  - مهندسی اخلاق یا مدیریت رفتار
  - سوگندنامه مهندسی
  - سرمایه اجتماعی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۳۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰ درصد
تحقیق در نیم‌سال	۱۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. اخلاق مهندسی و مهندسی اخلاق، دکتر مهدی بهادری نژاد، نشر یزدا، ۱۳۸۸، تهران.
۲. اخلاق در مهندسی، ترجمه کتاب شینزینگر و مارتین، انتشارات سازمان سنجش، ۱۳۸۸ ،تهران.
۳. اخلاق پژوهشی و اخلاق مهندسی، دکتر خاکی صدیق، دانشگاه خواجه نصیر
۴. اخلاق کاربردی حرفه ای، دکتر فغفور مغربی، نشر پایگاه فرهنگ
۵. تاریخ مهندسی در ایران، دکتر مهدی فرشاد
۶. فلسفه اخلاق، استاد مرتضی مطهری
۷. مبانی فلسفه اخلاق، رابرت ال. هولمز، ترجمه مسعود علیا، نشر ققنوس
۸. چرخه های افول اخلاق و اقتصاد، سرمایه اجتماعی و توسعه در ایران، دکتر محسن رنانی و رزیتا مویدفر، نشر طرح نو، ۱۳۹۱
۹. اخلاق حرفه ای، احد فرامرز قراملکی، نشر مجنون
۱۰. اخلاق مهندسی دکتر جعفرکیوانی
۱۱. "اخلاق در مهندسی" ترجمه رضا رضایی، نشر شرکت انتشارات فنی ایران
۱۲. "اخلاق در مهندسی" ترجمه انجمنهای مهندسی و نشر سازمان سنجش
۱۳. آیین نامه نظامنامه اخلاق مهندسی
14. Harris,C.E., Pritchard, M.S., and M.I. Rabins (2008), Engineering- Ethics: Concepts and Cases, 4 th Edition, wadsworth, Belmont, USA.
15. Martin, M.W., and R. Schinzinger, Second Edition,- Introduction to Engineering Ethics, McGraw Hill, New York, USA.
16. Code of Ethics, ASCE, October 2010.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	ارتعاشات اتفاقی		
عنوان درس به انگلیسی:	Random Vibrations	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با فرایندهای تصادفی، مدلسازی ارتعاشات اتفاقی، آشنایی با پردازش سیگنال و توابع چگالی طیفی

اهداف ویژه:

- فرایندهای تصادفی و مبانی آماری
- تحلیل طیفی و توابع چگالی طیفی
- مدلسازی ارتعاشات اتفاقی سیستم‌ها
- پردازش سیگنال در ارتعاشات اتفاقی
- کاربردهای مهندسی و تحلیل عملی

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - تعریف ارتعاشات تصادفی
  - مقدمه‌ای بر بارگذاری تصادفی
  - فرآیندهای تصادفی، آمار و احتمال
  - تابع چگالی احتمال
- **تحلیل روندهای تصادفی**
  - متغیرهای تصادفی
  - تابع چگالی احتمال
  - توزیع گاوسی
  - محاسبه میانگین
  - تابع توزیع احتمال
  - هم بستگی
  - خودهم بستگی
  - هم بستگی متقابل
- **چگالی طیفی**
  - انتگرال فوریه
  - فرم مختلط تبدیل فوریه
  - تعریف چگالی طیفی
  - فرآیندهای باند باریک و باند پهن
  - چگالی طیفی برای مشتق های یک فرآیند
  - چگالی طیفی متقابل

- **مدل‌های تحریکات تصادفی**
  - سیستم‌های یک درجه آزادی
  - پاسخ سیستم‌های چند درجه آزادی، ورودی و خروجی‌های چندگانه
- **تحلیل دینامیک تصادفی**
  - تحلیل دامنه زمانی و دامنه فرکانسی
  - ارزیابی توابع پاسخ دینامیکی
  - دینامیک تصادفی سیستم‌های خطی و توابع تبدیل آن‌ها
  - پاسخ سیستم یک درجه آزادی خطی در حوزه فرکانس
- مقدمه‌ای بر پردازش سیگنال
- مروری بر تخمین خطا
- طراحی سازه‌ها برای تحریکات تصادفی
- اصول ارتعاشات تصادفی غیرخطی
- مروری بر معیارهای تخریب مواد ایزوتروپیک (نرم و شکننده)

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Zach L., George C.L., “Random Vibration Mechanical”, Structural and Earthquake Engineering Applications, 2020.
2. Lalanne C., “Mechanical Vibration and Shock Analysis”, Random Vibration, Vol. 3, John Wiley & Sons, 2014.
3. Newland D.E., “An Introduction to Random Vibrations, Spectral and Wavelet Analysis”, Essex, England: Longman Scientific & Technical, 1993.
4. Soong T.T., Grigoriu M., “Random Vibration of Mechanical and Structural Systems, NASA STI/Recon Technical Report A, 93, 14690, 1993.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	ارتعاشات پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Vibrations	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفهوم درجه آزادی، بررسی سیستمهای یک درجه آزادی، پاسخ سیستم به بارهای وارده مختلف از قبیل متناوب، هارمونیک، ضربه و نیز در حالت کلی

اهداف ویژه:

- بررسی سیستم‌های یک درجه آزادی
- پاسخ سیستم به بارهای وارده مختلف از قبیل متناوب
- هارمونیک

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - تحلیل مودال و تست مودال
  - کاربردهای تحلیل مودال
  - تاریخچه توسعه تحلیل مودال
- **ریاضیات تحلیل مودال**
  - مفاهیم پایه ماتریس‌ها
  - معادلات همزمان خطی
  - ماتریس معکوس
  - مستقل سازی ماتریس
  - مسئله مقادیر ویژه ماتریس
  - اغتشاش
  - روش حداقل مربعات
  - تبدیل لاپلاس و تابع تبدیل
  - سری فوریه و تبدیل فوریه
  - قطب‌ها و صفرها
  - مفهوم حالت-فضا
  - تحلیل سریهای زمانی
  - تبدیل z
- **تئوری‌های پایه ارتعاشات**
  - مدلسازی یک مسئله ارتعاشی

- مفاهیم پایه ارتعاشات
- ارتعاشات آزاد سیستم‌های یک درجه آزادی
- تحریک هارمونیک
- روش انرژی
- ارتعاشات سیستم‌های ممتد

- **تئوری تحلیل مودال سیستم‌های دینامیکی یک درجه آزاد**
  - توابع پاسخ فرکانسی
  - نمایش تصویری پاسخ فرکانسی
  - خواص FRF و یک سیستم یک درجه آزاد
- **تحلیل مودال یک سیستم چند درجه آزاد نامیرا**
  - تعامد و مودهای نرمال
  - توابع پاسخ فرکانسی
  - مودهای جرم نرمالایزشده
  - شکلهای دیگر تعامد
  - تحریک هارمونیک
- **تحلیل مودال سیستم یک درجه آزاد میرا**
  - مدل‌های میرایی تناسبی
  - مدل میرایی غیر تناسبی لزج
  - توابع پاسخ فرکانسی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۵ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Zhi-Fang Fu, “Modal Analysis”, 1st Edition, Engineering Designer, 2002.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی	ارتعاشات سیستم‌های ممتد		
عنوان درس به انگلیسی:	Vibrations of Continuous Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با شیوه‌های مدلسازی ریاضی معادلات حاکم بر سیستم‌ها و حل آنها با تمرکز بر معادلات غیرخطی

اهداف ویژه:

شیوه‌های مدلسازی ریاضی معادلات حاکم بر سیستم‌ها و حل آنها با تمرکز بر معادلات غیرخطی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مفهوم مدلسازی و شبیه‌سازی
- تفاوت سیستم ممتد با سیستم گسسته
- معرفی سیستم‌های بینهایت درجه آزادی
- ارتعاشات آزاد خمشی تیر اویلر برنولی و استخراج معادله ناظم
- تشریح انواع شرایط مرزی و شرایط اولیه
- حل معادله ناظم بر ارتعاشات خمشی تیر اویلر-برنولی
- تشریح مفهوم تعامد شکل مودهای ارتعاشی
- معرفی مختصات نرمال
- تحلیل ارتعاشات اجباری
- تحلیل ارتعاشات اجباری تحت بارگذاری عمومی
- وجود ناپیوستگی در سیستم‌های پیوسته
- ارتعاشات عرضی تیر تحت بار محوری و استخراج معادله ناظم
- تحلیل ارتعاشات عرضی اجباری تیر تحت بار محوری
- ارتعاشات خمشی تیر تیموشکنو (اثر وجود نیروی برشی) و استخراج معادله ناظم
- ارتعاشات محوری تیر و استخراج معادله ناظم
- تحلیل ارتعاشات آزاد محوری تیر
- معرفی شرایط مرزی و شرایط اولیه ارتعاشات محوری
- تعامد شکل مودهای ارتعاشی محوری
- تحلیل ارتعاشات اجباری محوری
- معرفی تفاوت حل دقیق و حل تقریبی
- اصل رایلی و نحوه اعمال آن به سیستم پیوسته
- روش رایلی-ریتز و نحوه اعمال آن به سیستم پیوسته
- کاربرد روش المان محدود در ارتعاشات
- مقایسه روش مستقیم با روش انرژی
- معرفی روش معکوس
- تفاوت ماتریس جرم متمرکز و consistent

- استخراج ماتریس‌های سفتی و جرم المان‌های Rod، Bar و Beam

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Clough R.W., Penizen J., "Dynamics of Structures", 3rd edition, Computer and structures Inc., USA, 1995.
2. Hodges D.H., Pierce G.A., "Introduction to Structural Dynamics and Aeroelasticity", Cambridge Aerospace Series, UK, 2002.
3. Hutton D.V., "Fundamentals of Finite Element Analysis", The McGraw-Hill Companies, 2004.
4. Nayfeh A.H., Mook D.T., "Non-linear Oscillations", John Wiley & Sons, 1995.
5. Tsai S.W., Hahn H.T., "Introduction to Composite Materials", Technomic Publishing Co., USA, 1980.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**ارتعاشات غیرخطی**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Nonlinear Vibrations**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**نظری** ۳	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**نظری** ۴۸	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفهوم درجه آزادی، بررسی سیستمهای یک درجه آزادی، پاسخ سیستم به بارهای وارده مختلف از قبیل متناوب، هارمونیک، ضربه و نیز در حالت کلی.

اهداف ویژه:

- بررسی سیستم‌های یک درجه آزادی
- پاسخ سیستم به بارهای وارده مختلف از قبیل متناوب
- هارمونیک

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - ارتعاشات خطی و غیر خطی
  - انواع نیرو و پاسخ‌ها
  - سیستم‌های کنسرواتیو و غیر کانسرواتیو
  - نقطه تعادل
- **استخراج معادلات حرکت غیرخطی**
  - رویکرد نیرو و گشتاور
  - معادلات لاگرانژ
  - معادلات توسعه یافته همیلتون
  - رویکرد چند جسمی
  - روش‌های خطی سازی
- **روش حل تقریبی**
  - روش توسعه مستقیم و ریشه های غیرخطی
  - روش بالانس هارمونیک
  - روش لینستد-پوینکر
  - روش میانگین‌گیری
- **روش تحلیل اغتشاشات**
  - روش میانگین گیری
  - روش مقیاس چندگانه
  - روش فرم نرمال

- روش لینستد-پوینکر
- **تحلیل پایداری**
  - روش پایداری لیاپانوف
  - تحلیل پایداری از معادلات اغتشاش
  - تحلیل پایداری از معادلات رتبه کاسته

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۵ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Nayfeh A.H., Mook, “Nonlinear Oscillations”, Wiley-Interscience, 1979.
2. Zhi-Fang Fu, “Modal Analysis”, 1st Edition, Engineering Designer, 2002.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	اصول طراحی و تحلیل سازه و مکانیزمهای ماهواره		
عنوان درس به انگلیسی:	Fundamentals of Spacecraft Structure and Mechanisms Analysis and Design	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با الزامات طراحی سازه و طراحی مکانیزمهای ماهواره و تحلیل های استاتیکی، دینامیکی، ارتعاشاتی، عمر و خستگی

اهداف ویژه:

- الزامات و معیارهای طراحی سازه‌های فضایی
- تحلیل استاتیکی سازه‌های ماهواره
- تحلیل دینامیکی و ارتعاشاتی
- طراحی و تحلیل مکانیزم‌های ماهواره
- تحلیل عمر و خستگی سازه‌ها و مکانیزم‌ها
- یکپارچه‌سازی تحلیل‌ها در طراحی ماهواره

پ) سرفصل‌ها:

- مأموریت فضاپیما و مدار عملیاتی
- ماهواره‌بر و اتصال آن به ماهواره
- مشخصات دینامیکی محیط
- الزامات طراحی سازه‌ای
- طراحی پیکربندی ماهواره
- طراحی سازه ماهواره
- تعیین و محاسبه نیروهای استاتیکی و دینامیکی
- انتخاب مواد و مواد کامپوزیت
- اثر درجه حرارت
- اصول تحلیل المان محدود
- تحلیل سازه توسط روش المان محدود
- مودهای شکست سازه
- تحلیل اتفاقی ارتعاشات
- تعیین فرکانس‌های مودال ماهواره و ماهواره‌بر
- سازه‌های ساندویچی
- اتصالات پیچ و مهره، پرچ، و ...
- تحلیل عمر و خستگی سازه
- صحه‌گذاری تحلیل‌ها و طراحی‌های سازه‌ای

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Abdella G.F., Abdelfoutouh Nader., Gad A.H., “Finite Element Analysis for Satellite Structures”, Springer, 2014.
2. Sarafin T.P., “Spacecraft Structures and Mechanisms: from Concept to Launch”, Springer, 1995.
3. Forescue P.W., Stark J.P.W., “spacecraft systems engineering”, Chap. 4, 5, Wiley, 1992.
4. Patten B., “Satellite Systems: Princicples and Technologies”, Springer, 1993.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	آنالیز مودال		
عنوان درس به انگلیسی:	Modal Analysis	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آنالیز مودال، یکی از روشهای تحلیل سازه‌هاست که با استفاده از آن، می‌توان اطلاعات مهمی را درباره رفتار سازه در برابر ارتعاشات و ارائه راهکارهای بهینه برای بهبود عملکرد سازه‌ها ارائه داد. بنابراین، یادگیری آنالیز مودال برای افرادی که در زمینه طراحی و مهندسی سازه فعالیت می‌کنند؛ بسیار مهم است.

اهداف ویژه:

- تعیین فرکانس‌های طبیعی سازه و رفتار سازه در برابر ارتعاشات
- تعیین نقاط ضعف و نیازمندی‌های سازه بهبودی
- انتخاب روش بهینه جهت افزایش استحکام و کیفیت سازه
- برآورد ظرفیت حمل بار سازه و تشخیص نقاط ضعف سازه برای ایجاد راهکارهای بهبودی

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر آنالیز مودال**
  - معرفی آنالیز مودال
  - کاربردهای آنالیز مودال
  - تست مودال
  - علائم و اصطلاحات
  - تجزیه منفرد ماتریسی
  - تبدیل فوریه سریع
- **مبانی تئوری آنالیز مودال**
  - سیستم‌های یک درجه آزادی
  - بیان و خواص توابع
  - پاسخ فرکانسی سیستم‌های یک درجه آزادی
  - آنالیز مودال در سیستم‌های یک درجه آزادی
- **تئوری سیستم‌های چند درجه آزادی**
  - تئوری سیستم‌های چند درجه آزادی نامیرا
  - سیستم‌های چند درجه آزادی با استهلاک تناسبی
  - سیستم‌های چند درجه آزادی با استهلاک سازه‌ای
  - سیستم‌های چند درجه ازادی با استهلاک ویسکوز
- **روشهای اندازه‌گیری توابع پاسخ فرکانسی**
  - اصول اولیه اندازه‌گیری

- آماده‌سازی سازه
- روشهای تحریک سازه
- پردازش سیگنال‌ها، آنالیز سیگنال‌های تصادفی
- کالیبراسیون و حذف اثر جرم شتاب‌سنج‌ها از توابع پاسخ فرکانسی
- تحریک چندنقطه‌ای سازه

- **روشهای استخراج پارامترهای مودال**
  - بررسی اولیه توابع پاسخ فرکانسی اندازه‌گیری شده
  - روشهای یک درجه آزادی در آنالیز مودال
  - روشهای چند درجه آزادی در آنالیز مودال در دامنه فرکانس
  - روشهای چند درجه آزادی در آنالیز مودال در دامنه زمان
  - مقدمه‌ای بر آنالیز مودال سیستم‌های غیر خطی
  - مقدمه‌ای بر آنالیز مودال سیستم‌های دوار
- **استخراج مدل ریاضی از مقادیر اندازه‌گیری شده تابع پاسخ فرکانسی**
  - تشخیص مدل
  - مدل مودال
  - تصحیح مدل
  - مدل فضایی
  - حساسیت مدل
- **کاربردهای آنالیز مودال**
  - مقایسه بین نتایج آزمایش و تحلیلی
  - همبستگی بین نتایج آزمایش و تحلیلی
  - مقایسه خواص مودال
  - مقایسه فرکانس‌های طبیعی
- **مباحث ویژه در آنالیز مودال**
  - مقایسه مود شیپ‌ها
  - مقایسه مقادیر توابع پاسخ فرکانسی
  - تصحیح و به‌روزرسانی مدل
  - طراحی آزمایشات لازم

- آنالیز مودال تجربی: مقدمه، تعریف، اهداف و کاربردهای آنالیز مودال تجربی.
- ارتعاشات سیستمهای چند درجه آزادی: مقاویر ویژه و بردارهای ویژه، استخراج معادالت، معادله فرکانسی، قضیه بسط مودال، حل مثال.
- ارتعاشات سیستمهای چند درجه آزادی: پاسخ فرکانسی، تعامد مودها، مختصات اصلی، مود صلب، پدیده ضربان، حل مثال
- تست و آنالیز مودال سیستم یک درجه آزادی: نامیرا، میرایی ویسکوز و میرایی سازهای، حل مثال
- تست و آنالیز مودال سیستم چند درجه آزادی نامیرا
- تست و آنالیز مودال سیستم چند درجه آزادی با میرایی تناسبی
- تست و آنالیز مودال سیستم چند درجه آزادی با میرایی کلی
- مودهای مختلط
- مشخصات و ویژگی های دادههای FRF یک سیستم چند درجه آزادی هارمونیک
- مشخصات و ویژگیهای دادههای FRF یک سیستم چند درجه آزادی غیرهارمونیک
- روشها و تجهیزات اندازه گیری: سنسورها، آناالیزرها، شیکر، همر، سیگنال ژنراتور، آمپلی فایر
- روشهاوتجهیزات اندازه گیری: تکیهگاههای سازه در حال تست، نصب سنسورها، موقعیت قرارگیری سنسورها

- پردازش سیگنال دیجیتال: سری فوریه، تبدیل فوریه گسسته، الیاسینگ، حل مثال.
- پردازش سیگنال دیجیتال: لیکیج، ویندوینگ، فیلترینگ، اوریجینگ، حل مثال
- روش های شناسایی پارامترهای مودال سیستم در حوزه فرکانس: روش پیکپیکینگ، روش برازش دایره، حل مثال
- روش های شناسایی پارامترهای مودال سیستم در حوزه فرکانس: روش FRF معکوس، روش دابسون، حل مثال

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. آنالیز مودال، نوشته جیمین هی و ژی فانگ فو، ترجمه سعید ضیایی راد و مهدی صالحی، انتشارات دانش پژوهان برین، ۱۳۸۴.

2. D. J. Ewins, Modal testing theory and practice, 2nd edition,Research Studies Press Ltd, 2000.

3. N. Maia, J. Silva, J. He, N. Lieven, R. Lin, G. Skingle, W. To, A.Urgueira, Theoretical and experimental modal analysis,Research Studies Press Ltd, 1997.

4. W. Heylen, S. Lammens, P. Sas, Modal analysis theory and testing, KUL, Belgium, 1998.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**آیروآکوستیک**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Aeroacoustics**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

آشنایی و توانایی محاسبه تولید و انتشار امواج صوتی در محیط‌های سیال و همچنین آشنایی مقدماتی با روشهای اندازه‌گیری صوت به منظور استفاده در آکوستیک تجربی. تشخیص منشا صوت آیرودینامیک و روش انتشار آن، توانایی اندازه‌گیری، تحلیل نتایج و تشخیص منبع یا منبع‌های اصلی ایجاد نویز، آشنایی با تئوری مکانیزم‌های تولید نویز صوتی.

اهداف ویژه:

- توانایی محاسبه تولید و انتشار امواج صوتی در محیط‌های سیال
- روشهای اندازه‌گیری صوت به منظور استفاده در آکوستیک تجربی
- تئوری مکانیزم‌های تولید نویز صوتی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر آیرواکوستیک**
  - صدا و روش انتشار آن
  - اصول اولیه آکوستیک
  - امواج صوتی و سرعت صوت در گازها
  - معیار دسیبل، فشار، شدت و توان صوت؛ طیف صوت، جذب و میرایی صوت، تاثیر شرایط محیطی بر انتشار صدا؛ گوش انسان و روش عملکرد آن
  - قوانین استاندارد کنترل نویز؛ انتشار صوت در محیط‌های مختلف
- **معادله موج آکوستیک و حل های ساده آن**
  - مرور مختصر مکانیک سیالات
  - معادله غیرخطی موج؛ معادله خطی موج
  - حل معادله موج با تابع گرین
  - میدان های موج سه بعدی ساده (موج تخت، موج های سطحی و موج های کروی)
- **بازتاب و انتقال**
  - تابش عمودی
  - تابش مایل
  - انتقال از لایه یک سیال
- **تشعشع صوت**
  - تشعشع از کره مرتعش
  - منبع های صوت تک قطبی، دو قطبی، چهار قطبی؛ منبع خط پیوسته
  - تشعشع از یک پیستون مسطح دوار
- **روش های اندازه گیری صوت**
  - انواع میکروفن؛ تنظیم (کالیبراسیون) میکروفن

- اندازه گیری شدت صوت
- لوله امپدانس
- فیلترهای صدا
- تونل های باد آیرواکوستیکی

- **تشعشع صوت از جریان برشی آزاد و سطوح جامد**
  - آنالوژی لایتهیل
  - معادلات فووکس ویلیامز-هاوکینگ
- **انتشار امواج خطی در محیط متحرک**
  - معادلات اویلر خطی
  - خواص اصلی انتشار امواج در محیط متحرک
  - امواج صوتی، گرداب های و آنتروپی
  - شکست صوت در جریان غیریکنواخت
- **آرایه‌های فازی (Phased Arrays) و تعیین موقعیت (Localization) منبع صدا**
- **صوت/نویز آیرودینامیکی**
  - نویز لایه مرزی
  - نویز جت زیرصوت؛ نویز ایرفویل
  - شوک در جریان مافوق صوت
  - صدای گردابه و ناشی از جریان مغشوش
  - صدای حاصل از برخورد سیال و اجسام جامد
- **کابردها**
  - صدای فن (دمنده)
  - انتشار صدا در کانال ها
  - نویز حاصل از توربوماشین ها
  - کاربردهای دیگر
- مقدمه ای بر ناپایداری ترمواکوستیک

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Glegg, Stewart, William Devenport, “Aeroacoustics of Low Mach Number Flows: Fundamentals, Analysis, and Measurement”, Academic Press, 2017.
2. Pierce A.D., “Acoustics: An Introduction to Its Physical Principles and Applications”, 2019.
3. Crighton D.G., “Modern Methods in Analytical Acoustics”, SpringerVerlag 2004.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**پایداری سازه های هوافضایی**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Aerospace Structural Stability**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

تحلیل کمانش الاستیک تیر، صفحه و پوسته های با هندسه متعارف.

اهداف ویژه:

تحلیل کمانش الاستیک تیر، صفحه و پوسته های با هندسه متعارف

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر پایداری سازه ها (مثال‌ها، اهمیت و کاربردها)
- مفاهیم پایه (تعریف پایداری و ناپایداری، انواع ناپایداری الاستیک)
- کمانش ستون‌ها
- ناپایداری قاب‌ها ناپایداری قاب‌ها
- کمانش حلقه‌ها و قوس‌ها کمانش حلقه‌ها و قوس‌ها
- کمانش و پسا کمانش ورق‌های مستطیلی
- کمانش و پسا کمانش ورق‌های دایره‌ای
- کمانش و پسا کمانش پوسته‌های استوانه‌ای
- کمانش و پسا کمانش پوسته‌های مخروطی
- کمانش و پسا کمانش پوسته‌های کروی
- ناپایداری دینامیکی
- مقدمه‌ای بر کمانش پلاستیک
- مقدمه‌ای بر کمانش ویسکو الاستیک
- تحلیل پایداری به کمک روش اجزای محدود

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۱۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Eslami M.R., “Buckling and Postbuckling of Plates, Beams, Plates, and Shells”, Springer, 2018.
2. Oxford University Press, New York, 2015.
3. Jerath S., “Structural Stability, Theory and Practice”, John Wiley & Sons Inc., 2021.
4. Timoshenko S.P., Gere J.M., “Theory of Elastic Stability”, 2nd Ed., McGraw-Hill,1963.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**تجزیه و تحلیل سیستم‌های مهندسی برای طراحی**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Engineering Systems Analysis for Design**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**نظری**	**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**رساله** ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐ **مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

هدف کلی:

دوره تجزیه و تحلیل سیستم‌های مهندسی برای طراحی، جزء اصلی از تخصص مهندسی سیستم‌های هوافضا می‌باشد. این دوره با تمرکز بر ارائه یک درک جامع از تکنیک‌های تجزیه و تحلیل سیستم‌های مهندسی، ضروری برای فرآیندهای طراحی موثر و کارآمد در مهندسی هوافضا، طراحی شده است. دانشجویان به مطالعه روش‌ها و ابزارهای مختلف جهت تجزیه و تحلیل سیستم‌های مهندسی پیچیده، تصمیم‌گیری آگاهانه و بهینه‌سازی عملکرد سیستم می‌پردازند.

اهداف ویژه:

- درک مفاهیم پایه سیستم‌ها و تفکر سیستمی
- مدل‌سازی سیستم‌های مهندسی پیچیده
- تحلیل عملکرد و رفتار سیستم
- تصمیم‌گیری مهندسی و ارزیابی گزینه‌های طراحی
- بهینه‌سازی سیستم‌های مهندسی
- تحلیل چرخه عمر و قابلیت اطمینان سیستم
- کاربرد عملی در مهندسی هوافضا

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه به تجزیه و تحلیل سیستم‌های مهندسی**
  - مروری بر تجزیه و تحلیل سیستم‌ها در طراحی مهندسی
  - اهمیت تفکر سیستمی در مهندسی هوافضا
  - نقش تجزیه و تحلیل در چرخه عمر طراحی
- **الزامات سیستم و تجزیه و تحلیل سهامداران**
  - تکنیک‌های استخراج و تجزیه و تحلیل الزامات سیستم
  - شناسایی و اولویت‌بندی نیازهای ذینفعان
  - مدنظر قرار دادن مسائل اخلاقی و اجتماعی در طراحی هوافضا
- **مدل‌سازی ریاضی و شبیه‌سازی**
  - مفاهیم اساسی مدل‌سازی ریاضی در مهندسی
  - تکنیک‌های شبیه‌سازی برای تجزیه و تحلیل رفتار سیستم

- مطالعه موردی از مدل‌سازی ریاضی در طراحی هوافضا

- **تکنیک‌های بهینه‌سازی در طراحی**
  - مقدمه‌ای به بهینه‌سازی در طراحی مهندسی
  - کاربرد الگوریتم‌های بهینه‌سازی
  - تحلیل مبادله و تصمیم‌گیری در سیستم‌های هوافضا
- **قابلیت اطمینان و تجزیه و تحلیل ریسک**
  - درک از قابلیت اطمینان سیستم و حالت‌های خرابی
  - روشهای ارزیابی ریسک در طراحی هوافضا
  - گنجاندن ملاحظات ایمنی در تجزیه و تحلیل سیستم
- **سیستم‌های پشتیبانی تصمیم در طراحی هوافضا**
  - نقش سیستم‌های پشتیبانی تصمیم در تحلیل مهندسی
  - پیاده‌سازی ابزارهای پشتیبانی تصمیم
  - مطالعات موردی که حمایت تصمیم‌گیری موثر را نشان می‌دهد
- **عوامل انسانی در تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم**
  - در نظر گرفتن اصول طراحی انسان محور
  - تحلیل عوامل انسانی در سیستم‌های هوافضا
  - قابلیت استفاده و ارگونومی در طراحی هوافضا
- **پروژه طراحی - کاربرد تحلیل سیستم‌ها**
  - کاربرد عملی تکنیک‌های تحلیل سیستم در پروژه طراحی
  - پروژه طراحی مبتنی بر تیم
  - ارائه و ارزیابی نتایج تحلیل در زمینه طراحی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۵ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰درصد
پروژه در نیم‌سال	... درصد

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

درک ابتدایی از اصول مهندسی هوافضا- آشنایی با ریاضیات و آمار مهندسی- تجربه پیشین با فرآیندهای طراحی مهندسی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Kossiakoff, A., Biemer, S.M., Seymour, S.J. and Flanigan, D.A., Systems engineering principles and practice, John Wiley & Sons, 2020.
2. Wasson, C.S., System engineering analysis, design, and development: Concepts, principles and practices, John Wiley & Sons, 2015.
3. Blanchard, B.S., System engineering management. John Wiley & Sons, 2004.
4. Buede, D.M. and Miller, W.D., The engineering design of systems: models and methods, 2016.
5. Sage, A.P. and Rouse, W.B., Handbook of systems engineering and management. John Wiley & Sons, 2014.
6. Crawley, Edward, Olivier de Weck, "The Influence of Architecture in Engineering Systems." (PDF) *Engineering Systems Monograph* , pp29–31, 2004.
7. Leveson, N., "A New Accident Model for Engineering Safer Systems", (PDF) *Safety Science*, 42, no. 4, 2004.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف)عنوان درس به فارسی	تحلیل تجربی تنش		
عنوان درس به انگلیسی:	Experimental Stress Analysis	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با روش های تجربی اندازه گیری کرنش، شامل استفاده از کرنش سنج های الکتریکی و اکستنسومتر، آشنایی با اصول اپتیک در اندازه گیری کرنش و تنش، روش های نوری در تعیین پارامترهای شکست مواد مهندسی، روش برهمنگاری تصاویر دیجیتال (DIC) و پوشش های ترد و فوتوالاستیک

اهداف ویژه:

- روش های تجربی اندازه گیری کرنش
- اصول اپتیک در اندازه گیری کرنش و تنش
- پوشش های ترد و فوتوالاستیک

پ) سرفصل‌ها:

- تعریف تنش
- کرنش و روابط تنش- کرنش
- الاستیسیته صفحه ای و معادلات اساسی مربوطه
- مقدمه ای بر اندازه گیری کرنش
- کرنش سنج های مقاومت الکتریکی
- مدارهای کرنش سنج
- تجهیزات ثبت کرنش
- روش های تحلیل کرنش
- اصول اپتیک
- روش مویره
- فوتوالاستیسیته
- کاربرد فوتوالاستیسیته در تحلیل تنش دو بعدی و سه بعدی
- روش های نوری برای تعیین پارامترهای شکست مواد
- روش برهمنگاری تصاویر دیجیتال (DIC)
- پوشش‌های ترد و پوشش های فوتوالاستیک

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۱۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Dally J.W., Riley W.F., "Experimental Stress Analysis", McGraw-Hill, 1991.
2. Doyle J.F., "Modern Experimental Stress Analysis", John Wiley & Sons, 2004.
3. Scientific papers published in reputed international journals.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	تحلیل پیشرفته سازه های هوایی		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Analysis of Aerospace Structures	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مشخصات مواد و سازه های هوافضایی، مقدمات الاستیسیته، تحلیل پیچش مقاطع باز، بسته، دایروی، مستطیلی، تک سلولی و چندسلولی، تحلیل خمش تک محوره و دومحوره در تیرها، تحلیل جریان برش در مقاطع باز، بسته و چندسلولی، آشنایی با مفاهیم کمانش ستون، تیر- ستون و صفحات تخت، آشنایی با معیارهای واماندگی در مواد همسانگرد ترد و نرم

اهداف ویژه:

- مشخصات مواد و سازه های هوافضایی
- مقدمات الاستیسیته
- تحلیل خمش تک محوره و دومحوره در تیرها
- تحلیل جریان برش در مقاطع باز، بسته و چندسلولی
- کمانش ستون، تیر- ستون و صفحات تخت
- معیارهای واماندگی در مواد همسانگرد ترد و نرم

پ) سرفصل‌ها:

- **مشخصات مواد و سازه های هوافضایی**
  - مقدمه
  - اجزای اصلی سازه های هوافضایی
  - انواع بارگذاری بر روی قطعات سازه
  - عملکرد قطعات سازه
  - ساخت قطعات سازه
  - بال و بدنه هواپیما
  - مواد به کار رفته در سازه های هوافضایی
- **مقدمه ای بر الاستیسیته**
  - مفهوم تغییر مکان
  - کرنش و تنش
  - معادلات تعادل
  - تنش های اصلی
  - تنش برشی
  - انتقال تنش در مختصات مختلف
  - روابط تنش- کرنش الاستیک

- انرژی کرنشی الاستیک
- اصل کار مجازی
- انرژی پتانسیل کل
- الاستیسیته صفحه ای

- **پیچش**
  - اصل سنت ونان
  - پیچش محورهای با مقطع یکنواخت
  - پیچش محورهای با مقطع دایروی
  - پیچش محورهای با مقطع مستطیلی نازک
  - پیچش مقاطع جدار نازک تک سلولی بسته
  - پیچش مقاطع جدار نازک چند سلولی
  - پیچش مقاطع جدار نازک بسته
- **خمش**
  - معادله تیر ساده (اویلر- برنولی)
  - خمش دو محوره
  - تنش برشی ناشی از اعمال نیروهای عرضی در مقاطع متقارن
  - تیر تیموشنکو
- **جریان برش در مقاطع جدار نازک**
  - جریان برش در مقاطع جدار نازک باز
  - مرکز برش در مقاطع باز
  - ترکیب جریان های برش ناشی از برش نیروی عرضی و ممان خمشی در مقاطع جدار نازک بسته
  - جریان برش در مقاطع بسته چندسلولی
- **کمانش الاستیک**
  - تیر- ستون با بارگذاری خارج از مرکز
  - کمانش الاستیک صفحات تخت
- **معیارهای واماندگی مواد همسانگرد**
  - معیارهای واماندگی مواد ترد
  - معیارهای واماندگی مواد نرم

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۱۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Sun C.T., "Mechanics of Aircraft Structures", John Wiley & Sons, 2006.
2. Mexon T.H.G., "Aircraft Structures for Engineering Students", Arnold, 1999.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	تفکر انتقادی در مهندسی		
عنوان درس به انگلیسی:	Critical Thinking in Engineering		
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		
دروس هم‌نیاز:	ندارد		
تعداد واحد:	۳	نظری	
تعداد ساعت:	۴۸		
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■	
نوع درس و واحد	پایه ☐	نظری ■	
	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐	
	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐	
	رساله ☐		

ب) هدف کلی:

امروزه در دانشگاه، تفکر انتقادی یک مهارت اساسیدر حوزه پژوهش است که شامل تجزیه و تحلیل، ارزیابی و تفسیر اطلاعات به شیوه ای سیستماتیک و منطقی است. این فرآیند ارزیابی عینی شواهد، استدلال ها و ایده ها برای رسیدن به نتایج مستدل از ملزومات روند تصمیم گیری در شاخه های مختلف رشته های مهندسی است. در این دوره دانشجویان یاد خواهند گرفت که چگونه انتقادی فکر کنند. یاد خواهند گرفت که چگونه استدلال‌ها، ادعاها و باورها را ارزیابی کنند. همچنین می‌آموزند که چگونه استدلال‌های محکمی برای خود ایجاد کنند. دانشجویان تفکر شفاف را به‌عنوان یک مهارت قدرتمند در دنیای واقعی یاد خواهند گرفت. در این دوره، ورودی‌ها، فرآیندها و خروجی‌های مربوط به تفکر انتقادی که می‌توانند عملاً در یک محیط مهندسی اعمال شوند معرفی می‌شود. با این مهارت، دانشجو می‌تواند زمان حل مشکلات را کاهش داده و چارچوب‌های قوی برای حل مسئله، مدیریت پروژه، مدیریت دانش طراحی کند.

اهداف ویژه:

- کسب مهارت های تحلیلی در دانشجویان رشته های مهندسی
- کسب مهارت های ارتباطی در دانشجویان رشته های مهندسی
- کسب مهارت های تفکر خلاقانه در دانشجویان رشته های مهندسی
- کسب مهارت ذهن باز در دانشجویان رشته های مهندسی
- کسب مهارت های حل مساله دردانشجویان رشته های مهندسی
- استفاده از مهارت های تفکر انتقادی در طراحس مهندسی
- استدلال مهندسی و حل مساله

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- تبیین چارچوب استدلال مهندسی
- ویژگی های فکری ضروری برای استدلال مهندسی
- مکانیزم کار مغز و حافظه انسان
- ساختارهای عمومی تفکر
- دستیابی به مهارت تفکر انتقادی
- فراشناخت: اندیشیدن در مورد ماحصل اندیشه
- تجزیه و تحلیل یک طرح با استفاده از عناصر تفکر
- مهارت های تحلیلی
- مهارت های ارتباطی
- دستیابی به مهارت تفکر خلاقانه
- مهارت ذهن باز
- استدلال مهندسی و حل مسپله
- **کاربرد تفکر انتقادی دررشته های مهندسی**

- مهندسی هوافضا
- مهندسی برق
- مهندسی مکانیک

- تجزیه و تحلیل ابزارهای مهندسی: مدل سازی و شبیه سازی
- استفاده از استانداردهای فکری برای ارزیابی ویژگی های طراحی
- استفاده از استانداردهای فکری برای ارزیابی گرافیک
- ارزیابی استدلال مهندس
- تحلیل و ارزیابی تحقیقات مهندسی
- بکارگیری مهارت تفکر انتقادی در تصمیم گیری های روزمره
- تفکر جانبی، عمودی و خلاق
- بررسی اجمالی تفکر انتقادی - تحلیل، ارزیابی، استنتاج و قضاوت بازتابی
- نقشه سیستم تفکر انتقادی - با جزئیات
- چارچوب های تفکر انتقادی
- چگونه فکر می کنیم
- پرسشگری سقراطی – درخواست برای تفکر انتقادی
- به کارگیری تفکر انتقادی در حل تحلیلی مسئله
- حافظه و درک - WM، EM، LTM، مدل سازی ذهنی و بار شناختی
- ارسطو (منطق) در مقابل کنفوسیوس (عمل گرایی و تعادل به موقع) - اهمیت در تکنیک تفکر انتقادی
- یک سازمان یادگیرنده – نحوه گردآوری تمام عناصر و نقش تفکر سیستمی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	تکالیف درسی	۲۰درصد	ارائه شفاهی	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد			
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰درصد			
پروژه در نیم‌سال	نمره اضافی ۲۰درصد به بالا			

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Paul, R.W. and Elder, L., “Critical Thinking: Tools for Taking Charge of Your Professional and Personal Life”, Prentice-Hall, Upper Saddle, NJ, 2002.
2. Paul, R.W. and Elder, L., “Critical Thinking: How To Prepare Students For A Rapidly Changing World, Foundation for Critical Thinking”, Sonoma, CA, 1995.
3. Paul, R.W., Elder, L., and Niewoehner, R.J., “A Miniature Guide to Engineering Reasoning, Foundation for Critical Thinking, Sonoma, CA, 2006.

4. Paul, R.W., Elder, L., “ENGINEERINGREASONING Based on Critical Thinking Concepts & Tools”, The Foundation for Critical Thinking, 2013.
5. Ramanathan, S., ”Critical Thinking Skills for Engineers”, IEEE-USA, 2019.
6. Moore, B. N. & Parker, R., Critical Thinking, 13th Edition. New York: McGraw-Hill, 2016.
7. Munson, R and Black, A, The Elements of reasoning, 5th edn, Thomson, Belmont, 2007.
8. Rudinow, J & Barry, VE, Invitation to critical thinking, 3rd edn, Holt, Rinehart & Winston, Fort Worth, 1994.
9. Girle, RA, Introduction to logic, 2nd edn, Pearson Education, Rosedale, 2008.
10. Paul, R., Niewoehner, R. and Elder, L., The thinker's guide to engineering reasoning: Based on critical thinking concepts and tools. Rowman & Littlefield, 2019.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	تئوری پلاستیسیته		
عنوان درس به انگلیسی:	Theory of Plasticity	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

یادگیری مدلسازی و تحیل مقدماتی رفتار سازه ها در محدوده تغییر شکل‌های پلاستیک

اهداف ویژه:

مدلسازی و تحیل مقدماتی رفتار سازه ها در محدوده تغییر شکل‌های پلاستیک

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر پلاستیسیته و کاربرد آن
- تجربیات مقدماتی (تست کشش، نمودار تنش کرنش واقعی، تست فشار و اثر با شینگر، تاثیر نرخ کرنش و درجه حرارت، ایده آل سازی نمودار تنش-کرنش، مدلهای دینامیکی و سینماتیکی و روابط تجربی برای نمودارهای تنش-کرنش)
- تنسورهای تنش و کرنش
- روابط تنش-کرنش الاستیک و حل مسائل تغییر شکل برگشت پذیر
- معیارهای تسلیم
- روابط تنش-کرنش پلاستیک
- مسائل الاستوپلاستیک در هندسه‌های استوانه ای و کروی
- روش‌های حل الاستیک پی در پی (کاربرد برای ورق، پوسته استوانه ای، استوانه و دیسک دوار)
- مسئله الاستوپلاستیک صفحه‌ای
- مسئله پیچش
- میدان خط لغزش
- آنالیز حد و طراحی حد
- پدیده خزش

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکویز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Mendelson A., "Plasticity: Theory and Applications", 2nd Ed., Krieger Pub., New York, 1983.
2. Lubliner J., "Plasticity Theory", 2nd Ed., Dover Pub., 2008.
3. Kachanov L.M., "Fundamentals of the theory of Plasticity", Dover Pub., 1971.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	تئوری ترموالاستیسیته		
عنوان درس به انگلیسی:	Thermoelasticity	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

تحلیل تنش و تغییر شکلهای اجزای سازه ای نظیر تیر، دیسک، استوانه، کره و ... تحت بارگذاری ترمومکانیکی در محدوده الاستیک

اهداف ویژه:

- تحلیل تنش و تغییر شکلهای اجزای سازه ای نظیر تیر
- تحت بارگذاری ترمومکانیکی در محدوده الاستیک

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر ترموالاستیسیته**
- مفاهیم پایه ترموالاستیسیته (معادلات اساسی ترموالاستیسیته)
- ترمودینامیک محیط الاستیک (قوانین اول و دوم ترمودینامیک، تئوری عمومی ترموالاستیسیته و تئوری‌های ترموالاستیسیته کوپل)
- مسائل مقدماتی ترموالاستیسیته و حل عمومی مسائل ترموالاستیسیته در دستگاه‌های مختصات دکارتی، استوانه‌ای و کروی
- میدان دما و حل مسایل انتقال حرارت در جامدات در دستگاه‌های مختصات دکارتی، استوانه‌ای و کروی
- تنش‌های حرارتی در تیر (تیرهای همگن و غیرهمگن، تیرهای مستقیم و منحنی و ...)
- تنش‌های حرارتی در دیسک (ثابت و متحرک)، استوانه و کره (همگن و یر همگن) با شرایط متنوع بارگذاری
- طراحی خطوط لوله انتقال سیال گرم (سیستم های دوبعدی و سه بعدی)
- حل مسائل ترموالاستیسیته کوپل (فضای نامحدود، نیمه بی‌نهایت، یک بعدی و دوبعدی و هندسه استوانه و کره)
- روش‌های حل عددی (اجزای محدود و ...)
- ارتعاشات القایی حرارتی
- خزش ترموالاستیک

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۴۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	... درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Hetnarski R.B., Eslami M.R, "Thermal Stresses-Advanced Theory and Applications", 2nd Ed., Spriner Nature, Switzerland, 2019.
2. Noda N., Hetnarski R.B., Tanigawa Y., "Thermal Stresses", 2nd Ed., Taylor & Francis, New York, 2003.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	خستگی و شکست و خزش		
عنوان درس به انگلیسی:	Fatigue, Fracture, and Creep	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفهوم خستگی مواد و جنبه های ریزساختاری آن، انواع فلسفه طراحی خستگی در قطعات و سازه های مهندسی، طراحی خستگی با رویکرد تنش- عمر، طراحی خستگی با رویکرد کرنش- عمر، طراحی خستگی قطعات دارای شیار، آشنایی با مکانیک شکست و درک اهمیت آن در طراحی سازه، مودهای بارگذاری در قطعات ترکدار، مفهوم ضریب شدت تنش و کاربرد آن در محاسبه ظرفیت باربری قطعات ترکدار، پلاستیسیته نوک ترک، آزمون های تجربی مکانیک شکست و معیارهای شکست ترد در قطعات ترکدار، آشنایی با مفهوم خزش، خزش گرم، خزش اولیه، ثانویه و ناپایدار، آزمون های خزش گرم، مدل های تخمین خزش در فلزات و مفهوم رهاشدگی تنشی

اهداف ویژه:

- خستگی
- مکانیک شکست
- خزش

پ) سرفصل‌ها:

- **خستگی**
  - مقدمه‌ای بر خستگی
  - روش‌های طراحی خستگی
  - جنبه‌های مختلف خستگی در مواد مهندسی (شکست نگاری سطح قطعه شکسته در اثر خستگی)
  - طراحی بر اساس رویکرد تنش- عمر
  - طراحی بر اساس رویکرد کرنش- عمر
  - طراحی بر اساس رویکرد انرژی- عمر
  - شیارها و تاثیرات آن‌ها بر رفتار خستگی مواد
- **مکانیک شکست**
  - مقدمه
  - تاریخچه
  - مکانیک شکست الاستیک خطی
  - توزیع تنش الاستیک خطی در اطراف ترک نوک تیز
  - مودهای بارگذاری در قطعات ترک دار
  - ضرایب شدت تنش
  - شکست ترد در قطعات ترک دار تحت بارگذاری مود I خالص
  - پلاستیسیته نوک ترک

- معیارهای شکست مود ترکیبی I/II
- آزمون‌های چقرمگی شکست مواد
- رشد ترک خستگی

- **خزش**
  - مقدمه
  - منحنی عمومی خزش تک محوره در فلزات
  - خزش اولیه، ثانویه و ناپایدار
  - آزمون خزش فلزات
  - مدل‌های تخمین عمر خزشی فلزات
  - رهاشدگی تنشی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۱۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Stephens R.I., et al., “Metal Fatigue in Engineering”, John Wiley & Sons, 2001.
2. Anderson T.L., “Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications”, 4th edition; CRC Press, 2017.
3. Rhoads J.L., “Basic Explanation of Creep Processes”, University of Berkely, CA 94720-17309.
4. Collins J.A., “Failure of Materials in Mechanical Design, Analysis, Prediction, Prevention”, The Ohio state University, John Wiley & Sons, 1981.
5. Hertzberg R.W., et al., “Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials”, 5th edition, John Wiley & Sons, 2013.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	دینامیک بالگرد و هواپیماهای V/STOL		
عنوان درس به انگلیسی:	Helicopter and V/STOL Aircrafts Dynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد: ۳	نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت: ۴۸		رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم طراحی بالگرد و هواپیماهای V/STOL ، پرواز ایستا و عمودی، پرواز روبه جلو، پره ی روتور و نظریه های مرتبط به آن و آیرودینامیک و دینامیک بالگرد.

اهداف ویژه:

- مفاهیم پرواز ایستا و عمودی، پرواز روبه جلو
- پره ی روتور و نظریه های مرتبط به آن
- آشنایی با دینامیک سازه بالگرد و هواپیماهای V/STOL
- آشنایی با آیرودینامیک بالگرد و هواپیماهای V/STOL
- آشنایی با آیروالاستیک بالگرد و هواپیماهای V/STOL
- آشنایی با ناپایداری تشدید زمین
- آشنایی با ناپایداری تشدید هوامکانیکی

پ) سرفصل‌ها:

- سیر تاریخی توسعه بالگردها و هواپیماهای V/STOL
- مقدمه ای بر نظریه پرواز ایستا و پرواز عمودی
- مقدمه ای بر نظریه ی پرواز روبه جلو
- پره ی روتور در حرکت بال زنی: مدل ساده
- تحلیل تریم (تعادل) بالگرد و هواپیماهای V/STOL
- دینامیک پره ی روتور مستقل
- پایداری ایروالاستیک پره ی روتور: دینامیک حالت جفت شده
- حالت های روتور: تبدیل مختصات چند پره ای
- دینامیک بال زنی تحت حرکت عمومی هاب
- پایداری و کنترل بالگرد و هواپیماهای V/STOL
- ناپایداری تشدید زمین یک مدل ساده بالگرد و هواپیماهای V/STOL
- ناپایداری تشدید هوامکانیکی یک مدل ساده بالگرد و هواپیماهای V/STOL

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۲۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۵۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. طراحی بالگرد (مبانی دینامیک بالگرد)، نویسنده:سی. ونکاتسان، مترجم: محمدحسین صبور، مجتبی مرادلی، سارا کلانتری، ناشر:دانش بنیاد، ۱۴۰۲.

2. Fundamentals of Helicopter Dynamics, By C. Venkatesan, 2014.

3. RotaryWing Structural Dynamics and Aeroelasticity, by: Richard L. Bielawa, AIAA, 2006.

4. Rotorcraft Aeromechanics, by: Wayne Johnson, NASA Ames Research Center, cambridge university press, 2013.

5. Introduction to structural dynamics and aeroelasticity, By:Dewey H Hodges, Cambridge, 2011.

6. Rotary Wing Aerodynamics-W Z Stepniewski and C N Keys, 1984.

7. Helicopter Dynamics-ARS Bramwell, George Done, and David Balmford, 2001.

8. Basic Helicopter Aerodynamics-John, M. Seddon and Simon Newman, 2011.

9. Helicopter Flight Dynamics-Gareth D. Padfield, 2007.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	دینامیک پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Dynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفهوم درجه آزادی، بررسی سیستم‌های یک درجه آزادی، پاسخ سیستم به بارهای وارده مختلف از قبیل متناوب، هارمونیک، ضربه و نیز در حالت کلی

اهداف ویژه:

- بررسی سیستم‌های یک درجه آزادی
- پاسخ سیستم به بارهای وارده مختلف از قبیل متناوب
- هارمونیک

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- **دستگاه مختصات**
  - دستگاه مختصات
  - حرکت نسبی
  - سینتیک ذرات
- **کار و انرژی**
  - کار و انرژی
  - ضربه و مومنتوم
  - ضربه
  - حرکت با نیروی مرکزی
- **سیستم‌های با جریان جرم**
  - سیستم‌های با جریان جرم
  - سینتیک سیستم ذرات
  - جسم صلب
  - سینتیک فضایی جسم صلب
- **حرکت ژیروسکوپی**
  - حرکت ژیروسکوپی
  - سینماتیک دوران
- **دینامیک تجلیلی**
  - مختصات کلی
  - اصل همیلتون

- معادلات لاگرانژ
- سیستم‌های مقید
- قوانین تقارن و بقاء

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۵ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Anirvan DasGupta, “Advanced Dynamics”, IIT Kharagpur, 2017.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	دینامیک سازه		
عنوان درس به انگلیسی:	Structural Dynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفهوم درجه آزادی، بررسی سیستمهای یک درجه آزادی، پاسخ سیستم به بارهای وارده مختلف از قبیل متناوب، هارمونیک، ضربه و نیز در حالت کلی.

اهداف ویژه:

- بررسی سیستم‌های یک درجه آزادی
- پاسخ سیستم به بارهای وارده مختلف از قبیل متناوب
- هارمونیک

پ) سرفصل‌ها:

- **سیستم‌های نامیرای یک درجه آزادی، چند درجه آزادی و ممتد**
  - مقدمه
  - درجه آزادی
  - سیستم نامیرا
  - قانون حرکت نیوتن
  - نمودار آزاد جسم
  - معادله دیفرانسیل حرکت
  - اصل دالامبر
  - فرکانس و دوره تناوب
  - دامنه حرکت
  - مقایسه تغییرشکل سازه و جابجایی
  - تعریف شکل مود
  - سیستمهای دینامیکی و استاتیکی
  - مقایسه سیستمهای معین و نامعین/ تصادفی و آشوبناک
  - مسایل مهم دینامیک سازه در سازه های هوایی و فضایی
- **سیستم‌های میرای یک درجه آزادی و چند درجه آزادی، ارتعاشات آزاد**
  - میرایی ویسکوز
  - اصل همیلتون یا روش انرژی و اصل کار مجازی
  - معادله حرکت، معادلات لاگرانژ
  - ارتعاشات آزاد

- سیستم میرایی بحرانی
- سیستم میرایی فوق بحرانی
- سیستم میرایی زیرمیرایی
- کاهش لگاریتمی

- **پاسخ سیستم یک درجه آزادی/چند درجه آزادی به بار هارمونیک**
  - تحریک هارمونیک
  - میرایی در حالت تشدید
  - روش پهنای باند
  - انرژی تلف شده توسط میرایی ویسکوز
  - میرایی معادل ویسکوز
  - پاسخ به تحریک پایه
  - نیروی منتقله به پایه
- **پاسخ سیستم یک درجه آزادی به بار ضربه**
  - تعریف بار ضربه و انواع آن
  - پاسخ سیستم نامیرا
  - پاسخ سیستم میرا
- **پاسخ سیستم یک درجه آزادی به بار نامشخص**
  - انتگرال دوهامل
  - پاسخ با انتگرالگیری مستقیم
  - روش جمع آثار مودها برای محاسبه پاسخ سیستم دینامیکی
  - پاسخ به بار ضربه
  - پاسخ برای تحریک پایه
- **مقایسه سیستمهای چند درجه آزادی و سیستمهای ممتد**
  - سیستمهای ممتد تیر و صفحه
  - انواع شرایط مرزی و شرایط اولیه
  - شکل مود تیرها با شرایط مرزی مختلف
  - معادله PDE حاکم بر ارتعاشات تیرها
- **تحلیل ارتعاشات تیر**
  - تحلیل ارتعاشات خمشی آزاد تیر
  - تحلیل ارتعاشات پیچشی آزاد تیر
- **روشهای حل عددی**
  - معادلات صریح و ضمنی
  - روش حل تفاضل مرکزی
  - روش حل اویلر-گوس
  - روش حل نیوتن و نیومارک
  - روش حل رانج-کوتا و آدامز-گی‌یر

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۵ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Williams M., “Structural Dynamics”, CRC press, Taylor & Francis Group, 2016.
2. Dynamics of Structures”, McGraw-Hill College, 2018

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	دینامیک غیرخطی و آشوب		
عنوان درس به انگلیسی:	Nonlinear Dynamics and Chaos	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی بامفاهیم دینامیک غیرخطی، آشوب و فرکتالها و تفاوت با ارتعاشات اتفاقی، آشنایی با پدیده دوشاخگی در پاسخ‌های دینامیکی، آشنایی با معادلات رفتارهای آشوبناک، آشنایی با نگاشت‌های مهم در دینامیک غیرخطی.

اهداف ویژه:

- دینامیک غیرخطی
- معادلات رفتارهای آشوبناک
- نگاشت‌های مهم در دینامیک غیرخطی
- با پدیده دوشاخگی در پاسخ‌های دینامیکی

پ) سرفصل‌ها:

- **سیستم‌های دینامیک غیرخطی**
  - مقدمه‌ای بر سیستم‌های دینامیک غیرخطی
  - فضاهای تعادل و پایداری سیستمهای دینامیک غیرخطی
  - مفهوم آشوب و فرکتال‌ها
  - Bifurcation
  - الگوریتم‌های کامپیوتری
  - دوشاخگی، دوشاخگی چنگالی
  - دوشاخگی در دو بعد
- **معادلات رفتارهای آشوبناک**
  - مقدمه‌ای بر آشوب
  - نگاشت یک‌بعدی، دوبعدی و آشوبناک
  - ارتباط نگاشت‌ها با معادلات دیفرانسیل سیستم‌های دینامیک غیرخطی
  - انواع جاذب‌ها
  - نمای لیاپانوف
  - حرکت روی دایره
  - ترسیم نمودار رومئو و ژولیت
  - سیکل‌های حدی Limit Cycles
  - صفحه ی فاز
- **قضیه پوآنکاره – نمایه‌ها و اندیس‌ها**
  - چرخه حدی - نگاشت پوانکاره
  - آشوب - رفتار بلند مدت بی تناوب

- نگاشت لجستیک
- نگاشت های یک بعدی

- **فرکتال‌ها (Fractals)**
  - فرکتال‌ها، تعریف و نحوه ایجاد
  - انواع فرکتال‌ها
  - معادلات لورنز، جاذب عجیب
- نگاشت‌های تکرار شونده، دوبل شدن پریود
- سیستم‌های همیلتونین، ارگودیک

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۵-۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵-۲۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Strogatz S.H., “Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering”, Westview Press, 2014.
2. Wiggins S., “Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos”, Springer, 2003.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	روش اجزای محدود ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Finite Element Method I	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

یادگیری روش حل اجزای محدود به عنوان موثرترین روش حل عددی در تحلیل سازه ها در قالب نحوه استخراج فرمول‌بندی حاکم بر مسایل متعارف سازه های هوافضایی و آشنایی با تکنیک‌های رایانه ای در برنامه نویسی اجزای محدود.

اهداف ویژه:

تکنیک‌های رایانه ای در برنامه نویسی اجزای محدود

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر روش اجزاء محدود و کاربردها
- آشنایی با انواع روشهای حل تقریبی، روشهای باقیمانده وزنی و روشهای حساب تغییرات
- المان یک بعدی خطی
- فرمول‌بندی گره پایه اجزاء محدود
- فرمول‌بندی المان پایه اجزاء محدود
- خمش تیر
- تحلیل قاب
- تحلیل خرپا
- انتقال حرارت یک بعدی
- انواع تقسیم بندی المان‌ها، دستگاه‌های مختصات محلی و طبیعی
- المان‌های دوبعدی
- مسائل میدان دوبعدی
- حل غشاء
- پیچش محور با سطح مقطع دلخواه
- انتقال حرارت دوبعدی
- الاستیسیته دوبعدی بر پایه فرمول بندی های گلرکین و ریتز
- مسائل تنش صفحه‌ای و مسائل کرنش صفحه‌ای
- المان‌های سه بعدی
- مسائل میدان سه بعدی
- انتقال حرارت سه بعدی
- روش‌های حل مسائل گذرا و مسائل دینامیکی: آشنایی با روش‌های نیومارک، هوبولت و ویلسون
- ارتعاشات طولی،عرضی و پیچشی تیرها
- تکنیک‌های رایانه‌ای و برنامه نویسی: الگوریتم‌های محاسبه پهنای باند، روش سختی مستقیم، روش حذفی گوس، روش خط افق و روش‌های مختلف اعمال شرایط مرزی
- المان‌های مرتبه بالا ومبحث انتقال دستگاه مختصات

- اشاره‌ای بر مباحث جدید و پیشرفته در روش‌های اجزاء محدود
- اشاره‌ای بر المان محدود غیر خطی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Eslami M.R., “Finite Elements Methods in Mechanics”, Springer, Switaerland, 2014.
2. Reddy J.N., “An Introduction to the Finite Element Method”, McGraw-Hill Inc., New York, 1993.
3. Rao S.S., “The Finite Element Method in Engineering”, Elsevier Inc., Burlington, 2005.
4. Moaveni S., “Finite Element Analysis”, Prentice Hall Inc., New Jersey, 1999.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	روش اجزای محدود ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Finite Element Method II	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

تحلیل اجزای محدود غیر خطی و مباحث پیشرفته در حل اجزای محدود سازه ها.

