دانشگاه تهران

مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس

دوره : دکتری

رشته: مهندسی سیستم های انرژی

دانشکدگان علوم و فناوری های میان رشته ای

مصوب جلسه مورخ ۱۴۰۵/۴/۲۸ 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 پانصد و سیزدهمین جلسه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه مورخ ۱۴۰۵/۴/۲۸ به تصویب رسیده است.

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

رشته: مهندسی سیستم های انرژی

دوره : دکتری

برنامه درسی دوره دکتری رشته مهندسی سیستم های انرژی 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 سیستم های انرژی از تاریخ ۱۴۰۵/۴/۲۸جایگزین برنامه درسی دوره دکتری رشته مهندسی سیستم های انرژی با ۳ گرایش جلسه مورخ ۱۳۹۹ /۲/۲۸ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه می شود.
- هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگرآنکه به تصویب شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه برسد.

سمیه فدائی نژاد بهرامجردی
معاون آموزشی دانشگاه

محمد علی شریفی
دبیرشورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه

رای صادره جلسه مورخ ۱۴۰۵/۴/۲۸ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی دوره دکتری رشته مهندسی سیستم های انرژی صحیح است، به واحد ذیربط ابلاغ شود.

محمد حسین امید
رئیس دانشگاه تهران

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

دانشگاه تهران

برنامه درسی رشته

مهندسی سیستم‌های انرژی

Phd of Energy Systems Engineering

مقطع دکتری

اعضای کمیته تدوین و بازنگری برنامه:

دکتر فاطمه راضی	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده مهندسی انرژی و منابع پایدار
دکتر حسین یوسفی	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده مهندسی انرژی و منابع پایدار
دکتر مهدی مهرپویا	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده مهندسی انرژی و منابع پایدار
دکتر امیرعلی سیف الدین	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده مهندسی انرژی و منابع پایدار
دکتر رقیه قاسم‌پور	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده مهندسی انرژی و منابع پایدار
دکتر ناصر مهردادی	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده محیط زیست
دکتر بابک امیدوار	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده محیط زیست
دکتر خسرو اشرفی	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده محیط زیست
دکتر علیرضا نورپور	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده محیط زیست
دکتر غلامرضا نبی بیدهندی	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده محیط زیست
دکتر عبدالرضا کرباسی	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده محیط زیست
دکتر مجید شفیع پور مطلق	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده محیط زیست
دکتر احمد حسین نژاد	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده محیط زیست
دکتر فتح اله پورفیاض	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده مهندسی انرژی و منابع پایدار
دکتر علی روغنی عراقی	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده مهندسی انرژی و منابع پایدار
دکتر علی‌بخش کساییان	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده مهندسی انرژی و منابع پایدار
دکتر محمدحسین جهانگیر	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده مهندسی انرژی و منابع پایدار
دکتر یونس نوراللهی	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده مهندسی انرژی و منابع پایدار
دکتر احمد حاجی نژاد	عضو هیات علمی دانشگاه تهران- دانشکده مهندسی انرژی و منابع پایدار

جدول تغییرات		
ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱	ترمودینامیک پیشرفته	حذف
۲	مدل سازی در مهندسی محیط زیست	حذف
۳	اقتصاد محیط زیست و انرژی	حذف
۴	پیشگیری و کنترل آلودگی هوای صنایع انرژی	حذف
۵	راهکارهای پیشرفته انرژی	حذف
۶	مهندسی تاب آوری محیط زیستی	حذف
۷	نمونه برداری و آنالیز آلاینده ها در صنایع انرژی	حذف
۸	ارزیابی زیست محیطی چرخه حیات	حذف
۹	مدیریت و ممیزی انرژی	حذف
۱۰	توسعه بهینه سیستم های انرژی در صنایع	حذف
۱۱	اصول الکتروشیمی در پیل های سوختی	حذف
۱۲	فناوری های انرژی زمین گرمایی	حذف
۱۳	فناوری های انرژی زیستی	حذف
۱۴	فناوری های انرژی های آبی و دریایی	حذف
۱۵	فناوری انرژیهای تجدیدپذیر ۱	حذف
۱۶	فناوری انرژیهای تجدیدپذیر ۲	حذف
۱۷	فناوری های تبدیل و ذخیره انرژی	حذف
۱۸	فناوری های انرژی خورشیدی	حذف
۱۹	مهندسی انرژی های تجدیدپذیر (خورشیدی، بادی، زمین گرمایی)	حذف
۲۰	هوش مصنوعی در انرژی	اضافه
۲۱	تولید پراکنده	اضافه
۲۲	تنظیم مقررات و حکمرانی در سیستم‌های انرژی	اضافه
۲۳	تحلیل سیستم‌های انرژی پیشرفته	اضافه
۲۴	مدلسازی و ارزیابی یکپارچه انرژی و محیط زیست	اضافه
۲۵	اصول پیشرفته فناوری‌های انرژی	اضافه
۲۶	فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر	اضافه
۲۷	برنامه‌ریزی و سیاستگذاری انرژی	اصلاح عنوان و بروزرسانی
۲۸	اقتصاد انرژی	اصلاح عنوان و بروزرسانی
۲۹	ارزیابی فنی، اقتصادی و محیط زیستی سیستم های انرژی	اصلاح عنوان و به روز رسانی

۳۰	جمع آوری و ذخیره سازی کربن	به روز رسانی
۳۱	مدیریت زیست محیطی تولید و مصرف انرژی	به روز رسانی
۳۲	فرایندهای تصفیه پساب های صنایع انرژی	به روز رسانی
۳۳	مدیریت پسماند صنایع انرژی	حذف
۳۴	تغییر اقلیم و انرژی	به روز رسانی
۳۵	ریسک و تاب آوری در سیستم‌های انرژی و محیط زیست	به روز رسانی
۳۶	ارزیابی اثرات زیست محیطی پروژه های انرژی	به روز رسانی
۳۷	تکنیک های تصمیم سازی و بهینه سازی	به روز رسانی
۳۸	اقتصاد چرخشی در سیستم های تبدیل پسماند، انرژی و محیط زیست	به روز رسانی
۳۹	انرژی در تصفیه فاضلاب	حذف
۴۰	مباحث ویژه در انرژی و محیط زیست	اصلاح عنوان و به روز رسانی
۴۱	تبدیل انرژی پیشرفته	به روز رسانی
۴۲	فناوری‌های نوین در برداشت انرژی	به روز رسانی
۴۳	دینامیک سیالات محاسباتی	به روز رسانی
۴۴	طراحی سیستم های تولید همزمان برق و حرارت	به روز رسانی
۴۵	هاب انرژی و شبکه‌های انرژی هوشمند	به روز رسانی

فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

الف) مقدمه: معرفی کلی و تبیین برنامه درسی

نظر به اهداف سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران که می‌بایست جامعه ایرانی جامعه‌ای توسعه‌یافته، متناسب با مقتضیات فرهنگی، جغرافیایی و تاریخی خود و متکی بر اصول اخلاقی و ارزش‌های اسلامی، ملی و انقلابی و با تاکید بر مردم‌سالاری دینی، عدالت اجتماعی، آزادی‌های مشروع، حفظ کرامت و حقوق انسان‌ها، و بهره‌مند از امنیت اجتماعی و قضایی، و برخوردار از دانش پیشرفته توانا در تولید علم و فناوری متکی بر سهم برتر منابع انسانی و سرمایه اجتماعی و قضایی، ایران مشخص می‌گردد. ایران کشوری است که دارای ۱۱ درصد از ذخایر شناخته شده نفت خام جهانی و ۱۷ درصد از ذخائر شناخته شده گاز جهانی است. همچنین با توجه به منابع انسانی قوی و گسترده این کشور امید به دسترسی کامل پیشرفته‌ترین فناوری‌های شناسایی؛ ارزیابی، استخراج، تبدیل، انتقال و بهره‌برداری از منابع انرژی‌های فسیلی و انرژی‌های تجدیدپذیر در آینده وجود دارد.

بخش انرژی در کشور به‌عنوان یک عامل مهم تولید در فرآیندهای تولیدی و خدماتی، نیازمند نیروی انسانی متخصص در زمینه‌های مختلف بهینه‌سازی مصرف انرژی، توسعه فناوری‌های نوین انرژی، مدیریت و بهره‌برداری طرح‌های بالادستی و پایین‌دستی انرژی می‌باشد. این امر مهم بدون استفاده از اصول نوین و پیشرفته علمی در جهت استفاده از علوم متفاوت و طراحی رشته‌های میان رشته‌ای امکان‌پذیر نیست.

زیر بخش‌های مختلف بخش انرژی کشور با مشکلات و چالشهای ساختاری عمده‌ای نظیر مدیریت منابع و مصارف، کارایی پایین تجهیزات مصرف کننده انرژی بالا در صنایع مختلف و تلفات انرژی در سطوح مختلف مواجه است که حل آنها نیازمند پژوهشگران توانا، خلاق و متخصص سطوح عالی و میانی مدیریت فناوری‌های نو در حوزه‌ی انرژی‌های پایان‌پذیر و تجدیدپذیر است. آموزش این پژوهشگران از حوصله و زمان دوره‌های کارشناسی ارشد خارج است. از این رو برنامه آموزشی و پژوهشی دوره مهندسی سیستم‌های انرژی در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری پیشنهاد و در طی سالیان گذشته اجرا گردیده است.

یکی از برجسته‌ترین چالش‌های قرن حاضر، چگونگی تامین انرژی در مقیاس جهانی برای برآورده کردن امکان رشد و توسعه فراگیر به ویژه در کشورهای در حال توسعه، در سازکاری کامل با اصول حفاظت از محیط زیست می‌باشد. برای مثال پدیده گرمایش جهانی و به تبع آن تغییرات اقلیمی که مشخص شده، با ازدیاد غلظت دی‌اکسید کربن و دیگر گازهای موسوم به گازهای گلخانه‌ای در جو زمین که عمده‌ترین منشاء آن احتراق سوخت‌های فسیلی (ذغال سنگ، نفت و گاز) قلمداد می‌گردد، به‌عنوان چالشی چندبعدی که انواع مخاطرات زیست محیطی را دامن زده است، ضرورتا می‌بایستی از منظر مهندسی سیستم‌های انرژی و با نگرش سیستمی مورد توجه جدی قرار گیرد.

ب) اهداف

تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی سیستم های انرژی به دوره‌ای اطلاق می‌شود که تحصیلات بالاتر از کارشناسی را در بر می‌گیرد و مجموعه‌ای هماهنگ از فعالیت‌های آموزشی همراه با فعالیت‌های مقدماتی پژوهشی در دوره دکتری است. این دوره که مرکب از تعدادی دروس نظری، کاربردی، آزمایشگاهی و برنامه‌های تحقیقاتی در زمینه مهندسی سیستم‌های انرژی می‌باشد. دانشجویان باید به منظور افزایش اطلاعات علمی و درک، توسعه و کاربرد بهینه سیستم‌های انرژی که جامعه با آن مواجه است کاملاً آشنا شوند. پذیرفته‌شدگان این دوره با تاکید بر علومی که در دوره کارشناسی فرا گرفته‌اند با نگرشی عمیق‌تر به کسب دانش در این زمینه می‌پردازند، روش‌های شناخت مشکلات و راه حل آنها را به طور دقیق می‌آموزند. برای نیل به این هدف، دانشجو مفاهیم مربوط به این رشته را در گذراندن دروس تخصصی فرا می‌گیرد. در همین راستا دروس طراحی‌شده برای این رشته در دو دسته ارائه می‌شوند. دسته اول: دروس جبرانی، دروس اصلی پایه و دروس تخصصی الزامی که دانشجو مؤظف است همه آنها را بگذراند و دسته دوم دروس تخصصی اختیاری می‌باشند که این دروس در زمینه‌های مختلف رشته مهندسی سیستم‌های انرژی و مسائل به‌روز مربوط به آنها می‌باشند.

هدف از ایجاد دوره دکتری مهندسی سیستم‌های انرژی تربیت افرادی است که با احاطه یافتن به آثار علمی در یک زمینه خاص و آشنا شدن با روش‌های پیشرفته تحقیق و دست‌یابی به جدیدترین مبانی آموزش و پژوهش بتوانند با نوآوری در زمینه‌های علمی و تحقیقاتی در رفع نیازهای کشور و گسترش مرزهای دانش در رشته مهندسی سیستم‌های انرژی موثر بوده و به تازه‌هایی در جهان دانش دست یابند.

فارغ التحصیلان این رشته با توجه به دروسی که می‌گذرانند دید علمی جامعی در زمینه مهندسی سیستم‌های انرژی در زمینه‌های مختلف پیدا می‌کنند. در نتیجه این فارغ‌التحصیلان می‌توانند در مراکز مختلف آموزشی، پژوهشی و اجرایی مرتبط با برنامه‌ریزی

و توسعه سیستم‌های انرژی نقشی اثرگذار داشته باشند. کارشناسان این رشته می‌توانند در سازمان‌های درگیر با مسایل مهندسی سیستم های انرژی از قبیل دانشگاهها و مراکز پژوهشی، وزارت نیرو و شرکتهای تابعه، وزارت نفت و شرکتهای تابعه، سازمان حفاظت محیط زیست، شرکت‌های زیست محیطی، شرکت‌های مهندسی مشاوردر زمینه های انرژی، شرکت‌های پیمانکاری، شهرداری‌ها، وزارت بهداشت و درمان، وزارت صنایع، صنایع پتروشیمی و مراکز صنعتی مختلف و دیگر ارگان‌های دولتی و غیردولتی برای کارهای کارشناسی در زمینه‌های مختلف مهندسی سیستم‌های انرژی فعالیت نمایند. یکی دیگر از توانایی‌های فارغ التحصیلان این رشته انجام تحقیقات پژوهشی و آزمایشگاهی بنیادین در زمینه‌ها و مشکلات مختلف مرتبط با مهندسی انرژی در کشور می‌باشد که می‌توانند در شرکت‌های دانش‌بنیان برای توسعه بهینه سیستم‌های انرزی نقشی کلیدی ایفاء نمایند.

برای دوره دکتری مدت اسمی این دوره به طور متوسط ۴ سال می‌باشد. پذیرفته‌شدگان می‌توانند در صورت دارا بودن فعالیت‌های مطلوب آموزشی و پژوهشی با تصویب گروه آموزشی طی ۳ سال این دوره را به پایان برسانند.

تعداد واحدهای درسی و پژوهشی در مقطع دکتری عبارتند از:

با توجه به اینکه دوره دکتری مهندسی سیستم های انرژی یک برنامه بین‌رشته‌ای می‌باشد و پایه علمی دانشجویان آن می‌تواند متفاوت و متعدد باشد، بنابراین با توجه به پایه تخصصی کارشناسی ارشد پذیرفته شدگان، تعدادی واحد درسی جبرانی برای دانشجویان در نظر گرفته می‌شود. تعدادکل واحدهای آموزشی و پژوهشی در مقطع دکتری ۳۶واحد می‌باشد که شامل ۱۸ واحد آموزشی و ۱۸ واحد رساله است. واحدهای درسی و پژوهشی دانشجویان در مقطع دکتری به شرح زیر است :

- دروس جبرانی (حداکثر ۶ واحد)

پذیرفته شدگان دکتری از رشته گرایش‌های غیر از مهندسی سیستم‌های انرژی در صورت نیاز با تشخیص و تایید گروه آموزشی از بین دروس اصلی دوره کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های انرژی (جدول ۲) می‌توانند حداکثر ۶ واحد دروس جبرانی اخذ نمایند.

- دروس تخصصی الزامی (۹ واحد)

پذیرفته شده دوره ی دکتری مهندسی سیستم‌های انرژی باید ۹ واحد دروس تخصصی الزامی جدول ۳ را اخذ نماید.

- دروس تخصصی اختیاری (۹ واحد)

پذیرفته شده دوره ی دکتری مهندسی سیستم‌های انرژی الباقی واحدها را تا ۹ واحد، با نظر گروه آموزشی باید از بین دروس تخصصی اختیاری (جدول ۴) در حوزه‌های تخصصی مدلسازی انرژی، فناوری انرژی و انرژی و محیط زیست اخذ نماید. تدریس و ارائه دروس بین حوزه های تخصصی بلامانع است.

- رساله دکتری ۱۸ واحد

تبصره ۱: دانشجو می‌تواند از بین دروس تخصصی اختیاری مقطع کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های انرژی (همه گرایش‌ها) حداکثر ۲ درس را که نگذرانده است، با تشخیص و تایید گروه آموزشی بعنوان دروس تخصصی اختیاری اخذ نماید.

تبصره ۲: دانشجو می‌تواند با نظر استاد راهنما و تایید گروه آموزشی، حداکثر ۱ درس خارج از این برنامه و از رشته‌های مرتبط اخذ نماید.

تبصره ۳: دانشجو باید در مقطع دکتری درس‌هایی را یعنوان دروس تخصصی اختیاری انتخاب کند که در مقطع کارشناسی ارشد اخذ نکرده باشد و اخذ دروس تکراری مجاز نیست.

پ) اهمیت و ضرورت

رشد سریع مصرف انرژی و سهم بالای انرژی های فسیلی در تامین انرژی مورد نیاز بخشهای مختلف مصرف کننده انرژی، موجب سرعت بخشیدن به روند پایان پذیری منابع انرژی فسیلی و انتشار حجم زیادی از مواد آلاینده به محیط زیست شده است. علاوه بر این، وابستگی اقتصاد کشور به درآمدهای ناشی از صادرات منابع انرژی فسیلی موجب شده تا نظام اقتصادی کشور به شدت از تحولات بازار جهانی انرژی تاثیر بپذیرد. در نتیجه کشور نیازمند رشته ای است با هدف تربیت متخصصانی است که قادر باشند:

طراحی، توسعه، و بهرهبرداری از سیستمهای انرژی را براساس نگرش نظامگرایانه و باتکیه بر شناخت ابعاد مختلف کنش و واکنشهای سیستم انرژی با ملاحظات فنی، اقتصادی و محیط زیستی انجام دهند.

تا مدت زیادی سهم درامد ارزی کشور از فروش منابع انرژی حاصل شده است و حال امروزه شاهد ناترازی یا عدم تعادل عرضه و تقاضای انرژی در کشور هستیم. همه این موارد جایگاه ویژه و حساس رشته مهندسی سیستم های انرژی را برای تحقق توسعه پایدار و رشد کشور نمایان می کند.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس جبرانی	حداکثر ۶ واحد
دروس تخصصی الزامی	۹
دروس تخصصی اختیاری	۹
رساله	۱۸
جمع کل	**۳۶**

ث) نقش، توانایی و شایستگی مورد انتظار از دانش‌آموختگان:

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
تحلیل و بررسی سیستم های مختلف انرژی، مدلسازی کلان سیستم های انرژی بر اساس عرضه و تقاضا	تحلیل سیستم‌های انرژی و مدلسازی انرژی
بررسی اقتصادی و مدیریتی سیستم های انرژی	آینده پژوهی سیستمهای انرژی، اقتصاد انرژی، اقتصاد منابع تجدیدپذیر، و تنظیم مقررات و حکمرانی در سیستم‌های انرژی
مدلسازی و شبیه سازی سیستم های انرژی	اصول پیشرفته فناوری‌های انرژی، و مهندسی فرآیند در سیستم‌های انرژی
تحلیل فنی انرژی های تجدیدپذیر	فناوری انرژیهای تجدیدپذیر، تبدیل انرژی پیشرفته، و فناوری های تبدیل و ذخیره انرژی
بهینه‌سازی سیستم‌های انرژی	برنامه ریزی ریاضی پیشرفته، هوش مصنوعی در انرژی
آشنایی و تحلیل کیفیت اگزرژی و ارتباط بین محیط زیست و سیستم های انرژی	تحلیل اگزرژی
تحلیل اثر گذاری سیستم های انرژی بر محیط زیست	انرژی و محیط زیست
تحلیل اجزای محیط زیست و برهم کنش آن با سیستم های انرژی	ارزیابی فنی-اقتصادی محیط زیست
مدل سازی وارزیابی هم بست آب و انرژی و محیط زیست در سیستم های انرژی	مدلسازی و ارزیابی یکپارچه انرژی و محیط زیست
تحلیل و برنامه ریزی برای تغییرات اقلیم و انرژی	تغییر اقلیم و انرژی
تحلیل و بررسی اثرات و برهم کنش سیستم های انرژی و محیط زیست در تولید و مصرف	مدیریت زیست محیطی تولید و مصرف انرژی

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

گزینش دانشجو باید "مطابق ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری" انجام شود.

چ) شرایط، ضوابط و الزامات اجرا و گسترش رشته

شرایط، ضوابط و الزامات اجرا و گسترش رشته "مطابق ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری" انجام شود.

ح) زمینه‌های شغلی حال و آینده

فارغ التحصیلان متخصص در حوزه سیستم های انرژی می‌توانند در بخش های مختلف انرژی کشور در سطح خرد و کلان ایفای نقش کنند. بخش تبدیل و فراورش (نیروگاه ها و پالایشگاه ها)، بخش تقاضا (شرکت های خدمات انرژی) و سایر بخشهای انرژی از جمله این موارد است. برخی از شرکت ها و سازمانهای مربوط به این رشته در ادامه ارائه شده است:

۱- زیرمجموعه‌های وزارت نفت (بخش بالادستی، پالایشگاه‌های نفت و گاز و ...)

۲- زیرمجموعه‌های نیرو (نیروگاه ها، شرکت هایی مانند مپنا و ...)

۳- شرکت بهینه سازی مصرف سوخت

۴- سازمان حفاظت محیط زیست

۵- اتاق بازرگانی، صنایع، معادن وکشاورزی

۶- موسسه مطالعات بین المللی انرژی

۷- سازمان انرژی های تجدیدپذیر و بهره

۸- بهره‌وری انرژی برق (ساتبا)

۹- سازمان توسعه منابع انرژی

۱۰- پژوهشگاه نیرو

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

نقش توسعه پایدار به عنوان مهمترین چالش جهانی قرن ۲ ، نقشی غیر قابل انکار است. با توجه به جایگاه مهم توسعه پایدار سیستم های انرژی جهت تحقق توسعه پایدار کشور، در نتیجه رشته مهندسی سیستمهای انرژی در توسعه پایدار کشور نقش اساسی ایفا می کند. بدون انرژی شکل گیری و توسعه تمدن به نوعی امکان پذیر نیست و این موضوع اهمیت رشته سیستم های انرژی را نمایان می کند.