اهداف ویژه:

- تحلیل اجزای محدود غیر خطی
- مباحث پیشرفته در حل اجزای محدود سازه ها

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر اجزای محدود پیشرفته و غیرخطی
- مروری بر اجزای محدود مقدماتی
- غیرخطی‌های هندسی و ترکیب غیرخطی هندسی- ماده
- خمش غیر خطی تیر (اولر-برنولی و تیموشنکو)
- خمش غیر خطی ورق (تئوری کلاسیک و مرتبه اول برشی)
- خمش غیر خطی پوسته دو انحنایی (تئوری کلاسیک و مرتبه اول برشی)
- ارتعاشات ورق و پوسته دو انحنایی
- مقدمه‌ای بر تحلیل پلاستیسیته و ناپایداری دینامیکی
- آنالیز مودال
- مقدمه‌ای بر اجزای محدود بدون مش و اجزای محدود تعمیم یافته

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکویز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Reddy J.N., "An Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis",2nd Ed., Oxford University Press, New York, 2015.
2. Ross C.T.F., "Advanced Applied Finite Element Methods", Horwood Pub. Ltd., Chichester,1998.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	روش اجزای محدود تعمیم‌یافته		
عنوان درس به انگلیسی:	Extended Fem (XFEM)		
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		
دروس هم‌نیاز:	ندارد		
تعداد واحد:	۳	نظری	
تعداد ساعت:	۴۸		
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■	
نوع درس و واحد	پایه ☐	نظری ■	
	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐	
	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐	
	رساله ☐		

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم پایه‌ای روش المان محدود تعمیم یافته، معادلات ناظم، انتگرال فضایی، شرایط مرزی اساسی، سینماتیک ناپیوستگی، روش‌های بدون مش تعمیم یافته

اهداف ویژه:

- روش المان محدود تعمیم یافته
- معادلات ناظم، انتگرال فضایی
- شرایط مرزی اساسی
- سینماتیک ناپیوستگی
- روش‌های بدون مش تعمیم یافته

پ) سرفصل‌ها:

- کامل بودن، ثبات و افزاربندی یکتایی
- پایداری و همگرایی
- پیوستگی
- تابع وزنی
- تقریب‌های بدون مش مشخص شامل SPH، EFG و GFEM
- معادلات ناظم
- بنانهادن روشهای بدون مش مشخص
- انتگرالهای فضایی
- شرایط مرزی اساسی
- همبندی به روش المان محدود
- سینماتیک ناپیوستگی قوی و ضعیف
- ناپیوستگی‌های قوی در روشهای بدون مش
- مفهوم غنی‌سازی
- تعریف و مفاهیم روش المان محدود تعمیم یافته
- روش استاندارد XFEM
- روش Hansbo-Hansbo XFEM
- المانهای مخلوط کننده
- اجرای روش XFEM
- انتگرالگیری عددی در چهارچوب XFEM
- فرآیند اعمال XFEM به LFEM
- مقدمه‌ای بر روشهای بدون مش تعمیم یافته

- مقدمه‌ای بر روش Embedded Elements
- مقدمه‌ای بر مدلهای جداکننده فصل مشترک

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Zhuang Z., Liu Z., Cheng B., Liao J., “Extended Finite Element Method”, 1st edition, Elsevier, 2014.
2. Rabczuk T., Song J.-H., Zhuang X., Antisecu C., “Extended Finite Element and Meshfree Methods”, Elsevier, 2019.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	روش‌های انرژی		
عنوان درس به انگلیسی:	Energy Methods	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

یادگیری کاربرد روش‌های انرژی و اصول حساب تغییرات در استخراج و تحلیل معادلات حاکم بر سیستمهای استاتیکی و دینامیکی سازه ها

اهداف ویژه:

روش‌های انرژی و اصول حساب تغییرات در استخراج و تحلیل معادلات حاکم بر سیستمهای استاتیکی و دینامیکی سازه ها

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر روش‌های انرژی (اهمیت،کاربردها)
- مفاهیم پایه ریاضیات
- مروری بر روابط پایه تحلیل سازه
- کار، انرژی و حساب تغییرات
- اصل‌های بر پایه روش انرژی در تحلیل سازه
- سیستم‌های دینامیکی و اصل همیلتون
- روش‌های حساب تغییرات مستقیم
- تحلیل ورق‌ها با استفاده از روش‌های انرژی
- تحلیل پوسته‌ها با استفاده از روش‌های انرژی
- کاربرد روش‌های انرژی در روش‌های اجزای محدود
- فرمول‌بندی ترکیبی حساب تغییرات
- کاربرد روش‌های انرژی در مسائل ناپایداری تیر، ورق و پوسته
- کاربرد روش‌های انرژی در تحلیل ارتعاشات سیستم‌های با تعداد درجات آزادی محدود
- کاربرد روش‌های انرژی درتحلیل ارتعاشات سیستم‌های پیوسته

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۱۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Reddy J.N., "Energy Principles and Variational Methods in Applied Mechanics", John Wiley & Sons Inc., 2002.
2. Langhaar H.L., "Energy Methods in applied Mechanics", John Wiley & Sons Inc.,New York,1962.
3. Wallerstein D.V., "A Varational Approach to Structural Analysis", John Wiley & Sons Inc., 2002.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**روش‌های تولید کامپوزیت‌های پلیمری**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Manufacturing methods of Polymeric Composites**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**نظری**	**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**رساله** ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐ **مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با فرآیند تولید سازه‌های کامپوزیت، تقسیم‌بندی روش‌های تولید، فرآیندهای تولید تجاری، روش‌های کنترل کیفیت و آزمون‌های غیرمخرب

اهداف ویژه:

- فرآیند تولید سازه‌های کامپوزیت، تقسیم‌بندی روش‌های تولید
- فرآیندهای تولید تجاری، روش‌های کنترل کیفیت و آزمون‌های غیرمخرب

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی مواد کامپوزیت
- تقسیم بندی انواع مواد کامپوزیت
- معرفی الیاف و رزین و انواع تقسیم بندی آن‌ها
- انواع پارچه الیاف
- انواع رزین گرماسخت و گرمانرم و کاربرد آن‌ها
- شرایط نگهداری مواد اولیه
- معرفی مواد مصرفی در فرآیند تولید
- **معرفی روش‌های تولید قالب باز**
  - چیدمان دستی
  - چیدمان به وسیله اسپری
  - روش‌های Vaccum bag
  - شیوه پخت
  - Autoclave Moulding
- **معرفی روشهای تولید قالب بسته**
  - انتقال رزین
  - قالبگیری فشاری
  - قالبگیری تزریقی
- پیچش الیاف
- پالتروژن
- سایر روشهای تولید پیشرفته
- فرآیندهای تولید تجاری
- مطالعه موردی
- مونتاژ
- کنترل کیفیت مواد

- کنترل کیفیت سازه
- آزمون‌های غیرمخرب
- مشخصه سازی کامپوزیت‌ها

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Akovali G., "Handbook of Composite Fabrication", RAPRA Technology Ltd., UK.
2. Campbell F.C., "Manufacturing Processes for Advanced Composites", Elsevier, US, 2004.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**طراحی پیشرفته سازه های هوافضایی**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Advanced Design of Aerospace Structures**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ■	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ☐	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با استانداردهای مطرح سازه های هوایی، آشنایی با بارگذاری سازه های هوایی، آشنایی با روشهای انتخاب مواد هوافضایی، آشنایی با تحلیل کمانش تیرها، صفحات و پوسته‌های تقویت‌شده، آشنایی با گشودگی‌های موجود در بدنه و سطوح برآزا، طراحی اعضای سازه هوایی

اهداف ویژه:

- آشنایی با استانداردهای مطرح سازه های هوایی
- بارگذاری سازه های هوایی
- روشهای انتخاب مواد هوافضایی
- تحلیل کمانش تیرها
- گشودگی‌های موجود در بدنه و سطوح برآزا

پ) سرفصل‌ها:

- **مروری بر فلسفه‌های طراحی و آیین‌نامه‌های موجود در طراحی سازه**
  - آشنایی با استانداردهای مطرح
  - آشنایی با ساختار دفاتر طراحی و صنایع هوافضایی و ارتباط بین بخشهای مهم طراحی با بخش طراحی سازه
  - تعریف طراحی مقدماتی، اولیه و جزئی و فرایندهای مربوطه
  - طراحی براساس سفتی سازه
  - طراحی براساس استحکام سازه
  - ملاحظات آیروالاستیک
- **مروری بر بارگذاری**
  - مقدمه ای بر ضرایب آیرودینامیک
  - استخراج نمودار V-n براساس استانداردهای FAR, JAR, USAR و ...
  - بارهای متقارن پروازی
  - بارهای نامتقارن پروازی
  - بارهای فرود و زمین
  - اغتشاشات جوی
  - توزیع بارگذاری (نیروی برشی، ممان خمشی و گشتاور پیچشی) آیرودینامیکی و اینرسی روی بال
  - توزیع بارگذاری آیرودینامیکی و اینرسی و فشار داخلی روی بدنه
- **انتخاب مواد**
  - خواص مکانیکی و فیزیکی مواد مورد استفاده در سازه‌های هوایی و فضایی

- چغرمگی و رشد ترک
- معیارها و روشهای انتخاب مواد
- روش ارزش گذاری نسبی (Weighted Property Method)
- روش اشبی

- **تحلیل خرابی و شکست**
  - فلسفه تلرانس خرابی
  - فلسفه خرابی ایمن و شکست ایمن
  - آشنایی با ملاحظات مطرح شده در استانداردها
  - معیار خرابی برای بارهای دامنه ثابت و متغیر
  - شکست ناشی از خستگی
  - تعیین عمر اجزای سازه
- **تحلیل کمانش تیرها، صفحات و پوسته‌های تقویت‌شده**
  - آشنایی با استانداردهای مطرح در حوزه کمانش
  - کمانش کلی تیرها و تاثیر شرایط مرزی
  - کمانش محلی تیرها و تنش کریپلینگ
  - کمانش صفحات و پوسته‌ها
  - کمانش صفحات و پوسته‌های تقویت شده
  - تحلیل تنش و کمانش Wing Box بال تقویت شده با استرینگر
  - تحلیل تنش و کمانش پوسته بدنه تقویت شده با تقویت کننده طولی
- **گشودگی‌های موجود در بدنه و سطوح برازا**
  - گشودگی در تیرهای تحت بار سبک، متوسط و سنگین
  - گشودگی در صفحات و پوسته‌های تقویت‌شده
- **تعیین ابعاد هندسی و طراحی اعضای سازه**
  - طراحی اسپار بال
  - طراحی تنشی و کمانشی اجزای جعبه تیر بال (Wing Box) و دم
  - طراحی ریب‌ها، فریم‌ها و دیواره‌های تحت فشار
  - طراحی پوسته تقویت شده بدنه
  - مخازن تحت فشار
- **اتصالات سازه‌ای**
  - پرچ‌ها
  - پیچ‌ها
  - انتخاب نوع اتصالات
  - سایر اتصالات

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	... درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵-۲۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Chun M., Niu Y., “Airframe Structural Design Practical Design Information and Data on Aircraft Structures”, 1999. (Main Reference)
2. Bruhn E.F., “Analysis and Design of Flight Vehicle Structures”,1973.
3. Ashby M.F., “Material Selection in Mechanical Design”, 2011. (Main Reference)
4. Hibbeler R.C., “Mechanics of Material”, 2011.
5. Hawe D., “Aircraft Loading and Structural Layout”, Aerospace Series PEP, 2004.
6. Lomax T., “Structural Loads Analysis for Commercial Transport Aircraft”, 1996.
7. NIU, “Composite Airframe Structures”, 2010.
8. Megson T.H.G., “Aircraft Structures for Engineering Students”, 2021
9. FAR Standard - Part 23. (n.d.). Federal Aviation Regulation, 2023.
10. JAR–23 Standard. (n.d.). Joint Aviation Requirements, 2009
11. JAR-VLA Standard. (n.d.). Joint Aviation Authorities, Very Light Aircrafts, 2009.
12. USAR Standard. (a.n.d.). NATO standard, UAV System Airworthiness Requirements, 2013.
13. CFR Standard, The Code of Federal Regulations, 2011

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	طراحی و تجزیه و تحلیل ماموریت‌های فضایی		
عنوان درس به انگلیسی:	Space Mission Design and Analysis	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ (نظری)	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ (نظری)	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

دوره "طراحی و تجزیه و تحلیل ماموریت‌های فضایی" یک جزء حیاتی از تخصص مهندسی سیستم‌های هوافضا می‌باشد که بر برنامه‌ریزی جامع، طراحی، و تجزیه و تحلیل ماموریت‌های فضایی تمرکز دارد. دانشجویان در این دوره به بررسی جزئیات فرآیند تصویرسازی، برنامه‌ریزی، و اجرای ماموریت‌های فضایی می‌پردازند، از اهداف ماموریت تا طراحی سیستم، تجزیه و تحلیل مسیر، و ارزیابی موفقیت ماموریت.

اهداف ویژه:

شناسایی دوره "طراحی و تجزیه و تحلیل ماموریت‌های فضایی"

پ) سرفصل‌ها:

- **مبانی ماموریت‌های فضایی**
  - مرور تاریخی از اکتشاف فضا و دستاوردهای کلیدی
  - مرور انواع مختلف ماموریت‌های فضایی (رباتیک، انسانی، علمی)
  - چرخه حیات ماموریت: مفهوم، فرمول‌بندی، اجرا، و نتیجه‌گیری
- **اهداف و الزامات ماموریت**
  - تعریف اهداف ماموریت و اهداف علمی
  - ایجاد الزامات و محدودیت‌های ماموریت
  - ارتباط اهداف ماموریت با پارامترهای طراحی سیستم
- **مکانیک مداری و تجزیه و تحلیل مسیر**
  - مکانیک آسمانی و دینامیک مداری
  - طراحی و بهینه‌سازی مسیرها برای مدارهای بین‌سیاره‌ای و زمینی
- **سیستم‌ها و زیرسیستم‌های فضاپیما**
  - مروری بر معماری و طراحی فضاپیما
  - سیستم‌های رانش و تولید نیرو برای ماموریت‌های فضایی
  - زیرسیستم های فضاپیما
  - طراحی و یکپارچه‌سازی محموله
- **ابزارها و نرم‌افزارهای تجزیه و تحلیل ماموریت**
  - معرفی ابزارهای نرم‌افزاری برای تجزیه و تحلیل ماموریت فضایی
  - تجربه عملی با نرم‌افزارهای شبیه‌سازی ماموریت
  - مطالعات موردی با استفاده از ابزارهای تجزیه و تحلیل ماموریت
- **راه‌اندازی وسایل نقلیه و تجزیه و تحلیل پنجره راه‌اندازی**
  - انواع وسایل نقلیه پرتاب و معیارهای انتخاب آن‌ها
  - تجزیه و تحلیل پنجره راه‌اندازی برای ماموریت‌های بین‌سیاره‌ای

- چالش‌ها و ملاحظات در انتخاب وسیله نقلیه پرتاب

- **مدیریت ریسک در ماموریت‌های فضایی**
- شناسایی و ارزیابی خطرات در ماموریت‌های فضایی
- کاهش خطر و برنامه‌ریزی اضطراری
- مطالعات موردی از شکست‌های ماموریت‌های گذشته و درس‌های آموخته شده

- **مطالعات موردی و ماموریت‌های فضایی معاصر**
- تحلیل عمیق ماموریت‌های فضایی موفق
- بررسی ماموریت‌های فضایی در حال انجام و آینده در سراسر جهان
- ادغام دانش در یک پروژه طراحی ماموریت فرضی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۵ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰درصد
پروژه در نیم‌سال	... درصد

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

سابقه مهندسی هوافضا یا رشته مرتبط- درک مکانیک مداری و دینامیک سماوی- دانش اولیه سیستم‌های فضاپیما

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Wertz J., Everett D., Puschell J., "Space Mission Engineering", Microcosm Press, Year: 2011.
2. Douglas K., Jerry S., Lawrence T., Dinesh V.,, "Applied Space Systems Engineering" Learning Solutions, 2009.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	فناوری نانوکامپوزیتهای پلیمری		
عنوان درس به انگلیسی:	Technology of Polymeric Nanocomposites		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			مرتبط با مایش/مأموریت موسسه نیست ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با فناوری نانو و فناوری نانوکامپوزیت،کاربردها، مواد، روش‌های تولید و شیوه‌های مختلف مدلسازی

اهداف ویژه:

- با فناوری نانو و فناوری نانوکامپوزیت
- کاربردها
- مواد
- روش‌های تولید و شیوه‌های مختلف مدلسازی

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی مقیاس نانو و نانوفناوری
- تاریخچه ظهور فناوری نانو
- معرفی روند پیشرفت نانوفناوری
- معرفی نانوکامپوزیت‌ها
- زمینه‌های کاربرد نانوکامپوزیت‌ها
- معرفی انواع تقویت کننده‌های مقیاس نانو
- معرفی نانولوله، گرافین و نانو خاک رس
- خواص نانوکامپوزیت‌ها (الکتریکی، حرارتی، سطحی، مکانیکی و ...)
- روشهای تولید نانولوله کربن
- معرفی کاربردهای مهندسی نانولوله کربن
- روشهای آزمایشگاهی تعیین خواص مکانیکی نانولوله کربن
- روش تولید نانوکامپوزیت‌ها و چالش‌ها
- روش‌های ارتقاءکیفیت پیوند بین نانوذرات و پلیمر
- **شیوه‌های مدلسازی خواص نانولوله کربن**
  - مدلسازی اتمی
  - مدلسازی نیمه پیوسته
  - مدلسازی پیوسته
- **مدلسازی خواص مکانیکی نانوکامپوزیت‌ها**
  - مدلسازی اتمی
  - مدلسازی نیمه پیوسته
  - مدلسازی پیوسته
  - مدلسازی چند مقیاسی

- مدلسازی تصادفی
- قراردادن نانولوله کربن بر روی الیاف
- کامپوزیت‌های سه فاز
- مسائل زیست محیطی و ملاحظات سلامتی نانوفناوری

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Rafiee R., "Carbon Nanotube-Reinforced Polymers: From Nanoscale to Macroscale", 1st edition, Elsevier Science &, ISBN: 9780323482219, 2018.
2. Tserpes K.I., Silvestre N., "Modeling of Carbon Nanotubes, Graphene and their Composites", ISBN 978-3-319-01200-1, Springer, 2016.
3. Mittal V., "Polymer Nanotubes Nanocomposites: Synthesis, Properties and Applications", ISBN 978-1-118-94592-6, Wiley, 2014.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	کاربرد هوش مصنوعی در سازه های هوافضایی		
عنوان درس به انگلیسی:	Application of Artificial Intelligence in Aerospace Structures	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط باآمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم اولیه هوش مصنوعی در پیش‌بینی عملکرد، پایش وضعیت و طراحی سازه های هوافضایی، طراحی زیرسامانه‌ها، بهینه‌سازی طراحی مفهومی، کاربرد هوش مصنوعی در شبیه‌سازی عددی

اهداف ویژه:

- مفاهیم اولیه هوش مصنوعی و کاربرد آن در حوزه‌های مهندسی
- کاربرد هوش مصنوعی در فرآیند طراحی سازه ها و زیرسازه های هوایی و فضایی
- نحوه تبدیل یک مسئله در زمینه طراحی سازه ها با یک مسئله بر مبنای هوش مصنوعی
- تدوین کدهای محاسباتی بر مبنای الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای تحلیل و طراحی سازه ها و زیرسازه های هوایی و فضایی

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر هوش مصنوعی**
  - تعریف هوش مصنوعی
  - ایده و مفهوم هوش ماشین
  - شاخه‌های هوش مصنوعی
  - نقش هوش مصنوعی در تحلیل و طراحی سازه ها و زیرسازه های هوایی و فضایی
- **مبانی یادگیری ماشین**
  - مقدمه
  - یادگیری نظارتی
  - یادگیری غیرنظارتی
  - یادگیری نیمه نظارتی
  - یادگیری تقویتی
  - یادگیری مبتنی بر کاهش ابعاد مسئله
  - سایر روشهای یادگیری ماشین
  - نحوه تبدیل مسئله طراحی به مسئله یادگیری ماشین
- **مدل‌های یادگیری ماشین**
  - مقدمه
  - تحلیل رگرسیون
  - ماشین بردار پشتیبان

- شبکه عصبی مصنوعی
- درخت تصمیم‌گیری

- **یادگیری ماشین در طراحی و تحلیل سازه های هوایی و فضایی**
  - مقدمه
  - روشهای پرکاربرد در طراحی و تحلیل سازه های هوایی و فضایی
  - کاربرد یادگیری ماشین در طراحی مفهومی و اولیه سازه های هوایی و فضایی
  - کاربرد یادگیری ماشین در طراحی دقیق سازه های هوایی و فضایی
  - کاربرد یادگیری ماشین در طراحی زیر سازه های هوایی و فضایی
- **شبکه عصبی مصنوعی در طراحی و بهینه‌سازی سازه های هوایی و فضایی**
  - مقدمه
  - مبانی شبکه عصبی
  - یادگیری عمیق بر پایه شبکه عصبی
  - روشهای پرکاربرد در طراحی و تحلیل سازه های هوایی و فضایی
  - کاربرد یادگیری ماشین در طراحی مفهومی و اولیه سازه های هوایی و فضایی
  - کاربرد یادگیری ماشین در طراحی دقیق سازه های هوایی و فضایی
  - کاربرد یادگیری ماشین در طراحی زیرسازه های هوایی و فضایی
- **هوش مصنوعی در زیرسازه های هوایی و فضایی**
  - پایش شرایط و تشخیص عیوب (CMHD)
  - پایش مبتنی بر مدل (تحلیل مسیر گاز): تاریخچه، ارتباط CMHD با هوش مصنوعی
  - پایش روشهای مبتنی بر هوش مصنوعی
  - واحد کنترل موتور (ECU)
  - سامانه کنترل موتور مبتنی بر مدل
  - سامانه کنترل موتور مبتنی بر هوش مصنوعی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۲۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۵۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Murphy, Kevin P. “Machine learning: a probabilistic perspective”, MIT press, 2012.
2. Bishop, Christopher. "Pattern recognition and machine learning." Springer google schola 2006.
3. Alpaydin, Ethem, “Introduction to machine learning”, MIT press, 2020.
4. Russell, Stuart J., and Peter Norvig, “Artificial intelligence a modern approach”, London, 2010.
5. Poole, David L., and Alan K. Mackworth, “Artificial Intelligence: foundations of computational agents”, Cambridge University Press, 2010.
6. Vas, Peter. Artificial-intelligence-based electrical machines and drives: application of fuzzy, neural, fuzzy-neural, and genetic-algorithm-based techniques. Vol. 45. Oxford university press, 1999.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مباحث منتخب در سازه های هوافضایی		
عنوان درس به انگلیسی:	Selected topics in Aerospace Structures		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی: هدف این درس، بحث و بررسی زمینه‌های جدید در گرایش سازه های هوایی و فضایی و آموزش مفاهیم مرتبط با آن است.

اهداف ویژه:

مباحث پیشرفته در علم سازه های هوافضایی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مباحث مطرح شده‌ی جدید در علم سازه های هوافضایی
- بررسی و انتخاب عناوین و موضوعات
- جمع آوری اطلاعات و مطالعه موضوعات منتخب
- ارائه و هم اندیشی در مورد موضوع بررسی شده
- جمع آوری اطلاعات و مطالعه در مورد موضوع منتخب با توجه به نظرات ارائه شده
- ارائه نهایی روشهای مورد استفاده و همچنین نتایجی که استفاده از موضوع مورد نظر داشته است

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۶۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Journal of Fluids and Structures, 2024.
2. American Institute of Aeronautics and Astronautics AIAA, 2024.
3. Journal of ThinWalledStructure, 2024.
4. Aerospace Science and Technology Journal, 2024.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد

الف) عنوان درس به فارسی:	مبانی قابلیت اطمینان		
عنوان درس به انگلیسی:	Reliability	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط باآمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با اصول مهندسی قابلیت اطمینان، استانداردهای فضایی و نحوه به‌کارگیری آن‌ها در پروژه‌ها، اصول اولیه صحت‌سنجی و صحه‌گذاری، مبانی و روش‌های انجام آزمون، تضمین کیفیت و تضمین محصول، اصول قابلیت اعتماد، قابلیت اطمینان و ریسک.

اهداف ویژه:

- تعاریف و اصول اولیه تئوری قابلیت اطمینان
- تخمین میانگین زمان بین شکست (MTBF) و میانگین زمان تا شکست(MTTF)
- آشنایی با انواع داده های سانسور شده
- مروری بر تست های قابلیت اطمینان مانندALT ، HALT، HASS، ESSوBurn-in

پ) سرفصل‌ها:

- تاریخچه و اهمیت آزمون و قابلیت اطمینان (تاریخچه رخدادهای فاجعه بار در صنایع فضایی، هوایی، بررسی اهمیت پرداختن به تست و قابلیت اطمینان با مطالعه و تحلیل نمونه‌هایی از شکست در پروژه‌های بزرگ فضایی و ریشه‌یابی علل آن‌ها، بررسی آماری شکست‌ها و رخدادهای فاجعه بار).
- آشنایی با مفاهیم قابلیت اعتماد، قابلیت اطمینان، قابلیت دسترسی، ایمنی، قابلیت تعمیرپذیری و قابلیت پشتیبانی.
- آشنایی با مبانی ریسک و مدیریت آن، مفاهیم و درجات مختلف خرابی، اشکال، افت کارایی، مکانیزم‌های خرابی اجزا، تعیین نرخ خرابی اجزا.
- مروری بر مدل‌ها، روشهای محاسبه قابلیت اطمینان و تکنیک‌های بهبود آن در سیستم‌های هوافضایی.
- اهمیت و جایگاه مهندسی قابلیت اطمینان
- مبانی ریاضی قابلیت اطمینان
- قابلیت اطمینان اجزاء و قطعات
- قابلیت اطمینان سیستم ها
- قابلیت اطمینان سیستم های قابل تعمیر پذیر
- مدل های فیزیکی قابلیت اطمینان
- آزمون های قابلیت اطمینان
- تخصص قابلیت اطمینان
- اندازه گیری اهمیت
- استفاده از الگوریتم ژنتیک در مهندسی قابلیت اطمینان
- شبیه سازی قابلیت اطمینان
- پیاده سازی قابلیت اطمینان

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	تکالیف درسی	۲۰درصد
	ارائه شفاهی	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد	
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰درصد	
پروژه در نیم‌سال	نمره اضافی ۲۰درصد به بالا	

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. اصول مهندسی قابلیت اطمینان، محمدعلی فارسی، انتشارات سیمای دانش، ۱۴۰۲

2. NASA Systems Engineering Handbook", 2016.

3. Introduction to the ECSS standardization system, Olga Zhdanovich, Alexandru Mancas, 5 May 2021.

4."Spacecraft Reliability and Multi-State Failures A Statistical Approach", Saleh, Jean-Franois Castet, 2011.

5."Safety Design for Space Systems", Musgrave G.E., Larsen A., Sgobba T., 2009.

6."Space Systems Failures", Harland D.M., Lorenz R.D., 2005.

7. ECSS, NASA and IEC Standards, Handbooks, Guidelines and presentations, 2007.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مبانی مهندسی سیستم ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Fundamental of Systems Engineering		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

دوره طراحی مهندسی و نمونه‌سازی سریع در تخصص مهندسی سیستم‌های هوافضا به دانشجویان یک درک جامع از فرآیند طراحی و تکنیک‌های نمونه‌سازی سریع در مهندسی هوافضا ارائه می‌دهد. این دوره دانشجویان را با مهارت‌های لازم برای مفهوم‌سازی، طراحی، و نمونه‌سازی کارآمد سیستم‌های هوافضا مجهز می‌کند. با تأکید بر دانش نظری و کاربردهای عملی، این دوره دانشجویان را برای چالش‌های واقعی در طراحی مهندسی هوافضا آماده می‌سازد.

اهداف ویژه:

- طراحی مهندسی و نمونه‌سازی سریع در تخصص مهندسی سیستم‌های هوافضا
- مهارت‌های لازم برای مفهوم‌سازی، طراحی، و نمونه‌سازی کارآمد

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه ای بر مهندسی سیستم ها**
  - مبانی مهندسی سیستم ها
  - تعریف مهندسی سیستم ها و اهمیت آن در هوافضا
  - چرخه حیات مهندسی سیستم ها و مراحل آن
- **تفکر سیستمی**
  - پرورش یک طرز تفکر کل نگر برای تجزیه و تحلیل موثر سیستم.
  - ظهور و ایجاد مرزهای سیستم
- **تجزیه و تحلیل نیازمندی‌ها (الزامات) در سیستم**
  - تکنیک های استخراج و مدیریت نیازمندی‌ها (الزامات) در سیستم
  - اولویت بندی و اعتبارسنجی نیازمندی‌ها (الزامات) در سیستم
- **معماری و طراحی سیستم**
  - معماری سیستم
  - معماری سیستم های سلسله مراتبی و ماژولار
  - تجزیه و تحلیل مبادله در انتخاب مناسب ترین معماری
- **مدل سازی و شبیه سازی سیستم**
  - زبان های مدل سازی سیستم، مانند SysML و UML
  - ابزارهای شبیه سازی برای بهبود طراحی سیستم
- **تحلیل و تخصیص عملکردی**
  - تجزیه عملکردهای سیستم به فانکشن‌های فرعی در سیستم
  - تخصیص فانکشن‌ها به زیرسیستم ها / اجزاء سیستم برای یکپارچه سازی
- **مدیریت ریسک و آزمایش**

- تجزیه و تحلیل ریسک و مدیریت
- شناسایی ریسک‌های بالقوه در طراحی سیستم های هوافضا
- استراتژی هایی برای کاهش خطر و برنامه ریزی احتمالاتی

- **یکپارچه سازی سیستم و تست**
  - تدوین استراتژی برای یکپارچه سازی سیستم های پیچیده هوافضا
  - تکنیک های گوناکون موجود برای تست، از جمله در سطح سیستم، یکپارچه سازی، و تست واحد
- **مدیریت چرخه حیات و بهینه سازی**
  - مدیریت پیکربندی
  - اهمیت کنترل پیکربندی در هوافضا
  - معرفی ابزارهای مدیریت پیکربندی و بهترین شیوه ها
- **قابلیت اطمینان و ایمنی**
  - طراحی برای قابلیت اطمینان و ایمنی در سیستم های هوافضا.
  - رسیدگی به تحمل خطا و انجام تجزیه و تحلیل شکست.
- **مطالعات تجارت و بهینه سازی**
  - انجام مطالعات مبادله ای برای بهینه سازی عملکرد سیستم.
  - تحلیل حساسیت و تکنیک های تصمیم گیری
- **پروژه و ملاحظات زیست محیطی**
  - تجزیه و تحلیل هزینه چرخه عمر
  - ارزیابی هزینه کل مالکیت سیستم های هوافضا
  - برآورد هزینه و استراتژی های کاهش هزینه
- **عوامل انسانی و ملاحظات محیطی**
  - تعامل انسان و ماشین و طراحی کابین خلبان
  - رسیدگی به اثرات زیست محیطی و پایداری، مطابق با استانداردهای نظارتی
- **روندهای نوظهور و پروژه های نهایی**
  - روندهای آینده در طراحی سیستم های هوافضا
  - تأثیر فناوری‌های نوظهور بر طراحی سیستم (مانند نیروی محرکه الکتریکی، هوش مصنوعی و سیستم‌های مستقل)
- **مطالعات موردی، سخنرانی های مهمان، و پروژه های Capstone**
  - تجزیه و تحلیل پروژه های طراحی سیستم هوافضا در دنیای واقعی
  - دعوت از کارشناسان صنعت برای به اشتراک گذاشتن تجربیات و چالش ها
  - اختصاص پروژه های عملی، از جمله شبیه سازی یا نمونه‌سازی، برای اعمال اصول طراحی سیستم.
- **ملاحظات اخلاقی و حقوقی**
  - معضلات اخلاقی در طراحی هوافضا
  - بحث پیرامون ملاحظات اخلاقی در طراحی هوافضا

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۵ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰درصد
پروژه در نیم‌سال	... درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Kossiakoff, A., Biemer, S.M., Seymour, S.J. and Flanigan, D.A., Systems engineering principles and practice. John Wiley & Sons, 2020.
2. Wasson, C.S., System engineering analysis, design, and development: Concepts, principles, and practices. John Wiley & Sons, 2015.
3. Blanchard, B.S., System engineering management. John Wiley & Sons, 2004.
4. Buede, D.M. and Miller, W.D., The engineering design of systems: models and methods, 2016.
5. Sage, A.P. and Rouse, W.B., Handbook of systems engineering and management. John Wiley & Sons, 2014.
6. Crawley, Edward, Olivier de Weck, et al. "The Influence of Architecture in Engineering Systems." (PDF) *Engineering Systems Monograph*, pp29–31, 2004.
7. Leveson, N. "A New Accident Model for Engineering Safer Systems." (PDF) *Safety Science*, 42, no. 4, 2004.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	محاسبات عددی پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Numerical Methods	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

یادگیری روش‌های متنوع انتگرال گیری عددی و روش‌های حل عددی معادلات جبری غیر خطی، دستگاه معادلات جبری غیر خطی،معادلات دیفرانسیل معمولی و معادلات دیفانسیل بامشتقات جزئی،تکنیک‌های برنامه نویسی رایانه ای در محاسبات عددی

اهداف ویژه:

- روش‌های حل عددی معادلات جبری غیر خطی
- معادلات دیفرانسیل معمولی و معادلات دیفانسیل بامشتقات جزئی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر محاسبات عددی
- مرور مباحث محاسبات عددی مقدماتی
- آنالیز خطا و پایداری حل عددی
- استفاده از MATLAB و خطاهای محاسباتی
- **مقدمه‌ای بر سری تیلور و اختلاف محدود**
  - سری تیلور
  - اختلاف‌های محدود پیشرو و پسرو
  - اختلاف‌های محدود پیشرو و پسرو با دقت‌های مرتبه بالا
  - اختلاف‌های مرکزی
  - روشهای مختلف گسسته‌سازی مشتقات
- **روش‌های مختلف درون‌یابی و برون‌یابی و برازش منحنی**
  - مقدمه
  - میانیابی با روش نیوتن-گریگوری
  - میانیابی با روش اختلاف مرکزی
  - میانیابی با فواصل غیر مساوی
  - چندجمله‌های لاگرانژ
  - میانیابی چبیچف
  - چند جمله‌ای‌های چبیچف
  - میانیابی با توابع مرتبه سه
  - برونیابی
- مشتق‌گیری عددی
- سیستم معادلات خطی

- روش‌های حل معادلات جبری غیر خطی
- حل دستگاه معادلات غیرخطی
- **ریشه معادلات**
  - ریشه معادلات با روش تقسیم فاصله
  - ریشه معادلات با روش نیوتن-رافسون
  - بهبود روش نیوتن-رافسون
  - استفاده از اختلاف به جای مشتق در روش نیوتن-رفسون
  - تعیین ریشه‌ها با میانیابی معکوس
  - روشهای خاص برای تعیین ریشه‌های چند جمله‌ای
- **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 چبیچف
- **انتگرال عددی**
  - مقدمه
  - انتگرال توابع با روش ذوزنقه
  - روش سیمسون
  - روش گوس
  - انتگرال چندگانه
  - انتگرال توابع با حدود نامعین
- **روش‌های حل معادلات دیفرانسیل معمولی (ODEs)**
  - مقدمه
  - مسائل با مقادیر اولیه
  - روش اویلر
  - خطای قطع
  - همگرایی و پایداری
  - روش رانج-کوتا
  - روشهای پیشگویی-تصحیح
  - حل همزمان دسته معادلات دیفرانسیل معمولی
  - مسائل با مقادیر مرزی
- بهینه سازی
- **حل مسایل مقدار ویژه، بردارها و مقادیر ویژه ماتریس**
  - مقدمه
  - تبدیل مسائل AX=CBX به HX=CX

- روش توانی
- تشابه و تغییر شکل‌های متعامد
- روش ژاکوبی
- روش Householder
- الگوریتم‌های LR و QR
- الگوریتم QL
- مقادیر ویژه ماتریس‌های غیر قرنیه

- حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی (Elliptic, Parabolic, Hyperpolic PDEs)
- مقدمه‌ای بر روش‌های حل جدیدتر معادلات با مشتقات جزئی (روش‌های DQ و GDQ و ...)

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Esfandiari R.S., “Numerical Methods for Engineers and Scientists Using Matlab”, 2nd Ed., CRC Press, New York, 2017.
2. Chapra S.C., Canale R.P., “Numerical Methods for Engineers”, McGraw-Hill, 3rd ed.,1998.
3. Constantinides A., “Applied Numerical Method with Persnal Computers”, McGraw-Hill Book Company, New Jersey,1987.
4. Gerald C.F., Wheatley P.O., “Applied Numerical Analysis”, 7th Ed., Pearson Education Inc., New York, 2004.
5. Hoffman G.d., “Numerical Methods for Engineers and Scientists”, 2nd Ed., Marcel Dekker Inc., New York, 2001.
6. Hornbeck R.W., “Neumerical Methods”, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey,1975.
7. Steven C., Chapra, “Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists”, McGraw-Hill, 3rd ed., 2013.
8. Won-young Yang, “Applied Numerical Methods Using MATLAB”, John Wiley & Sons, 2005.
9. William H. Press, “Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing”, Cambridge University Press, 1998.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**مدیریت تکنولوژی هوافضا**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Aerospace Technology Management**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با شرایط بازار، نیازهای مشتری، الزامات پشتیبانی، دانش و مهارت‌ها، استانداردها و الزامات نظارتی و تعمیر و نگهداری و مدیریت ایمنی و آموزی در صنعت هوافضا

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم اولیه مدیریت و تکنولوژی و چرخه حیات آن‌ها
- آشنایی با ارزیابی شرایط بازار، نیازهای مشتری و الزامات پشتیبانی وسایل نقلیه هوافضا
- آشنایی با الزامات دانشی، مهارتی و رویه‌ها برای طراحی موفقیت‌آمیز سازمان پشتیبانی هوافضا
- آشنایی با استانداردهای گواهینامه وسایل نقلیه هوافضا و زیرسامانه‌های آن
- آشنایی با الزامات نظارتی، برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری، مدیریت ایمنی و آموزش در بخش‌های هوافضا

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - تکنولوژی و جامعه
  - تعریف تکنولوژی
  - طبقه‌بندی
  - تعریف مدیریت
  - مدیریت تکنولوژی
- **نقش تکنولوژی در خلق ثروت**
  - تاریخچه
  - خلق ثروت
  - چرخه موج بلند
  - تکامل تکنولوژی تولید
  - تکنولوژی و اقتصاد ملی
- **عوامل حیاتی در مدیریت تکنولوژی**
  - خلاقیت
  - عرضه نوآوری به بازار
  - انواع نوآوری
  - عامل زمان
  - رابطه تکنولوژی-قیمت

- رهبران در مقابل پیروان

- **الگوهای جدید مدیریت تکنولوژی**
  - مسائل اساسی در مدیریت تکنولوژی
  - محیط تجاری
  - ساختار و مدیریت سازمان
  - برنامه ریزی و مدیریت پروژه
  - مدیریت منابع انسانی
- **چرخه‌های حیات تکنولوژی**
  - منحنی S شکل
  - تکنولوژی‌های چند نسلی
  - کانالهای ارتباطی نشر تکنولوژی
- **فرآیند نوآوری تکنولوژی**
  - فرایند نوآوری
  - درس‌هایی از زیراکس
  - اقدامات نو و جسورانه در شرکتهای بزرگ
  - درس‌هایی از سیلیکون ولی
  - عوامل موثر بر نوآوری تکنولوژی
- **رقابتی بودن**
  - تعاریف و شاخص‌ها
  - رقابت جهانی
  - شاخص‌های اقتصادی
  - ظهور ببرها
- **مدیریت در صنعت هوافضا**
  - اصول ارتباطات برای فعالان صنعت هوافضا
  - مسائل اخلاقی و حرفه‌ای جهانی در صنعت هوافضا
  - اقتصاد در صنعت هوافضا
  - پرنده‌های بدون سرنشین در صنعت هوافضا
  - اصول، قوانین و حقوق بین‌المللی هوایی
  - اصول، قوانین و حقوق بین‌المللی فضایی
  - روند صدور گواهینامه‌ها
  - استانداردهای در صنعت هوافضا
  - مدیریت حمل و نقل هوایی
  - مدیریت حمل و نقل فضایی
  - بازار و نیازسنجی مشتری‌مدار در صنعت هوافضا
  - تعمیر و نگهداری در صنعت هوافضا
  - مدیریت ایمنی و آموزش در صنعت هوافضا

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۵ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Spreen, W., The aerospace business: management and technology. Routledge, 2019.
2. Abu-Taieh, E.M., El-Sheikh, A.A. and Jafari, M., Technology Engineering and Management in Aviation: Advancements and Discoveries. Information Science Reference, 2012.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	معماری سیستم‌های هوافضایی		
عنوان درس به انگلیسی:	Aerospace Systems Architecture		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

دوره معماری سیستم‌های هوافضا به اصول و روشهای اساسی مرتبط با طراحی و ساختاردهی سیستم‌های پیچیده هوافضا می‌پردازد. به عنوان بخشی اساسی از تخصص مهندسی سیستم‌های هوافضا، این دوره دانشجویان را با دانش و مهارت‌های ضروری برای مفهوم‌سازی، مدل‌سازی و بهینه‌سازی معماری‌های سیستم‌های هوافضا، با در نظر گرفتن عواملی نظیر عملکرد، کارایی و سازگاری، مجهز می‌سازد.

اهداف ویژه:

دوره معماری سیستم‌های هوافضا به اصول و روشهای اساسی

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه به معماری سیستم‌ها**
  - مروری بر معماری سیستم‌ها در مهندسی هوافضا
  - دیدگاه‌های تاریخی و تکامل
  - اهمیت معماری در طراحی سیستم
- **الزامات و مشخصات سیستم**
  - استخراج و تجزیه و تحلیل الزامات سیستم
  - استانداردها و پروتکل‌ها در سیستم‌های هوافضا
  - ترجمه الزامات به مشخصات معماری
- **چارچوب‌ها و مدل‌های معماری**
  - مقدمه به چارچوب‌های معماری
  - تکنیک‌های مدل‌سازی سیستم (مانند SysML)
  - مطالعات موردی معماری‌های موفق هوافضا
- **یکپارچه‌سازی زیرسیستم‌ها**
  - اصول یکپارچه‌سازی سیستم‌های فرعی
  - همکاری میان‌رشته‌ای در معماری
  - پرداختن به چالش‌ها در تعاملات زیرسیستم
- **بهینه‌سازی سیستم و تجزیه و تحلیل مبادله**
  - تکنیک‌های بهینه‌سازی سیستم
  - انجام تجزیه‌وتحلیل‌های مبادله‌ای
  - ایجاد تعادل بین اهداف طراحی متضاد
- **روندهای نوظهور در معماری سیستم‌های هوافضا**
  - کاربرد هوش مصنوعی در معماری
  - معماری‌های هوافضای پایدار و انعطاف‌پذیر

- مطالعات موردی سیستم‌های هوافضای نوآورانه

- **مطالعات موردی در معماری سیستم‌های هوافضا**
  - تجزیه و تحلیل عمیق پروژه‌های موفق هوافضا
  - تجزیه و تحلیل شکست‌ها و درس‌های آموخته شده
  - پیامدها برای طراحی‌های معماری آینده
- **پروژه طراحی - معماری سیستم هوافضا**
  - بکارگیری اصول معماری برای طراحی یک سیستم پیچیده هوافضا
  - پروژه طراحی مبتنی بر تیم
  - ارائه و ارزیابی راهکارهای معماری

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۵ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰درصد
پروژه در نیم‌سال	... درصد

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

- بنیاد در مفاهیم مهندسی سیستم‌های هوافضا
- درک ابتدایی از اصول مهندسی سیستم
- آشنایی با زبان‌های مدل‌سازی سیستم مانند SysML

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Kossiakoff, A., Biemer, S.M., Seymour, S.J. and Flanigan, D.A., 2020. Systems engineering principles and practice. John Wiley & Sons.
2. Wasson, C.S., 2015. System engineering analysis, design, and development: Concepts, principles, and practices. John Wiley & Sons.
3. Blanchard, B.S., 2004. System engineering management. John Wiley & Sons.
4. Buede, D.M. and Miller, W.D., 2016. The engineering design of systems: models and methods.
5. Sage, A.P. and Rouse, W.B., 2014. Handbook of systems engineering and management. John Wiley & Sons.
6. Crawley, Edward, Olivier de Weck, et al. "The Influence of Architecture in Engineering Systems." (PDF) *Engineering Systems Monograph* (2004): 29–31.
7. Leveson, N. "A New Accident Model for Engineering Safer Systems." (PDF) *Safety Science* 42, no. 4 (2004).

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مکانیک ضربه در مواد مرکب		
عنوان درس به انگلیسی:	Mechanics of Impact in Composites	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با بارگذاری ضربه، تفاوت بارگذاری ضربه با سایر بارگذاری‌ها، دینامیک ضربه، تحلیل تنش در کامپوزیت‌ها تحت بار ضربه، تئوری‌های کلاسیک تحلیل تنش خارج صفحه در کامپوزیت، آزمون‌های آزمایشگاهی ضربه کامپوزیت‌ها، آشنایی با تورق کامپوزیت‌ها

اهداف ویژه:

- بارگذاری ضربه
- تفاوت بارگذاری ضربه با سایر بارگذاری‌ها
- دینامیک ضربه
- تحلیل تنش در کامپوزیت‌ها تحت بار ضربه
- تئوری‌های کلاسیک تحلیل تنش خارج صفحه در کامپوزیت
- آزمون‌های آزمایشگاهی ضربه کامپوزیت‌ها
- تورق کامپوزیت‌ها

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی ضربه و تفاوت آن با سایر بارگذاری‌ها
- بارگذاری استاتیکی، شبه استاتیکی و دینامیکی
- قوانین تماس
- دینامیک ضربه
- مدلهای ضربه
- پاسخ ضربه تیر اویلر-برنولی
- پاسخ ضربه صفحه
- تحلیل تنش چندلایه کامپوزیت برای استخراج تنش‌های خارج صفحه
- تئوری کلاسیک تحلیل چندلایه کامپوزیتی
- تئوری مرتبه اول تغییر شکل برشی برای استخراج تنش‌های خارج صفحه
- تئوری مرتبه دوم تغییر شکل برشی برای استخراج تنش‌های خارج صفحه
- تئوری مراتب بالاتر تغییر شکل برشی برای استخراج تنش‌های خارج صفحه
- تئوری لایه‌گون (Layer-wise) برای استخراج تنش‌های خارج صفحه
- تخریب ناشی از ضربه سرعت پایین
- معرفی مودهای تخریب خارج صفحه کامپوزیت‌ها
- آزمون‌های آزمایشگاهی بررسی رفتار ضربه بر روی کامپوزیت‌ها
- تورق چندلایه‌های کامپوزیت
- معیارهای پیش‌بینی تورق در چندلایه‌های کامپوزیت
- مدلسازی تورق با شیوه ناحیه چسبناک

- معرفی مفهوم مکانیک خرابی پیوسته
- روابط ساختاری ناحیه چسبناک
- پیشروی تخریب در حین ضربه و رشد تورق
- خواص پسماند پس از ضربه
- ضربه بر روی کامپوزیت‌های ساندویچی
- مقدمه‌ای بر ضربه سرعت بالاکمانش صفحه

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Abrate S., "Impact on Composite Structures", Cambridge University Press, 1998.
2. Silberschmid V.V., "Dynamics Deformations, Damage and Fracture in Composite Materials and Structures, Woodhead Publishing, 2016.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**مکانیک محیط پیوسته**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Continuum Mechanics**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ■	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ☐	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

فراهم‌کردن چارچوب نظری و ریاضی لازم برای مدل‌سازی، تحلیل و پیش‌بینی رفتار مکانیکی مواد و محیط‌های پیوسته (جامدات و سیالات)

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم تانسورها و فیزیک تانسوری
- تسلط بر سینماتیک محیط‌های پیوسته
- شناخت و به‌کارگیری مفاهیم تنش
- فرمول‌بندی معادلات تعادل و بقای قوانین فیزیکی
- درک اصول ترمودینامیکی در محیط پیوسته
- آشنایی با روابط رفتاری مواد

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - مفاهیم مقدماتی و عمومی در مکانیک محیط‌های پیوسته
  - رسم الخط اندیسی
  - قرارداد جمع، اندیس‌های متصل و آزاد
  - دلتای کرونکر
  - نماد چرخش یا جایگشت
  - عملیات با نمادگذاری شاخصی
- **تانسورها**
  - تعریف تانسور
  - درایه‌های یک تانسور
  - درایه‌های بردار تبدیل یافته
  - جمع تانسورها
  - ضرب دو تانسور
  - ترانهاده‌ی یک تانسور
  - حاصل ضرب دیادیک بردارها
  - ضرب دوگانه تانسورها
  - تانسور واحد و تانسور معکوس
  - تانسورهای متعامد
  - ماتریس تبدیل بین دو سیستم مختصات مربعی دکارتی

- قانون تبدیل مؤلفه‌های دکارتی یک بردار
- قانون تبدیل مؤلفه‌های دکارتی یک تانسور
- تعریف تانسور به وسیله قوانین تبدیل
- تانسورهای متقارن و پادمتقارن
- بردار دوگان یک تانسور پادمتقارن
- بردارهای ویژه و مقادیر ویژه یک تانسور
- مقادیر و جهت‌های اصلی یک تانسور متقارن حقیقی
- ماتریس یک تانسور نسبت به جهات اصلی
- نامتغیر عددی اصلی یک تانسور
- میدان عددی و گرادیان یک تابع عددی
- میدان برداری و گرادیان یک میدان برداری
- دیورژانس یک میدان برداری و تانسوری
- کرل (چرخش) یک میدان برداری
- لاپلاسین یک میدان عددی
- لاپلاسین یک میدان برداری
- مختصات قطبی
- مختصات استوانه‌ای
- مختصات کروی

- **سینماتیک یک محیط پیوسته**
  - توصیف حرکت یک محیط پیوسته
  - توصیف مادی و توصیف فضایی
  - مشتق مادی
  - شتاب یک ذره
  - میدان جابجایی
  - معادلات سینماتیک برای حرکت یک جسم صلب
  - تغییر شکل بسیار کوچک
  - تعبیر هندسی درایه‌های تانسور کرنش بی‌نهایت کوچک
  - کرنش اصلی
  - اتساع
  - تانسور دوران بی‌نهایت کوچک
  - نرخ تغییرات المان‌های مادی نسبت به زمان
  - نرخ تانسور تغییر شکل
  - تانسور چرخش و بردار سرعت زاویه‌ای
  - معادله بقای جرم
  - شرایط سازگاری برای مؤلفه‌های کرنش بی‌نهایت کوچک
  - شرایط سازگاری برای مؤلفه‌های نرخ تغییر شکل
  - گرادیان تغییر شکل
  - حرکت محلی جسم صلب
  - تغییر شکل محدود

- تئوری تجزیه قطبی
- محاسبه تانسورهای کشش و دوران از تانسور گرادیان تغییر شکل
- تانسور تغییر شکل کوشی- گرین راست
- تانسور کرنش لاگرانژی
- تانسور تغییر شکل کوشی- گرین چپ
- تانسور کرنش اویلری
- تغییر مساحت ناشی از تغییر شکل
- تغییر حجم ناشی از تغییر شکل
- درایه‌های تانسورهای تغییر شکل در دستگاه‌های مختصات دیگر
- شکل فعلی به عنوان شکل مرجع

- **تنش و فرمول‌های انتگرالی اصول کلی**
  - بردار تنش
  - تانسور تنش
  - درایه‌های تانسور تنش
  - تقارن تانسور تنش (اصل ممان اندازه حرکت)
  - تنش‌های اصلی
  - تنش برشی بیشینه
  - معادلات حرکت (اصل مومنتوم خطی)
  - فرمول‌های انتگرالی قوانین کلی مکانیک
- **اصل تئوری الاستیسیته فضایی**
  - تغییر مکان‌ها
  - کرنش‌ها
  - تنش‌ها
  - معادلات اصلی
  - معادلات تعادل
  - معادلات ساختاری
  - روابط سازگاری
  - روشهای حل معادلات
  - روش حذف تنش‌ها
  - روش حذف تغییر مکان‌ها
  - روشهای حل معادلات لامه- ناویر و بلترامی- میشل
  - حل معادله دیفرانسیلی لامه- ناویر
  - حل معادله دیفرانسیل تنش بلترامی- میشل
- **ویسکوالاستیک**
  - رفتار ماده خطی الاستیک
  - رفتار سیال لزج
  - رفتار ماده ویسکوالاستیک
  - آزمایش خزش
  - آزمایش آسودگی تنش

- مدل رئولوژی
- مدل جسم کلوین- فویکت
- مدل جسم ماکسول
- مدل‌های تعمیم یافته کلوین- وویت و ماکسول

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Michael L.W., Rubin D.H., Rubin D., Krempl E., “Introduction to Continuum Mechanics, Butterworth-Heinemann, 2009.
2. Narasimha R.J., “An Introduction to Continuum Mechanics”, Cambridge University Press, 2013.
3. Sudhakar N., “Introduction to Continuum Mechanics”, Cambridge University Press, 2009.
4. Thomas M.G., Smelser R.E., Rossmann J.S., “Continuum Mechanics for Engineers, CRC press, 2020.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مکانیک مواد مرکب پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Mechanics of Composites	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مواد و سازه‌های کامپوزیت، کاربرد، تحلیل مکانیکی سازه‌های کامپوزیت (مایکرومکانیک)، تحلیل مکانیکی مواد کامپوزیت (میکرومکانیک)، آشنایی با روش‌های ساخت، معرفی مواد نانوکامپوزیت.

اهداف ویژه:

- مواد و سازه‌های کامپوزیت
- کاربرد
- تحلیل مکانیکی سازه‌های کامپوزیت (مایکرومکانیک)
- تحلیل مکانیکی مواد کامپوزیت (میکرومکانیک)
- با روش‌های ساخت
- معرفی مواد نانوکامپوزیت

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی مواد کامپوزیت و تاریخچه فناوری کامپوزیت
- تعریف کامپوزیت و زمینه‌های کاربرد
- تقسیم بندی انواع مواد کامپوزیت
- زمینه‌های کاربرد کامپوزیت در صنعت هوافضا
- روش‌های تولید کامپوزیتها
- مفاهیم پایه الاستیسیته خطی مواد غیرایزوتروپیک
- ماکرومکانیک کامپوزیت
- تحلیل تنش و کرنش تک لایه کامپوزیت
- مفاهیم مختصات on-axis و مختصات off-axis
- تحلیل تنش چندلایه کامپوزیت متقارن تحت بارگذاری داخل صفحه‌ای
- تحلیل تنش چندلایه کامپوزیت متقارن تحت بارگذاری خمشی
- تحلیل تنش چندلایه کامپوزیت عمومی تحت بارگذاری ترکیبی
- کوپلینگ بین بارگذاری داخل صفحه و خمشی
- تخریب در کامپوزیت‌ها و قوانین تخریب
- تفاوت تخریب اولین لایه با تخریب آخرین لایه
- مقدمه‌ای بر مدلسازی تخریب پیشرونده
- مایکرومکانیک کامپوزیت‌ها در مقایسه با میکرومکانیک
- معرفی مفهوم RVE
- تقسیم بندی کامپوزیت‌ها به سه گروه الیاف بلند، الیاف کوتاه (همراستا و توزیع تصادفی) و کامپوزیت‌های ذره‌ای
- تخمین خواص مکانیکی با مکانیک جامدات مقدماتی

- تخمین خواص مکانیکی با مکانیک جامدات پیشرفته
- تخمین خواص مکانیکی با تئوری الاستیسیته
- تخمین خواص مکانیکی با روشهای نیمه تحربی
- مقدمه‌ای بر تخمین استحکام کامپوزیت‌ها
- روشهای مشخصه‌سازی خواص مکانیکی کامپوزیت‌ها
- مقدمه‌ای بر نانوفناوری
- معرفی نانوکامپوزیت‌ها و مواد تقویت کننده در مقیاس نانو
- مفاهیم حاکم بر مدلسازی در مقیاس نانو
- نانوکامپوزیت‌ها و کاربرد آنها در صنایع هوافضا
- مشخصه‌سازی خواص مکانیکی نانوکامپوزیت با روشهای مدلسازی چندمقیاسی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	... درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Tsai S.W., Hahn H.T., “Introduction to Composite Materials”, Technomic Publishing Co., USA, 1980.
2. Tsai S.W., Hoa S.V., Gay D., “Composite Materials, Design and Applications”, CRC Press, 2003.
3. Vasiliev V.V., Morozov E.V., "Advanced Mechanics of Composite Materials", 2nd edition, Elsevier, 2007
4. Rafiee R., "Carbon Nanotube-Reinforced Polymers: From Nanoscale to Macroscale”, 1st edition, Elsevier Science &, 2018, ISBN: 9780323482219

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

عنوان درس به فارسی:	ویسکوالاستیسیته		
عنوان درس به انگلیسی:	Viscoelasticity	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم رفتار ویسکوالاستیک در مواد و شیوه‌های مدلسازی آن‌ها و فرآیند خزش

اهداف ویژه:

رفتار ویسکوالاستیک در مواد و شیوه‌های مدلسازی آن‌ها و فرآیند خزش

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی رفتار ویسکوالاستیک
- معرفی ساختار مواد ویسکوالاستیک
- پدیده خزش و آسودگی تنش
- آشنایی با آزمونهای خزش و آسودگی تنش و روشهای آزمایشگاهی آنالیز حرارتی
- مراحل خزش
- مکانیزم خزش
- خزش در فلزات و پلیمرها
- مروری بر مفاهیم تنش و کرنش
- روشهای مدلسازی خزش
- مفاهیم ویسکوالاستیسیته خطی
- توصیف ریاضی ویسکوالاستیسیته خطی)مدلهای مکانیکی پدیدارشناختی(
- اصل برهم‌نهی بولتزمن نمایش انتگرالی موروثی تنش و کرنش
- تابع نرمی خزشی
- توصیف مکانیکال (رئولوژیکال) ویسکوالاستیسیته خطی)معادلات ساختاری دیفرانسیلی(
- مدل کلوین-ویت
- مدل ماکسول
- مدل استاندارد خطی
- مدل چهار پارامتری برگر
- هم‌ارزی
- مفاهیم رفتار ویسکوالاستیسیته غیرخطی
- توصیف ویسکوالاستیسیته غیرخطی با رویکرد تجربی
- منحنی تنش-کرنش منحصر به فرد
- قانون توانی
- توصیف ویسکوالاستیسیته غیرخطی با رویکرد رئولوژیکال
- مدلهای دیفرانسیلی
- مدلهای انتگرالی

- توصیف ویسکوالاستیسیته غیرخطی با انتگرال یگانه
- تئوری شاپری
- تئوری برناشتاین-کرزلی-زاپس
- مقایسه مدلهای انتگرال یگانه
- رفتار وابسته به زمان و دما
- تحلیل تنش ویسکوالاستیک در مسایل دو و سه بعدی
- اصل تطابق مسایل الاستیسیته و ویسکوالاستیسیته

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Gutierrez-Lemini D., “Engineering Viscoelasticity”, Springer, 2014.
2. Brinson H.F., Brinson L.C., “Polymer Engineering Science and Viscoelasticity: An Introduction”, Springer, 2014.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

سیلابس دروس گرایش آیرودینامیک

الف) عنوان درس به فارسی:	آیرودینامیک پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Aerodynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	آیرودینامیک	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- معرفی مفاهیم، اصول و کاربرد آیرودینامیک با تاکید بر دانش پیشرفته در تجزیه و تحلیل
- طراحی وسایل پرنده بال ثابت، پرتاب/بازگشت جوی و سیستم‌های دوار

اهداف ویژه:

- دانشجویان در این درس تئوری، فیزیک و روش های اساسی حل مسائل مدرن آیرودینامیکی را یاد خواهند گرفت.
- یکی از اهداف این درس توسعه چشم انداز مهندسی آیرودینامیک از طریق فعالیت‌های تعاملی با صنعت می‌باشد.
- بررسی مسائل آیرودینامیکی کاربردی در گستره‌هایی از سرعت و زوایای حمله که در درس‌های دیگر مورد بررسی قرار نمی‌گیرد.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه
- معرفی و بررسی مباحث پایه آیرودینامیک
- آیرودینامیک هندسه‌های یکپارچه (بال و بدنه و ...)
- طراحی ایرودینامیکی
- مقدمه ای بر آیرودینامیک ناپایا
- آیرودینامیک در زاویه حمله بالا
- آیرودینامیک در جریان های ابرصوت

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Katz J., Plotkin A., "Low-speed Aerodynamics", Vol. 13, Cambridge university press, 2001
2. Leishman G.J., "Principles of Helicopter Aerodynamics with CD Extra", Cambridge university press, 2006.
3. Rom J., "High Angle of Attack Aerodynamics: Subsonic, Transonic, and Supersonic Flows, Springer Science & Business Media, 2012.
4. Kute A.M., Chow C.Y., "Foundation of Aerodynamics: Bases of Aerodynamic design", John Wiley, 1998.
5. White F.M., "Viscous Fluid Flow", McGraw-Hill Mechanical Engineering, 2005.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	آیرودینامیک تجربی		
عنوان درس به انگلیسی:	Experimental aerodynamic		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		تخصصی الزامی ■ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- آشنایی با روشهای آزمایشگاهی برای حل مسائل آیرودینامیک
- آشنایی با تونل های باد و زیرساخت های مرتبط با اندازه گیری جریان هوا
- آشنایی با ابزارها و تکنیک ها اندازه گیری پارامترهای جریانی

اهداف ویژه:

- معرفی انواع تونل های باد و زیرساخت های اندازه گیری جریان هوا
- معرفی انواع روشهای و چیدمان های آزمایشگاهی برای حل مسائل آیرودینامیک
- معرفی ابزار ها و تجهیزات اندازه گیری پارامتر های مختلف جریانی
- معرفی داده های آزمایشگاهی و نحوه کاهش و آنالیز آنها

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر روشهای آزمایشگاهی در علم آیرودینامیک**
  - اهمیت آیرودینامیک تجربی
  - معرفی عملکرد و انواع تونل باد از لحاظ نوع طراحی و محدوده‌ی سرعت
  - ابزارهای دقیق
- روشهای اندازه گیری فشار
- **روشهای اندازه گیری سرعت**
  - سرعت سنج سیم داغ: اساس کار، انواع، کالیبراسیون، CCA، CTA
  - سرعت سنج لیزری
  - روش PIV
- **روشهای اندازه گیری دما**
  - قانون ماده واسط
  - معرفی ترموکوپل، RTD، Thermistors، IC، TSP
- محاسبه‌ی انتشار خطا و عدم قطعیت
- آنالیز طیفی حاصل از داده‌های آزمایش تجربی (FFT)

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Chanetz B., Délery J., Gilliéron P., Gnemmi P., Gowree E.R., Perrier P., “Experimental Aerodynamics”, Springer International Publishing, 2020.
2. Discetti S., Ianiro A., “Experimental Aerodynamics”, CRC Press, 2017.
3. Kaushik M., “Theoretical and Experimental Aerodynamics”, Singapore: Springer, 2019.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	آیرودینامیک مافوق صوت		
عنوان درس به انگلیسی:	Supersonic aerodynamic	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	■ نظری	☐ پایه
دروس هم‌نیاز:	ندارد	☐ عملی	■ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳ نظری	☐ نظری-عملی	☐ تخصصی اختیاری
تعداد ساعت:	۴۸		☐ رساله
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با مأموریت/آمایش ■ موسسه است	مرتبط با آمایش/مأموریت ☐ موسسه نیست

ب) هدف کلی:

آشنایی با فیزیک جریان هوا در محدوده‌ی سرعت‌های بالاتر از سرعت صوت و روشهای حل آن

اهداف ویژه:

- فیزیک جریان هوا در محدوده‌ی سرعت‌های بالاتر از سرعت صوت و روشهای حل آن
- معرفی مفهوم تراکم پذیری
- معرفی مفهوم امواج ضربه ای و پیامدهای شکل گیری آن
- معرفی روش‌های تحلیل و بررسی جریان مافوق صوت

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مبانی آیرودینامیک
- طبقه بندی جریانهای تراکم پذیر
- معرفی معادلات کلی بقا در جریان غیرچرخشی، جریانهای خطی شده، بال‌های نازک در جریان تراکم پذیر
- جریان مخروطی و جریان با تقارن محوری، تحلیل اجسام نازک در رژیم جریان مافوق صوت
- معرفی انواع شوک، انعکاس و تداخل شوک‌های مایل و تاثیر آن بر ضرائب آیرودینامیکی
- کاربرد روش مشخصه‌ها در جریانهای خطی شدهقدمه‌ای بر مبانی آیرودینامیک
- طبقه بندی جریانهای تراکم پذیر
- معرفی معادلات کلی بقا در جریان غیرچرخشی، جریانهای خطی شده، بال‌های نازک در جریان تراکم پذیر
- جریان مخروطی و جریان با تقارن محوری، تحلیل اجسام نازک در رژیم جریان مافوق صوت
- معرفی انواع شوک، انعکاس و تداخل شوک‌های مایل و تاثیر آن بر ضرائب آیرودینامیکی
- کاربرد روش مشخصه‌ها در جریانهای خطی شده

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۲۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Anderson J., "Fundamentals of Aerodynamics", McGraw Hill, 2017.
2. Anderson J.D., "Modern Compressible Flow: with Historical Perspective. Vol. 12. New York: McGraw-Hill, 2020.
3. Shapiro A.H., "The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Fluid Flow", New York: Ronald Press, 1953.
4. Bertin J.J., Cummings R.M., "Aerodynamics for Engineers", Cambridge University Press, 2021

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	آیرودینامیک ناپایا		
عنوان درس به انگلیسی:	Unsteady aerodynamic	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد: ۳	نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت: ۴۸		رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با فیزیک جریان هوا در شرایط ناپایا و روشهای حل مسائل نوسانی

اهداف ویژه:

فیزیک جریان هوا در شرایط ناپایا و روشهای حل مسائل نوسانی

پ) سرفصل‌ها:

- **مفاهیم و تعاریف جریان ناپایا**
  - منشاء نیروهای آیرودینامیک غیردائم
  - دنباله پره
  - فرکانس کاهش یافته و زمان کاهش دافته
  - جریان چسبیده‌ی ناپایا
- **تئوری ایرفویل نازک شبه پایا**
  - تئوری تئودورسن
  - زاویه‌ی حمله نوسانی خالص
  - نوسانات پلانجینگ
  - نوسانات پیچینگ
- **روشهای تحلیلی مسائل مختلف نوسانی**
  - دنباله برگشتی: مساله لووی (Loewy's Problem)
  - تند باد سینوسی: مساله سیرس (Sear's Problem)
  - پاسخ اندیشیال: مساله واگنر (Wagner's Problem)
  - تند باد ناگهانی: مساله کاسنر (Kussner's Problem)
  - تند باد ناگهانی در حال جابجایی (Miles's Problem)
  - سرعت با زاویه حمله متغییر
  - و ...
- استال دینامیکی و مفاهیم آن، اثرات پارامترهای مختلف بر استال دینامیکی
- جریان دوبعدی پتانسیل تراکم ناپذیر ناپایا

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۲۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Katz J., Plotkin A., "Low-speed Aerodynamics", Vol. 13, Cambridge university press, 2001.
2. Leishman G.J., "Principles of Helicopter Aerodynamics with CD Extra", Cambridge university press, 2006.
3. Rom J., "High Angle of Attack Aerodynamics: Subsonic, Transonic, and Supersonic Flows, Springer Science & Business Media, 2012.
4. Kute A.M., Chow C.Y., "Foundation of Aerodynamics: Bases of Aerodynamic design", John Wiley, 1998.
5. White F.M., "Viscous Fluid Flow", McGraw-Hill Mechanical Engineering, 2005.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	جریان آشفته برشی		
عنوان درس به انگلیسی:	Turbulent shear flow	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		رساله ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم جریان آشفته و روشهای تحلیل آن در جریانهای برشی.

اهداف ویژه:

این درس درک عمیقی از جریانات برشی آشفته، ویژگی‌ها و کاربردهای آن را فراهم می‌کند. این درس شامل مفاهیم اساسی، مدل‌های ریاضی و روشهای آزمایشی مرتبط با جریانات برشی آشفته است.

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر آشفتگی**
  - -تعریف و ویژگی‌های آشفتگی
  - - اهمیت و کاربردهای مطالعه جریانات آشفته
- **اصول اساسی مکانیک سیالات**
  - - مروری بر اصول مکانیک سیالات مرتبط با جریانات آشفته
  - - معرفی معادلات ناویر-استوکس
- **تجزیه رینولدز**
  - - معرفی تجزیه رینولدز
  - - مشتق و تفسیر فیزیکی معادلات ناویه-استوکس میانگین-رینولدز (RANS)
- **جریانات برشی آشفته**
  - - تعریف و ویژگی‌های جریانات برشی آشفته
  - - نمونه‌هایی از جریانات برشی آشفته در طبیعت و مهندسی
- **مدل‌سازی جریانات برشی آشفته**
  - - معرفی مدل‌های آشفتگی: مدل‌های بدون معادله، مدل‌های یک معادله‌ای، مدل‌های دو معادله‌ای
  - - کاربرد مدل‌های آشفتگی برای جریانات برشی ساده
- **شبیه‌سازی مستقیم عددی (DNS) و شبیه‌سازی بزرگ ادی (LES)**
  - - اصول DNS و LES
  - - مقایسه RANS،DNS و LES
- **روشهای آزمایشی**
  - - معرفی روشهای آزمایشی در جریانات برشی آشفته
  - - آنمومتری سیم داغ و برش تصویر ذرات (PIV)
- تجزیه و تحلیل دقیق و بحث در مورد مطالعات موردی مختلف مربوط به جریانات برشی آشفته
- پیشرفت‌های اخیر در جریانات برشی آشفته
- بحث در مورد تحقیقات و پیشرفت‌های اخیر در حوزه جریانات برشی آشفته

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد
پروژه	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Pope, Stephen B. "Turbulent flows." Measurement Science and Technology 12, no. 11, 2001.
2. White, Frank M., C. O. Ng, and S. Saimek. Fluid mechanics. McGraw-Hill, cop., 2011.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**جریانهای آشفته**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Turbulent flows**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ■	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳** (**نظری**)	**تخصصی اختیاری** ☐	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸** (**نظری**)	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت** موسسه نیست ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش** موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مباحث پایه در جریان‌های آشفته، شبیه سازی، مدل سازی و آنالیز این جریان‌ها.

اهداف ویژه:

- معرفی مفاهیم و اصول مبنایی در جریان‌های آشفته
- معرفی روش های شبیه سازی، مدل سازی و آنالیز این جریان‌ها
- راهبردهای برخورد با مسائل دارای جریان آشفته

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه
- **جداسازی رینولدز**
  - معادلات رینولدز
  - معادلات تنش رینولدز
  - مشکل بستن معادلات
  - مدل‌های اولیه آشفتگی
- **دینامیک آشفتگی**
  - روابط انرژی جنبشی
  - توازن انرژی
  - آشفتگی همگن
- دینامیک ورتیسیتی
- **توصیف آماری آشفتگی**
  - همبستگی دونقطه‌ای
  - آشفتگی ایزنتروپیک
  - تانسور همبستگی مرتبه سه
- **فضای فوریه**
  - تابع خود-همبستگی
  - طیف‌های انرژی
  - دینامیک طیف‌های انرژی
  - تابع انتقال انرژی
- **نظریه ایزوتروپی موضعی کولموگورف**

- آبشار انرژی
- نقد مدرن

- **جریانهای برشی آشفته**
  - جریانهای محدود به دیواره
  - جریان کانال
  - جریان در نواحی نزدیک به دیواره
  - لایه مرزی آشفته
- مدل آشفتگی $k-\varepsilon$

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۰.درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۱۵درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Tennekes H., Lumley J.J., “A First Course in Turbulence”, The MIT Press, 1972.
2. Hinze J.O., “Turbulence”, McGraw-Hill, 1975.
3. Pope S.B., “Turbulent Flowes”, Cambridge University Press, 2000.
4. Davidson P.A., “Turbulence”, Oxford University Press, 2004.
5. Mathieu J., Scott J., “An Intro. to Turbulent Flow”, Cambridgge Univ. Press, 2000.
6. Durbin P.A., Pettersson Reif B.A., “Statistical Teory and Modeling for Turbulent Flows”, John Wiley & Sons, 2011.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	دینامیک سیالات محاسباتی ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Computational Fluid Dynamics 2	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با روش حجم محدود و پیاده‌سازی آن برای حل معادلات بقاء و فراگیری روش میانگین‌گیری وزنی فشار برای حل میدان جریان تراکم‌ناپذیر

اهداف ویژه:

- روش حجم محدود
- پیاده‌سازی آن برای حل معادلات بقاء
- فراگیری روش میانگین‌گیری وزنی فشار برای حل میدان جریان تراکم‌ناپذیر

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - مقدمه‌ای بر معادلات جریان تراکم‌پذیر گذرا و لزج و فرم‌های ساده‌شده آن و ماهیت ریاضیاتی جمله‌های مختلف این معادلات
  - مفهوم حل عددی معادلات با مشتقات پاره‌ای، گسسته‌سازی معادلات و روشهای مختلف گسسته‌سازی میدان حل: اختلاف محدود، المان محدود و حجم محدود
  - روشهای مختلف برای حل عددی معادلات تراکم‌ناپذیر، روشهای چگالی‌مبنا و فشارمبنا، نقش فشار در جریان تراکم‌ناپذیر
  - مشکل جداشدن میدان‌های فشار و سرعت در حل عددی جریان تراکم‌ناپذیر: روش شبکه جابجاشده
  - روش شبکه هم‌مکان برای حل عددی جریان تراکم‌ناپذیر
  - اعمال الگوریتم عددی روش هم‌مکان جرمی برای حل عددی جریان تراکم‌ناپذیر دو بعدی آرام و گذرا
  - روشهای حرکت در زمان برای حل عددی جریان تراکم ناپذیر
- **روش حجم محدود**
  - روشهای بقایی و مفاهیم پایه
  - گسسته سازی معادلات بقاء و فرضیات حاکم
  - کاربرد قضیه گوس در بدست آوردن معادلات بقاء به فرم دیفرانسیلی
  - پیاده‌سازی روش حجم محدود با راهبرد مرکز-سلول و مقدمه‌ای بر روش سلول-گره
  - پیاده‌سازی روش حجم محدود در میدان‌های دو بعد
- **روش حجم محدود برای مسائل جابه‌جایی**
  - جابه‌جایی خالص در حالت پایدار
  - روش حجم محدود برای حالت پایدار جابه‌جایی در یک بعد
  - روشهای گسسته‌سازی ویژه برای معادلات جابجایی
  - روش بالادست متاثر از فیزیک جریان
  - روش میانگین‌گیری وزنی فشار

- **گسسته‌سازی عملگرهای پایه**
  - گسسته‌سازی مشتقات مرتبه اول
  - گسسته‌سازی مشتقات مرتبه دوم
  - خطی‌سازی مرتبه اول و دوم
  - گسسته‌سازی معادله عمومی انتقال بقایی
  - گسسته‌سازی جمله زمانی
  - گسسته‌سازی جملات جابه‌جایی
- **معرفی برنامه متن‌باز اوپن فوم: حلگر حجم محدود مرکز-سلولی**
  - برنامه‌نویسی شیءگرا
  - کلاس‌های پرکاربرد در پیاده‌سازی روش حجم محدود مرکز-سلول
  - توابع پرکاربرد در پیاده‌سازی روش حجم محدود مرکز-سلول
  - روشهای تکراری و مستقیم در حل دستگاه معادلات خطی
  - حلگرهای توسعه‌یافته در اوپن‌فوم

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۴۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Charles Hirsch, “Fundamentals of Computatioanl Fluid Dynamics”, 2nd Ed., John Wiley & Sons, 2007.
2. Hoffmann K.A., Chiang S.T., “Computatioanl Fluid Dynamics”, Engineering Education System, 2000.
3. Moukalled F., Mangani L., Darwish M., “The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics: An Advanced Introduction with OpenFOAM® and Matlab”, AUB, 2016.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	روشهای کنترل جریان سیال		
عنوان درس به انگلیسی:	Fluid Flow Control Methods		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		پایه ☐ / نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		تخصصی الزامی ■ / عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ☐ / نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐ / مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

کنترل جریان سیال به روشهای غیرفعال و فعال مدرن یک زمینه رو به رشد در علم مکانیک سیالات (خصوصا ایرودینامیک) است که از اهمیت تکنولوژیکی قابل توجهی برای طراحی و ساخت نسل جدید وسایل نقلیه هوایی آتی برخوردار است و ابتکارات تحقیقاتی عمده در بخش‌های دولتی، صنعتی و دانشگاهی هوانوردی ایجاد می‌کند. در این درس به آموزش مبانی تکنیک‌های کنترل جریان آیرودینامیکی و همچنین چندین کاربرد نوظهور آن در وسایل نقلیه هوایی پرداخته می‌شود.

اهداف ویژه:

دانش‌جویان در این درس، با مباحث نظری و اصول روشهای کنترل جریان، از جمله مفاهیم اساسی، اصطلاحات، تاریخچه، استراتژی‌ها/تکنیک‌ها، محرک‌ها، حسگرها، مدل‌سازی/شبیه‌سازی و کنترل حلقه بسته خواهد آشنا خواهند شد. همچنین، در این درس، کاربردهای کنترل جریان در سیستم های فعلی و نسل بعدی وسایل نقلیه هوایی، از جمله یکپارچه سازی پیشرانه وسیله نقلیه، کنترل ایرفویل، کاهش نویز، کنترل دنباله، و برخی از کاربردهای غیرهوایی آتی را پوشش داده خواهد شد.

پ) سرفصل‌ها:

- **فصل اول: مقدمه، مفاهیم، اصطلاحات، تاریخ**
  - بررسی اجمالی درس و دیدگاه کنترل جریان
  - مفاهیم اساسی و اصطلاحات
  - دیدگاه تاریخی و نمونه هایی از کنترل جریان

- **فصل دوم: استراتژی‌های کنترل جریان**
  - تعریف اهداف کنترلی
  - انتخاب یک معماری کنترل (حلقه غیرفعال، باز یا بسته)
  - انتخاب محرک و ملاحظات سخت افزاری

- **فصل سوم: محرک ها و حسگرها**
  - محرک ها – نیازمندی ها، انواع، ویژگی‌ها
  - حسگرهایی برای تعیین وضعیت جریان

- **فصل چهارم: کنترل جریان حلقه بسته**
  - معماری
  - الگوریتم ها

- **فصل پنجم: کاربردهای در مسائل هوافضایی**

- کنترل جریان آرام
- کاهش درگ
- کاهش نویز
- کنترل دنباله

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	... درصد
آزمون پایان نیم‌سال	... درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد

سایر موارد در صورت نیاز قید- شود.

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Gad-el-Hak M. Flow Control: Passive, Active, and Reactive Flow Management. Cambridge University Press; 2000.

2. Wang J, Feng L. Flow Control Techniques and Applications. Cambridge University Press; 2018.

3. Bergadà, J.M.; Bugeda, G. Flow Control, Active and Passive Applications. Appl. Sci. 2023.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مباحث منتخب در آیرودینامیک		
عنوان درس به انگلیسی:	Selected Topics in Aerodynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف این درس، بحث و بررسی زمینه‌های جدید در گرایش آیرودینامیک و آموزش مفاهیم مرتبط با آن است.

اهداف ویژه:

- مباحث پیشرفته در علم آیرودینامیک
- موضوعات پیشرفته و پیشرفت های نوین در آیرودینامیک
- معرفی مباحث کاربردی آیرودینامیک
- بررسی عمیق تر آیرودینامیکی جریان در یک/چند صنعت یا کاربرد خاص

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مباحث مطرح شده‌ی جدید در علم آیرودینامیک
- بررسی و انتخاب عناوین و موضوعات
- جمع آوری اطلاعات و مطالعه موضوعات منتخب
- ارائه و هم اندیشی در مورد موضوع بررسی شده
- جمع آوری اطلاعات و مطالعه در مورد موضوع منتخب با توجه به نظرات ارائه شده
- ارائه نهایی روشهای مورد استفاده و همچنین نتایجی که استفاده از موضوع مورد نظر داشته است

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۶۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Journal of Fluid Mechanics | Cambridge Core.
2. American Institute of Aeronautics and Astronautics.
3. journal of aerospace engineering.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**اصول جلوبرنده پیشرفته**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Fundamentals of Propulsion-Advanced**		
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**		
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**		
تعداد واحد:	**نظری**	**۳**	
تعداد ساعت:		**۴۸**	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐**	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■**	

نوع درس و واحد		
پایه ☐	**نظری ■**	
تخصصی الزامی ☐	**عملی ☐**	
تخصصی اختیاری ■	**نظری-عملی ☐**	
رساله ☐		

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم اولیه موتورهای هوایی و روابط محاسباتی طراحی صفر بعدی ترمودینامیک، ایرودینامیک اجزای دوار موتور توربینی و طراحی توربین و کمپرسور محوری

اهداف ویژه:

- مفاهیم اولیه موتورهای هوایی و روابط محاسباتی طراحی صفر بعدی ترمودینامیک
- ایرودینامیک اجزای دوار موتور توربینی و طراحی توربین و کمپرسور محوری

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر پیشرانش جت**
  - تاریخچه،تکامل تاریخی و نوآوری در موتورهای هوایی
  - طبقه‌بندی موتورهای هوایی
  - بیان کاربردها و مقایسه موتورهای هوایی
  - بیان مفاهیم انرژی، قوانین ترمودینامیک
  - سیکل‌های ایده‌آل توربین گاز
- **پارامترهای عملکردی موتور**
  - تعریف نیروی رانش و نحوه محاسبه آن
  - مصرف سوخت ویژه موتور
  - رانش ویژه
  - راندمان پیشرانش
  - راندمان حرارتی
  - راندمان کل موتور
- **ترمودینامیک موتورهای جت**
  - موتور توربوجت
  - موتور توربوجت با پس‌سوز
  - موتور توربوفن
  - انواع پیکره‌بندی موتورهای توربوفن
  - موتور توربوپراپ
  - موتور توربوشفت
  - موتور رم‌جت

- **عملکرد اجزاء موتور**
  - ورودی هوا (دیفیوزر)
  - فن و کمپرسور
  - راندمان ایزنتروپیک و راندمان پلی‌تروپیک فن و کمپرسور
  - محفظه احتراق
  - توربین
  - نازل
  - تحلیل سیکل توربوجت واقعی
  - بیان تحلیل On-Design
  - بیان تحلیل Off-Design
- **ترمودینامیک فرآیند تراکم و انبساط**
  - تراکم ایده‌آل و واقعی
  - تحلیل نمودارهای دما-آنتروپی و آنتالپی-آنتروپی
  - سیکل‌های تراکم هیبریدی
  - فرآیندهای انبساط
  - فرآیند انبساط با بازگرمایش
  - فرآیند انبساط با خنک‌کاری
  - جریان در stage توربین
  - تعریف راندمان‌های توربین
- **آیروترمودینامیک توربوماشین‌ها**
  - بیان عملکرد کمپسورهای محوری
  - مثلث‌های سرعت
  - تغییرات خواص جریان در طبقات
  - کار و تراکم
  - آیرودینامیک و انتقال انرژی در کمپرسور
  - درجه عکس العمل
  - ضریب دیفیوژن
  - casecade تونل باد
  - آیرودینامیک casecade
  - پارامترهای عملکردی casecade
  - تلفات در یک پره کمپرسور
  - طراحی برمبنای گردابه آزاد
  - تحلیل عملکرد یک طبقه از کمپرسور
  - تحلیل عملکرد کمپرسورهای چند طبقه
  - دسته‌بندی انواع توربین
  - مثلث‌های سرعت
  - درجه عکس العمل
  - راندمان‌های توربین
  - casecade توربین

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Flack R.D., "Fundamentals of Jet Propulsion with Applications", Vol. 17, Cambridge University Press, 2005.
2. Jet Propulsion, Springer International Publishing AG., ISBN: 978-3-540-74894-6, 2008.
3. Baskharone E.A., "Principles of Turbomachinery in Air-Breathing Engines", Cambridge Aerospace Series, Series Number 18, 2006.
4. Farokhi S., "Aircraft propulsion. John Wiley & Sons, 2014.
5. El-Sayed, Ahmed F., "Aircraft Propulsion and Gas Turbine Engines", CRC press, 2017.
6. Hill P.G., Peterson C.R., "Mechanics and Thermodynamics of Propulsion", 1992
7. Saravanamuttoo H.I.H., Crichton Rogers G.F., Cohen H., "Gas Turbine Theory", Pearson Education, 2001.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	انتشار امواج در سیالات		
عنوان درس به انگلیسی:	Wave Propagation in Fluids	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

درک اصول، مدل‌سازی ریاضی و پدیده‌های فیزیکی انتشار موج در سیالات، تجهیز آنها به مهارت‌هایی برای تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی رفتار موج در سیستم‌های مختلف سیال

اهداف ویژه:

- درک اصول، مدل‌سازی ریاضی و پدیده‌های فیزیکی انتشار موج در سیالات
- تجهیز آنها به مهارت‌هایی برای تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی رفتار موج

پ) سرفصل‌ها:

- مدل‌های پیوستگی
- معادلات ماکسول و معادلات ماده
- روش مشخصه‌ها برای PDE ها
- راه حل d'Alembert's
- موج‌های خطی و غیر خطی در محیط انتشار
- انتشار امواج هارمونیک و بر هم نهی
- پراکندگی و انتشار بسته‌های موج
- حل موجی معادلات ماکسول
- انتشار موج الکترومغناطیسی: بر هم نهی و انواع آن‌ها
- شرایط مرزی
- معادلات فرینل
- امواج در هادی‌ها و موجبرها
- مودهای TM و TE
- بسته‌های موج در محیط‌های پراکنشی
- نیروها و انرژِ حرکت موج
- پراکندگی امواج و کاربردها
- امواج در پرتوها
- روش تبدیل انتگرال
- تابع سبز
- پراش فرینل: دیافراگم دایره‌ای
- ارتعاش مارپیچی

- تئوری فرینل کیرشهف
- پراش فراونهوفر
- پراکنش
- امواج در غشاءها
- امواج در محیط‌های پیوسته
- پراکندگی مرزی امواج الاستیک
- امواج ریلی
- امواج در سیالات
- تشعشعات آکوستیک
- امواج هدایت شده
- امواج منفرد و سالیتون‌ها
- سالیتون‌های غیرتوپولوژیکی: معادله KdV
- راه‌حل‌های چند سالیتونی و تبدیل B¨acklund
- سالیتون‌های توپولوژیکی: معادله سین-گوردن
- مسئله فرمی-پاستا-اولام

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Vincent Guinot, Wave Propagation in Fluids: Models and Numerical Techniques, Wiley-ISTE, 2010.
2. Julian L. Davis, Wave Propagation in Solids and Fluids, 1988.
3. Douglas S. Drumheller, Introduction to Wave Propagation in Nonlinear Fluids and Solids, Cambridge University Press, 1998.
4. K Murawski, Wave Analytical and Numerical Methods for Wave Propagation in Fluid Media, 2002.
5. Lighthill, J. Waves in Fluids. Cambridge University Press, 2001.
6. Fox, R. W., McDonald, A. T., & Pritchard, P. J., Introduction to Fluid Mechanics, 8th ed., Wiley, 2011.
7. Kundu, P. K., Cohen, I. M., & Dowling, D. R., Fluid Mechanics, 6th ed., Academic Press, 2015.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	انتقال حرارت پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Adcanced Heat Transfer	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

تکمیل مباحث تدریس شده در زمینه انتقال حرارت دوره کارشناسی

اهداف ویژه:

مرور و آموزش کاربردی مفاهیم پیشرفته ترمودینامیکی که در درس های دیگر به آنها پرداخته نشده یا بطور خاص در پروژه های دانشجویان مورد استفاده خواهد بود

پ) سرفصل‌ها:

- مفاهیم اساسی و معادلات حاکم
- هدایت حرارتی، معادله حاکم و ضرایب آن
- حل معادله هدایت حرارتی با شرایط مرزی وابسته به زمان
- جابجایی حراریت
- جابجایی آرام و مغشوش
- جابجایی آزاد
- جوشش
- چگالش
- تابش حرارتی و ضرایب آن
- تابش حرارتی در محیط فعال تابشی
- انتقال حرارت زیستی
- مباحث ویژه

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Bejan A., "Convective Heat Transfer",3rd ed, John Wiley, 2004.
2. Ozicik M.N., "Heat Conduction", 2nd ed., John Wiley, 1993.
3. Cho Y., "Bioengineering Heat Transfer", Academic Press, 1992.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	انتقال حرارت تشعشع		
عنوان درس به انگلیسی:	Radiation Heat Transfer	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

تسلط عمیق دانشجویان بر روش‌های تحلیل مسائل انتقال حرارت پیشرفته تشعشع

اهداف ویژه:

- اصول و مبانی انتقال حرارت تشعشع
- روش‌های تحلیل مسائل انتقال حرارت پیشرفته تشعشع
- معرفی روش های برخورد با مسائل کاربردی دارای انتقال حرارت تشعشع

پ) سرفصل‌ها:

- تشعشع جسم سیاه
- خواص تشعشعی سطوح
- ضریب شکل سطوح
- انتقال حرارت بین سطوح
- انتقال حرارت بین سطوح همراه با جابجایی و هدایت
- خواص تشعشعی اجسام فعال تشعشعی
- معادله انتقال حرارت تشعشعی در محیط‌های فعال
- راه حل‌های معادله انتقال حرارت در محیط‌های فعال
- مباحث ویژه در تشعشع

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Modest M.F., “Radiative Heat Transfer”, 2nd ed., Academic Press, 2003.
2. Seigel R., Howell J.R,, “Thermal Radiation Heat Transfer”, 4th ed., Tayler & Frances, 2002.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**انتقال حرارت جابجایی**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Convection Heat Transfer**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

تسلط عمیق دانشجویان بر روش‌های تحلیل مسائل انتقال حرارت پیشرفته جابجایی

اهداف ویژه:

- روش‌های تحلیل مسائل انتقال حرارت پیشرفته جابجایی
- روش های انتقال حرارت در فرم های مختلف جریان
- مباحث ویژه و کاربردی انتقال حرارت جابجایی

پ) سرفصل‌ها:

- مبانی و اصول
- جریان لایه‌ای آرام روی سطح تخت
- جریان لایه‌ای آرام داخلی
- جابجایی آزاد خارجی
- جابجایی آزاد داخل محفظه‌ها
- جریان مغشوش خارجی
- جریان مغشوش داخلی
- جابجایی در نانوسیالات
- مباحث ویژه در جابجایی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Jiji L.M., “Heat Convection”, 2nd Edition, Springer-Verlag, Berlin, Heideberg,2009.
2. Oosthuizen P.H., Naylor D., “Introductio to Convectiove Heat Transfer Analysis”, McGraw- Hil publisher. New-York,1999.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	انتقال حرارت هدایتی		
عنوان درس به انگلیسی:	Conduction Heat Transfer	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

تسلط عمیق دانشجویان بر روش‌های تحلیل مسائل انتقال حرارت پیشرفته هدایت

اهداف ویژه:

- روش‌های تحلیل مسائل انتقال حرارت پیشرفته هدایت
- حل معادله هدایت حرارتی در فرم های مختلف مختصات
- بررسی مسائل ویژه و کاربردی در هدایت حرارت

پ) سرفصل‌ها:

- اصول و مفاهیم هدایت حرارتی
- روش حل معادله هدایت حرارتی در مختصات کارتزین
- روش حل معادله هدایت حرارتی در مختصات استوانه‌ای
- روش حل معادله هدایت حرارتی در مختصات کروی
- کاربرد روش دو هامل در حل معادلات هدایت با عوامل وابسته به زمان
- روشهای تحلیلی تقریبی در حل معادله هدایت حرارت
- مباحث ویژه در هدایت حرارت

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Ozisik M.N., “Heat Conduction”, 3rd ed, John Wiley, 1993.
2. ArpaciV.S., “Conduction Heat Transfer”, 1991.
3. Carslaw H.S., Jaeyer J.C., “Conduction of Heat in Solids”, 2000.
4. Jiji L.M., “Heat Conduction”, 3rd ed., Springer- Verlang, 2009.
5. Wang L., Zhou X., Wei X., “Heat Conduction”, Springer- Verlang, 2008.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	انتقال حرارت و جرم		
عنوان درس به انگلیسی:	Heat and mass transfer	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با اصول و مفاهیم فیزیکی پدیده‌های انتقال حرارت و جرم

اهداف ویژه:

- معرفی مبانی انتقال حرارت و جرم
- بررسی معادلات انتقال حرارت و جرم
- معرفی روش ها و راهبردهای برخورد با مسایل
- بررسی مسائل کاربردی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر انتقال حرارت
- هدایت حرارتی حالت پایا یک بعدی
- انتقال حرارت سطح گسترش یافته
- هدایت حرارتی حالت پایا چند بعدی
- هدایت حرارتی حالت ناپایا
- جابجایی
- مبدل‌های حرارتی
- جوشش و چگالش
- انتقال حرارت تشعشعی
- انتقال جرم

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 6th ed., Wiley, 2006.
2. Bird, R. B., Stewart, W. E., & Lightfoot, E. N., Transport Phenomena, 2nd ed., Wiley, 2002.
3. Çengel, Y. A., Heat and Mass Transfer: A Practical Approach, 3rd ed., McGraw-Hill, 2006.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**اندرکنش سیال با جامد**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Fluid Solid Interaction**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

اندرکنش سیال با جامد موضوعی بسیار گسترده است و کاربردهای آن در مسائل مهندسی متعدد است. این موارد شامل بال هواپیما و توربوماشین، پل‌ها و ساختمان‌های بلند، خطوط لوله زیر دریا، ریزپرنده‌ها، چتر نجات، کیسه هوا (ایربگ)، جریان خون در شریان‌ها، و دریچه‌های قلب و غیره می‌باشد. هدف از این درس، معرفی و آموزش مبانی فیزیک جریان ناپایا و جنبه‌های کوپل مکانیکی سازه و سیال در کاربردهای برهمکنش سیال با جامد می‌باشد.

اهداف ویژه:

- ارائه درک اساسی از اصول و مفاهیم اندرکنش سیال-جامد برای دانشجویان به شیوه‌ای سیستماتیک و دقیق
- مدلسازی مکانیک اندرکنش سازه سیال با با رویکرد مسایل صنعتی
- آشنایی با انواع متداول سیستم‌های ایرو/هیدروالاستیک
- شناسایی اعداد بی‌بعدی رایج
- آشنایی با ارتعاشات ناشی از گردابه‌ها، پدیده گلوپینگ، نوسانات چرخه محدود، پدیده فلپینگ و سایر پدیده‌های ارتعاش ناشی از جریان
- مروری بر تکنیک‌های محاسباتی پیشرفته، مدل‌های کاهش‌یافته و تکنیک‌های یادگیری ماشین

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه
- مفاهیم فیزیکی و فرمول‌بندی ریاضی
- مبانی دینامیک سیالات و سازه
- ارتعاشات ناشی از جریان سیال
- ارتعاشات ناشی از گردابه
- پدیده گلوپینگ در سازه‌های انعطاف پذیر
- آیروالاستیسیته پایا و ناپایا
- کنترل برهمکنش سیال-جامد
- موضوعات پیشرفته

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Blevins, R.D., Flow-induced vibration, Van Nostrand Reinhold, New York, 1990.
2. Paidoussis, M., Price, S. & de Langre, Emmanuel, Fluid-structure interactions: cross-flow-induced instabilities. Cambridge University Press, 2011.
3. Dowell, E. H., A Modern Course on Aeroelasticity, Kluwer Academic Publishers, 5th ed., 2015
4. Y.C. Fung, An Introduction to the Theory of Aeroelasticity, Dover, 1994.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	آیروترمودینامیک		
عنوان درس به انگلیسی:	Aerothermodynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف از این درس دانش و درک اصول اولیه ترمودینامیک و انتقال حرارت و نحوه ادغام آن در آیرودینامیک سرعت بالا و درک چگونگی ساده‌سازی معادلات حاکم بر رژیم‌های جریان مافوق صوت و آگاهی از تکنیک‌های عددی ثابت/در حال ظهور برای حل آنها و همچنین توسعه دانش و درک جریانهای با سرعت بالا تراکم ناپذیر است.

اهداف ویژه:

- آشنایی با همبستگی های ساده برای تخمین انتقال حرارت همرفتی
- تئوری شوک/انبساط را در کاربردهای آیرودینامیکی خارجی و داخلی
- اصلاح پراندتل-گلاورت را برای جریان های زیر صوت
- آشنایی با تکنیک MoC با طراحی معکوس را برای طراحی نازل

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - بررسی گازدینامیک ۱ بعدی و مفهوم پایه از ترمودینامیک
- **دینامیک گاز دو بعدی**
  - امواج ضربه ای مورب
  - بازتاب شوک (معمولی و ماخ)
  - تعاملات شوک/شوک
  - امواج گسترش پراندتل مایر
  - روش شوک / انبساط برای ایرفویل.
  - تونل باد مافوق صوت
- **قوانین بقا و ساده سازی آنها**
  - بقای جرم، تکانه و انرژی منجر به معادلات تراکم پذیر ناویر-استوکس
  - معادله کروکو
  - جریان های چرخشی و پتانسیل
  - معادلات اویلر و جریان پتانسیل
- **روش مشخصه ها**
  - استخراج روش مشخصه ها (MoC.)
  - طراحی نازل مافوق صوت دو بعدی با استفاده از MoC.
- **آیرودینامیک خارجی**
  - الگوهای جریان در جریان ایرفویل فراصوت و مافوق صوت
  - عدد ماخ بحرانی
  - ایرفویل های نازک در جریان تراکم پذیر

- پتانسیل سرعت و ضریب فشار
- تبدیل پراندتل-گلاورت

- **تئوری برآی جریان ایرفویل مافوق صوت**
  - حداقل کشش موج
  - اثر sweepback
  - لبه های جلویی زیر صوت و مافوق صوت
- **انتقال حرارت**
  - هدایت همرفت و انتقال حرارت تشعشع.
  - لایه های مرزی آرام و متلاطم
  - حل اختلاف محدود معادله گرما
  - مبدل های حرارتی
  - کاربرد انتقال حرارت در خودروهای پرسرعت

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Anderson, J.D., Fundamentals of Aerodynamics, 6th edition, ISBN 978-1-259-12991-9, 2016
2. Oates, G. C. , Aerothermodynamics of gas turbine and rocket propulsion, AIAA, 1997.
3. Hill, P. G., & Peterson, C. R., Mechanics and thermodynamics of propulsion, 1992.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	آیرودینامیک Cascade		
عنوان درس به انگلیسی:	Cascade Aerodynamics		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	آیرودینامیک		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐ / مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مباحث و تئوری های به تست و ارزیابی آیرودینامیک و آیروترمودینامیکی پره های کمپرسور و توربین می باشد. با توجه به وجود زیرساخت های عظیم انرژی بر پایه توربوماشین ها و همچنین کابردهای توربوماشین ها در حوزه های زمینی، هوایی و دریایی آشنایی با مباحث تحلیل و طراحی و همچنین تست و ارزیابی پره های این تجهیزات بسیار حائز اهمیت است.

اهداف ویژه:

- آشنایی با روش های تست در توربوماشین ها
- آشنایی با تست در سرعت های پایین و بالا
- آشنایی با تجهیزات و تونل های باد تخصصی تست کسکید
- آشنایی با روش های نوین در تست کسکید

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه
- آیروترمودینامیک توربوماشین ها
- ساختار و تنوع توربوماشین ها
- معرفی پارامترهای عملکردی
- تونل های باد کسکید
- کسکید خطی
- کسکید Annular
- کسکید در کمپرسور و توربین
- کسکید سرعت پایین
- کسکید سرعت بالا
- پارامترهای قابل اندازه گیری
- روش های نوین در اندازه گیری کسکید

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Persico, G., Pini, M., Dossena, V., & Gaetani, P., Aerodynamics of centrifugal turbine cascades, Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, 137(11), 112602, 2015.

2. Lakshminarayana, B., Book review: Cascade aerodynamics, by JP Gostelow. AIAA Journal, 23(11), 1844-1844, 1985.

3. Schobeiri, M. T., Gas turbine design, components and system design integration: second revised and enhanced edition. Springer Nature, 2019.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**آیرودینامیک با الهام از طبیعت**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Cascade Aerodynamics**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**آیرودینامیک ۱ و ۲**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳** نظری	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸** نظری	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

- الهام گیری و تقلید از موارد مرتبط با آیرودینامیک از طبیعت و تطبیق آن با مطالعات نظری
- بکارگیری ایده ها و روش هایی که طبیعت برای مقابله با مسائل مشابه استفاده کرده است
- نوآوری منطبق بر روش های بکارگرفته شده در طبیعت در کاربردهای مشابه صنعتی

اهداف ویژه:

- نگاه عمیق تر و کاربردی تر به طبیعت با تمرکز بر آیرودینامیک
- تطبیق مشاهدات با مطالعات نظری
- توسعه روش ها و ایده های بکاربرده شده در طبیعت در کاربردهای صنعتی بطور خاص در پرواز و موارد مشابه
- تلفیق مهندسی با طبیعت

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر الهام از طبیعت و کاربرد آن در مهندسی مکانیک و هوافضا**
  - تاریخچه
  - الهام یا تقلید از طبیعت
  - بیان ضرورت، اهداف و چالش ها
- الهام از طبیعت در وسایل نقلیه
- الهام از طبیعت در وسایل پرنده – بال ثابت
- الهام از طبیعت در وسایل پرنده – بال زن
- الهام از طبیعت در وسایل پرنده – بال های انعطاف پذیر
- الهام از موجودات دریایی در آیرودینامیک یا هیدرودینامیک
- الهام از حشرات
- الهام با هدف کاهش نویز
- الهام از مکانیزم ها و ساختارها
- زمینه های تحقیقات/چالش ها/ اینده
  - زمینه های تحقیقاتی نواورانه برای انجام تحقیقات در الهام از طبیعت و ایرودینامیک
  - چالش ها و محدودیت های طراحی الهام از طبیعت در مهندسی هوافضا
  - جهت گیری های آینده و پیشرفت در الهام از طبیعت در کاربردهای هوافضا

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Jiakun, H. A. N., Zhe, H. U. I., Fangbao, T. I. A. N., & Gang, C. H. E. N., Review on bio-inspired flight systems and bionic aerodynamics, Chinese Journal of Aeronautics, 34(7), 170-186, 2021.
2. Chen, L., Zhang, Y., Zhou, C., & Wu, J., Aerodynamic mechanisms in bio-inspired micro air vehicles: a review in the light of novel compound layouts. IET Cyber-Systems and Robotics, 1(1), 2-12, 2019.
3. Wang, Y., Zhao, K., Lu, X. Y., Song, Y. B., & Bennett, G. J., Bio-inspired aerodynamic noise control: a bibliographic review, Applied Sciences, 9(11), 2224, 2019.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**آیرودینامیک بالگرد**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Helicopters Aerodynamics**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**آیرودینامیک مادون صوت**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
	نظری	**رساله** ☐	
تعداد ساعت:	**۴۸**	**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

درک مفاهیم و مبانی مرتبط با آیرودینامیک هلیکوپتر و آشنایی با روش های برخورد با مسائل مرتبط با مدل سازی و شبیه سازی در آیرودینامیک هلیکوپتر

اهداف ویژه:

- مفاهیم اولیه دینامیک هلیکوپتر را به کار ببرید.
- محاسبه سرعت بحرانی با استفاده از روش های مختلف.
- با استفاده از ماتریس انتقال و فرمول المان محدود، پایداری سیستم توربو روتور را تشخیص دهید.

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - توسعه تاریخی هلیکوپترها.
  - پیکربندی هلیکوپتر.
  - الزامات کنترل.
  - انواع سیستم های روتور.
  - الزامات اساسی توان.
- **مقدمه ای بر نظریه شناور**.
  - نظریه مومنتوم.
  - تئوری المان پره.
  - ترکیب نظریه مومنتوم و نظریه المان پره برای محاسبات جریان غیر یکنواخت
  - روتور ایده آل در مقابل روتور بهینه.
- **پرواز عمودی**.
  - حالت های جریان مختلف روتور.
  - چرخش خودکار در لندینگ عمودی.
  - پرواز زمینی.
- **پرواز به جلو**.
  - نظریه مومنتوم.
  - مدل های جریان ورودی متغیر.
  - تئوری المان پره.
  - بارهای هاب.
  - تغییر قدرت با سرعت رو به جلو.
  - حرکت بال زدن پره روتور: مدل ساده.

- **تریم و پایداری هلیکوپتر.**
  - وضعیت تعادل هلیکوپتر
  - تجزیه و تحلیل تریم.
  - مبانی پایداری هلیکوپتر

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد
پروژه	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. طراحی بالگرد (مبانی دینامیک بالگرد)، نویسنده:سی. ونکاتسان، مترجم: محمدحسین صبور، مجتبی مرادلی، سارا کلانتری، ناشر:دانش بنیاد، ۱۴۰۲.

2.W Z Stepniewski and C N Keys, Rotary Wing Aerodynamics, Dover Publications, 1984.

3. George Done, and David Balmford , Helicopter Dynamics-ARS Bramwell, Elsevier , 2000.

4. John, M. Seddon and Simon Newman, Basic Helicopter Aerodynamics, Wiley, 2011.

5. Gareth D. Padfield, Helicopter Flight Dynamics, Blackwell, 2007.

6. C. Venkatesan, Fundamentals of Helicopter Dynamics, 2014.

7. Richard L. Bielawa, RotaryWing Structural Dynamics and Aeroelasticity, AIAA, 2006.

8. Wayne Johnson, Rotorcraft Aeromechanics, NASA Ames Research Center, cambridge university press, 2013.

9. Dewey H Hodges, Introduction to structural dynamics and aeroelasticity, Cambridge, 2011.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	آیرودینامیک توربین‌های بادی		
عنوان درس به انگلیسی:	Aerodynamics of Wind Turbine	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	■ نظری	□ پایه
دروس هم‌نیاز:	ندارد	□ عملی	□ تخصصی الزامی
تعداد واحد:	۳ نظری	□ نظری-عملی	■ تخصصی اختیاری
			□ رساله
تعداد ساعت:	۴۸ نظری		□ مهارتی-اشتغال پذیری
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست □

ب) هدف کلی:

آشنایی با روشهای تحلیل آیرودینامیکی توربین‌های بادی.

اهداف ویژه:

- بررسی آیرودینامیک توربین های بادی با مبانی اصول انرژی باد
- طراحی توربین و تجزیه و تحلیل عملکرد.
- معرفی روش های عددی و کاربردی در توربین های بادی

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه ای بر انرژی باد**
  - مروری بر منابع انرژی تجدید پذیر
  - اهمیت و پتانسیل انرژی باد
  - معرفی انواع توربین‌های بادی
- **مبانی آیرودینامیک**
  - اصول اساسی آیرودینامیک
  - مقدمه ای بر ضرایب لیفت، درگ و ممان در مقاطع
- **آیرودینامیک توربین بادی**
  - نیروهای آیرودینامیکی بر روی یک توربین بادی
  - استخراج قدرت و حد Betz
- **طراحی تیغه توربین بادی**
  - انتخاب ایرفویل برای پره های توربین بادی
  - تئوری عناصر تیغه و طراحی تیغه
- **تحلیل عملکرد توربین های بادی**
  - منحنی قدرت یک توربین بادی
  - عوامل موثر بر عملکرد توربین بادی
  - تحلیل مومنتوم المان پره توربین باد
- **دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) برای توربین های بادی**
  - مقدمه ای بر CFD
  - کاربرد CFD در آنالیز توربین بادی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد
پروژه	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Manwell, James F., Jon G. McGowan, and Anthony L. Rogers. Wind energy explained: theory, design and application. John Wiley & Sons, 2010.
2. Hansen, Martin. Aerodynamics of wind turbines. Routledge, 2015.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	آیرودینامیک خودرو		
عنوان درس به انگلیسی:	Vehicle Aerodynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

این درس به منظور آموزش مفاهیم مکانیک سیالات در زمینه مهندسی وسایل نقلیه به دانشجویان ارائه می شود. روش های مختلف برای تجزیه و تحلیل میدان جریان در وسایل نقلیه مختلف، تخمین نیروهای آیرودینامیکی روی یک وسیله نقلیه و اصول یک طراحی آیرودینامیکی مناسب معرفی خواهد شد.

اهداف ویژه:

- درک اصول آیرودینامیک، بهینه سازی بدنه خودرو، اندازه گیری نیروهای آیرودینامیک
- درک مفهوم طراحی بدنه خودروها و تعیین ضرایب درگ آنها و بهینه سازی شکل آنها

پ) سرفصل‌ها:

- فصل اول: مروری بر مبانی فیزیکی دینامیک سیالات
- فصل دوم: مکانیک سیالات اجسام آیرودینامیکی
- فصل سوم: آیرودینامیک بدنه بلاف
- فصل چهارم: نیروهای آیرودینامیکی در وسایل نقلیه جاده ای
- فصل پنجم: طراحی جریان های خارجی و داخلی در وسایل نقلیه
- فصل ششم: روشهای تجربی و عددی در آیرودینامیک خودرو

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	- درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1 Hucho,W.H., Aerodynamics of Road vehicles: From Fluid Mechanics to Vehicle Engineering, Butterworths Co. Ltd., 1987.

2 Hucho,W.H., Aerodynamics of Road vehicles, Butterworths Co. Ltd., 1993.

3. Pope, A., Wind Tunnel Testing, John Wiley & Sons, 2nd Edt, New York, 1974.

4. Jewel B. Barlow, William H. Rae, Alan Pope, Low-Speed Wind Tunnel Testing, Wiley-Interscience, 3rd Edt, 1999.

5. Joseph Katz , Automotive Aerodynamics, Wiely, 2014.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	آیرودینامیک گذرصوت		
عنوان درس به انگلیسی:	Transonic Aerodynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف کلی از این درس آشنایی دانشجویان با رژیم جریان گذرصوت است. مشخصه‌های مختلف جریان گذرصوت حول ایرفویل و بال پسگرا ارائه و شرح داده خواهد شد. مفاهیمی از قبیل امواج شاک، امواج انبساطی، روش مشخصه‌ها نیز مطرح و ارتباط آن با جریان گذرصوت بحث خواهد شد. این درس به مهندسین هوافضا این توانایی را می‌دهد تا با مفاهیم اولیه و ملزومات مربوط به طراحی و آنالیز وسایل پرنده در گذرصوت آشنا شوند.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفهوم جریان گذرصوت
- بحث در خصوص پدیده‌های مربوط به آیرودینامیک گذرصوت
- آشنایی با کاربرد بالهای پسگرا در کاربرد پرواز گذرصوت
- بررسی رفتار آیرودینامیکی ایرفویلها در جریان گذرصوت

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه ای بر آیرودینامیک گذرصوت**
  - تعریف جریان گذرصوت
  - تونل بادهای گذرصوت
  - آیرودینامیک گذرصوت بال و بدنه
  - محاسبات مربوط به جریان گذرصوت
- **مروری بر معادلات حاکم**
  - مروری بر معادلات با مشتقات جزئی
  - مروری بر ریاضیات برداری
  - مروری بر ترمودینامیک
  - معادلات حرکت سیال
- **قوانین تشابهی جریان گذرصوت**
  - تئوری خطی و اصلاحات مربوط به تراکم پذیری جریان
  - تئوری اغتشاشات کوچک در جریان گذرصوت
  - پارامترهای تشابهی جریان گذرصوت
  - اجسام سه بعدی و تقارن محوری
  - انتقال هودوگراف
  - روابط تجربی
  - موقعیت تقریبی امواج جداشده
- **تئوری امواج شاک – امواج انبساطی**
  - درگ موجی و درگ القایی
  - الگوی امواج شاک و انبساطی بر روی ایرفویل

- اجسام تقارن محوری و باریک
- **روش مشخصه‌ها**
  - جریان غیرچرخشی دوبعدی
  - طراحی نازل دوبعدی
  - جریان غیرچرخشی تقارن محوری
- **آیرودینامیک اجسام غیر برآزا**
  - توزیع فشار حول اجسام غیر برآافزا
  - درگ موجی
  - مبانی جریان لایه مرزی
  - محاسبات لایه مرزی
  - درگ تداخلی
- **آیرودینامیک ایرفویل**
  - توزیع فشار حول ایرفویل
  - ایرفویلهای جریان آرام
  - ایرفویلهای فوق بحرانی
  - استال سرعت پایین
  - استال سرعت بالا
- **آیرودینامیک بال‌های پسگرا**
  - مزایای بالهای پسگرا
  - جریان غیرلزج روی بالهای پسگرا
  - جریان لزج روی بالهای پسگرا

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	... درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	... درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	... درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Vos, Roelof, and Saeed Farokhi. Introduction to transonic aerodynamics. Vol. 110. Springer, 2015.
2. Cole, Julian D., and L. Pamela Cook. Transonic aerodynamics. Elsevier, 2012.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	آیرودینامیک مادون صوت		
عنوان درس به انگلیسی:	Subsonic Aerodynamic	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با فیزیک جریان هوا در محدوده‌ی سرعت‌های پایین‌تر از سرعت صوت و روشهای حل آن در این درس دنبال می شود. درس آیرودینامیک مادون صوت به عنوان یکی از مبنایی ترین درس های گرایش ایرودینامیک به دنبال بررسی روش های تحلیلی حل جریان هوای تراکم ناپذیر با در نظر گرفتن فرض اساسی غیرلزج می پردازد. با تعریف پتانسیل سرعت و تابع جریان، روش های تحلیلی که از حل جریان های پایه و ترکیب آنها برای مدلسازی جریان های پیچیده تر بهره گرفته می شود. از تئوری ها و نظریه های مرتبط با جریان های تراکم ناپذیر غیرلزج در دو سه بعد برای تحلیل میدان جریان تا بکارگیری روش های المان مرزی در دو و سه بعد از موضوعات مورد بحث در این درس می باشد. همچنین با هدف کاربردی تر شدن بحث در هر مورد، از ارائه مثال های واقعی در جریان لزج و مقایسه نتایج با نتایج حاصل از مدل سازی جریان های ایده آل بررسی شده بهره گرفته می شود.

اهداف ویژه:

- فیزیک جریان هوا در محدوده‌ی سرعت‌های پایین‌تر از سرعت صوت
- شناخت معادلات حاکم، شرایط و فرضیات
- معرفی پتانسل سرعت و تابع جریان و ویژگی های آن کاربرد آنها در دو و سه بعد
- معرفی جریان های پایه و ترکیب آنها
- شناخت روش های المان مرزی و کاربرد آنها در دو و سه بعد
- کاربرد دانش بدست آمده در این درس برای مدلسازی ایرفویل و بال سه بعدی
- شناخت نرم افزارها و ابزارهای مدلسازی و شبیه سازی سریع جریان

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر مبانی آیرودینامیک**
  - توصیف حرکت سیال
  - انتخاب دستگاه مختصات
  - معرفی خطوط جریان
  - نیروهای سیال
  - فرم انتگرالی معادلات دینامیک سیال
  - فرم دیفرانسیلی معادلات دینامیک سیال
  - آنالیز ابعادی معادلات دینامیک سیال
  - جریان با رینولدز بالا
- **جریان غیرقابل تراکم و غیرلزج**
  - سرعت دورانی، چرخش و گردش

- نرخ تغییر چرخش و تئوری کلوین
- جریان غیرچرخشی و پتانسیل سرعت
- شرایط مرزی و بینهایت
- معادله برنولی برای فشار
- نواحی ساده و چندگانه متصل
- یکتایی پاسخ
- مشخصات گردابه
- گردابه‌ی دوبعدی
- قانون بیوت-ساوارت
- سرعت القایی توسط خط گردابه‌ی مستقیم
- معادله جریان

- **پاسخ عمومی معادلات جریان غیرقابل تراکم و پتانسیل**
  - برقراری مسئله جریان پتانسیل
  - پاسخ عمومی بر پایه تئوری گرین
  - خلاصه‌ای بر روش حل جریان پتانسیل - حل ابتدایی چشمه، چاه، دوگانه و گردابه
  - قانون جمع آثار و اثر آیینه‌ای
- اغتشاشات جزئی جریان حول بال سه بعدی
- جریان با اغتشاشات جزئی حول ایرفویل دو بعدی
- حل دقیق با متغیرهای مختلط
- روشهای اغتشاشات و حل آن

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۲۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز **چ)**

فهرست منابع پیشنهادی:

1. Anderson J., "Fundamentals of Aerodynamics", McGraw Hill, 2017.
2. Katz J., Plotkin A., "Low-speed Aerodynamics", Vol. 13, Cambridge university press, 2001.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	آیرودینامیک ماورای صوت		
عنوان درس به انگلیسی:	Hypersonic Aerodynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با فیزیک جریان هوا در محدوده‌ی سرعت‌های ماورای صوت و روشهای حل آن

اهداف ویژه:

- شناخت فیزیک جریان
- شناخت معادلات حاکم و تئوری های مرتبط با جریان ماوراء صوت
- شناخت روش های برخورد با مسائل جریان ماورا صوت
- مطالعه و بررسی مسائل کاربردی

پ) سرفصل‌ها:

- اتمسفر ماورای صوت
- معادلات حاکم و روابط ماورای صوت
- تقریب در جریانهای غیرلزج ماورای صوت
- روشهای تقریبی و دقیق برای جریان
- تئوری لایه مرزی ماورای صوت
- برهمکنش لزج ماورای صوت
- تجهیزات و لوازم اندازه‌گیری تست تجربی ماورای صوت
- ملاحظات طراحی حامل ماورای صوت
- جریانهای لزج دما بالا و راهبردهای حل

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	... درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Anderson J.D., “Hypersonic and High Temperature Gas Dynamics”, McGrawHill, 1989.
2. Bertin J.J., “Hypersonic Aerothermodynamics”, AIAA Education Series., Washington DC, 1994.
3. Hayes W.D., Probstein R.F., “Hypersonic Flow Theory”, Academic Press, New York, 1959.
4. Ernst Heinrich Hirschel, “Basics of Aerothermodynamics”, SpringerVerlag Berlin, 2005.
5. Hankey W.L., “Reentry Aerodynamics”, AIAA Education series, Washington DC, 1988.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	آیرودینامیک ملخ و پروانه		
عنوان درس به انگلیسی:	Fan and Propeller Aerodynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	آیرودینامیک	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط باآمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مباحث و تئوری های مرتبط با طراحی آیرودینامیک ملخ ها (Propeller) و پروانه ها (Fan) است. با توجه به گستره ی کاربرد این وسیله های آیرودینامیکی، آشنایی و تخصص در حوزه طراحی، توسعه و بهبود عملکرد این تجهیزات بسیار مهم و کاربردی است. همچنین، آشنایی با الزامات مختلف طراحی این وسیله با توجه به تنوع کاربرد از اهداف این درس می باشد.

اهداف ویژه:

- آشنایی با نظریه های آیرودینامیکی در خصوص طراحی ملخ ها پروانه ها
- تحلیل جریان در این وسایل
- آشنایی با نرم افزارهای شبیه سازی و تحلیل این وسایل
- انجام یک پروژه در خصوص طراحی/ یا بهینه سازی یک فن یا پروانه با هدف و قیود خاص

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر آیرودینامیک
- مفاهیم فیزیکی و پدیده ها
- تئوری ملخ
- معرفی پارامترهای عملکردی ملخ
- مدلسازی ملخ و پروانه
- آشنایی با نرم افزارها – شبیه سازی ملخ و پروانه
- مباحث مرتبط با تست و ارزیابی
- نویز در ملخ و پروانه
- پروانه های های مقید به داکت
- توربوپراپ، توربوفن، و پراپ فن (ساختار و روند توسعه)
- مروری بر کاربردهای دریایی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	- درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Corson Jr, B. W., A Review of propeller theory, In NACA: Univ. Conf. on Aerodyn, 1948.

2. Anon., Hamilton Standard Propeller Efficiency Charts (a.k.a.Redbook), PDB 6101.

3. Geer, D., Propeller Handbook: The Complete Reference for Choosing, Installing and Understanding Boat Propellers, International Marine, Maine, USA, 152, 1989.

4. Falk, K. H., Aircraft propeller handbook, 1943.

5. Bose, T. Propeller Aerodynamics. In: Airbreathing Propulsion. Springer Aerospace Technology. Springer, New York, NY, 2012.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

<table>
<tr><td colspan="2">الف) عنوان درس به فارسی:</td><td colspan="3">آیرودینامیک هواپیما</td></tr>
<tr><td colspan="2">عنوان درس به انگلیسی:</td><td colspan="3">Aircraft Aerodynamics</td></tr>
<tr><td colspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td><td colspan="3">مبانی آیرودینامیک</td></tr>
<tr><td colspan="2">دروس هم‌نیاز:</td><td colspan="3">ندارد</td></tr>
<tr><td rowspan="2">تعداد واحد:</td><td rowspan="2">۳</td><td rowspan="2">نظری</td><td colspan="2">نوع درس و واحد</td></tr>
<tr><td>تخصصی اختیاری ■</td><td>نظری-عملی □</td></tr>
<tr><td rowspan="2">تعداد ساعت:</td><td rowspan="2">۴۸</td><td rowspan="2">نظری</td><td>تخصصی الزامی □</td><td>عملی □</td></tr>
<tr><td>رساله □</td><td>پایه □</td><td>نظری ■</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">وضعیت آمایشی/مأموریتی درس</td><td colspan="2">مرتبط باآمایش/مأموریت</td><td>مرتبط با مأموریت/آمایش</td></tr>
<tr><td colspan="2">موسسه نیست □</td><td>موسسه است ■</td></tr>
</table>

ب) هدف کلی: آشنایی با

- معادلات بنیادی که آیرودینامیک ایرفویل ها و بال ها
- معادلات توصیف کننده رفتار گازها
- هدف و بهره برداری از تونل های باد مافوق صوت و مافوق صوت
- رشته دینامیک سیالات محاسباتی و نحوه استفاده از آن برای شبیه سازی جریان در مورد وسایل نقلیه هوافضا
- خواص آیرودینامیکی ایرفویل ها و بال ها برای جریان های مافوق صوت و مافوق صوت
- آشنایی کلی با آیرودینامیک بخش های مختلف هواپیما اعم از بال، بدنه، ورودی هوا و ....
- جریان ویسکوز، شامل هر دو آرام و آشفته، در مورد آیرودینامیک ساده

اهداف ویژه:

- نگاه تخصصی تر دانشجویان به آیرودینامیک با کاربرد در هواپیما
- آشنایی با ابزارهای مختلف تحلیل جریان های آیرودینامیکی
- ایجاد نگاه تخصصی به آیرودینامیک هواپیما با ساختارهای مختلف
- آشنایی با تحلیل جریان در رژیم های سرعت مختلف
- آشنایی با ابزارهای تست و ارزیابی آیرودینامیکی بخش های مختلف هواپیما مانند تونل باد زیرصوت و مافوق صوت

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه و تاریخچه
- بررسی اجمالی سمینار آیرودینامیک و تعریف موضوع پروژه
- تشریح معادلات پیوستگی، مومنتوم و انرژی در آیرودینامیک
- سرعت صوت، اندازه گیری سرعت هوا
- ملاحظات اضافی، جریان مافوق صوت، تراکم پذیری
- لایه های مرزی جریان لزج، آرام و آشفته
- اثرات تراکم پذیری، انتقال، جداسازی
- نامگذاری، برآ، پسا و داده های ایرفویل
- بال های بینهایت در مقابل بالهای محدود، ضریب فشار، تصحیح تراکم پذیری
- عدد ماخ واگرایی ، پسای موجی، قانون مساحت
- بال های محدود، کشش القایی، شیب منحنی برآ، بال های دارای سوییپ
- فلپ ها، آیرودینامیک سیلندرها و کره ها، تولید برآ
- آیرودینامیک بدنه (انتخابی)
- آیرودینامیک بال های مثلثی (انتخابی)
- آیرودینامیک بال های الماسی (انتخابی)
- آیرودینامیک سرعت بالا (انتخابی)
- آیرودینامیک زوایای حمله بالا (انتخابی)
- مقدمه ای بر چالش های آیرودینامیک گذرصوت

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون میان‌ترم در نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه تحقیقاتی درس	صفر درصد

سایر موارد در صورت نیاز قید- شود.

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Introduction to Flight; 8th Edition, Anderson, John D., McGraw-Hill, 2016.
2. Mech 481/581 Aerodynamics of Aircraft I, Primus Custom rinting, 2008. ISBN 9780070735064
3. The required course text is: Aerodynamics ofAircraft I, McGraw-Hill Primis Custom Printing, 2008. ISBN: 9780070735064.
4. Anderson, John D. Jr., Fundamentals of Aerodynamics, 5th Edition, McGraw-Hill, 2007.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**آیرودینامیک ورودی**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Intake Aerodynamics**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**آیرودینامیک مافوق صوت**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با ورودی های هوای مادون و مافوق صوت، آشنایی با تنوع ساختاری آنها، آشنایی با ملاحظات طراحی ورودی های هوا، آشنایی با روش های تحلیل جریان در ورودی های هوایی با ساختارهای مختلف، آشنایی با پدیده ها و ملاحظات فیزیکی ورودی هوا.

اهداف ویژه:

انتظار می رود دانشجویان پس از گذراندن این درس:

- با انواع ورودی های هوا در رژیم های مختلف سرعت و با ساختارهای مختلف آشنا شده باشند.
- توانایی تحلیل جریان ورودی هوا با کاربردهای مختلف را داشته باشند.
- با هدف بررسی چالش ها و نگاهی به آینده یک سمینار تخصصی در میان ترم در خصوص فناوری ها و طراحی های جدید بکارگرفته شده در ورودی های هوا ارائه دهند.
- با نرم افزارهای تجاری مرتبط با طراحی ورودی هوا آشنا شده و یک پروژه کاربردی به عنوان پروژه پایان ترم درس انجام دهند.

پ) سرفصل‌ها:

- **اصول بنیادی**
  - مقدمه ای بر ورودی های هوا
  - موتور جت و آیروترمودینامیک هواپیما
- **مفاهیم و تعاریف در خصوص ورودی هوا**
  - جریان تراکم پذیر داخلی
  - پارامترهای عملکرد ورودی
  - آئروترمودینامیک مصرفی
  - ورودی هوای زیر صوت
  - ورودی های هوای مافوق صوت
    - تراکم داخلی
    - تراکم خارجی
    - تراکم ترکیبی
- **پسای ورودی**
- **پدیده های مرتبط با ورودی**
  - لایه مرزی و جداسازی
  - SBLI
  - پدیده باز (Buzz)
  - مشکل شروع / راه اندازی
- روش‌ها و ملاحظات تجربی (انتخابی)
- برخی از ملاحظات طراحی (انتخابی)

- برخی نکات شبیه سازی عددی (انتخابی)
- طرح‌ها و مفاهیم جدید ورودی (انتخابی)

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد
پروژه	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Mechanics and Thermodynamics of Propulsion, Philip G. Hill and Carl R. Peterson, 1992.
2. Supersonic Inlets, Ione D. V. Faro - AGARD – 1965.
3. Intake Aerodynamics, J. Seddon and E. L. Goldsmith, 1985.
4. Elements of Propulsion: Gas Turbines and Rockets, Second Edition, Jack D. Mattingly and Keith M. Boyer, 2016.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	پردازش موازی		
عنوان درس به انگلیسی:	Parallel Processing	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ (نظری)	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ (نظری)	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف اصلی از پردازش موازی انجام محاسبات یا طراحی مدارهای «تپنده» به‌کمک چندین پردازنده‌ی کوچک یا بزرگ است تا بتوان کارایی و تسریع بالایی را کسب کرد.

اهداف ویژه:

دانش‌جویان در این درس، با مباحث نظری پردازش موازی و طراحی و تحلیل الگوریتم‌های موازی بر روی معماری‌های موازی مختلف و نیز مدل انتزاعی «پی‌رم» آشنا می‌شوند و نیز با برنامه‌نویسی موازیِ مبتنی بر پردازنده‌های گرافیکی GPU، مدل «نگاشت-کاهش« و «چندریسه‌ای» آشنا می‌شوند و کار عملی انجام می‌دهند.

پ) سرفصل‌ها:

- **معرفی**
  - نیاز به پردازش موازی
  - انواع سیستم‌ها و پردازش موازی و واژه‌های علمی مورد استفاده
  - موانع پردازش موازی
  - پیچیدگی محاسبات موازی و رده‌ی NC
- **آشنایی با الگوریتم‌های موازی**
  - چند مسئله‌ی ساده (انقباض موازی، محاسبه‌ی پیشوندی موازی، مرتب‌سازی، داده‌پراکنی)
  - چند معماری موازی (آرایه‌ی خطی، توری، ساختار درختی، گراف کامل)
  - حل مسئله‌های فوق بر روی هر ساختار و تحلیل آن (کران پایین الگوریتم‌ها)
  - آشنایی با» سیستم‌های تپنده (systolic) «و چند مسئله‌ی ساده (عملیات حسابی، محاسبات بیتی و کلمه‌ای، کانولوشن)
- **مدل پی‌رَم (PRAM) و الگوریتم‌های پایه‌ای**
  - تعریف و فرضیات مدل پی‌رم
  - حل چند مسئله و تحلیل (داده‌پراکنی، انقباض و پیشوند موازی، ترتیب عناصر در لیست، ضرب ماتریس‌ها)
  - مسائل دیگر (انتخاب موازی، مرتب‌سازی، پوسته‌ی محدب نقاط)
- **الگوریتم‌های موازی در سطح مدار**
  - قضیه‌ی retiming برای تبدیل مدارها و الگوریتم‌های هم‌گام به تپنده: استفاده از این قضیه در مسئله‌ی حل معادلات خطی، اجزای همبند و بستار تراگذری
  - شبکه‌های مرتب‌ساز (Batcher، زوج-فرد)
  - جست‌وجو و عملیات بر روی فرهنگ‌داده‌ای
  - محاسبات پیشوندی، FFT
- **الگوریتم‌های موازی مبتنی بر توری**
  - الگوریتم‌های مرتب‌سازی: Shearsort
  - الگوریتم‌های پردازش تصویر و هندسه‌ی محاسباتی

- مسیردهی بسته‌ها (packet routing)
- عملیات ماتریسی (حل معادلات خطی)
- الگوریتم‌های گراف

- **معماری‌های با قطر کم (خانواده‌ی فوق مکعب)**
  - ساختارهای» توری از درخت‌ها»، ابرمکعب، پروانه‌ای، برش‌تعویض
  - جادهی ساختارهای ساده در فوق مکعب
  - الگوریتم‌های مختلف (مرتب‌سازی، ماتریسی، ...)
  - الگوریتم‌های گراف
  - مسیردهی و داده‌پراکنی
  - الگوریتم‌های نرمال بر روی این ساختارها
  - شبیه‌سازی الگوریتم‌های موازی از یک مدل به مدل دیگر
- **مدل نگاشت-کاهش مبتنی بر GPU**
- **برنامه‌سازی چندریسه‌ای**

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	... درصد
آزمون پایان نیم‌سال	... درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد

سایر موارد در صورت نیاز قید- شود.