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول (۱)- عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی دوره دکتری رشته مهندسی سیستم های انرژی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد ساعات*		پیش‌نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری – عملی	نظری	عملی		
۱	تحلیل سیستم‌های انرژی	۳	۳	–		۴۸	–		
۲	مهندسی فرآیند در سیستم‌های انرژی	۳	۳	–		۴۸	–		
۳	برنامه‌ریزی ریاضی پیشرفته	۳	۳	–		۴۸	–		
۴	مدل‌سازی انرژی	۳	۳	–		۴۸	–		
۵	مبانی فناوری‌های انرژی	۳	۳	–		۴۸	–		
۶	انرژی و محیط زیست	۳	۳	–		۴۸	–		
	جمع کل	**۱۸**	**۱۸**			**۲۸۸**			

*: ساعت آموزش برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت، عملی ۳۲ ساعت، عملی (از نوع کارگاهی) ۴۸ ساعت، کارآموزی و کارورزی ۶۴ یا ۱۲۸ ساعت است.

*** دانشجو موظف به گذراندن حداکثر ۶ واحد از دروس جدول فوق به تشخیص گروه آموزشی می باشد.**

جدول (۲)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی دوره دکتری رشته مهندسی سیستم های انرژی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			تعداد ساعات*		پیش‌نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری – عملی	نظری	عملی		
۱	اصول پیشرفته فناوری‌های انرژی	۳	۳	–		۴۸	–		
۲	تحلیل سیستم‌های انرژی پیشرفته	۳	۳	–		۴۸	–		
۳	مدلسازی و ارزیابی یکپارچه انرژی و محیط زیست	۳	۳	–		۴۸	–		
	جمع کل	**۹**	**۹**			**۱۴۴**			

*: ساعت آموزش برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت، عملی ۳۲ ساعت، عملی (از نوع کارگاهی) ۴۸ ساعت، کارآموزی و کارورزی ۶۴ یا ۱۲۸ ساعت است.

جدول (۳)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری دوره دکتری رشته مهندسی سیستم های انرژی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات*		پیش‌نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری – عملی	مرتبط نیست	مرتبط است	نظری	عملی		
۱	هوش مصنوعی در انرژی	۳	۳	–	–		✓	۴۸			
۲	سیستمهای انرژی در ساختمان	۳	۳	–	–		✓	۴۸	–		
۳	امنیت انرژی	۳	۳	–	–		✓	۴۸	–		
۴	قوانین ملی و بین المللی انرژی	۳	۳	–	–		✓	۴۸	–		
۵	آینده پژوهی سیستمهای انرژی	۳	۳	–	–		✓	۴۸	–		
۶	ارزیابی چرخه حیات در سیستمهای انرژی	۳	۳	–	–		✓	۴۸	–		
۷	ارزیابی و پتانسیل سنجی منابع انرژی	۳	۲	۱	✓		✓	۳۲	۳۲		
۸	برنامه‌ریزی و سیاستگذاری انرژی	۳	۲	۱	✓		✓	۳۲	۳۲		
۹	هاب انرژی و شبکه‌های انرژی هوشمند	۳	۳	–	–		✓	۴۸	–		
۱۰	اقتصاد انرژی	۳	۲	۱	✓		✓	۳۲	۳۲		
۱۱	تنظیم مقررات و حکمرانی در سیستم‌های انرژی	۳	۲	۱	✓		✓	۳۲	۳۲		
۱۲	تولید پراکنده	۳	۳	–	–		✓	۴۸			
۱۳	سیستم های بازیافت انرژی از پسماند	۳	۳	–	–		✓	۴۸			
۱۴	مهندسی قابلیت اطمینان و تحلیل ریسک در سیستم های انرژی	۳	۳	–	–		✓	۴۸			
۱۵	اقتصاد منابع تجدیدپذیر	۳	۳	–	–		✓	۴۸			

ادامه جدول (۳)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری دوره دکتری رشته مهندسی سیستم های انرژی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات*		پیش‌نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری – عملی	مرتبط نیست	مرتبط است	نظری	عملی		
۱۶	فناوریهای جذب، ذخیره سازی و بهره برداری از کربن	۳	۳	–	–		✓	۴۸	–		
۱۷	فناوری‌های نوین در برداشت انرژی	۳	۳	–	–		✓	۴۸	–		
۱۸	دینامیک سیالات محاسباتی	۳	۳	–	–		✓	۴۸	–		
۱۹	تبدیل انرژی پیشرفته	۳	۳	–	–		✓	۴۸	–		
۲۰	طراحی سیستم های تولید همزمان برق و حرارت	۳	۳	–	–		✓	۴۸	–		
۲۱	فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر	۳	۳	–	–		✓	۴۸	–		
۲۲	فناوری‌های پیل سوختی	۳	۳	–	–		✓	۴۸	–		
۲۳	فناوری‌های انرژی بادی	۳	۳	–	–		✓	۴۸	--		
۲۴	فناوری انرژی در ساختمان	۳	۳	–	–		✓	۴۸	–		
۲۵	مدیریت زیست محیطی تولید و مصرف انرژی	۳	۳	–	–		✓	۴۸	–		
۲۶	فرآیندهای تصفیه پساب‌های صنایع انرژی	۳	۳	–	–		✓	۴۸			
۲۷	ریسک و تاب آوری در سیستم‌های انرژی و محیط زیست	۳	۳	–	–		✓	۴۸	–		
۲۹	ارزیابی اثرات زیست محیطی پروژه‌های انرژی	۳	۳	–	–		✓	۴۸			
۳۰	تکنیک‌های تصمیم‌سازی و بهینه‌سازی	۳	۳	–	–		✓	۴۸			

ادامه جدول (۳)- عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری دوره دکتری رشته مهندسی سیستم های انرژی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	تعداد واحد به تفکیک نوع			وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		تعداد ساعات*		پیش‌نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری – عملی	مرتبط نیست	مرتبط است	نظری	عملی		
۳۱	اقتصاد چرخشی در سیستم های تبدیل پسماند، انرژی و محیط زیست	۳	۳	–	–		✓	۴۸			
۳۲	تغییر اقلیم و انرژی	۳	۳	–	–		✓	۴۸			
۳۳	ارزیابی فنی، اقتصادی و محیط زیستی سیستم‌های انرژی	۳	۳	–	–		✓	۴۸			
۳۳	مباحث ویژه در مهندسی سیستم‌های انرژی	۳	۳	–	–		✓	۴۸			

* ساعت آموزش برای هر واحد نظری ۱۶ ساعت، عملی ۳۲ ساعت، عملی (از نوع کارگاهی) ۴۸ ساعت، کارآموزی و کارورزی ۶۴ یا ۱۲۸ ساعت است.

*** دانشجو موظف به گذراندن ۹ واحد از دروس جدول فوق به تشخیص گروه آموزشی می باشد.**

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

الف) عنوان درس به فارسی: تحلیل سیستم‌های انرژی پیشرفته				
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Energy Systems Analysis		نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
			رساله ☐	
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	

ب) هدف کلی:

- اهداف کلی درس «تحلیل سیستم‌های انرژی پیشرفته» عبارت است از ارتقای درک دانشجویان از چارچوب‌ها و مفاهیم تحلیل سیستم‌های انرژی، شناخت اجزا و روابط بین منابع، مصرف‌کنندگان و زیرسیستم‌های انرژی و بررسی اثرات انرژی بر رفاه اجتماعی، رشد جمعیت و شهرنشینی. دانشجویان با ابزارهای مدل‌سازی و روش‌های تحلیلی پیشرفته آشنا می‌شوند تا بتوانند مصرف و عرضه انرژی را در سطح ملی و بخشی تحلیل و بهینه‌سازی کنند.
- این درس همچنین تمرکز ویژه‌ای بر تحلیل انرژی در ساختمان‌ها و محیط زیست، شبیه‌سازی ساختمان‌های کم‌مصرف و مفاهیم Nearly Zero Energy دارد و به دانشجویان مهارت‌های دیجیتالی‌سازی و هوشمندسازی سیستم‌های انرژی شامل شبکه‌های هوشمند، اینترنت انرژی و کاربرد هوش مصنوعی را ارائه می‌دهد. علاوه بر این، مدیریت سمت تقاضا، پاسخگویی بار، تاب‌آوری و امنیت سیستم انرژی در برابر تغییر اقلیم و تهدیدات سایبری و سیاست‌گذاری و حکمرانی انرژی از جمله محورهای کلیدی این درس هستند.

اهداف ویژه:

- درک ساختار و اجزای سیستم انرژی
- تحلیل مصرف انرژی و روندهای جمعیتی
- کار با ابزارهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی
- ارزیابی انرژی در ساختمان و محیط زیست
- مدیریت تقاضا و پاسخگویی بار
- آشنایی با شبکه‌های هوشمند و هوش مصنوعی

پ) سرفصل‌ها:

- مرور مباحث تحلیل سیستم انرژی
  - چارچوب و مفهوم تحلیل سیستم‌های انرژی
  - انرژی و رفاه اجتماعی
  - روند مصرف جهانی و ملی انرژی و اثر جمعیت و شهرنشینی
  - مصرف انرژی در ساختمان، صنعت و حمل‌ونقل
  - گذار از سوخت‌های فسیلی به انرژی‌های پاک
  - چالش‌های اصلی سیستم انرژی کشور
  - مدیریت انرژی در سازمان‌ها و استانداردها
- ابزارهای مدل‌سازی و تحلیل سیستم انرژی
  - MESSAGE
  - MARKAL

- LEAP
- TIMES

- روش‌های تحلیلی پیشرفته
  - تحلیل تجزیه شاخصی (IDA)
  - تحلیل چندمعیاره (MCDA)
  - تحلیل تقاضا و عرضه
- تحلیل انرژی در ساختمان و محیط زیست
  - شبیه‌سازی ساختمان‌ها
  - ساختمان‌های کم‌مصرف و Nearly Zero Energy
  - تحلیل سیستم های کم کربن
- دیجیتالی‌سازی و هوشمندسازی انرژی
  - شبکه‌های هوشمند
  - اینترنت انرژی (IoE)
  - کاربرد هوش مصنوعی
- مدیریت سمت تقاضا (DSM) و پاسخگویی بار (DR)
- تاب‌آوری و امنیت سیستم انرژی
  - تغییر اقلیم
  - امنیت سایبری
- سیاست‌گذاری و حکمرانی انرژی
  - ابزارهای اقتصادی مانند مالیات کربن
  - بازار انتشار
  - سیاست‌های گذار انرژی در کشورهای مختلف
- ممیزی انرژی
  - مفاهیم ممیزی انرژی (ممیزی اولیه انرژی، گزارش ممیزی انرژی و ...)
  - ممیزی انرژی در ساختمان
  - ممیزی انرژی در صنایع
- رابطه متقابل (همبستگی) آب، انرژی و محیط زیست (Nexus)

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

روش یاددهی درس ترکیبی است از ارائه مفهومی و بحث کلاسی برای درک چارچوب‌ها و روندهای مصرف انرژی، شبیه‌سازی و انجام پروژه‌های عملی، مطالعه موردی و یادگیری فعال، که با بازخورد و ارزیابی مستمر همراه است تا توانمندی عملی و تحلیلی دانشجویان تقویت شود.

ث) روش ارزشیابی:

فعالیت‌های کلاسی در طول نیمسال	٪۲۰
پروژه	٪۴۰
آزمون پایان‌نیم‌سال	٪۴۰

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Siskos P. Energy Systems Analysis and Modelling towards Decarbonisation. MDPI - Multidisciplinary Digital Publishing Institute; 2022. doi:10.3390/BOOKS978-3-0365-3886-0
2. Long-range Energy Alternatives Planning System User Guide for LEAP 2005. Published online 2005. Accessed August 29, 2025. http://forums.seib.org/leap
3. Farzaneh H. Energy Systems Modeling: Principles and Applications. Springer Nature; 2019. doi:10.1007/978-981-13-6221-7/COVER
4. Fall A, Mbodji CA. Modelling sustainable energy transition for cities: Case studies of LEAP, ENPEP-BALANCE, and MoCES. Sustainable Energy Access for Communities: Rethinking the Energy Agenda for Cities. Published online May 5, 2022:87-108. doi:10.1007/978-3-030-68410-5_9/TABLES/8
5. Schrattenholzer L. THE ENERGY SUPPLY MODEL MESSAGE.; 1981.
6. Loulou R, Goldstein G, Noble K. Energy Technology Systems Analysis Programme Documentation for the MARKAL Family of Models.; 2004. Accessed August 29, 2025. http://www.etsap.org/tools.htm
7. Dean M. A Practical Guide to Multi-Criteria Analysis. Preprint posted online August 2022. doi:10.13140/RG.2.2.15007.02722
8. Zhou Yuekuan, Yang Jinglei, Zhang Guoqiang, Lund PD. Advances in digitalization and machine learning for integrated building-transportation energy systems. Published online 2024:280.
9. Hua Weiqi, Zhang XPing, Wallom DCH. Digitalisation of Local Energy Systems. Springer; 2025. Accessed August 29, 2025. https://link.springer.com/book/9783031778322
10. Asdrubali F, Desideri U. Handbook of Energy Efficiency in Buildings: A Life Cycle Approach. Elsevier; 2018. doi:10.1016/C2016-0-02638-4
11. - International Energy Agency I. Climate Resilience for Energy Security. Accessed August 29, 2025. www.iea.org
12. Tekbıyık-Ersoy N. Demand-Side Management and Demand Response. John Wiley & Sons, Ltd; 2023. doi:10.1002/9781119899457.CH4

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

درصورت نیاز، بخشی از کلاس قابل ارائه به صورت الکترونیک می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: اصول پیشرفته فناوری‌های انرژی			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Fundamental of Energy Technologies	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
	نظری	رساله ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	

ب) هدف کلی:

آشنایی با پدیده‌های انتقال و ترمودینامیک پیشرفته در سیستم‌های انرژی بعنوان اصول پیشرفته فناوری‌های انرژی

اهداف ویژه:

در مدلسازی فناوری‌های انرژی، معادلات حاکم که اساس مدلسازی ریاضی هستند، عمدتا براساس پدیده‌های انتقال می‌باشند. در این درس پدیده‌های انتقال پیشرفته از جمله انتقال حرارت و مکانیک سیالات پیشرفته و همچنین انتقال جرم پیشرفته در فرآیندها و کابرد این پدیده‌های انتقال در سیستم‌های انرژی تدریس می‌شوند. همچنین با توجه به اینکه امروزه نیروگاه‌های تولید توان از منابع گرمایی دماپایین در حال گسترش است، سیکل‌های ترمودینامیکی تولید توان دما پایین به دانشجویان آموزش داده می‌شود.

پ) سرفصل‌ها:

- انتقال حرارت پیشرفته (انواع فرمولاسیون بویژه فرمولاسیون دیفرانسیلی و انتگرالی) و کاربرد آن در سیستم‌های انرژی بویژه انرژی‌های تجدیدپذیر (انرژی‌های خورشیدی، زمین گرمایی و ...)
- مکانیک سیالات پیشرفته (موازنه انتقال اندازه حرکت و معادلات نویر استوکس و ...) و کاربرد آنها در سیستم‌های انرژی بویژه انرژی‌های تجدیدپذیر (انرژی‌های خورشیدی، بادی و ...)
- انتقال جرم پیشرفته در فرآیندهای تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی از جمله باطری‌ها و ذخیره‌سازهای گرمایی
- واکنش‌های شیمیایی و پدیده‌های انتقال در راکتورهای تبدیل انرژی شیمیایی از جمله پیل‌های سوختی
- ترمودینامیک نیروگاه‌های تولید توان پیشرفته از جمله نیروگاه های تولید توان از منابع گرمایی دماپایین
- سیستم‌های انرژی تولید همزمان برق، گرما و سرما

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد
پروژه	۱۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Transport Phenomen, Second Edition, R. Byron Bird, Warren E. Stewart, Edwin N. Lightfoot., John Wiley & Sons, Inc. 2007.
2. Transport phenomena fundamentals (Chemical Industries Series). Plawsky, Joel L. (April 2001). CRC Press. pp. 1, 2, 3. ISBN 978-0-8247-0500-8.
3. Transport Phenomena in Multiphase Flows, Mauri, Roberto, Springer, 2015, ISBN: 978-3-319-15792-4.
4. hermodynamics; An Engineering Approach, Yunus A. Cengel, Michael A. Boles, 7th edition, Mc Graw Hill, 2011.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: مدل سازی و ارزیابی یکپارچه انرژی و محیط زیست			
عنوان درس به انگلیسی:	Integrated Modelling and Assessment of Energy and Environment		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی الزامی ■ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	نظری	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
			رساله ☐
تعداد ساعت:	۴۸		مهارتی-اشتغال پذیری ☐

ب) هدف کلی:

- بخش عمده چالش های مختلف سیستم های انرژی و محیط زیست و عدم تعادل عرضه و تقاضای حامل های انرژی مختلف که امروزه در جهان و به طور ویژه در کشور وجود دارد، و سایر مشکلات زیست‌محیطی ناشی از به کارگیری و برهمکنش پیچیده فناوری ها و فرآیندها در زیرسیستم های انرژی و سایر زیربخش های مختلف شامل زمین، آب، هوا، انرژی و محیط زیست است که به طور قابل توجهی بر فعالیت‌ها و زندگی انسانی تأثیر می‌گذارد. ماهیت پیچیده، بین رشته ای و چند رشته‌ای سیستم های انرژی و مشکلات زیست‌محیطی ناشی از آن، مستلزم آن است که به شیوه‌ای عینی و یکپارچه به ارزیابی این اثرات و برهم کنش ها پرداخته شود و اولویت بندی و انتخاب ترکیب بهینه فناوری ها و در ادامه طراحی و بهینه سازی فنی-اقتصادی-زیست محیطی آنها مبتنی بر ارزیابی یکپارچه انجام گیرد. ابزارهای کمی، عینیت لازم را در تصمیم‌گیری‌های زیست‌محیطی فراهم می‌کنند. این ابزارها به بررسی، درک، نمایش وضعیت فعلی و پیش‌بینی وضعیت آینده فناوری های مختلف و اجزای سیستم های انرژی، محیط زیست و ایجاد سناریوهای «چه... می‌شود اگر...» تحت مداخلات سیاستی جایگزین کمک می‌کنند. این موارد برای استراتژی های ارزیابی و مدیریت یکپارچه سیستم های انرژی و محیط زیستی و انتخاب ترکیب بهینه فناوری ها بسیار مهم هستند.
- مدل‌سازی و ارزیابی یکپارچه نوعی مدل‌سازی علمی است که به طور فزاینده‌ای در علوم انرژی و محیط زیست و ارزیابی فناوری های مختلف سیستم های انرژی و تحلیل سیاست‌های انرژی و محیط زیست رایج است. مدل های یکپارچه دانش دو یا چند حوزه را در یک چارچوب واحد ادغام می‌کنند. در این درس، بر مدل‌هایی تمرکز خواهد شد که مدل‌سازی سیستم های انرژی، سیستم های اقلیمی و محیط زیستی و سیستم فنی و اقتصادی را ادغام می‌کند. این درس شامل یک بخش عمومی است که در آن دانشجویان با مدل‌های فنی-اقتصادی که مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای و همچنین مصرف منابع آب و سایر منابع را تحلیل و محاسبه می‌کنند و مدل‌هایی که به زنجیره ارزیابی فناوری و انتشار ناشی از آن و اثرات زیست محیطی آن ها به صورت همزمان می پردازند، آشنایی پیدا کرده و در ادامه با انواع مدلهای یکپارچه آشنا شده و یکپارچه سازی مدلهای زیرسیستم های مختلف با یکدیگر با روش های تخصصی لازم و فرموله کردن آنها را می آموزند.