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. F.T. Leighton. Introduction to Parallel Algorithms and Architectures: Arrays, Trees, Hypercubes. Morgan Kaufmann, 1992.
2. B. Parhami. Introduction to Parallel Processing: Algorithms and Architectures. Plenum Press, 2000.
3. D.B. Kirk and W.W. Hwu. Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach. 2nd edition, Morgan Kaufmann, 2012. (supplementary text for multicore programming in CUDA.)
4. T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, and C. Stein (CLRS). Introduction to Algorithms. 4th edition, MIT Press, 2022.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**ترموآکوستیک**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Thermoacoustics**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**نظری**	**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**رساله** ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			**مرتبط با آمایش/مأموریت** **موسسه نیست** ☐ **مرتبط با مأموریت/آمایش** **موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

ارائه درک جامعی از پدیده های ترموآکوستیک، از جمله اصول، مدل سازی ریاضی، تکنیک های آزمایشی، و کاربردهای عملی سیستم های ترموآکوستیک

اهداف ویژه:

- شناخت دانشجویان از فیزیک و مبانی ترموآکوستیک
- آشنایی با پدیده های ترموآکوستیک
- قوانین و معادلات حاکم
- بررسی مسائل کاربردی

پ) سرفصل‌ها:

- **کلیات و مقدمه**
  - اثر ترموآکوستیک
  - کاربردها
- **امواج**
  - آکوستیک بدون اتلاف؛ رزوناتورهای ایده‌آل
  - اثرات لزجت و دما در کانال‌های بلند
  - ترموآکوستیک در لایه مرزی غیرلزج
  - ترموآکوستیک عمومی (ریاضیات و ایده‌ها)
- **توان**
  - توان آکوستیک
  - توان کل (امواج رونده و امواج ایستا)
  - مروری بر روش محاسباتی
- **بازده**
  - کار گم‌شده و تولید انتروپی
  - اگزرژی
- **ابزارها و ماشین‌های ترموآکوستیک**
  - موتور ترموآکوستیک
  - یخچال ترموآکوستیک
- **مباحث جانبی در ترموآکوستیک**
  - ترموآکوستیک و آشفتگی
  - اثرات ورودی و اتصال بر ترموآکوستیک
  - پدیده استریمینگ (streaming)

- استریمینگ گدون
- استریمینگ اولسون
- استریمینگ لوله جت
- استریمینگ تعمدی

- **ناپایداری ترموآکوستیک**
  - مقدمه‌ای بر ناپایداری ترموآکوستیک و عواقب آن
  - مکانیزم‌های مؤثر بر ناپایداری ترموآکوستیک
  - مکانیزم‌های میراکننده ناپایداری ترموآکوستیک
  - نوسانات آکوستیک حاصل از احتراق ناپایا
  - لزوم توصیف غیرخطی
  - عوامل غیرخطی در سیستم ترموآکوستیک
  - تحلیل پایداری ترموآکوستیک: تفاوت رهیافت سیستم‌های آکوستیکی و دینامیکی
  - چرخه‌های خارج از حد
  - ناپایداری آکوستیکی در محفظه‌های احتراق آشفته
  - گذار به ناپایداری آکوستیکی در جریان واکنشی آشفته

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1- Rott N., “Thermoacoustics”, Advances in applied mechanics, 20, pp.135-175, 1980.
2- Sujith R.I., Pawar S.A., “Thermoacoustic Instability”, Springer Series in Synergetics, 2021.
3- Jiang H., “Thermoacoustic Tomography”, IOP Publishing 2020.
4- Li L.K., “Thermoacoustic Instability: A Complex Systems Perspective (Springer Series in Synergetics), By RI Sujith and SA Pawar, Springer Nature, 2021. 467 pp.
5- Swift G.W., “Thermoacoustic Engines and Refrigerators: A Short Course (No. LA-UR-99-895). Los Alamos National Lab.(LANL), Los Alamos, NM (United States), 1999.
6- Steinert R., “Effect of Noise on a Model Thermoacoustic System at Its Stability Boundary”, pp. 15-37, Berlin, Germany: Springer Spektrum, 2016.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	ترمودینامیک پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Termodynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف از این درس فراگیری خواص ترمودینامیکی مواد و قوانین ترمودینامیک است.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مباحث ترمودینامیک به‌عنوان مبانی مباحث رشته جلوبرندگی
- شناخت قوانین، اصول و معادلات حاکم
- بررسی موضوع از نگرش های دیگر مانند دیدگاه های آماری
- بررسی مسائل کاربردی و شناخت کاربردهای واقعی

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر قوانین ترمودینامیک**
  - یادآوری قوانین ترمودینامیک
  - تعریف تابع همگن
  - بیان تئوری اویلر
  - بیان postulate های اول و دوم و سوم و چهارم ترمودینامیک
  - تعریف و بیان معادلات اساسی انرژی
  - بیان معادلات اساسی آنتروپی
  - بیان رابطه گیبس-دوئم
- **تعادل**
  - تعریف تعادل دمایی، مکانیکی و شیمیایی
  - تعریف فرآیند شبه‌پایدار
  - تعریف منبع کار برگشت‌پذیر
  - تعریف منبع گرمای برگشت‌پذیر
  - بیان فرآیندهای حدکاثر کار
  - بیان اصل مینیمم انرژِ در حالت تعادل
  - بیان اصل ماکزیمم آنتروپی در حالت تعادل
  - رابطه بین خواص متمرکز و گسترده
  - فرآیند و پروسه‌های ترمودینامیکی
  - موتور ترمودینامیک

- **تبدیل لژاندر**
  - تبدیل لژاندر
  - بیان تتابع گیبس
  - تابع هلموهلتز
  - تابع آنتالپی
  - بیان تابع لژاندر
  - بیان تعمیم یافته ماسیو
  - بیان اصل مینیمم تابع پتانسیل هلموهلتز 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 آنتروپی
- **مخلوط‌ها و محلول‌ها**
  - مقدمه‌ای بر مخلوط‌های واقعی
  - معادله حالت گاز واقعی
  - ویژگی‌های مولی جزئی
  - تعریف فراگیر تابع فوگسیتی
  - فوگسیتی یک مخلوط و رابطه آن با ویژگی‌های دیگر ترمودینامیکی
  - محلول ایده‌آل
  - قانون لوئیس-راندل
- **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
  - تعادل کم پایدار
  - تعادل شیمیایی
  - واکنش‌های هم‌زمان
  - یونیزه شدن
- **اگزرژی(قابلیت کاردهی)**
  - آنالیز اگزرژی
  - اصل افزایش آنتروپی

- بازده قانون دوم
- محاسبه اگزرژی مخلوط همگن
- محاسبه اگزرژی برای مخلوط گاز و بخار (هوا)

- **ترمودینامیک آماری**
  - مقدمه‌ای بر احتمال
  - تعریف ترمودینامیک آماری
  - تعریف سطح انرژی و degeneracy
  - بیان مدل بلتزمن
  - مدل بوز-انیشتین
  - مدل فرمی-دیراک
  - بیان بیشترین احتمال حالت ماکرو
  - بیان انرژِ جنبشی لنتقالی برای گاز ایده‌آل
  - بیان قانون اول و دوم ترمودینامیک از دیدگاه ترمودینامیک آماری
  - بیان مفهوم آنتالپی از دیدگاه ترمودینامیک آماری
  - بیان آنتروپی، تابع گیبس، تابع هلموهلتز از دیدگاه آماری

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	- درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Callen H.B., "Thetmodynamics and an Hntroduction to Thermostatics," 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York 1985.
2. Bejan A., "Advanced Engineering Thermodynamics", John Wiley & Sons, 1988.
3. Hsieh J.S., "Principles of Thermodynamics", McGraw Hill, 1978.
4. Sonntag R.E., Van Wylen G.J., "Fundumentals of Statiscal Thermodynacs", John Wiley & Sons,1966.
5. Desmond E. Winterbone, Ali Turan, Advanced Thermodynamics for Engineers, Elsevier , 2015.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	توربوماشین پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Turbomachinary	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

فراگیری مفاهیم اصلی حاکم بر طراحی توربوماشین‌ها، تحلیل ابعادی انواع جریانهای رایج در توربوماشین‌ها، شناخت اصول طراحی مجراهای توربین و کمپرسور، طراحی توربین و کمپرسور جریان محوری، طراحی پمپ، فن و کمپرسور گریز از مرکز و توربین شعاعی و آشنایی با انواع توربین‌های هیدرولیکی

اهداف ویژه:

- حاکم بر طراحی توربوماشین‌ها، تحلیل ابعادی انواع جریانهای رایج در توربوماشین‌ها
- اصول طراحی مجراهای توربین و کمپرسور
- طراحی توربین و کمپرسور جریان محوری
- طراحی پمپ، فن و کمپرسور گریز از مرکز و توربین شعاعی
- با انواع توربین‌های هیدرولیکی

پ) سرفصل‌ها:

- **کلیات و مقدمه**
  - تعریف توربوماشین
  - دستگاه مختصات
  - قوانین بقا و ترمودینامیک
  - معادله برنولی
  - خواص ترمودینامیکی سیالات
  - روابط حاکم بر گازهای کامل تراکم‌پذیر
  - تعریف بازدهی
  - نایقینی ذاتی جریان در توربوماشین‌ها
- **تحلیل ابعادی**
  - مقدمه و تعاریف
  - تحلیل ابعادی و قوانین عملکرد
  - تحلیل جریانهای تراکم‌ناپذیر
  - مشخصات عملکردی ماشین‌های سرعت پایین
  - تحلیل جریانهای تراکم‌پذیر
  - مشخصات عملکردی ماشین‌های سرعت بالا
  - سرعت مشخصه و قطر مشخصه
  - کاویتاسیون
- **مجرای دوبعدی**
  - هندسه مجرا (cascade): پروفیل‌های کمپرسور و توربین

- مشخصات جریان در مجراها (لوله جریان، پارامترهای عملکرد، توزیع سرعت پره)
- تحلیل نیروهای مجرا (نیروی برا و پسا، ضرایب برا و پسا و محاسبه آن‌ها)
- مجرای کمپرسور (افت کمپرسور و بارگذاری پره، انحراف جریان، زاویه برخورد، تحلیل مجرای تراکم‌ناپذیر، اثر عدد ماخ)
- مجرای توربین (افت توربین، زاویه خروج و بار حدی توربین)
- تحلیل محاسباتی مجراها

- **توربین‌های جریان محوری**
  - مقدمه و تعاریف
  - مثلث سرعت‌ها در یک مرحله از توربین جریان محوری
  - پارامترهای طراحی یک مرحله (stage) از توربین
  - ترمودینامیک یک مرحله از توربین
  - توربین‌های چند مرحله‌ای
  - افت‌ها و بازده یک مرحله
  - طراحی اولیه توربین محوری
  - انواع توربین‌ها
  - بازده نقطه طراحی یک مرحله توربین
  - خنک‌کاری توربین
- **کمپرسورها و فن‌مجراهای جریان محوری**
  - مقدمه و تعاریف
  - تحلیل یک مرحله از کمپرسور
  - مثلث سرعت‌ها در یک مرحله از کمپرسور
  - ترمودینامیک یک مرحله از کمپرسور
  - افت‌ها و بازده یک مرحله
  - طراحی اولیه کمپرسور محوری
  - کمپرسورهای چند مرحله‌ای
  - عملکرد خارج از نقطه طراحی
  - پدیده‌های واماندگی و خفگی در کمپرسور
  - فن‌های مجرایی سرعت پایین
- **پمپ‌ها، فن‌ها و کمپرسورهای گریز از مرکز**
  - مقدمه و تعاریف
  - تحلیل ترمودینامیکی یک کمپرسور گریز از مرکز
  - محدودیت‌های سرعت ورودی
  - طراحی ورودی پمپ
  - طراحی ورودی کمپرسور
  - ضریب لغزش
  - افزایش هد در کمپرسور گریز از مرکز
  - عملکرد کمپرسورهای گریز از مرکز
  - سیستم دیفیوزر
  - پدیده خفگی در یک مرحله از کمپرسور
- **توربین‌های گاز جریان شعاعی**
  - مقدمه و تعاریف
  - تحلیل ترمودینامیکی یک توربین گریز از مرکز
  - طراحی اولیه روتور
  - بازده نقطه طراحی اسمی
  - پره‌های حلزونی و استاتور

- طراحی بهینه و ملاحظات

- **توربین‌های هیدرولیکی**
  - مقدمه و تعاریف
  - انواع توربین‌های هیدرولیکی
  - توربین پلتون
  - توربین‌های عکس‌العملی
  - توربین فرانسیس
  - توربین کاپلان
  - تاثیر اندازه بر بازده توربوماشین
  - کاویتاسیون در توربین‌های هیدرولیک

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. شیرانی، توربوماشینها، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، چاپ ششم، ۱۳۹۲.

۲. ن. منتظرین، توربوماشینها، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ۱۳۷۸.

3. Dixon S.L., "Fluid Mechanics, Thermodynamics of Turbomachinery", 7th Edition, Elsevier Butterworth- Heinemann Publisher, 2013.

4.Wilson D.G., "The Design of High-Efficiency Turbomachinery and Gas Turbines", 2nd Edition, MIT press, 2014.

5. Logan J.E., "Turbomachinery: Basic Theory and Applications, CRC press, 2013.

6. Gorla R.S., Khan A.A., "Turbomachinery: Design and Theory", CRC Press, 2003.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	تولید شبکه محاسباتی		
عنوان درس به انگلیسی:	Computational Grid Generation		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف از این درس، آموزش مبانی تولید ناحیه محاسباتی (Computational Domain) و شبکه محاسباتی (Computational Grid) به دانشجویان تحصیلات تکمیلی است.

اهداف ویژه:

- آشنایی با انواع روشهای تولید هندسه
- الگوریتم های مختلف تولید شبکه
- پیاده سازی در مسائل ساده و شناخته شده
- بررسی مسائل کاربردی و واقعی

پ) سرفصل‌ها:

- مفاهیم اساسی تولید شبکه در CFD
- اصول مدلسازی هندسی دوبعدی
- شبکه های باسازمان دوبعدی
- اصول مدلسازی هندسی سه بعدی
- شبکه های باسازمان سه بعدی
- شبکه های بی سازمان
- شبکه های تطبیقی
- موضوعات پیشرفته در تولید شبکه محاسباتی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	... درصد
آزمون پایان نیم‌سال	... درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد

سایر موارد در صورت نیاز قید- شود.

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Liseikin, Vladimir D. Grid generation methods. Vol. 1. Berlin: Springer, 1999.
2. Knupp, Patrick, and Stanly Steinberg. Fundamentals of grid generation. CRC press, 2020.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	تئوری انرژی جنبشی گازها		
عنوان درس به انگلیسی:	Gas Kinetic Theory	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

در این درس، دانشجویان با مبانی تئوری انرژی جنبشی گازها آشنا خواهند شد. معادله بولتزمن به عنوان معادله حالت پایه سیال ارائه خواهد شد. روش چپمن-انسگوک و ضرایب انتقال بحث خواهد شد. روشهای ممان و کاربرد آنها در استخراج معادلات حاکم ارائه خواهد شد. همچنین گازهای چند اتمی، گازهای متراکم و مخلوط گازها از منظر تئوری انرژی جنبشی گازها مطرح و بحث خواهد شد.

اهداف ویژه:

- ارائه مبانی تئوری انرژی جنبشی گازها
- آشنایی با معادله بولتزمن و تفسیر ترمهای آن
- آشنایی با بیان چپمن- انسگوک برای ضرایب انتقال
- تبیین مخلوط گازها از منظر تدوری انرژی جنبشی گازها

پ) سرفصل‌ها:

- **مبانی تئوری انرژی جنبشی گازها**
  - ساختار مولکولی گاز
  - حرکت براونی
  - دینامیک برخورد دوتایی
- **معادله بولتزمن**
  - معادله بولتزمن
  - دنباله BBGKY
  - معادله انتقال
  - خواص ماکروسکوپیک
  - تعریف حالت تعادل
  - انتروپی و شار انتروپی
  - تئوری H
  - صور مختلف انتروپی
- **روش چپمن-انسگوک**
  - ترمودینامیک تک سیال
  - فرم ساده شده روش چپمن-انسگوک
  - روش چپمن-انسگوک
  - مدل BGK
  - روشهای ممان
- **گازهای چند اتمی**
  - برخی خواص گازهای چند اتمی

- مدلهای نیمه کلاسیک
- مدلهای کلاسیک

- **گازهای متراکم**
  - معادله حالت حرارتی
  - گاز متراکم انسگوک
  - معادله انسگوک اصلاح شده
- **مخلوط گازهای تک اتمی**
  - بولتزمن و معادلات انتقال
  - توصیف ماکروسکوپیک
  - ترمودینامیک مخلوط سیالات
  - تابع توزیع تعادلی
  - حالات تعادل
  - قانون نویر-استوکس
  - مخلوطهای دوتایی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	- درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Kremer, Gilberto M. An introduction to the Boltzmann equation and transport processes in gases. Springer Science & Business Media, 2010.
2. Chapman, Sydney, and Thomas George Cowling. The mathematical theory of non-uniform gases: an account of the kinetic theory of viscosity, thermal conduction and diffusion in gases. Cambridge university press, 1990.
3. Joel H. Ferziger, and H. G. Kaper. Mathematical Theory of Transport Processes in Gases. Elsevier Science Publishing Co Inc., 1972.
4. Sone, Yoshio, and Y. Sone. Kinetic theory and fluid dynamics. Boston: Birkhäuser, 2002.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	تئوری جریانهای گذار		
عنوان درس به انگلیسی:	Transient Flow Theories	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

ارائه یک درک جامع از جنبه های نظری، محاسباتی، و تجربی ناپایداری جریان، گذار، و آشفتگی، با تمرکز بر اصول اساسی و کاربردهای عملی و مهندسی

اهداف ویژه:

- مفاهیم اساسی مربوط به اصول ناپایداری و گذار جریان و پدیده های کلیدی مرتبط
- کسب مهارت در روش های ریاضی و محاسباتی مورد استفاده برای تحلیل و پیش بینی ناپایداری و گذار جریان
- نقش اثرات غیرخطی، مانند انشعاب Hopf و تجزیه متعامد مناسب، در ناپایداری جریان

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی ناپایداری و گذار
- محاسبه جریانهای گذار و آشفته
- ناپایداری و گذار در جریان
- عبور از گذار: تئوری، محاسبات و آزمایش
- جبهه و انتقال موج مکانی-زمانی
- اثرات غیرخطی: انشعاب چندکانه Hopf Bifurcation و تجزیه متعامد مناسب
- پایداری و گذار جریانهای همرفتی مختلط
- ناپایداری جریانهای سه بعدی
- تجزیه و تحلیل و طراحی ایرفویل‌های جریان آرام طبیعی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	-درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان و کوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Boiko, A.V., Dovgal, A.I., Kozlov, V.V., & Mischenko, A.V., Instability and Transition. Springer-Verlag, 2002.
2. Gatski, T. B., & Bonnet, J. P., Transitional and Turbulent Compressible Flows. Springer, 2009.
3. Glendinning, P., Stability, Instability and Chaos: An Introduction to the Theory of Nonlinear Differential Equations. Cambridge University Press, 1994.
4. Fasel, H. F., & Saric, W. S. (Eds.)., Laminar-Turbulent Transition. Springer, 2000.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	تئوری لایه مرزی		
عنوان درس به انگلیسی:	Boundary layer theory	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم جریان آشفته و روشهای تحلیل آن

اهداف ویژه:

- جریان آشفته و روشهای تحلیل آن
- معادلات حاکم
- رهیافت های مختلف حل جریان های لزج
- حل جریان در شرایط مرزی مختلف
- بررسی مسائل شناخته شده و پرکاربرد

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر جریان سیال لزج**
  - معرفی قضایای جریان لزج
  - اثبات معادله‌ی ناویر- استوکس
- **حل معادلات انتگرالی برای جریان سیال آرام**
  - استخراج معادله‌ی انتگرالی مومنتوم
  - روش پل هاوزن
  - روش توایتز-والز
  - جریان با مکش و دمش
- **حل معادلات دیفرانسیلی بری جریان سیال آرام**
  - معادله بقای جرم – معادله پیوستگی
  - معادله بقای مومنتوم
  - مدل‌سازی تنش برشی آرام
  - معادله مومنتوم برای جریان آرام
- **حل دقیق و عددی برای جریان سیال آرام**
  - جریانهای موازی پایا و ناپایا
  - حل‌های تشابهی برای میدان سرعت، معادله سرعت پایین انرژی، تزریق سیال خارجی، جریان غیرنیوتونی
- **لایه مرزی تراکم پذیر آرام**
  - دمای دیواره‌ی آدیاباتیک
  - روش دمای مرجع
  - روشهای انتگرالی برای جریان تراکم پذیر

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Schetz J.A., Bowersox R.D.W., “Boundary Layer Analysis”, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2011.
2. Schlichting H., Kestin J., “Boundary Layer Theory”, Vol. 121. New York: McGraw-Hill, 2017.
3. . Frank W.M., “Fluid Mechanics”, 8th edition, 2022.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	جریان سیال در محیط متخلخل		
عنوان درس به انگلیسی:	Fluid Flow in Porous Environment		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		پایه ☐ / نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		تخصصی الزامی ☐ / عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ■ / نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			مرتبط باآمایش/مأموریت موسسه نیست ☐ / مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

جریان محیط متخلخل و معرفی ابزارهای تئوریکی مختلف برای مشخصه‌بندی و پیش‌بینی جریان بدست‌آمده به صورت کلی مرور می‌شود.

اهداف ویژه:

- درک کاملی از مفاهیم کلیدی مانند نفوذپذیری، تخلخل، و اشکال مختلف توصیف محیط متخلخل
- درک و محاسبه عدد رینولدز برای محیط متخلخل و معادلات مرتبط مانند معادله کسینوس کارمان و ارگون
- درک مکانیسم های انتقال سیالات از طریق محیط متخلخل
- آشنایی با جابجایی غیرقابل اختلاط، پیوستگی جرم دو فازی، فشار مویرگی، و مدل‌های مفهومی نفوذپذیری و اشباع نسبی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه، نفوذپذیری، تخلخل، فرم‌های مختلف مشخصه‌بندی
- قانون دارسی، پیوستگی جرم در دستگاه مختصات دکارتی و واستوانه‌ای، معادلات فشار
- عدد رینولدز برای محیط متخلخل، معادله کوزینی کارمن و ارگون
- مکانیزم‌های انتقال
- جابجایی غیرقابل اختلاط، پیوستگی جرم دو فاز، فشار مویرگی
- مدل‌های مفهومی نفوذپذیری و اشباع نسبی
- پیشروی جبهه اشباع در جریان دوفاز، تئوری باکلی لورت
- جابجایی قابل اختلاط، انتشار در محیط متخلخل، آزمایش رهگیری
- مقدمه‌ای بر پراکندگی تیلور آریس، رژیم‌های پراکندگی
- حرکت و گیرکردن ذرات ریز
- مقدمه‌ای بر جریان از محیط متخلخل تغییر شکل پذیر
- کاربردها

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکویز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Bear, J., Dynamics of Fluids in Porous Media, American Elsevier, 1972.
2. Dullien, F. A. L., Porous Media: Fluid Transport and Pore Structure, 2nd ed., Academic Press, 1992.
3. Sahimi, M., Flow and Transport in Porous Media and Fractured Rock: From Classical Methods to Modern Approaches, 2nd ed.,Wiley-VCH, 2011.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	جریان لزج پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Viscous Fluid Flow	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم و فیزیک جریان‌های لزج تراکم ناپذیر است. در این درس ضمن آشنایی با معادلات و روابط حاکم بر این نوع جریان‌ها، روش‌های تحلیل، مدلسازی بر اساس فرضیات و حل دقیق برخی مسائل ساده فراگرفته میشود. همچنین، ویژگی‌های لایه مرزی در جریان آرام و آشفته بررسی می‌شوند. پس از گذراندن این درس، دانشجو با ساده سازی جریانهای پیچیده، میتواند فهم عمیقی نسبت به جریان‌های لزج (مثل لایه مرزی) در حالتهای آرام و آشفته پیدا کند.

اهداف ویژه:

- فیزیک جریان‌های لزج تراکم ناپذیر
- معادلات و روابط حاکم بر این نوع جریان‌ها

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - بیان مفاهیم اولیه
  - دیدگاه‌های لاگرانژی و اویلری
  - تئوری انتقال رینولدرز
  - استخراج معادلات ناویر-استوکس
- **جریانهای مستقیم الخط یک بعدی پایا**
  - صفحه کوئت
  - جریان پوازی
- **جریانهای متقارن محوری پایا**
  - جریان هاگن-پوازی
  - جریان حلقوی فیلم نازک
  - جریان پایا بین دو سیلندر چرخان
- **جریانهای یک طرفه یک بعدی ناپایا**
  - جریان نزدیک یک صفحه که به طور ناگهانی حرکت داده می‌شود
  - جریان حاصل از یک صفحه نوسانی
  - جریان صفحه کوئت ناپایا
- **جریانهای مستقیم الخط دو بعدی پایا**
  - جریان درون مجرا مستطیلی
  - جریان درون مجرا مثلث متساوی الاضلاع

- جریان درون مجرای بیضوی

- **لایه مرزی آرام-۱**
  - معرفی
  - معادلات لایه مرزی
  - جریان عبوری از یک صفحه تخت
  - حل بلازیوس
  - حل‌های خودمتشابه
  - معادلات انتگرالی مومنتوم
- **لایه مرزی آرام-۲**
  - لایه مرزی با گرادیان فشار غیرصفر
  - جدایش لایه مرزی
  - ویک (Wake) پشت سیلندر دایروی
  - رهایی گردابه
- **جریانهای برشی آزاد**
  - حل خود متشابه برای جریانهای برشی آزاد
  - جریان در ویک (Wake) یک صفحه تخت
  - جریان برشی آزاد بین دو جریان متفاوت
- **تئوری پایداری**
  - معادله اور- سامرفیلد
  - جریان در ویک (Wake) یک صفحه تخت
  - تئوری رایلی
  - پاکت پایداری
  - تئوری اسکوایرز
  - پایداری چند جریان موازی ساده
- **جریان آشفته-۱**
  - میانگین رینولدز معادلات ناویر-استوکس
  - جریانهای آشفته داخلی و خارجی
  - فرضیه طول اختلاط پرانتل
  - پروفیل عمومی سرعت روی یک صفحه تخت
- **جریان آشفته-۲**
  - راه حل انتگرالی برای جریان لایه مرزی آشفته
  - استخراج مدل K
  - دیگر مدل‌های آشفتگی دو معادله‌ای

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۵ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰درصد
پروژه در نیم‌سال	... درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. White F.M., “Viscous Fluid Flow”, McGraw-Hill, 2011. ISBN: 0072402318.
2. Sherman F.S., “Viscous Flow”, McGraw-Hill College, 1990. ISBN: 0070565791.
3. Ockendon H., Ockendon J.R., “Viscous Flow”, Cambridge University Press,1995. ISBN: 9781139174206.
4. Schlichting H., Gersten K., “Boundary Layer Theory”, Springer-Verlag, 2000. ISBN-10: 3540662707.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	جریانهای چندفازی		
عنوان درس به انگلیسی:	Multi-Phase Flows	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با جریانهای چند فازی، انواع و کاربردها، مفاهیم مربوط، و الگوهای جریان

اهداف ویژه:

- شناخت مبانی و اصول
- شناخت معادلات حاکم
- شناخت حالت های خاص و کاربردهای جریان های چند فازی
- آشنایی با نحوه برخورد با مسائل این مبحث
- بررسی مثال های کاربردی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر جریانهای چند فازی، انواع و کاربردها، اصطلاحات معمول، الگوهای جریان و نگاشت الگوهای جریان
- جریان همگن پایای یک بعدی
- مفهوم پدیده‌های خفگی و جریان بحرانی
- مدل جریان جداشده پایای یک بعدی
- جریانی که در آن اثرات اینرسی غالب است، معادلات انرژی
- مدل جریان جداشده برای جریان لایه‌ای و حلقوی
- تئوری عمومی مدل شار رانش
- کاربرد مدل شار رانش برای جریان حبابی و راب
- هیدرودینامیک جریان جامد-مایع و گاز-جامد
- مقدمه‌ای بر جریان سه فاز
- تکنیک‌های اندازه‌گیری برای جریان چند فازی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکویز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Wallis G.B., One-Dimensional Two-Phase Flow, Dover Publications, 2020.
2. Hewitt G.F., Measurement of Two-Phase Flow Parameters, Academic Press, 1978.
3. Govier, Aziz, Flow of Complex Mixtures, 1977.
4. Butterworth and Hewitt, Two Phase Flow and Heat Transfer, 1977.
5. Hetsroni, Handbook of Multiphase systems, 1983.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	جریانهای میکرو و نانو		
عنوان درس به انگلیسی:	Microflows and Nanoflows	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با جریانهای مقیاس میکرو نانو، تفاوت‌های عمده آن‌ها با جریانهای مقایس بزرگ و شناخت روشهای مطالعه این نوع جریان‌ها

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم پایه جریانهای میکرو و نانو
- معادلات حاکم بر جریانهای میکرو و نانو
- روشهای تحلیلی و شبیه‌سازی عددی

پ) سرفصل‌ها:

- **مفاهیم و فناوری‌های پایه**
  - رژیم های جریان جدید در میکروسیستم‌ها
  - فرضیه پیوستگی
  - قدر مولکولی
  - رژیم های جریان مختلط
  - شواهد تجربی
  - پیشگامان
  - مدل سازی میکروجریان‌ها
  - مدلسازی نانوفلوها
  - شبیه سازی عددی در تمام مقیاس‌ها
  - شبیه سازی سیستم کامل میکروسیستم‌ها
  - مدل سازی با سفارش کاهش یافته
  - مدل سازی مدار/دستگاه همگیر
- **معادلات حاکم و مدل‌های لغزش**
  - معادلات اساسی دینامیک سیالات
  - جریان تراکم‌پذیر
  - مدل‌های مرتبه بالا
- **جریانهای برشی**
  - جریان کوتا (Couette Flow) در رژیم جریان لغزشی
  - جریان کوتا در رژیم جریان گذار و مولکولی آزاد
  - جریان کوتای نوسانی
- **جریانهای فشار محور**
  - رژیم لغزشی
  - رژیم جریان گذار و مولکولی آزاد

- **اثرات دما در مقیاس میکرو**
- **جریان گاز در مقیاس میکرو و نانو**
- **جریان مایع در مقیاس میکرو و نانو**
- **نانوکانال‌ها**
- **روشهای شبیه‌سازی عددی**

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Karniadakis, G., Beskok, A. and Aluru, N., Microflows and nanoflows: fundamentals and simulation, Vol. 29, Springer Science & Business Media, 2006.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	خواص ترموفیزیکی سیالات		
عنوان درس به انگلیسی:	Thermo-Physics of Fluids	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	توربولانس، تئوری لایه مرزی	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	نظری ۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	نظری ۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آ مایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

شاخه ای از فیزیک است که به بررسی سیالات و همچنین جامداتی که روان هستند یا به عبارتی خاصیت تغییر شکل پذیر انعطاف پذیر دارند. در واقع آشنایی با شرایط ترمودینامیکی، انتقال حرارت و فیزیک سیال در شرایط های مختلف محیطی، شکلی منحصر به فرد از رفتار سیالات را به ما نشان داده که برای دیدگاه یک مهندس هوافضا با گرایش آیرودینامیک در حوزه های مختلف کاربردی آن از بررسی شرایط یخ زدگی روی پره یا بال تا شرایط جوی و همچنین شرایط پروازی در فاز مختلف پرواز یک پرنده (فوق سبک تا فوق سنگین) از اهمیت بسیاری برخوردار است. در واقع این درس به بررسی خواص ترموفیزیکی مواد میپردازد.

اهداف ویژه:

- محاسبه خواص ترمودینامیکی مواد و شکل پذیری آنها در شرایط محیطی مختلف
- اندازه گیری و آشنایی با خواص، شکل و فیزیک سیال
- قوانین و تئوری های حاکم بر سیالات و تاثیر آن بر انتخاب موادی با خواص مستثنی در کاربرد های هوافضایی به خصوص در آیرودینامیک سازه

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر معرفی انواع مواد با تمرکز بر انواع سیالات
- قوانین حاکم بر حالات مختلف از فیزیک سیال
- قوانین ترمودینامیکی و انتقال حرارت حاکم بر سیال
- محاسبه شکل و ویژگی های ترموفیزیکی سیال
- روش های اندازه گیری خواص ترموفیزیکی
- بررسی اثرات لایه مرزی بر شکل پذیری و خواص ترموفیزیکی سیال
- محاسبه اثرات جریان آشفته بر خواص و حالت سیال
- بررسی ویژگی های سیالات دوفازی و خواص ترموفیزیکی آنها
- **کابردها**
  - توربین های بادی
  - انواع سازه های پرنده
  - توربوماشین ها
  - خودروسازی
  - سلامت و پزشکی
  - صنعت ماشین آلات

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۵ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Theoretical and Applied Rheology. Proceedings of the Xith International Congress On Rheology, Brussels, Belgium, August 17–21, 1992
2. David Ting, Thermofluids: From Nature to Engineering, Elsevier, 2022.
3. James P. Wolfe, Elements of Thermal Physics, 5th edition, Hayden-McNeil, 2014.

ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	دینامیک سیالات محاسباتی ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Computational Fluid Dynamics 1	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با اصول روش دینامیک سیالات محاسباتی و مفاهیم اصلی دقت، سازگاری، پایداری و همگرایی مروری بر بدست آوردن معادلات بقای جرم، ممنتوم (ناویر-استوکس) و انرژی

اهداف ویژه:

- اصول روش دینامیک سیالات محاسباتی
- سازگاری
- پایداری و همگرایی مروری بر بدست آوردن معادلات بقای جرم
- ممنتوم (ناویر-استوکس) و انرژی

پ) سرفصل‌ها:

- **کلیات و مقدمه**
  - دینامیک سیالات محاسباتی و کاربردهای آن در شاخه های مختلف مهندسی
  - مفهوم حل عددی معادلات بر روی میدان گسسته
  - مقدمه‌ای بر تولید شبکه و گسسته‌سازی میدان حل
  - مقدمه ای کوتاه در مورد شبکه های با سازمان و بی سازمان
  - دسته بندی فیزیکی و ریاضی معادلات با مشتقات پاره ای
  - معرفی برخی معادلات دیفرانسیل پرکاربرد در فیزیک و مکانیک
- **روش تفاضل محدود (مفاهیم و تکنیک‌ها)**
  - حل عددی معادلات پایه یک بعدی: جابجایی خطی، جابجایی غیرخطی، نفوذ و برِگرز
  - روشهای صریح و ضمنی
  - حل عددی معادلات پایه دوبعدی: جابجایی خطی و غیرخطی، نفوذ و برِگرِز
  - آنالیز روشهای عددی: سازگاری، پایداری، همگرایی و دقت گسسته‌سازی
  - تحلیل فون نیومن در بررسی پایداری
  - حل عددی معادلات ناویر-استوکس: جریان تراکم‌ناپذیر
  - روشهای حل معادلات هذلولوی و جابجایی غیرخطی
- **روش حجم محدود (مفاهیم و تکنیک‌ها)**
  - روشهای بقایی و مفاهیم پایه
  - گسسته‌سازی معادلات بقاء و فرضیات حاکم
  - مقدمه‌ای بر روش حجم محدود با راهبرد مرکز-سلول و سلول-گره

- **آشنایی با نرم‌افزارهای دینامیک سیالات و انتقال گرمای محاسباتی**
- **آشنایی با نرم‌افزارهای تولید شبکه**

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Anderson J.D., “Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications”, McGraw-Hill, 1995.
2. Chung T.J., “Computational Fluid Dynamics”, Cambridge university press, 2010.
3. Ferziger J.H., Peric M., “Computatioanl Methods for Fluid Dynamics”, 3rd Ed., Springer, 2002.
4. Hirsch C., “Fundamentals of Computatioanl Fluid Dynamics”, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Ltd, 2007.
5. Hoffmann K.A., Chiang S.T., “Computatioanl Fluid Dynamics”, Engineering Education System, 2000.
6. Lu H., Gidaspow D., Wang S., “Computational Fluid Dynamics and the Theory of Fluidization”, Springer: Singapore, 2021.
7. Qin G., “Computational Fluid Dynamics for Mechanical Engineering”, CRC Press, 2021.
8. Trangenstein J.A., “Numerical Solution of Hyperbolic Partial Differential Equations”, Cambridge University Press, 2007.
9. Versteeg H.K., Malalasekera W., “An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method”, Longman Group Ltd, 1995.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**دینامیک سیالات محاسباتی جریانهای تراکم‌ناپذیر**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Computational Fluid Dynamics for Incompressible Flows**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با روش حجم محدود و پیاده‌سازی آن برای حل معادلات بقاء و فراگیری روش میانگین‌گیری وزنی فشار برای حل میدان جریان تراکم‌ناپذیر

اهداف ویژه:

- روش حجم محدود
- پیاده‌سازی آن برای حل معادلات بقاء
- فراگیری روش میانگین‌گیری وزنی فشار برای حل میدان جریان تراکم‌ناپذیر

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر دینامیک سیالات محاسباتی
- طبقه بندی PDEs
- روش اختلاف محدود
- معادلات بیضوی
- معادلات سهموی
- معادلات هذلولی
- تحلیل پایداری
- تشکیل تابع گردابه-بخار
- الگوریتم MAC
- روش حجم محدود
- الگوریتم SIMPLE

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Charles Hirsch, "Fundamentals of Computatioanl Fluid Dynamics", 2nd Ed., John Wiley & Sons, 2007.
2. Hoffmann K.A., Chiang S.T., "Computatioanl Fluid Dynamics", Engineering Education System, 2000.
3. Moukalled F., Mangani L., Darwish M., "The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics: An Advanced Introduction with OpenFOAM® and Matlab", AUB, 2016.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	دینامیک گاز رقیق		
عنوان درس به انگلیسی:	Rarefied Gas Dynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

در ابتدا، دانشجویان با مفهوم جریان رقیق و اختلاف آن با جریان پیوسته آشنا می‌شوند. در ادامه، کاربردهای جریان‌های رقیق در مهندسی و صنایع مختلف بحث خواهد شد. جریان‌های رقیق از منظر مفاهیم مربوط به جریانهای تعادلی و غیرتعادلی مورد بررسی قرار می‌گیرد. دانشجویان با روش‌های مختلف شبیه‌سازی و اندازه‌گیری جریان‌های رقیق آشنا خواهند شد. در ادامه روش شبیه‌سازی مستقیم مونت کارلو به عنوان یکی از موفق‌ترین روش‌های شبیه‌سازی جریان‌های گازی رقیق معرفی و جزئیات آن ارائه خواهد شد.

اهداف ویژه:

- آشنایی با تفاوت بین جریان‌های گازی رقیق و جریان‌های پیوسته
- ارائه مبانی آماری روش شبیه‌سازی دینامیک گاز مولکولی
- شناخت معادله بولتزمن و اجزای آن
- آشنایی با روش‌های اندازه‌گیری و آشکارسازی جریان‌های گازی رقیق

پ) سرفصل‌ها:

- **مروری بر جریان‌های رقیق**
  - مفهوم گاز رقیق و جریان رقیق
  - تفاوت جریان‌های رقیق با جریان‌های پیوسته
  - کاربرد جریان‌های گازی رقیق
  - دسته بندی جریان‌های گازی رقیق
- **مبانی ترمودینامیک آماری**
  - خواص میکروسکوپیک
  - روش‌های نمونه‌گیری از ذرات
  - خواص ماکروسکوپیک
- **حالت تعادلی گاز از نقطه نظر میکروسکوپیک**
  - حالت تعادل ماکروسکوپیک
  - حرکت ترمال ذرات
  - حالت تعادل ترمال
- **پدیده‌های انتقال از نقطه نظر میکروسکوپیک**
  - خواص ماکروسکوپیک ذرات و ضریب لزجت
  - خواص ماکروسکوپیک ذرات و ضریب انتقال حرارت
- **اندرکنش مولکول‌های گاز با سطح**
  - برخورد آینه‌ای
  - برخورد دیفیوزیو
  - برخورد جزئی دیفیوزیو

- انتقال مومنتوم و انرژی

- **تکنیک‌های عددی در جریان‌های گازی رقیق و روش شبیه‌سازی مستقیم مونت کارلو**
  - معادله بولتزمن
  - معادله معادله تصادفی کاک
  - روش‌های مختلف عددی حل جریان‌های گازی رقیق
  - روش شبیه‌سازی مستقیم مونت کارلو
- **آشکارسازی و روش‌های اندازه‌گیری در جریان‌های گازی رقیق**
  - تونل‌های خلاء
  - روش‌های آشکارسازی جریان‌های رقیق
  - تکنیک‌های اندازه‌گیری خواص ماکروسکوپیک در جریان‌های رقیق

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	- درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Bird, Graeme A. Molecular gas dynamics and the direct simulation of gas flows. Oxford university press, 1994.
2. Reif, Frederick. Statistical physics: Berkeley physics course. Vol. 5. New York, NY: mcgraw-hill, 1965.
3. Felix Sharipov, Rarefied Gas Dynamics: Fundamentals for Research and Practice, Weily, 2015.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	دینامیک گازهای پیشرفته ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Gas Dynamics 1	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با جریانهای تراکم‌پذیر ساده یک‌بعدی و دوبعدی و حل تحلیلی آن‌ها

اهداف ویژه:

- آشنایی با مبانی دینامیک گازها و جریانهای تراکم‌پذیر
- حل تحلیلی انواع جریانهای تراکم‌پذیر پایه یک‌بعدی
- حل تحلیلی و عددی جریانهای تراکم‌پذیر دوبعدی
- کاربرد دینامیک گاز در طراحی

پ) سرفصل‌ها:

- **مبانی ترمودینامیکی**
  - سیستم ترمودینامیکی
  - فرآیندهای بازگشت‌پذیر
  - کار و حرارت (گرما)
  - قانون اول ترمودینامیک
  - قانون دوم ترمودینامیک
  - آنتروپی
  - معادله حالت
  - سرعت صوت و عدد ماخ
- **جریان تراکم‌پذیر یک‌بعدی**
  - مبانی و معادلات حاکم
  - جریان آیزنتروپیک با تغییر سطح مقطع
  - جریان با اصطکاک
  - جریان با انتقال حرارت
  - موج شوک
  - امواج انبساطی
- **جریان تراکم‌پذیر دوبعدی**
  - مبانی و معادلات حاکم
  - موج ماخ
  - امواج مایل

- نظریه اغتشاش کوچک
- امواج انبساطی پرانتل-مایر
- برخورد و بازتاب امواج
- جریان حول ایرفویل

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Zucrow, M.J. and Hoffman, J.D., Gas dynamics. volume 2-multidimensional flow. New York, 1977.
2. Anderson, J.D., Modern Compressible Flow With Historical Perspective 3rd Ed. McGraw Hill, 2003.
3. Liepmann, H.W. and Roshko, A., Elements of gasdynamics. Courier Corporation, 2001.
4. Zucker, R.D. and Biblarz, O., Fundamentals of gas dynamics. John Wiley & Sons, 2019.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	دینامیک گازهای پیشرفته ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Gas Dynamics 2	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با جریانهای تراکم‌پذیر دوبعدی و سه‌بعدی و حل تحلیلی و عددی آن‌ها

اهداف ویژه:

- آشنایی با جریانهای گذرصوتی
- آشنایی با جریانهای ماوراءصوت
- آشنایی با جریانهای دمابالا
- کاربرد دینامیک گاز در طراحی

پ) سرفصل‌ها:

- **مروری بر دینامیک گاز پیشرفته ۱**
  - مبانی ترمودینامیک
  - جریان آیزنتروپیک با تغییر سطح مقطع
  - موج شوک
  - موج ماخ
  - امواج مایل
  - نظریه اغتشاش کوچک
  - امواج انبساطی پرانتل-مایر
  - برخورد و بازتاب امواج
- **جریان خطی‌شده**
  - معادله پتانسیل سرعت خطی‌شده
  - ضریب فشار خطی‌شده
  - جریان صوتی خطی‌شده
  - جریان مافوق‌صوت خطی‌شده
  - عدد ماخ بحرانی
- **جریان مخروطی**
  - فیزیک جریان مخروطی
  - روابط کمی
  - فرآیند حل عددی
  - فیزیک جریان مافوق‌صوت روی مخروط‌ها

- **روش مشخصه‌ها برای جریان مافوق‌صوت پایا**
  - روش مشخصه‌ها
  - تشخیص خطوط مشخصه در جریانهای دوبعدی
  - معادلات سازگاری
  - طراحی نازل مافوق صوت
  - روش مشخصه‌ها برای جریان غیرچرخشی متقارن‌محوری
  - روش مشخصه‌ها برای جریان چرخشی متقارن‌محوری
  - روش مشخصه‌ها برای جریان سه‌بعدی
- **جریان گذرصوتی**
  - فیزیک جریانهای گذرصوتی
  - تئوری جریانهای گذرصوتی
  - حل اغتشاش کوچک معادله پتانسیل سرعت
  - حل کامل معادله پتانسیل سرعت
  - حل معادلات اویلر
- **جریان ماوراءصوت**
  - فیزیک جریان ماوراءصوت
  - روابط موج شوک ماوراءصوت
  - روش خمش سطح محلی: تئوری نیوتن
  - استقلال عدد ماخ
  - معادلات اغتشاش کوچک ماوراءصوت
- **جریانهای دما بالا**
  - مقدمه‌ای بر تعادل محلی ترمودینامیکی و شیمیایی
  - جریانهای موج شوک نرمال تعادلی
  - جریان نازل شبه‌یک‌بعدی تعادلی
  - جریانهای فریزشده و تعادلی
  - سرعت صوت تعادلی
  - جریانهای غیرتعادلی
  - موج شوک غیرتعادلی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Zucrow, M.J. and Hoffman, J.D., Gas dynamics. volume 2-multidimensional flow. New York, 1977.
2. Anderson, J.D., Modern Compressible Flow With Historical Perspective, 3rd Ed., McGraw Hill, 2003.
3. Liepmann, H.W. and Roshko, A., Elements of gasdynamics, Courier Corporation, 2001.
4. Zucker, R.D. and Biblarz, O., Fundamentals of gas dynamics, John Wiley & Sons, 2019.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	روش اجزاء محدود در سیالات		
عنوان درس به انگلیسی:	Finite Element Method in Fluids	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف کلی از این درس، ارائه فهمی عمیق از مبانی ریاضی و رویکردهای اساسی روش اجزای محدود در زمینه مکانیک سیالات می‌باشد. معادله جابجایی-پخش، معادلات استوکس و همچنین معادلات ناویر-استوکس بررسی خواهد شد. موضوعات بمربوط به پایداری الگوریت‌های عددی که می تواند از گسسته سازی های خاص ناشی شود، مورد بحث قرار خواهد گرفت. این امر به دلیل اثرات اعداد پکلت بالا و توابع درون یابی نامناسب رخ می‌دهد. برای این کار، روش های تثبیت مربوطه ارائه خواهد شد.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مبانی روش اجزاء محدود در سیالات
- روش‌های مختلف گسسته‌سازی در زمان و مکان
- ارائه انواع درون‌یابها و کاربرد هر یک
- آشنایی با تکنیک‌های پایدار کننده در روش اجزاء محدود
- گسسته‌سازی معادلات مختلف حاکم بر سیال با درنظر گرفتن اثرات لزجت، جابجایی، پخش، جریان پایا، جریان ناپایا، تراکم پذیری و جریان تراکم ناپذیر

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه و مبانی**
  - توصیف سینماتیک میدان جریان
  - معادلات بقا
  - مبانی روش اجزاء محدود
- **جریان پایا**
  - شرح مسئله
  - تقریب گلرکین
  - روشهای اولیه پترو-گلرکین
  - تکنیک‌های پایدار کننده
- **مسائل جابجایی ناپایا**
  - روش مشخصه‌ها
  - تکنیک‌های کلاسیک گسسته سازی در زمان و مکان
  - روشهای تیلور-گلرکین
  - روش گلرکین ناپیوسته
  - فرمولاسیون فضا-زمان
- **جریان‌های تراکم‌پذیر**
- **مسائل جابجایی-پخش ناپا**
  - مراحل گسسته سازی زمانی

- مراحل گسسته سازی مکانی
- فرمولاسیونهای پایدار شده مکان-زمان

- **جریان‌های تراکم ناپذیر لزج**
  - مسئله استوکس پایا
  - مسئله نویر-استوکس پایا
  - مسئله نویر-استوکس ناپایا

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد
پروژه	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. A. Donea, A. Huerta, Finite Elements for Flow Problems, Wiley, 2003
2. Pepper, Darrell W., and Juan C. Heinrich. The intermediate finite element method: Fluid flow and heat transfer applications. Routledge, 2017.
3. Lewis, Roland W., Perumal Nithiarasu, and Kankanhalli N. Seetharamu. Fundamentals of the finite element method for heat and fluid flow. John Wiley & Sons, 2004.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	روشهای عددی در توربوماشین		
عنوان درس به انگلیسی:	Numerical Methods in Turbomachinery		
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		نوع درس و واحد: پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		تخصصی اصلی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
			رساله ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی-اشتغال پذیری ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با تحلیل توربوماشین‌ها با روش دینامیک سیالات محاسباتی.

اهداف ویژه:

این درس به بررسی روشهای عددی مورد استفاده در تحلیل و طراحی توربوماشین‌ها می‌پردازد. دانشجویان با مفاهیم اساسی، روشهای محاسباتی و کاربردهای آن‌ها در توربوماشین‌ها آشنا می‌شوند.

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر توربوماشین‌ها**
  - تعریف توربوماشین و انواع آن
  - کاربردهای توربوماشین‌ها در صنعت
- **مروری بر مکانیک سیالات**
  - مروری بر اصول مکانیک سیالات مرتبط با توربوماشین‌ها
  - معرفی معادلات ناویر-استوکس
- **مقدمه‌ای بر روشهای عددی**
  - تعریف و اهمیت روشهای عددی
  - معرفی روشهای عددی مختلف مانند روش حجم محدود، روش عناصر محدود و روشهای تفاضل محدود
- **روش حجم محدود**
  - تعریف و ویژگی‌های روش حجم محدود
  - کاربرد روش حجم محدود در تحلیل توربوماشین‌ها
- **روش المان محدود**
  - تعریف و ویژگی‌های روش المان محدود
  - کاربرد روش المان محدود در تحلیل توربوماشین‌ها
- **روشهای تفاضل محدود**
  - تعریف و ویژگی‌های روشهای تفاضل محدود
  - کاربرد روشهای تفاضل محدود در تحلیل توربوماشین‌ها
- **مطالعه موردی**
  - بررسی یک مطالعه موردی کامل با استفاده از یکی از روشهای عددی معرفی شده
- **کاربرد روشهای عددی در طراحی توربوماشین‌ها**
  - بررسی کاربرد روشهای عددی در طراحی توربوماشین‌ها

- بررسی مطالعات موردی مختلف

- **نرم‌افزارهای تخصصی**

- معرفی نرم‌افزارهای تخصصی مورد استفاده در تحلیل و طراحی توربوماشین‌ها

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد
پروژه	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Ferziger, Joel H., Milovan Perić, and Robert L. Street. Computational methods for fluid dynamics. springer, 2019.
2. Lewis, Reginald Ivan. Turbomachinery performance analysis. Butterworth-Heinemann, 1996.
3. Wright, Terry. Fluid machinery: performance, analysis, and design. CRC press, 1999.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	ریاضیات پیشرفته ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Mathematics 1	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ■	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم جبر خطی، تانسورها، حل دستگاههای معادلات، تبدیل، تجزیه و انتقال های مهم، مسائل بهینه سازی و حساب تغییرات، حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی، نظریه اغتشاشات. با توجه به گستردگی مباحث، برمبنای ضرورت گرایش، مدرس حداقل سه مبحث از مباحث زیر را در کلاس تدریس میکند.

اهداف ویژه:

- معادلات دیفرانسیل
- جبر خطی
- نظریه اغتشاشات
- تانسورها
- حساب تغییرات

پ) سرفصل‌ها:

- **معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی**
  - انواع معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی، فرمهای کانونی، شرایط اولیه و مرزی
  - جداسازی متغیرها
  - تبدیل فوریه و لاپلاس
  - مساله اشتورم-لیوویل
  - مساله غیرهمگن با شرایط مرزی ثابت
  - مساله غیرهمگن با شرایط مرزی متغیر
  - تئوری گرین در حل PDE
  - روش تغییر ابعادی
  - معادله انتشار، معادله موج، معادله لاپلاس
- **حساب تغییرات**
  - فانکشنال (تابعی) و لاگرانژین
  - مساله حساب تغییرات با مرز ثابت
  - فانکشنال‌های دارای چند متغیر مستقل و وابسته و دارای مشتقات بالاتر
  - مساله حساب تغییرات با مرز متحرک
  - بهینه سازی نامقید
  - بهینه سازی مقید (مسایل ایزوپریمتریک)
  - شرط لژاندر
  - روش های حل مسائل بهینه سازی

- **جبر خطی/ نظریه ماتریس**
  - تعاریف نرم، بردار و ماتریس
  - استقلال و وابستگی خطی بردارها
  - سیستم های معادلات خطی
  - فضاهای بردار
  - انتقال ها (شباهت، هم ارزی)
  - تجزیه مقدار منفرد (SVD)
- **تانسورها**
  - تعریف و نمایش تانسور، دلتای کرونیکر و تانسور جایگشت
  - ضرب تانسورها، عملیات تانسوری، اندیس مکرر
  - گرادیان (شیب)، دیورژانس (واگرایی)، کرل، لاپلاس
  - قضیه تعمیم واگرایی، قضیه استوک، قضیه انتقال
  - مشتقات زمانی و مکانی
  - بیان مرجعی و فضایی
  - آشنایی با تانسورهای معروف مانند: تانسور تنش، تانسور گرادیان تغییرفرم
  - قوانین بقا (جرم، اندازه حرکت، انرژی)
  - تئوری میدان برداری و اسکالر
- **توابع مختلط**
  - متغیرهای مختلط، اعداد مختلط، توابع ابتدایی
  - فرم قطبی
  - چند مقداری
  - نگاشت همدیس: تبدیل دو خطی، نگاشت اضافی، شرایط مرزی عمومی
  - انتگرال‌های مختلط
  - قضیه کوشی، قضیه اساسی، قضیه باقی‌مانده
  - سری تیلور، سری لوران،
  - تکینگی‌ها، قضیه باقی‌مانده
- **نظریه اغتشاشات**
  - معادلات دیفرانسیل غیرخطی
  - آشنایی با روشهای حل اغتشاشات
  - روش مقیاس چندگانه زمانی
- **مبانی هوش مصنوعی**
  - تعریف هوش مصنوعی
  - ایده و مفهوم هوش ماشین
  - شاخه‌های هوش مصنوعی
  - یادگیری نظارتی و غیرنظارتی
  - یادگیری تقویتی
  - تحلیل رگرسیون
  - شبکه عصبی مصنوعی
  - ماشین بردار پشتیبان

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Arfken G.B., Weber H.J., Harris F.E., "Mathematical Methods for Physicists: A Comprehensive Guide", 7th Ed., Academic Press, 2013
2. Farlow S.J., "Partial Differential Equations for Scientists and Engineers", Courier Corporation, 1993.
3. Gelfand I.M., Silverman R.A., "Calculus of Variations", Courier Corporation, 2000.
4. Hildebrand B., "Methods of Applied Mathematics", 1965.
5. Kreyszig E., "Advanced Engineering Mathematics, 10th Ed., Wiley, 2011.
6. Mase G.T., Smelser R.E., Mase G.E., "Continuum Mechanics for Engineers", CRC press, 2009.
7. Polyanin A.D., Manzhirov A.V., "Handbook of Mathematics for Engineers and Scientists", 2007.
8. Rao S.S., "Optimization Theory and Applications", 1984.
9. Riley K.F., Hobson M.P., Bence S.J., "Mathematical Methods for Physics and Engineering: A Comprehensive Guide", Cambridge Press, 2006.
10. Sobot R., "Engineering Mathematics by Example", Springer Nature, 2021.
11. Strang G., "Linear Algebra and Its Applications", 2005.
12. Stroud K., "Advanced Engineering Mathematics, 5th Ed., Industrial Press, 2011.
13. Ethem Alpaydin, "Introduction to machin learning",MIT Press, 3rd Ed., 2014
14. Williams M., "Structural Dynamics", CRC press, Taylor & Francis Group, 2016.
15. Dynamics of Structures", McGraw-Hill College, 2018

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	شبیه‌سازی دینامیک گاز مولکولی		
عنوان درس به انگلیسی:	Gas Molecular Dynamics Simulation	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد: ۳	نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت: ۴۸		رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

در این درس، دانشجویان با روش شبیه سازی مستقیم مونت کارلو (DSMC) جهت شبیه سازی جریانهای گازی بر مبنای رهیافت دینامیک مولکولی آشنا خواهند شد. مبانی روش DSMC، الگوریتم، مدلهای مولکولی، مدلهای برخورد بین مولکولی، مدلهای برخورد مولکول با دیواره در این درس ارائه خواهد شد. همچنین روشهای استخراج خواص جریان بر اساس مشخصه‌های میکروسکوپیک مولکولها و ترمودینامیک آماری بحث خواهد شد. همچنین، کدهای عددی روش DSMC مرور و بررسی خواهد شد.

اهداف ویژه:

- آشنایی با الگوریتم روش DSMC
- معرفی انواع مدلهای مولکولی
- آشنایی با انواع مدلهای برخورد بین مولکولی
- تبیین مدلهای برخورد ذره به دیواره و فرآیند انتقال مومنتوم و انرژی
- استخراج خواص جریان از مشخصه‌های میکروسکوپیک سیستم ذرات

پ) سرفصل‌ها:

- **مدل مولکولی**
  - ملزومات مورد نیاز جهت توصیف مولکولی
  - گاز رقیق ساده
  - خواص ماکروسکوپیک در گاز ساده
  - خواص ماکروسکوپیک در مخلوط گازی
  - پارامترهای مولکولی
  - اثرات گاز واقعی
- **مبانی برخورد الاستیک دوبعدی**
  - ملاحظات مربوط به انرژی و مومنتوم
  - پارامترهای برخورد و سطح مقطع برخورد
  - دینامیک برخورد
  - مدلهای مولکولی
- **مبانی تئوری انرژی جنبشی**
  - تابع توزیع سرعت
  - معادله بولتزمن
  - معادلات مومنتوم و بقا
  - تئوری چپمن-انسگوک
- **خواص تعادلی گاز**

- خواص مکانی
- خواص شاری
- کمیتهای برخوردی در یک گاز ساده
- کمیتهای برخوردی در یک مخلوط گازی
- تعادل با یک دیواره

- **برخورد غیرالاستیک و اندرکنش با دیواره**
  - مولکولهای با درجه آزادی چرخشی
  - مدلهای مولکولی
  - انرژی ارتعاشی و الکترونیک
  - نرخ آرامش
  - اندرکنش گاز-دیواره
- **کدهای عددی روش شبیه سازی مستقیم مونت کارلو**
  - بررسی فرآیند روش DSMC در گاز همگن با استفاده از کد DSMC0
  - کد شبیه سازی یک بعدی DSMC1
  - ملاحظات مربوط به شبیه سازی ناپایا
  - کد شبیه سازی دوبعدی DSMC2

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	- درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Bird, Graeme A. Molecular gas dynamics and the direct simulation of gas flows. Oxford university press, 1994.
2. Karniadakis, George, Ali Beskok, and Narayan Aluru. Microflows and nanoflows: fundamentals and simulation. Vol. 29. Springer Science & Business Media, 2006.
3. Sone, Yoshio, ed. Molecular gas dynamics: theory, techniques, and applications. Boston, MA: Birkhäuser Boston, 2007.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	طراحی آیرودینامیکی توربوماشین‌ها		
عنوان درس به انگلیسی:	Turbomachines Aerodynamic Design	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

درک جامعی از اصول آیرودینامیکی و روش های طراحی برای توربوماشین، و تجزیه و تحلیل، مدل سازی و بهینه سازی عملکرد انواع مختلف توربوماشین ها

اهداف ویژه:

- شناخت مبانی
- شناخت معادلات حاکم
- شناخت روش ها و ابزارهای حل مساله
- بررسی مسائل از ساده تا کاربردی

پ) سرفصل‌ها:

- مروری بر مفاهیم مورد نیاز در ریاضیات و fluid mechanics؛ یادآوری فضاهای مطلق و نسبی، یادآوری ریاضیات اپراتور نابلا و قضایای مربوطه.
- توصیف دیدگاه‌های اولر و لاگرانژ و بازنویسی معادلات بقا و دیدگاه‌های فوق در فضاهای نسبی و مطلق و به‌کارگیری محورهای مختلف و همچنین اعمال shear بر آنها.
- قضیه تیلور و بازنویسی قوانین بقا با استفاده از آن.
- ارتباط unsteadiness در انجام کار بر روی یک ذره و تاثیر PR=1 بر شکل معادلات بقا
- فرض axi-symmetry در جریان در داخل یک کانال و تاثیر آن بر معادلات بقا
- بازنویسی معادلات بقا در توربوماشین‌ها با استفاده از فرض axi-symmetry و استخراج مفاهیم نیرو و کار پره و اصل بقا Rothalpy
- تعریف پارامترهای طراحی در توربوماشین‌ها، طراحی توربوماشین‌ها با استفاده از روش یک‌بعدی pitch line و توسعه آن به quasi three dimensional با فرض swirl distribution و طراحی هندسی با معرفی انواع پره‌ها.
- توصیف cascade و اعتبار به‌کارگیری آن در طراحی کمپرسورهای محوری و شعاعی، تکامل تاریخی و نقد پارامترهای performance validation از آزمایش‌های cascade و جایگاه آنان در طراحی‌های کنونی.
- تعریف .chocking mach no و .critical mach no در توربوماشین‌ها و تاثیر آن بر تکامل پره‌های PVD.
- تعریف مفهوم off design در توربوماشین‌ها و نحوه ارزیابی مقادیر deviation & incident angle و loss در این شرایط
- تعریف محورهای meridional و بازنویسی معادلات بقا بر آنها.
- ارائه روش streamline curvature در آنالیز جریان یک توربوماشین و معرفی q line.
- مفهوم بهبود عملکرد یک توربوماشین با استفاده از I.G.V و اعمال توزیع مناسب پارامترهای طراحی.
- محاسبه characteristic یک توربوماشین با استفاده از روشهای آنالیز بی‌بعدی و stage stacking و streamline curvature.

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	... درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	... درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Cumpsty N., “Compressor Aerodynamics”, Kreiger Publications, USA 2004.
2. Johnson I.A., Bullock R.O., NASA-SP-36, “Axial Flow Compressors”, (re-release), NTIS, 2002.
3. El-Wakil M.M., “Powerplant Technology”, McGraw-Hill Pub, 1984.
4. NASA-SP-290, “Axial Flow Turbines”, (re-release), NTIS, USA, 2002.
5. Horlock J.H., “Axial Flow Compressors”, Butterworths, UK, 1958.
6. Horlock J.H., “Axial Flow Turbines”, Butterworths, UK, 1965.
7. Lakshminarayana B., “Fluid Mechanics and Heat Transfer in Turbomachineries”, USA, 1995.
8. El-Sayed A.F., “Aircraft Propulsion and Gas Turbine Engines”, CRC press, 2008.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	طراحی آیرودینامیکی کمپرسورها		
عنوان درس به انگلیسی:	Compressor Aerodynamic Design	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف کلی از این درس، آشنایی دانشجویان با فیزیک جریان گاز در داخل کمپرسورها و آشنایی با انواع کمپرسورها و محدوده عملکردی آنها است. روابط تحلیلی و تجربی در بررسی رفتار ناحیه سیال و تخمین عملکرد کمپرسورها معرفی خواهد شد. همچنین، روشهای نوین در طراحی و آنالیز کمپرسورها ارائه و بحث خواهد شد. استانداردهای متناظر با طراحی کمپرسورها معرفی و نقش آنها در طراحی کمپرسورها شرح داده خواهد شد. در ادامه انواع تست‌های مورد نیاز جهت کمپرسورها و روش‌های انجام آنها معرفی خواهد شد.

اهداف ویژه:

- معرفی انواع کمپرسورها و محدوده کاری هر یک از آنها
- آشنایی با روابط حاکم در تحلیل ناحیه سیال در کمپرسورها
- روابط کاربردی و تجربی در طراحی و آنالیز کمپرسورها
- منحنی‌های عملکردی کمپرسورها
- روش‌های تجربی در کمپرسورها

پ) سرفصل‌ها:

- **مبانی آیرو-ترمودینامیکی کمپرسورها**
  - مفهوم توربوماشین و انواع توربوماشین
  - فرآیند گاز در کمپرسورها
  - تعاریف و اصطلاحات مربوط به کمپرسورها
  - قوانین و معادلات حاکم
  - معادله توربوماشین اویلر
  - مثلثهای سرعت
  - پارامترهای عملکردی کمپرسور
- **ترمودینامیک گاز واقعی**
  - ترمودینامیک گاز
  - معادلات حالت گاز واقعی
  - روابط مربوط به گاز مرطوب
- **بررسی مولفه‌های آیرودینامیکی کمپرسور**
  - ایمپلر
  - مجرای ورودی
  - پره‌های راهنمای ورودی
  - دیفیوزر حلقوی
  - دیفیوزر پره‌ای
  - مجرای برگشت

- حلزونی جمع کننده

- **قیود و پارامترهای طراحی کمپرسور**
  - ضریب دبی جریان
  - سرعت چرخشی
  - سرعت نوک پره ایمپلر
  - عدد ماخ
  - دمای خروجی
  - ابعاد خروجی پره
  - قطر ایمپلر
  - سختی شفت
  - هد و نسبت فشار
  - تعداد طبقات کمپرسور
  - دبی حجمی بیشینه
  - دبی حجمی کمینه
- **بررسی عملکلرد کمپرسور در شرایط خارج از نقطه طراحی (Off-Design)**
  - روشهای کنترل نقطه کاری کمپرسور
  - منحنی‌های عملکردی کمپرسور
  - منحنی‌های عملکردی برای شرایط مختلف فرآیندی
  - منحنی‌های عملکردی بی‌بعد
  - نقاط حدی در منحنی عملکردی کمپرسور
- **طراحی آیرودینامیکی کمپرسور**
  - سایزینگ اولیه کمپرسور
  - طراحی با جزئیات کمپرسور
  - طراحی پره کمپرسور
  - نیروی محوری روتور
  - نشتی جریان از سیلها
  - تحلیل روتوردینامیک
  - نقشه عملکردی کمپرسور
- **تست کمپرسور**
  - انواع استانداردهای تست کمپرسور
  - انواع تست‌های مورد نیاز کمپرسور
  - تست‌های کلاس ۱ و کلاس ۲
  - عدم قطعیت

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	- درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Lüdtke, Klaus H. Process centrifugal compressors: basics, function, operation, design, application. Springer Science & Business Media, 2013.
2. S. Farokhi, Aircraft Propulsion, Wiley, 2nd Edition, 2014, Wiley, ISBN 978-1-118-80677-7.
3. J. Mattingly, Element of Propulsion, Gas turbine and Rockets, AIAA Education Series, 2006, ISBN-10: 1-56347-779-3.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مدل‌سازی جریانهای آشفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Turbulent Flows Simulation	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم جریان آشفته و روشهای تحلیل آن

اهداف ویژه:

- شناخت مبانی جریان آشفته و روشهای تحلیل آن
- بررسی مدل ها و روش های مختلف حل جریان
- شناخت ابزارها و روش ها
- شناخت پدیده ها و روش های مدلسازی مرتبط
- بررسی مسائل کاربردی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر جریان آشفته
- گسسته سازی معادلات جریان آشفته
- دینامیک آشفتگی
- دینامیک گردابه
  - نظریه ایزوتروپی موضعی کولموگروف - آبشار انرژی
- روشهای شبیه‌سازی آشفتگی
  - روشهای مبتنی بر میانگین عدد رینولدز
  - روشهای مدل‌سازی گردابه‌های بزرگ
  - روشهای حل دقیق
  - سایر روشهای جدید

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکویز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Reif B.A.P., Durbin P.A., "Statistical Theory and Modeling for Turbulent Flows", John Wiley & Sons, 2011.
2. Schetz J.A., Bowersox R.D.W., "Boundary Layer Analysis", American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2011.
3. . Pope S.B., Pope S.B., "Turbulent Flows", Cambridge university press, 2000.
4. Mathieu J., Scott J., "An Introduction to Turbulent Flow", Cambridge University Press, 2000.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مطالعه انفرادی در آیرودینامیک		
عنوان درس به انگلیسی:	Individual Study in Aerodynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف این درس، بحث و بررسی یک زمینه تخصصی در گرایش آیرودینامیک و مطالعه مفاهیم مرتبط با آن توسط دانشجو و تحت نظارت استاد راهنما است.

اهداف ویژه:

تحقیق درباره مباحث پیشرفته در علم آیرودینامیک از اهداف ویژه این درس است. مباحثی که در درس های دیگر امکان بررسی و عمیق شدن در آن وجود ندارد، در این درس محل مناسبی جهت مطرح شدن آن هاست. با توجه به پروژه های دانشجویان و یا علایق علمی و پژوهشی آن این درس می تواند به مباحثی که درس های آیرودینامیکی دیگر پوشش داده نمی شود، بپردازد.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مباحث مطرح شده‌ی جدید در علم آیرودینامیک
- بررسی و انتخاب عناوین و موضوعات
- جمع آوری اطلاعات و مطالعه موضوعات منتخب
- ارائه و هم اندیشی در مورد موضوع بررسی شده
- جمع آوری اطلاعات و مطالعه در مورد موضوع منتخب با توجه به نظرات ارائه شده
- ارائه نهایی روشهای مورد استفاده و همچنین نتایجی که استفاده از موضوع مورد نظر داشته است

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۰ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۱۰۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Journal of Fluid Mechanics | Cambridge Core.
2. American Institute of Aeronautics and Astronautics.
3. Journal of aerospace engineering.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**ناپایداری جریان سیال**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Fluid Flow Instability**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

ایجاد فهم فیزیکی عمیق نسبت به جریانهای ناپایا ناشی از عوامل مختلف ناپایداری جریان. آشنایی دانشجویان با عوامل مختلف ناپایداری جریان. تحلیل پایداری جریان با روش اغتشاشات کوچک و اینکه آیا جریان پایدار و یا ناپایدار شده است.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم ناپایداری و ناپایی جریان
- آنالیز اغتشاشات و بررسی پایداری جریان
- آشنایی با انواع مکانیزمهای ناپایداری جریان
- تحلیل پایداری جریان

پ) سرفصل‌ها:

- جت سیال در هوا
- اثرات کشش سطحی
- اندازه متوسط قطرات
- پایداری جریانهای چرخشی
- معیار ریلی
- جریان بین سیلندرهای چرخان
- گردابه‌های تیلور
- ناپایداری جریانهای برشی
- ناپایداری مکانی و زمانی
- ناپایداری کلوین-هلمهولتز
- اثر لزجت و گذار به آشفتگی
- جابجایی ناشی از گرمایش سطحی
- تشکیل ساختارهای سلولی
- اثرات گرادیان کشش سطحی
- نوسانات سازه‌ای ناشی از جریان
- کنترل نوسانات با روش‌های غیر فعال

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	- درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Drazin, Introduction to hydrodynamic stability, 2002.
2. Chandrasekhar, Hydrodynamic and hydromagnetic stability, 1961.
3. Pope, Turbulent Flows, 2000
4. Lighthill, Waves in Fluids, 2001

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

سیلابس دروس گرایش جلوبرندگی

الف) عنوان درس به فارسی:	پیشرانه‌های فضایی		
عنوان درس به انگلیسی:	Space Propulsion Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با نحوه شناسایی، ساختار و اصول عملکردی سیستم‌های پیشران و کاربری‌های آنها. شناخت انواع موتورها و پیشران سوخت جامد، مکانیزم سوزش و احتراق و دیگر فرآیندهای درون این نوع موتورها. شناخت انواع موتورها و پیشران سوخت مایع، سیستم‌های تزریق سوخت، محفظه احتراق و نحوه کنترل موتور مایع. آشنایی با اصول موتورها و پیشران‌های الکتریکی، مولدهای الکتریکی و تراست آنها. آشنایی با موتورهای یونی و بررسی انواع تراستر، فرآیند فیزیکی در بمباران الکتریکی محفظه یونیزاسیون، مقایسه تراستر یونی و موتورهای الکتریکی. آشنایی با مشخصات و ساختار موتورهای هیبریدی و انواع آن، مکانیزم احتراق و تعیین نرخ رگرسیون پیشران

اهداف ویژه:

- نحوه شناسایی، ساختار و اصول عملکردی سیستم‌های پیشران و کاربری‌های آنها
- شناخت انواع موتورها و پیشران سوخت جامد مکانیزم سوزش و احتراق و دیگر فرآیندهای درون این نوع موتورها
- شناخت انواع موتورها و پیشران سوخت مایع، سیستم‌های تزریق سوخت، محفظه احتراق و نحوه کنترل موتور مایع
- با اصول موتورها و پیشران‌های الکتریکی، مولدهای الکتریکی و تراست آنها
- موتورهای یونی و بررسی انواع تراستر، فرآیند فیزیکی در بمباران الکتریکی محفظه یونیزاسیون، مقایسه تراستر یونی و موتورهای الکتریکی
- مشخصات و ساختار موتورهای هیبریدی و انواع آن، مکانیزم احتراق و تعیین نرخ رگرسیون پیشران

پ) سرفصل‌ها:

- **کلیات و مقدمه**
- **مقدمه‌ای بر پیشرانه‌های فضایی**
  - اصول و تعاریف
  - روابط تراست و ضربه ویژه
  - تئوری نازل‌ها و دینامیک گازها
  - مبانی آیروترمودینامیک سیستم پیشرانش
  - کاربرد انواع سیستمهای پیشران در فضاپیماها
- **پیشرانش‌های سوخت جامد**
  - آشنایی با انواع موتورهای سوخت جامد و ویژگیهای اصلی آنها
  - انواع پیشران‌های جامد
  - مکانیزم سوزش و فرآیند احتراق پیشران جامد
  - گرین پیشران جامد
  - بررسی جریان سیال عامل در طول محفظه احتراق
  - محاسبه تراست و ضربه ویژه
  - بالستیک داخلی موتور سوخت جامد
  - فرآیندهای گذرای عملکرد موتور جامد
  - ناپایداری فرآیندهای کاری در موتور جامد

- فرآیندهای کاری و کنترل در موتور جامد
- انتقال حرارت و عایق در موتور جامد

- **پیشرانش‌های سوخت مایع**
  - آشنایی با پیشرانش سوخت مایع
  - اصول عملکرد موتورهای سوخت مایع
  - آشنایی با انواع موتورهای سوخت مایع و ویژگیهای اصلی آنها
  - عملکرد وطراحی مکانیکی توربوماشینها
  - عملکرد توربینها و پمپها و روتورها
  - انواع سیستمهای تزریق پیشران
  - محفظه احتراق و نازل
  - ناپایداری احتراق در موتورهای سوخت مایع
  - انژکتورهای جریان سیستم گریز از مرکز
  - صفحه انژکتور در موتورهای سوخت مایع
  - کنترل موتور مایع
- **اصول موتورهای الکتریکی**
  - پیشران‌های الکتریکی و منابع جریان
  - انتخاب مواد پیشران
  - مولدهای حرارتی
  - فشار محفظه و تراست موتورهای الکتریکی
- **اصول موتورهای یونی**
  - بررسی انواع تراسترهای یونی
  - ضربه ویژه در موتورهای یونی
  - مقایسه تراستر یونی و موتورهای الکتریکی
  - فرآیند فیزیکی در بمباران الکتریکی محفظه یونیزاسیون
- **اصول موتورهای هیبریدی**
  - آشنایی با مشخصات و ساختار موتورهای هیبریدی
  - مکانیزم احتراق و تعیین نرخ رگرسیون پیشران
  - بررسی انواع موتورهای هیبریدی
- **بررسی مأموریت**
  - تحلیل مأموریت
  - طراحی مأموریت

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکویز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Brown C.D., “Elements of Spacecraft Design”, 1st ed., AIAA, 2003.
2. Brown C., “Spacecraft Propulsion”, First Edition, American Institute of Areonautics and Astronautics, 1996.
3. Hill, Philip and Carl Peterson, “Mechanics and Thermodynamics of Propulsion”, Pearson , 1991.
4. Hill P.G., “Mechanics and Thermodynamics of Propulsion”, Addision- Wesley, New York, 1991.
5. Rohsenow, Warren, James Hartnett, Cho Y., “Handbook of Heat Transfer”, 3rd Ed., McGraw Hill, 1998.
6. Sutton G.P., “Rocket Propulsion”, 7th Es. Wiley, New York, 2013.
7. Timnat Y.M., "Advanced Chemical Rocket Propulsion", academic press, 1987.
8. Wertz J.R., “Space Mission Analysis and Design”, Kluwer Academic Press, Netherland, 1999.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	روشهای نوین در دینامیک سیالات محاسباتی		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Methods in Computational Fluid Dynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با روش حجم محدود و پیاده‌سازی آن برای حل معادلات بقاء و فراگیری روش میانگین‌گیری وزنی فشار برای حل میدان جریان تراکم‌ناپذیر، کاربرد هوش مصنوعی در دینامیک سیالات محاسباتی

اهداف ویژه:

- روش حجم محدود
- پیاده‌سازی آن برای حل معادلات بقاء
- فراگیری روش میانگین‌گیری وزنی فشار برای حل میدان جریان تراکم‌ناپذیر
- فراگیری کار با نرم‌افزارهای متن باز، بویژه اوپن‌فوم (OpenFOAM)
- آشنایی با روشهای شبکه عصبی فیزیک آگاه

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - مقدمه‌ای بر معادلات جریان تراکم‌پذیر گذرا و لزج و فرم‌های ساده‌شده آن و ماهیت ریاضیاتی جمله‌های مختلف این معادلات
  - مفهوم حل عددی معادلات با مشتقات پاره‌ای، گسسته‌سازی معادلات و روشهای مختلف گسسته‌سازی میدان حل: اختلاف محدود، المان محدود و حجم محدود
  - روشهای مختلف برای حل عددی معادلات تراکم‌ناپذیر، روشهای چگالی‌مبنا و فشارمبنا، نقش فشار در جریان تراکم‌ناپذیر
  - مشکل جداشدن میدان‌های فشار و سرعت در حل عددی جریان تراکم‌ناپذیر: روش شبکه جابجاشده
  - روش شبکه هم‌مکان برای حل عددی جریان تراکم‌ناپذیر
  - اعمال الگوریتم عددی روش هم‌مکان جرمی برای حل عددی جریان تراکم‌ناپذیر دو بعدی آرام و گذرا
  - روشهای حرکت در زمان برای حل عددی جریان تراکم ناپذیر
- **روش حجم محدود**
  - روشهای بقایی و مفاهیم پایه
  - گسسته سازی معادلات بقاء و فرضیات حاکم
  - کاربرد قضیه گوس در بدست آوردن معادلات بقاء به فرم دیفرانسیلی
  - پیاده‌سازی روش حجم محدود با راهبرد مرکز-سلول و مقدمه‌ای بر روش سلول-گره
  - پیاده‌سازی روش حجم محدود در میدان‌های دو بعد
- **روش حجم محدود برای مسائل جابه‌جایی**
  - جابه‌جایی خالص در حالت پایدار
  - روش حجم محدود برای حالت پایدار جابه‌جایی در یک بعد
  - روشهای گسسته‌سازی ویژه برای معادلات جابجایی
  - روش بالادست متاثر از فیزیک جریان
  - روش میانگین‌گیری وزنی فشار

- **گسسته‌سازی عملگرهای پایه**
  - گسسته‌سازی مشتقات مرتبه اول
  - گسسته‌سازی مشتقات مرتبه دوم
  - خطی‌سازی مرتبه اول و دوم
  - گسسته‌سازی معادله عمومی انتقال بقایی
  - گسسته‌سازی جمله زمانی
  - گسسته‌سازی جملات جابه‌جایی
- **معرفی برنامه متن‌باز اوپن فوم: حلگر حجم محدود مرکز-سلولی**
  - برنامه‌نویسی شیءگرا
  - کلاس‌های پرکاربرد در پیاده‌سازی روش حجم محدود مرکز-سلول
  - توابع پرکاربرد در پیاده‌سازی روش حجم محدود مرکز-سلول
  - روشهای تکراری و مستقیم در حل دستگاه معادلات خطی
  - حلگرهای توسعه‌یافته در اوپن‌فوم
- **معرفی روش شبکه عصبی فیزیک آگاه**
  - مقدمه‌ای بر هوش مصنوعی
  - مبانی یادگیری ماشین
  - تحلیل رگرسیون
  - شبکه عصبی مصنوعی
  - شبکه عصبی فیزیک آگاه

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۴۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Charles Hirsch, “Fundamentals of Computatioanl Fluid Dynamics”, 2nd Ed., John Wiley & Sons, 2007.
2. Hoffmann K.A., Chiang S.T., “Computatioanl Fluid Dynamics”, Engineering Education System, 2000.
3. Moukalled F., Mangani L., Darwish M., “The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics: An Advanced Introduction with OpenFOAM® and Matlab”, AUB, 2016.

4. Murphy, Kevin P. “Machine learning: a probabilistic perspective”, MIT press, 2012.
5. Bishop, Christopher. "Pattern recognition and machine learning." Springer google schola 2006.
6. Alpaydin, Ethem, “Introduction to machine learning”, MIT press, 2020.
7. Karniadakis, G.E., Kevrekidis, I.G., Lu, L. *et al.* Physics-informed machine learning. *Nat Rev Phys* **3**, 422–440, 2021.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	طراحی محفظه احتراق توربین گاز		
عنوان درس به انگلیسی:	Gas Turbine Combustor Design	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با انواع محفظه احتراق توربین گاز و طراحی محفظه احتراق و تحلیل آنها

اهداف ویژه:

- انتخاب نوع محفظه و سیستم پاشش
- طراحی مفهومی محفظه
- طراحی‌های نوین برای محفظه‌های متعارف

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - انواع محفظه احتراق
  - اجزای محفظه احتراق
  - تغییرات محفظه احتراق
- **مبانی احتراق**
  - نسبت هم ارزی
  - محاسبه دمای شعله
  - تعادل شیمیایی
  - انواع شعله
  - شعله پیش مخلوط
  - شعله غیرپیش مخلوط
  - پایداری شعله
- **بررسی سوخت های مختلف**
- **آیرودینامیک محفظه احتراق**
  - پارامترهای افت فشار
  - دیفیوزر
  - توزیع جریان در لاینر
  - نفوذ جت جریان
  - جریان در چرخاننده
- **بازده محفظه احتراق**
  - بازده احتراقی

- افت فشار
- پایداری شعله
- محدوده پایدای محفظه احتراق
- محدوده اشتعال پذیری محفظه احتراق

- **پاشش سوخت**
  - مفاهیم اولیه در پاشش
  - انواع انژکتور
  - توزیع قطر قطرات
  - پارامترهای مهم در پاشش
  - روابط نیمه تجربی
- **آلایندگی محفظه احتراق**
  - استانداردهای مرتبط
  - معرفی آلاینده ها
  - محدوده مجاز آلایندگی
  - پیش بینی میزان آلایندگی
  - روش های کاهش آلایندگی
- **طراحی مفهومی محفظه احتراق**
  - انتخاب نوع محفظه احتراق
  - انتخاب روش پاشش
- **طراحی اولیه محفظه احتراق**
  - محاسبه دبی هوا و طول ناحیه اولیه
  - محاسبه دبی هوا و ابعاد ناحیه ثانویه
  - محاسبه دبی هوای مورد نیاز برای خنک‌کاری
  - محاسبه دبی هوا و ابعاد ناحیه رقیق‌سازی
  - طراحی پخش‌کننده ورودی هوا
  - طراحی چرخاننده جریان
  - طراحی ابزارهای خنک‌کاری

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	- درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Lefebvre A. and Ballal D., GAS Turbine Combustion, Alternative Fuels and Emissions, 3rd Ed., CRC Press, 2010.
2. Lefebvve, “Atomization and Spray”, 1989.
3. Turns, An Introduction to Combustion: Concepts and Applications, 3rd Ed., 2012.
4. Mellor, Design of Modern Turbine Combustors, ACADEMIC PRESS, 1990.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**طراحی موتور موشک‌های سوخت مایع**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Liquid Propellant Rockets Engine Design**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**		**تخصصی الزامی** ■ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**نظری**	**تخصصی اختیاری** ☐ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**رساله** ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐ **مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با انواع موتورهای سوخت مایع و نحوه عملکرد موتورها، آشنایی و طراحی محفظه احتراق، انژکتورها و صفحه انژکتور.

اهداف ویژه:

- انواع موتورهای سوخت مایع و نحوه عملکرد موتورها
- طراحی محفظه احتراق
- انژکتورها و صفحه انژکتور

پ) سرفصل‌ها:

- اساس انتخاب پارامترهای موتور سوخت مایع در دست طراحی
- انتخاب فشار لحظه احتراق
- ابعاد و اندازه موتور
- طرح و مشای موتور
- موارد کاربرد و انتخاب شمای تغذیه موتور
- تعاریف و آشنایی
- بررسی عملکرد استارت
- انواع روشهای خاموش
- ایمپالس پس از دستور قطع
- بررسی دو نمونه طرح سیکل باز و بسته
- **طراحی محفظه احتراق**
  - اجزای محفظه احتراق
  - انواع محفظه‌های احتراق
  - انتخاب حجم محفظه‌ی احتراق
  - تعیین سطح محفظه‌ی احتراق
- **طراحی نازل مافوق صوت**
  - شرایط نازل‌های مافوق صوت در موتور مایع
  - افت در نازل‌ها
  - محاسبات افت
  - انتخاب زوایای ورود و خروج قسمت واگرای نازل
  - طراحی پروفیل قسمت واگرای نازل
- طراحی انژکتورهای جریان مستقیم و گریز از مرکز
- طراحی صفحه انژکتور
- طراحی شیرآلات سلوئیدی (مقدمه)

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	... درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. TimmatmY.M., "Advanced Chemical Rocket Propulsion", 1987.
2. Roland W.H., "Liquid Rocket Propulsion Systems.
3. Charles D.B., "Space Propulsion", AIAA.
4. George P. Sutton., "Liquid Propulsion Rocket Elements", 9th Ed. 2016.
5. Thermodynamic and Thermophysical Properties of Combustion Production", MOSCOW, Gloshko,1971.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**کاربرد هوش مصنوعی در جلوبرندگی**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Application of Artificial Intelligence in Propulsion**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ■	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ☐	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم اولیه هوش مصنوعی در پیش‌بینی عملکرد، پایش وضعیت و طراحی سامانه‌های جلوبرندگی، طراحی زیرسامانه‌ها، بهینه‌سازی طراحی مفهومی، کاربرد هوش مصنوعی در شبیه‌سازی عددی

اهداف ویژه:

- مفاهیم اولیه هوش مصنوعی و کاربرد آن در حوزه‌های مهندسی
- کاربرد هوش مصنوعی در فرآیند طراحی سامانه‌های و زیرسامانه‌های جلوبرنده هوایی و فضایی
- نحوه تبدیل یک مسئله در زمینه طراحی سامانه‌ها و زیرسامانه‌های جلوبرنده‌ها با یک مسئله بر مبنای هوش مصنوعی
- تدوین کدهای محاسباتی بر مبنای الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای طراحی سامانه‌ها و زیرسامانه‌های جلوبرنده‌ها

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر هوش مصنوعی**
  - تعریف هوش مصنوعی
  - ایده و مفهوم هوش ماشین
  - شاخه‌های هوش مصنوعی
  - نقش هوش مصنوعی در صنعت سامانه‌های جلوبرنده
- **مبانی یادگیری ماشین**
  - مقدمه
  - یادگیری نظارتی
  - یادگیری غیرنظارتی
  - یادگیری نیمه نظارتی
  - یادگیری تقویتی
  - یادگیری مبتنی بر کاهش ابعاد مسئله
  - سایر روشهای یادگیری ماشین
  - نحوه تبدیل مسئله طراحی به مسئله یادگیری ماشین
- **مدل‌های یادگیری ماشین**
  - مقدمه
  - تحلیل رگرسیون
  - ماشین بردار پشتیبان

- شبکه عصبی مصنوعی
- درخت تصمیم‌گیری

- **یادگیری ماشین در طراحی و تحلیل سامانه‌های جلوبرنده**
  - مقدمه
  - روشهای پرکاربرد در طراحی و تحلیل سامانه‌های جلوبرنده
  - کاربرد یادگیری ماشین در طراحی مفهومی و اولیه موتور هوایی
  - کاربرد یادگیری ماشین در طراحی دقیق موتور هوایی
  - کاربرد یادگیری ماشین در طراحی زیرسامانه‌های موتور هوایی
- **شبکه عصبی مصنوعی در طراحی و بهینه‌سازی سامانه‌های جلوبرنده**
  - مقدمه
  - مبانی شبکه عصبی
  - یادگیری عمیق بر پایه شبکه عصبی
  - روشهای پرکاربرد در طراحی و تحلیل سامانه‌های جلوبرنده
  - کاربرد یادگیری ماشین در طراحی مفهومی و اولیه موتور هوایی
  - کاربرد یادگیری ماشین در طراحی دقیق موتور هوایی
  - کاربرد یادگیری ماشین در طراحی زیرسامانه‌های موتور هوایی
- **هوش مصنوعی در زیرسامانه‌های جلوبرنده**
  - پایش شرایط و تشخیص عیوب (CMHD)
  - پایش مبتنی بر مدل (تحلیل مسیر گاز): تاریخچه، ارتباط CMHD با هوش مصنوعی
  - پایش روشهای مبتنی بر هوش مصنوعی
  - واحد کنترل موتور (ECU)
  - سامانه کنترل موتور مبتنی بر مدل
  - سامانه کنترل موتور مبتنی بر هوش مصنوعی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۲۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۵۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Murphy, Kevin P. “Machine learning: a probabilistic perspective”, MIT press, 2012.
2. Bishop, Christopher. "Pattern recognition and machine learning." Springer google schola 2006.
3. Alpaydin, Ethem, “Introduction to machine learning”, MIT press, 2020.
4. Russell, Stuart J., and Peter Norvig, “Artificial intelligence a modern approach”, London, 2010.
5. Poole, David L., and Alan K. Mackworth, “Artificial Intelligence: foundations of computational agents”, Cambridge University Press, 2010.
6. Vas, Peter. Artificial-intelligence-based electrical machines and drives: application of fuzzy, neural, fuzzy-neural, and genetic-algorithm-based techniques. Vol. 45. Oxford university press, 1999.
7. Flack R.D., “Fundamentals of Jet Propulsion with Applications”, Vol. 17, Cambridge University Press, 2005. Jet Propulsion, 2008, Springer International Publishing AG., ISBN: 978-3-540-74894-6.
8. Baskharone E.A., “Principles of Turbomachinery in Air-Breathing Engines”, Cambridge Aerospace Series, Series Number 18, 2006.
9. Farokhi S., “Aircraft propulsion. John Wiley & Sons, 2014.
10. El-Sayed, Ahmed F., “Aircraft Propulsion and Gas Turbine Engines”, CRC press, 2017.
11. Hill P.G., Peterson C.R., “Mechanics and Thermodynamics of Propulsion”, 1992
12. Saravanamuttoo H.I.H., Crichton Rogers G.F., Cohen H., “Gas Turbine Theory”, Pearson Education, 2001.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مباحث منتخب در جلوبرندگی		
عنوان درس به انگلیسی:	Selected Topics in Propulsion	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

این درس به بررسی موضوعات پیشرفته و منتخب در حوزه سامانه‌های جلوبرنده هوافضایی مانند موتورهای توربوجت، توربوفن، رم‌جت‌ها و سامانه‌های پیشرانش فضایی می‌پردازد و هدف آن تعمیق درک دانشجو از چالش‌ها، فناوری‌های نوین و مباحث خاص در طراحی و تحلیل این پیشران‌هاست. مباحثی که به‌طور معمول در سرفصل سایر دروس به آن‌ها پرداخته نمی‌شود.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مباحث فناوری‌های نوین که در سرفصل دروس دیگر قرار ندارد.
- آشنایی با چالش‌های صنعتی در زمینه مباحث مورد نظر
- مطالعه مباحث طراحی در زمینه مورد نظر مبتنی بر یک یا چند پروژه کاربردی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مباحث مطرح شده‌ی جدید در علم جلوبرندگی
- بررسی و انتخاب عناوین و موضوعات
- جمع آوری اطلاعات و مطالعه موضوعات منتخب
- ارائه و هم اندیشی در مورد موضوع بررسی شده
- جمع آوری اطلاعات و مطالعه در مورد موضوع منتخب با توجه به نظرات ارائه شده
- ارائه نهایی روشهای مورد استفاده و همچنین نتایجی که استفاده از موضوع مورد نظر داشته است

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۶۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Journal of Fluid Mechanics | Cambridge Core.
2. American Institute of Aeronautics and Astronautics.
3. Journal of Propulsion and Power.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	احتراق اسپری		
عنوان درس به انگلیسی:	Spray Combustion	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با انواع اسپری‌ها و اتمایزرها و روشهای اندازه‌گیری، آشنایی با روشهای ناپایداری اسپری، آشنایی با تبخیر و احتراق قطره و تعمیم آن به احتراق اسپری

اهداف ویژه:

- آشنایی با انواع اسپری‌ها و اتمایزرها و روشهای اندازه‌گیری
- آشنایی با روشهای ناپایداری اسپری
- آشنایی با تبخیر و احتراق قطره و تعمیم آن به احتراق اسپری

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر اسپری و کاربردهای آن
- نمونه‌برداری مکانی و زمانی از میدان پاشش اسپری
- اسپری‌های پایا و ناپایا
- اندازه‌گیری‌های آماری میدان اسپری
- مقدمه‌ای بر تابع چگالی احتمال (PDF) اسپری
- همبستگی‌های اندازه-سرعت قطرات اسپری
- مقدمه‌ای بر کشش سطحی
- مقدمه‌ای بر اتمایزرها و طراحی آن‌ها
- تکنیک‌های ساده اندازه‌گیری میدان اسپری
- انتخاب اتمایزرها
- اندازه‌گیری مشخصه‌های اسپری
- تکنیک‌های اندازه‌گیری اسپری
- تکنیک‌های اندازه‌گیری اسپری غیرمخرب
- تحلیل پایداری خطی
  - معرفی پایداری خطی
  - پایداری کلوین-هلموز
  - روش تحلیل پایداری خطی
  - ناپایداری جت استوانه‌ای
  - ناپایداری شیت مایع
- طراحی اتمایزرهای فشاری-پیچشی

- **مدل‌سازی اتمیزاسیون**
  - اتمیزاسیون اولیه (LISA)
  - اتمیزاسیون ثانویه
  - پارامترهای بی‌بعد
  - مدهای شکست
- **مدل‌سازی جریانهای چندفازی**
  - مقدمه
  - معادلات پایه
  - انتخاب مدل
  - معادلات حاکم
- تبخیر قطره
- احتراق قطره
- احتراق اسپری

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	- درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Lefebvve, “Atomization and Spray”, 1989.
2. Frohn A., Roth N., “Dynamic of Dropleets”, 2000.
3. Bayvel L., “Liquid Atomization.
4. Borman G.L., “Combustion Engineering.
5. Ashgriz N., “Handbook of Atomization.
6. Pancharignula M.V., “Spray Theorty and Applications.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	اصول دینامیک سیالات محاسباتی		
عنوان درس به انگلیسی:	Computational Fluid Dynamics 1	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با گسسته‌سازی به روش بسط تیلور، مفاهیم اصلی دقت، سازگاری، پایداری و همگرایی، مبانی روش گسسته‌سازی اختلاف محدود و مبانی روش گسسته‌سازی حجم محدود

اهداف ویژه:

- آشنایی با گسسته‌سازی به روش بسط تیلور
- آشنایی با مفاهیم پایداری و همگرایی مروری بر بدست آوردن معادلات بقای جرم
- مبانی روش گسسته‌سازی اختلاف محدود
- مبانی روش گسسته‌سازی حجم محدود
- مبانی روش تولید شبکه محاسباتی

پ) سرفصل‌ها:

- **کلیات و مقدمه**
  - دینامیک سیالات محاسباتی و کاربردهای آن در شاخه های مختلف مهندسی
  - مفهوم حل عددی معادلات بر روی میدان گسسته
  - مقدمه‌ای بر تولید شبکه و گسسته‌سازی میدان حل
  - مقدمه ای کوتاه در مورد شبکه های با سازمان و بی سازمان
  - دسته بندی فیزیکی و ریاضی معادلات با مشتقات پاره ای
  - معرفی برخی معادلات دیفرانسیل پرکاربرد در فیزیک و مکانیک
- **روش اختلاف محدود (مفاهیم و تکنیکها)**
  - حل عددی معادلات پایه یک بعدی: جابجایی خطی، جابجایی غیرخطی، نفوذ و برِگرز
  - روشهای صریح و ضمنی
  - حل عددی معادلات پایه دوبعدی: جابجایی خطی و غیرخطی، نفوذ و برِگرِز
  - آنالیز روشهای عددی: سازگاری، پایداری، همگرایی و دقت گسسته‌سازی
  - تحلیل فون نیومن در بررسی پایداری
  - حل عددی معادلات ناویر-استوکس: جریان تراکم‌ناپذیر
  - روشهای حل معادلات هذلولوی و جابجایی غیرخطی
- **روش حجم محدود (مفاهیم و تکنیک‌ها)**
  - روشهای بقایی و مفاهیم پایه
  - گسسته‌سازی معادلات بقاء و فرضیات حاکم

- مقدمه‌ای بر روش حجم محدود با راهبرد مرکز-سلول و سلول-گره
- آشنایی با نرم‌افزارهای دینامیک سیالات و انتقال گرمای محاسباتی
- آشنایی با نرم‌افزارهای تولید شبکه

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Anderson J.D., “Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications”, McGraw-Hill, 1995.
2. Chung T.J., “Computational Fluid Dynamics”, Cambridge university press, 2010.
3. Ferziger J.H., Peric M., “Computatioanl Methods for Fluid Dynamics”, 3rd Ed., Springer, 2002.
4. Hirsch C., “Fundamentals of Computatioanl Fluid Dynamics”, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Ltd, 2007
5. Hoffmann K.A., Chiang S.T., “Computatioanl Fluid Dynamics”, Engineering Education System, 2000
6. Lu H., Gidaspow D., Wang S., “Computational Fluid Dynamics and the Theory of Fluidization”, Springer: Singapore, 2021
7. Qin G., “Computational Fluid Dynamics for Mechanical Engineering”, CRC Press, 2021
8. Trangenstein J.A., “Numerical Solution of Hyperbolic Partial Differential Equations”, Cambridge University Press, 2007
9. Versteeg H.K., Malalasekera W., “An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method”, Longman Group Ltd, 1995

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	آکوستیک		
عنوان درس به انگلیسی:	Acoustics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف این درس آشنایی با اصول و مبانی فیزیک امواج صوتی، انتشار صوت و روش‌های تحلیل و کنترل آن با تأکید ویژه بر کاربردهای هوافضایی از جمله آکوستیک پیشرانش و آلایندگی صوتی هواپیماهاست.

اهداف ویژه:

- شناخت امواج صوتی و معادلات حاکم بر انتشار آن‌ها.
- تحلیل منابع و مکانیزم‌های تولید نویز در سامانه‌های هوافضایی.
- آشنایی با روش‌های اندازه‌گیری و تجهیزات آزمایشگاهی آکوستیک.
- بررسی اصول طراحی و روش‌های کنترل و کاهش نوفه.
- مدلسازی و پیش‌بینی انتشار صوت در محیط‌های مختلف.

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی، بررسی مفاهیم، اصطلاحات و غیره.
- معادله موج (یک بعدی، سه بعدی، یک بعدی کروی) و حل آن.
- معادله خط انتقال، موجبر، موج‌های صفحه‌ای یک بعدی، تداخل.
- پارامترهای توزیع‌شده، تصاویر، PSWR، آرایه‌های منبع ساده، جریان انرژی، توان، شدت، میرایی از طریق جرم، میرایی فضایی.
- عناصر تعمیم یافته، قوانین مربوط به اتصال، عناصر الکتریکی، مکانیکی و آکوستیک.
- کاربردها

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	- درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Beranek Leo L., "Acoustics", Acoustical Society of America, 1986.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	آیروترمودینامیک موتورهای موشک		
عنوان درس به انگلیسی:	Aerothermodynamics of Rocket Engines	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با انواع موتورهای موشک، آیرودینامیک و دینامیک گاز داخلی، آیروترمودینامیک جریان‌های تراکم‌پذیر، مدل‌سازی و طراحی موتورهای موشک، طراحی مفهومی موتور به عنوان یک سامانه آیروترمودینامیک

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم اصلی آیرودینامیک و ترمودینامیک و ارتباط آن‌ها در مبحث موتورهای موشک
- ایجاد نگرشی متوازن بین تئوری، تحلیل و طراحی عملی و مهندسی در موتورهای موشک
- طراحی مفهومی موتور به عنوان یک سامانه آیروترمودینامیک

پ) سرفصل‌ها:

- **طبقه‌بندی انواع موتورهای موشک**
  - پیشرانش جت مجرایی
  - پیشرانش موشک
  - کاربرد پیشرانش موشک
- **تعاریف و مبانی**
  - تراست
  - سرعت خروجی
  - انرژی و بازده
  - معیارهای عملکردی مرسوم
- **تئوری نازل و روابط ترمودینامیک**
  - راکت ایده‌آل
  - مروری بر روابط ترمودینامیک
  - جریان آیزنتروپیک در نازل
  - پیکره‌بندی‌های نازل
  - نازل‌های واقعی
  - پارامترهای عملکردی اصلی
  - تنظیم راستای نازل
  - تراست متغیر
- **عملکرد پروازی**

- پرواز در شرایط بدون نیروی جاذبه و نیروی پسا
- نیروهای وارد بر یک پرنده و روابط پایه‌ای حرکت در جو
- اثر سامانه پیشرانش بر عملکرد پرنده
- پرواز فضایی
- مانورهای پروازی
- اثر آیرودینامیک توده گازهای خروجی موتور (آتش عقبه موتور)
- پایداری پرواز

- **انواع موتور موشک**
  - موتورهای سوخت جامد و اصول طراحی آن‌ها
  - انواع سوخت‌های جامد
  - موتورهای سوخت مایع و اصول طراحی آن‌ها
  - انواع سوخت‌های مایع
- **انتخاب سامانه پیشرانش موشک**
  - فرآیند انتخاب
  - معیارهای انتخاب
  - توازن میان معیارها و انتخاب

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	- درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Sutton, G.P. and Biblarz, O. Rocket propulsion elements. John Wiley & Sons, 2011.
2. Oates, G.C., Aerothermodynamics of gas turbine and rocket propulsion. Aiaa, 1997.
3. Cizmas, P.G.. Aerothermodynamics and Jet Propulsion. Cambridge University Press, 2021.
4. Hirschel, E.H.. Basics of aerothermodynamics. Springer, 2005
5. Heister, S.D., Anderson, W.E., Pourpoint, T.L., Cassady, J. and Cassady, R.J., Rocket propulsion (Vol. 47). Cambridge University Press, 2019.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	جلوبرنده‌های فراصوتی		
عنوان درس به انگلیسی:	Supersonic Propulsions	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با دسته‌بندی سامانه‌های پیشرانش، قوانین پایه‌ای جریان تراکم‌پذیر، پارامترهای عملکردی موتورهای جت، موتورهای جت ضربانی، موتورهای رم‌جت و موتورهای اسکرم‌جت

اهداف ویژه:

- قوانین پایه‌ای جریان تراکم‌پذیر
- اصول عملکرد موتورهای جت در سرعت‌ها مافوق صوت و ماورای صوت
- اصول عملکرد و طراحی موتورهای جت ضربانی
- اصول عملکرد و طراحی موتورهای رم‌جت
- اصول عملکرد و طراحی موتورهای اسکرم‌جت

پ) سرفصل‌ها:

- **دسته‌بندی هواپیماها و سامانه‌های پیشرانش**
  - مقدمه
  - دسته‌بندی هواپیماها
  - دسته‌بندی سامانه‌های پیشرانش
- **مروری بر قوانین پایه‌ای جریان تراکم‌پذیر**
  - مقدمه
  - سیستم و حجم کنترل
  - معادلات پایه‌ای (بقای جرم، اندازه‌حرکت و انرژی)
  - قانون دوم ترمودینامیک و معادله انتروپی
  - معادله حالت
  - جریان تراکم‌پذیر یک‌بعدی پایا
  - معادلات جریان رایلی
  - جو استاندارد
- **پارامترهای عملکردی موتورهای جت**
  - مقدمه
  - نیروی تراست
  - عوامل مؤثر بر تراست
  - پارامترهای عملکردی موتور (بازده رانشی، بازده گرمایی، بازده کل، مصرف سوخت ویژه، ضربه کل)
- **موتورهای جت ضربانی (پالس‌جت)**
  - مقدمه و تاریخچه
  - جت ضربانی دریچه‌ای (Valved Pulsjet)

- چرخه ترمودینامیکی موتور جت ضربانی
- طبیعت ضربانی پارامترهای جریان در موتور جت ضربانی
- موتور دتونیشن ضربانی (Pulse Detonation Engines)

- **موتورهای رم‌جت**
  - مقدمه و تاریخچه
  - کاربردها
  - تحلیل آیروترمودینامیکی اجزای موتور
  - تحلیل آیروترمودینامیکی چرخه موتور رم‌جت
  - موتور رم‌جت با دو گلوگاه
- **موتورهای اسکرم‌جت**
  - مقدمه
  - سیر تحول اسکرم‌جت‌ها
  - مزایا و معایب اسکرم‌جت‌ها
  - تحلیل آیروترمودینامیکی اسکرم‌جت‌ها
  - تحلیل عملکرد
  - موتور احتراقی دو حالتی (رم‌جت-اسکرم‌جت)

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	- درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Babu, V., Fundamentals of Propulsion. Springer, 2022.
2. El-Sayed, A.F., Fundamentals of aircraft and rocket propulsion (p. 1010). London: Springer, 2016.
3. Sutton, G.P. and Biblarz, O., Rocket propulsion elements. John Wiley & Sons, 2011.
4. Tran, K., One dimensional analysis program for scramjet and ramjet flowpaths (Doctoral dissertation, Virginia Tech), 2010.
5. Babu, V.. Fundamentals of Gas Dynamics 2nd Edition. Springer, 2021.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**روشهای تجربی در احتراق**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Experimental Methods in Combustion**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

در این درس، اصول ضروری برای انجام آزمایش ها و تجزیه و تحلیل و تفسیر نتایج و شرح و روش شناسی دقیق آزمایش‌های احتراقی بیان می‌شود. اصول احتراق، جزئیات ابزارهای مورد استفاده در آزمایش‌های احتراق را با نمونه‌های کار شده، آزمایش‌های مربوط به احتراق و اسپری، روش آزمایشی برای رسیدن به نتایج به روشی عملی و آموزشی ارائه شده است. علاوه بر این، تمام اطلاعات مربوطه در مورد ساخت راه اندازی آزمایشگاه نیز مورد بحث قرار می‌گیرد.

اهداف ویژه:

- سیستم های احتراقی
- اندازه گیری در احتراق
- آشکارسازی جریان

پ) سرفصل‌ها:

- **مبانی احتراق**
  - نسبت هم ارزی
  - محاسبه دمای شعله
  - تعادل شیمیایی
  - انواع شعله
  - شعله پیش مخلوط
  - شعله غیرپیش مخلوط
  - شعله جت
  - احتراق قطره
- **سیستم های اندازه گیری**
  - روش های اندازی گیری
  - انواع سنسورها
  - عملکرد سیستم های اندازه گیری
- **داده برداری**
  - آنالیز داده ها
  - عدم قطعیت در نتایج
  - بررسی آماری داده ها
  - رسم نمودارها
  - آنالیز رگرسیون
- **اندازه گیری جریان احتراقی**

- اندازه گیری فشار
- اندازه گیری دما
- اندازه گیری صدا
- اندازه گیری سرعت
- دبی‌سنجی جریان

- **اندازه گیری گونه های شیمیایی**
  - استانداردهای مرتبط
  - معرفی آلاینده ها
  - روش های نمونه برداری
  - روش های محاسباتی
- **آشکارسازی جریان با روش های اپتیک**
  - انواع لیزرها
  - اصول پراکندگی نور
  - آشکارسازی جریان
  - آشکارسازی شعله
  - روش شلرین
  - اندازه گیری سرعت
  - روش اندازه گیری دمای ریلی
  - روش PIV
  - روش LIF/PLIF

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	- درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Mishra, D., Experimental Combustion an Introduction, CRC Press, 2014.
2. Turns, An Introduction to Combustion: Concepts and Applications, 3rd Ed., 2012.
3. Mellor, Design of Modern Turbine Combustors, ACADEMIC PRESS, 1990.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	روشهای محاسباتی در احتراق		
عنوان درس به انگلیسی:	Computational Methods in Combustion	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با انواع روشهای محاسباتی عددی و کاربرد آن در شبیه‌سازی احتراق، روشهای عددی در احتراق صفربعدی و یک‌بعدی، شبیه‌سازی آشفتگی در احتراق، تکنیک‌های برخورد با معادلات واکنش‌های شیمیایی، روشهای شبیه‌سازی دو فازی و چندفازی در احتراق

اهداف ویژه:

- آشنایی با انواع روشهای محاسباتی عددی و کاربرد آن در شبیه‌سازی احتراق
- روشهای عددی در احتراق صفربعدی و یک‌بعدی، شبیه‌سازی آشفتگی در احتراق
- تکنیک‌های برخورد با معادلات واکنش‌های شیمیایی
- روشهای شبیه‌سازی دو فازی و چندفازی در احتراق

پ) سرفصل‌ها:

- **کلیات و مقدمه**
- **شبیه‌سازی دینامیک سیالات عددی**
  - انواع روشهای محاسباتی
  - مبانی روش حجم محدود در شبیه‌سازی محاسباتی
  - تولید شبکه برای مسائل احتراقی
  - نرم‌افزارهای موجود برای شبیه‌سازی احتراق
- **مروری بر مبانی سوخت و احتراق**
- **رهیافت‌های مدل‌سازی و شبیه‌سازی عددی احتراق**
  - شبیه‌سازی مخلوط تک‌فازی
  - شبیه‌سازی دوفازی و چندفازی
  - شبیه‌سازی دوفازی ذرات جامد در سیال
- **شبیه‌سازی آشفتگی در شبیه‌سازی احتراق**
  - مدل‌های خانواده RANS
  - مدل‌های LES
  - شبیه‌سازی DNS
- **ملاحظات شبیه‌سازی عددی در انواع سیستم‌های پیشرانش**
  - احتراق در موتورهای سوخت جامد
  - شبیه‌سازی احتراق در موتورهای سوخت مایع
  - شبیه‌سازی احتراق در موتورهای توربینی
  - شبیه‌سازی احتراق در سایر سیستم‌های پیشرانشی (رم‌جت، اسکرم‌جت، موتور احتراق داخلی و ...)
- **مباحث پیشرفته در شبیه‌سازی احتراق**
  - شبیه‌سازی ناپایداری احتراق

- شبیه‌سازی ترموآکوستیک در احتراق
- بهینه‌سازی محاسباتی در احتراق

- **موضوعات خاص (ارائه کنفرانس توسط دانشجو)**

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Hirsch C., "Fundamentals of Computatioanl Fluid Dynamics", 2nd Ed., John Wiley & Sons, Ltd, 2007.
2. Moukalled F., Mangani L., Darwish M., "The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics: An Advanced Introduction with OpenFOAM® and Matlab", AUB, 2016.
3. Westbrook C.K., Mizobuchi Y., Poinsot T.J., Smith P.J., Warnatz J., "Computational Combustion", Proceedings of the Combustion Institute, Vol. 30, No. 1: 125-157, 2005.
4. Baukal Jr C.E., Gershtein V., Li X.J., "Computational Fluid Dynamics in Industrial Combustion", CRC press, 2004.
5. Sommerfeld M., "Best Practice Guidelines for Computational Fluid Dynamics of Dispersed Multiphase Flows", Ercoftac, 2008.
6. Shi Y., Ge H.W., Reitz R.D., "Computational Optimization of Internal Combustion Engines", Springer Science & Business Media, 2011.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**سوخت و احتراق پیشرفته ۱**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Advanced Fuel and Combustion 1**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**نظری**	**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**رساله** ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐ **مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

این درس زمینه آشنایی با انواع سوخت‌ها، ترمودینامیک، سینتیک شیمیایی و مکانیزم‌های بنیادی احتراق در موتورهای هوافضایی می‌پردازد و بر آنالیز واکنش‌های سوختن، تبخیرو سوختن قطره، احتراق پیش‌آمیخته و پخش‌شونده و ویژگی‌های سوخت‌های متعارف و نوین تمرکز دارد.

اهداف ویژه:

- بررسی ترمودینامیک و سینتیک واکنش‌های احتراق.
- تحلیل ساختار شعله و سرعت انتشار شعله در مخلوط‌های پیش‌آمیخته.
- مطالعه مکانیزم‌های احتراق پخش‌شونده و قطرات سوخت

پ) سرفصل‌ها:

- مروری بر سوخت و احتراق (مقطع کارشناسی)
- **ترمودینامیک**
  - ترمودینامیک مخلوط واکنش
  - تعادل واکنش‌های شیمیایی
- کاربردها: جریان واکنش‌های شیمیایی در نازل‌ها
- **شیمی**
  - سوخت‌ها و خواص آن‌ها
  - سنتیک شیمیایی
- **معادلات پایه ترمودینامیک هوایی جریان واکنش‌ها**
  - شعله‌های پیش آمیخته
  - شعله‌های دیفیوژن
- تبخیر و سوختن قطره

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	... درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	... درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Kuo K.K., "Principles of Combustion", 2nd Ed. Weily, 2005.
2. Turns S.R., "An Introduction to Combustion Concepts and Applications", 3rd Ed. McGraw Hill, 2011.
3. Williams F.A, "Combustion Teory", 2nd Ed., CRC Press, 1985.
4. Warnatz, "Combustion", Springer, 2006.
5. Holman J., "Thermodynamics", McGraw Hill, 1980.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	سوخت و احتراق پیشرفته ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Fuel and Combustion 2	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف این درس، تحلیل پیشرفته پدیده‌های ناپایا و غیرایده‌آل در احتراق، از جمله ناپایداری‌ها، برهم‌کنش‌های احتراق-آکوستیک و احتراق در شرایط سخت و همچنین آشنایی با مفاهیم نوین در طراحی سامانه‌های احتراقی است.

اهداف ویژه:

- بررسی مکانیزم‌های ناپایداری و ارتعاشات احتراقی.
- مدلسازی و تحلیل برهم‌کنش‌های احتراق و آکوستیک.
- مطالعه احتراق در شرایط جریان آشفته.

پ) سرفصل‌ها:

- **شعله‌های غیرپیش‌آمیخته آرام**
  - شعله‌های غیرپیش‌آمیخته جریان تقابلی
  - شعله‌های غیرپیش‌آمیخته جت آرام
  - شعله‌های غیرپیش‌آمیخته با شیمی سریع
- **فرایندهای اشتعال**
  - تحلیل سمنوف در خصوص انفجارهای حرارتی
  - تحلیل فرانک- کامنتسکی درخصوص انفجارهای حرارتی
  - اشتعال خودبخودی: محدوده‌های اشتعال
  - اشتعال خودبخودی: زمان تاخیر در اشتعال
  - القای اشتعال، کمینه انرژی مورد نیاز جهت اشتعال
  - اشتعال جرقه‌ای
- **معادلات ناویر-استوکس برای جریانات سه‌بعدی واکنش‌پذیر**
  - معادلات بقا
  - معادلات بقای جرم کلی
  - معادلات بقای جرم اجزا
  - معادلات بقای ممنتوم
  - معادلات بقای انرژی
  - قوانین تجربی
  - قانون نیوتن
  - قانون فوریه
  - قانون فیک و نفوذ حرارتی
  - محاسبه ضرایب انتقال از پارامترهای مولکولی

- **جریانات واکنشی مغشوش**
  - برخی از پدیده‌های پایه
  - شبیه‌سازی عددی مستقیم
  - مفاهیم مدل‌سازی اغتشاش: میانگین‌گیری زمانی و Favre
  - معادلات ناویر-استوکس میانگین-رینولدز (RANS)
  - مدل‌های آشفتگیی
  - نرخ‌های واکنش متوسط
  - مفاهیم مدل‌سازی اغتشاش: توابع چگالی احتمال
  - مدل‌های شکست گردابه
  - مقیاس‌های اغتشاش
  - شبیه‌سازی گردابه‌های بزرگ
- **شعله‌های غیرپیش‌آمیخته مغشوش**
  - شعله‌های غیرپیش‌آمیخته با شیمی تعادلی
  - شیمی نرخ محدود در شعله‌های غیرپیش‌آمیخته
  - خاموشی شعله
  - شبیه‌سازی توابع چگالی احتمال شعله‌های غیرپیش‌آمیخته مغشوش با استفاده از روش مونت کارلو
- **شعله‌های پیش‌آمیخته مغشوش**
  - کلاسه‌بندی شعله‌های پیش‌آمیخته مغشوش
  - مدل‌های شعله ریز
  - مدل‌سازی شعله‌ریز با استفاده از reaction progress variable
  - مدل‌سازی شلعه‌ریز با استفاده از level-set method
  - سرعت شعله مغشوش
  - خاموشی شعله
  - سایر مدل‌های احتراق پیش آمیخته مغشوش

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Warnatz J., "Combustion", 3rd Ed., Springer, 2003.
2. Borman G.L., Ragland K.W., "Combustion Engineering", McGraw-hill, 1998.
3. Glassman I., "Combustion", 2nd ed, Academic, 1996.
4. Griffith J.F., Barnard, J.A., "Flame and Combustion", 3rd ed., CRC Press, 1995.
5. Kee R.J., Coltrin M.E., Glarborg P., "Chemically Reacting Flows: Theory and Practice", 2003.
6. Kuo K.K., "Principles of Combustion", 2nd ed., John Wiley, 2002.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	طراحی کمپرسور		
عنوان درس به انگلیسی:	Compressor Design	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم اولیه کپرسورها و فن‌ها در کاربردهای توربین گاز و روابط محاسباتی طراحی صفر بعدی ترمودینامیک، آیرودینامیک اجزای دوار موتور توربینی و طراحی کمپرسور محوری و گریز از مرکز

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم اولیه موتورهای هوایی و تحلیل ترمودینامیک جریان در مراحل مختلف کمپرسور
- فراگیری روابط محاسباتی طراحی صفر بعدی کمپرسورها
- آشنایی با آیرودینامیک کمپرسور محوری و طراحی پروفیل پره‌های روتور و استاتور بر اساس مثلث سرعت‌ها.
- آشنایی با آیرودینامیک کمپرسور گریز از مرکز و و طراحی اجزای آن
- پیش‌بینی و ارزیابی عملکرد کمپرسور (نسبت فشار، راندمان).
- بررسی پدیده‌های محدودکننده مانند واماندگی و پمپاژ.

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر توربین گاز**
  - تاریخچه،تکامل تاریخی و نوآوری در توربین‌های گاز
  - بیان مفاهیم انرژی، قوانین ترمودینامیک
  - سیکل‌های ایده‌آل توربین گاز
  - پارامترهای عملکردی موتور
  - تعریف نیروی رانش و نحوه محاسبه آن
  - مصرف سوخت ویژه موتور
  - رانش ویژه
  - راندمان پیشرانش
  - راندمان حرارتی
  - راندمان کل موتور
- **عملکرد اجزاء موتور**
  - ورودی هوا (دیفیوزر)
  - فن و کمپرسور
  - راندمان ایزنتروپیک و راندمان پلی‌تروپیک فن و کمپرسور
  - محفظه احتراق
  - توربین
  - نازل
  - تحلیل سیکل توربوجت واقعی
  - بیان تحلیل On-Design

- بیان تحلیل Off-Design

- **ترمودینامیک فرآیند تراکم و انبساط**
  - تراکم ایده‌آل و واقعی
  - تحلیل نمودارهای دما-آنتروپی و آنتالپی-آنتروپی
  - سیکل‌های تراکم هیبریدی
  - فرآیندهای انبساط
  - فرآیند انبساط با بازگرمایش
  - فرآیند انبساط با خنک‌کاری
  - جریان در stage توربین
  - تعریف راندمان‌های توربین
  - طبقه بندی کمپرسورها و فن ها
  - طرح های اولیه طراحی، طراحی مرحله کمپرسور/فن و طراحی کمپرسور چند مرحله ای
  - تکنولوژی ترمودینامیکی چرخه های بریتون
- **آیروترمودینامیک کمپرسور محوری**
  - بیان عملکرد کمپسورهای محوری
  - مثلث‌های سرعت
  - تغییرات خواص جریان در طبقات
  - کار و تراکم
  - آیرودینامیک و انتقال انرژی در کمپرسور
  - درجه عکس العمل
  - ضریب دیفیوژن
  - آیرودینامیک casecade
- **طراحی کمپرسور محوری**
  - پارامترهای عملکردی casecade
  - تلفات در یک پره کمپرسور
  - طراحی برمبنای گردابه آزاد
  - طراحی روتورها و استاتورها (شامل IGV و OGV)
  - پارامترهای طراحی کمپرسور / فن و فرآیندهای کاری
  - تحلیل عملکرد یک طبقه از کمپرسور
  - تحلیل عملکرد کمپرسورهای چند طبقه
  - دسته‌بندی انواع توربین
  - راندمان‌های توربین
  - casecade توربین
  - بهینه سازی تعداد تیغه ها و مراحل
  - طراحی کمپرسور/فن و حالت‌های خارج از طراحی از جمله پدیده‌های خفگی، موج و استال
  - نمایه سازی و طراحی تیغه سه بعدی شامل سری های مختلف پروفیل کمپرسور/فن
  - نمونه های طراحی عملی
  - تحلیل ساختاری کمپرسور/فن های محوری (FEA)
  - دینامیک سیالات محاسباتی (CFD)
  - آیروترمودینامیک کمپرسور گریز از مرکز
  - مقدمه ای بر تحلیل جریان پروانه کمپرسورهای گریز از مرکز
  - مقدمه ای بر جریان های پروانه
  - جریان های ثانویه
  - امکان مدلسازی و طراحی پروانه

- پروفیل های سرعت خروجی پروانه
- تجزیه و تحلیل ضرر
- طراحی دیفیوزر
- طراحی کمپرسور گریز از مرکز
- نقش دیفیوزر در عملکرد کمپرسور
- دیفیوزرهای بدون پره
- دیفیوزرهای آبشاری (ایرفویل).
- دیفیوزرهای کانالی (گوه ای).
- ورودی کمپرسور
- واماندگی (استال) پایا
- واماندگی (استال) چرخشی
- ضربه کمپرسور (surge)
- طراحی سیستماتیک و بهینه سازی
- طراحی استراتژی های بهینه سازی
- ابزار طراحی: خط میانگین، تولید تیغه و CFD
- توسعه تجربی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Flack R.D., “Fundamentals of Jet Propulsion with Applications”, Vol. 17, Cambridge University Press, 2005.
2. Baskharone E.A., “Principles of Turbomachinery in Air-Breathing Engines”, Cambridge Aerospace Series, Series Number 18, 2006.
3. Farokhi S., “Aircraft propulsion. John Wiley & Sons, 2014.
4. El-Sayed, Ahmed F., “Aircraft Propulsion and Gas Turbine Engines”, CRC press, 2017.
5. Hill P.G., Peterson C.R., “Mechanics and Thermodynamics of Propulsion”, 1992
6. Saravanamuttoo H.I.H., Crichton Rogers G.F., Cohen H., “Gas Turbine Theory”, Pearson Education, 2001.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	طراحی مهندسی و نمونه‌سازی سریع		
عنوان درس به انگلیسی:	Engineering Design and Rapid Prototyping	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف این درس، آشنایی با فرآیند سیستماتیک طراحی مهندسی، از ایده‌پردازی تا نمونه‌سازی فیزیکی، و تسلط بر فناوری‌های نوین نمونه‌سازی سریع (چاپ سه‌بعدی) برای ساخت و آزمون اجزای سامانه‌های هوافضایی با تأکید بر کاربرد در پیشرانش است.