اهداف ویژه:

- درک ایده، روش‌شناسی و ابزارهای اساسی مدل‌سازی یکپارچه انرژی و محیط زیست
- تعریف و درک ارتباط بین آب، انرژی و تغییرات اقلیمی از منظر برنامه‌ریزی انرژی
- تسلط و کسب درک از بخش های مختلف سیستم های اقلیمی (هم بست زیر سیستم های آب-انرژی-غذا-محیط زیست) با رویکرد سیستماتیک
- تحلیل فناوری ها، ارزیابی فنی-اقتصادی-محیط زیستی یکپارچه فناوری های انرژی مبتنی بر مدل یکپارچه و بررسی جایگاه فناوری های مدیریت کربن برای جذب، کاهش و ذخیره سازی کربن
- تسلط لازم و کسب درک درست از رویکردهای مدل سازی و مدلهای یکپارچه در سیستم های انرژی و محیط زیست، ارزیابی یکپارچه فناوری های انرژی و محیط زیست، مدل سازی دینامیک سیستم ها و کار با نرم افزارهای مرتبط در این درس
- تحلیل و درک چرخه جریانهای مختلف آب و انرژی و درک مسیر جریان و انتقال آلاینده‌ها و انتشارات سیستم های انرژی و محیط زیست
- آشنایی با طیف گسترده‌ای از کاربردهای مدل‌سازی در مدیریت و تصمیم‌گیری زیست‌محیطی

- یکپارچه سازی اقتصاد، انرژی و محیط زیست در یک مدل ارزیابی یکپارچه برای مطالعه تأثیر سیستم های انرژی و فناوری های آن بر روی سیستم های محیط زیست، منابع آب و انتشار گازهای گلخانه‌ای که مجدداً بر فعالیت‌های اقتصادی تأثیر خواهد گذاشت به کارگرفته می شود
- بررسی مدل سازی یکپارچه در سطح منطقه ای و جهانی جهت بررسی اثرات تغییرات اقلیمی سیستم های انرژی
- ایجاد ارتباط بین شبیه سازی، مدل سازی، بهینه سازی فناوری های سیستم های انرژی و ارتباط با مدل یکپارچه جهت ارزیابی یکپارچه فناوری ها
- آشنایی با راهبردهای جامع نگر مانند انتگراسیون فرآیند بویژه انتگراسیون حرارتی (فناوری پینچ) و کاربرد آنها در بهینه‌سازی مصرف انرژی
- آشنایی با انواع آنالیزهای انرژی، اگزرژی و محیط زیستی و کاربرد آنها در کاهش مصرف انرژی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه و اهداف (یکپارچه سازی و توسعه مدل ارزیابی یکپارچه)
- معرفی کلی مدل های یکپارچه
- مفاهیم، قوانین، نظریه‌ها و فرآیندهای ابتدایی
- عرضه و تقاضای آب، انرژی و منابع طبیعی و اثرات محیط زیستی آن
- مدل های انرژی و مدل های زیست محیطی و مدلهای ارزیابی فناوری
- مدل سازی فنی و اقتصادی فناوری های انرژی و زیربخش های سیستم های انرژی
- مدل مفهومی و نمودار مرجع یکپارچه انرژی و محیط زیست
- انواع مدل های یکپارچه
- توسعه مدل ارزیابی یکپارچه فناوری های انرژی و محیط زیست
- روش های مختلف سناریوسازی با استفاده از مدلهای ارزیابی یکپارچه انرژی و محیط زیست
- تبدیل خروجی مدل به سیاست گذاری در سیستم های انرژی و محیط زیست
- مدل سازی یکپارچه و تحلیل اثرات تغییر اقلیم
- مدل سازی یکپارچه هم بست آب-انرژی-غذا-محیط زیست
- ارزیابی یکپارچه فناوری های مختلف سیستم های انرژی و ارائه سیستم بهینه انرژی مبتنی بر مدل یکپارچه

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس انجام خواهد گرفت.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد
پروژه درس	۲۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Chen, H., Yan, H., & He, G. (2025). Integrated Energy System Modeling and Simulation.
2. Muthu, S. S. (Ed.). (2021). *The Water–Energy–Food Nexus: Concept and Assessments*. Springer Nature.
3. Naddeo, V., Balakrishnan, M., & Choo, K. H. (2020). *Frontiers in Water-Energy-Nexus*. Springer International Publishing.
4. Giannakidis, G., Labriet, M., OGallachóir, B. P., & Tosato, G. (2015). Informing energy and climate policies using energy systems models. Springer International Publishing.
5. Chapra S.C. (1997) Surface Water-Quality Modelling, McGraw-Hill International Edition.
6. Nirmalkhandan N. (2001) Modeling Tools for Environmental Engineers and Scientists, CRC Press, Boca Raton, Florida.
7. Ramaswami A., Milford J.B. and Small M.J. (2005) Integrated Environmental Modelling, John Wiley and Sons, Inc., New Jersey
8. Loulou, R., & Labriet, M. (2008). ETSAP-TIAM: the TIMES integrated assessment model Part I: Model structure. Computational Management Science, 5(1), 7-40.
9. Loulou, R., Remme, U., Kanudia, A., Lehtila, A., & Goldstein, G. (2005). Documentation for TIMES Model Part II. Energy technology systems analysis programme (ETSAP).

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی جزئی از مباحث کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت مجازی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: هوش مصنوعی در انرژی			
عنوان درس به انگلیسی:	Artificial Intelligence in Energy	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

این درس به بررسی کاربرد تکنیک های هوش مصنوعی (AI) در بخش انرژی می پردازد. در این درس دانشجویان به بررسی یادگیری ماشین، یادگیری عمیق، الگوریتم‌های بهینه‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌ها با تمرکز بر کاربردهای عملی آن‌ها در انرژی‌های تجدیدپذیر، شبکه‌های هوشمند، ذخیره‌سازی انرژی و بهره‌وری انرژی می پردازند..

اهداف ویژه:

دانشجو بر اساس طبقه‌بندی بلوم (Bloom's Taxonomy) در پایان این درس قادر خواهد بود:

- الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشین و یادگیری عمیق را از منظر کارایی، پیچیدگی محاسباتی، قابلیت تفسیرپذیری و تناسب با مسئله‌های مختلف سیستم‌های انرژی تحلیل و مقایسه کند.
- عملکرد مدل‌های هوش مصنوعی را در کاربردهای مختلف انرژی (پیش‌بینی بار، مدیریت شبکه، تشخیص خطا، بهینه‌سازی بهره‌برداری) با استفاده از معیارهای کمی و کیفی مناسب ارزشیابی کند.
- چارچوب‌های یادگیری ماشین آگاه از فیزیک (Physics-Informed Machine Learning) را برای مسائل خاص سیستم‌های انرژی—که در آن‌ها قوانین فیزیکی حاکم بر شبکه نقش اساسی دارند—طراحی و پیاده‌سازی کند.
- رویکردهای هوش مصنوعی را با مدل‌سازی مبتنی بر اصول فیزیکی و بهینه‌سازی ریاضی برای حل مسائل مقیاس‌پذیر در سیستم‌های انرژی تلفیق نماید.
- سیستم‌های تصمیم‌یار هوشمند برای بهره‌برداری بلادرنگ از شبکه‌های انرژی شامل منابع تجدیدپذیر، ذخیره‌سازها و پاسخگویی تقاضا با استفاده از یادگیری تقویتی عمیق طراحی کند.
- مقالات پیشرو در حوزه هوش مصنوعی و انرژی را از نظر روش‌شناسی، اعتبارسنجی، تعمیم‌پذیری، تفسیرپذیری و نوآوری نقد علمی نماید.
- مسئله‌های پیچیده سیستم‌های انرژی شامل عدم‌قطعیت، مقیاس‌های زمانی چندگانه و ابعاد فضایی را با استفاده از روش‌های پیشرفته یادگیری ماشین (شامل یادگیری عمیق، یادگیری تقویتی و یادگیری فدرال) مدل‌سازی کند.
- شکاف‌های پژوهشی موجود در ادبیات هوش مصنوعی و سیستم‌های انرژی را شناسایی کرده و پروپوزال تحقیقاتی اصیل در این حوزه با قابلیت انتشار در مجلات معتبر تدوین نماید.

پ) سرفصل‌ها:

فصل ۱: مبانی و مفاهیم بنیادین هوش مصنوعی در انرژی

زیرسرفصل‌ها: تعریف و تاریخچه هوش مصنوعی؛ جایگاه هوش مصنوعی در سیستم‌های انرژی؛ مروری بر یادگیری ماشین، یادگیری عمیق و یادگیری تقویتی؛ چالش‌های کلیدی سیستم‌های انرژی مدرن (یکپارچه‌سازی منابع

تجدیدپذیر، ناپایداری شبکه، مدیریت تقاضا)؛ نقش هوش مصنوعی در گذار انرژی؛ هوش مصنوعی به‌عنوان فناوری هم‌منظوره؛ مصرف انرژی زیرساخت‌های هوش مصنوعی و پیامدهای آن برای صنعت برق

تعداد جلسات: ۲ جلسه	تعداد ساعات: ۴ ساعت	سطح دشواری: متوسط

مهم‌ترین مقالات مرجع:

International Energy Agency. (2025). Energy and AI. https://www.iea.org/reports/energy-and-ai
Rolnick, D., Donti, P. L., Kaack, L. H., et al. (2022). Tackling climate change with machine learning. ACM Computing Surveys, 55(2), 1–96. https://doi.org/10.1145/3485128

نرم‌افزارهای مرتبط: —

مطالعات موردی: تحلیل تأثیر رشد مراکز داده بر تقاضای برق؛ مقایسه مصرف انرژی مراکز داده سنتی و مجهز به هوش مصنوعی

شکاف‌های پژوهشی: ارزیابی اثرات زیستمحیطی کلان زیرساخت‌های هوش مصنوعی؛ طراحی الگوریتم‌های کم‌مصرف از نظر انرژی محاسباتی

فصل ۲: مبانی یادگیری ماشین (Machine Learning Fundamentals)

زیرسرفصل‌ها: مفاهیم پایه: داده، ویژگی، برچسب، آموزش، آزمون، بیش‌برازش (Overfitting) و کم‌برازش (Underfitting)؛ یادگیری نظارت‌شده (Supervised Learning): رگرسیون (خطی، چندجمله‌ای، Ridge، Lasso)، طبقه‌بندی (رگرسیون لجستیک، SVM، درخت تصمیم، جنگل تصادفی)؛ یادگیری بدون نظارت (Unsupervised Learning): خوشه‌بندی (K-Means، DBSCAN)، کاهش ابعاد (PCA، t-SNE)؛ ارزیابی مدل‌ها و اعتبارسنجی متقابل

تعداد جلسات: ۲ جلسه	تعداد ساعات: ۴ ساعت	سطح دشواری: متوسط

مهم‌ترین مقالات مرجع:

Chatterjee, S., Khan, P. W., & Byun, Y.-C. (2024). Recent advances and applications of machine learning in the variable renewable energy sector. Energy Reports, 12, 5044–5065. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2024.09.073

نرم‌افزارهای مرتبط: Python (Scikit-learn، Pandas، NumPy، Matplotlib)

مطالعات موردی: پیش‌بینی تقاضای انرژی با رگرسیون؛ دسته‌بندی الگوهای مصرف مشترکین با خوشه‌بندی

شکاف‌های پژوهشی: عملکرد ضعیف روش‌های کلاسیک در داده‌های با ابعاد بالا و نویزی؛ نیاز به روش‌های تفسیرپذیرتر

فصل ۳: پیش‌پردازش داده و مهندسی ویژگی در مجموعه‌داده‌های انرژی

زیرسرفصل‌ها: چالش‌های داده در بخش انرژی (حجم بالا، نویز، داده‌های گمشده، ناهمگونی)؛ پاکسازی داده (Data Cleaning)؛ نرمال‌سازی و استانداردسازی؛ مدیریت داده‌های گمشده (Imputation)؛ شناسایی و حذف داده‌های پرت (Outlier Detection)؛ انتخاب ویژگی (Feature Selection)؛ استخراج ویژگی (Feature Extraction)؛ مهندسی ویژگی مبتنی بر دانش حوزه (Domain-Knowledge Feature Engineering)؛ مجموعه‌داده‌های مرجع در حوزه انرژی (IEA، IRENA، ENTSO-E، OpenEI)

تعداد جلسات: ۱ جلسه	تعداد ساعات: ۲ ساعت	سطح دشواری: متوسط

مهم‌ترین مقالات مرجع: —

نرم‌افزارهای مرتبط: Python (Pandas، NumPy، Scikit-learn)

مطالعات موردی: آماده‌سازی داده‌های هواشناسی برای پیش‌بینی توان خورشیدی؛ پاکسازی داده‌های مصرف برق خانگی

شکاف‌های پژوهشی: کمبود روش‌های خودکار برای مهندسی ویژگی در داده‌های انرژی؛ چالش‌های حریم خصوصی در اشتراک‌گذاری داده

فصل ۴: پیش‌بینی در سیستم‌های انرژی (بار، تولید تجدیدپذیر و قیمت)

زیرسرفصل‌ها: پیش‌بینی بار کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت؛ پیش‌بینی تولید منابع تجدیدپذیر (باد و خورشید)؛ پیش‌بینی قیمت انرژی؛ روش‌های کلاسیک (ARIMA، رگرسیون) در مقابل روش‌های یادگیری عمیق (LSTM، GRU، Transformer)؛ پیش‌بینی ترکیبی (Ensemble)؛ پیش‌بینی مبتنی بر یادگیری انتقالی (Transfer Learning)؛ ارزیابی عدم‌قطعت در پیش‌بینی‌ها

تعداد جلسات: ۳ جلسه	تعداد ساعات: ۶ ساعت	سطح دشواری: بالا

مهم‌ترین مقالات مرجع:

Biswal, B., Deb, S., Datta, S., Ustun, T. S., & Cali, U. (2024). Review on smart grid load forecasting for smart energy management using machine learning and deep learning techniques. Energy Reports, 12, 3654–3670. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2024.09.056

Tsegaye, S., Sanjeevikumar, P., Tjernberg, L. B., & Fante, K. A. (2024). Short-term energy forecasting using deep neural networks: Prospects and challenges. The Journal of Engineering, 2024(11). https://doi.org/10.1049/tje2.12456

نرم‌افزارهای مرتبط: Python (TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn), MATLAB

مطالعات موردی: پیش‌بینی تولید باد در دانمارک با استفاده از Transformer؛ پیش‌بینی بار شبکه برق ایران با استفاده از LSTM

شکاف‌های پژوهشی: پیش‌بینی در مقیاس‌های بسیار کوتاه (ثانیه‌ای) برای کاربردهای کنترلی؛ پیش‌بینی توأم تولید و تقاضا با در نظر گرفتن همبستگی‌های فضایی-زمانی

فصل ۵: یادگیری عمیق در انرژی (Deep Learning in Energy)

زیرسرفصل‌ها: مبانی شبکه‌های عصبی (پرسپترون، تابع فعال‌سازی، پس‌انتشار خطا)؛ شبکه‌های عصبی کانولوشنال (CNN) و کاربرد در پردازش داده‌های تصویری و سری‌های زمانی؛ شبکه‌های عصبی تکراری (RNN)، LSTM، GRU و کاربرد در پیش‌بینی سری‌های زمانی انرژی؛ شبکه‌های مبتنی بر توجه (Attention) و ترنسفورمرها؛ شبکه‌های عصبی فیزیک‌آگاه (Physics-Informed Neural Networks - PINN) – مفاهیم بنیادی: معادلات دیفرانسیل، شرایط مرزی، تابع هزینه مبتنی بر باقیمانده فیزیکی

تعداد جلسات: ۳ جلسه	تعداد ساعات: ۶ ساعت	سطح دشواری: پیشرفته

مهم‌ترین مقالات مرجع:

Raissi, M., Perdikaris, P., & Karniadakis, G. E. (2019). Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations. Journal of Computational Physics, 378, 686–707. https://doi.org/10.1016/j.jcp.2018.10.045

Parsa, S. M. (2025). Physics-informed machine learning meets renewable energy systems: A review of advances, challenges, guidelines, and future outlooks. Applied Energy, 402(Part A), Article 126925. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2025.126925

نرم‌افزارهای مرتبط: Python (TensorFlow, Scikit-learn، PyTorch، Keras، DeepXDE)

مطالعات موردی: حل معادلات جریان توان با استفاده از PINNs؛ پیش‌بینی تولید توان خورشیدی با LSTM؛ تشخیص ناهنجاری در شبکه توزیع با CNN

شکاف‌های پژوهشی: مقیاس‌پذیری PINNs برای شبکه‌های بزرگ‌مقیاس؛ نیاز به تفسیرپذیری بیشتر مدل‌های عمیق؛ چالش‌های انتقال‌پذیری بین مجموعه‌داده‌های مختلف

فصل ۶: یادگیری تقویتی در مدیریت انرژی (Reinforcement Learning)

زیرسرفصل‌ها: مفاهیم بنیادی یادگیری تقویتی (عامل، محیط، پاداش، خط‌مشی)؛ روش‌های جدول‌بندی در مقابل روش‌های مبتنی بر تقریب تابع؛ یادگیری تقویتی عمیق (DQN، DDPG، PPO، SAC)؛ یادگیری تقویتی چندعاملی؛ کاربردها: مدیریت انرژی در ریزشبکه‌ها، پاسخگویی تقاضا، مدیریت شارژ خودروهای برقی، کنترل بهینه ذخیره‌سازها؛ چالش‌های پیاده‌سازی در دنیای واقعی

تعداد جلسات: ۳ جلسه	تعداد ساعات: ۶ ساعت	سطح دشواری: بسیار بالا

مهم‌ترین مقالات مرجع:

Palma, G., Guiducci, L., Stentati, M., Rizzo, A., & Paoletti, S. (2024). Reinforcement learning for energy community management: A European-scale study. Energies, 17(5), 1249. https://doi.org/10.3390/en17051249

Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement learning: An introduction (2nd ed.). MIT Press.

نرم‌افزارهای مرتبط: Python (Stable-Baselines3, RLlib, OpenAI Gym)

مطالعات موردی: مدیریت انرژی ریزشبکه با استفاده از یادگیری تقویتی عمیق؛ بهینه‌سازی پاسخگویی تقاضا در ساختمان‌های هوشمند

شکاف‌های پژوهشی: تضمین پایداری و قابلیت اطمینان خط‌مشی‌های یادگیری تقویتی؛ یادگیری تقویتی ایمن در سیستم‌های انرژی بحرانی

فصل ۷: یادگیری فدرال و حفظ حریم خصوصی (Federated Learning)

زیرسرفصل‌ها: انگیزه‌های استفاده از یادگیری فدرال در بخش انرژی (حریم خصوصی مصرف‌کنندگان، عدم تمرکز داده‌ها)؛ معماری یادگیری فدرال؛ روش‌های تجمیع (Federated Averaging)؛ کاربردها: پیش‌بینی غیرمتمرکز تولید و مصرف، تشخیص ناهنجاری در شبکه‌های توزیع، مدیریت انرژی توزیع‌شده؛ چالش‌های ارتباطی و ناهمگونی داده‌ها؛ یادگیری فدرال تقویتی

تعداد جلسات: ۲ جلسه	تعداد ساعات: ۴ ساعت	سطح دشواری: بالا

مهم‌ترین مقالات مرجع:

ElRobrini, F., Bukhari, S. M. S., Zafar, M. H., Al-Tawalbeh, N., Akhtar, N., & Sanfilippo, F. (2024). Federated learning and non-federated learning based power forecasting of photovoltaic/wind power energy systems: A systematic review. Energy and AI, 18, 100438. https://doi.org/10.1016/j.egyai.2024.100438

Du, Y., Mendes, N., Rasouli, S., & Mohammadi, J. (2024). Federated learning assisted distributed energy optimization. IET Renewable Power Generation, 18(14), 2524–2538. https://doi.org/10.1049/rpg2.13101

نرم‌افزارهای مرتبط: Python (TensorFlow Federated, PySyft, Flower)

مطالعات موردی: پیش‌بینی غیرمتمرکز تولید خورشیدی با استفاده از یادگیری فدرال؛ تشخیص ناهنجاری در شبکه توزیع با حفظ حریم خصوصی

شکاف‌های پژوهشی: یادگیری فدرال ناهمگن با داده‌های نامتوازن؛ مکانیزم‌های تشویقی برای مشارکت مشترکان در یادگیری فدرال

فصل ۸: دوقلوی دیجیتال و شبیه‌سازی هوشمند (Digital Twins)

زیرسرفصل‌ها: مفهوم دوقلوی دیجیتال در سیستم‌های انرژی؛ معماری دوقلوی دیجیتال: لایه داده، لایه مدل، لایه بصری‌سازی؛ نقش هوش مصنوعی در ایجاد و به‌روزرسانی دوقلوی دیجیتال؛ یادگیری ماشین برای مدل‌سازی جایگزین (Surrogate Modeling)؛ شبیه‌سازی سناریوهای نادر با استفاده از شبکه‌های زایا؛ کاربردها: آزمون پایداری مجازی، برنامه‌ریزی توسعه شبکه، مدیریت بحران

تعداد جلسات: ۲ جلسه	تعداد ساعات: ۴ ساعت	سطح دشواری: بالا

مهم‌ترین مقالات مرجع:

Gulyamov, S. (2024). Using AI to create digital twins of energy systems and conduct virtual stability tests. In 2024 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET). IEEE.
Shen, Z. (2024). Artificial intelligence and digital twins in power systems: Trends, synergies and opportunities. IEEE Access, 12. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3456789

نرم‌افزارهای مرتبط: Python, EnergyPlus, OpenDSS, DIgSILENT PowerFactory

مطالعات موردی: ایجاد دوقلوی دیجیتال از یک شبکه توزیع شهری؛ شبیه‌سازی سناریوهای قطعی با استفاده از دوقلوی دیجیتال

شکاف‌های پژوهشی: به‌روزرسانی بلادرنگ دوقلوی دیجیتال با داده‌های حسگر؛ یکپارچه‌سازی دوقلوی دیجیتال با سیستم‌های تصمیم‌یار

فصل ۹: تشخیص خطا، نگهداری پیش‌بینی‌کننده و امنیت سایبری

زیرسرفصل‌ها: تشخیص خطا در شبکه‌های انتقال و توزیع؛ پیش‌بینی خرابی تجهیزات (نگهداری پیش‌بینی‌کننده)؛ تشخیص ناهنجاری با استفاده از یادگیری عمیق؛ تشخیص نفوذ و امنیت سایبری شبکه‌های هوشمند؛ شبکه‌های عصبی کانولوشنی برای تحلیل شکل‌موج‌ها؛ شبکه‌های بازگشتی برای داده‌های سری‌زمانی؛ مقاوم‌سازی مدل‌ها در برابر حملات سایبری

تعداد جلسات: ۲ جلسه	تعداد ساعات: ۴ ساعت	سطح دشواری: بالا

مهم‌ترین مقالات مرجع:

Shahzad, U. (2024). Artificial neural network for transient stability assessment: A review. In 2024 29th International Conference on Automation and Computing (ICAC) (pp. 1–7). IEEE.
Zhang, Z., & Chen, J. (2024). Vulnerability of machine learning approaches applied in IoT-based smart grid: A review. IEEE Internet of Things Journal, 11(11), 18951–18975. https://doi.org/10.1109/JIOT.2024.3349381

نرم‌افزارهای مرتبط: Python (TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn)

مطالعات موردی: تشخیص خطای اتصال کوتاه در شبکه توزیع با استفاده از CNN؛ پیش‌بینی خرابی ترانسفورماتور با استفاده از LSTM

شکاف‌های پژوهشی: تشخیص خطا در شبکه‌های با داده‌های برچسب‌گذاری‌نشده؛ مقاوم‌سازی مدل‌های تشخیص خطا در برابر حملات سایبری

فصل ۱۰: تکنیک‌های بهینه‌سازی در انرژی

زیرسرفصل‌ها: طبقه‌بندی مسائل بهینه‌سازی (خطی، غیرخطی، محدب، غیرمحدب، پیوسته، گسسته)؛ بهینه‌سازی خطی (LP) و برنامه‌ریزی خطی اعداد صحیح (MILP)؛ الگوریتم‌های ژنتیک (GA) و کاربرد در بهینه‌سازی سیستم‌های انرژی؛ بهینه‌سازی ازدحام ذرات (PSO)؛ بهینه‌سازی چندهدفه؛ تحلیل نتایج بهینه‌سازی و انتخاب معیار شایستگی (Figure of Merit)؛ بهینه‌سازی همزمان تولید و ذخیره‌سازی

تعداد جلسات: ۲ جلسه	تعداد ساعات: ۴ ساعت	سطح دشواری: پیشرفته

مهم‌ترین مقالات مرجع:

Li, J.-P., Polovina, N., & Konur, S. (2026). A review of AI-driven engineering modelling and optimization: Methodologies, applications and future directions. Algorithms, 19(2), Article 93. https://doi.org/10.3390/a19020093

نرم‌افزارهای مرتبط: Python (Pyomo، DEAP، SciPy)، GAMS، MATLAB

مطالعات موردی: بهینه‌سازی تخصیص توان در ریزشبکه با الگوریتم ژنتیک؛ بهینه‌سازی برنامه‌ریزی تولید با MILP

شکاف‌های پژوهشی: کارایی پایین الگوریتم‌های فراابتکاری در مسائل با ابعاد بالا؛ نیاز به روش‌های ترکیبی (هیبرید) برای افزایش سرعت همگرایی

فصل ۱۱: هوش مصنوعی در بازارهای انرژی و اقتصاد انرژی

زیرسرفصل‌ها: پیش‌بینی قیمت برق در بازارهای روز-پیش و درون‌روز؛ مدل‌سازی رفتار عوامل بازار؛ کشف و تحلیل قدرت بازار با استفاده از یادگیری ماشین؛ طراحی مکانیزم‌های مزایده هوشمند؛ بهینه‌سازی پرتفوی در بازارهای انرژی؛ پیش‌بینی قیمت کربن

تعداد جلسات: ۲ جلسه	تعداد ساعات: ۴ ساعت	سطح دشواری: بالا

مهم‌ترین مقالات مرجع:

Weron, R. (2014). Electricity price forecasting: A review of the state-of-the-art with a look into the future. International Journal of Forecasting, 30(4), 1030–1081. https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2014.08.008

Andrei, A.-V., Velev, G., Toma, F.-M., Pele, D. T., & Lessmann, S. (2024). Energy price modelling: A comparative evaluation of four generations of forecasting methods. arXiv. https://arxiv.org/abs/2411.03372

نرم‌افزارهای مرتبط: Python (Pandas, Scikit-learn, PyTorch), GAMS

مطالعات موردی: پیش‌بینی قیمت برق در بازار اروپا (EPEX)؛ تحلیل رفتار راهبردی تولیدکنندگان در بازار برق

شکاف‌های پژوهشی: مدل‌سازی بازارهای انرژی با حضور عوامل هوشمند؛ طراحی بازارهای مقاوم در برابر دستکاری با استفاده از هوش مصنوعی

فصل ۱۲: موضوعات نوظهور، ملاحظات اخلاقی و آینده هوش مصنوعی در انرژی

زیرسرفصل‌ها: مدل‌های بنیادین (Foundation Models) در سیستم‌های انرژی؛ هوش مصنوعی مولد (Generative AI) برای طراحی و بهینه‌سازی سیستم‌های انرژی؛ عامل‌های هوشمند (AI Agents) در مدیریت شبکه؛ اینترنت انرژی (Internet of Energy) و محاسبات لبه‌ای (Edge Computing)؛ هوش مصنوعی در سیستم‌های انرژی یکپارچه (هیدروژن، چندحامله)؛ هوش مصنوعی در شهرهای هوشمند؛ چالش‌های اخلاقی و نظارتی (حریم خصوصی، عدالت الگوریتمی، شفافیت، پاسخ‌گویی)؛ هوش مصنوعی قابل تفسیر (XAI) در سیستم‌های انرژی؛ هوش مصنوعی کوانتومی (QAI)

تعداد جلسات: ۳ جلسه	تعداد ساعات: ۶ ساعت	سطح دشواری: بالا

مهم‌ترین مقالات مرجع:

Mullanu, S., Chua, C., Molnar, A., & Yavari, A. (2024). Artificial intelligence for hydrogen-enabled integrated energy systems: A systematic review. International Journal of Hydrogen Energy, 141, 283–303. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.08.013

Camacho, J. de J., Aguirre, B., Ponce, P., Anthony, B., & Molina, A. (2024). Leveraging artificial intelligence to bolster the energy sector in smart cities: A literature review. Energies, 17(2), 353. https://doi.org/10.3390/en17020353

International Renewable Energy Agency. (2025). Digitalisation and AI for power system transformation: Perspectives for the G7. https://www.irena.org/Publications/2025/Oct/Digitalisation-and-AI-for-power-system-transformation

نرم‌افزارهای مرتبط: Python, TensorFlow, PyTorch

مطالعات موردی: کاربرد مدل‌های زبانی بزرگ در مدیریت شبکه؛ عامل‌های هوشمند در بازارهای انرژی غیرمتمرکز؛ چارچوب اخلاقی AI در اتحادیه اروپا (EU AI Act)

شکاف‌های پژوهشی: طراحی معماری‌های هوش مصنوعی مقیاس‌پذیر برای سیستم‌های انرژی بزرگ‌مقیاس؛ چارچوب‌های نظارتی و اخلاقی برای استقرار هوش مصنوعی در بخش انرژی؛ کمبود چارچوب‌های نظارتی و استانداردهای بین‌المللی

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

- (: دانشجویان با مسائل واقعی سیستم‌های انرژی (مانند پیش‌بینی تولید خورشیدی، مدیریت ریزشبکه، تشخیص خطا) مواجه شده و در گروه‌های کوچک به جستجوی راه‌حل با استفاده از هوش مصنوعی می‌پردازند. این روش برای دوره دکتری ضروری است زیرا دانشجویان را با پیچیدگی‌های دنیای واقعی مواجه کرده و توانایی حل مسئله در شرایط عدم‌قطعت را پرورش می‌دهد.
- Project-Based Learning: هر دانشجو یک پروژه تحقیقاتی در طول ترم انجام می‌دهد که شامل طراحی و پیاده‌سازی یک راه‌حل هوش مصنوعی برای یک مسئله مشخص در سیستم‌های انرژی است. خروجی نهایی یک مقاله علمی قابل ارسال به مجله است.
- Flipped Classroom: دانشجویان مواد خواندنی و ویدئوهای آموزشی را قبل از کلاس مطالعه کرده و زمان کلاس به بحث، کارگاه و حل مسئله اختصاص می‌یابد. این روش برای دوره‌های دکتری بسیار مؤثر است زیرا زمان ارزشمند کلاس را به تعامل عمیق اختصاص می‌دهد.
- Case Study: تحلیل عمیق موارد واقعی از کاربرد هوش مصنوعی در سیستم‌های انرژی (پروژه‌های شبکه هوشمند، پیش‌بینی تولید، مدیریت ریزشبکه و غیره) که پل ارتباطی میان تئوری و عمل هستند.
- Research Seminar جلسات منظم ارائه پژوهش‌های دانشجویان با حضور اساتید و پژوهشگران مهمان که دانشجویان را با فرایند ارائه و دفاع از پژوهش در محافل علمی آشنا می‌سازد.
- Journal Club: دانشجویان به نوبت مقالات معتبر حوزه هوش مصنوعی و انرژی را انتخاب، ارائه و نقد می‌کنند که مهارت «نقد علمی» را پرورش می‌دهد.
- Paper Critique: دانشجویان مقالات را از منظر روش‌شناسی، اعتبارسنجی، تعمیم‌پذیری و تفسیرپذیری نقد می‌کنند.
- Computational Workshop: کارگاه‌های عملی با استفاده از Python، TensorFlow، PyTorch و سایر کتابخانه‌ها برای پیاده‌سازی مدل‌های هوش مصنوعی که مهارت‌های برنامه‌نویسی و پیاده‌سازی دانشجویان را تقویت می‌کند.
- Team-Based Learning (TBL): فعالیت‌های گروهی شامل حل مسائل، پیاده‌سازی مدل‌ها و ارائه‌های جمعی که دانشجویان را برای کار در محیط‌های چندرشته‌ای آماده می‌سازد.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Kayakutlu, G., & Kayalica, M. Ö. (Eds.). (2023). Decision Making Using AI in Energy and Sustainability: Methods and Models for Policy and Practice. Springer International Publishing.
2. Dubey, M. K., Padmanaban, S., Tripathi, S. L., & Rishiwal, V. (Eds.). (2021). Introduction to AI Techniques for Renewable Energy System. CRC Press.
3. Ghosh, A., Mendis, N., Shaw, R. N., & Mekhilef, S. (Eds.). (2021). AI and IOT in Renewable Energy. Springer Nature Singapore.

4. Vyas, A. K., Dhiman, H. S., Hiran, K. K., & Balamurugan, S. (Eds.). (2022). Artificial Intelligence for Renewable Energy Systems. Wiley

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: سیستمهای انرژی در ساختمان			
عنوان درس به انگلیسی:	Energy Systems in Buildings	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ نظری	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

امروزه طراحی و مدلسازی سیستم های انرژی ساختمان های مسکونی، اداری، تجاری، درمانی، آموزشی و صنعتی از مهمترین مباحث مطرح در سیستم های انرژی می باشد. هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مبانی تحلیل سیستمی انرژی در ساختمان و اصول اولیه طراحی ان سیستم ها می باشد. همچنین دانشجویان با انواع فناوری های نوین ساختمان های مصرف انرژی صفر و پایدار آشنا می شوند.

اهداف ویژه:

- بهینه‌سازی کارایی انرژی و کاهش تلفات در ساختمان
- یجاد یک رویکرد چندرشته‌ای به تأمین و مصرف انرژی در ساختمان‌ها
- در نظر گرفتن ساختمان، تأسیسات و سیستم‌های انرژی به عنوان یک کل یکپارچه
- ارزیابی راه‌حل‌های پایدار برای گرمایش و سرمایش ساختمان‌ها

پ) سرفصل‌ها:

- آشنایی با مصارف عمده انرژی در بخش مسکونی، اداری و تجاری
- بررسی مصرف انرژی در بخش ساختمان در ایران و جهان
- طبقه بندی انواع اقلیم و ساختمان
- شرایط آسایش و سلامتی در ساختمان
- انواع سیستم های سرمایش و گرمایش در ساختمانها
- انواع سیستم های تهویه مطبوع
- اصول طراحی سیستم های مصرف صفر انرژی در ساختمان
- اصول طراحی ساختمان های سبز
- هوشمند سازی انرژی در ساختمان
- تحلیل اقتصادی ساختمانهای سبز و صفر انرژی
- بررسی و تحلیل نقش بخش ساختمان در کاهش انتشار آلاینده ها

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Lee, ShH. (2009). Sustainability in Energy and Buildings. Springer.
2. Mardiana Idayu, A. Mazran, I Saffa, R. (2016). Renewable Energy and Sustainable Technologies for Building and Environmental Applications. Springer.
3. Voss K. , Musall, E. (2012). Net zero energy buildings. ENoB.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: امنیت انرژی			
عنوان درس به انگلیسی:	Energy Security	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با تعریف امنیت و پایداری انرژی و مفاهیم اصلی آن سیستم انرژی از منظر مستقیم و غیرمستقیم.

اهداف ویژه:

دانشجو بر اساس طبقه‌بندی بلوم (Bloom's Taxonomy) در پایان این درس قادر خواهد بود:

- ابعاد چندگانه امنیت انرژی (در دسترس بودن، مقرون‌به‌صرفه بودن، قابلیت اطمینان، پایداری، تاب‌آوری) را در بسترهای جغرافیایی، نهادی و ژئوپلیتیک متفاوت تحلیل کرده و تمایزات و اشتراکات آن‌ها را با مفاهیم پایداری و تاب‌آوری تشخیص دهد.
- شاخص‌های امنیت انرژی و روش‌های سنجش آن را از منظر جامعیت، قابلیت مقایسه و کاربرد در سیاست‌گذاری ارزشیابی کند.
- چارچوب‌های تحلیلی نوآورانه برای ارزیابی امنیت انرژی در شرایط عدم‌قطعت ژئوپلیتیک و گذار انرژی طراحی و تدوین نماید.
- رویکردهای اقتصاد سیاسی، روابط بین‌الملل، حقوق انرژی و مهندسی سیستم‌های انرژی را در تحلیل مسائل امنیت انرژی تلفیق کند.
- راهبردهای متنوع‌سازی تأمین انرژی، کاهش وابستگی، و افزایش تاب‌آوری سیستم‌های انرژی را برای کشورهای مختلف (صادرکننده، واردکننده و ترانزیت‌کننده انرژی) طراحی کند.
- اسناد سیاستی و راهبردهای امنیت انرژی را از منظر مبانی نظری، شواهد تجربی و پیامدهای عملی نقد علمی نماید.
- تعاملات ژئوپلیتیک، اقتصادی و فناورانه مؤثر بر امنیت انرژی را با استفاده از روش‌های کمی و کیفی مدل‌سازی کند.
- شکاف‌های پژوهشی موجود در ادبیات امنیت انرژی را شناسایی کرده و مقاله‌ای علمی اصیل در این حوزه با قابلیت انتشار در مجلات معتبر تدوین نماید.

پ) سرفصل‌ها:

فصل ۱: مبانی و مفاهیم بنیادین امنیت انرژی

زیرسرفصل‌ها: تعریف و سیر تحول مفهوم امنیت انرژی؛ از بحران نفتی ۱۹۷۳ تا رویکردهای معاصر؛ ابعاد چندگانه امنیت انرژی (در دسترس بودن، مقرون‌به‌صرفه بودن، قابلیت اطمینان، پایداری، تاب‌آوری)؛ سه‌گانه انرژی (امنیت، عدالت، پایداری)؛ تفکیک امنیت انرژی از مفاهیم مرتبط (استقلال انرژی، خودکفایی، تاب‌آوری)؛ چارچوب‌های نظری: رئالیسم، نئولیبرالیسم، وابستگی متقابل پیچیده، سازه‌انگاری؛ امنیت انرژی به‌عنوان یک مسئله چندبعدی و بین‌رشته‌ای

تعداد جلسات: ۲ جلسه	تعداد ساعات: ۶ ساعت	سطح دشواری: متوسط

مهم‌ترین مقالات مرجع:

Aisyah, N., Sasongko, N. A., Nasruddin, & Ariyadi, H. M. (2024). Development of energy security definition and indexes for sustainable future: A systematic literature review. Journal of Physics: Conference Series, 2828(1), Article 012002. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2828/1/012002

Cherp, A., & Jewell, J. (2014). The concept of energy security: Beyond the four As. Energy Policy, 75, 415–421. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.09.005

Energy security: A conceptual overview. (2023). Energies, 16(13), Article 5042. https://doi.org/10.3390/en16135042

مطالعات موردی: تحول مفهوم امنیت انرژی در اسناد سیاستی اتحادیه اروپا از دهه ۱۹۷۰ تا امروز؛ بحران انرژی اروپا ۲۰۲۲؛ مقایسه تعاریف امنیت انرژی در کشورهای صادرکننده و واردکننده

شکاف‌های پژوهشی: فقدان چارچوب‌های نظری بومی‌شده برای امنیت انرژی در کشورهای درحال‌توسعه؛ کمبود پژوهش درباره ابعاد اجتماعی و عدالت‌محور امنیت انرژی

فصل ۲: ابعاد ژئوپلیتیک امنیت انرژی

زیرسرفصل‌ها: تعریف ژئوپلیتیک انرژی و تاریخچه پژوهش‌های آن؛ ژئوپلیتیک منابع انرژی: نفت، گاز، زغال‌سنگ و اورانیوم؛ ژئوپلیتیک خطوط لوله و کریدورهای انرژی؛ کشورهای صادرکننده، واردکننده و ترانزیت‌کننده؛ نقش تنگه‌های راهبردی (هرمز، مالاکا، بسفر)؛ ژئوپلیتیک انرژی‌های تجدیدپذیر و مواد معدنی حیاتی؛ همگرایی و واگرایی منافع امنیت انرژی در سطوح ملی و منطقه‌ای؛ نقش دولت‌های تولیدکننده، مصرف‌کننده و ترانزیت

تعداد جلسات: ۳ جلسه	تعداد ساعات: ۹ ساعت	سطح دشواری: بالا

مهم‌ترین مقالات مرجع:

Wang, Q., Ren, F., & Li, R. (2024). Geopolitics and energy security: A comprehensive exploration of evolution, collaborations, and future directions. Humanities and Social Sciences Communications, 11, Article 1071. https://doi.org/10.1057/s41599-024-03507

Ibekwe, K. I., Etukudoh, E. A., Nwokediegwu, Z. Q. S., Umoh, A. A., Adefemi, A., & Ilojianya, V. I. (2024). Energy security in the global context: A comprehensive review of geopolitical dynamics and policies. Engineering Science & Technology Journal.

Kivimaa, P. (2024). Energy security and geopolitics of energy transition. In Security in sustainable energy transitions: Interplay between energy, security, and defence policies in Estonia, Finland, Norway, and Scotland (pp. 51–74). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009368155

International Renewable Energy Agency. (2024). Geopolitics of the energy transition: Energy security. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Apr/IRENA_Geopolitics_transition_energy_security_2024.pdf

نرم‌افزارهای مرتبط: Python (تحلیل داده‌های تجارت انرژی با NetworkX)، GIS (QGIS برای نقشه‌سازی ژئوپلیتیک)، Gephi (تحلیل شبکه)

مطالعات موردی: ژئوپلیتیک گاز روسیه و اروپا پس از جنگ اوکراین؛ نقش تنگه هرمز در امنیت انرژی جهانی؛ ژئوپلیتیک مواد معدنی حیاتی و تسلط چین بر زنجیره‌های تأمین؛ رقابت ژئوپلیتیک در دریای جنوبی چین

شکاف‌های پژوهشی: تأثیر تغییرات اقلیمی بر ژئوپلیتیک انرژی؛ ژئوپلیتیک هیدروژن و فناوری‌های نوین انرژی؛ نقش بازیگران غیردولتی در ژئوپلیتیک انرژی

فصل ۳: سطوح بررسی امنیت انرژی

زیرسرفصل‌ها: سطوح تحلیل امنیت انرژی: جهانی، منطقه‌ای، ملی و محلی؛ ابعاد داخلی و خارجی امنیت انرژی؛ امنیت انرژی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه؛ رویکردهای امنیت انرژی در سطوح مختلف؛ هماهنگی سیاست‌های امنیت انرژی در سطوح مختلف

تعداد جلسات: ۱ جلسه	تعداد ساعات: ۳ ساعت	سطح دشواری: متوسط

مهم‌ترین مقالات مرجع:

Kivimaa, P. (2024). Energy security and geopolitics of energy transition. In Security in sustainable energy transitions: Interplay between energy, security, and defence policies in Estonia, Finland, Norway, and Scotland (pp. 51–74). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009368155 - Chapter 3.

مطالعات موردی: امنیت انرژی در اتحادیه اروپا (رویکرد چندسطحی)؛ امنیت انرژی در ایران؛ امنیت انرژی در کشورهای جنوب صحرای آفریقا

شکاف‌های پژوهشی: کمبود پژوهش درباره سنجش تطبیقی امنیت انرژی در سطوح مختلف

فصل ۴: شاخص‌ها و روش‌های سنجش امنیت انرژی

زیرسرفصل‌ها: ضرورت سنجش امنیت انرژی؛ شاخص‌های کلیدی: نسبت وابستگی به واردات، شاخص هرفیندال-هیرشمن (HHI) تنوع تأمین، شاخص شدت انرژی، شاخص قیمت انرژی، شاخص قابلیت اطمینان شبکه؛ روش‌های ترکیبی و شاخص‌های چندبعدی؛ چالش‌های اندازه‌گیری (دسترسی به داده، وزن‌دهی، مقایسه‌پذیری)؛ مطالعه موردی: شاخص امنیت انرژی IEA و شاخص‌های ملی

تعداد جلسات: ۲ جلسه	تعداد ساعات: ۶ ساعت	سطح دشواری: بالا

مهم‌ترین مقالات مرجع:

Karpavicius, T., Balezentis, T., & Streimikiene, D. (2024). Energy security indicators for sustainable energy development: Application to electricity sector in the context of state economic decisions. Sustainable Development, 33(1), 1381–1400. https://doi.org/10.1002/sd.3190

Aisyah, N., Sasongko, N. A., Nasruddin, & Ariyadi, H. M. (2024). Development of energy security definition and indexes for sustainable future: A systematic literature review. Journal of Physics: Conference Series, 2828(1), Article 012002. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2828/1/012002

نرم‌افزارهای مرتبط: Python (Pandas, NumPy, Matplotlib, Scikit-learn)، Excel، R

مطالعات موردی: محاسبه شاخص امنیت انرژی برای کشورهای اروپایی؛ تحلیل تطبیقی شاخص‌های امنیت انرژی در کشورهای خاورمیانه

شکاف‌های پژوهشی: طراحی شاخص‌های امنیت انرژی برای سیستم‌های با سهم بالای انرژی تجدیدپذیر؛ یکپارچه‌سازی ابعاد کیفی (عدالت، حکمرانی) در شاخص‌های کمی

فصل ۵: اقتصاد تقاضا و تأمین انرژی

زیرسرفصل‌ها: اقتصاد تقاضای انرژی و عوامل مؤثر بر آن (قیمت، درآمد، جمعیت، تکنولوژی، اقلیم)؛ اقتصاد تأمین انرژی: هزینه‌های اکتشاف، توسعه، تولید، حمل‌ونقل و ذخیره‌سازی؛ کشش‌های قیمتی و درآمدی تقاضای انرژی؛ رابطه امنیت انرژی و قیمت‌های انرژی؛ نقش یارانه‌ها و مالیات‌ها بر امنیت انرژی

تعداد جلسات: ۱ جلسه	تعداد ساعات: ۳ ساعت	سطح دشواری: پیشرفته

مهم‌ترین مقالات مرجع:

Bhattacharyya, S. C. (2020). Energy economics: Concepts, issues, markets and governance (2nd ed.). Springer. - Chapters 4-5, 9-10.