اهداف ویژه:

- تسلط بر مراحل فرآیند طراحی مهندسی یکپارچه.
- آشنایی با اصول بهینه‌سازی توپولوژی در طراحی قطعات.
- کاربرد چاپ سه‌بعدی فلزات و پلیمرها در ساخت قطعات پیچیده.
- تحلیل ملاحظات طراحی برای قابل ساخت بودن در نمونه‌سازی سریع
- انجام یک پروژه عملی از طراحی تا ساخت یک جزء پیشرانشی

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه به طراحی مهندسی**
  - درک فرآیند طراحی
  - تعریف مسئله و تحلیل نیازمندی‌ها
  - مدیریت پروژه در طراحی مهندسی
- **طراحی مفهومی**
  - طوفان ایده و تولید افکار
  - تکنیک‌های انتخاب مفهوم
  - تحلیل امکان‌سنجی
- **طراحی دقیق**
  - مدل‌سازی سه‌بعدی و CAD طراحی به کمک کامپیوتر
  - طراحی برای تولید و مونتاژ(DFMA)
  - انتخاب مواد و ملاحظات
- **تکنیک‌های نمونه‌سازی**
  - مروری بر فناوری‌های نمونه‌سازی سریع
  - فرآیندهای تولید افزودنی (چاپ سه‌بعدی)
  - ماشینکاری CNC و سایر روشهای نمونه‌سازی سنتی
- **اعتبارسنجی طراحی**
  - تحلیل المان محدود (FEA) برای تحلیل سازه

- دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) برای تجزیه و تحلیل آیرودینامیکی
- روشهای شبیه‌سازی و آزمایش

- **بهینه‌سازی طراحی**
  - روشهای بهینه‌سازی طرح‌ها
  - تجزیه‌وتحلیل مبادله
  - فرآیندهای طراحی به صورت بازگشتی
- **مطالعات موردی**
  - بررسی پروژه‌های طراحی هوافضا در دنیای واقعی
  - تحلیل فرآیندهای طراحی موفق و ناموفق
  - درس‌های یادگرفته‌شده و بهترین روش‌ها
- **کار پروژه**
  - کاربرد عملی اصول طراحی
  - پروژه‌های طراحی مبتنی بر تیم
  - ساخت و آزمایش نمونه‌های اولیه

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۵ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰درصد
پروژه در نیم‌سال	... درصد

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

دانش اولیه از مفاهم مهندسی هوافضا - آشنایی با نرم‌افزارهای CAD مفید است- درک از مواد و فرآیندهای تولید

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Kossiakoff, A., Biemer, S.M., Seymour, S.J. and Flanigan, D.A., Systems engineering principles and practice. John Wiley & Sons, 2020.
2. Wasson, C.S., System engineering analysis, design, and development: Concepts, principles, and practices. John Wiley & Sons, 2015.
3. Blanchard, B.S., System engineering management. John Wiley & Sons, 2004.
4. Buede, D.M. and Miller, W.D., The engineering design of systems: models and methods, 2016.
5. Sage, A.P. and Rouse, W.B., Handbook of systems engineering and management. John Wiley & Sons, 2014.
6. Crawley, Edward, Olivier de Weck, et al. "The Influence of Architecture in Engineering Systems." (PDF) Engineering Systems Monograph, 2004.
7. Leveson, N. "A New Accident Model for Engineering Safer Systems." (PDF) Safety Science 42, no. 4, 2004.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**طراحی موتور موشک‌های سوخت جامد**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Solid Propellant Rockets Motor Design**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با موتورهای سوخت جامد و نحوه عملکرد آنها، آشنایی و طراحی محفظه احتراق، نازل و گرین، آشنایی با انواع سوخت‌های جامد، احتراق سوخت جامد و چرخه طراحی

اهداف ویژه:

- شناخت انواع سوخت‌ها و مواد پیشران جامد و خواص آن‌ها
- تحلیل ترمودینامیک و سینتیک احتراق در محفظه تحت فشار
- طراحی پیکربندی هندسی مغز سوخت برای کنترل نرخ رانش
- طراحی و آنالیز حرارتی محفظه فشار و نازل
- چرخه طراحی یک موتور وخت جامد

پ) سرفصل‌ها:

- **کلیات و مقدمه**
  - طبقه‌بندی انواع موتورها
  - کاربردهای موتورهای سوخت جامد
  - تعاریف عمومی مرتبط با طراحی موتور
  - تراست و ضربه (ایمپالس) ویژه
  - سرعت خروج گازها از نازل
  - مفاهیم انرژی و بازدهی موتورهای سوخت جامد
  - معیارهای عملکرد موتورهای سوخت جامد
- **تئوری نازل و روابط ترمودینامیکی آن**
  - راکت ایده‌آل و مفروضات آن
  - روابط ترمودینامیکی حاکم بر طراحی نازل
  - جریان تک‌آنتروپی در نازل‌ها
  - پیکره‌بندی و طراحی نازل‌ها (انواع پیکره‌بندی، طراحی پروفیل و زوایای ورودی و خروجی بخش واگرا)
  - نازل‌های واقعی (افت‌ها و محاسبات آن‌ها)
  - پارامترهای اصلی عملکرد نازل (عملکرد نظری، واقعی، شرایط استاندارد، تضمین‌شده)
  - مباحث تکمیلی نازل‌ها (تنظیم راستای تراست، تراست متغیر، ...)
- **مبانی موتور سوخت جامد**
  - نرخ سوزش سوخت
  - روابط عملکرد پایه
  - گرین سوخت و پیکره‌بندی گرین
  - کنترل وضعیت و مانورهای جانبی با موتورهای سوخت جامد
- **سوخت‌های جامد**

- طبقه‌بندی سوخت‌های جامد
- سوخت‌های دوپایه و کامپوزیت
- مشخصه‌های سوخت
- مخاطرات سوخت‌ها
- مباحث تکمیلی (لاینرها، عایق‌ها، سپرها، فرآیندهای ساخت)

- **طراحی گرین سوخت جامد**
  - مقدمه
  - تعریف هندسه گرین و سوخت‌های مرتبط
  - الزامات گرین سوخت جامد
  - روشهای طراحی بالستیکی و سازه‌ای گرین
  - قابلیت اطمینان گرین سوخت جامد
  - موارد خاص (گرین‌های چندتکه، گرین‌های بدون نازل، گرین‌های ته‌سوز)
- **احتراق سوخت‌های جامد**
  - فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی
  - احتراق حالت پایا در موتورهای راکت سوخت جامد
  - فرآیند آغازش
  - خاموشی یا قطع تراست
  - ناپایداری احتراق
- **طراحی اجزا و موتور راکت سوخت جامد**
  - چرخه طراحی موتور سوخت جامد
  - طراحی بدنه موتور
  - طراحی نازل
  - طراحی آغازگر

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکویز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Sutton G.P., Biblarz O., "Rocket Propulsion Elements", John Wiley & Sons, 2016.
2. Davenas A., "Solid Rocket Propulsion Technology", Pergamon, 1996.
3. Kuo K.K., "Fundamentals of Solid-Propellant Combustion", American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1984.
4. Lengellé G., Duterque J., Trubert J.F., "Combustion of Solid Propellants", 2002.
5. Brooks W.T., "Solid Propellant Grain Design and Internal Ballistics", NASA SP-8076, 1972.
6. Kuentzmann P., Yang V., Murdock J.W., Johnston W.A., Lengelle G., Duterque J., Trubert J.F., Beckstead M.W., Salita M., Vuillot F., Guery J.F., "Internal Aerodynamics in Solid Rocket Propulsion", RTO EDUCATIONAL NOTES EN-023 AVT-096. RTO NATO, p.5, 2004

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	فیزیک جریانهای آشفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Physics of Turbulence Flows	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف این درس، درک فیزیک آشفتگی و بیان فیزیکی مفاهیم مهم در جریان های آشفته است و تمرکز آن بر تئوری‌ها و فرضیات حاکم بر این نوع جریان است. در این درس به مطالعه عواملی می‌پردازد که جریان‌های آرام را ناپایدار و آنها را تبدیل به جریان‌های آشفته می‌کند. فرآیند گذر از رژیم آرام به رژیم آشفته به دقت بررسی می‌شود و در نهایت درباره فیزیک جریان‌های آشفته و تئوری‌های مورد استفاده بحث می‌شود. آشنایی با مباحث پایه در شبیه سازی، مدل‌سازی و آنالیز این جریان‌ها نیز در ادامه این درس مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

اهداف ویژه:

- شناخت مفاهیم پایه و معیارهای انتقال از جریان آرام به آشفته.
- تحلیل معادلات حاکم و استخراج معادلات آشفته.
- آشنایی با دینامیک گردابه‌ها و ساختارهای جریان آشفته.
- آشنایی با معادلات رهیافت میانگین‌گیری‌شده ناویر-استوکس (RANS) و گردابه‌های بزرگ (LES)
- مطالعه اثرات آشفتگی در لایه مرزی و جریان‌های برشی

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - طبیعت و ماهیت آشفتگی
  - مفاهیم مهم در سیالات
  - معادلات حرکت سیال
  - تئوری پایداری جریان‌های آرام
  - گذر به آشفتگی
  - فیزیک حاکم بر پدیده آشفتگی
  - تئوری پایه آشفتگی
- **جداسازی رینولدز**
  - معادلات رینولدز
  - معادلات تنش رینولدز
  - مشکل بستن معادلات
  - مدل‌های اولیه آشفتگی
- **دینامیک آشفتگی**
  - روابط انرژی جنبشی
  - توازن انرژی
  - آشفتگی همگن
- **دینامیک ورتیسیتی**
- **توصیف آماری آشفتگی**

- همبستگی دونقطه‌ای
- آشفتگی ایزنتروپیک
- تانسور همبستگی مرتبه سه

- **فضای فوریه**
  - تابع خود-همبستگی
  - طیف‌های انرژی
  - دینامیک طیف‌های انرژی
  - تابع انتقال انرژی
- **نظریه ایزوتروپی موضعی کولموگورف**
  - آبشار انرژی
  - نقد مدرن
- **جریان‌های برشی آشفته**
  - جریان‌های محدود به دیواره
  - جریان کانال
  - جریان در نواحی نزدیک به دیواره
  - لایه مرزی آشفته
- **رهیافت‌های شبیه‌سازی آشفتگی**
  - رهیافت معادلات میانگین‌گیری‌شده رینولدز
  - رهیافت شبیه‌سازی گردابه‌های بزرگ
- **موضوعات بیشتر (اگر زمان اجازه بدهد) اضافه خواهند شد.**

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	- درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Tennekes H., Lumley J.J., “A First Course in Turbulence”, The MIT Press, 1972.
2. Hinze J.O., “Turbulence”, McGraw-Hill, 975.
3. Pope S.B., “Turbulent Flowes”, Cambridge University Press, 2000.
4. Davidson P.A., “Turbulence”, Oxford University Press, 2004.

5. Mathieu J., Scott J., “An Intro. to Turbulent Flow”, Cambridgge Univ. Press, 2000.
6. Durbin P.A., Pettersson Reif B.A., “Statistical Teory and Modeling for Turbulent Flows”, John Wiley & Sons, 2011.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مطالعه انفرادی در جلوبرندگی		
عنوان درس به انگلیسی:	Individual Study in Propulsion	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف این درس، بحث و بررسی یک زمینه تخصصی در گرایش جلوبرندگی و مطالعه مفاهیم مرتبط با آن توسط دانشجو و تحت نظر استاد راهنما است.

اهداف ویژه:

- تعریف و تصویب یک طرح مطالعه یا پژوهش در یک موضوع منتخب
- مرور جامع و نقادانه مقالات و منابع علمی معتبر
- توسعه توانایی تحلیل و ترکیب اطلاعات پیچیده علمی
- تدوین یک گزارش پژوهشی یا مقاله مروری علمی
- ارائه شفاهی و دفاع از یافته‌های پژوهش انجام‌شده

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مباحث مطرح شده‌ی جدید در علم جلوبرندگی
- بررسی و انتخاب عناوین و موضوعات
- جمع آوری اطلاعات و مطالعه موضوعات منتخب
- ارائه و هم اندیشی در مورد موضوع بررسی شده
- جمع آوری اطلاعات و مطالعه در مورد موضوع منتخب با توجه به نظرات ارائه شده
- ارائه نهایی روشهای مورد استفاده و همچنین نتایجی که استفاده از موضوع مورد نظر داشته است

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۰ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۱۰۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Journal of Fluid Mechanics | Cambridge Core.
2. American Institute of Aeronautics and Astronautics.
3. Journal of Propulsion and Power.
4. Journal of Physics of Fluids

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	موتورهای احتراق داخلی پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Adcanced Internal Combustion Engines	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف اصلی این درس آشنایی دانشجویان با ترمودینامیک و دینامیک سیالات حاکم بر جریان سیال در موتور های احتراق داخلی می باشد. در این درس به طور مفصل به جریان داخل مجاری گوناگون و جریان داخل موتور و چگونگی مدل سازی انها پرداخته خواهد شد. همچنین پیشرفت های اخیر در موتور های احتراق داخلی از جنبه حرارت سیالاتی و احتراقی مورد بررسی قرار خواهند گرفت. از اهداف دیگر این درس آشنایی دانشجویان با کار برد نرم افزار های تخصصی در محاسبات و بررسی جریانات داخل موتور، و انواع مدل سازی موتور می باشد.

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - تاریخچه
  - تعاریف
  - چرخه‌های ایده‌ال
- ترمو-شیمی احتراق
- محاسبات مربوط به چرخه هوا-سوخت
- جریان گاز در مجاری و منفیلدها
- دینامیک جریان سیال درون سیلندر
- **احتراق در موتور**
  - سوخت‌ها
  - احتراق در موتورهای اشتعال جرقه‌ای
  - احتراق در موتورهای اشتعال تراکمی
  - آلاینده‌ها
- انتقال حرارتی در موتور
- **مدل‌سازی ترمو-سینتیکی موتور**
  - مدل‌ها صفر بعدی
- مبانی شبیه‌سازی عدی موتور و آشنایی با نرم‌افزارهای تجاری
- مباحث منتخب

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Ferguson C.R., “Internal Combustion Engines”, John Wiley, 2001.
2. Winterbone D.E., “Design Techniques for Engine Manifold”, Professional Engineering Publishing Limited, 1999.
3. Lefebvre H., “Gas Turbine Combustion”, Talor & Francis, 1999.
4. Pulkrabek W.W., “Engineering Fundamental of the Internal Combustion Engine”, Prentice Hall,1997.
5. John Heywood, Internal Combustion Engine Fundamentals, 2nd Ed., McGraw Hill, 2018.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	ناپایداری احتراق		
عنوان درس به انگلیسی:	Combustion Instabilitiy	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مبانی ناپایداری، مبانی احتراق، مکانیزم‌های ناپایداری احتراق، انواع ناپایداری فرکانس پایین و بالا در سیستم‌های پیشرانش سوخت مایع، تاثیر اجزای سیستم پیشرانش (مثل انژکتورها و نازل) بر ناپایداری، آشنایی با مفاهیم تاخیر زمانی و مکانی در پدیده ناپایداری احتراق، روشهای پایدارسازی احتراق، مرور برخی نتایج تجربی و تحلیلی و مباحث منتخب (با مشارکت دانشجو در کلاس در قالب کنفرانس)

اهداف ویژه:

- آشنایی با مبانی ناپایداری، مبانی احتراق، مکانیزم‌های ناپایداری احتراق
- انواع ناپایداری فرکانس پایین و بالا در سیستم‌های پیشرانش سوخت مایع
- آشنایی با مفاهیم تاخیر زمانی و مکانی در پدیده ناپایداری احتراق

پ) سرفصل‌ها:

- **کلیات و تعاریف**
  - بیان مسئله
  - فرآیند احتراق
  - تاخیر زمانی و مکانی
  - احتراق ناقص و احتراق ناپایدار
  - اثرات غیرخطی
  - مکانیزم‌های احتراق ناپایدار (فرکانس پایین و بالا)
- **تحلیل ناپایداری فرکانس پایین**
  - معادلات محفظه احتراق
  - معادلات سیستم تغذیه، حالت تک سوختی
  - ملاحظات کلی درباره سیستم معادلات، ناپایداری ذاتی
  - سیستم با نرخ تغذیه ثابت
  - سیستم با فشار تغذیه ثابت
  - پایدارسازی با سروو
  - موشک‌های دو سوختی
  - اثر ناهمواری تاخیر زمانی
  - اثر تغییر دمایی ناشی از نوسانات فشار
- **تحلیل ناپایداری فرکانس بالا**
  - سیستم‌های با احتراق متمرکز
  - ناپایداری فرکانس بالا در سیستم‌هایی با احتراق متمرکز در انتهای انژکتور و نازل‌های کوتاه
  - سیستم‌های با احتراق متمرکز در یک موقعیت طولی دلخواه و نازل‌های کوتاه
  - سیستم‌های با احتراق متمرکز و نازل‌های بلند

- اثر تاخیر زمانی سیستم‌های با احتراق متمرکز
- روابط حاکم بر سیستم‌های با احتراق توزیع‌شده
- معادلات اغتشاش برای سیستم‌های با احتراق توزیع‌شده
- نرخ سوزش
- حل تکراری برای فرکانس‌های متوسط
- حل مسئله مشخصه برای دوره نوسان ثابت

- **تکنیک‌های تجربی**
  - نکات کلی
  - تفاوت نتایج عددی و تجربی در ناپایداری نوسان پایین
  - تفاوت نتایج عددی و تجربی در ناپایداری نوسان بالا
  - نوسانات میانی (متوسط)
  - اندازه‌گیری تاخیر زمانی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Crocco L., Cheng S.I., “Theory of Combustion Instability in Liquid Propellant Rocket Motors”, Princeton Univ Nj, 1956.
2. Natanzon M.S., “Combustion Instability”, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2008.
3. Lieuwen T.C., Yang V., “Combustion Instabilities in Gas Turbine Engines: Operational Experience, Fundamental Mechanisms, and Modeling”, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2005.
4. Harrje D.T., Reardon F.H., “Liquid Propellant Rocket Combustion Instability, Vol. 1, Scientific and Technical Information Office, National Aeronautics and Space Administration, 1972.
5. Turns S.R., “Introduction to Combustion”, Vol. 287, p. 569, New York, NY, USA: McGraw-Hill Companies, 1996.
6. Poinsot T., Veynante D., “Theoretical and Numerical Combustion”, RT Edwards, Inc., 2005.
7. Young V., “Liquid Rocket Engine Combustion Instability”, Vol. 169, AIAA, 1995.
8. Dranovsky M.L., “Combustion Instabilities in Liquid Rocket Engines: Testing and Development Practices in Russia”, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2007.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

سیلابس دروس گرایش دینامیک پرواز و کنترل

الف) عنوان درس به فارسی:	دینامیک پرواز پیشرفته ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Flight Dynamics 2	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم پیشرفته و ملاحظات سیستمهای غیرخطی در دینامیک و کنترل پرواز وسایل پرنده

اهداف ویژه:

- بیان و تحلیل معادلات حرکت هواپیما در فضای حالت
- دینامیک پرواز محاسباتی
- سیستمهای کنترل پرواز دیجیتال

پ) سرفصل‌ها:

- مدلسازی مبتنی بر فضای حالت دینامیک پرواز وسیله پرنده
- هدایت و کنترل اتوماتیک وسیله پرنده
- اصول تئوری سیستمهای دینامیکی
- ملاحظات دینامیک غیرخطی وسیله پرنده
- دینامیک پرواز محاسباتی
- سیستمهای اویونیک و کنترل پرواز
- کنترل پرواز دیجیتال

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Roskam J., “Airplane Flight Dynamics and Automatic Flight Control”, Part II, 2001.
2. Sinha N.K. and Ananthkrishnann N., “Advanced Flight Dynamics with Elements of Flight Control”, CRC Press, 2017.
3. Schmidth D.K., “Modern Flight Dynamics”, McGraw-Hill, 2012.
4. Prath R.W., “Flight Control Systems”, IET, 2000.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	شبیه سازی پرواز		
عنوان درس به انگلیسی:	Flight Simulation	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

درک اصول و مفاهیم اساسی شبیه‌سازی پرواز و آشنایی با ابزارها و نرم‌افزارهای شبیه‌سازی پرواز

اهداف ویژه:

- توانایی مدل‌سازی و تحلیل سیستم‌های پروازی
- توانایی طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های شبیه‌سازی پرواز
- توانایی اعتبارسنجی و صحت‌سنجی نتایج

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی پرواز**
  - تعریف و اهمیت شبیه‌سازی پرواز
  - تاریخچه و توسعه سیستم‌های شبیه‌سازی
  - کاربردهای شبیه‌سازی پرواز
- **اصول دینامیک پرواز**
  - مدل‌های دینامیکی هواپیما
  - معادلات حرکت
  - تحلیل پایداری و کنترل
- **معرفی نرم‌افزارهای شبیه‌سازی**
  - MATLAB/Simulink
  - FlightGear
  - X-Plane
  - سایر نرم‌افزارهای مرتبط
- **مدل‌سازی آیرودینامیکی**
  - مدل‌های آیرودینامیکی
  - شبیه‌سازی نیروها و ممان‌ها
  - اثرات آیرودینامیکی بر عملکرد پروازی
- **سیستم‌های کنترل و هدایت**
  - طراحی سیستم‌های کنترل پرواز
  - هدایت و ناوبری
  - شبیه‌سازی پاسخ‌های کنترل
- **شبیه‌سازی محیط پروازی**
  - مدل‌سازی شرایط جوی
  - مدل‌سازی زمین و موانع
  - شبیه‌سازی شرایط محیطی

- **پیاده‌سازی شبیه‌سازی در MATLAB/Simulink**
  - مقدمه‌ای بر MATLAB/Simulink
  - ایجاد مدل‌های شبیه‌سازی پرواز
  - تحلیل و ارزیابی نتایج
- **شبیه‌سازی سناریوهای پروازی**
  - شبیه‌سازی پروازهای مختلف (برخاست، فرود، مانورها)
  - تحلیل عملکرد و پایداری
  - شبیه‌سازی سناریوهای اضطراری
- **شبیه‌سازی پروازهای بدون سرنشین (UAV)**
  - مقدمه‌ای بر UAVها
  - مدل‌سازی و شبیه‌سازی UAVها
  - کاربردهای شبیه‌سازی UAV
- **اعتبارسنجی و صحت‌سنجی شبیه‌سازی**
  - روشهای اعتبارسنجی
  - تحلیل خطاها و عدم قطعیت‌ها
  - بهبود دقت شبیه‌سازی
- **پروژه‌های کاربردی و مطالعات موردی**
  - بررسی پروژه‌های واقعی شبیه‌سازی پرواز
  - تحلیل موارد مطالعاتی
  - درس‌های آموخته از پروژه‌های واقعی
- **پروژه نهایی**
  - پیاده‌سازی یک پروژه کاربردی شبیه‌سازی پرواز
  - ارائه پروژه و بحث در مورد نتایج

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Stevens, B. L., Lewis, F. L., & Johnson, E. N., Aircraft control and simulation: dynamics, controls design and autonomous systems, John Wiley & Sons, 2015.
2. Vepa, R., Flight dynamics, simulation, and control: for rigid and flexible aircraft, CRC Press, 2023.
3. Allerton, D., Principles of flight simulation, (Vol. 27). John Wiley & Sons, 2009.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	عملکرد پروازی پیشرفته سیستمهای هوافضایی		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Flight Performance of Aero-Space Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم پیشرفته عملکردی در سیستمهای پروازی

اهداف ویژه:

- اصول طراحی مسیر پروازی
- استفاده از تئوری اسکیلهای زمانی و اغتشاشات تکین در طرح ریزی مسیر پرواز
- هدایت بهینه

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر عملکرد سیستم‌های هوافضایی
- اصول طراحی مسیر پروازی در سیستم‌های هوافضایی
- الزامات تامین انرژی در سیستم‌های هوافضایی
- پرواز دسته جمعی
- مدیریت ترافیک هوایی/فضایی
- اثر قیود اجتناب از موانع در طراحی مسیرهای پروازی
- اثر عدم قطعیت‌های محیطی در طراحی مسیرهای پروازی
- استفاده از تئوری اغتشاشات تکین در مکانیک پرواز وسایل هوافضایی
- قوانین هدایت بهینه وسایل هوافضایی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Miele A., "Flight Mechanics- Theory of Flight Paths", Dover,1990.
2. Tewari A., "Optimal Space Flight Navigation" Springer, 2019.
3. Ardema M., "Singular Perturbations in Flight Mechanics", NASA TM X-62, 380, 1974.
4. Lin C.F., "Modern Navigation, Guidance and Control", Prentice-Hall, 1991.
5. Weiland C., "Computational Space Flight Mechanics", Springer, 2010.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	کنترل بهینه ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Optimal Control 2		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		تخصصی الزامی ■ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با روشهای محاسباتی حل مسائل کنترل بهینه و کنترل بهینه چند هدفه

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم روشهای مستقیم در کنترل بهینه
- برنامه ریزی غیرخطی
- نظریه بازی های دیفرانسیلی و کاربرد آن در تنظیم عملکرد سیستمهای هوافضایی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر تئوری کنترل بهینه
- بهینه سازی ایستا
- برنامه‌ریزی غیرخطی
- برنامه‌ریزی خطی
- نظریه بازی‌ها
- کنترل بهینه محاسباتی – روش‌های مستقیم
- کنترل بهینه محاسباتی – روش‌های غیر مستقیم
- نظریه بازی‌های دیفرانسیلی
- مسائل کنترل بهینه چند هدفه
- مثال‌هایی از کاربرد کنترل بهینه محاسباتی و نظریه بازهای دیفرانسیلی در مسائل هدایت و کنترل سیستم‌های هوافضایی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Agrawal, "Optimization of Dynamic System", Spinger, 1999.
2. Bryson A., "Applied Optimal Control: Optimization, Estimation and Control", Taylor & Francis, 1975.
3. Kirk D.E., "Optimal Control Theory: An Introduction", Dover, 1998.
4. Conway B., "Spacecraft Trajectory Optimization", Cambridge University Press, 2010.
5. Intriligator, M.D., "Mathematical Optimization and Economic Theory" SIAM, 2002.
6. Leitmann, G., "The Calculus of Variations and Optimal Control, an Introduction" Springer, 1983.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	کنترل چندمتغیره		
عنوان درس به انگلیسی:	Multivariable Control	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ (نظری)	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ (نظری)	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

تحلیل روش‌های تحلیل و طراحی فرآیندهای چند ورودی-چند خروجی (MIMO)

اهداف ویژه:

روش‌های تحلیل و طراحی فرآیندهای چند ورودی-چند خروجی

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - تعاریف
  - قضایای جبر ماتریس
  - چند جمله‌ای‌ها
  - ماتریس‌های چند جمله‌ای
  - تحقق سیستم‌های چند متغیره
- **طراحی فیدبک تک حلقه**
  - مسئله استاندارد
  - روابط بنیادی
  - محدودیت‌های عملکرد
- **قطب‌ها و صفرهای سیستم 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 عملکرد مقاوم سیستم‌های چند متغیره**
  - بهره‌های اصلی
  - نرم‌های اپراتوری $\|\boldsymbol{G}\|_\infty$ و $\|\boldsymbol{G}\|_2$
- **طراحی کنترل‌گر**
  - بستن ترتیبی حلقه‌ها
  - روش آرایه‌ها نایکوئیست
  - غلبه قطری
- **طراحی کنترل‌گر به روش LQG و LQG/LTR، فرآیند ناکمینه فاز (NMP)**

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Maciejowski J.M., Li W.P., “Multivariable Control Design”, 1989.
2. Munro N., Patel R.V., “M.V. Systems, Theory and Design”, 1982.
3. Vardulakis A.I.G., “Linear M.V. Control”, 1991.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	یادگیری ماشین		
عنوان درس به انگلیسی:	Machine Learning	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

درک اصول و مفاهیم اساسی یادگیری ماشین

اهداف ویژه:

- آشنایی با الگوریتم‌های مختلف یادگیری ماشین و نحوه پیاده‌سازی آن‌ها
- توانایی ارزیابی و بهبود مدل‌های یادگیری ماشین
- آشنایی با کاربردهای یادگیری ماشین در مسائل واقعی.

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر یادگیری ماشین**
  - تعریف و تاریخچه یادگیری ماشین
  - انواع یادگیری ماشین (نظارتی، بدون نظارت، تقویتی)
  - کاربردهای یادگیری ماشین
- **مفاهیم پایه**
  - مدل‌ها، داده‌ها و ویژگی‌ها
  - ارزیابی مدل‌ها: دقت، بازخوانی، دقت و منحنی ROC
  - روشهای ارزیابی: Cross-Validation، Split Validation
- **یادگیری نظارتی (Supervised Learning)**
  - رگرسیون خطی و لجستیک
  - درخت‌های تصمیم‌گیری
  - ماشین بردار پشتیبان (SVM)
  - شبکه‌های عصبی ساده
- **یادگیری بدون نظارت (Unsupervised Learning)**
  - خوشه‌بندی (Clustering): K-Means، Hierarchical Clustering
  - کاهش ابعاد: PCA، LDA
  - قوانین انجمنی (Association Rules)
- **یادگیری نیمه‌نظارتی و خودنظارتی**
  - یادگیری نیمه‌نظارتی (Semi-supervised Learning)
  - یادگیری خودنظارتی (Self-supervised Learning)
  - مثال‌ها و کاربردها
- **شبکه‌های عصبی عمیق (Deep Learning)**
  - مقدمه‌ای بر شبکه‌های عصبی عمیق
  - شبکه‌های کانولوشنی (CNN)
  - شبکه‌های بازگشتی (RNN)

- روشهای بهینه‌سازی
- **یادگیری تقویتی (Reinforcement Learning)**
  - مفاهیم پایه یادگیری تقویتی
  - الگوریتم‌های پایه: Q-Learning، SARSA
  - کاربردهای یادگیری تقویتی
- **مسائل پیشرفته**
  - ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM)
  - روشهای Ensemble: Random Forest، Gradient Boosting
  - شبکه‌های مولد تخاصمی (GAN)
- **مسائل اخلاقی و کاربردی**
  - اخلاق در یادگیری ماشین
  - مسائل حفظ حریم خصوصی
  - کاربردهای یادگیری ماشین در صنعت و تحقیقات
- **پروژه نهایی**
  - پیاده‌سازی یک پروژه کاربردی یادگیری ماشین
  - ارائه پروژه و بحث در مورد نتایج

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Alpaydin, E., Introduction to machine learning. MIT press, 2020.
2. Chollet, F., Deep Learning With Python Manning Publications Company, 2017.
3. Charu C, A., Neural networks and deep learning: a textbook. Springer, 2018.
4. Géron, A., Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. " O'Reilly Media, Inc., 2022.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**اندازه گیری نوری و حسگرهای نوری**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Optical Instrumentation and Sensors**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با اندازه گیری نوری و سنسورها

اهداف ویژه:

هدف اصلی این درس، آشنایی دانشجو با انواع حسگرهای نوری شامل حسگرهای مبتنی بر جذب و فلورسانس نور، تداخل سنجی، پلاسمونیک، موجبر، پراکندگی و فیبر نوری است. آشنایی با کاربردهای حسگرهای نوری از جمله اهدافی است که به موازات معرفی انواع حسگرهای نوری دنبال خواهد شد. به علاوه، دانشجو با نحوه ی عملکرد و تکنولوژی های ساخت اینگونه حسگرها آشنا خواهد شد. همچنین دانشجو، نیازمندیهای پیش روی بازار آینده در حوزه ی سنسورهای نوری را خواهد شناخت تا با ورود به این حوزه به صورت هدفمند و در جهت نیازمندی های بازار با محوریت تولید محصول قدم بردارد. هدف نهایی این درس، توانمند سازی دانشجو جهت ایده پردازی در طراحی و ساخت حسگر نوری مورد نیاز بازار است.

پ) سرفصل‌ها:

- مبانی حسگرهای نوری شیمیایی
- مبانی اپتو الکترونیک
- حسگرهای مبتنی بر جذب نور معرفی اندرکنش نور با ماده معرفی سامانه های نوری مبتنی بر جذب نور و عملکرد انها کاربردهای حسگرهای نوری برپایه جذب
- حسگرهای مبتنی بر فلورسانس پدیده فلورسانس و عوامل موثر عملکرد حسگرهای نوری برپایه فلورسانس کاربردهای حسگر فلورسانس
- حسگرهای مبتنی بر فلورسانس شیمیایی
- حسگرهای مبتنی بر جذب مادون قرمز
- حسگرهای مبتنی بر موجبر
- حسگرهای مبتنی بر امواج کاهیده
- حسگرهای مبتنی بر تداخل سنجی معرفی اصول تداخل سنجی حسگرهای نوری برپایه تداخل سنجی
- حسگرهای مبتنی بر میدان نزدیک و پلاسمونیک
- حسگرهای مبتنی بر پراکندگی رامان
- معرفی فیبر نوری و اندرکنش آن با نور
- حسگرهای مبتنی بر فیبر نوری مبانی حسگرهای بر پایه فیبر نوری حسگرهای برپایه مدولاسیون شدت حسگرهای مبتنی بر مدولاسیون فاز حسگرهای مبتنی بر مدولاسیون طول موج حسگرهای مبتنی بر پراکندگی حسگرهای مبتنی بر قطبش
- کاربردهای حسگرهای مبتنی بر فیبر نوری حسگرهای شمارش حسگرهای جابجایی حسگرهای فشار حسگرهای تنش حسگرهای دما حسگرهای جریان حسگرهای الکتریکی و مغناطیسی حسگرهای زیستی حسگرهای چرخش و سرعت زاویه ای حسگرهای پیوسته
- شبیه سازی حسگرهای نوری

- بازار و آینده حسگرهای نوری
- آشنایی با ساخت و توسعه ی حسگرهای نوری

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. David Krohn, Fiber optic sensors: fundamentals and applications, SPIE USA 2014.
2. S.M.Sze, Semicounductor Sensors, John Wiley, 1994
3. A.Hiroshi, Advanced photonic sensors and applications, Society of photo-optical instrumentation, 2000.
4. Ramaier Narayanaswamy, Otto S. Wolfbeis, Optical Sensors: Industrial Environmental and Diagnostic Applications, Springer 2004.
5. F. Baldini, A.N. Chester, Optical Chemical Sensors, Springer, 2004.
6. Jiří Homola, Surface Plasmon Resonance Based Sensors, Springer 2006.
7. Eric Udd, john, Fiber optic sensors, an introduction for engineers and scientists, Wiley & sons, Inc., 2011.
8. Zujie Fang, Ken Chin, Ronghui Qu, Haiwen Cai, Kai Chang , Fundamentals of Optical Fiber Sensors, John Wiley & Sons, Inc, 2012.
9. Moh Yasin, Sulaiman Wadi Harun, Hamzah Arof, Optical Sensors: New Developments and Practical Applications, IntechOpen, 2014.
10. Ginu Rajan, Optical Fiber Sensors: Advanced Techniques and Applications, Taylor&Francis group, 2015.
11. Jose Luis Santos, Faramarz Farahi, Handbook of Optical Sensors, Taylor&Francis group, 2015.
12. Ignacio R. Matias, Satoshi Ikezawa, Jesus Corres, Fiber Optic Sensors: Current Status and Future Possibilities, Springer 2016.
13. Banshi Dhar Gupta, Anand Mohan Shrivastav, Sruthi Prasood Usha, Optical Sensors for Biomedical Diagnostics and Environmental Monitoring, Taylor&Francis group, 2017.
14. Hameed, Mohamed Farhat O. , Obayya, Salah, Computational Photonic Sensors, Springer 2019.
15. Swee Chuan Tjin, Fiber Optic Sensors and Applications, MDPI, 2020.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	آمار و احتمال پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Probability and Statistics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با نظریه و توزیع احتمالات، تست فرضیه، نظریه تخمین و نمونه برداری، رگرسیون، همبستگی و مباحث تکمیلی.

اهداف ویژه:

- آشنایی با نظریه و توزیع احتمالات، تست فرضیه
- نظریه تخمین و نمونه برداری، رگرسیون، همبستگی و مباحث تکمیلی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه / بررسی اجمالی
- میانگین و وردش (تغییرات)
- نظریه احتمال
- توزیع احتمال دوجمله‌ای و موضوعات مرتبط با آن
- منحنی های نرمال و توزیع های نمونه برداری
- تخمین
- آزمون فرضیه ها
- همبستگی و رگرسیون
- توزیع های مربع چی و F
- آمار غیرپارمتری

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکویز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Gupta B.C., "Statistics and Probability with Applications for Engineers and Scientists, Wiley, 2020.
2. DasGupta A., "Probability for Statistics and Machine Learning: Fundamentals and Advanced Topics", 1st ed., Springer, 2011

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	آیرودینامیک بالگرد و هواپیماهای V/STOL		
عنوان درس به انگلیسی:	Helicopter and V/STOL Aircrafts Aerodynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- مفاهیم اساسی دینامیک هلیکوپتر را درک کنید.
- دانش سرعت بحرانی و سیستم بلبرینگ روتور را به دست آورید.
- سیستم توربو روتور و لرزش تیغه را درک کنید.

اهداف ویژه:

- مفاهیم اولیه دینامیک بالگرد و هواپیمای عمود پرواز را به کار ببرید.
- محاسبه سرعت بحرانی با استفاده از روش های مختلف.
- با استفاده از ماتریس انتقال و فرمول المان محدود، پایداری سیستم توربو روتور را تشخیص دهید.

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - توسعه تاریخی بالگردها و هواپیماهای V/STOL
  - پیکربندی بالگردها و هواپیماهای V/STOL
  - الزامات کنترل بالگردها و هواپیماهای V/STOL
  - انواع سیستم های روتور بالگردها و هواپیماهای V/STOL
  - الزامات اساسی توان بالگردها و هواپیماهای V/STOL
- **مقدمه ای بر نظریه شناور**
  - نظریه مومنتوم
  - تئوری المان پره
  - ترکیب نظریه مومنتوم و نظریه المان پره برای محاسبات جریان غیر یکنواخت
  - روتور ایده آل در مقابل روتور بهینه
- **پرواز عمودی**
  - حالت های جریان مختلف روتور
  - چرخش خودکار در لندینگ عمودی
  - پرواز زمینی.
- **پرواز به جلو**
  - نظریه مومنتوم.
  - مدل های جریان ورودی متغیر
  - تئوری المان پره
  - بارهای هاب
  - تغییر قدرت با سرعت رو به جلو

- حرکت بال زدن پره روتور: مدل ساده

- **تریم و پایداری بالگردها و هواپیماهای V/STOL**
  - وضعیت تعادل بالگردها و هواپیماهای V/STOL
  - تجزیه و تحلیل تریم بالگردها و هواپیماهای V/STOL
  - مبانی پایداری بالگردها و هواپیماهای V/STOL

مدلهای اندرکنش آیرودینامیکی بال و پره در بالگردها و هواپیماهای V/STOL

- تاثیر دنباله جریان هلیکال پره بر آیرودینامیک بال و اثرات دانلود پره
- تاثیر بال بر روی آیرودینامیک پره
- مدلهای اندرکنش آیرودینامیکی بال و پره در بالگردها و هواپیماهای V/STOL

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد
پروژه	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. طراحی بالگرد (مبانی دینامیک بالگرد)، نویسنده:سی. ونکاتسان، مترجم: محمدحسین صبور، مجتبی مرادلی، سارا کلانتری، ناشر:دانش بنیاد، ۱۴۰۲.

2. W Z Stepniewski and C N Keys, Rotary Wing Aerodynamics, Dover Publications, 1984.
3. George Done, and David Balmford , Helicopter Dynamics-ARS Bramwell, Elsevier , 2000.
4. John, M. Seddon and Simon Newman, Basic Helicopter Aerodynamics, Wiley, 2011.
5. Gareth D. Padfield, Helicopter Flight Dynamics, Blackwell, 2007.
6. C. Venkatesan, Fundamentals of Helicopter Dynamics, 2014.
7. Richard L. Bielawa, RotaryWing Structural Dynamics and Aeroelasticity, AIAA, 2006.
8. Wayne Johnson, Rotorcraft Aeromechanics, NASA Ames Research Center, cambridge university press, 2013.
9. Dewey H Hodges, Introduction to structural dynamics and aeroelasticity, Cambridge, 2011.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف)عنوان درس به فارسی:	پیشرانش‌های الکتریکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Electric Propulsion	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف از این درس شناخت اصول فیزیکی پیشرانش الکتریکی، قواعد حاکم بر پیشرانش الکتریکی، محدودیت‌ها و روش تحلیل و طراحی پیشرانش مناسب برای سامانه‌های فضایی است، تا دانشجو با آشنایی با ساختار این پیشرانش‌ها بتواند در طراحی خود به درستی از سیستم‌های پیشرانش الکتریکی استفاده نماید در مباحث طراحی نیز صرفاً گام‌های اولیه طراحی که در طراحی سیستمی فضاپیما مورد نیاز خواهد بود بررسی خواهد شد. بدیهی است برای طراحی هر پیشرانش الکتریکی لازم است مباحث خاص طراحی آن به صورت مجزا مورد مطالعه قرار گیرد و این درس گنجایش پاسخگویی به مباحث دقیق طراحی را نخواهد داشت.

اهداف ویژه:

- آشنایی با اصول فیزیک عملکرد پیشرانش الکتریکی
- آشنایی با انواع سیستم‌های پیشرانش الکتریکی
- بررسی چالش‌های یکپارچه‌سازی سیستم‌های پیشرانش الکتریکی در فضاپیما
- آشنایی با پیشرفت‌ها و پژوهش‌های پیشرفته در زمینه پیشرانه‌های الکتریکی

پ) سرفصل‌ها:

- **معرفی پیشرانش‌های الکتریکی**
  - مرور کلی سیستم‌های پیشرانش فضایی
  - مزایا و محدودیت‌های پیشرانش‌های الکتریکی در مقایسه با پیشرانه‌های شیمیایی
  - معیارهای کلیدی عملکرد: رانش، تکانه ویژه، بازده
- **مرور مختصر فیزیک پیشرانش‌های الکتریکی**
  - توصیف کلیات مباحث حاکم بر پیشرانش‌های الکتریکی
  - معادلات حاکم: قوانین پایستگی، معادلات ماکسول
  - مبانی فیزیک پلاسما
  - یونیزاسیون و انتقال انرژی در سیستم‌های پیشرانش الکتریکی
- **سیستم‌های پیشرانش الکترواستاتیکی**
  - موتورهای یونی: طراحی، عملکرد و معیارهای کارایی
  - موتورهای اثر هال: اصول و کاربردها
  - مکانیسم‌های تخریب و طول عمر (مانند فرسایش)
- **سیستم‌های پیشرانه الکترومغناطیسی**
  - موتورهای مغناطیسی-پلاسمایی دینامیکی(MPD)
  - موتورهای پالسی پلاسما (PPT)
  - کابل‌های الکترودینامیکی
- **سیستم‌های پیشرانه الکتروحرارتی**
  - موتورهای رزیستوجت (Resistojet)

- موتورهای قوس‌الکتریکی (Arcjet)
- مقایسه عملکرد با سیستم‌های الکترواستاتیکی و الکترومغناطیسی

- **سیستم‌های توان الکتریکی برای پیشرانش الکتریکی**
  - تولید و توزیع قدرت در فضاپیما
  - واحدهای پردازش توان با ولتاژ بالا (PPU)
  - ملاحظات بازده
- **یکپارچه‌سازی سیستم‌های پیشرانش الکتریکی**
  - مدیریت حرارتی
  - ملاحظات ساختاری و مواد
  - طراحی مأموریت و مانورهای فضاپیما با پیشرانش الکتریکی
- **چالش‌ها و مکانیسم‌های خرابی**
  - تعاملات پلاسمایی با فضاپیما
  - تخریب قطعات و قابلیت اطمینان
  - بارگیری فضاپیما و تداخل الکترومغناطیسی
- **موضوعات پیشرفته و فناوری‌های نوظهور**
  - طراحی‌های جدید: موتورهای یونی شبکه‌ای، موتورهای اثر هال چندلایه
  - مفاهیم پیشرفته: مانند VASIMR (موشک مغناطیسی-پلاسمایی با تکانه ویژه متغیر)، پیشرانش‌های مبتنی بر همجوشی.
  - روندهای پژوهشی فعلی و چشم‌انداز آینده
  - مطالعات موردی: مأموریت‌های واقعی

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

در ارائه این درس از محتوی‌های آموزشی الکترونیکی نیز علاوه بر کتاب‌هایی که به عنوان مرجع معرفی شده‌اند؛ استفاده خواهد شد.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
تمرین‌ها	۱۰ درصد
آزمون میانی در نیم‌سال	۲۵ درصد
آزمون پایانی در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۱۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. R. G. Jahn, “Physics of Electric Propulsion”, Dover Publications, 2006.
2. G. P. Sutton, O. Biblarz, “Rocket Propulsion Elements”, John Wiley & Sons, 9th edition, 2016.
3. D. M. Goebel, I. Katz, “Fundamentals of Electric Propulsion: Ion and Hall Thrusters”, JPL Space Science and Technology Series, 2008.
4. F. F. Chen, “Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion”, Springer, 3th edition, 2015
5. W. Hayt, J. Buck, “Engineering Electromagnetics”, McGraw-Hill, 8th edition, 2011
6. D. K. Cheng, “Field and Wave Electromagnetics”, Addison-Wesley, 2th Edition, 1989.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه توان‌یابان می‌توانند از کتاب‌های صوتی یا فیلم‌های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارائه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد

الف) عنوان درس به فارسی:	تحلیل عملکرد و طراحی سیستمی هواگردهای الکتریکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Performance Analysis and System Design of Electric Air-Vehicles	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط باآمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم عملکردی هواپیماهای الکتریکی و طراحی سیستمی آنها و تحلیل چالشهای آن

اهداف ویژه:

- تحلیل عملکرد هواپیماهای الکتریکی
- ملاحظات طراحی ایرودینامیکی
- منابع تغذیه هواپیماهای الکتریکی
- ملاحظات کارکردی و تعمیر و نگهداری هواپیماهای الکتریکی

پ) سرفصل‌ها:

- تحلیل عملکردی هواپیماهای الکتریکی
- مبانی طراحی سیستمی هواپیما
- ملاحظات طراحی و سایزینگ هواپیمای الکتریکی بر مبنای عملکرد
- مبانی عملکردی موتورهای الکتریکی
- منابع تغذیه (سلولهای خورشیدی، باطری و پیل سوختی)
- نیمه هادی ها و الکترونیک قدرت
- طراحی ایرودینامیک هواپیما
- طراحی ملخ هواپیمای الکتریکی
- الزامات آیروآکوستیک
- ملاحظات مواد و طراحی سازه هواپیما
- دینامیک، پایداری و کنترل پرواز
- سیستمهای هواپیما
- سیستم هشدار و کنترل پرواز در نزدیکی زمین
- ملاحظات پرواز در هوای نامساعد
- ملاحظات عملیات و تعمیر و نگهداری هواپیما
- تحلیل هزینه

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Kundu, A.K., Seabridge A.," Conceptual Aircraft Design: An Industrial Approach", John Wiley & Sons, 2019
2. Vepa R., "Electric Aircraft Dynamics: A Systems Engineering Approach", CRC Press, 2022
3. Raymer D., "Aircraft Design: A Conceptual Approach", AIAA, 2018
4. Sadraey M., "Aircraft Design: A Systems Engineering Approach", John Wiley & Sons, 2013
5. Thalin P.,"Fundamentals of Electric Aircraft", SAE International, 2023
6. Haran K., Madavan, N.,(Editor), O'Connell T.C., "Electrified Aircraft Propulsion: Powering the Future of Air Transportation", Cambridge University Press, 2021
7. Gudmundsson s., "General Aviation Aircraft Design", Elsevier, 2022

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**دینامیک پرواز بالگرد و هواپیماهای V/STOL**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Helicopter and V/STOL Aircrafts Flight Dynamics**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم طراحی بالگرد و هواپیماهای V/STOL ، پرواز ایستا و عمودی، پرواز روبه جلو، پره ی روتور و نظریه های مرتبط به آن و آیرودینامیک و دینامیک بالگرد.

اهداف ویژه:

- مفاهیم پرواز ایستا و عمودی، پرواز روبه جلو
- پره ی روتور و نظریه های مرتبط به آن
- آشنایی با آیرودینامیک بالگرد و هواپیماهای V/STOL
- آشنایی با آیروالاستیک بالگرد و هواپیماهای V/STOL
- آشنایی با دینامیک پرواز بالگرد و هواپیماهای V/STOL
- آشنایی با ناپایداری تشدید زمین
- آشنایی با ناپایداری تشدید هوامکانیکی

پ) سرفصل‌ها:

- سیر تاریخی توسعه بالگردها و هواپیماهای V/STOL
- مقدمه ای بر نظریه پرواز ایستا و پرواز عمودی و پرواز روبه جلو
- پره ی روتور در حرکت بال زنی: مدل ساده
- تحلیل تریم (تعادل) بالگرد و هواپیماهای V/STOL
- دینامیک پره ی روتور مستقل
- پایداری ایروالاستیک پره ی روتور: دینامیک حالت جفت شده
- حالت های روتور: تبدیل مختصات چند پره ای
- پایداری و کنترل بالگرد و هواپیماهای V/STOL
  - پایداری بالگرد و هواپیماهای V/STOL
  - کنترل بالگرد و هواپیماهای V/STOL
  - معادلات دینامیک پرواز برای یک مانور عمومی: تریم (تعادل) و تحلیل اغتشاش
  - معادلات خطی اغتشاش شده
  - مشخصات پایداری
  - پاسخ مانورهای Pitch ، Roll و Yaw به ورودی های کنترلی
  - معادلات ساده شده دینامیک بالگرد و هواپیماهای V/STOL در حالت شناور
  - دینامیک طولی بالگرد و هواپیماهای V/STOL در حالت شناور

- دینامیک عمودی بالگرد و هواپیماهای V/STOL در حالت شناور
- دینامیک عرضی – سمتی بالگرد و هواپیماهای V/STOL در حالت شناور
- مشخصات کنترل / پاسخ کنترل بالگرد و هواپیماهای V/STOL در حالت شناور
- معادلات ساده شده دینامیک بالگرد و هواپیماهای V/STOL در حالت پرواز رو به جلو
- دینامیک طولی بالگرد و هواپیماهای V/STOL در حالت پرواز رو به جلو
- دینامیک عمودی بالگرد و هواپیماهای V/STOL در حالت پرواز رو به جلو
- دینامیک عرضی-سمتی بالگرد و هواپیماهای V/STOL در حالت پرواز رو به جلو
- مشخصات کنترل / پاسخ کنترل بالگرد و هواپیماهای V/STOL در حالت پرواز رو به جلو
- پاسخ به تندباد

- ناپایداری تشدید زمین یک مدل ساده بالگرد و هواپیماهای V/STOL
- ناپایداری تشدید هوامکانیکی یک مدل ساده بالگرد و هواپیماهای V/STOL

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۲۵ درصد
پروژه در نیم‌سال	۵۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. طراحی بالگرد (مبانی دینامیک بالگرد)، نویسنده:سی. ونکاتسان، مترجم: محمدحسین صبور، مجتبی مرادلی، سارا کلانتری، ناشر:دانش بنیاد، ۱۴۰۲.

2. W Z Stepniewski and C N Keys, Rotary Wing Aerodynamics, Dover Publications, 1984.
3. George Done, and David Balmford , Helicopter Dynamics-ARS Bramwell, Elsevier , 2000.
4. John, M. Seddon and Simon Newman, Basic Helicopter Aerodynamics, Wiley, 2011.
5. Gareth D. Padfield, Helicopter Flight Dynamics, Blackwell, 2007.
6. C. Venkatesan, Fundamentals of Helicopter Dynamics, 2014.
7. Richard L. Bielawa, RotaryWing Structural Dynamics and Aeroelasticity, AIAA, 2006.
8.Wayne Johnson, Rotorcraft Aeromechanics, NASA Ames Research Center, cambridge university press, 2013.
9. Dewey H Hodges, Introduction to structural dynamics and aeroelasticity, Cambridge, 2011.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	دینامیک پرواز پیشرفته ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Flight Dynamics 1	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم اولیه و معادلات حاکم در سینماتیک و دینامیک وسائل هوافضایی و دستگاه‌های مرجع

اهداف ویژه:

- مفاهیم اولیه و معادلات حاکم در سینماتیک و دینامیک وسائل هوافضایی
- دستگاه‌های مرجع

پ) سرفصل‌ها:

- **مفاهیم و تعاریف اساسی**
  - آیرودینامیک هواپیما، نیروی محرکه، و عملکرد
- معادلات حرکت دینامیکی هواپیما
- **معادلات حرکت ۶ درجه آزادی با زمین تخت، گرد و چرخان**
  - مروری بر روش های حل عددی
- معادلات حرکت خطی و مدهای حرکتی
- دینامیک طولی و عرضی-سمتی
- کنترل هواپیما و سیستم های مربوطه
- مسائل پیشرفته در دینامیک طولی و عرضی-سمتی
- مانور و آیرولاستیسیته
- **مدل جو زمین**
  - جو استاندارد و غیر استاندارد، میدان های باد
  - اغتشاشات جوی
- تست پرواز و پرواز معیارهای کیفیت
- مسائل سرعت و ارتفاع بالا
- پیکربندی و اثرات پیشران بر ثبات پرواز
- موضوعات پیشرفته در کنترل هواپیما

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Stengel R.F., “Flight Dynamics”, Princeton University, eCourse, 2018.
2. Roskam J., “Airplane Flight Dynamics and Automatic Flight Control”, Part II, 2001.
3. Stengel R.F., “Flight Dynamics”, Princeton University Press, 2004.
4. Cook M.V., “Flight Dynamics Principles”, London: Arnold, 2013.
5. Stengel R.F., “Robotics and Intelligent Systems”, Princeton University, eCourse, 2017.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	دینامیک پرواز و کنترل فضاپیما ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Spacecraft Dynamics and Control 1	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

تسلط بر روابط هندسی مدار، درک مسئله دوجسم، تعیین پارامترهای مداری کلاسیک، بررسی مانورهای انتقال مداری.

اهداف ویژه:

- تسلط بر روابط هندسی مدار
- درک مسئله دوجسم
- تعیین پارامترهای مداری کلاسیک
- بررسی مانورهای انتقال مداری
- دینامیک و سینماتیک وضعیت فضاپیما
- استفاده از اصول کنترل کلاسیک و کنترل وضعی فضاپیما

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - مدارهای فضایی (کپلری، غیر کپلری)
  - قوانین کپلر
  - قوانین نیوتن
  - شرط نوشتن قانون دوم نیوتن (نوشتن نسبت به چارچوب مرجع اینرسی یا همان مرکز گرانش)
- **مسئله دوجسم:**
  - معادله حرکت نسبی دوجسم
  - معادله حرکت مداری کپلر
  - رابطه انرژی در مسئله دوجسم
  - تأثیر شرایط تحویل ماهواره در فضا بر شکل نهایی مدار
  - اثبات قانون دوم و سوم کپلر
  - بدست‌آوردن معادله زمانی کپلر
  - روابط Hodograph
  - ضرایب لاگرانژ
- معادلات هندسی اولیه تعیین مدار: مسئله لمبرت
- مدارات کپلری در فضا و پارامترهای مداری کلاسیک
- **مانورهای انتقال مداری**
  - مانورهای انتقال هم‌صفحه تک ضربه‌ای (مانور تغییر ارتفاع اوج یا حضیض، مانور تغییر نیم‌قطر اصلی و خروج از مرکز، مانور تغییر آرگومان حضیض
  - مانورهای دو ضربه‌ای: (مانور Hohmann، مانور Bi-Elliptic، مانور Phasing)
- دینامیک و سینماتیک وضعیت

- پایدارسازی گرادیان جاذبه
- مبانی کنترل وضعیت

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Sidi Marcel. J, “Spacecraft Dynamics and Control, a Practical Engineering Approach”, Cambridge University Press, 1997.
2. Battin R.H., “An Introduction to Mechanics and Methods of Astrodynamics”, AIAA, 1999.
3. Wie B., “Space Vehicle Dynamics and Control”, AIAA, 2nd ed., 2008.
4. Kluever, G., “Space Flight Dynamics” , Wiley, 2018.
5. Tewari, A., “Foundations of Space Dynamics”, Wiley, 2020

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	رباتیک فضایی		
عنوان درس به انگلیسی:	Space Robotics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- آشنا کردن دانشجویان با اصول، چالش‌ها و کاربردهای رباتیک در محیط فضایی
- روش‌های کنترل پیشرفته و فرآیند توسعه
- آزمایش و اعتبارسنجی این سیستم‌ها برای مأموریت‌های اکتشافی و عملیاتی

اهداف ویژه:

- آشنایی با کاربردها و تاریخچه رباتیک فضایی
- توانایی مدل‌سازی سینماتیک و دینامیک رباتیک فضایی
- توسعه، آزمایش و اعتبارسنجی ربات‌های فضایی

پ) سرفصل‌ها:

- تاریخچه ربات‌های فضایی
- رباتیک فضایی در اکتشافات فضایی
- رباتیک فضایی در توسعه فضایی
- سینماتیک رباتیک فضایی
- دینامیک و کنترل رباتیک فضایی
- کنترل رباتیک فضایی
- توسعه و آزمون کارآیی ربات فضایی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان و کوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Wang, Y., “Space Robotics” , Springer, 2021

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	روشهای بهینه‌سازی		
عنوان درس به انگلیسی:	Optimization Methods	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

معرفی روش ها و الگوریتم هایی بهینه سازی و پیاده سازی

اهداف ویژه:

- آشنایی با روش های بهینه سازی
- پارامتر سازی و فرمول سازی بهینه سازی
- الگوریتم های بهینه سازی
- روش های بهینه سازی چند هدفه

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه ای بر روش های بهینه سازی**
  - مروری بر کاربرد روش های بهینه سازی
  - معرفی نرم افزارهای صنعتی در حوزه بهینه سازی طراحی
  - تعاریف ، اصطلاحات بهینه سازی
  - معرفی متغیرهای طراحی ، پارامترها ، قیود و اهداف
  - تعریف معیارهای طراح بهینه
  - مفاهیم طراحی بهینه
  - دسته بندی روش های بهینه سازی
  - روش های هیبریدی و پیشرفته یهینه سازی طراحی
- مرور بر الگوریتم های بهینه سازی
- پارامتر سازی و فرمول سازی بهینه سازی طراحی
- دسته بندی مسایل بهینه سازی
  - مسائل مقید و نا مقید
  - بهینه محلی و سراسری
  - شرایط بهینگی کان-تاکر
  - بهینه سازی محدب و غیرمحدب
  - مسائل بهینه سازی خطی و غیر خطی
- روش های بهینه سازی محدب و غیر محدب
- الگوریتم های بهینه سازی یک بعدی نامقید
- روش های بهینه سازی چند متغیره نامقید
- روش های بهینه سازی چند متغیره مقید
- روش های بهینه سازی خطی
- روش های بهینه سازی متوالی درجه دو

- روش های بهینه سازی جستجوی مستقیم
- روش های بهینه سازی تکاملی و تصادفی
- روش های بهینه سازی چند هدفی
- پیاده سازی در یک طراحی نمونه

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۵درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. P. Y. Papalambros, Principles of optimal design, Cambridge University، Press, 2000.
2. Arora, J.S., 'Introduction to Optimum Design', McGraw-Hill, 1989.
3. Garret N. Vanderplaats, "Numerical Optimization Techniques for Engineering Design", ISBN 0-944956-01-7, Third Edition, Vanderplaats Research & Development Inc., 2001.
4. R. Haftka, Z. Gurdal, Elements of Structural Optimization,1992.
5. Miller, R.E., 'Optimization : Foundations and Applications', John Wiley & Sons Inc, 2000.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	سیستمهای اویونیک		
عنوان درس به انگلیسی:	Avionics Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم و اهداف بکارگیری سیستمهای الکتریکی مدیریت پرواز وسایل پرنده

اهداف ویژه:

- ملاحظات طراحی و بکارگیری سیستمهای اویونیک
- مخابرات هوایی و سیستمهای راداری
- سیستمهای کنترل پرواز دیجیتال

پ) سرفصل‌ها:

- تکنولوژی اویونیک
- ملاحظات ایمنی سیستم
- معماری اویونیک و توسعه سیستم
- سیستمهای الکتریکی هواپیما
- سنسورها و عملگرهای پروازی
- مخابرات و وسایل کمک ناوبری هواپیما
- سیستم های کنترل پرواز
- سیستمهای راداری
- سیستم های ناوبری هوایی
- سیستم مدیریت پرواز

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Moir. I, Seabridge A., “Civil Avioncs Systems”, Wiley, 2013.
2. Collinson R.P.G., “Introduction to Avionics Systems’, Springer, 2023.
3. Moir. I, Seabridge A., “Aircraft Systems: Mechanical, Electrical, and Avionics Subsystems Integration”, Wiley, 2008

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	سیستمهای چند عاملی		
عنوان درس به انگلیسی:	Multi-Agent Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد: ۳	نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت: ۴۸		رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با سیستم چندعاملی، فراگیری نحوه تعریف وظایف و پردازش‌ها در سیستم‌های چندعاملی، شیوه همکاری در این سیستم‌ها، پیاده‌سازی یک سیستم چندعاملی در نرم‌افزارهای شبیه‌سازی.

اهداف ویژه:

- درک تفاوت سیستم‌های چند عاملی با سیستم تک عاملی
- شناخت مزایا و معایب سیستم‌های چندعاملی
- یادگیری نحوه پیاده‌سازی شبیه‌سازی در سیستم‌های چند عاملی

پ) سرفصل‌ها:

- **معرفی / بررسی اجمالی**
  - تاریخچه استفاده از سیستم‌های چند عاملی
  - مزایا و معایب سیستم‌های چند عاملی در مقابل سیستم‌های تک عاملی
- **مفاهیم بنیادی سیستم‌های چندعاملی**
  - شبکه ارتباطی
  - نقش
  - وظیفه
- **وظایف و پردازش‌ها**
  - نحوه تخصیص وظایف
  - الگوریتم پردازش وظایف
- **همکاری عوامل**
  - نقش‌های قابل تعریف در سیستم‌های چند عاملی
- **عیب‌یابی در سیستم‌های چندعاملی**
  - تفاوت عیب‌یابی در سیستم‌های تک عاملی و چند عاملی
  - الگوریتم‌های عیب‌یابی در سیستم‌های چند عاملی
- **سیستم‌های چندعاملی در هوافضا**
  - بررسی سیستم‌های چند عاملی هوایی
  - بررسی سیستم‌های چند عاملی فضایی
- **شبیه‌سازی سیستم‌ها**
  - پیاده‌سازی عوامل در سیستم چند عاملی
  - پیاده‌سازی شبکه ارتباطی سیستم‌ها
  - پیاده‌سازی الگوریتم تخصیص وظایف
  - نحوه مدیریت و تخصیص منابع

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

در ارائه این درس از محتوی‌های آموزشی الکترونیکی نیز علاوه بر کتاب‌هایی که به عنوان مرجع معرفی شده‌اند؛ استفاده خواهد شد.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Masaaki Nagahara , Shun-Ichi Azuma , Hyo-Sung Ahn (2024), Control of Multi-agent Systems, Theory and Simulations with Python, springer.
2. Michael Wooldridge (2009), An Introduction to Multi-agent Systems, Wiley.
3. Shoham, Yoav and Leyton-Brown, Kevin (2009), Multiagent systems -Algorithmic, Game-Theoretic and Logical Foundations, Cambridge University Press.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	شبکه‌های عصبی مصنوعی		
عنوان درس به انگلیسی:	Artificial Neural Networks	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- آشنایی با مبانی شبکه‌های عصبی
- فهم مفاهیم اساسی مرتبط با شبکه‌های عصبی
- توانایی پیاده‌سازی و آموزش مدل‌های عصبی ساده تا پیچیده
- آشنایی با روشهای پرکاربرد در آموزش و ارزیابی شبکه‌های عصبی

اهداف ویژه:

- آشنایی با مبانی و تکنیک‌های پیشرفته در حوزه شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق
- توانایی پیاده‌سازی و اجرای الگوریتم‌ها و مدل‌های پیشرفته شبکه‌های عصبی
- توانایی ارزیابی و بهینه‌سازی مدل‌های عصبی برای حل مسائل پیچیده.

پ) سرفصل‌ها:

- **معرفی**
  - تاریخچه شبکه‌های عصبی و موج‌های محبوبیت آن‌ها در طول دهه‌ها
  - معماری‌های مختلف شبکه‌های عصبی و تطبیق‌پذیری آن‌ها با وظایف مختلف
- **مفاهیم پایه**
  - مدل‌های پرسپترون تک لایه و چند لایه
  - شبکه‌های تابع پایه‌ای (RBF)
  - ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM)
  - شبکه‌های عصبی عمیق و معماری‌های مختلف آن‌ها
- **یادگیری نظارت‌شده**
  - آموزش شبکه‌های عصبی با داده‌های برچسب‌دار
  - تابع هزینه و بهینه‌سازی
  - شبکه‌های عصبی کانولوشنی (CNN) در دسته‌بندی تصویر
  - شبکه‌های عصبی بازگشتی (RNN) در پردازش زبان طبیعی
- **یادگیری بدون نظارت**
  - شبکه‌های خودنظم‌دهی (Autoencoders)
  - شبکه‌های مولد مقابله‌ای (GANs)

- کاربردهای یادگیری بدون نظارت در تولید تصویر و ترجمه متن

- **کاربردها و پژوهش‌های کنونی**
  - موارد موفقیت شبکه‌های عصبی در تشخیص تصویر، ترجمه متن، تشخیص گفتار، خودرانی خودروها و ...
  - مقالات پژوهشی مرتبط با شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Chollet, F., Deep Learning With Python Manning Publications Company, 2017.
2. Charu C, A., Neural networks and deep learning: a textbook, Springer, 2018.
3. Géron, A., Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, O'Reilly Media, Inc., 2022.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	شناسایی سیستم		
عنوان درس به انگلیسی:	Systems Identification	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد: ۳	نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت: ۴۸		رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

فراگیری روشهای شناسایی سیستمهای استاتیکی و دینامیکی و ایجاد مدل ومعادلات تقریبی جهت پیش بینی رفتار سیستم و همچنین تخمین پارامترها ی مدل و اعتبارسنجی مدل.

اهداف ویژه:

- آشنایی با الزامات شناسایی سیستم ها
- انتخاب سیگنال تحریک و اثر ورودی بر کیفیت تخمین
- روش حداقل مربعات

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی شناسایی سیستم ها
- توصیفات ریاضیاتی مدل سیستم ها
- معرفی روشهای نمونه برداری و گسسته سازی
- آشنایی با سیستمهای تصادفی و مدلسازی آنها
- مروری بر آمار و احتمال مهندسی
- انتخاب سیگنال تحریک
- روش حداقل مربعات
- روشهای شناسایی تکراری و بازگشتی
- روش تخمین بیشترین محتمل
- شناسایی سیستم ها با مدل فضای حالت
- تعیین درجه مدل و ارزیابی مدل
- مباحث پیشرفته در شناسایی سیستم

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Isermann R., and Münchhof M.," Identification of Dynamic Systems: an Introduction with Applications", Springer, 2011.
2. Keesman K. J., “System Identification: an Introduction”, Springer,2011.
3. Norton, J. P., “An Introduction to Identification”, Dover Publications Inc., 2009.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	طراحی بهینه چند موضوعی		
عنوان درس به انگلیسی:	Multidisciplinary Design Optimization	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف از این درس، معرفی مفاهیم و روش های طراحی بهینه چند موضوعی و پیاده سازی در طراحی سامانه های هوافضا.