نرم‌افزارهای مرتبط: Python (Pandas, Statsmodels)

مطالعات موردی: تحلیل کشش‌های تقاضای انرژی در ایران؛ تأثیر قیمت‌گذاری انرژی بر امنیت تأمین

شکاف‌های پژوهشی: کمبود پژوهش درباره تأثیر تغییرات قیمت انرژی بر امنیت انرژی در کشورهای در حال توسعه

فصل ۶: امنیت انرژی و بازارهای جهانی انرژی

زیرسرفصل‌ها: ساختار بازار جهانی نفت؛ نقش اوپک و اوپک‌پلاس در امنیت عرضه؛ قیمت‌گذاری نفت و عوامل مؤثر بر آن؛ بازار جهانی گاز طبیعی و قراردادهای بلندمدت؛ تأثیر ژئوپلیتیک بر بازارهای نفت و گاز؛ نوسانات قیمت و پیامدهای آن بر امنیت انرژی؛ نقش LNG در امنیت تأمین گاز؛ نهادهای بین‌المللی و حکمرانی بازار انرژی (IEA, OPEC, GECF)؛ مکانیزم‌های پاسخ به بحران‌های عرضه (ذخایر راهبردی، هماهنگی بین‌المللی)

تعداد جلسات: ۲ جلسه	تعداد ساعات: ۶ ساعت	سطح دشواری: بالا

مهم‌ترین مقالات مرجع:

International Energy Agency. (2025). World Energy Outlook 2025. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2025

Khan, K., Khurshid, A., & Cifuentes-Faura, J. (2023). Energy security analysis in a geopolitically volatile world: A causal study. Resources Policy, 83, Article 103673. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103673

International Energy Agency. (2024). Global Gas Security Review 2024. https://www.iea.org/reports/global-gas-security-review-2024

نرم‌افزارهای مرتبط: Python, R, EViews

مطالعات موردی: تحلیل شوک‌های قیمتی نفت در دهه اخیر؛ تأثیر جنگ روسیه–اوکراین بر بازارهای گاز اروپا؛ ذخایر راهبردی نفت IEA

شکاف‌های پژوهشی: تأثیر گذار انرژی بر ساختار بازارهای جهانی انرژی؛ طراحی بازارهای مقاوم در برابر شوک‌های ژئوپلیتیک؛ آینده بازارهای نفت و گاز در سناریوهای مختلف گذار انرژی

فصل ۷: استراتژی‌های تأمین امنیت انرژی (مستقیم و غیرمستقیم)

زیرسرفصل‌ها: استراتژی‌های مستقیم: تنوع منابع (Diversification of Sources)، تنوع تأمین‌کنندگان (Diversification of Suppliers)، ایمنی حمل‌ونقل و زیرساخت‌ها، ذخایر راهبردی نفت و گاز، زیرساخت‌های ذخیره‌سازی، امنیت فیزیکی تأسیسات انرژی؛ استراتژی‌های غیرمستقیم: کارایی انرژی و مدیریت تقاضا، توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش وابستگی، دیپلماسی انرژی و همکاری‌های منطقه‌ای، یکپارچه‌سازی بازارهای انرژی منطقه‌ای، تنوع‌بخشی به سبد صادرات و واردات انرژی، اقتصاد چرخشی و بازیابی منابع؛ مدیریت ریسک در زنجیره تأمین انرژی

تعداد جلسات: ۲ جلسه	تعداد ساعات: ۶ ساعت	سطح دشواری: پیشرفته

مهم‌ترین مقالات مرجع:

Kim, J., Jaumotte, F., Panton, A. J., & Schwerhoff, G. (2025). Energy security and the green transition. Energy Policy, 198, 114409. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.114409

International Energy Agency. (2024). World Energy Outlook 2024. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024 - بخش امنیت انرژی

نرم‌افزارهای مرتبط: Python (تحلیل شبکه، بهینه‌سازی با Pyomo)

مطالعات موردی: ذخایر راهبردی نفت IEA؛ استراتژی تنوع‌بخشی گاز اروپا پس از بحران ۲۰۲۲؛ نقش انرژی‌های تجدیدپذیر در امنیت انرژی آلمان (Energiewende)؛ دیپلماسی انرژی چین در خاورمیانه

شکاف‌های پژوهشی: کمبود پژوهش درباره بهینه‌سازی اندازه ذخایر راهبردی در شرایط عدم‌اطمینان؛ کمبود مدل‌های کمّی برای ارزیابی ریسک ژئوپلیتیکی زنجیره تأمین انرژی

فصل ۸: امنیت انرژی در عصر گذار انرژی و ظهور منابع جدید

زیرسرفصل‌ها: چالش‌های امنیت انرژی در سیستم‌های با سهم بالای انرژی تجدیدپذیر (ناپایداری تولید، ذخیره‌سازی، نیاز به انعطاف‌پذیری)؛ امنیت زنجیره‌های تأمین مواد معدنی حیاتی برای فناوری‌های کم‌کربن (لیتیوم، کبالت، نیکل، خاک‌های کمیاب)؛ تمرکز جغرافیایی منابع و ریسک‌های ژئوپلیتیکی؛ امنیت انرژی و یکپارچه‌سازی خودروهای برقی؛ ریسک‌های امنیت سایبری در شبکه‌های هوشمند؛ امنیت انرژی در سیستم‌های مبتنی بر هیدروژن؛ وابستگی متقابل جدید در زنجیره‌های تأمین فناوری‌های انرژی؛ یکپارچه‌سازی بخش‌های انرژی

تعداد جلسات: ۳ جلسه	تعداد ساعات: ۹ ساعت	سطح دشواری: بالا

مهم‌ترین مقالات مرجع:

International Energy Agency. (2025). World Energy Outlook 2025. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2025

TST Editorial Team. (2025, October 5). Energy security, renewables, and AI: Navigating the future of power. Khaleej Times. https://www.khaleejtimes.com/business/energy/energy-security-renewables-and-ai-navigating-the-future-of-power

مطالعات موردی: سناریوهای CPS، STEPS و NZE در WEO 2025؛ تأثیر رشد هوش مصنوعی بر تقاضای برق و امنیت انرژی

شکاف‌های پژوهشی: طراحی سناریوهای امنیت انرژی در افق ۲۰۵۰ برای ایران؛ تأثیر فناوری‌های نوین بر ساختار ریسک‌های امنیت انرژی

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

- دانشجویان با مسائل واقعی امنیت انرژی مانند مدیریت بحران عرضه، طراحی راهبرد تنوع‌بندی، واکنش به شوک ژئوپلیتیک، حمله سایبری به زیرساخت) مواجه شده و در گروه‌های کوچک به جستجوی راه‌حل می‌پردازند. این روش برای دوره دکتری ضروری است زیرا دانشجویان را با پیچیدگی‌های دنیای واقعی مواجه کرده و توانایی حل مسئله در شرایط عدم‌قطعت ژئوپلیتیک را پرورش می‌دهد.
- Project-Based Learning: هر دانشجو یک پروژه تحقیقاتی در طول ترم انجام می‌دهد که شامل تحلیل یک مسئله خاص امنیت انرژی و ارائه راه‌کارهای سیاستی با خروجی مقاله علمی قابل انتشار است. پروژه ترم به دانشجویان اجازه می‌دهد تا دانش نظری را در یک حوزه انتخابی خود به کار گیرند و خروجی ملموس (مقاله) تولید کنند که قابلیت انتشار دارد.
- Flipped Classroom: دانشجویان مواد خواندنی و ویدئوهای آموزشی را قبل از کلاس مطالعه کرده و زمان کلاس به بحث، تحلیل و کارگاه اختصاص می‌یابد. کلاس معکوس برای دوره‌های دکتری بسیار مؤثر است زیرا زمان ارزشمند کلاس را به جای انتقال محتوای پایه، به تعامل عمیق، نقد و تبادل نظر اختصاص می‌دهد.
- Case Study: تحلیل عمیق موارد واقعی از بحران‌ها، سیاست‌ها و راهبردهای امنیت انرژی در کشورهای مختلف. مطالعات موردی پل ارتباطی میان تئوری و عمل هستند و به دانشجویان نشان می‌دهند که مفاهیم انتزاعی امنیت انرژی چگونه در بسترهای جغرافیایی و نهادی متفاوت تحقق می‌یابند.
- Research Seminar: جلسات منظم ارائه پژوهش‌های دانشجویان با حضور اساتید و پژوهشگران مهمان. سمینار پژوهشی، دانشجویان را با فرایند ارائه و دفاع از پژوهش در محافل علمی آشنا کرده و مهارت‌های ارتباطی و نقادی آن‌ها را تقویت می‌کند.
- Journal Club: دانشجویان به نوبت مقالات معتبر حوزه امنیت انرژی را انتخاب، ارائه و نقد می‌کنند. Journal Club مهارت «نقد علمی» را پرورش می‌دهد—مهارتی که در تمام مراحل پژوهش دکتری از طراحی تا انتشار کاربرد دارد.
- Paper Critique: دانشجویان مقالات یا اسناد سیاستی را از منظر روش‌شناسی، استدلال‌پردازی و شواهد تجربی نقد می‌کنند. نقد مقاله، دانشجویان را به سطح بالایی از درک و تحلیل می‌رساند و آن‌ها را برای داوری مقالات و ارزیابی طرح‌های پژوهشی در آینده آماده می‌سازد.
- Computational Workshop: کارگاه‌های عملی با استفاده از Python، GIS و نرم‌افزارهای تحلیل شبکه برای محاسبه شاخص‌های امنیت انرژی، تحلیل داده‌های ژئوپلیتیک، تحلیل ریسک و بهینه‌سازی تنوع‌بخشی. کارگاه‌های محاسباتی، شکاف میان تحلیل‌های کیفی و کمی را پر کرده و به دانشجویان امکان می‌دهد تا مفروضات نظری را با داده‌های واقعی آزمون کنند.

- Team-Based Learning: فعالیت‌های گروهی شامل حل مسائل، تحلیل موارد و ارائه‌های جمعی. امنیت انرژی ذاتاً میان‌رشته‌ای و مشارکتی است؛ یادگیری تیمی، دانشجویان را برای کار در محیط‌های چندرشته‌ای—چه در دانشگاه و چه در نهادهای سیاستی و امنیتی—آماده می‌سازد.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Muler-Kraenner, S. (2008). Energy Security. London. Earthscan.
2. Yergin, D. (2012). The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World, Penguin Books.
3. Bohi, DR. Maichael, TA. (1996). The Economics of Energy Security. MA. Noewel.
4. Luft, G. Korin, A. (2009). Energy Security Challenges for the 21st Century: A Reference Handbook. ABC-CLIO.
5. Pascual, C. Elkind, J. (2010). Energy Security: Economics, Politics, Strategies and Implications. Brookings Institution Press.
6. GEA Writing Team. (2012). Global Energy Assessment: Toward a Sustainable Future. Cambridge University Press.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: قوانین ملی و بین المللی انرژی				
عنوان درس به انگلیسی:	National and International Energy Law		نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:			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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با قوانین ملی و بین المللی انرژی برای تصمیم گیری و برنامه ریزی مطلوب در تولید و مصرف انرژی

اهداف ویژه:

- درک نظام حقوقی انرژی
- توانایی تحلیل و ارزیابی مسائل حقوقی مرتبط با انرژی در سطح ملی و بین‌المللی
- تسلط بر اصول تفسیر قوانین و مقررات حوزه انرژی

پ) سرفصل‌ها:

- مفاهیم قانون، آیین نامه، ضوابط، دستورالعمل، طرح، لایحه، کمیسیون، کمیته، کارگروه، تفاهم نامه، قرارداد، کنوانسیون و پیمان‌نامه.
- مقدمه‌ای بر قوانین ملی و بین المللی انرژی و اصول حقوقی آن.
- اصول قوانین انرژی در ایران.
- قوانین بین‌المللی انرژی.
- نهادهای قانونگذاری و سیاستگذار در بخش انرژی کشور.
- الگوهای نظارت جهانی بر تولید و مصرف انرژی.
- سازمان ملل، اصول معاهدات و کنوانسیون‌های جهانی، معاهدات بین المللی مرتبط با انرژی.
- اصول و قواعد عضویت کشورها و ایران در آژانس‌های بین المللی.
- اصول حل مناقشات بین المللی انرژی.
- سیاستگزاری در توسعه منابع انرژی.
- قوانین ملی و بین المللی تولید و صادرات انرژی.
- سیر تحول قوانین انرژی در برنامه‌های پنج ساله توسعه کشور.
- قوانین انرژی در بخش ساختمان.
- قوانین ملی و بین المللی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر.
- آئین نامه‌های بین المللی برای مدیریت انرژی‌های نو و تجدیدپذیر.
- سازمان‌های ملی و بین المللی سیاست گذاری انرژی.
- تعهدات ملی بخش انرژی در برابر کنوانسیون‌های محیط زیستی

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

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایانی	۰درصد
پروژه	۶۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- قوانین انرژی در برنامه های توسعه کشور ایران مصوب مجلس شورای اسلامی

۲- رامین رحیمیان، قوانین انرژی ایالت واشنگتن: قواعد ارزیابی قوانین انرژی در بخش غیرمسکونی، ۱۳۸۲، سازمان‌بهینه‌سازی‌مصرف‌سوخت‌کشور , با همکاری

3.Mohammad Naseem, 2017, International Energy Law, Wolters Kluwer Law & Business, ISBN: 904118550X, 9789041185501

4.Heffron, Raphael J., 2015, Energy Law: An Introduction, Springer.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: آینده پژوهی سیستم‌های انرژی			
عنوان درس به انگلیسی:	Energy Future Study	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

علوم آینده پژوهی یکی از مهمترین دانش های رو به رشد دانشگاهی سالهای نخستین قرن ۲۱ است. هدف از این دوره ایجاد نگرش های لازم برای پرورش مدیران و متخصصان، برای هدایت و راهبری موفق سازمان های خویش در محیط پیچیده رقابتی است. اهم اهداف دوره:

- آشنایی با مفهوم و مبانی آینده پژوهی
- درک اهمیت آینده و لزوم مطالعه آن به عنوان یک رشته علمی
- آشنایی با مدل ها و نظریه های آینده پژوهی
- شناخت نحوه ترسیم آینده مطلوب،
- ضرورت توجه به آینده سیستم های تامین انرژی به عنوان نوعی از سیستم های فنی و اجتماعی
- نحوه شناخت عدم قطعیت ها و برنامه ریزی برای مواجعه با آن در سیستم های انرژی

اهداف ویژه:

دانشجو بر اساس طبقه‌بندی بلوم (Bloom's Taxonomy) در پایان این درس قادر خواهد بود:

- مکاتب و رویکردهای مختلف آینده‌پژوهی (تجربی-تحلیلی، انتقادی، مشارکتی، پساساختارگرا) را تحلیل کرده و کاربرد هرکدام را در سیستم‌های انرژی تشخیص دهد.
- روش‌های متنوع آینده‌پژوهی (سناریوپردازی، دلفی، تحلیل روند، پانل خبرگان، CLA، تحلیل ساختاری، پس‌نگری و ...) را برای مطالعه سیستم‌های انرژی طراحی و پیاده‌سازی کند.
- سناریوهای محتمل، ممکن و مطلوب برای آینده سیستم‌های انرژی با استفاده از رویکردهای کمی و کیفی توسعه داده و ارزیابی کند.
- عدم‌قطعیت‌های کلیدی مؤثر بر آینده سیستم‌های انرژی را با استفاده از روش‌های کمی (مونت‌کارلو، فازی، تحلیل حساسیت) و کیفی شناسایی کرده و راهبردهای مواجهه با آن‌ها را تدوین نماید.
- تجارب موفق آینده‌پژوهی انرژی در سطح ملی و بین‌المللی (IEA، IRENA، IPCC، EU) را نقد کرده و درس‌آموخته‌ها را استخراج کند.
- یک مقاله علمی در حوزه آینده‌پژوهی سیستم‌های انرژی با استفاده از یکی از روش‌های آموخته‌شده نگارش کرده و برای انتشار در مجلات معتبر آماده کند.
- شکاف‌های پژوهشی موجود در ادبیات آینده‌پژوهی انرژی را شناسایی کرده و پرسش‌های تحقیقاتی بدیع فرموله کند.
- تأثیر فناوری‌های نوظهور (هوش مصنوعی، اینترنت انرژی، دوقلوی دیجیتال، هیدروژن، ذخیره‌سازی) بر آینده سیستم‌های انرژی و بازارهای انرژی را پیش‌بینی و ترسیم کند.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه و چیستی آینده پژوهی
- ماهیت و مکتب های آینده پژوهی
- مفاهیم و روشهای آینده پژوهی
- تبیین جایگاه روش در حوزه آینده پژوهی (روش و روش شناسی، دسته بندی روشهای آینده پژوهی، گزینش و طراحی روش های آینده پژوهی، رابطه روش های مختلف آینده پژوهی)
- بررسی و تحلیل روش سناریوپردازی
- بررسی و تحلیل روش دلفی و دلفی برخط
- بررسی و تحلیل روش پانل خبرگان
- بررسی و تحلیل روش تحلیل روند، برون یابی روند، تحلیل اثرات بر روند، تحلیل تاثیر متقابل
- بررسی و تحلیل روش ذهن انگیزی
- بررسی و تحلیل روش چرخ و چندضلعی آینده، درخت روابط
- بررسی و تحلیل روشهای تحلیل ریخت شناسی
- بررسی و تحلیل روش تحلیل ساختاری
- بررسی و تحلیل روش تحلیل عاملی و شبیه سازی
- بررسی و تحلیل روش های پیش بینی
- بررسی و تحلیل روش لایه لایه ای علت ها (CLA)
- بررسی و تحلیل روش های پویش محیطی، دیدبانی، شگفتی سازها
- بررسی و تحلیل روش های تصویر آینده، کلان تاریخی، دیدگاه های چندگانه، چشم انداز سازی
- بررسی و تحلیل پس نگری
- تاثیر فناوری در آینده انرژی
- مروری بر تجارب موفق آینده پژوهی انرژی
- آینده انوع سیستم های انرژی
- آینده بازارهای انرژی

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

- دانشجویان با مسائل واقعی آینده‌پژوهی انرژی (مانند طراحی سناریوی گذار انرژی برای یک کشور، تحلیل عدم‌قطعیت در سناریوها، ارزیابی پیامدهای سیاستی) مواجه شده و در گروه‌های کوچک به جستجوی راه‌حل می‌پردازند. این روش برای دوره دکتری ضروری است زیرا دانشجویان را با پیچیدگی‌های دنیای واقعی مواجه کرده و توانایی حل مسئله در شرایط عدم‌قطعیت را پرورش می‌دهد.
- Project-Based Learning: هر دانشجو یک پروژه تحقیقاتی در طول ترم انجام می‌دهد که شامل طراحی سناریوهای انرژی برای یک مسئله خاص و ارائه مقاله‌وار با قابلیت انتشار است. پروژه ترم به دانشجویان اجازه می‌دهد تا دانش نظری را در یک حوزه انتخابی خود به کار گیرند و خروجی ملموس (مقاله یا گزارش سناریو) تولید کنند.
- Flipped Classroom: دانشجویان مواد خواندنی و ویدئوهای آموزشی را قبل از کلاس مطالعه کرده و زمان کلاس به بحث، تحلیل و کارگاه اختصاص می‌یابد. کلاس معکوس برای دوره‌های دکتری بسیار مؤثر است زیرا زمان ارزشمند کلاس را به جای انتقال محتوای پایه، به تعامل عمیق، نقد و تبادل نظر اختصاص می‌دهد.
- Case Study: تحلیل عمیق موارد واقعی از آینده‌پژوهی انرژی (WEO IEA، گزارش‌های IPCC، سناریوهای ملی) در کشورهای مختلف. مطالعات موردی پل ارتباطی میان تئوری و عمل هستند و به دانشجویان نشان می‌دهند که مفاهیم انتزاعی آینده‌پژوهی چگونه در بسترهای نهادی و جغرافیایی متفاوت تحقق می‌یابند.

- Research Seminar: جلسات منظم ارائه پژوهش‌های دانشجویان با حضور اساتید و پژوهشگران مهمان. سمینار پژوهشی، دانشجویان را با فرایند ارائه و دفاع از پژوهش در محافل علمی آشنا کرده و مهارت‌های ارتباطی و نقادی آن‌ها را تقویت می‌کند.
- Journal Club: دانشجویان به نوبت مقالات معتبر حوزه آینده‌پژوهی انرژی را انتخاب، ارائه و نقد می‌کنند. Journal Club مهارت «نقد علمی» را پرورش می‌دهد—مهارتی که در تمام مراحل پژوهش دکتری از طراحی تا انتشار کاربرد دارد.
- Paper Critique: دانشجویان مقالات یا گزارش‌های آینده‌پژوهی را از منظر روش‌شناسی، مفروضات و شواهد تجربی نقد می‌کنند. نقد مقاله، دانشجویان را به سطح بالایی از درک و تحلیل می‌رساند و آن‌ها را برای داوری مقالات و ارزیابی طرح‌های پژوهشی در آینده آماده می‌سازد.
- Computational Workshop: کارگاه‌های عملی با استفاده از Python، GAMS، PyPSA، MICMAC و سایر نرم‌افزارها برای مدل‌سازی سناریوهای انرژی و تحلیل داده‌ها. کارگاه‌های محاسباتی، شکاف میان تحلیل‌های کیفی و کمی را پر کرده و به دانشجویان امکان می‌دهد تا سناریوهای نظری را با مدل‌های کمی آزمون کنند.
- Team-Based Learning (TBL): فعالیت‌های گروهی شامل طراحی سناریو، حل مسائل و ارائه‌های جمعی. آینده‌پژوهی انرژی ذاتاً میان‌رشته‌ای و مشارکتی است؛ یادگیری تیمی، دانشجویان را برای کار در محیط‌های چندرشته‌ای—چه در دانشگاه و چه در نهادهای سیاستی و برنامه‌ریزی—آماده می‌سازد.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- بل، وندل (۱۳۹۳) مبانی آینده پژوهی، تاریخچه، اهداف و دانش، ترجمعه مصطفی تقوی و محسن محقق، تهران: موسسه آموزشی پژوهشی صنایع دفاعی.

2. Adger, W. N. (2003). Building resilience to promote sustainability. IHDP Update, 2(2003), 1-3.
3. Integration, Comparisons, and Frontiers of Futures Research Methods Theodore J. Gordon and Jerome C. Glenn
4. Andy Hines, Peter Bishop (2015), Thinking about the Future: Guidelines for Strategic Foresight, Hinesight.
5. Glenn C. J. and J. Gordon; T. (2011). Futures Research Methodology: The Millennium Project, version 3,
6. Inter-Laboratory Working Group on energy-Efficient and Clean Energy Technologies (2000). Scenarios for a Clean Energy Future, office of energy efficiency and renewable energy U.S department of energy.
7. Carla S. Jones, Stephen P. Mayfield.(2016). Our Energy Future: Introduction to Renewable Energy and Biofuels. university of California Press; First edition
8. National Research Council, National Academy of Engineering, et al. (2010). America's Energy Future: Technology and Transformation. national Academies Press.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: ارزیابی چرخه حیات در سیستمهای انرژی			
عنوان درس به انگلیسی:	Life cycle Assessment in Energy Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف این درس بکارگیری روش های کمی برای بررسی چرخه عمرمحصولات و تکنولوژی های انرژی می باشد. این شامل بررسی اقتصادی و زیست محیطی این فناوری ها و محصولات از ابتدای زنجیره استخراج مواد اولیه تا فرآیند مورد استفاده و در انتها بازیابی یا اثرات اتلاف آن محصولات و فناوری می باشد.دانشجویان در این درس به طور کاربردی و در غالب نمونه های مطالعاتی به بررسی می پردازند. همچنین از نرم افزارهای کاربردی مرتبط نیز جهت تکمیل درس استفاده خواهد شد.

اهداف ویژه:

- ایجاد درک عمیق و نظام‌مند از مبانی و استانداردهای این حوزه
- درک مراحل چهارگانه ارزیابی چرخه حیات یا ارزیابی چرخه عمر (LCA)
- توانایی انجام یک ارزیابی مستقل و ساده تا تحلیل‌های پیچیده‌تر تحت نظارت، با تمرکز بر سیستم‌های انرژی

پ) سرفصل‌ها:

- بخش اول:
  - مقدمه
  - تعارضات اقتصادی، زیست محیطی و فناوری در سیستم های انرژی
  - مفهوم چرخه عمر
  - اهمیت و تعریف ارزیابی فناوری
  - انواع روش های ارزیابی فناوری
- بخش دوم:
  - تحلیل فنی-اقتصادی (TEA)
  - تعیین موازنه جرم و انرژی
  - روش های تخمین هزینه های ثابت و سرمایه گذاری (CAPEX)
  - روش های تخمین هزینه های متغیر (OPEX)
  - روش های تحلیل اقتصادی
  - تحلیل حساسیت
  - اعتبارسنجی
- بخش سوم:
  - ارزیابی چرخه عمرو گام های اصلی چرخه عمر
  - تعریف هدف و دامنه (Scope)

- تجزیه و تحلیل سیاهه (Inventory)
- ارزیابی پیامد(Impact Assessment)
- تفسیرنتایج
- تحلیل حساسیت

- بخش چهارم
- کار با نرم افزارOPEN LCA (نرم افزار رایگان متن باز)

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Economic Assessment Methods and Applications. Brander and Beukering. 2016. Downloadable from European Union Open Sources
2. Life Cycle Assessment: Quantitative Approaches for Decisions That Matter, Matthews,Hendricksons, and Mattews. 2018. Downloadable for free from: **https://www.lcatextbook.com/**
3. OPEN LCA software.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: ارزیابی و پتانسیل سنجی منابع انرژی			
عنوان درس به انگلیسی:	Energy Resources Assessment	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ☐
دروس هم‌نیاز:		تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ■
	۲ واحد نظری ۱ واحد عملی	رساله ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است ■

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

ب) هدف کلی:

هدف از این درس آشنایی کلی دانشجویان با انواع منابع انرژی و مصارف آنها در ایران و جهان، روشهای ارزیابی منابع انرژی، اصول پتانسیل سنجی و شناسایی منابع انرژی میباشد.

اهداف ویژه:

- آشنایی با انواع مختلف منابع انرژی تجدیدپذیر (خورشیدی، بادی، آبی، زیست‌توده، زمین‌گرمایی، امواج و جزر و مد) و تجدیدناپذیر
- فراگیری مفاهیمی مانند واحدهای انرژی، پتانسیل منابع، روش‌های محاسبه ذخایر و تأثیرات اقتصادی و زیست‌محیطی هر منبع
- کسب دانش در مورد ابزارها و تکنیک‌های سنجش و تخمین منابع

پ) سرفصل‌ها:

تئوری:

- منابع و پتانسیل‌های انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در در جهان و ایران
- اصول و مبانی شناسایی و مکان‌یابی منابع انرژی شامل منابع فسیلی، هسته‌ای، بادی، خورشیدی، زمین گرمایی، زیست‌توده و آبی و دریایی
- اصول و مبانی پتانسیل سنجی منابع مختلف انرژی شامل منابع فسیلی، هسته ایی، بادی، خورشیدی، زمین گرمایی، زیست توده و آبی و دریایی
- تهیه مدل مفهومی پتانسیل سنجی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر
- روش‌های جمع آوری، تحلیل و مدلسازی داده‌ها برای ارزیابی پتانسیل منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر شامل منابع فسیلی، هسته‌ای، بادی، خورشیدی، زمین گرمایی، زیست توده و آبی و دریایی
- روش‌های شناخت و ارزیابی محاسبه پتانسیل‌های تئوریک، فنی و اقتصادی
- مبانی تهیه اطلس‌های منابع انرژی شامل اطلس انرژی‌های فسیلی، هسته‌ای، بادی، خورشیدی، زمین گرمایی، زیست توده و آبی و دریایی
- آشنایی با ابزارها و نرم افزارهای شناسایی، پتانسیل سنجی و ارزیابی منابع انرژی

عملی:

- آشنایی با نرم افزار ArcGIS و نقشه سازی دیجیتال
- اصول و روش‌های جمع آوری، داده برداری، آماده سازی، ورود اطلاعات منابع انرژی در محیط GIS
- مدلسازی و تجزیه و تحلیل داده‌ها و نقشه سازی موضوعی برای داده‌های انرژی
- انتگراسیون داده‌ها و اطلاعات برای شناسایی مناطق پتانسیل دار و اولویت بندی مناطق مستعد برای توسعه سیستم‌های انرژی

- اولوبت بندی و برنامه ریزی توسعه منابع انرژی
- پروژه عملی بصورت گروهی در زمینه پتانسیل سنجی یکی از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- وزارت نیرو، ۱۳۹۶، ترازنامه انرژی ایران

2. Hodge, B. K., 2009, Alternative Energy Systems and Applications, Wiley, p. 418
3. John R. Fanchi, 2004, Energy in the 21th Century, CSM Bookstore,
4. Key world Energy Statics-2008 edition, Internation Energy Agency,
5. ESRI., 2004, ArcGIS 9.0, Using ArcGIS- 3D Analyst. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA, USA, 382 pp.
6. ESRI, 2005, Using ArcMap. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA, USA, 598 pp
7. Bonham-Carter, G.F., 1994, Geographical Information Systems for Geoscientists: modeling with GIS. Computer Methods in the Geosciences 13, Pergamon, New York, USA, pp. 398.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: برنامه‌ریزی و سیاستگذاری انرژی			
عنوان درس به انگلیسی:	Energy Planning and Policy	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ☐
دروس هم‌نیاز:		تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ■
	۲ واحد نظری ۱ واحد عملی	رساله ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است ■

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

ب) هدف کلی:

- همواره در مورد رشد آینده، نگرانی هایی نظیر دسترس پذیری منابع انرژی، امنیت، پایداری، و پاک بودن منابع انرژی وجود دارد. بنابراین به افرادی نیاز هست که بتوانند سیاست ها و شیوه های موثری را توسعه، ارزیابی و پیاده سازی کنند. به نحوی که عوارض و محدودیت های انرژی مانع پیشرفت و رشد اقتصدی نشود.
- این درس کمک خواهد کرد تا دانشجویان روش های برنامه ریزی، توسعه و ارزیابی سیاست های انرژی را در مقیاس دولت ها و شرکتها درک و کشف کنند. همچنین مابین سیاست گذاری انرژی، سیاست گذاری محیط زیست و فرایند تصمیم گیری در بازار انرژی آشنایی و رابطه برقرار کنند

اهداف ویژه:

هدف از این دوره برای دانشجویان دوره های تکمیلی

- کسب مجموعه ای از ابزارهای ساده تحلیلی که دانشجویان را قادر می سازد تا مسائل را به طور مستقل مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند و به ارزیابی انتقادی آراء و نظرات دیگران بپردازند.
- توسعه روش ها، ابزارها و دیدگاه ها برای تحلیل مسائل مرتبط با انرژی،
- توانایی شناسایی شکاف های دانشی و نیازها را در سطوح مختلف دولتی و شرکت ها،
- توانایی بررسی سیاست های انرژی موجود و یا پیشنهادی را از نظر میزان حیاتی بودن، شناسایی خطاهای سیاست ها، یافتن عواقب ناخواسته هنگام پیاده سازی، و ارائه پیشنهادهای بهبود،
- تبیین اهداف و پیامدهای سیاست انرژی برای اقشار مختلف و ترجمه قوانینی با قالب های قابل دستیابی برای ذینفعان.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر برنامه ریزی و سیاست انرژی، (چارچوب مفهومی برنامه ریزی و سیاست گذاری انرژی)،
- مفهوم سیاست و تحلیل سیاست،
- درک فرایند سیاست گذاری انرژی
- طراحی سیاست انرژی
- ابزارهای سیاست گذاری انرژی
  - مالیات
  - مقررات عمومی
  - حکمرانی گذار انرژی
  - دیپلماسی انرژی
  - حمایت از توسعه علم و فناوری انرژی

- موضوعات مهم و افداف سیاست گذاری انرژی
  - انرژی و پایداری
  - انرژی و توسعه
  - عدالت انرژی
  - سیاست های کارایی انرژی
- ارزیابی سیاست انرژی
- سیاست گذاری انرژی های نو
- تجربه سیاست گذاری انرژی در ایران و کشورهای مختلف.

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

- Problem-Based Learning (PBL): دانشجویان با مسائل واقعی سیاست‌گذاری انرژی (مانند طراحی ترکیب سیاستی برای گذار انرژی، تحلیل یک بحران امنیت انرژی، ارزیابی یک سیاست خاص) مواجه شده و در گروه‌های کوچک به جستجوی راه‌حل می‌پردازند. این روش برای دوره دکتری ضروری است زیرا دانشجویان را با پیچیدگی‌های دنیای واقعی مواجه کرده و توانایی حل مسئله در شرایط عدم‌قطعت و محدودیت‌های نهادی را پرورش می‌دهد—مهارتی کلیدی برای پژوهشگران سیاست‌گذاری انرژی.
- Project-Based Learning: هر دانشجو یک پروژه تحقیقاتی در طول ترم انجام می‌دهد که شامل تحلیل یک مسئله خاص سیاست‌گذاری انرژی و ارائه مقاله‌وار با قابلیت انتشار است. پروژه ترم به دانشجویان اجازه می‌دهد تا دانش نظری را در یک حوزه انتخابی خود به کار گیرند و خروجی ملموس (مقاله یا گزارش سیاستی) تولید کنند که قابلیت انتشار دارد.
- Flipped Classroom: دانشجویان مواد خواندنی و ویدئوهای آموزشی را قبل از کلاس مطالعه کرده و زمان کلاس به بحث، تحلیل و کارگاه اختصاص می‌یابد. کلاس معکوس برای دوره‌های دکتری بسیار مؤثر است زیرا زمان ارزشمند کلاس را به جای انتقال محتوای پایه، به تعامل عمیق، نقد و تبادل نظر اختصاص می‌دهد—همان چیزی که پژوهشگران دکتری به آن نیاز دارند.
- Case Study: تحلیل عمیق موارد واقعی از سیاست‌گذاری انرژی در کشورهای مختلف (سیاست‌های اقلیمی اتحادیه اروپا، راهبرد امنیت انرژی ایالات متحده، تجربه اصلاح یارانه‌ها در ایران). مطالعات موردی پل ارتباطی میان تئوری و عمل هستند و به دانشجویان نشان می‌دهند که مفاهیم انتزاعی سیاست‌گذاری چگونه در بسترهای نهادی و جغرافیایی متفاوت تحقق می‌یابند.
- Research Seminar: جلسات منظم ارائه پژوهش‌های دانشجویان با حضور اساتید و پژوهشگران مهمان. سمینار پژوهشی، دانشجویان را با فرایند ارائه و دفاع از پژوهش در محافل علمی آشنا کرده و مهارت‌های ارتباطی و نقادی آن‌ها را تقویت می‌کند—بخشی ضروری از آموزش دکتری.
- Journal Club: دانشجویان به نوبت مقالات معتبر حوزه سیاست‌گذاری انرژی را انتخاب، ارائه و نقد می‌کنند. Journal Club مهارت «نقد علمی» را پرورش می‌دهد—مهارتی که در تمام مراحل پژوهش دکتری از طراحی تا انتشار کاربرد دارد.
- Paper Critique: دانشجویان مقالات یا اسناد سیاستی را از منظر روش‌شناسی، مفروضات، انسجام داخلی و شواهد تجربی نقد می‌کنند. نقد مقاله، دانشجویان را به سطح بالایی از درک و تحلیل می‌رساند و آن‌ها را برای داوری مقالات و ارزیابی طرح‌های پژوهشی در آینده آماده می‌سازد.
- Computational Workshop: کارگاه‌های عملی با استفاده از Python و سایر نرم‌افزارها برای تحلیل داده‌های سیاستی، مدل‌سازی اثرات سیاست‌ها و ارزیابی هزینه-فایده. کارگاه‌های محاسباتی، شکاف میان تحلیل‌های کیفی و کمی را پر کرده و به دانشجویان امکان می‌دهد تا سیاست‌های نظری را با داده‌های واقعی و مدل‌های کمی آزمون کنند.
- Team-Based Learning: فعالیت‌های گروهی شامل طراحی ترکیب سیاستی، تحلیل سیاست و ارائه‌های جمعی. سیاست‌گذاری انرژی ذاتاً میان‌رشته‌ای و مشارکتی است؛ یادگیری تیمی، دانشجویان را برای کار در محیط‌های چندرشته‌ای—چه در دانشگاه و چه در نهادهای سیاستی و قانون‌گذاری—آماده می‌سازد.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد

آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Adriano Bisello, Daniele Vettorato, Pierre Laconte, Simona Costa, (2017), Smart and Sustainable Planning for Cities and Regions: Results of SSPCR
2. Anderas Goldthau (2013). The Handbook of Global Energy Policy. Wiley-Blackwell
3. Andrea Prontera, Energy Policy: Concepts, Actors, Instruments and Recent Developments, World Political Science Review, Vol. 5 [2009], Iss. 1, Art. 7
4. Bader Jeffrey, et al; The Global Politics of Energy; Aspen Institute, 2008
5. Centre for Economic Policy Research (2014), The Next Generation of Economic Issues in Energy Policy in Europe, CEPR Press.
6. Chris Foulds, Rosie Robison, Advancing Energy Policy- Lessons on the integration of Social Sciences and Humanities, ISBN 978-3-319-99096-5, 2018.
7. Congressional Budget Office, “The Economics of Climate Change: A Primer,” US Congress, Washington, DC. April 2003
8. Dahl, Carol A.; International Energy Markets: Understanding Pricing, Policies and Profits; Tulsa: PennWell Corporation, 2004
9. Geert Verbong and Derk Loorbach,(2012) Governing the Energy Transition Reality, Illusion or Necessity?, Taylor & Francis.
10. Global Energy Assessment – Towards a Sustainable Future – Cambridge University Press
11. Goldthau, Andreas (ed.); The Handbook of Global Energy Policy; New York: John Wiley & Sons, 2013
12. H. Seifi, M. S. Sepasian, Electric Power System Planning: Issues, Algorithms and Solutions, Springer,2011 .
13. K.S. Gallagher, J.P. Holdren and Ambuj Sagar —“Energy-Technology Innovation“ in the Annual Review of Environmental Resources, 31 (2006)
14. Lakshman Guruswamy, Energy Justice And Sustainable Development, J. Int'l Envtl. L. & Pol'y 231- 2010.
15. Leonardo Maugeri, Beyond the Age of Oil: The Myths, Realities, and Future of Fossil Fuels and Their - Alternatives, (2012)
16. Lesourd, Jean-Baptiste, & Francois Valette: Models for Energy Policy; New York: Routledge, 1995
17. Lesourd, Jean-Baptiste, and Francois Valette: Models for Energy Ploicy; New York: Routedge,1995
18. Marinakis, Vangelis, (2017), Sustainable Local Energy Planning and Decision Making.
19. Michael Cleland et al, A Matter of Trust: The Role of Communities in Energy Decision-Making, University of Ottawa and Canada West Foundation, November 2016.
20. Michael S. Hamilton(2012), Energy Policy Analysis A Conceptual Framework, University of Southern Maine.
21. Munasinghe, Mohan; &Peter Meier; Energy Policy Analysis and Modeling; Cambridge: Cambridge University Press, 1993
22. Munasinghe, Mohan; and Peter Meier; Energy Policy Anaysis and Modeling; Cambridge: Cambridge University Press, 1993

23. Orr, Lioyd, Robert Bent, & Randall Baker; Energy: Science, Policy, and the Pursult of Sustanability; New York: Island Press, 2002
24. Orr, Lloyd, Robert Bent, & Randall Baker; Energy: Science, Policy, and the Pursuit of Sustainability; New York: Island Press, 2002
25. R: David Rotman, “Natural Gas Changes the Energy Map” MIT Technology Review, November 1, 2009,
26. S. Doty, W. C. Turner, S. A. Roosa, Energy Management Handbook, 9th ed., River Publishers, 2018.
27. Suzanne Maloney “Energy Security in the Persian Gulf: Opportunities and Challenges” in Carlos Pascual and Jonathan Elkind, ed. Energy Security (Brookings Press, 2010)
28. Towards a Sustainable Energy Future. International Energy Agency, 2008 . Available at http://www.iea.org/g8/2008/G8_Towards_Sustainable_Future.pdf
29. Vaclav Smil, “A Global Transition to Renewable Energy Will Take Many Decades,” Scientific American January 1, 2014.
30. Ven de Ven (1995) Explaining Development and Change in Organizations, Academy of Management Review vol 20-no 3 p510-540
31. Venkatesh Narayanamurti, Laura Anadon and Ambuj Sagar, “Institutions for Energy Innovation: A transformational Challenge” (Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard University 2009),
32. Yergin, D. (2011). The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World, Penguin.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: هاب انرژی و شبکه‌های انرژی هوشمند			
عنوان درس به انگلیسی:	Energy Hub and Smart Energy Grids	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- سیستم های قدرت سنتی دارای ساختار یکپارچه بودند که درآن نیروگاه ها در بالای سلسله، تامین توان بارهای مشترکین در انتهای سلسله را تضمین می کردند. در این سیستم ها تجهیزات هوشمند تنها به صورت محلی به وسیله سیستم های حفاظتی، سیستم های کنترل مرکزی و سیستم های جمع آوری داده مورد استفاده قرار می گیرد. اما در حال حاضر سیستم های قدرت به سمت هوشمند شدن و کارکرد خودکار حرکت می‌کنند که در همین راستا مفهومی به نام شبکه های هوشمند ارائه شده است. به طور خاص می توان گفت که شبکه هوشمند به دنبال استفاده از برنامه های کاربردی پیشرفته و استفاده از ارتباطات، مدیریت اطلاعات و فن آوری‌های کنترل خودکار برای پیشرفت، بهینه سازی و تبدیل زیرساخت های شبکه برق است. شبکه هوشمند به دنبال گرد آوری این تکنولوژی‌ها برای ایجاد شبکه ای خود درمانگر، قابل اطمینان تر و با بهره وری بالاتر و همچنین استفاده از اندازه گیری های هوشمند و توانمند ساختن مشترکین برای استفاده موثر از انرژی الکتریکی است.
- با این حال توجه تنها به یک حامل انرژی مانند برق در ساختار شبکه های هوشمند نمی تواند تصویر خوبی از سیستم های هوشمند در آینده باشد. عملکرد بهینه و موفق یک سیستم انرژی هوشمند در آینده نیازمند در نظر گرفتن حامل های مختلف انرژی و تعامل سیستم ها و زیر ساخت های مختلف انرژی در کنار یکدیگر است. در این راستا مفهوم هاب های انرژی هوشمند با در نظر گرفتن تولید، تبدیل، ذخیره سازی و مصرف حامل های مختلف انرژی در یک چارچوب هوشمند می تواند مدل خوبی از سیستم های انرژی هوشمند باشد. هاب های انرژی هوشمند مزایای بسیاری نسبت به شبکه های هوشمند متداول دارد و امکان بهره مندی بیشتر از مفاهیم هوشمند مانند مدیریت طرف تقاضا، منابع انرژی توزیع شده، مصرف کنندگان هوشمند و سیستم های مدیریت بهینه انرژی را فراهم می کند. در همین راستا عناوین و سرفصل های ضروری برای آشنایی با مفاهیم شبکه هوشمند و هاب های انرژی برای دستیابی به سیستم های انرژی پایدار در آینده در قالب درس "هاب انرژی و شبکه های هوشمند" تعریف می گردد.