اهداف ویژه:

- آشنایی با روش های طراحی بهینه چند موضوعی
- طراحی سامانه های هوافضا به عنوان یک سیستم چند موضوعی
- معرفی کوپلینگ و تعاملات زیر سیستم ها در سطح سیستمی
- روش ها و الگوریتم های پیشرفته طراحی بهینه چند موضوعی
- چارچوب های طراحی بهینه چند موضوعی
- طراحی بهینه چند موضوعی بر اساس شبه مدل
- طراحی بهینه چند موضوعی تحت عدم قطعییت

پ) سرفصل‌ها:

- **طراحی بهینه چند موضوعی**
  - مروری بر کاربرد طراحی بهینه چند موضوعی در هوافضا
  - معرفی نرم افزارهای صنعتی در حوزه طراحی بهینه چند موضوعی
  - تعاریف ، اصطلاحات طراحی بهینه چند موضوعی
  - تعریف معیارهای طراح بهینه
  - مفاهیم طراحی بهینه
- پارامتر سازی و فرمول سازی طراحی بهینه چند موضوعی
- مرور بر الگوریتم های طراحی چند موضوعی
- ماتریس ساختار طراحی
- روش های تفکیک سازی یک سیستم به چند زیر سیستم کوپل شده
- کوپلینگ و تعاملات زیر سیستم ها در سطح سیستمی
- چارچوب های طراحی بهینه چند موضوعی
- طراحی بهینه چند موضوعی با مدل های شبیه سازی دقت بالا
- **طراحی بهینه چند موضوعی بر اساس شبه مدل**
  - روش های کلاسیک
  - روش های یادگیری ماشین

- روش های طراحی بهینه چند موضوعی و چند هدفی
- طراحی بهینه چند موضوعی بر اساس قابلیت اطمینان
- طراحی بهینه چند موضوعی مقاوم

- پیاده سازی در یک طراحی نمونه

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۵درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. P. Y. Papalambros, Principles of optimal design, Cambridge University، Press, 2000
2. Arora, J.S., 'Introduction to Optimum Design', McGraw-Hill (1989)
3. Garret N. Vanderplaats, "Numerical Optimization Techniques for Engineering Design", ISBN 0-944956-01-7, Third Edition, Vanderplaats Research & Development Inc., 2001
4. Elements of Structural Optimization by R. Hafta, Z. Gurdal
5. Kean, A J and Nair P B. Computational Approaches for aerospace Design. First Edition, Wiley, 2004
6. Miller, R.E., 'Optimization : Foundations and Applications', John Wiley & Sons Inc (2000)

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	طراحی سیستمهای کنترل پرواز ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Design of Flight Control Systems 1		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

تسلط بر طراحی سیستمهای کنترل پرواز بر مبنای الزامات عملکردی و استفاده از راهکارهای کنترل کلاسیک

اهداف ویژه:

- ارزیابی کنترل کلاسیک در طراحی سیستمهای کنترل پرواز
- بررسی اثر عملگرها و حسگرها در پایداری و کنترل سیستم
- بررسی اثر اغتشاشات داخلی و خارجی بر رفتار پایداری و تعقیب فرمان

پ) سرفصل‌ها:

- مروری بر دینامیک پرواز هواپیما، پایداری و پاسخ به ورودی های کنترل
- مروری بر تبدیل لاپلاس و توابع تبدیل سیستم
- تحلیل ارتباطات بین پاسخ زمانی سیستم ها و پاسخ در دامنه فرکانس
- مرور نظریه احتمال و ابزارهای مدل سازی پاسخ تصادفی
- ملاحظات محیطی سیستم کنترل پرواز
- مدلسازی اغتشاشات محیطی در حوزه فرکانس
- بررسی پاسخ وسایل پروازی به ورودی اغتشاشی
- بررسی روش های طراحی کنترلر در حوزه فرکانس برای سیستمهای تک ورودی- تک خروجی
- تحلیل پایداری در سیستم کنترل پرواز
- طراحی و تحلیل سیستمهای چند حلقه
- پیاده سازی و ارزیابی راهکارهای کلاسیک طراحی سیستم کنترل پرواز
- بررسی اثرات ناشی از دینامیک سنسورها، عملگرها و سیستم موقعیت یابی
- ارزیابی عملکرد سیستم کنترل پرواز
- ملاحظات تعامل سیستم کنترل پرواز با سایر سیستم های وسیله پروازی
- طراحی قانون هدایت پروازی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Roskam J., “Airplane Flight Dynamics and Automatic Flight Control”, Part II, 2001.
2. Cook M.V., “Flight Dynamics Principles”, London: Arnold, 2013.
3. McRuer D., Graham D., Ashkenas I., “Aircraft Dynamics and Automatic Control”, Princeton University Press, 2014.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	طراحی سیستم های کنترل پرواز ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Design of Flight Control Systems 2	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	طراحی سیستم‌های کنترل پرواز ۱	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

تسلط بر طراحی سیستمهای کنترل پرواز بر مبنای الزامات محیطی، عملکردی و سیستمی و بهره گیری از اصول کنترل مدرن

اهداف ویژه:

- ارزیابی راهکار کنترل مدرن در طراحی سیستمهای کنترل پرواز
- طراحی سیستمهای رویتگر حالت
- طراحی سیستمهای کنترل چند متغیره برای پرواز وسایل پرنده
- طراحی سیستمهای بهینه پروازی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر دینامیک پرواز
- مبانی کنترل مدرن
- طراحی سیستمهای افزایش پایداری
- طراحی اتوپایلوت
- طراحی رویتگر حالت
- رگولاتور و فیلتر بهینه
- بهینه سازی عملکرد پروازی
- بازیابی بهره حلقه
- سیستمهای کنترل چند متغیره
- مبانی تحلیل سیستمهای کنترل دیجیتال پروازی
- تحلیل و طراحی کنترلر پرواز مبتنی بر اصول کنترل غیرخطی
- قوانین هدایتی پیشرفته

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Roskam J., “Airplane Flight Dynamics and Automatic Flight Control”, Part II, 2001.
2. Prattk R.W., “FLIGHT CONTROL SYSTEMS, practical issues In design and implementation”, IEE, 2000.
3. Nelson R.C., “Flight Stability and Automatic Control”, McGraw Hill, 2007.
4. Nandan K. S., N. Ananthkrishnan “Advanced Flight Dynamics with Elements of Flight Control”, CRC Press, 2017

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	طراحی سیستمی فضاپیما ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Spacecraft System Design 1	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف از این درس، معرفی رویکرد سیستمی، الزامات طراحی، روش‌های طراحی، مطالعه مقایسه‌ای و سایر مفاهیم لازم برای تعریف سیستم‌های مهندسی پیچیده و زیرسیستم‌های فضاپیما هست.

اهداف ویژه:

- الزامات طراحی
- روش‌های طراحی
- سیستم‌های مهندسی پیچیده و زیرسیستم‌های فضاپیما

پ) سرفصل‌ها:

- **آشنایی با فضاپیما و ماهواره**
  - تعاریف اولیه
  - مروری بر تاریخچه فناوری فضایی
  - اهمیت استفاده از فضا
  - تعریف اجزاء مورد نیاز برای انجام یک مأموریت فضایی
  - تقسیم‌بندی ماهواره‌ها
- **زیرسیستم‌های پلتفرم و محموله‌های ماهواره**
  - زیرسیستم سازه و مکانیزم‌ها (Structure & Mechanism)
  - زیرسیستم کنترل حرارت (Thermal Control)
  - زیرسیستم تعیین و کنترل وضعیت (ADCS)
  - زیرسیستم توان الکتریکی (Power)
  - زیرسیستم مخابرات (TT&C)
  - زیرسیستم پیشرانش (Propulsion)
  - زیرسیستم کامپیوتر روی برد (OBDH)
  - نرم افزار (Software)
  - محموله‌های سنجش از دور
  - محموله‌های مخابراتی
- **مقدمه‌ای بر طراحی مدار ماهواره**
  - مدارات کپلری
  - اغتشاشات مداری
  - مانورهای مداری
  - پنجره پرتابی
  - فرآیند طراحی مدار
- **مقدمه‌ای بر طراحی سیستمی**
  - تعریف مهندسی سیستم

- مباحث مقدماتی طراحی سیستمی
- سیکل عمر پروژه های فضایی

- **استانداردهای فضایی و نحوه بکارگیری آن‌ها**
  - معرفی استانداردهای فضایی
  - ساختار استاندارد ECSS
  - اعمال فرآیندهای مهندسی سیستم
  - الزامات تهیه اسناد فضایی (DRD)
- **مراحل طراحی فضاپیما بر اساس استاندارد ECSS**
  - طراحی مأموریت — Mission Definition (MD)
  - مرور طراحی مأموریت — Mission Definition Review (MDR)
  - طراحی مقدماتی — Preliminary Design (PD)
  - مرور طراحی مقدماتی — Preliminary Design Review (PDR)
  - طراحی تفصیلی — Critical Design (CD)
  - مرور طراحی تفصیلی — Critical Design Review (CDR)
  - پیاده‌سازی و ساخت
  - فلسفه مدل
- طراحی سیستمی یک نمونه ماهواره

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۵درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Lay W., Wittmann K., Hallmann W., “Handbook of Space Technology”, AIAA, 2009.
2. Larson W.J., Wertz J.R., “Space Mission Analysis and Design”, 3rd ed, Microcosm, 1999.
3. Sarafin T.P., “Spacecraft Structures and Mechanisms: From Concept to Launch”, Springer, 1995.
4. Fortescue P., Swinerd G., Stark J., “Spacecraft Systems Engineering”, 4th ed., Wiley, 2011.
5. ECSS (Standards)
6. Markley F.L., Crassidis J.L., “Fundamentals of Spacecraft Attitude Determination and Control”, Springer, 2014.
7. Eppinger S.D., Browning T.R., “Design structure matrix methods and applications”. MIT Press, 2012.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد

الف) عنوان درس به فارسی:	طراحی سیستمی ماهواره‌بر ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Launch Vehicle System Design 1	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با طراحی کلی ماهواره برها و موشکها و ارتباط دیسیپلین ها و گروههای طراحی با یکدیگر

اهداف ویژه:

- آشنایی با انواع ماهواره‌برها و موتورهای آن‌ها
- آشنایی با مباحث آیرودینامیکی مرتبط با ماهواره‌برها
- آشنایی با سازه، مکانیزم‌ها و شیوه‌ای پرتاب ماهواره‌برها
- طراحی سیستمی ماهواره‌بر با درنظرگرفتن ملاحظات ماموریتی و اقتصادی

پ) سرفصل‌ها:

- **معرفی و تقسیم‌بندی انواع ماهواره‌برها**
  - ماهواره‌برهای متعارف و ماهواره‌برهای بال‌دار (شاتل)
  - پرتاب از زمین و پرتاب از هواپیما
- **موتورهای ماهواره‌بر**
  - موتورهای سوخت جامد
  - موتورهای سوخت مایع
- **آیرودینامیک ماهواره‌بر**
  - بررسی جو استاندارد و تاثیرات باد بر پرتاب
  - برسی آیرودینامیک ماهواره‌برها و بارهای ناشی از آن
  - گرمایش آیرودینامیکی
  - ملاحظات آیروالاستیسیته ماهواره‌برها
- **نیروهای جاذبه**
  - تغییرات جاذبه نسبت به ارتفاع
  - تاثیر شکل زمین بر شتاب جاذبه
- **مکانیک پرواز ماهواره‌بر**
  - بررسی پایداری استاتیکی ماهواره‌بر
  - معادلات پرواز
  - بررسی پایداری دینامیکی
  - بررسی سیستم هدایت و کنترل پرواز ماهواره‌بر
  - مسیر پرتاب ماهواره‌بر
  - شبیه‌سازی مسیر پرتاب
  - مکانیزم‌های کنترلی؛ آیرودینامیک بردار تراست
- **سازه و مکانیزم‌های ماهواره**

- ملاحظات طراحی سازه
- آنالیز سازه: تنش و کرنش
- آنالیز عددی سازه: روشهای المان محدود
- انواع مکانیزم‌های جدایش
- مکانیزم‌های انهدام خودکار
- ملاحظات سکوهای پرتاب ماهواره

- **طراحی سیستمی ماهواره‌بر**

- آنالیز ماموریت و پارامترهای مداری انتهای مسیر، جهت پرتاب و مراحل پرتاب
- طراحی سیستمی ماهواره‌بر شامل مرحله‌بندی و تعیین مشخصات مراحل
- ملاحظات شتاب و شرایط محیطی در طراحی ماهواره‌بر
- روشهای بهینه‌سازی طراحی
- آنالیز ایمنی مسیر پرتاب
- ملاحظات اقتصادی در طراحی ماهواره‌بر

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. طراحی موشک (بالستیک و ماهواره‌بر)، نویسنده: حسن کریمی، هاشمی دولابی، انتشارات جهاد دانشگاهی.

2. Comelisse, Schoyer, Wakker, “Rocket Propulsion and Space Flight Dynamics”, Pitman Publishing.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	طراحی هواپیما پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Aircraft Design	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با رویکردهای نوین در طراحی سیستمی هواپیما و پیکربندی های جدید بر اساس بهینه سازی حوزه های مختلف تاثیرگذار در طراحی هواپیما

اهداف ویژه:

- الزامات ایمنی و زیست محیطی در طراحی هواپیما
- بهینه سازی طراحی چند موضوعی
- پیکربندی های جدید هواپیما
- هواپیماهای با موتور الکتریکی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر طراحی هواپیما
- ملاحظات ایمنی، زیست محیطی حوادث، سوانح در طراحی هواپیما
- ملاحظات متاثر از تجربیات عملیاتی در طراحی هواپیما
- پیکربندی های جدید هواپیما
- طراحی آیرودینامیک، طراحی پیکربندی و سایزینگ هواپیما
- روش های پیشرفته برای تجزیه و تحلیل ماموریت هواپیما
- عملکر یکپارچه هواپیما وطراحی سیستم کنترل پرواز
- ملاحظات طراحی هواپیماهای الکتریکی
- بهینه سازی طراحی چند موضوعی
- ملاحظات تعمیر و نگهداری و ساخت در طراحی هواپیما
- ملاحظات بازاریابی و قیمت گذاری

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Roskam J.," Lessons Learned in Aircraft Design", DARcorporation,2017.
2. Torenbeek E., "Advanced Aircraft Design: Conceptual Design, Analysis and Optimization of Subsonic Civil Airplanes ",Wiley, 2013
3. Raymer D., "Aircraft Design: A Conceptual Approach", AIAA, 2018
4. Jackson S., "Systems Approach to the Design of Commercial Aircraft", CRC Press, 2020

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**طراحی وسایل هوادریایی**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Aero-Marine Vehicle Design**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**نظری**	**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**رساله** ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐ **مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم و روند طراحی وسایل هوادریایی مانند، هواناو، قایق های پرنده، هواپیما های آب نشین و ....

اهداف ویژه:

- بیان و تحلیل روش های طراحی وسایل نقلیه در محیط های دریایی و هوایی
- بیان مباحث ویژه در دریامانی و ارتباط با صلاحیت های پروازی و روابط حاکم بر آن
- ارزیابی نهایی پایداری، وزن، ابعاد، دریامانی، صلاحیت پروازی

پ) سرفصل‌ها:

- آشنایی با مابحث اولیه در طراحی وسایل هوادریایی
- ملاحظات دریامانی و صلاحیت های پروازی
- اصول تئوری طراحی اولیه هواپیما های دریا نشین
- اصول تئوری طراحی اولیه هواناو
- اصول تئوری طراحی با جزئیات هواپیما های دریا نشین
- اصول تئوری طراحی با جزئیات هواناو

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Roskam J., “Airplane Design Part I: Preliminary Sizing of Airplanes”, 2018.
2. Dan P. Raymer, “Aircraft Design: A Conceptual Approach,” 2018.
3. O'Flaherty. C. A., “Introduction to hovercraft and hoverports”, Juanita Kalerghi, 1976.
4. Brown A. J., “Design of Marine Engineering Systems in ship conceptu
5. al design”, The Society of Naval Architects, 2020.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**کنترل بهینه ۱**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Optimal Control 1**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم پایه تئوری بهینه سازی دینامیکی بر مبنای حساب تغییرات و برنامه ریزی پویا و اصول پایه کنترل بهینه سیستم‌های هوافضایی

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم پایه تئوری بهینه سازی دینامیکی بر مبنای حساب تغییرات
- برنامه ریزی پویا
- اصول پایه کنترل بهینه سیستم‌های هوافضایی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر تئوری کنترل بهینه
- مدل‌سازی و تحلیل سیستم‌های کنترلی در فضای حالت
- فرم استاندارد مسئله کنترل بهینه شامل مدل ریاضی، محدودیت‌ها، شرایط مرزی، تابع معیار و تعریف مسائل مختلف بهینه‌سازی براساس نوع تابع معیار
- اصل بهینگی بلمن و کاربرد آن در تصمیم‌گیری
- روش برنامه‌ریزی پویا و استفاده از آن در حل مسائل کنترل بهینه
- معادله همیلتون – ژاکوبی - بلمن (HJB)
- حل تحلیلی مساله تنظیم کننده خطی مربعی (LQR) پیوسته با استفاده از معادله (HJB)
- بهینه سازی ایستا
- بهینه‌سازی توابع در حالت بدون محدودیت و در حالت با محدودیت مساوی
- بهینه‌سازی توابع با محدودیت‌های مساوی و نامساوی
- مفاهیم اساسی حساب تغییرات
- اکسترمم‌های تکه‌ای پیوسته و شرط گوشه
- منحنی‌های اکسترمم مقید
- استفاده از روش حساب تغییرات در حل مسائل کنترل بهینه در سیستم‌های پیوسته
- تدوین شکل‌گیری مسئله کنترل بهینه شامل معادلات، قیود، شرایط مرزی و تابع معیار به فرم استاندارد – تابع همیلتونین، معادلات حالت و شبه‌حالت
- بررسی اثر حالت‌های مختلف شرایط پایانی به‌صورت زمان نهایی آزاد و ثابت در پاسخ بهینه سیستم
- تحلیل مسائل کنترل بهینه خطی حلقه بسته (تنظیم کننده های خطی مربعی، تعقیب کننده‌های خطی مربعی)
- تفسیر حوزه فرکانس مسائل کنترل بهینه خطی مربعی
- اصل مینیمم‌سازی پونتریاگین و استفاده از آن در حل مسائل با قید کنترلی
- بررسی روش‌های لحاظ نمودن قیود نامساوی متغیرهای حالت در فرآیند حل بهینه
- حل مسئله حداقل زمان و تعیین ویژگی‌های آن
- حل مسئله حداقل تلاش کنترلی (حداقل سوخت و حداقل انرژی)

- تعیین شرایط وجود بازه های تکین در مسائل کنترل بهینه
- حل مسائل کنترل بهینه با بازه‌های منفرد
- بررسی شروط کافی در مسائل کنترل بهینه
- تحلیل مسائل کنترل بهینه غیرخطی
- سیستم‌های کنترل بهینه گسسته زمانی
- مثال‌هایی از کاربرد تئوری کنترل بهینه در سیستم‌های هوافضایی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Kirk D.E., “Optimal Control Theory: An Introduction”, Dover, 2004.
2. Bryson A., “Applied Optimal Control: Optimization, Estimation and Control”, Taylor & Francis, 1975.
3. Leitmann G., “Optimization Techniques with Application to Aerospace Systems”, Academic Press, 1962.
4. Naidue D., “Optimal Control Systems”, CRC Press, 2002.
5. Athans M.A., “Optimal Control: An Introduction to the Theory and Its Applications”, Dover, 1966.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	کنترل پیشبین		
عنوان درس به انگلیسی:	Predictive Control	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

در این درس اصول کنترلی حاکم بر سیستمها با استفاده از قابلیت پیشبینی در افق محدود به صورت بهینه موردبحث و بررسی قرار میگیرد

اهداف ویژه:

- درک اصول پایه‌ای
- شناخت و تحلیل الگوریتم‌های کنترل کلاسیک
- تحلیل پایداری و طراحی کنترلر پیش‌بین مقاوم

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - استراتژی کنترل پیشبین
  - کنترل مدل داخلی (Internal Model Control)
- **کنترل کننده‌های پیش بین**
  - کنترل الگوریتمی مدل (MAC)
  - کنترل ماتریس دینامیکی (DMC)
  - کنترل پیشبین تعمیم یافته (GPC)
  - کنترل عملکردی پیش بین (PFC)
- **کنترل پیشبین مبتنی بر مسئله بهینه**
  - مروری بر روش‌های بهینه‌سازی
  - طراحی کنترل‌کننده پیشبین بر مبنای مسئله بهینه
  - کنترل پیشبین بر اساس مدل‌های غیرخطی
- کنترل پیشبین مقاوم
- پایداری در کنترل پیشبین

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. L. Wang, Model Predictive Control System Design and Implementation Using MATLAB, Springer Science & Business Media, 2009.
2. F. Allgöwer, and A. Zheng, Nonlinear Model Predictive Control, Birkhäuser, 2012.
3. D. Baocang, Modern Predictive Control, CRC Press, 2018.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	کنترل پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Control	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

مرور مفاهیم کنترل کلاسیک و معادلات حاکم در مسائل هوافضایی، فضای حالت و خطی سازی آن، انواع پاسخ‌های زمانی، مباحث پایداری، کنترل پذیری و مشاهده پذیری سیستم های خطی، طراحی سیستم کنترل و مشاهده گر با جایابی قطب‌ها، طراحی رگولاتور مربع خطی، برنامه‌ریزی بهره و تحلیل پایداری سیستم های غیرخطی

اهداف ویژه:

- کنترل کلاسیک و معادلات حاکم در مسائل هوافضایی، فضای حالت و خطی سازی آن
- انواع پاسخ‌های زمانی، مباحث پایداری، کنترل پذیری و مشاهده پذیری سیستم های خطی
- طراحی سیستم کنترل و مشاهده گر با جایابی قطب‌ها، طراحی رگولاتور مربع خطی، برنامه‌ریزی بهره و تحلیل پایداری سیستم های غیرخطی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه و تاریخچه
- مروری بر مفاهیم کنترل کلاسیک
- مکانیک پرواز پایه و سیستم های کنترل پرواز
- فضای حالت سیستم های پویا
- خطی سازی سیستم های غیرخطی
- پاسخ زمانی سیستم های دینامیکی در فرم فضای حالت
- پایداری، کنترل پذیری و مشاهده پذیری سیستم های خطی
- طراحی کنترل با جایابی قطب‌ها
- طراحی مشاهده‌گر با جایابی قطب‌ها
- کنترل بهینه / طراحی رگولاتور مربع خطی (LQR)
- کاربرد تئوری کنترل خطی در هواپیماها و پرتابه‌ها
- برنامه‌ریزی بهره (Gain Scheduling Philosophy)
- تحلیل پایداری سیستم های غیرخطی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. امیری آتشگاه، م.ع. - ملک زاده، م. - عبداللهی ع.، مرجع جامع کنترل (جلد اول) تاریخچه، کنترل کلاسیک، کنترل مدرن خطی و غیر خطی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران. ۱۴۰۲

2. Gorinevsky D., “Control Engineering (eCourse)”, Stanford University, 2003.
3. Padhi R., “Advanced Control System Design (eCourse)”, 2010.
4. Ogata K., “Modern Control Engineering”, 3rd Ed., Prentice Hall, 1999.
5. Nise N.S., “Control Systems Engineering”, 4th Ed., Wiley, 2004.
6. Friedland P., “Control System Design”, Mc. Graw Hill, 1986.
7. Nelson R.C., “Flight Stability and Automatic Control”, McGraw Hill, 1989.
8. Marquez H.J., “Nonlinear Control Systems Analysis and Design”, Wiley, 2003.
9. Slotine E., Li W., “Applied Nonlinear Control”, Prentice Hall, 1991.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**کنترل تصادفی**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Stochastic Control**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله** ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

در این درس کنترل تصادفی طراحی مسیر زمانی متغیرها با وجود وجود نویز و عدم قطعیت و با احتساب معیارهای عملکردی مورد تحلیل و بررسی قرار می گیرد.

اهداف ویژه:

- آشنایی با فرآیندهای تصادفی
- فیلترینگ و تخمین
- کنترل سیستمهای تصادفی

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - تعریف مسئله تخمین و فیلترینگ بهینه
- **مروری بر مفاهیم آماری، متغیرهای اتفاقی و فرآیندهای تصادفی**
  - مفهوم احتمال و فضای نمونه
  - متغیرهای تصادفی
  - فرآیندهای تصادفی
  - همبستگی در فرآیندهای تصادفی
  - تابع طیف قدرت
  - نویز سفید
  - رشته تصادفی مارکو
  - نویز رنگی
- **مقدمه‌ای بر مباحث فیلترینگ و تخمین**
  - فیلتر کلاسیک وینر
  - تخمین حداقل مربعات وزنی
  - فیلتر کالمن در سیستم‌های گسسته
  - فیلتر کالمن در سیستم‌های پیوسته
  - فیلتر کالمن برای سیستم‌های غیرخطی
  - هموارسازی بهینه
- **کنترل بهینه در حضور عدم اطمینان**
  - سیستم LQG

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Jason L. Speyer, Walter H. Chung, "Stochastic processes, estimation, and control" ,Society for Industrial and Applied Mathematics, 2008.
2. Karl J. Åström (Eds.), "Introduction to Stochastic Control Theory" , Academic Press,1970.
3. Jian-Qiao Sun (ed.) ,"Stochastic Dynamics and Control", Elsevier,2006.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	کنترل تطبیقی		
عنوان درس به انگلیسی:	Adaptive Control	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با روش‌های کنترل فرآیندهای دارای تغییرات دینامیکی و اغتشاش.

اهداف ویژه:

- درک مفهوم تغییر دینامیکی سیستم‌ها
- آشنایی با روش‌های کنترل تطبیقی
- طراحی کنترل‌کننده تطبیقی مدل مرجع
- طراحی کنترل‌کننده تطبیقی بر مبنای پایداری لیاپانوف

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه
- روش‌های برآورد زمان حقیقی پارامتر
- تنظیم کننده‌های خود کوک (STR)
- سیستم‌های تطبیقی مدل مرجع (MRAS)
- طراحی بر اساس پایداری لیاپانوف و Passivity
- خود کوک‌سازی (Autotunning)
- پیاده‌سازی سیستم‌های کنترل تطبیقی و نکات کاربردی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Astromand K.J., Wittenmark B.., “Adaptive Control”, 2nd ed., Dover Pub., 2008.
2. Goodwin G.C., Sin K.S., “Adaptive Filtering”, Prediction and Control, Dover Pub., 2009.
3. Landau I.D., Lozano R., M`saad M., “Adaptive Control”, 2nd ed., Springer., 2011.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	کنترل دیجیتال		
عنوان درس به انگلیسی:	Digital Control	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- توانایی مدل‌سازی زمانی سیستم‌ها به‌صورت گسسته
- بررسی مفاهیم کنترل‌پذیری، رؤیت‌پذیری، دسترسی‌پذیری و ....
- طراحی کنترل‌کننده‌های دیجیتالی

اهداف ویژه:

- آشنایی با مدلهای زمانی و فرکانسی سیگنالهای پیوسته و گسسته
- آشنایی با طراحی کنترل کننده های دیجیتال

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه
  - معرفی سیستم‌های کنترل دیجیتال
- مدل‌های زمانی برای نمایش سیگنال‌ها و سیستم‌های گسسته (ماتریس سیستم، معادلات تفاضلی، معادلات فضای حالت و ...)
- خواص مدل‌های زمانی گسسته (دسترسی‌پذیری، کنترل‌پذیری، رؤیت‌پذیری و ...)
- مدل‌های فرکانسی برای نمایش سیگنال‌ها و سیستم‌های گسسته (تبدیل z، مدل ضربه‌ای، تلفیق سیستم های پیوسته و گسسته، تأثیر اغتشاشات پیوسته و ...)
- نمونه‌گیری و بازسازی سیگنال‌های پیوسته (نمونه‌برداری و نگهداشت آرمانی و مرتبه صفر، پدیده تداخل فرکانسی، فیلترهای ضد تداخل)
- گسسته‌سازی سیستم‌های تحت کنترل (مدل زمانی حافظ پاسخ بله، آثار تأخیر، آثار گسسته‌سازی بر کنترل‌پذیری و رؤیت‌پذیری، مدل فرکانسی حافض پاسخ پله)
- گسسته‌سازی کنترل‌کننده‌های خطی (روش دوخطی و PIM)
- طراحی مستقیم کنترل‌کننده‌ها (روش‌های ترسیمه مسیر ریشه‌ها و روش‌های فرکانسی)

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. دوائی مرکزی ا.ح.، "کنترل دیجیتال، اصول پایه و روش‌های طراحی"، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، کتاب منتشر نشده.

2. Chen T., “Optimal Control of Sampled-Data Systems”, Springer, 1996.

3. Franklin G.F., et al., “Digital Control of Dynamic Systems”, Addison-Weley, 1991.

4. Astrom K., “Computer Controlled Systems”, Prentice-Hall, 1997.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	کنترل غیرخطی		
عنوان درس به انگلیسی:	Nonlinear Control	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با سیستم‌های غیرخطی و روش‌های تحلیل آن‌ها بخش اساسی این درس است. در این درس با تکیه بر مفاهیم درس کنترل خطی در دوره کارشناسی، مفاهیم جدیدی در حوزه کنترل آموخته می‌شود و به‌نوعی منجر به دانش فراتری نسبت به آموخته‌های پیشین می‌شود

اهداف ویژه:

- آشنایی با سیستم‌ها غیرخطی
- روش‌های خطی‌سازی و کنترل آن‌ها

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - ویژگی‌های سیستم‌های غیرخطی (تعدد نقاط تعادل، رفتار نامحدود در زمان محدود، تعدد فرکانس‌های خروجی به ازای فرکانس منفرد ورودی، عدم خاصیت جمع‌پذیری، پدیده پرش، پدیده آشوب، پدیده سیکل حدی).
  - کاربردهای سیستم‌های غیرخطی در کنترل (کنترل بهینه، کنترل تطبیقی، کنترل مود لغزشی و ...).
- **حل تحلیل معادلات دیفرانسیل غیرخطی**
  - آنالیز صفحه فاز (روش‌های تحلیل سیستم‌های غیرخطی رسته ۲: روش ایزوکلاین، روش مقطعی کالمن، روش دلتا، روش اغتشاشی).
  - تحلیل کیفی سیستم‌های غیرخطی (تعمیم روش‌های آنالیز 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 و تحلیل پایداری این سیستم‌ها.
- **کنترل‌پذیری و مشاهده‌پذیری سیستم‌های غیرخطی**
  - تعاریف
  - روش‌ها
  - تحلیل
- **پایداری سیستم‌های غیرخطی**
  - قضایای لیاپانوف
  - معیارها در میدان فرکانسی (معیار پایاف، معیار دایره)
  - قضایای مجموعه‌های نامتغیر
  - قضیه بهره‌های کوچک
  - پایداری سیکل‌های حدی
  - فراپایداری پایاف
- خطی‌سازی فیدبک
- کنترل با روش معادلات ریکاتی وابسته به حالت (SDRE)

- کنترل با روش مود لغزشی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Slotine J.J., Li W.P., “Applied Nonlinear Control”, Prentice-Hall, 1991.
2. Khalil H., “Nonlinear Systems”, 3rd ed., Macmillan, 2002.
3. Song B., Hedrick J.K., “Dynamic Surface Control of Uncertain Nonlinear Systems: An LMI Approach, Springer, 2011.
4. Isidori A., “Nonlinear Control Systems”, 2nd ed., Springer 1989.
5. Nijmeijer, Schaft V.D., “Nonlinear Dynamical Control Systems”, 1989.
6. Guckenheimer, Holmes, “Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcation of Vector Fields”, Springer-Verlag, 1983.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	کنترل مقاوم		
عنوان درس به انگلیسی:	Robust Control	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با روش‌های کنترلی تضمین‌کننده پایداری و کارآیی سیستم حلقه بسته با وجود عدم قطعیت‌ها

اهداف ویژه:

- آشنایی با روش‌های کنترلی تضمین‌کننده پایداری
- کارآیی سیستم حلقه بسته با وجود عدم قطعیت‌ها

پ) سرفصل‌ها:

- نرم سیگنال‌ها و سیستم‌ها
- پایداری داخلی، ردگیری مجانبی و کارآیی
- پایداری مقاوم و کارآیی مقاوم
- پایدارسازی
- محدودیت‌های طراحی
- شکل دادن حلقه
- طراحی برای پایداری و کارآیی مقاوم
- نامساوی‌های ماتریسی خطی در کنترل مقاوم
- آشنایی با H_∞، سنتز μ و QFT

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Doyle J.C., Francis B.A., Tannenbaum A.R., “Feedback Control Theory”, Dover Pub., 2009.
2. Zhou K., Doyle J.C., “Essentials of Robust Control”, Prentice- Hall, 1997.
3. Boyd S., EL Ghaoui L., Freon E., “Linear Matrix Inequalities in System and Control Theory”, SIAM, 1997.
4. Dullerud G.E., Paganini F., “A Course in Robust Control Theory: A Convex Approach”, Springer, 2010.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف)عنوان درس به فارسی:	ماشین‌های الکتریکی در صنعت هوافضا		
عنوان درس به انگلیسی:	Electric Machines in the Aerospace Industry		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف از این درس شناخت انواع ماشین‌های الکتریکی، اصول کارکرد آنها، نحوه کنترل و به کارگیری آن‌ها و تأثیر پارامترهای عملیاتی در سیستم‌های مختلف سامانه‌های هوافضایی به خصوص سامانه‌های هوایی است تا دانشجو پس از آن بتواند برای نیازهای خود در ساختارهای مختلف، تصور مناسبی از کارکرد ماشین‌های الکتریکی داشته باشد و انتخاب صحیحی از ماشین‌های الکتریکی (موتور/ژنراتور) داشته باشد و جوانب به کارگیری ماشین الکتریکی را به خوبی در نظر بگیرد.

اهداف ویژه:

- آشنایی با اصول کارکرد ماشین‌های الکتریکی DC
- آشنایی با اصول کارکرد ماشین‌های الکتریکی AC
- آشنایی با انواع ماشین‌های الکتریکی DC
- آشنایی با انواع ماشین‌های الکتریکی AC
- آشنایی با انواع ماشین‌های الکتریکی مخصوص
- آشنایی با کاربردها و روش‌های کنترل ماشین‌های الکتریکی
- آشنایی با ملاحظات خاص در انتخاب ماشین الکتریکی برای کاربرد هوایی
- آشنایی با ملاحظات خاص در انتخاب ماشین الکتریکی برای کاربرد فضایی

پ) سرفصل‌ها:

- **مرور مدارهای مغناطیسی و اصول تبدیل الکترومکانیکی**
  - مشخصه مواد فرومغناطیس
  - مدارهای مغناطیسی با تحریک DC
  - مفاهیم نشت و پراکندگی شار مدارهای معغناطیسی با تحریک AC
  - تلفات فوکو و هیسترزیس
  - اصول اولیه ترانسفورماتور تک فاز (حالت بی‌باری)
  - انرژی در میدان مغناطیسی
  - مبدل‌های الکترومکانیکی پیوسته و ناپیوسته
  - نیرو و گشتاور در سیستم‌های مغناطیسی
  - مبدل‌های الکترومکانیکی یک و چند تحریکه
- **ماشین‌های الکتریکی DC**
  - ساختار ماشین الکتریکی
  - توزیع میدان در فاصله هوایی ناشی از تحریک استاتور و روتور
  - نیرو محرکه القا شده در آرمیچر
  - گشتاور الکترومغناطیسی در ماشین DC
  - ژنراتورهای DC و مشخصه‌های آن

- موتورهای DC و مشخصه‌های آن

- **ماشین‌های الکتریکی AC (القایی)**
  - ساختمان موتور القایی
  - میدان گردان در موتورهای القایی چند فازه
  - محاسبه گشتاور موتور القایی و مشخصه گشتاور سرع موتور القایی
  - اثر هارمونیک‌های زمانی و مکانی در مشخصه گشتاور- سرعت موتور القایی
  - مدار معادل موتور القایی
  - ژنراتور القایی
- **ماشین‌های الکتریکی AC (سنکرون)**
  - توصیف فیزیکی و نظریه اساسی
  - ساختمان ماشین سنکرون
  - مشخصه‌های توان- زاویه بار
  - راکتانس‌های محورهای D-Q
  - مدار معادل
  - سیم‌پیچ‌های دمپر
  - معرفی راکتانس‌های گذرا و ثابت‌های زمانی
  - انواع سیستم‌های تحریک و معیار انتخاب آن‌ها
  - مدل‌سازی سیستم تحریک
  - ژنراتور سنکرون
- **ماشین‌های الکتریکی مخصوص**
  - موتورهای القایی تک فاز و دو فاز
  - موتور با فاز شکسته یا راه انداز مقاومتی
  - موتورهای خازن دائم
  - موتورهای با راه انداز خازنی
  - موتور تکفاز دو خازنه
  - موتور یونیورسال
  - مشخصه گشتاور - سرعت و روش تغییر جهت چرخش
  - موتورهای قطب چاکدار
  - موتورهای پله‌ای
  - موتورهای رلوکتانس متغیر،
  - موتور پله ای چند تکه
  - موتورهای سنکرو ها
  - موتورهای سنکرون تبدیل یا ترانسفورماتوری
  - سروو موتور یا موتور کنترل
  - انتقال گشتاور در موتورهای سینکرو
  - ماشین‌های BLDC و BLAC
  - ماشین‌های آهنربای دائم ساختار جدید (شار سوئیچ شونده، شار متقاطع و ...)
  - ساختارهای خطی
  - ساختارهای روتور بیرونی
- **روش‌های کنترل ماشین‌های الکتریکی**
  - تنظیم سرعت موتورهای DC
  - راه‌اندازی موتور القایی
  - تنظیم سرعت موتور القایی
  - راه‌اندازی موتور سنکرون

- انواع روش‌های کنترل موتور سنکرون
- روش‌های کنترل موتورهای تکفاز
- کنترل موتورهای موقعیتی

- **شرایط کاری در سیستم‌های هوایی و فضایی پارامترهای مؤثر در انتخاب ماشین الکتریکی**
  - انواع حرکت‌های مورد نیاز
  - مشخصه‌های بارهای مکانیکی
  - شرایط محیطی
  - سیستم الکتریکی در دسترس
  - تأثیر شرایط محیطی بر ماشین‌های الکتریکی
  - معیارهای انتخاب نوع ماشین الکتریکی
  - نحوه تعیین ظرفیت ماشین الکتریکی مورد نیاز

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

در ارائه این درس از محتوی‌های آموزشی الکترونیکی نیز علاوه بر کتاب‌هایی که به عنوان مرجع معرفی شده‌اند؛ استفاده خواهد شد.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
تمرین‌ها	۱۰ درصد
آزمون میانی در نیم‌سال	۲۵ درصد
آزمون پایانی در نیم‌سال	۴۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۱۵ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. A. E. Fitzgerald; Charles Kingsley, Jr; Stephen D. Umans, “Electrical Machinery”, McGraw-Hill Series in Electrical Engineering. Power and Energy, 6th edition, 2002.
2. Stephen J. Chapman, “Electrical Machinery Fundamentals”, McGraw-Hill, 5th edition, 2011.
3. Bhag S. Guru, “Electric Machinery and Transformers”, 3th edition, New York Oxford, 2001.
4. S. K. Sahdev, “Electrical Machines”, Cambridge University, 1th edition, 2018.
5. E.G. Janardanan, “Special Electrical Machines”, PHI, 1th edition, 2014.
6. J. P. Desai, “Special Electrical Machinery”, Wiley-Scrivener Publishing , 2024.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه توان‌یابان می‌توانند از کتاب‌های صوتی یا فیلم‌های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارائه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مباحث منتخب در مهندسی هوافضا		
عنوان درس به انگلیسی:	Selected Topics in Aerospace Engineering		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	ندارد		پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد		تخصصی الزامی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ■ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐ مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف این درس، بحث و بررسی زمینه‌های جدید در گرایشهای دینامیک پرواز و کنترل، فضایی و ماهواره و آموزش مفاهیم مرتبط با آن است.

اهداف ویژه:

- یادگیری مباحث پیشرفته در علوم هوافضای مرتبط با سامانه های هوافضایی در ذیل گرایشهای دینامیک پرواز و کنترل، فضایی و ماهواره
- آشنایی با جدیدترین دستاوردهای پژوهشی در زمینه‌های جدید

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مباحث مطرح شده‌ی جدید در علوم سامانه های هوافضایی
- بررسی و انتخاب عناوین و موضوعات
- جمع آوری اطلاعات و مطالعه موضوعات منتخب
- ارائه و هم اندیشی در مورد موضوع بررسی شده
- جمع آوری اطلاعات و مطالعه در مورد موضوع منتخب با توجه به نظرات ارائه شده
- ارائه نهایی روشهای مورد استفاده و همچنین نتایجی که استفاده از موضوع مورد نظر داشته است

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۱۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۶۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Journal of Fluids and Structures.
2. American Institute of Aeronautics and Astronautics.
3. Journal of ThinWalledStructure.
4. Aerospace Science and Technology Journal

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Modeling of Dynamic Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با دستگاه های مختصات حرکتهای انتقالی و دورانی، استخراج معادلات آیرودینامیک و شبیه سازی دینامیک سیستمها و وسایل هوافضایی

اهداف ویژه:

- آشنایی با مبانی ریاضی و دستگاه‌های مختصات
- آشنایی با سینماتیک و دینامیک حرکت انتقالی و دورانی
- مدل‌سازی نیروها و گشتاورهای آیرودینامیکی
- استخراج معادلات حرکت
- شبیه‌سازی عددی وسایل هوافضایی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه/ بررسی اجمالی مساله دو جسم
- مفاهیم ریاضی در مدل‌سازی
- چارچوب‌ها و سیستم‌های مختصات
- سینماتیک انتقال و دوران
- دینامیک انتقال
- دینامیک دوران
- معادلات حرکت اغتشاشی
- نیروها و ممان‌های آیرودینامیک
- شبیه‌سازی وسایل هوافضا
- آشنایی با جعبه ابزار MATLAB و Simulink

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Zipfel P.H., "Modeling and Simulation of Aerospace Vehicle Dynamics", AIAA Education Series, 3rd Edition, 2014.
2. Stevens B.L., "Aircraft Control and Simulation", John Wiley & Sons, 2016.
3. Vepa R., "Dynamics and Control of Autonomous Space Vehicles and Robotics", Cambridge University Press, 2019.
4. Klee H., "Simulation of Dynamic Systems with MATLAB and Simulink", CRC Press, 2018.
5. Allerton D., "Principles of Flight Simulation", John Wiley & Sons, 2010.
6. Diston, "Computational Modeling of Aircraft and the Environment", John Wiley & Sons, 2010.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مفاهیم پیشرفته در طراحی		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Concepts in Design	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

درک مفاهیم اهداف طراحی، ایمنی، روش‌های جلوگیری از حوادث و سوانح و تحلیل سوانح هوایی، آشنایی با ابزارهای آنالیز خطا در سیستم‌ها، چرخه عمر محصولات

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم پیشرفته طراحی
- آشنایی با نظریه طراحی برای ایمنی
- آشنایی با نظریه طراحی برای Humankind
- آشنایی با نظریه طراحی برای Six-sigma
- آشنایی با ابزارهای آنالیز خطا در سیستم‌ها

پ) سرفصل‌ها:

- **معرفی / بررسی اجمالی**
  - تعاریف کلی
  - تاریخچه طراحی
  - مفاهیم اولیه تصمیم‌گیری
  - طراحی برآمده از تکنولوژی
  - طراحی برآمده از خلاقیت
- **مفاهیم بنیادی طراحی برای ایمنی**
  - ایمنی و دینامیک آن
  - حد ایمنی قابل قبول
  - مدیریت ایمنی
  - برنامه ایمنی
- **بررسی حوادث و سوانح**
  - تعاریف
  - دینامیک سانحه
  - مدل سانحه
  - گزارش‌نویسی در سانحه
- **مفاهیم بنیادی طراحی برای انسان**
  - انگیزه‌های طراحی برای انسان
  - چرخه عمر تکنولوژی
  - چرخه عمر اقتصادی
  - قابلیت اطمینان

- قابلیت نگهداری
- Robustness
- تجزیه و تحلیل درخت خطا

- **مفاهیم بنیادی طراحی بدیهه گرا**
  - چهار حوزه اصلی
  - رابطه بین حوزه‌ها
  - اصول طراحی بدیهه گرا
  - مدل‌سازی فرآیندهای طراحی بدیهه گرا
  - چالش‌های نظریه طراحی محوری بدیهه گرا
- **رویکرد سیستمی در طراحی**
  - طراحی ایزوله‌شده در برابر طراحی سیستمی
  - دینامیک کارفرماها و تصمیم‌گیری
  - گام‌های سیستم و رابطها
  - حالت‌ها/ وضعیت‌ها/ فازها

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

در ارائه این درس از محتوی‌های آموزشی الکترونیکی نیز علاوه بر کتاب‌هایی که به عنوان مرجع معرفی شده‌اند؛ استفاده خواهد شد.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Charles S. Wasson, “System Analysis, Design, and Development”, Jhon Wily & Sons, 1st edition, 2005.
2. Doc 9859, “Safety Management Manual (SMM)”, 4th edition, 2018.
3. Louis J. Gullo, Jack Dixon, Design for Safety, 1st edition, Wiley, 2018.
4. Jan Roskam, “Airplane Design Series”, Darcorporation, 2003.
5. Nicolaii, “Fundamentals of Aircraft and Airship Design”, AIAA, 2nd edition, 2010.
6. Nam Suh, “Axiomatic Design: Advances and Applications”, Oxford University Press, NewYork, 2001.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه توان‌یابان می‌توانند از کتاب‌های صوتی یا فیلم‌های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مکاترونیک		
عنوان درس به انگلیسی:	Mechatronics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم پایه مکاترونیک به منظور تحلیل و طراحی سیستمهای مکاترونیک

اهداف ویژه:

- تحلیل و طراحی سیستمهای مکاترونیکی
- آشنایی با حسگرهای و عملگرها
- میکروکنترلرها، برنامه نویسی و کاربردهای آنها

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر مکاترونیک
- مدارهای الکتریکی و اجزای آن
- حسگرها و عملگرها
- پاسخ دینامیکی سیستمهای مکاترونیکی
- شناسایی سیستم های مکاترونیکی
- آماده سازی سیگنال
- منطق دیجیتال
- میکروکنترلرها
- کنترل کننده های منطقی برنامه پذیر

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Bishop, R. H.,"Mechatronics, an Introduction", Taylor & Francis, 2006.
2. Bishop, R. H., “Mechatronics Handbook” Taylor & Francis, 2008
3. Jouaneh M., “Fundamentals of Mechatronics, 1st Edition”, Cengage Learning, 2012.
4. Wilamowski, B., and Irwin, J. D. “Control and Mechatronics”, CRC Press, 2018.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مکانیک مدار پیشرفته ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Orbital Mechanics 1	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

تسلط بر دستگاه‌های مختصات مختلف و انتقال بین آن‌ها. محاسبه بردار سرعت و مکان، پس از گذر زمان، در مدار. محاسبه اغتشاشات مداری. اعمال اغتشاشات مداری در محاسبات

اهداف ویژه:

- تسلط بر دستگاه‌های مختصات مختلف و انتقال بین آن‌ها
- محاسبه بردار سرعت و مکان، پس از گذر زمان، در مدار
- محاسبه اغتشاشات مداری. اعمال اغتشاشات مداری در محاسبات

پ) سرفصل‌ها:

- تاریخچه / کاربردها / بررسی اجمالی
- دینامیک جرم نقطه ای
- مساله دو جسم
- موقعیت مداری به عنوان تابعی از زمان
- مدارها در سه بعد
- تعیین مدار اولیه
- مانورهای مداری
- حرکت نسبی و ملاقات فضایی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Curtis H., “Orbital Mechanics for Engineering Students”, 3th, Elsevier, 2014. Curtis H., “Orbital Mechanics for Engineering Students”, 3th, Elsevier, 2014.
2. Stengel R., “Space System Design (eCourse)”, Princeton University, 2016.
3. Chobotov V., “Orbital Mechanics”, AIAA, 2005.
4. Montenbruck O., Gill E., “Satellite Orbits, Models, Methods and Applications”, Springer 2000.
5. Battin R.H., “An Introduction to Mechanics and Methods of Astrodynamics”, AIAA, 1999.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	منطق و کنترل فازی		
عنوان درس به انگلیسی:	Fuzzy Logic and Control	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم فازی، مجموعه های فازی، تابع عضویت، روابط فازی، منطق فازی، توابع استلزام فازی، استدلال فازی، GMP، سیستم‌های مبتنی بر قانون فازی، مدل سازی عینی سیستم‌های فازی

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم فازی، مجموعه های فازی، تابع عضویت
- روابط فازی، منطق فازی، توابع استلزام فازی
- استدلال فازی، GMP، سیستم‌های مبتنی بر قانون فازی، مدل سازی عینی سیستم‌های فازی

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - مفهوم فازی
  - تعاریف پایه
  - عملیات روی مجموعه‌های فازی
- **روابط فازی**
  - مقدمه
  - عملیات روی روابط فازی
  - ترکیب
- **منطق کلاسیک و منطق فازی**
  - مقدمه
  - منطق دوارزشی کلاسیک
  - رابطها در منطق فازی
  - نقیض‌ها
  - قواعد مثلثی
  - T-Norm و T-CoNorm
  - معیارهای انتخاب عملگر
- **توابع استلزام فازی**
  - مقدمه
  - خانواده‌های استلزامی
- **استدلال فازی**
  - مقدمه
  - قانون ترکیبی استنتاج
  - تصدیق مقدم بهنجار

- نمایش قانون فازی
- GMP تک مقدم
- استدلال ممدانی
- استدلال سوگند

- **GMP دو مقدم**
  - مقدمه
  - انتخاب عملگر
- **سیستم‌های مبتنی بر قانون فازی**
  - مقدمه
  - فازی‌سازی
  - پایگاه قانون
  - استنتاج مبتنی بر قانون
  - فازی‌زدایی
  - استنتاج چند قانونه
- **مدل‌سازی عینی سیستم فازی**
  - مقدمه
  - شناسایی پارامترها
  - شناسایی متغیرها
- طراحی کنترلرهای فازی
- کنترل فازی تطبیقی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۵درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۱۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. صبور م.ح.، "مجموعه ها و منطق فازی"، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، ۱۳۹۶.

2. L. X. Wang, "A Course in Fuzzy Systems and Control", Prentice-Hall, 1997.

3. K. M. Passino, "Fuzzy Control", Addison-Wesley, 1998.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	ناوبری ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Navigation 1	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با روش‌ها و ریاضیات در ناوبری، سیستم‌های ناوبری ماهواره‌ای و اینرسی، انواع خطاها و مکانیزاسیون، روش‌های فیلترینگ، تلفیق ناوبری اینرسی و ماهواره ای و استفاده عملی از جعبه ابزار ناوبری در متلب و سیمولینک

اهداف ویژه:

- آشنایی با روش‌ها و ریاضیات در ناوبری، سیستم‌های ناوبری ماهواره‌ای و اینرسی
- انواع خطاها و مکانیزاسیون، روش‌های فیلترینگ، تلفیق ناوبری اینرسی و ماهواره ای و استفاده عملی از جعبه ابزار ناوبری در متلب و سیمولینک

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی / بررسی اجمالی
- ریاضیات پایه، قاب‌های مرجع
- سیستم های ناوبری ماهواره ای جهانی (GNSS)
- سیستم های ناوبری اینرسی (INS)
- مکانیزاسیون INS
- خطاهای INS
- فیلترینگ و تخمین (فیلترهای کالمن)
- تلفیق ناوبری اینرسی و ماهواره ای
- جعبه ابزار ناوبری در متلب و سیمولینک

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. امیری آتشگاه، م.ع. - ربانی س.ا.، اصول ناوبری اینرسی، مکان‌یابی ماهواره‌ای و تلفیق آن‌ها. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران. ۱۳۹۵

2. Bruder S., El-Osery A., "EE 570: Location and Navigation: Theory & Practice", New Mexico Tech, 2019.
3. Aboelmagd N., "Fundamentals of Inertial Navigation, Satellite-based Positioning and Their Integration", Springer, 2013.
4. Groves P., "Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems", Artech House, 2013.
5. Stengel R., "Robotics and Intelligent Systems", eCourse, 2017.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**ناوبری ۲**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Navigation 2**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**نظری**	**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**رساله** ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐ **مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

ارائه فیلترینگ و تخمین (فیلترهای کالمن و ذره ای)، تلفیق عمیق و فوق عمیق ناوبری اینرسی و ماهواره ای، تلفیق فوق عمیق ناوبری اینرسی و ماهواره ای، معادلات حالت بر مبنای خطا.

اهداف ویژه:

- اخلاق در ناوبری
- ناوبری رادیویی
- ناوبری در محیط‌های چالش‌برانگیز
- ناوبری خودکار

پ) سرفصل‌ها:

- مرور مفاهیم ناوبری
- فیلترینگ و تخمین (فیلترهای کالمن و ذره ای)
- مباحث پیشرفته ناوبری ماهواره ای
- مباحث پیشرفته ناوبری اینرسی
- تلفیق عمیق ناوبری اینرسی و ماهواره ای
- تلفیق فوق عمیق ناوبری اینرسی و ماهواره ای
- معادلات حالت بر مبنای خطا
- **ناوبری رادیویی**
  - اصول ناوبری رادیویی
  - سیستم‌های ناوبری رادیویی: VOR، DME، LORAN
  - کاربردهای ناوبری رادیویی
- **ناوبری در محیط‌های چالش‌برانگیز**
  - ناوبری زیر آب
  - ناوبری در فضا
  - ناوبری در مناطق بدون سیگنال
- **ناوبری خودکار**
  - اصول ناوبری خودکار
  - سیستم‌های ناوبری برای خودروهای خودران
  - کاربردهای ناوبری خودکار در هواپیماها و روبات‌ها
- **مسائل پیشرفته در ناوبری**
  - ناوبری کوانتومی
  - سیستم‌های ناوبری هیبریدی
  - کاربردهای نوین ناوبری

- **مسائل اخلاقی و امنیتی در ناوبری**
  - حفظ حریم خصوصی
  - امنیت سیستم‌های ناوبری
  - مسائل اخلاقی مرتبط با ناوبری
- **پروژه نهایی**
  - پیاده‌سازی یک پروژه کاربردی ناوبری
  - ارائه پروژه و بحث در مورد نتایج

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. امیری آتشگاه، م.ع. - ربانی س.ا.، اصول ناوبری اینرسی، مکان‌یابی ماهواره‌ای و تلفیق آن‌ها. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران. ۱۳۹۵

2. Aboelmagd N., “Fundamentals of Inertial Navigation, Satellite-based Positioning and Their Integration”, Springer, 2013.

3. Groves P., “Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems”, Artech House, 2013.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	هدایت ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Guidance 1	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدایت پرتابه ها و قوانین مربوطه به‌مراه مدل‌های هندسی و ریاضی، هدایت هدایت خارج از جو، هدایت ماهواره برها و روش‌های طراحی مسیر

اهداف ویژه:

- هدایت پرتابه ها و قوانین مربوطه به‌مراه مدل‌های هندسی و ریاضی
- هدایت هدایت خارج از جو، هدایت ماهواره برها و روش‌های طراحی مسیر

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه
- معادلات حرکت پرتابه‌ها
- آیرودینامیک پرتابه‌ها
- قوانین هدایت موشک تاکتیکی
- هدایت خارج از جو
- هدایت ماهواره‌بر
- روش‌های طراحی مسیر

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Yanushevsky R., “Modern Missile Guidance”, 2nd Edition, CRC, 2019.
2. Stengel R., “Robotics and Intelligent Systems”, eCourse, 2017.
3. Siouris G.M., “Missile Guidance and Control Systems”, Springer, 2004.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	هدایت ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Guidance 2	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	هدایت ۱	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

درک عمیق‌تر مفاهیم و تکنیک‌های هدایت پیشرفته، آشنایی با مدل‌سازی، تحلیل و طراحی سیستم‌های هدایت

اهداف ویژه:

- توانایی پیاده‌سازی الگوریتم‌های هدایت در کاربردهای واقعی
- آشنایی با مسائل و چالش‌های هدایت وسایل نقلیه پیشرفته

پ) سرفصل‌ها:

- **مرور هدایت و کنترل**
  - مرور مفاهیم اساسی هدایت
  - مرور سیستم‌های کنترل خطی و غیرخطی
  - معرفی موضوعات پیشرفته در هدایت
- **دینامیک و کینماتیک وسایل نقلیه**
  - مدل‌های دینامیکی هواپیماها، موشک‌ها و فضاپیماها
  - معادلات کینماتیک
  - مفاهیم پایداری و کنترل
- **الگوریتم‌های هدایت کلاسیک**
  - هدایت تناسبی (PN: Proportional Navigation)
  - هدایت ثابت و تطبیقی
  - تحلیل و طراحی الگوریتم‌های هدایت کلاسیک
- **هدایت تطبیقی و مقاوم**
  - اصول هدایت تطبیقی
  - روشهای هدایت مقاوم
  - کاربردهای هدایت تطبیقی و مقاوم
- **هدایت بهینه**
  - اصول هدایت بهینه
  - روشهای حل مسائل هدایت بهینه
  - کاربردهای هدایت بهینه در وسایل نقلیه مختلف
- **هدایت و کنترل در محیط‌های نامطمئن**
  - مسائل نامعینی و عدم قطعیت
  - هدایت و کنترل در حضور نامعینی
  - روشهای مقابله با عدم قطعیت
- **سیستم‌های هدایت و ناوبری یکپارچه**

- ترکیب سیستم‌های هدایت و ناوبری
- تکنیک‌های تلفیق داده
- کاربردهای سیستم‌های یکپارچه هدایت و ناوبری

- **هدایت در محیط‌های پیچیده**
  - هدایت در فضا
  - هدایت زیر آب
  - هدایت در مناطق شهری
- **سیستم‌های هدایت خودکار**
  - هدایت خودکار هواپیماهای بدون سرنشین (UAVs)
  - هدایت خودکار خودروهای زمینی
  - کاربردهای عملی سیستم‌های هدایت خودکار
- **روشهای پیشرفته هدایت**
  - هدایت بر پایه یادگیری ماشین
  - هدایت بر اساس شبکه‌های عصبی
  - کاربردهای روشهای پیشرفته هدایت
- **پروژه نهایی**
  - پیاده‌سازی یک پروژه کاربردی هدایت
  - ارائه پروژه و بحث در مورد نتایج

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Reynolds, T. P. (2020). Computational guidance and control for aerospace systems. University of Washington.
2. Yanushevsky R., “Modern Missile Guidance”, 2nd Edition, CRC, 2019.
3. Siouris G.M., “Missile Guidance and Control Systems”, Springer, 2004.
4. Chai, R., Tsourdos, A., Savvaris, A., Chai, S., Xia, Y., & Chen, C. P., Review of advanced guidance and control algorithms for space/aerospace vehicles, Progress in Aerospace Sciences, 2021.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	هدایت و ناوبری ۱		
عنوان درس به انگلیسی:	Guidance and Navigation 1	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با روش‌ها و ریاضیات در ناوبری، سیستم‌های ناوبری ماهواره‌ای و اینرسی، انواع خطاها و مکانیزاسیون، روش‌های فیلترینگ، هدایت پرتابه ها و قوانین مربوطه بهمراه مدل‌های هندسی و ریاضی

اهداف ویژه:

- آشنایی با روش‌ها و ریاضیات در ناوبری، سیستم‌های ناوبری ماهواره‌ای و اینرسی
- انواع خطاها و مکانیزاسیون
- روش‌های فیلترینگ، هدایت پرتابه ها و قوانین مربوطه بهمراه مدل‌های هندسی و ریاضی

پ) سرفصل‌ها:

- **ناوبری**
  - معرفی / بررسی اجمالی
  - ریاضیات پایه، قاب‌های مرجع
  - سیستم های ناوبری ماهواره ای جهانی (GNSS)
  - سیستم های ناوبری اینرسی (INS)
  - مکانیزاسیون INS
  - خطاهای INS
  - فیلترینگ و تخمین (فیلترهای کالمن)
- **هدایت پرتابه**
  - مقدمه
  - معادلات حرکت پرتابه‌ها
  - آیرودینامیک پرتابه‌ها
  - قوانین هدایت موشک تاکتیکی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکویز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Bruder S., El-Osery A., "EE 570: Location and Navigation: Theory & Practice", New Mexico Tech, 2019.
2. Aboelmagd N., et all., "Fundamentals of Inertial Navigation, Satellite-based Positioning and their Integration", Springer, 2013.
3. Groves P., et all., "Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems", Artech House, 2013.
4. Stengel R., "Robotics and Intelligent Systems (eCourse)", 2017.
5. Siouris G.M., "Missile Guidance and Control Systems", Springer, 2004.
6. Yanushevsky R., "Modern Missile Guidance", 2nd Edition, CRC, 2019.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

سیلابس دروس گرایش مهندسی فضایی

الف) عنوان درس به فارسی:	دینامیک پرواز و کنترل فضاپیما ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Spacecraft Dynamics and Control 2	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	دینامیک پرواز و کنترل فضاپیما ۱	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

معرفی راهکارهای پایدارسازی و کنترل وضعی فضاپیما متناسب با الزامات محیطی، عملکردی و ماموریت فضاپیما، آشنایی با معادلات حاکم بر دینامیک پرواز فضاپیما و روشهای تعیین و کنترل وضعیت در فضا

اهداف ویژه:

- دینامیک مدارهای فضایی
- روش‌های تعیین و کنترل وضعیت و پایدارسازی
- محاسبه گشتاورهای اغتشاشی
- کنترل وضعی فضاپیما با استفاده از وسایل تبادل مومنتوم و تراستر، کنترل وضعیت با تراستر عکس العملی
- بررسی اثر انعطاف پذیری سازه و تلاطم سوخت در کنترل وضعی فضاپیما
- تحلیل حرکت مداری تحت تاثیر اغتشاشات محیطی
- معادلات حاکم در سینماتیک و دینامیک وضعی فضاپیما
- سیستمهای تعیین و کنترل وضعی فضاپیما

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی و مروری بر مفاهیم پایه کنترل وضعیتُ مکانیک مدار و تحلیل ماموریت فضاپیما
- مدارهای غیر کپلری
- نیروهای اغتشاشی و اثر آن بر روی مدار
- معادلات سیاره ای لاگرانژ
- تحلیل حرکت نسبی فضاپیماها و ملاقات فضایی
- تحلیل ماموریتهای بین سیاره ای
- مروری بر دینامیک ذرات و سینماتیک وضعیت
- مدلسازی گشتاورهای اغتشاشی محیطی
- حسگرهای تعیین وضعیت فضاپیما
- مبانی تعیین وضعیت فضاپیما
- عملگرهای کنترل وضعیت فضاپیما
- پایدارسازی گرادیان جاذبه
- مانورهای وضعیت در فضا
- پایدارسازی وضعیت اندازه حرکت بایاس شده
- پایداری و کنترل سیستم های دینامیکی غیرخطی
- ناوبری و هدایت خودکار وسایل فضایی

- کنترل فضاپیما با تراستر عکس العملی
- تحلیل دینامیک سازه و تلاطم سوخت

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Sidi Marcel. J, “Spacecraft Dynamics and Control, a Practical Engineering Approach”, Cambridge University Press, 1997.
2. Wertz J.R., “Spacecraft Attitude Determination and Control”, Kluwer Academic Publisher, 1978.
3. Curtis H., “Orbital Mechanics for Engineering Students”, 4th, Elsevier, 2020.
4. Markley F.L., Crassidis J.L., “Fundamentals of Spacecraft Attitude Determination and Control”, Springer, 2014.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	طراحی سیستمی فضاپیما ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Spacecraft System Design 2	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	طراحی سیستمی فضاپیما ۱	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با فرآیندهای طراحی سیستمی، طراحی با رویکرد قابلیت اطمینان، مدیریت سیستمی پروژه های مهندسی پیچیده.