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم، معماری و اجزای اصلی شبکه‌های هوشمند انرژی و روند تحول سیستم‌های قدرت سنتی به سیستم‌های هوشمند
- شناخت فناوری‌های کلیدی شبکه‌های هوشمند شامل سامانه‌های اندازه‌گیری هوشمند، فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، منابع انرژی توزیع‌شده و سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی
- آشنایی با مفاهیم مدیریت انرژی، مدیریت سمت تقاضا، پاسخگویی بار و نقش آن‌ها در افزایش بهره‌وری انرژی
- شناخت ساختار، اجزا و عملکرد هاب‌های انرژی و تعامل حامل‌های مختلف انرژی در سیستم‌های یکپارچه
- آشنایی با کاربرد میکروهاب‌ها و ماکروهاب‌های انرژی در بخش‌های مسکونی، تجاری، صنعتی و کشاورزی
- کسب توانایی مدل‌سازی و تحلیل سیستم‌های انرژی هوشمند مبتنی بر هاب انرژی
- آشنایی با روش‌های بهینه‌سازی در برنامه‌ریزی، بهره‌برداری و مدیریت کوتاه‌مدت و بلندمدت سیستم‌های انرژی هوشمند
- شناخت روش‌های پیش‌بینی بار، تولید، قیمت انرژی و متغیرهای شبکه در سیستم‌های انرژی هوشمند
- آشنایی با روش‌های مدیریت و بهینه‌سازی سیستم‌های انرژی در حضور عدم‌قطعیت و ارزیابی اثرات آن بر عملکرد سیستم

- کسب توانایی تحلیل و ارزیابی مطالعات موردی مرتبط با شبکه‌های هوشمند و هاب‌های انرژی و ارائه راهکارهای مناسب برای توسعه سیستم‌های انرژی پایدار

پ) سرفصل‌ها:

- شبکه های هوشمند
  - مفهوم و تعاریف مختلف برای شبکه هوشمند
  - آشنایی با اجزای شبکه های هوشمند انرژی
    - آشنایی با منابع انرژی توزیع شده (به ویژه منابع انرژی های تجدیدپذیر و سیستم های ذخیره ساز انرژی)
    - آشنایی با سامانه های هوشمند اندازه گیری و تکنولوژی های اطلاعاتی و ارتباطی
    - مفهوم سیستم های مدیریت انرژی (به ویژه کارکرد هر کدام در حوزه های مصرف مسکونی، تجاری، صنعتی و کشاورزی)
    - بررسی مفاهیم مدیریت طرف تقاضا (شامل رشد بار، صرفه جویی انرژی، بهره وری انرژی و برنامه های پاسخگویی بار و ...)
    - آشنایی با مفاهیم ریز شبکه ها و خانه های هوشمند انرژی
    - پیاده سازی شبکه های هوشمند انرژی- فرصت ها و چالش ها
- هاب های انرژی
  - مفهوم و تعریف هاب انرژی
  - اجزای هاب انرژی در بخش های تولید، تبدیل، ذخیره سازی و مصرف حامل های مختلف انرژی
  - کاربرد هاب انرژی در سیستم هایی تحت عنوان میکروهاب های انرژی مسکونی، تجاری، صنعتی و کشاورزی
  - ادغام میکروهاب های انرژی در قالب ماکروهاب های انرژی- کنترل یکپارچه سیستم های انرژی بزرگ مقیاس
  - مفهوم هاب های انرژی هو شمند (تو سعه مفهوم شبکه های هو شمند به هاب های انرژی هو شمند و در نهایت ارائه تعریفی از سیستم های انرژی هوشمند در آینده)
- مدیریت بهینه سیستم های انرژی هوشمند
  - انواع روش های بهینه سازی جهت برنامه ریزی کوتاه مدت و بلند مدت سیستم های انرژی
  - تحلیل مسائل پیش بینی شامل پیش بینی بار، پیش بینی متغیرهای حالت شبکه و پیش بینی قیمت انرژی در بازار های انرژی در سیستم های هوشمند انرژی
  - مدیریت بهینه سیستم های انرژی در حضور عدم قطعیت های مختلف، مدلسازی آن‌ها و دخیل نمودن اثرات پارامترهای دارای عدم قطعیت در بهینه سازی عملکرد کوتاه مدت و برنامه ریزی های میان مدت و بلند مدت سیستم های هوشمند انرژی

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۰ درصد
آزمون پایانی	۳۵ درصد
پروژه	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. (2016). Operational resilience: concepts, design and analysis. Scientific Reports, 6.
2. M. Geidl, G. Koeppel, P. Favre-Perrod, B. Klockl, G. Andersson, and K. Frohlich, "Energy hubs for the future," *IEEE Power and Energy Magazine,* vol. 5, p. 24, 2007
3. M. Schulze, L. Friedrich, and M. Gautschi, "Modeling and optimization of renewables: applying the energy hub approach," in *Sustainable Energy Technologies, 2008. ICSET 2008. IEEE International Conference on*, 2008, pp. 83-88.
4. Parisio, C. Del Vecchio, and A. Vaccaro, "A robust optimization approach to energy hub management," International Journal of Electrical Power & Energy Systems, vol. 42, pp. 98-104, 2012
5. R. Evins, K. Orehounig, V. Dorer, and J. Carmeliet, "New formulations of the 'energy hub' model to address operational constraints," Energy, vol. 73, pp. 387-398, 2014
6. Takuro Sato and Daniel M. Kammen, 2015, Smart Grid Standards: Specifications, Requirements, and Technologies, John Welly LTD, p. 459
7. James Momoh, 2012, Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis 1st Edition, IEEE Press, p. 203

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: اقتصاد انرژی			
عنوان درس به انگلیسی:	Energy Economics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ☐
دروس هم‌نیاز:		تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ■
تعداد ساعت:	۶۴	رساله ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است ■		

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

ب) هدف کلی:

هدف از دوره اقتصاد انرژی درک نحوه تاثیر گذاری علم اقتصاد- به ویژه اقتصاد خُرد- بر تقاضای انرژی، عرضه انرژی، و همچنین نقش بازار و دولت در استفاده بهینه از منابع انرژی برای دستیابی به اهداف جامعه است.

اهداف ویژه:

- اقتصاد تقاضای انرژی یا منطق اقتصادی تصمیمات مصرف انرژی توسط کاربران مختلف؛
  - درک مفهوم شکست بازار و شکست دولت در حوزه انرژی،
  - تشخیص تمایز کارآمدی، برابری و پایداری اقتصادی و رفاه اجتماعی،
  - تشخیص مفهوم اثرات خارجی، قدرت بازار، ویژگی های کالاهای عمومی به عنوان منابع شکست بازار،
- اقتصاد عرضه انرژی که شامل اکتشاف، توسعه، تولید، حمل و نقل، ذخیره‌سازی، تبدیل و تحویل حامل های انرژی است؛
  - ارزشیابی تحلیل هزینه فایده خصوصا در مورد سوخت های فسیلی متعارف.
  - تحلیل نقاط قوت و ضعف سوخت های جایگزین فعلی و آینده، شامل کارآمدی انرژی و انرژی های تجدید پذیر.
- معاملات انرژی از طریق ترتیبات بازار جایگزین و حاکمیت آن‌ها؛
- بعد اقتصادی اثرات اجتماعی و محیط‌زیستی استفاده از انرژی؛

پ) سرفصل‌ها:

- مبانی اقتصاد
  - مروری بر انرژی
  - انرژی، محیط زیست و پایداری
  - داده های انرژی و تراز انرژی
- مفاهیم اقتصادی بخش انرژی
  - تحلیل تقاضای انرژی
  - تحلیل تقاضای بخشی انرژی
  - پیش بینی تقاضای انرژی
  - تحلیل اقتصادی سرمایه گذاری انرژی
  - اقتصاد عرضه انرژی تجدیدناپذیر
  - اقتصاد عرضه انرژی تجدیدپذیر
  - قیمت گذاری و مالیات بر انرژی

- اقتصاد حفاظت محیط زیست
- اقتصاد تغییر اقلیم

- بازارهای انرژی
  - بازارهای نفت خام
  - بازار گاز طبیعی
  - بازار زغال سنگ
  - بازار عرضه برق
  - بازار کربن
- موضوعات مهم در عرصه انرژی
  - انرژی و توسعه پایدار
  - موضوعات امنیت انرژی
  - تاثیر نوسانات قیمت
  - موضوعات سرمایه گذاری انرژی
  - مدیریت تقاضای انرژی
  - کارایی انرژی

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

- Problem-Based Learning (PBL): دانشجویان با مسائل واقعی اقتصاد انرژی (مانند طراحی قیمت‌گذاری کربن، تحلیل یک شوک قیمت نفت، ارزیابی یک سیاست یارانه‌ای، یا طراحی بازار برق) مواجه شده و در گروه‌های کوچک به جستجوی راه‌حل می‌پردازند. این روش دانشجویان را با پیچیدگی‌های دنیای واقعی مواجه کرده و توانایی حل مسئله را پرورش می‌دهد—مهارتی کلیدی برای پژوهشگران اقتصاد انرژی.
- Project-Based Learning: هر دانشجو یک پروژه تحقیقاتی در طول ترم انجام می‌دهد که شامل تحلیل یک مسئله خاص اقتصاد انرژی و ارائه مقاله‌وار با قابلیت انتشار در مجلات معتبر (مانند Energy Economics) است. پروژه ترم به دانشجویان اجازه می‌دهد تا دانش نظری را در یک حوزه انتخابی خود به کار گیرند و خروجی ملموس (مقاله) تولید کنند.
- Flipped Classroom: دانشجویان مواد خواندنی و ویدئوهای آموزشی را قبل از کلاس مطالعه کرده و زمان کلاس به بحث، تحلیل و کارگاه اختصاص می‌یابد. کلاس معکوس برای دوره‌های دکتری بسیار مؤثر است زیرا زمان کلاس را به جای انتقال محتوای پایه، به تعامل عمیق، نقد و کاربرد مفاهیم اختصاص می‌دهد.
- Case Study: تحلیل عمیق موارد واقعی از اقتصاد انرژی در کشورهای مختلف (اصلاحات بازار برق، سیاست‌های قیمت‌گذاری کربن، تجربه یارانه‌های انرژی، تجربه گذار انرژی در کشورهای مختلف). مطالعات موردی پل ارتباطی میان تئوری و عمل هستند و به دانشجویان نشان می‌دهند که مفاهیم انتزاعی چگونه در بسترهای نهادی و جغرافیایی متفاوت تحقق می‌یابند.
- Research Seminar: جلسات منظم ارائه پژوهش‌های دانشجویان با حضور اساتید و پژوهشگران مهمان. سمینار پژوهشی، دانشجویان را با فرایند ارائه و دفاع از پژوهش در محافل علمی آشنا کرده و مهارت‌های ارتباطی و نقادی آن‌ها را تقویت می‌کند.
- Journal Club & Paper Critique: دانشجویان به نوبت مقالات معتبر حوزه اقتصاد انرژی را انتخاب، ارائه و نقد می‌کنند. مقالات توسط دانشجویان ارائه شده و سپس توسط همه گروه به بحث گذاشته می‌شود. نقد از منظر روش‌شناسی، داده‌ها، شناسایی علیت و تعمیم‌پذیری انجام می‌شود. ژورنال کلاب و نقد مقاله، مهارت «نقد علمی» را پرورش می‌دهد—مهارتی که در تمام مراحل پژوهش دکتری از طراحی تا انتشار کاربرد دارد.
- Computational Workshop: کارگاه‌های عملی با استفاده از Python، R، Stata، GAMS و سایر نرم‌افزارها برای مدل‌سازی اقتصادسنجی، شبیه‌سازی بازار و تحلیل داده‌های انرژی. کارگاه‌های محاسباتی، شکاف میان تئوری و عمل را پر کرده و به دانشجویان امکان می‌دهد تا مدل‌های نظری را با داده‌های واقعی و روش‌های محاسباتی آزمون کنند.

- Team-Based Learning (TBL): فعالیت‌های گروهی شامل حل مسائل، تحلیل داده‌ها و ارائه‌های جمعی. اقتصاد انرژی ذاتاً میان‌رشته‌ای و مشارکتی است؛ یادگیری تیمی، دانشجویان را برای کار در محیط‌های چندرشته‌ای—چه در دانشگاه و چه در نهادهای سیاستی و مالی—آماده می‌سازد.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۰ درصد
آزمون پایانی	۳۵ درصد
پروژه	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Boyes,William and MichaelMelvin; Economics; (Nine Edition); Mason, OH: CengageLearning, 2013.
2. Carol A. Dahl; International Energy Markets: Understanding Pricing,Policies and Profits., PennWell Corporation, 2004.
3. Evans, Joanne & Loster Hunt; International Handbook on the Economics of Energy;London: Edward Elgar; 2009
4. Mankiw, Gregory N.; Essentials of Economics; (5th edition) Mason, OH: South-WesternCengageLearning, 2013
5. P. Zweifel, A. Praktiknjo, G. Erdmann, Energy Economics- Theory and Applications, Springer, 2nd edition 2019.
6. Peter M. Schwarz, Energy Economics, First published 2018 by Routledge.
7. Subhes C. Bhattacharyya, Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance, Springer,2011.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: تنظیم مقررات و حکمرانی در سیستم‌های انرژی			
عنوان درس به انگلیسی:	Regulation and Governance in Energy Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ☐
دروس هم‌نیاز:		تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳ (۲ واحد نظری، ۱ واحد عملی)	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ■
		رساله ☐	
تعداد ساعت:	۶۴	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است ■

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

ب) هدف کلی:

- صنعت انرژی به طور عام و بخش انرژی مبتنی بر شبکه توزیع به طور خاص، دارای ویژگی های انحصار و حتی انحصار طبیعی است. این امر باعث ظهور کارتل ها شده و قیمت انرژی را بالا می برد. برای رفع این مساله یا باید مالکیت عموی مورد استفاده قرار گیرد تا رانت های مربوطه و بازتوزیع وصولی ها براساس سیاست های دولتی صورت گیرد و یا سیستم منسجمی از مقررات حاکم شود و در چارچوب آن اجازه فعالیت به بخش خصوصی داده شود. تا موضوع کارایی و برابری اقتصادی در محیط غیر بازار رقابتی دچار خدشه نشود. مقررات اقتصادی به محدودیت های تحمیل شده از سوی دولت بر تصمیم های بنگاه ها از طریق کنترل قیمت، یا مقدار، یا کنترل ورود یا خروج، و یا ترکیبی از اینها اشاره دارد.
- در این درس نهادها، حکمرانی، مقررات و اصلاحات در بخش انرژی تبیین می شود. سه فصل در این قسمت گنجانده شده است. اولی یک چشم انداز اقتصاد نهادی را برای حکمرانی ارائه می دهد و حاکمیت این بخش را در سطوح مختلف مورد بحث قرار می دهد. سپس تحلیلی از تجدید ساختار بخش از دیدگاه نهادی را معرفی می کند. فصل زیر انگیزه های تجدید ساختار و اصلاح بخش را مورد بحث قرار می دهد و گزینه های جایگزین را مورد بحث قرار می دهد. فصل آخر به مقررات اقتصادی بخش انرژی اختصاص دارد.
- آشنایی دانشجویان با قوانین ملی و بین اتمللی انرژی بیرای تصیمیم گییری و برنامه ریزی مطلوب در تولید و مصرف انرژی

اهداف ویژه:

- آشنایی با اقتصاد نهادی
- درک مفهوم حکمرانی انرژی در سطوح مختلف جهانی، منطقه ای و ملی
- درک مفهوم اصلاحات نهادی و تغییرات ترتیبات نهادی و حکمرانی
- آشنایی با ماهیت مبادلات و مدیریت گذار
- آشنایی با منطق مداخلات دولت در صنایع انرژی
- تبیین مدل های مداخله دولت و عرضه انرژی
- گزینه های تنظیم گری

پ) سرفصل‌ها:

- نهادها و حاکمیت بخش انرژی
  - مفهوم حکمرانی از دیدگاه اقتصاد نهادی
  - حکمرانی انرژی در سطوح جهانی، منطقه ای و ملی
  - مفهوم اصلاحات از دیدگاه اقتصاد نهادی
- اصلاحات در بخش انرژی
  - مداخله دولت در صنایع انرژی

- منطق مقررات زدایی
- گزینه هایی برای ایجاد رقابت در بخش انرژی
- گزینه های تجدید ساختار

- مقررات حاکمیت صنایع انرژی
  - مقررات مرسوم در حکمرانی انرژی
  - مشکلات ناشی از تنظیم مقررات با رویکرد مرسوم (سنتی)
  - گزینه های جدید در تنظیم مقررات
  - مقررات سقف قیمت
  - مقررات سقف درآمد
  - مقررات مبتنی بر عملکرد

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

- Problem-Based Learning (PBL): دانشجویان با مسائل واقعی حکمرانی انرژی (مانند طراحی تعرفه، مدیریت بحران انرژی، اصلاحات بازار، چالش‌های یکپارچه‌سازی تجدیدپذیرها) مواجه شده و در گروه‌های کوچک به جستجوی راه‌حل می‌پردازند. این روش برای دوره دکتری ضروری است زیرا دانشجویان را با پیچیدگی‌های دنیای واقعی مواجه کرده و توانایی حل مسئله در شرایط عدم‌قطعت را پرورش می‌دهد.
- Project-Based Learning: هر دانشجو یک پروژه تحقیقاتی در طول ترم انجام می‌دهد که شامل تحلیل یک مسئله خاص حکمرانی و ارائه راه‌کارهای سیاستی است. خروجی نهایی یک مقاله علمی با قابلیت انتشار در مجلات معتبر است.
- Flipped Classroom: دانشجویان مواد خواندنی و ویدئوهای آموزشی را قبل از کلاس مطالعه کرده و زمان کلاس به بحث، تحلیل و کارگاه اختصاص می‌یابد. این روش برای دوره دکتری بسیار مؤثر است زیرا زمان کلاس به تعامل عمیق، نقد و تبادل نظر اختصاص می‌یابد.
- Case Study: تحلیل عمیق موارد واقعی از حکمرانی و تنظیم‌گری در کشورهای مختلف (اصلاحات بازار برق بریتانیا، تجربه آلمان در Energiewende، بازار برق ایران، مدل خریدار واحد در جنوب شرق آسیا و غیره). مطالعات موردی پل ارتباطی میان تئوری و عمل هستند.
- Research Seminar: جلسات منظم ارائه پژوهش‌های دانشجویان با حضور اساتید و پژوهشگران مهمان. دانشجویان را با فرایند ارائه و دفاع از پژوهش در محافل علمی آشنا کرده و مهارت‌های ارتباطی و نقادی را تقویت می‌کند.
- Journal Club: دانشجویان به نوبت مقالات معتبر حوزه حکمرانی انرژی را انتخاب، ارائه و نقد می‌کنند. مهارت «نقد علمی» را پرورش می‌دهد که در تمام مراحل پژوهش دکتری کاربرد دارد.
- Paper Critique: دانشجویان مقالات یا اسناد سیاستی را از منظر روش‌شناسی، استدلال‌پردازی و شواهد تجربی نقد می‌کنند. آن‌ها را برای داوری مقالات و ارزیابی طرح‌های پژوهشی در آینده آماده می‌سازد.
- Computational Workshop: کارگاه‌های عملی با استفاده از Python (Pandas, NumPy, Matplotlib, PyPSA, Pyomo)، GAMS و Excel برای شبیه‌سازی بازار، تحلیل داده‌های هزینه، و مدل‌سازی بهینه‌سازی. شکاف میان تحلیل‌های کیفی و کمی را پر می‌کند.
- Team-Based Learning (TBL): فعالیت‌های گروهی شامل حل مسائل، تحلیل موارد و ارائه‌های جمعی. حکمرانی انرژی ذاتاً میان‌رشته‌ای و مشارکتی است؛ یادگیری تیمی دانشجویان را برای کار در محیط‌های چندرشته‌ای آماده می‌سازد.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۰ درصد
آزمون پایانی	۳۵ درصد
پروژه	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. ACE. (2017). ASEAN Energy Cooperation Report 2017, ASEAN Centre for Energy, Jakarta. http:// www.aseanenergy.org/resources/asean-energy-cooperation-report/.
2. Related papers &Theses on Economics of Energy.
3. Akhtar, S., Zahedi, K., Liu, H. (2017). Regional Cooperation for Sustainable Energy in Asia and the Pacific, United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, Bangkok. https://www.unescap.org/sites/default/files/publications/REGIONAL%20COOPERATION%20 FOR%20SUSTAINABLE%20ENERGY%20IN%20ASIA%20AND%20THE%20PACIFIC.pdf.
4. Alexander, I., & Harris, C. (2001). Incentive regulation and multi-year price controls: choice, constraints and calculations, SAFIR Workshop, New Delhi. http://www.safir.teri.res.in/wkshp/7-8aug2001/ ia.pdf.
5. Arizu, B., Gencer, D., & Maurer, L. (2006). Centralised Purchasing Arrangements: International Practices and Lessons learnt on Variations to the Single Buyer Model, Discussion Paper 16, Energy and Mining Sector Board, World Bank (see World Bank website).
6. Bakovic, T., Tenenbaum, B., & Woolf, F. (2003). Regulation by contract: A new way to privatise electricity distribution? Energy and Mining Sector Board Discussion, Paper no. 7, World Bank.
7. Bhattacharyya, S. C. (2007a). Power sector reform in South Asia: Why slow and limited so far? Energy Policy, 35(1), 317–332.
8. Bhattacharyya, S. C. (2007b). Sustainability of power sector reform in India: What does recent experience suggest. Special Issue of Journal of Cleaner Production, 15(2), 235–246.
9. D. R. Biggar, M. R. Hesamzadeh, The Economics of Electricity Markets, Wiley, 2014.
10. D. S. Kirschen G. Strbac, Fundamentals of Power System Economics, 2nd ed., Wiley, 2018.
11. D. S. Kirschen, G. Strbac, Fundamentals of Power System Economics, Wiley, 2018.
12. Dubash, N. K., & Florini, A. (2011). Mapping global energy governance, Special issue: Global Energy Governance, Global. Policy, 2(S1), 6–18.
13. Economic Consulting Associates. (2018). Methodologies and parameters used to determine the allowed or target revenue of gas transmission system operators (TSOs), Economic Consulting Associates, London. https://www.acer.europa.eu/Official_documents/Acts_of_the_Agency/Publication/Consultant%20Report.pdf.
14. Engel, C., & Heine, K. (2017). The dark side of price cap regulation: A laboratory experiment. Public Choice, 173(1–2), 217–240.
15. European Commission. (2019). Fourth report on the State of the Energy Union, European Commission, Brussels. 7 https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/fourth-report-state-of- energy-union-april2019_en_0.pdf.
16. F. P. Sioshansi, Competitive Electricity Markets: Design, Implementation, Performance, Elsevier, 2011.
17. Farrel, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. Journal of Royal Statistical Society, Series A (General) Part III, 120, 253–281.