اهداف ویژه:

- الزامات طراحی
- روش‌های طراحی
- آشنایی با طراحی جانمایی
- الزامات طراحی زیرسیستمی

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه: آشنایی با فضاپیما و ماهواره**
  - تعاریف اولیه
  - مروری بر تاریخچه فناوری فضایی
  - اهمیت استفاده از فضا
  - تعریف اجزاء مورد نیاز برای انجام یک مأموریت فضایی
  - تقسیم‌بندی ماهواره‌ها
  - مروری بر طراحی سیستمی فضاپیما ۱
- **فصل اول: فرآیند طراحی سیستمی ماهواره**
  - انواع روندهای طراحی سیستمی
  - سیکل های طراحی سیستمی
  - مدل های توسعه سیستم
  - روش های طراحی سیستمی
- **فصل دوم: مدیریت پروژه های مهندسی**
  - طرح مدیریت پروژه
- **فصل سوم: تضمین محصول در پروژه های مهندسی**
  - طرح تضمین محصول
- **فصل چهارم: طراحی زیرسیستم سازه و مکانیزم**
  - مقدمه
  - روند طراحی سازه فضاپیما
  - محیط¬های کاری فضاپیما
  - تحلیل سازه فضاپیما
- **فصل پنجم: الزامات جانمایی**
  - جانمایی و الزامات جانمایی بهینه
- **فصل ششم: نرم افزار و سخت افزار در حلقه**

- مدل های نرم افزار و سخت افزار در حلقه
- طراحی سیستمی یک نمونه ماهواره

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۵درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۵درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Lay W., Wittmann K., Hallmann W., “Handbook of Space Technology”, AIAA, 2009.
2. Larson W.J., Wertz J.R., “Space Mission Analysis and Design”, 3rd ed, Microcosm, 1999.
3. Sarafin T.P., “Spacecraft Structures and Mechanisms: From Concept to Launch”, Springer, 1995.
4. Fortescue P., Swinerd G., Stark J., “Spacecraft Systems Engineering”, 4th ed., Wiley, 2011.
5. ECSS (Standards)
6. Markley F.L., Crassidis J.L., “Fundamentals of Spacecraft Attitude Determination and Control”, Springer, 2014.
7. Eppinger S.D., Browning T.R., “Design structure matrix methods and applications”. MIT Press, 2012.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	ارتعاشات سازه‌های فضایی		
عنوان درس به انگلیسی:	Space Structures Vibrations	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف از این درس، تعیین مشخصات (فرکانس‌های اصلی و شکل مودها) سیستم‌های خطی یک و چند درجه آزادی تحت تحریک نیرویی هست.

اهداف ویژه:

هدف از این درس، تعیین مشخصات (فرکانس‌های اصلی و شکل مودها) سیستم‌های خطی یک و چند درجه آزادی تحت تحریک نیرویی هست

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه**
  - جایگاه دینامیک سازه در بین علوم (آیرودینامیک، دینامیک و الاستیسیته)
  - مفهوم مدل‌سازی و شبیه‌سازی
  - روش‌های مدل‌سازی سازه (با جرم گسسته و جرم توضیع‌شده)
  - معرفی وجود کوپل الاستیکی و ممان اینرسی در سازه با جرم توضیع‌شده
- استخراج معادله حاکم بر ارتعاشات عرضی تیر اویلر-برنولی
- حل معادله حاکم بر ارتعاشات عرضی تیر اویلر-برنولی (تبدیل معادله دیفرانسیل جزئی به دو معادله دیفرانسیل معمولی با استفاده از روش جداسازی متغیرها)
- پاسخ ارتعاشات آزاد عرضی تیر در شرایط مرزی مختلف (دو سر ساده، یک سر آزاد- یک سر گیردار، دو سر آزاد، دو سر گیردار، یک سر ساده- یک سر گیردار) و تعیین شکل مودها در هر یک از شرایط مرزی
- تشریح مفهوم تعامد شکل مودها در ارتعاشات عرضی تیر
- تحلیل ارتعاشات اجباری عرضی تیر تحت بارگذاری عرضی
- تحلیل ارتعاشات اجباری عرضی تیر تحت بارگذاری محوری
- وجود ناپیوستگی در سیستم‌های پیوسته
- استخراج معادله حاکم بر ارتعاشات محوری تیر
- تحلیل ارتعاشات آزاد محوری تیر
- معرفی شرایط مرزی و شرایط اولیه ارتعاشات محوری
- خاصیت تعامد شکل مودها در ارتعاشات محوری تیر
- تحلیل ارتعاشات اجباری محوری تیر تحت بارگذاری محوری
- معرفی تفاوت حل دقیق و حل تقریبی
- معرفی آنالیز مودال
- معرفی روش‌های حل مسائل تحلیل سازه (روش رایلی-ریتز و ...)
- روش رایلی-ریتز و نحوه اعمال آن به سیستم پیوسته

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Clough R.W., Penizen J., "Dynamics of Structures", 3rd edition, Computer and structures Inc., USA, 1995.
2. Hodges D.H., Pierce G.A., "Introduction to Structural Dynamics and Aeroelasticity", Cambridge Aerospace Series, UK, 2002.
3. Hutton D.V., "Fundamentals of Finite Element Analysis", The McGraw-Hill Companies, 2004.
4. Nayfeh A.H., Mook D.T., "Non-linear Oscillations", John Wiley & Sons, 1995.
5. Tsai S.W., Hahn H.T., "Introduction to Composite Materials", Technomic Publishing Co., USA, 1980.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**اصول طراحی زیرسیستم توان الکتریکی فضاپیما**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Spacecraft Electrical Power Subsystem Design**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه ☐**	**نظری ■**
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی ☐**	**عملی ☐**
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری ■**	**نظری-عملی ☐**
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله ☐**	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐**	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■**

ب) هدف کلی:

آشنایی با زیرسیستم توان الکتریکی و نقش آن در عملکرد ماهواره‌ها و فضاپیماها. آشنایی با بخش‌های مختلف زیرسیستم، ساختارهای رایج و عملکرد اجزای آن. آشنایی با الزامات سیستمی و زیرسیستمی و تعیین اینترفیس‌های زیرسیستم توان با سایر زیرسیستم‌ها. آشنایی با اصول طراحی زیرسیستم توان و نحوه سایزینگ بخش‌های مختلف آن.

اهداف ویژه:

- آشنایی با زیرسیستم توان الکتریکی و نقش آن در عملکرد ماهواره‌ها و فضاپیماها
- آشنایی با بخش‌های مختلف زیرسیستم، ساختارهای رایج و عملکرد اجزای آن
- آشنایی با الزامات سیستمی و زیرسیستمی و تعیین اینترفیس‌های زیرسیستم توان با سایر زیرسیستم‌ها
- آشنایی با اصول طراحی زیرسیستم توان و نحوه سایزینگ بخش‌های مختلف آن.

پ) سرفصل‌ها:

- نگاهی به تاریخچه علوم و فناوری فضایی، برنامه ها و پروژه های فضایی، روند توسعه آنها، چشم انداز تحولات آن در دنیا و ایران.
- اصول مهندسی سیستم و بکارگیری آن در تعریف ماموریت فضایی، معماری و طراحی ماموریت، طراحی سیستم و زیرسیستم ها، چرخه عمر، سیکل های طراحی، مدیریت، فازبندی، هزینه و ریسک در سیستم های فضایی.
- معرفی زیرسیستم توان شامل نقش و عملکرد زیرسیستم توان، ساختار کلی زیرسیستم، بلوک دیاگرام و بخش‌های اساسی.
- معرفی انواع منابع تامین توان اولیه و ثانویه، اصول عملکرد و معیارهای انتخاب آن‌ها (شامل انواع باتری‌های الکتروشیمیایی، پیل سوختی، راکتورهای هسته‌ای، باتری‌های اتمی، بادبان خورشیدی، چرخ عکس العملی، ابرخازن‌ها، سلول‌های خورشیدی، سلول‌های ترموفتوولتاییک، بتاولتاییک و ...).
- معرفی بخش‌های مدیریت توان، کنترل و تنظیم توان (شامل رگولاتورهای شنت و سری، مبدل‌های خطی و سوئیچینگ، مدارات S3R, S4R، مدارات ردیاب بیشینه توان، مدارات متعادل ساز و ...).
- معرفی بخش های توزیع، مانیتورینگ و حفاظت توان (شامل سیستم های توزیع توان مجتمع و گسترده، مدارات حفاظت Lockup، LCL و ...).
- بررسی انواع توپولوژی‌ها زیرسیستم توان الکتریکی و معیارهای انتخاب آن‌ها.
- بررسی روند سایزینگ و طراحی اولیه زیرسیستم (شامل تعیین الزامات و مشخصات زیرسیستم، معرفی جداول بودجه و نحوه سایزینگ منابع توان اولیه و ثانویه، خطوط توان اولیه و ثانویه و ...).
- معرفی آزمون های عملکردی، کارایی، کیفی و پذیرش زیرسیستم توان الکتریکی.

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	تکالیف درسی	۲۰درصد
	ارائه شفاهی	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد	
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰درصد	
پروژه در نیم‌سال	نمره اضافی ۲۰درصد به بالا	

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. NASA Systems Engineering Handbook", 2016.
2. Agrawal, "Design of Geosynchronous Spacecraft", 1986.
3. Brown, "Elements of Spacecraft Design", 2002.
4. Hyder A.K., "Spacecraft Power Technology", 2003.
5. Griffin M.D., "Space Vehicle Design", 2004.
6. Pisacane V.L., "Fundamentals of Space Systems", 2005.
7. Patel M.R., "Spacecraft Power Systems", CRC Press, 2005.
8. Wittmann L.W., "Handbook of Space Technology", 2009.
9. Fortescue P., "Spacecraft systems engineering", 2011.
10. Wertz, "Space Mission Engineering", New SMAD, 2011.
11. Eakman, "Small Spacecraft Power and Thermal Subsystems, NASA Contractor Report. 1994.
12. ECSS, NASA and IEC Standards, Handbooks, Guidelines and presentations
13. Different lecture notes of the relevant courses from different universities.
14. Different journal articles, conference papers, technical notes and white papers.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	اصول طراحی و تحلیل آنتن‌های ایستگاه زمینی و ماهواره		
عنوان درس به انگلیسی:	Design and Analysis Principles of Ground Station and Satellite Antennae	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- طراحی، انتخاب و تحلیل آنتن‌ها در دو بخش فضایی (ماهواره) و زمینی (ایستگاه)
- درک پارامترهای طراحی، محدودیت‌های انتشار، معماری سیستم مخابراتی و الزامات ویژه محیط فضایی برای انجام محاسبات لینک مخابراتی و موازنه‌های مهندسی در طراحی یک سیستم مخابراتی ماهواره‌ای

اهداف ویژه:

- آشنایی با مبانی و پارامترهای طراحی آنتن
- آشنایی با دسته‌بندی آنتن‌ها و کاربرهای فضایی آن‌ها
- تحلیل لینک‌ها و درنظرگرفتن محدودیت‌های اننتشار آن‌ها
- درنظرگرفتن ملاحظات طراحی آنتن‌های فضایی
- آشنایی با شیوه آزمایش آنتن‌ها

پ) سرفصل‌ها:

- پارامترهای طراحی آنتن‌ها
- **پروسه انواع آنتن‌ها و فناوری‌های وابسته**
  - آنتن‌ها با پوشش وسیع
  - آنتن‌ها با پوشش محدود
  - آنتن‌های خطی (Arrays)
  - آنتن‌های ردیابی
- معماری سیستم‌های مخابراتی ماهواره
- محدودیت‌های انتشار امواج و عملکرد لینک
- تکنولوژی‌های آنتن‌های ماهواره
- تست و آزمایش آنتن‌ها

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Morgan, Gordon, “Communications Satellite Handbook”, Wiley, 1989.
2. Dybdal R., “Communication Satellite Antennas”, McGraw-Hill, 2009.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	اصول طراحی و تحلیل سیستم کنترل حرارت ماهواره		
عنوان درس به انگلیسی:	Fundamentals of Design and Analysis of Satellite Thermal Control System	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با محیط حرارتی فضاپیما، سیستم‌های کنترل حرارت فعال و غیرفعال در ماهواره‌ها، تحلیل حرارتی ماهواره.

اهداف ویژه:

- آشنایی با محیط حرارتی فضاپیما
- سیستم‌های کنترل حرارت فعال و غیرفعال در ماهواره‌ها
- تحلیل حرارتی ماهواره

پ) سرفصل‌ها:

- مروری بر زیرسیستم‌های فضاپیما
- محیط حرارتی فضاپیما
- شارژهای حرارتی
- مدارهای استاندارد زمین
- توان حرارتی و تشعشع خورشید و زمین
- مدیریت درجه حرارت و فشار حرارتی ماهواره
- انواع فرایندهای انتقال حرارت
- تحلیل حرارتی ماهواره
- سخت‌افزارهای کنترل حرارت
- مکانیک مدار و محاسبه مدت زمان سایه
- شبیه‌سازی مدار و پارامترهای آن جهت تعیین مدت گرفتگی
- مکانیزم‌های انتقال حرارت در ماهواره: هدایت، تشعشع
- محیط و شرایط مرزی حرارتی مدار
- توان حرارتی و تشعشع انعکاسی خورشید از زمین
- تشعشع زمین
- اثر اتمسفر بر ماهواره
- گرمایش مولکول‌های آزاد و ذرات باردار
- سیستم‌های کنترل حرارت فعال و غیرفعال در ماهواره‌ها
- آنالیز حرارتی
- طراحی حرارتی یک نمونه ماهواره

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Incropera F.P., Witt D.P., “Fundamental of Heat and Mass Transfer”, 7th ed., John Wiley, 2011.
2. P.R.K. Chetty, “Satellite Technology and Its Application”, 2nd Edition, 1991.
3. D.G. Gilmore, “Spacecraft Thermal Control Handbook, Volume I: Fundamental Technologies”, 2nd ed., 2002.
4. Lyle R., Stabekis P., Stroud R., “Spacecraft Thermal Control”, NASA SP., 1973.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	اصول طراحی و تحلیل سیستم‌های سنجش از راه دور		
عنوان درس به انگلیسی:	Fundamentals of Design and Analysis of Remote Sensing Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با فیزیک سنجش از دور و کاربردها و مفاهیم اولیه و روابط محاسباتی انواع ماهواره های سنجنده های سنجش از دور و انواع سنجنده ها با در نظر گرفتن منبع تامین انرژی (فعال و غیرفعال)، هندسه جمع آوری داده و ... ، همچنین نحوه طراحی، محاسبات و موازنه های سیستمی و زیر سیستمی، استخراج پارامترهای طراحی سیستمی به همراه تحلیل مقادیر طراحی شده مبتنی بر نوع ماموریت از اهداف کلی این درس می باشد.

اهداف ویژه:

- آشنایی با انواع سنجنده‌ها
- آشنایی با باندهای طیف الکترومغناطیس برای کاربردهای مختلف
- آشنایی با تاثیر پارامترهای مداری بر مشخصات تصویر خروجی
- استخراج پارامترهای طراحی مبتنی بر ماموریت

پ) سرفصل‌ها:

- **کلیات**
  - مقدمه
  - تعریف و اجزای سامانه سنجش از دور
  - تقسیم بندی سامانه‌های سنجش از دور
  - اقتصاد سنجش از دور
  - وضعیت فعلی و آینده فناوری سنجش از دور در کشور و دنیا
- **سامانه سنجش از دور ماهواره‌ای (فضایی)**
  - تعاریف – بلوک دیاگرام ماهواره
  - تقسیم بندی ماهواره ها بر اساس ماموریت
  - زیر سیستم‌های ماهواره
  - محموله سنجش از دور
  - انواع محموله‌های سنجش از دوری
  - سیستم‌های مرئی
  - سیستم‌های فرو سرخ
  - سیستم‌های رادار و لیدار
- **زیر سیستم محموله سنجش‌ازدور**
  - سیستم‌های تصویربرداری الکترواپتیکی
  - تکنیک پیمایش آرایه سطحی(Step-and-Stare)
  - تکنیک اسکن کننده پیمایش خطی یا روبشی (Pushbroom)
  - تکنیک پیمایش نقطه‌ای(Wisckbroom)
  - ملاحظات و بحث سیستم‌های مختلف تصویربرداری

- خصوصیات طیفی سنجنده‌های Whiskbroom
- خصوصیات طیفی سنجنده‌های Pushbroom
- سنسورهای چند خطی
- سنسورهای یک خطی

- **طراحی سیستمی محموله سنجش از دور**

- مفاهیم مأموریت و ورودی‌های طراحی - بررسی مقدماتی آن‌ها
- نیازمندی‌های طیفی و مکانی محموله
- تعیین مشخصات محموله
- پارامترهای خروجی زیر سیستم محموله سنجش از دور
- سایزینگ اولیه و بودجه‌های طراحی
- بودجه جرمی محموله و توان محموله
- طراحی سیستمی الکترواپتیک (دوربین ماهواره)
- ورودی‌ها برای طراحی مفهومی
- تلسکوپ‌های انعکاسی
- سیستم اپتیکی کسگرین
- تابع انتقال اپتیکی (MTF)
- نرم افزار PcModWin
- تأثیر اتمسفر بر روی تابش‌های رسیده به سنسور ماهواره
- اینترفیس زیر سیستم محموله با سایر زیر سیستم‌ها
- قیود و الزامات طراحی
- محاسبه پارامترهای طراحی سیستمی یک ماهواره سنجش از دور (نمونه موردی)

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. مباشری م.ر.، "مبانی فیزیک در سنجش از دور و فناوری ماهواره"، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۳.
۲. علوی پناه س.ک.، "سنجش از دور حرارتی و کاربرد آن در علوم زمین"، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۷.
3. Joseph G., “Building Earth Observation Cameras”, CRC Press, 2015.
4. Holst G.C., “Cmos/Ccd Sensors and Camera Systems”, SPIE Press, 2nd edition, 2011.
5. Liou K.N., “An Introduction to Atmospheric Radiation”, 2nd Edition, 2002.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد

الف) عنوان درس به فارسی:	**آشنایی با اقلیم فضا و تاثیرات آن بر سامانه های فضایی و زمینی**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Fundamental of Space Weather and Its Effects on Space and Ground System**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه ☐**	**نظری ■**
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی الزامی ☐**	**عملی ☐**
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری ■**	**نظری-عملی ☐**
تعداد ساعت:	**۴۸**	**رساله ☐**	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐**	**مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■**

ب) هدف کلی:

این درس تحصیلات تکمیلی به بررسی مفهوم اقلیم فضا و شرایط محیط فضایی می‌پردازد. هدف از این درس آشنایی دانشجویان با موضوعاتی از قبیل تعاملات خورشید-زمین، نحوه تأثیر اقلیم فضا بر زمین و محیط پیرامون آن، تاثیرات مخرب این رخدادها بر سامانه های زمینی و فضایی، روشها، ابزارها و مراکز نظارت و پیش‌بینی اقلیم فضا، روشهای طراحی سامانه های فضایی برای مقابله با اثرات رخدادهای ناشی از توفان های خورشیدی شدید است. این درس ترکیبی از دانش نظری و مثال های کاربردهای خواهد بود و دانشجویان را برای درک موضوعات پیشرفته تر یا انجام پژوهش و طراحی در این حوزه آماده می‌کند.

اهداف ویژه:

- آشنایی با فیزیک اقلیم فضا و زنجیره تعامل خورشید-زمین
- تحلیل اثرات مخرب بر سامانه‌های زمینی و فضایی
- آشنایی با روش‌های پایش و پیش‌بینی فضا
- اصول طراحی برای مقابله و کاهش ریسک

پ) سرفصل‌ها:

- **مقدمه‌ای بر اقلیم فضا**
  - مروری بر محیط فضا
  - مفهوم اقلیم فضا و اهمیت آن
  - آشنایی با تعاملات خورشید-زمین
  - آشنایی با ساختار باد خورشیدی، مغناطوسفر، یونوسفر، ترموسفر
- **فیزیک خورشید و فعالیت‌های خورشیدی**
  - ساختار و دینامیک خورشید
  - شراره های خورشیدی، لکه‌های خورشیدی، و پرتاب جرم تاجی
  - چرخه خورشیدی و تأثیرات آن
- **طوفان‌های جغرافیایی مغناطیسی و مغناطوسفر زمین**
  - دینامیک مغناطوسفر زمین
  - علل و اثرات طوفان‌های جغرافیایی مغناطیسی
  - ناهنجاری‌های ماهواره‌ای و تأثیرات بر سیستم‌های فناوری
- **یونوسفر و انتشار امواج رادیویی**
  - ساختار و تنوع یونوسفر
  - تأثیرات اقلیم فضا بر ارتباطات رادیویی و سیستم‌های ناوبری
  - تکنیک‌های نظارت و پیش‌بینی یونوسفر

- **پیش‌بینی و کاهش اقلیم فضا**
  - مدل‌ها و ابزارهای پیش‌بینی اقلیم فضا
  - منابع داده: سیستم های پایش ماهواره‌ای
  - منابع داده: سیستم های پایش زمینی
- **آثار مخرب رخدادهای اقلیم فضا**
  - تاثیر بر عملکرد و طول عمر سامانه های فضایی
  - تاثیر بر فضانوردان و اقامت آنها در فضا
  - تاثیر بر سرویس های ماهواره ای
  - تاثیر بر سامانه های زمینی
  - تاثیرات اقتصادی و اجتماعی
- **روش های مقابله با آثار مخرب**
  - استراتژی‌های کاهش اثرات رخدادهای اقلیم فضا بر سامانه های فضایی
  - استراتژی‌های کاهش اثرات رخدادهای اقلیم فضا بر سامانه های زمینی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۵ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰درصد
پروژه در نیم‌سال	... درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Space Studies Board., "Severe Space Weather Events--Understanding Societal and Economic Impacts", National Academies Press, 2008.
2. Freeman J.,, "Storms in Space", Cambridge University Press, 2001.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	توسعه سیستم‌های فضایی		
عنوان درس به انگلیسی:	Space Systems Development	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- دریافت بینش‌هایی در مورد فرآیندها، روش‌ها و چالش‌های مرتبط با توسعه سیستم‌های فضایی پیچیده
- تعریف نیازمندی‌ها و معماری سیستم
- تضمین کیفیت، قابلیت اطمینان و ایمنی سیستم

اهداف ویژه:

- آشنایی با چرخه حیات یک سیستم فضایی
- طراحی و ادغام زیرسیستم‌های تخصصی
- آشنایی با سلسله مراتب و فلسفه آزمایش‌های فضایی
- ارائه برنامه تضمین کیفیت و قابلیت اطمینان برای زیرسیستم‌ها
- تحلیل تاثیرات محیط بر سیستم

پ) سرفصل‌ها:

- **مبانی توسعه سیستم‌های فضایی**
  - مرور تاریخی بر توسعه سیستم‌های فضایی
  - اصول و مراحل کلیدی مهندسی سیستم‌های فضایی
  - مروری بر سیستم‌های فضایی معاصر و کاربردهای آنها
- **تجزیه و تحلیل نیازمندی‌ها و معماری سیستم**
  - جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل الزامات برای ماموریت‌های فضایی
  - تعریف معماری سیستم بر اساس اهداف ماموریت
  - ادغام عناصر و زیرسیستم‌های سیستم
- **طراحی و ادغام فضاپیما**
  - ملاحظات طراحی سازه برای فضاپیما
  - سیستم‌های کنترل حرارتی و بهینه‌سازی طراحی
  - ادغام محموله‌ها و ابزار در فضاپیما
- **سیستم‌های رانش برای فضاپیماها**
  - انواع پیشرانه‌های مورد استفاده در ماموریت‌های فضایی
  - معیارهای انتخاب سیستم‌های محرکه
  - چالش‌ها و پیشرفت‌ها در رانش فضاپیما
- **هواپیماهای فضایی و سیستم‌های ارتباطی**
  - معماری اویونیک برای فضاپیماها

- سیستم‌های ارتباطی برای ماموریت‌های فضایی
- سیستم‌های ناوبری و کنترل فضاپیماها

- **آزمایش و تأیید سیستم‌های فضایی**
  - اهمیت آزمایش در توسعه سیستم‌های فضایی
  - مراحل مختلف آزمایش: تست جزء، زیرسیستم و در سطح سیستم
  - فرآیندهای تأیید و اعتبارسنجی
- **تضمین کیفیت در سیستم‌های فضایی**
  - ایجاد استانداردهای کیفی برای سیستم‌های فضایی
  - اطمینان از قابلیت اطمینان و ایمنی در ماموریت‌های فضایی
  - مطالعات موردی تضمین کیفیت در ماموریت‌های فضایی موفق
- **ملاحظات زیست محیطی در سیستم‌های فضایی**
  - تأثیر محیط فضایی بر فضاپیماها
  - حفاظت در برابر تشعشع و اقدامات حفاظتی
  - طراحی برای پایداری و دفع در پایان عمر

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۵ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۵درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۵۰درصد
پروژه در نیم‌سال	... درصد

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

- پیشینه مهندسی هوافضا یا رشته مرتبط
- آشنایی با طراحی و تحلیل ماموریت فضایی
- درک اولیه از سیستم‌های فضاپیما

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Kossiakoff, A., Biemer, S.M., Seymour, S.J. and Flanigan, D.A., Systems engineering principles and practice. John Wiley & Sons, 2020.
2. Wasson, C.S., System engineering analysis, design, and development: Concepts, principles, and practices. John Wiley & Sons, 2015.
3. Blanchard, B.S., System engineering management. John Wiley & Sons, 2004.
4. Buede, D.M. and Miller, W.D., The engineering design of systems: models and methods, 2016.
5. Sage, A.P. and Rouse, W.B., Handbook of systems engineering and management. John Wiley & Sons, 2014.

6. Crawley, Edward, Olivier de Weck, et al., The Influence of Architecture in Engineering Systems, Engineering Systems Monograph, pp: 29–31, 2004.
7. Leveson, N.,A New Accident Model for Engineering Safer Systems, Safety Science 42, no. 4, 2004.
8. NASA Headquarters, NASA Systems Engineering Handbook, NASA/SP-2007–6105 Rev 1. Military Bookshop, 2007. ISBN: 9781780391380.
9. INCOSE. Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities, 4th ed. Wiley, 2015. p. 304. ISBN: 9781118999400.
10. ISO/IEC/IEEE 15288:2015, "Systems and Software Engineering—System Life Cycle Processes."

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	دینامیک اجرام سماوی		
عنوان درس به انگلیسی:	Astrodynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم دینامیک مداری، اغتشاشات مداری، تحلیل و کنترل ماموریتهای فضایی

اهداف ویژه:

- بیان و تحلیل معادلات حرکت مداری
- بررسی اثر اغتشاشات محیطی در تحلیل مدارهای فضایی
- مسئله سه جسم

پ) سرفصل‌ها:

- مدارات کپلری
- سیستم های مختصات و زمان
- حرکت نسبی و ملاقات فضایی
- تحلیل و طراحی مسیرهای قمری و بین سیاره ای
- روشهای تعیین مدار
- اغتشاشات مداری
- طراحی مدار در ماموریتهای فضایی
- انتقال مداری بهینه
- مسئله سه جسم و چند جسم
- تحلیل پوشش مداری و زمینی
- مبانی هدایت و ناوبری خودکار فضایی
- تحلیل ماموریتهای فضایی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Vallado, D.A.; Fundamentals of Astrodynamics and Applications, Space Technology Library, 2013.
2. Battin, R.H.; An Introduction to the Mathematics and Methods of Astronautics, AIAA Education Series, 1987.
3. Wertz, J.R.; Mission geometry orbit and constellation design and management, Space Technology Library, 2001.
4. Chobotov, V.A.; Orbital Mechanics, AIAA Education Series, 1996.
5. Curtis, H.D.; Orbital Mechanics for Engineering Students, Elsevier, 2014.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	دینامیک پیشرفته فضاپیما		
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Spacecraft Dynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

تحلیل و مقایسه روشهای مدلسازی دینامیکی حرکت فضاپیما و روشهای تعیین و کنترل مدار و وضعیت در محیط فضا

اهداف ویژه:

- اغتشاشات مداری و مدارات غیر کپلری
- دینامیک وضعیت بر مبنای روش کین
- تحلیل پایداری و کنترل فضاپیما

پ) سرفصل‌ها:

- دینامیک مدارهای فضایی
- تعیین و کنترل مدار فضاپیما
- عملیات انتقال مداری
- مدلسازی فرآیند ورود به سیاره
- مقدمه ای بر تحلیل حرکت سیستمهای چند عاملی فضایی
- تحلیل دینامیک وضعیت پیما بر مبنای دینامیک اویلری
- دینامیک وضعیت فضاپیمای چند بدنه (روش کین)
- تحلیل پایداری سیستمهای غیرخطی
- کنترل وضعیت فضاپیما

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Pontani M., “Advanced Spacecraft Dynamics”, Edizioni Efesto, 2023.
2. Kane T., Likins P., Levinson A., “ Spacecraft Dynamics”, MacGraw-Hill, 1993.
3. Schaub H. and Junkins J.L., “Analytical Mechanics of Space Systems”, AIAA Education Series, 2018.
4. Wie B., “Space Vehicle Dynamics and Control”, AIAA, 2008.
5. Junkins J. L and Kim, Y., “Introduction to Dynamics and Control of Flexible Structures,” AIAA Education Series, 1993.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	سامانه های پیشرانش سوخت جامد		
عنوان درس به انگلیسی:	Solid Propellant Propulsion Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با موتورهای سوخت جامد و نحوه عملکرد آنها، آشنایی و طراحی محفظه احتراق، نازل و گرین، آشنایی با انواع سوخت‌های جامد، احتراق سوخت جامد و چرخه طراحی، معرفی روابط حاکم و مفاهیم مرتبط به این سامانه ها.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم و اصول حاکم بر سامانه های پیشرانشی سوخت جامد موشک و نحوه عملکرد موتورها
- آشنایی و طراحی محفظه احتراق، نازل و گرین سامانه های پیشرانشی سوخت جامد موشک
- آشنایی با انواع سوخت‌های جامد، احتراق سوخت جامد و چرخه طراحی
- توانایی طراحی و تحلیل سامانه های پیشرانشی سوخت جامد

پ) سرفصل‌ها:

- **کلیات و مقدمه**
  - طبقه‌بندی انواع موتورها
  - کاربردهای موتورهای سوخت جامد
  - تعاریف عمومی مرتبط با طراحی موتور
  - تراست و ضربه (ایمپالس) ویژه
  - سرعت خروج گازها از نازل
  - مفاهیم انرژی و بازدهی موتورهای سوخت جامد
  - معیارهای عملکرد موتورهای سوخت جامد
- **تئوری نازل و روابط ترمودینامیکی آن**
  - راکت ایده‌آل و مفروضات آن
  - روابط ترمودینامیکی حاکم بر طراحی نازل
  - جریان تک‌آنتروپی در نازل‌ها
  - پیکره‌بندی و طراحی نازل‌ها (انواع پیکره‌بندی، طراحی پروفیل و زوایای ورودی و خروجی بخش واگرا)
  - نازل‌های واقعی (افت‌ها و محاسبات آن‌ها)
  - پارامترهای اصلی عملکرد نازل (عملکرد نظری، واقعی، شرایط استاندارد، تضمین‌شده)
  - مباحث تکمیلی نازل‌ها (تنظیم راستای تراست، تراست متغیر، ...)
- **مبانی موتور سوخت جامد**
  - فرایند احتراق سوخت جامد
  - نرخ سوزش سوخت
  - روابط عملکرد پایه
  - گرین سوخت و پیکره‌بندی گرین

- تئوری فرایندهای داخل موتور سوخت جامد
- مشخصات تراستی موتور سوخت جامد
- کنترل وضعیت و مانورهای جانبی با موتورهای سوخت جامد
- تئوری و محاسبات موتورهای سوخت جامد

- **سوخت‌های جامد**
  - طبقه‌بندی سوخت‌های جامد
  - سوخت‌های دوپایه و کامپوزیت
  - مشخصه‌های سوخت
  - مخاطرات سوخت‌ها
  - مباحث تکمیلی (لاینرها، عایق‌ها، سپرها، فرآیندهای ساخت)
- **طراحی گرین سوخت جامد**
  - مقدمه
  - تعریف هندسه گرین و سوخت‌های مرتبط
  - الزامات گرین سوخت جامد
  - روشهای طراحی بالستیکی و سازه‌ای گرین
  - قابلیت اطمینان گرین سوخت جامد
  - محاسبه تغییر سطح سوزش گرین
  - موارد خاص (گرین‌های چندتکه، گرین‌های بدون نازل، گرین‌های ته‌سوز)
- **احتراق سوخت‌های جامد**
  - فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی
  - احتراق حالت پایا در موتورهای راکت سوخت جامد
  - فرآیند آغازش
  - خاموشی یا قطع تراست
  - ناپایداری احتراق
- **طراحی اجزا و موتور راکت سوخت جامد**
  - محاسبه پارامترهای اصلی موتور با درنظر گرفتن جریان گاز در محفظه احتراق
  - ساختار موتور های سوخت جامد (پوسته و نازل)
  - چرخه طراحی ساختاری موتورهای سوخت جامد
  - طراحی بدنه موتور
  - طراحی نازل
  - طراحی آغازگر (راه انداز یا آتش زنه)

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۲۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۴۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Sutton G.P., Biblarz O., "Rocket Propulsion Elements", John Wiley & Sons, 2016.
2. Liapanov, A.M., "Design Solid Propellant Rocket Engine",1993.
3. Mikhail, P. , Russian, "Intercontinental Ballistic Missiles", 1998.
4. Kudriavtsev, V.M.,"Basic Theory and Calculation of Liquid Propellant Rocket Engine", 1993
5. Davenas A., "Solid Rocket Propulsion Technology", Pergamon, 1996.
6. Kuo K.K., "Fundamentals of Solid-Propellant Combustion", American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1984.
7. Lengellé G., Duterque J., Trubert J.F., "Combustion of Solid Propellants", 2002.
8. Brooks W.T., "Solid Propellant Grain Design and Internal Ballistics", NASA SP-8076, 1972.
9. Kuentzmann P., Yang V., Murdock J.W., Johnston W.A., Lengelle G., Duterque J., Trubert J.F., Beckstead M.W., Salita M., Vuillot F., Guery J.F., "Internal Aerodynamics in Solid Rocket Propulsion", RTO EDUCATIONAL NOTES EN-023 AVT-096. RTO NATO, p.5, 2004

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	سامانه های پیشرانش سوخت مایع		
عنوان درس به انگلیسی:	Liquid Propellant Propulsion Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد: ۳	نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت: ۴۸		رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با انواع سامانه های پیشرانشی سوخت مایع و نحوه عملکرد موتورها، آشنایی و طراحی محفظه احتراق، انژکتورها و صفحه انژکتور، معرفی روابط حاکم و مفاهیم مرتبط به این سامانه ها.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم و اصول حاکم بر سامانه های پیشرانشی سوخت مایع و نحوه عملکرد موتورها
- توانایی طراحی و تحلیل سامانه های پیشرانشی سوخت مایع
- توانایی طراحی و تحلیل زیرسیستمهایی نظیر محفظه احتراق سامانه های پیشرانشی سوخت مایع
- توانایی طراحی و تحلیل زیرسیستمهایی نظیر انژکتورها و صفحه انژکتور سامانه های پیشرانشی سوخت مایع

پ) سرفصل‌ها:

- **اساس و مبنای انتخاب پارامترها و مشخصه های موتور**
  - اساس انتخاب پارامترهای موتور سوخت مایع در دست طراحی
  - انتخاب فشار لحظه احتراق
  - ابعاد و اندازه موتور
  - طرح و مشای موتور
  - موارد کاربرد و انتخاب شمای تغذیه موتور

- **اصول کارکرد موتور موشک سوخت مایع**
  - تعاریف و آشنایی
  - بررسی عملکرد استارت
  - انواع روشهای خاموش
  - ایمپالس پس از دستور قطع
  - بررسی دو نمونه طرح سیکل باز و بسته

- **طراحی محفظه احتراق موتور موشک سوخت مایع**
  - اجزای محفظه احتراق
  - انواع محفظه‌های احتراق
  - انتخاب حجم محفظه‌ی احتراق
  - تعیین سطح محفظه‌ی احتراق

- **طراحی نازل مافوق صوت موتور موشک سوخت مایع**
  - شرایط نازل‌های مافوق صوت در موتور مایع
  - افت در نازل‌ها

- محاسبات افت
- انتخاب زوایای ورود و خروج قسمت واگرای نازل
- طراحی پروفیل قسمت واگرای نازل

- طراحی انژکتورهای جریان مستقیم و گریز از مرکز
- طراحی صفحه انژکتور
- طراحی شیرآلات سلوئیدی(مقدمه)
- ناپایداری احتراق در موتور موشک سوخت مایع

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰ درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	...درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۰ درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰ درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. TimmatmY.M., Advanced Chemical Rocket Propulsion, 1987.
2. Roland W.H., Liquid Rocket Propulsion Systems.
3. NASA report, Liquid Rocket Booster Study, 1988.
4. Charles D.B., Space Propulsion, AIAA, 1996.
5. George P.S., Rocket Propulsion Elements, Wiley, 9th ed., 2016.
6. Gloshko, Thermodynamic and Thermophysical Properties of Combustion Production, MOSCOW, 1971.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	**طراحی سیستمی پرتاب‌کننده و مکانیزم‌های رهاسازی**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Design for Mechanisms and Jettisoning Systems of Launcher**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**نظری**	**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**رساله** ☐
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس			**مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست** ☐ **مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است** ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با اجزای مکانیزم‌های فضایی در ماهواره‌برها و طراحی سازه آنها

اهداف ویژه:

- آشنایی با دسته‌بندی و اصول طراحی مکانیزم‌های فضایی
- انتخاب و تحلیل مکانیزم‌ها برای یک کاربر مشخص
- آشنایی با ملاحظات قابلیت اطمینان مکانیزم‌ها

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مکانیزم‌های فضایی (تاریخچه، خط‌مشی‌های ساختاری، ساختارهای مستحکم، انتخاب ماده، روشهای باز شدن مکانیزم‌ها، وسایل بازشونده خطی، وسایل بازشونده سطحی، سازه‌های بازشونده حجمی، طرح‌های دیگر
- فرایند طراحی مکانیزم‌های فضایی (طراحی سیستمی، طراحی مفهومی، طراحی مقدماتی، طراحی جزئی)
- **طراحی مکانیزم‌های فضایی**
  - ملاحظات طراحی و عوامل اثرگذار بر مکانیزم‌ها
  - مکانیزم‌های بازشونده شامل: بالک‌های خورشیدی، بوم، آنتن، تتر (tether)، مکانیزم رفلکتورها، مکانیز پایه‌های حسگرها، ... .
  - مهار و رهایش
  - قفل و ترمز
  - مکانیزم‌های جریان
  - مکانیزم‌های محرک
  - سیستم‌های جدایش ماهواره
  - تحلیل‌ها شامل: حرارتی، سازه‌ای، تلرانسی و پیش‌بار، کارایی عملکردی، تماسی هرتزین، نسبت نیرو/ گشتاور، قابلیت اطمینان و آنالیز حالات خطا و اثرات بحرانی آن، چرخ‌دنده‌ها، تولید شوک و حساسیت، تولید (نشر) اغتشاش و حساسیت، سیستم‌های کنترلی مکانیزم‌ها، طول عمر، مغناطیسی و الکترومغناطیسی، الکتریکی، دینامیکی، ...
- اجزای مکانیزم‌های فضایی شامل: فنرها، دمپرها، موتورها، چرخ‌دنده‌ها، پایروتکنیک‌ها، رینگ تماسی الکتریکی، عملگرهای غیرانفجاری، اتصالات و شیرها، مواد، ...
- **انواع مکانیزم‌ها در ماهواره‌بر**
  - انواع مکانیزم‌های جدایش سرد، گرم و داغ
  - مکانیزم‌های کنترل بردار تراست (TVC)
  - مکانیزم جدایش فیرینگ: کمربندهای انفجاری
  - بولت‌های انفجاری، سازه‌های هوشمند
  - مکانیزم‌های انهدام خودکار
- شکل سازه فضاپیماها

- مأموریت و محدودیت‌ها
- پرتاب و نیروهای پرتابه
- نکات مهم در طراحی سازه و معیارهای طراحی
- طراحی‌های موفق قبلی و طراحی modular
- کنترل حرارت
- آنالیز سازه شامل: تنش و کرنش
- آنالیز سه‌بعدی با المان محدود
- روشهای ماتریسی آنالیز سازه
- ناپایداری سازه‌ها
- آنالیز دینامیکی، سیستم‌های یک و چند درجه آزادی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Gluggle W., “Handbook of Engineering Mechanics”, McGraw-Hill, 1992.
2. Wang C., “Applied Elasticity”, McGraw-Hill, 1953.
3. Bruhn E.F., “Analysis and Design of Flight Vehicle Structures”, Jacobs Pub., 1973.
4. Zeinkiweicz O.C., “The Finite Element Method in Structure and Continuum Mechanics”, McGraw-Hill, 1967.
5. Meirovitch L., “Analytical Method in Vibrations”, Macmillan, 1992.
6. Martin H.C., “Introduction to Matrix Methods of Structural Analysis”, McGraw-Hill, 1966.
7. Timoshenko S., Yong D.H., “Elements of Strength of Material”, D. van Nostrand, 1957.
8. Crandall S.H., Mark W.D., “Randon Vibration in Mechanical Systems”, Academic press, 1963.
9. Gerard H., “Handbook of Structucal Stability”, part iii, buckling of curved plate and shells, NACA the 3783, 1957.
10. Fusaro, “Space Mechanisms Handbook”, NASA, 1999.
11. Wiley J.L., Wertz J.R., “Space Mission Analysis and Design”, 3rd ed. 1999.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	طراحی سیستمی ماهواره‌بر ۲		
عنوان درس به انگلیسی:	Launch Vehicle System Design 2	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	طراحی سیستمی ماهواره‌بر ۱	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

در این دوره مباحث مربوط به موشکهای ماهواره‌بر به همراه زیرسامانه های اصلی ارائه می شود.

اهداف ویژه:

- ایجاد توانمندی برای طراحی و تحلیل سیستمی موشکهای ماهواره‌بر
- ایجاد توانمندی برای طراحی و تحلیل سیستمی زیرسامانه پیشرانشی موشکهای ماهواره‌بر
- ایجاد توانمندی برای طراحی و تحلیل سیستمی زیرسامانه کنترلی موشکهای ماهواره‌بر

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی و تقسیم‌بندی انواع موشکهای ماهواره‌بر به همراه زیرسامانه های اصلی آنها
- طراحی آماری ماهواره‌بر باتوجه به ماموریت آنها
- دینامیک حرکت موشک حامل
- استخراج معادلات جرمی-انرژیتیکی
- استخراج معادلات حرکت مرکز جرم ماهواره‌بر در دستگاه مختصات استارت اولیه

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۱۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۶۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۳۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. طراحی موشک (بالستیک و حامل ماهواره)، تالیف هی لینشو، ترجمه حسن کریمی‌مزرعه‌شاهی، مجتبی هاشمی‌دولابی، انتشارات جهاد دانشگاهی تهران، ۱۳۸۴.

۲. مقدمه ای بر طراحی موشک، نویسنده فئودوسف، ترجمه: جعفر روشنیان، حسن کریمی‌مزرعه‌شاهی، سید مهران میرشمس، ناشر: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۷۸.

3. Comelisse, Schoyer, Wakker, "Rocket Propulsion and Space Flight Dynamics", Pitman Publishing, 1979.

4. Alfred Cotterill Kermode, "Flight Without Formulae", 1989.

5. V. Vood, K.D., "Aerospace Vehicle Design", Johanson Publishing, 1966.

6. He Linshu, "Ballistic Missiles and Launch Vehicles Design", Published by BEN SHE, 2002.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	طراحی مأموریت‌های فضایی		
عنوان درس به انگلیسی:	Space Mission Design	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- توانایی طراحی و تحلیل ماموریت‌های فضایی پیچیده شامل ملاقات فضایی برای ماهواره‌ها و منظومه‌های ماهواره‌ای
- درک و به‌کارگیری اصول کنترل بهینه و روش‌های عددی برای بهینه‌سازی پارامترهای کلیدی ماموریت
- توسعه مهارت مدل‌سازی، شبیه‌سازی و تصمیم‌گیری مهندسی در طراحی یک ماموریت فضایی

اهداف ویژه:

- طراحی و شبیه‌سازی مسیر بهینه ماهواره‌بر
- طراحی و بهینه‌سازی مسیر انتقال مداری
- محاسبه نقاط لاگرانژی و بررسی پایداری آن‌ها
- محاسبه پنجره پرتاب و مسیر بهینه برای انتقال بین سیاره‌ای
- طراحی مانورهای ملاقات و استخراج مانورهای تصحیحی براساس معادلات نسبی حرکت
- بهینه‌سازی معماری منظومه ماهواره‌ای برای یک کاربرد خاص

پ) سرفصل‌ها:

- طراحی مسیر ماهواره‌بر
- طراحی مسیر بازگشت به جو
- طراحی مسیر کم رانش
- طراحی منظومه ماهواره‌ای
- طراحی مأموریت ملاقات فضایی
- طراحی مسیر بالستیک میان‌سیاره‌ای و به ماه
- اصول تئوری کنترل بهینه
- المان‌های طراحی مأموریت در مأموریت‌های مختلف
- بهینه‌سازی مسیر پروازی فضاپیما
- روش‌های مستقیم و غیر مستقیم بهینه‌سازی
- مسئله سه-جسم مقید
- نقاط لاگرانژ
- طراحی مأموریت برای دست‌یابی به نقاط لاگرانژ

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Osborne G.F., Ball K.J., “Space Vehicle Dynamics”, Oxford Univ. Press, 1967.
2. Hale F.J., “Introduction to Space Flight”, Prentice Hall, 1994.
3. Naidu D.S., “Optimal Control Systems”, CRC Press, 2002.
4. Chobotov V., “Orbital Mechanics”, AIAA, 2005.
5. Griffin M.D., French J.R., “Space Vehicle Design”, 2nd ed., AIAA, 2004.
6. Kirk D.E., “Optimal Control Theory: An Introduction”, Dover, 1998.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	طراحی مأموریت‌های ماهواره‌ای		
عنوان درس به انگلیسی:	Satellite Missions Design	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد: ۳	نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت: ۴۸		رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- آشنایی با طراحی مأموریت‌های مختلف ماهواره‌ها و کاربردهای آن
- تحلیل و طراحی مأموریت‌های ماهواره‌ای با در نظر گرفتن محدودیت‌های فنی، محیطی و اقتصادی
- بهینه‌سازی پارامترهای مأموریت شامل مدار، پیکربندی ماهواره، زیرسیستم‌ها و ملاحظات عملیاتی

اهداف ویژه:

- آشنایی با دسته‌بندی ماهواره‌ها
- آشنایی با تاثیر پارامترهای مداری بر قابلیت‌های خدماتی ماهواره‌ها
- پیشنهاد و توجیه ماموریت ماهواره با توجه به یک نیاز کاربردی
- انتخاب پیکربندی بهینه بین چند انتخاب ممکن با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی
- بهینه‌سازی پارامترهای مداری

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه و کلیات مأموریت‌های ماهواره‌ای
- تحلیل مأموریت و تعیین پارامترهای کلیدی
- طراحی مأموریت‌های مخابراتی
- طراحی مأموریت‌های سنجش از دور
- مأموریت‌های ناوبری و موقعیت‌یابی
- مأموریت‌های علمی و اکتشافی
- طراحی مأموریت‌های نظامی و امنیتی
- طراحی مأموریت‌های فضاپیمای کوچک (CubeSat / MicroSat)
- طراحی منظومه‌های ماهواره‌ای (Satellite Constellations)
- طراحی مأموریت‌های پیشرفته و آینده‌نگر
- تحلیل نیازمندی‌های مشترک و متضاد در طراحی
- بهینه‌سازی و تحلیل هزینه-کارایی مأموریت
- ارزیابی عملکرد مأموریت و شاخص‌های موفقیت

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. J. R. Wertz and W. J. Larson, Space Mission Analysis and Design, 3rd ed. Hawthorne, CA, USA: Microcosm Press and Kluwer Academic, 1999.
2. J. R. Wertz, D. F. Everett, and J. J. Puschell, Space Mission Engineering: The New SMAD. Hawthorne, CA, USA: Microcosm Press, 2011.
3. P. Fortescue, G. Swinerd, and J. Stark, Eds., Spacecraft Systems Engineering, 4th ed. Chichester, U.K.: Wiley, 2011.
4. C. D. Brown, Elements of Space Mission Analysis. Reston, VA, USA: AIAA Education Series, 2002.
5. D. A. Vallado, Fundamentals of Astrodynamics and Applications, 4th ed. Hawthorne, CA, USA: Microcosm Press, 2013.
6. A. Franz and E. Lorenzini, Satellite Constellations: Global Coverage for Remote Sensing and Communications. Cham, Switzerland: Springer, 2018.
7. W. J. Larson and L. K. Pranke, Eds., Human Spaceflight: Mission Analysis and Design. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 1999.
8. M. D. Griffin and J. R. French, Space Vehicle Design, 2nd ed. Reston, VA, USA: AIAA Education Series, 2004.
9. J. W. Cornelisse, H. F. R. Schöyer, and K. F. Wakker, Rocket Propulsion and Spaceflight Dynamics. New York, NY, USA: Dover Publications, 2011.
10. O. Montenbruck and E. Gill, Satellite Orbits: Models, Methods, and Applications. Springer, 2000.
11. G. W. Maral and M. Bousquet, Satellite Communications Systems: Systems, Techniques and Technology, 6th ed. Wiley, 2020.
12. M. T. J. van der Plas, Earth Observation Mission Planning. Springer, 2013.
13. C. D. Brown, Spacecraft Mission Design, 2nd ed. AIAA, 1998.
14. Analytical Graphics Inc., Systems Tool Kit (STK) Documentation and Tutorials. Available: https://www.agi.com/products/stk

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	قابلیت اطمینان و تست در صنایع فضایی		
عنوان درس به انگلیسی:	Reliability and Test in Space Industries	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با استانداردهای فضایی و نحوه به‌کارگیری آن‌ها در پروژه‌ها، اصول اولیه صحت‌سنجی و صحه‌گذاری، مبانی و روش‌های انجام آزمون، تضمین کیفیت و تضمین محصول، اصول قابلیت اعتماد، قابلیت اطمینان و ریسک.

اهداف ویژه:

- آشنایی با استانداردهای فضایی و نحوه به‌کارگیری آن‌ها در پروژه‌ها
- اصول اولیه صحت‌سنجی و صحه‌گذاری
- مبانی و روش‌های انجام آزمون، تضمین کیفیت و تضمین محصول، اصول قابلیت اعتماد، قابلیت اطمینان و ریسک

پ) سرفصل‌ها:

- **تاریخچه و اهمیت آزمون و قابلیت اطمینان**
  - (تاریخچه رخدادهای فاجعه بار در صنایع فضایی، هوایی، بررسی اهمیت پرداختن به تست و قابلیت اطمینان با مطالعه و تحلیل نمونه‌هایی از شکست در پروژه‌های بزرگ فضایی و ریشه‌یابی علل آن‌ها، بررسی آماری شکست‌ها و رخدادهای فاجعه بار).
- **مروری بر مبانی مهندسی سیستم‌های فضایی با تمرکز بر صحت سنجی و کیفیت محصول در طراحی فضاپیماها**
  - (شامل بررسی اهم فعالیت‌های صحه‌گذاری، صحت سنجی، تحلیل ریسک، قابلیت اطمینان، آزمون در طراحی، فازبندی و چرخه عمر پروژه های فضایی).
- **نگاهی به استانداردهای فضایی**
  - (شامل معرفی ساختار استانداردسازی ECSS و شاخه‌های مختلف آن).
- **مروری بر اهمیت، مبانی، فرآیندهای مدیریت، برنامه‌ریزی و انجام صحت‌سنجی و صحه‌گذاری در پروژه‌های فضایی**
  - (شامل تفاوت صحه‌گذاری و صحت‌سنجی، الزامات، پلن‌ها، سطوح، و روش‌های صحت‌سنجی و صحه‌گذاری، فلسفه مدل‌ها و فلسفه طراحی، کنترل و گزارش‌دهی، صحت‌سنجی مجدد و ...).
- **مروری بر اهمیت، مبانی، فلسفه، نحوه مدیریت و برنامه‌ریزی و روند انجام آزمون‌ها در پروژه‌های فضایی**
  - (شامل تیلورینگ الزامات و آزمون‌ها، تعیین سطوح آزمون، مراحل آزمون، بلوک‌بندی، دقت‌ها، حاشیه‌ها، کنترل، گزارش‌دهی و خاتمه آزمون‌ها، آزمون های مجدد).
- **مروری بر اهمیت، نحوه مدیریت، برنامه‌ریزی، و اجرای تضمین محصول**
  - (شامل بخش‌های EEE، بخش های مکانیکی، مواد و پروسه ها، ایمنی و تضمین کیفیت).
- **آشنایی با مفاهیم قابلیت اعتماد،**
  - قابلیت اطمینان، قابلیت دسترسی، ایمنی، قابلیت تعمیرپذیری و قابلیت پشتیبانی.
- **آشنایی با مبانی ریسک و مدیریت آن،**
  - مفاهیم و درجات مختلف خرابی، اشکال، افت کارایی، مکانیزم‌های خرابی اجزا، تعیین نرخ خرابی اجزا.
- **مروری بر مدل‌ها،**
  - روشهای محاسبه قابلیت اطمینان و تکنیک‌های بهبود آن در سیستم‌های فضایی.

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	تکالیف درسی	۲۰درصد
	ارائه شفاهی	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال		۲۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال		۴۰درصد
پروژه در نیم‌سال		نمره اضافی ۲۰درصد به بالا

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. NASA Systems Engineering Handbook", 2016.
2. Introduction to the ECSS standardization system, Olga Zhdanovich, Alexandru Mancas, 5 May 2021.
3. "Spacecraft Reliability and Multi-State Failures A Statistical Approach", Saleh, Jean-Franois Castet, 2011.
4. "Safety Design for Space Systems", Musgrave G.E., Larsen A., Sgobba T., 2009.
5. "Space Systems Failures", Harland D.M., Lorenz R.D., 2005.
6. Wertz, "Space Mission Engineering", New SMAD, 2011.
7. ECSS, NASA and IEC Standards, Handbooks, Guidelines and presentations.
8. Different lecture notes of the relevant courses from different universities.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مبانی کنترل وضعیت و دینامیک مدار		
عنوان درس به انگلیسی:	Fundamentals of Attitude Control and Orbital Dynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با روش‌های کنترل وضعیت و پایدارسازی، روش‌های تعیین وضعیت، محاسبه گشتاورهای اغتشاشی، تعیین روش کنترل وضعیت و انجام محاسبات آن.

اهداف ویژه:

- آشنایی با روش‌های کنترل وضعیت و پایدارسازی
- روش‌های تعیین وضعیت
- محاسبه گشتاورهای اغتشاشی
- تعیین روش کنترل وضعیت و انجام محاسبات آن

پ) سرفصل‌ها:

- الزامات کارکردی زیرسیستم تعیین و کنترل وضعیت ماهواره (ADCS)
- معرفی روش‌های پایدارسازی ماهواره
- ملاحظات انتخاب سیستم پایدارسازی ماهواره
- معادلات دینامیک و سینماتیک ماهواره
- کنترل و پایدارسازی ماهواره
- عملگرهای مورد استفاده در کنترل وضعیت ماهواره
- طرح ریزی الگوریتم کنترل در مودهای مختلف پروفایل ماموریت
- تعاریف و مفاهیم تعیین وضعیت زاویه‌ای ماهواره
- حسگرهای تعیین وضعیت ماهواره
- الگوریتم‌های تعیین و تخمین وضعیت
- گشتاورهای اغتشاشی خارجی و داخلی
- الگوریتم کنترل نشانه‌روی دقیق
- اشباع زدایی از چرخ عکس‌العملی
- دینامیک مدارهای فضایی
- مبانی تعیین مدارهای فضایی
- کنترل مدار ماهواره

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Sidi Marcel. J, “Spacecraft Dynamics and Control, a Practical Engineering Approach”, Cambridge University Press, 1997.
2. Larson W.J., Wertz J.R., “Space Mission Analysis and Design”, 3rd ed., Kluwer Academic Publisher, 1997.
3. Vallado D.A., “Fundamentals of Astrodynamics and Applications”, 1st ed., McGraw-Hill, 1997.
4. Montenbruck O., Gill E., “Satellite Orbits: Models, Methods and Applications”, First Edition, Springer, 2000.
5. Wertz J.R., “Spacecraft Attitude Determination and Control”, Kluwer Academic Publisher, 1978.
6. B.N., “Design of Geosynchronous Spacecraft”, Englwood cliffs, NJ, prentice-hall, 1986.
7. 1-13th annual AIAA/USU conference on small satallites.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	مهندسی سیستمهای فضایی		
عنوان درس به انگلیسی:	Space System Engineering	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با فرآیندهای مهندسی و طراحی سیستم های فضایی، تحلیل ماموریت بر مبنای الزامات سطح بالا و استانداردهای فضایی و طراحی معماری سیستم و ارزیابی و صحت سنجی آن

اهداف ویژه:

- مبانی مهندسی سیستم های فضایی
- تحلیل و طراحی ماموریت ها و سیستم های فضایی
- قابلیت تایید و اعتبار سنجی ماموریت های فضایی
- ملاحظات قابلیت اطمینان در طراحی و توسعه محصولات فضایی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر مهندسی سیستمها
- تحلیل ماموریتهای فضایی
- سیستمهای فضایی
- اصول مهندسی سیستم در سیستمهای فضایی
- طراحی محموله و زیرسیستمهای فضاپیما
- تضمین کیفیت سیستمهای فضایی
- طراحی آزمایش، تست و ارزیابی سیستم های فضایی
- عملیات فضایی
- تایید و اعتبارسنجی سنجی فرآیند طراحی و توسعه سیستمهای فضایی
- تحلیل هزینه در چرخه عمر
- استانداردهای فضایی

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Larson W., "Applied Space System Engineering", McGraw-Hill, 2009.
2. Wiley, J.L. and Wertz, J.; Space Mission Analysis and Design, 3rd Edition, Torrance, CA: Microcosm Press, 1999.
3. Wiley, J.L. and Kirkpatrick, D.H.; Applied Space Systems Engineering, 1 st Edition, Learning Solutions, 2008.
4. Wiley, J.L. and Pranke, L.; Human Space Flight: Mission Analysis and Design, 1st Edition, McGraw-Hill Companies, 1999.
5. NASA System Engineering Handbook, December 2016.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	هدایت و کنترل بهینه فضاپیما		
عنوان درس به انگلیسی:	Optimal Guidance and Control of Spacecraft	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	کنترل بهینه ۱	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با کاربرد کنترل بهینه در هدایت و طراحی مسیرهای فضاپیما و مانورهای وضعی

اهداف ویژه:

- طرح ریزی ملاقات فضایی بهینه
- هدایت و کنترل بهینه فضاپیما
- مانورهای وضعی بهینه

پ) سرفصل‌ها:

- مروری بر کنترل بهینه
- بهینه سازی مسیرهای فضایی
- تئوری و کاربرد بردار اصلی در بهینه سازی مسیر
- مسیرهای بهینه تکانشی
- مسیرهای بهینه با رانش پیوسته محدود
- هدایت فاز صعود و نزول فضاپیما
- ملاقات فضایی بهینه
- مانیفولدهای پایدار و ناپایدار و شکل دهی مدارات تناوبی
- هدایت و کنترل پرواز در میدان های گرانشی غیر کروی
- مانورهای وضعی بهینه فضاپیما

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Prussing , J., ” Optimal Spacecraft Trajectories” , Oxford University Press, 2018.
2. Tewari, A., “Optimal Space Flight Navigation”, Springer, 2019.
3. Conway, B., “Spacecraft Trajectory Optimization”, Cambridge University Press,2010
4. Harris, M.W., Rose, M.B.,” Optimal Spacecraft Guidance”, Independently published, 2023.
5. Junkins, J., Turner, J., “OPTIMA L SPACECRAF T ROTATIONA L MANEUVER S”, Elsevier. 1986.
6. Athans, M., Flab, P., “ Optimal Control, An Introduction to the Theory and Its Applications”, Dover, 2007.
7. Wie,. B., “Space Vehicle Dynamics and Control”, AIAA, 2008.
8. Battin, R.H.; Astronautical Guidance, McGraw Hill, 1964.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.

الف) عنوان درس به فارسی:	هدایت و ناوبری فضاپیما		
عنوان درس به انگلیسی:	Spacecraft Guidance and Navigation	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	ندارد	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	ندارد	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸ نظری	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم و کاربرد هدایت مسیر پروازدر فازهای مختلف ماموریتهای فضایی و آشنایی با مفاهیم کاربردی ناوبری خودکار سفرهای بین سیاره ای

اهداف ویژه:

- اصول انتقال مداری
- هدایت و ناوبری فضایی
- روشهای رهگیری فضایی

پ) سرفصل‌ها:

- مدارات کپلری
- مقدمه ای بر مکانیک سماوی
- تعیین مدار و تخمین پارامترهای مداری
- اصول انتقال مداری
- طراحی مسیرهای ماموریتهای فضایی
- روشهای اغتشاشات
- اصول ناوبری سماوی
- هدایت و ناوبری بین سیاره ای
- روشهای مشاهده و تعقیب فضاپیما
- هدایت سفر به کره ماه
- هدایت رهگیری و ملاقات مداری
- کاربرد خطی سازی در کنترل و تخمین مدار
- هدایت و کنترل آرایش پروازی هماهنگ ماهواره ها
- هدایت فاز پایانی فرود روی سیاره
- تجزیه و تحلیل و طراحی ماموریت دفاع سیاره ای

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

امکانات لازم برای ارائه به صورت پاورپوینت با استفاده از تلویزیون کلاسی و یا استفاده از تخته وایت برد

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی ارزشیابی مستمر در نیم سال	۲۰درصد
آزمون میان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
آزمون پایان ترم در نیم‌سال	۳۰درصد
پروژه در نیم‌سال	۲۰درصد

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

استفاده از منابع علمی معتبر (شامل کتاب، مقاله، فیلم آموزشی و غیره)، انجام تکالیف، پروژه و انجام تحقیق درسی توسط دانشجویان وکوییز

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Battin, R.H.; Astronautical Guidance, McGraw Hill, 1964.
2. Wie, B., Space Vehicle Guidance, Control and Astrodynamics, AIAA, 1952
3. Liu, F., Lu S., Sun, Y., Guidance and Control Technology of Spacecraft on Elliptical Orbit, Springer, 2016.
4. Montenbruck O., Gill E., “Satellite Orbits, Models, Methods and Applications”, Springer 2000.
5. Noton, M.,Spacecraft Navigation and Guidance, Springer, 1998.
6. 6- Li, X., Li C., Navigation and Guidance of Orbital Transfer Vehicle, Springer 2015
7. Curtis, H.D.; Orbital Mechanics for Engineering Students, Elsevier, 2014.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

افراد با نیازهای ویژه همچون جامعه معلولین می توانند از کتابهای صوتی یا فیلم های تهیه شده در این درس استفاده نمایند.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

با تهیه جزوه و منابع درس به صورت الکترونیکی، امکان ارئه درس به صورت مجازی در آموزش الکترونیکی یا ترکیبی وجود دارد.