18. Fiedler, M. (2015). The making of the EU internal energy market, Policy Paper, Rosa Luxembourg Stiftung, Berlin. 7 https://www.rosalux.eu/fileadmin/user_upload/making-of-eu-internal-ener- gy-market-2015.pdf.
19. Foster, V., Witte, S., Ghosh Banerjee, S., & Moreno, A. (2017). Charting the diffusion of power sector reforms across the developing world, Policy Research Working Paper 8235, The World Bank, Washington DC. 7 http://documents.worldbank.org/curated/en/576801510076208252/pdf/ WPS8235.pdf.
20. Giulietti, M., & Price, C. W. (2005). Incentive regulation and efficient pricing. Annals of Public and Cooperative Economics, 76(1), 121–149.
21. H. R. Varian, Microeconomic Analysis, 3rd ed., Norton, 2002.
22. Heffron, Raphael J., 2015, Energy Law: An Introduction, Springer.
23. Hirst, N., & Froggatt, A. (2012). The reform of global energy governance, Discussion paper 3, Grantham Institute for Climate Change, Imperial College, London. 7 https://www.chathamhouse.org/sites/ default/files/public/Research/Energy%2C%20Environment%20and%20Development/1212gran- thamreport_energygovernance.pdf.
24. Joskow, P. (2014). Incentive regulation in theory and practice, chapter in NBER Book NL Rose (ed.), Economic regulation and its reform: What have we learned? University of Chicago Press, Chicago.https://www.nber.org/chapters/c12566.
25. M. Shahidehpour, H. Yamin, Z. Li, Market Operations in Electric Power Systems: Forecasting, Scheduling and Risk Management, Wiley-IEE Press, 2008.
26. Mohammad Naseem, 2017, International Energy Law, Wolters Kluwer Law & Business, ISBN: 904118550X, 9789041185501
27. Overland, I., & Reischl, G. (2018). A place in the Sun? IRENA's position in the global energy governance landscape. International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics, 18(3), 335–350.
28. P. Ranci, G. Cervigni (eds.), The Economics of Electricity Markets: Theory and Policy, Edward Elgar Pub., 2013.
29. Pollitt, M. (2018). The European Single Market in Electricity: An economic assessment, EPRG Working paper 1815, University of Cambridge. 7 https://www.eprg.group.cam.ac.uk/wp-content/ uploads/2018/05/1815- Text.pdf.
30. S. Gabriel, A. J. Conejo, B. Hobbs, D. Fuller, C. Ruiz, Complementarity Modeling in Energy Markets, Springer, 2012.
31. S. Nojavan, K. Zare (eds.), Demand Response Application in Smart Grids, Springer, 2020
32. S. Nojavan, K. Zare (eds.), Electricity Markets: New Players and Pricing Uncertainties, Springer, 2020
33. S. Stoft, Power Systems Economics: Designing Markets for Electricity, Wiley- IEEE Press, 2002.
34. Sappington, D. E. M., & Weisman, D. (2016). The price cap regulation paradox in the electricity sector. The Energy Journal, 29(3), 1–5.
35. Van de Graaf, T., & Colgan, J. (2016). Global energy governance: a review and research agenda, Palgrave Communications, 7 https://doi.org/10.1057/palcomms.2015.47.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: تولید پراکنده			
عنوان درس به انگلیسی:	Distributed Generation		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با فناوریها و منابع انرژی در تولید پراکنده
- آشنایی با نحوه اتصال به شبکه و مکانیابی بهینه تولیدات پراکنده

اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم، تعاریف و ساختار سیستم‌های تولید پراکنده و جایگاه آن‌ها در شبکه‌های انرژی
- شناخت فناوری‌های مختلف تولید پراکنده شامل نیروگاه‌های بادی، خورشیدی، پیل سوختی، نیروگاه‌های تولید همزمان برق و حرارت(CHP) ، ریزتوربین‌ها، موتورژنراتورها و نیروگاه‌های برق‌آبی کوچک
- آشنایی با اصول بهره‌برداری و اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه‌های توزیع
- کسب توانایی تحلیل اثرات فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی تولید پراکنده بر عملکرد و قابلیت اطمینان شبکه
- آشنایی با مفاهیم ریزشبکه‌ها، شبکه‌های فعال و نقش آن‌ها در توسعه سیستم‌های قدرت نوین
- شناخت اصول حفاظت، کنترل ولتاژ، کنترل توان و پدیده جزیره‌ای شدن در شبکه‌های دارای تولید پراکنده
- آشنایی با روش‌های مکانیابی و تعیین ظرفیت بهینه منابع تولید پراکنده در شبکه‌های توزیع
- شناخت فناوری‌های ذخیره‌سازی انرژی و نقش آن‌ها در افزایش قابلیت اطمینان، انعطاف‌پذیری و بهره‌وری سیستم‌های تولید پراکنده
- کسب توانایی ارزیابی و تحلیل مطالعات موردی و ارائه راهکارهای مناسب برای توسعه تولید پراکنده

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه:
  - تعاریف، واژگان،وضعیت کنونی و چشم انداز آتی
  - پایه‌های توسعه نیروگاههای پراکنده و موانع موجود
  - نقش منابع انرژی تجدیدپذیر در توسعه تولید پراکنده
  - پیآمدهای فنی و اقتصادی، تاثیر تولید پراکنده بر ساختار شبکه
  - مروری بر مبانی تولید و پخش توان و انرژی بر اساس تولیدات پراکنده
- فن آوری‌های تولید پراکنده:
  - نیروگاه‌های بادی (Wind power)
  - نیروگاه‌های خورشیدی (Photovoltaic)
  - پیل‌های سوختی (Fuel cells)
  - نیروگاه‌های ترکیبی گرما برق (Combined Heat and Power Plants)

- ریزتوربین (Microturbine)
- توربین گازی کوچک (Mini Gas Turbine)
- موتور ژنراتورها
- نیروگاه‌های برق آبی کوچک

- شبکه‌های انرژی و تولید پراکنده:
  - مقدمه ای بر شبکه توزیع
  - ریز شبکه‌ها (Microgrids)
  - شبکه های فعال (Active Networks)
- اتصال تولیدات پراکنده به شبکه:
  - مقررات توصیه شده
  - مسائل حفاظتی، کنترل توان و ولتاژ
  - مکانیابی بهینه تولیدات پراکنده در شبکه انرژی
- حفاظت سیستمهای انرژی دارای ریز منابع:
  - جزیره سازی (Islanding)
  - هماهنگ‌سازی حفاظتی در سیستمهای انرژی دارای تولید پراکنده
- افزاره‌های ذخیره انرژی برای تولید پراکنده (Distributed Energy Storage) :
  - باتری‌ها، ذخیره انرژی مغناطیسی با ابررساناها (Superconducting Magnetic Energy Storage)
  - افزاره‌های مکانیکی ذخیره انرژی

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۰ درصد
آزمون پایانی	۳۵ درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. N. Jenkins, G. Strbac, J. Ekanayake, Distributed Generation, IET Press, 2010.
2. A. Sallam and P. Malik, Electric Distribution Systems, IEEE Press Series on Power Engineering, 2011.
3. S. Chowdhury, S. P. Chowdhury, P. Crossley, Microgrids and Active Distribution Networks, IET Press, 2009.
4. A. M. Borbely, and J. F. Kreider, Distributed Generation: The Power Paradigm for the New Millennium, CRC press 2001.
5. J. Bruke, Power Distribution Engineering: Fundamentals and Applications, Taylor and Francis Inc, 1994.
6. H. L. Willis, Distributed Power Generation: Planning and Evaluation, CRC Press, 2000.

7. K. Zare, S. Nojavan, Operation of Distributed Energy Resources in Smart Distribution Networks, Elsevier, 2018 .
8. R. Li, D. Gu, Y. Chen, Distributed Energy Systems: Design, Modeling and Control, Academic Press (Elsevier), 2021.
9. -H. Fathima, G. S. (Editors), Renewable Integrated Power System Stability and Control: Microgrid and Distributed Generation, Academic Press (Elsevier), 2021.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: سیستم های بازیافت انرژی از پسماند			
عنوان درس به انگلیسی:	Waste Energy Recovery Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با انواع روش های امحاء پسماند و بازیافت مواد و انرژی.

اهداف ویژه:

- یادگیری اتواع روشهای تولید انرژی از پسماند
- ارزیابی فناوری‌های تبدیل پسماند به انرژی را در مقایسه با سایر گزینه‌های مدیریت پسماند
- یادگیری انواع روش های بازیافت

پ) سرفصل‌ها:

- مبانی مدیریت پسماند و قانون مدیریت پسماند
- جایگاه تولید انرژی در مدیریت پسماندهای جامد
- روشهای تولید انرژی از پسماند (زباله سوز، تولید گاز و پیرولیز ، پلاسما، تولید سوخت از زباله)
- بازیافت یا رویکرد تبدیل حرارتی (احتراق زباله، تجزیه حرارتی ...)
- بازیافت با رویکرد تبدیل شیمیایی و بیولوژیکی
- بازیافت انرژی از پسماندهای جامد خانگی
- بازیافت انرژی از مایعات نظیر بازیافت نفت تخلیه شده در آبها، فلزات یا سایر مواد سمی محلول در آب دریاها
- تولید انرژی از پسماندهای تصفیه آب و فاضلاب
- تصفیه فاضلاب و شیرین سازی آب
- تولید انرژی از پسماندهای بیمارستانی

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Herbert F. Lund the McGraw-Hill Recycling Handbook McGraw-Hill 1993.

2. Frederick R. Jackson Energy from Solid Waste Noyes Data Corporation.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: مهندسی قابلیت اطمینان و تحلیل ریسک در سیستم های انرژی			
عنوان درس به انگلیسی:	Reliability Engineering and Risk Analysis in Energy Systems		
دروس پیش‌نیاز:			نوع درس و واحد: پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

این درس ابزار پیشرفته برای تجزیه و تحلیل ریسک، بررسی قابلیت اطمینان و دسترس پذیری سیستم های مختلف انرژی می باشد، ابزار محاسباتی را برای ارزیابی ریسک فنی و آسیب پذیری سیستم های پیچیده انرژی،حمل و نقل و ... می باشد بعلاوه دستیابی به موارد زیر نیز از اهداف ارائه درس است::

- ارزیابی، انتخاب و تحلیل روش‌ها و ابزارهای مناسب برای جمع‌آوری، تجزیه، تحلیل و تفسیر داده‌ها
- توانایی دستیابی به تحلیل ریسک مسائل حقیقی
- آموختن چگونگی ایجاد و تحلیل مدل‌های آماری متفاوت
- آشنایی با نرم‌افزارهای مرتبط با تحلیل ریسک
- درک کامل از مفاهیم، مدل‌ها و روش‌های کانونی و توانایی تجزیه و تحلیل ریسک و قابلیت اطمینان
- تحلیل و ارزیابی توزیع‌های خرابی، احتمال خرابی و پیامدهای احتمالی، و توسعه راهکارهایی برای مقابله با ریسک، کنترل و کاهش خطرات

اهداف ویژه:

دانشجو بر اساس طبقه‌بندی بلوم (Bloom's Taxonomy) در پایان این درس قادر خواهد بود:

- روش‌شناسی‌های مختلف ارزیابی قابلیت اطمینان و تحلیل ریسک (شامل مدل‌های آماری، زنجیره‌های مارکوف، درخت خطا و رویداد، RBD، FMEA، HAZOP، و شبیه‌سازی) را از منظر کارایی، محدودیت‌ها و تناسب با مسئله‌های مختلف انرژی تحلیل و مقایسه کند.
- عملکرد سیستم‌های انرژی (شامل شبکه‌های تولید، انتقال، توزیع و سیستم‌های یکپارچه) را از منظر شاخص‌های قابلیت اطمینان (مانند LOLE، LOLP، EENS، SAIFI، SAIDI، CAIDI، ASAI) و ریسک با استفاده از معیارهای کمی و کیفی ارزشیابی کند.
- چارچوب‌های نوآورانه ارزیابی قابلیت اطمینان و ریسک برای مسائل نوظهور سیستم‌های انرژی—شامل یکپارچه‌سازی منابع تجدیدپذیر متغیر، سیستم‌های انرژی یکپارچه منطقه‌ای (RIES)، شبکه‌های هوشمند با تهدیدات سایبری، و سیستم‌های مبتنی بر هیدروژن—طراحی و پیاده‌سازی کند.
- رویکردهای مبتنی بر اصول آماری، مدل‌سازی ریاضی، داده‌محور، و روش‌های پیشرفته (FORM/SORM، مدل‌سازی خرابی انباشته) را در ارزیابی قابلیت اطمینان و ریسک سیستم‌های انرژی تلفیق کند.
- استراتژی‌های بهبود قابلیت اطمینان، کاهش ریسک، و بهینه‌سازی تعمیر و نگهداری برای سیستم‌های انرژی در سطوح مختلف (تولید، انتقال، توزیع، و سیستم‌های یکپارچه) با در نظر گرفتن عدم‌قطعیت‌های فزاینده طراحی کند.
- مقالات پیشرو در حوزه قابلیت اطمینان و تحلیل ریسک سیستم‌های انرژی را از منظر روش‌شناسی، مفروضات، اعتبارسنجی و تعمیم‌پذیری نقد علمی نماید.
- سیستم‌های انرژی پیچیده را با استفاده از روش‌های پیشرفته—شامل زنجیره‌های مارکوف با حالت‌های گسسته و پیوسته، شبیه‌سازی مونت‌کارلو، RBD، و مدل‌سازی ترکیبی—مدل‌سازی کند.

- شکاف‌های پژوهشی موجود در ادبیات قابلیت اطمینان و تحلیل ریسک سیستم‌های انرژی—از جمله ارزیابی قابلیت اطمینان تحت نفوذ بالای انرژی تجدیدپذیر، سیستم‌های چندحامله، و کاربرد یادگیری ماشین—را شناسایی کرده و پروپوزال تحقیقاتی اصیل با قابلیت انتشار در مجلات معتبر تدوین نماید.

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی و طرح مسائل اولیه مدیریت ریسک و قابلیت اطمینان
- تحلیل قابلیت اطمینان، دسترس پذیری و تعمیرپذیری
- چرخه وظایف سیستم، خرابی، MTTF، MTBF، MTTR، نرخ خطا
- تحلیل ریسک کمی: مباحث آماری، توزیع و احتمال خرابی، عواقب خرابی ، شبیه سازی مونت کارلو
- بیان چک‌لیست ها، ماتریس‌های ریسک، تحلیل پاراتو، درخت رخداد و معایب
- تحلیل ریسک پروژه‌های عظیم
- تعریف مواجهه (برخورد) با ریسک (پذیرش، کاهش، جابجایی و یا در نظر نگرفتن ریسک)
- تحلیل مودهای شکست و آثار (FMEA/FMECA)
- آنالیز مطالعه خطرات (HAZOP)
- بیان استانداردها و قوانین
- مدلسازی سیستم به کمک بلوک دیاگرام‌ها
- بیان مدل‌های سری و موازی، سیستم‌های اضافی (شبکه‌های k از n) و سیستم‌های آماده به‌کار
- قابلیت اطمینان اجزا: مومنتوم های مرتبه اول و دوم
- انباشت خرابی و مدلسازی سیستم‌های مستقل از زمان
- مقدمه‌ای بر پایش وضعیت و پایش سلامت سخت‌افزاری
- مقدمه‌ای بر بازرسی، تعمیر و نگهداری

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

- Problem-Based Learning (PBL): دانشجویان با مسائل واقعی قابلیت اطمینان و ریسک (مانند طراحی یک سیستم با قابلیت اطمینان مشخص، ارزیابی ریسک یک پروژه انرژی، تحلیل یک خاموشی بزرگ) مواجه شده و در گروه‌های کوچک به جستجوی راه‌حل می‌پردازند. این روش برای دوره دکتری ضروری است زیرا دانشجویان را با پیچیدگی‌های دنیای واقعی مواجه کرده و توانایی حل مسئله را پرورش می‌دهد.
- Project-Based Learning: هر دانشجو یک پروژه تحقیقاتی در طول ترم انجام می‌دهد که شامل ارزیابی قابلیت اطمینان یا تحلیل ریسک یک سیستم انرژی خاص و ارائه مقاله‌وار با قابلیت انتشار است. پروژه ترم به دانشجویان اجازه می‌دهد تا دانش نظری را در یک حوزه انتخابی خود به کار گیرند و خروجی ملموس (مقاله یا کد) تولید کنند.
- Flipped Classroom: دانشجویان مواد خواندنی را قبل از کلاس مطالعه کرده و زمان کلاس به بحث، کارگاه و حل مسئله اختصاص می‌یابد. کلاس معکوس برای دوره‌های دکتری بسیار مؤثر است زیرا زمان ارزشمند کلاس را به تعامل عمیق، کدنویسی و تبادل نظر اختصاص می‌دهد.
- Case Study: تحلیل عمیق موارد واقعی از شکست‌ها، خاموشی‌ها و حوادث در سیستم‌های انرژی (نظیر خاموشی ۲۰۰۳ آمریکای شمالی، خاموشی ۲۰۲۱ تگزاس، حادثه فوکوشیما). مطالعات موردی پل ارتباطی میان تئوری و عمل هستند و به دانشجویان نشان می‌دهند که مفاهیم انتزاعی قابلیت اطمینان چگونه در عمل تحقق می‌یابند.
- Research Seminar : جلسات منظم ارائه پژوهش‌های دانشجویان با حضور اساتید و پژوهشگران مهمان. سمینار پژوهشی، دانشجویان را با فرایند ارائه و دفاع از پژوهش در محافل علمی آشنا کرده و مهارت‌های ارتباطی و نقادی آن‌ها را تقویت می‌کند.
- Journal Club: دانشجویان به نوبت مقالات معتبر حوزه قابلیت اطمینان و تحلیل ریسک را انتخاب، ارائه و نقد می‌کنند. Journal Club مهارت «نقد علمی» را پرورش می‌دهد—مهارتی که در تمام مراحل پژوهش دکتری کاربرد دارد.

- Paper Critique: دانشجویان مقالات را از منظر روش‌شناسی، مفروضات و اعتبارسنجی نقد می‌کنند. نقد مقاله، دانشجویان را به سطح بالایی از درک و تحلیل می‌رساند و آن‌ها را برای داوری مقالات در آینده آماده می‌سازد.
- Computational Workshop: کارگاه‌های عملی با استفاده از Python، MATLAB، DIgSILENT، OpenDSS، PyPSA و سایر نرم‌افزارها برای پیاده‌سازی مدل‌های قابلیت اطمینان و تحلیل ریسک. کارگاه‌های محاسباتی، مهارت‌های برنامه‌نویسی و پیاده‌سازی دانشجویان را تقویت کرده و آن‌ها را برای پژوهش‌های محاسباتی در حوزه قابلیت اطمینان آماده می‌سازد.
- Team-Based Learning: فعالیت‌های گروهی شامل حل مسائل، پیاده‌سازی مدل‌ها و ارائه‌های جمعی. قابلیت اطمینان و تحلیل ریسک در سیستم‌های انرژی ذاتاً میان‌رشته‌ای است؛ یادگیری تیمی، دانشجویان را برای کار در محیط‌های چندرشته‌ای آماده می‌سازد.
- Problem-Based Learning (PBL): دانشجویان با مسائل واقعی قابلیت اطمینان و ریسک (مانند طراحی یک سیستم با قابلیت اطمینان مشخص، ارزیابی ریسک یک پروژه انرژی، تحلیل یک خاموشی بزرگ) مواجه شده و در گروه‌های کوچک به جستجوی راه‌حل می‌پردازند. این روش برای دوره دکتری ضروری است زیرا دانشجویان را با پیچیدگی‌های دنیای واقعی مواجه کرده و توانایی حل مسئله را پرورش می‌دهد.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Edgar Bradley, Reliability Engineering: A Life Cycle Approach, CRC Press Taylor & Francis Group, 2017
2. Mohammad Modarres, Mark P. Kaminskiy, Vasiliy Krivtsov, Reliability Engineering and Risk Analysis: A Practical Guide, CRC Press Taylor & Francis Group, 3rd Edition, 2017
3. Ajit Kumar Verma, Srividya Ajit, Hari Prasad Muruva, Risk Management of Non-Renewable Energy Systems, Springer Series in Reliability Engineering, 2015
4. Swapan Basu, Plant Hazard Analysis and Safety Instrumentation Systems, Academic Press is an imprint of Elsevier, 2017
5. Eduardo Calixto, Gas and Oil Reliability Engineering: Modeling and Analysis, Gulf Professional Publishing is an imprint of Elsevier, 2nd Edition, 2016
6. Renyan Jiang, Introduction to Quality and Reliability Engineering, Springer Series in Reliability Engineerin, 2015
7. Ian Sutton, Process risk and reliability management, Gulf Professional Publishing, Elsevier Inc, 2nd Edition, 2015
8. Cher Ming Tan, Thong Ngee Goh, Theory and Practice of Quality and Reliability Engineering in Asia Industry, Springer Nature Singapore, 2017
9. Alessandro Birolini, Reliability Engineering Theory and Practice, Springer imprint, 8th Edition, 2017
10. Paolo Gardoni, Risk and Reliability Analysis: Theory and Applications, Springer Series in Reliability Engineering, 2017
11. Seongwoo Woo, Reliability Design of Mechanical Systems, Springer International Publishing, 2017
12. Prabhakar V. Varde, Michael G. Pecht, Risk-Based Engineering, Springer Series in Reliability Engineering, 2017

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: اقتصاد منابع تجدیدپذیر			
عنوان درس به انگلیسی:	Renewable Energies Economy	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با ابزارهاو رویکردهای تحلیل اقتصاد انرژی در سطوح مختلف همچون کلان، بخش های مختلف، صنعت، بنگاه و افراد از اهداف این درس می باشد.

اهداف ویژه:

دانشجو بر اساس طبقه‌بندی بلوم (Bloom's Taxonomy) در پایان این درس قادر خواهد بود:

- مدل‌های بنیادین اقتصاد منابع تجدیدپذیر (شامل قاعده هاتلینگ تطبیق‌یافته، قاعده فاوستمن، قاعده هارتویک، و نظریه بهره‌برداری بهینه از منابع) را از منظر مفروضات، کارایی و محدودیت‌ها تحلیل کند.
- عملکرد اقتصادی پروژه‌ها و سیاست‌های انرژی تجدیدپذیر را از منظر هزینه سطح‌شده انرژی (LCOE)، کارایی هزینه، اثربخشی سیاستی، عدالت توزیعی و پایداری با استفاده از روش‌های کمی و کیفی ارزشیابی کند.
- چارچوب‌های اقتصادی، مدل‌های مالی نوآورانه، و سازوکارهای سیاستی برای ارزیابی، تأمین مالی و بهره‌برداری پایدار از منابع تجدیدپذیر در شرایط مختلف (شامل کشورهای درحال‌توسعه، سیستم‌های غیرمتمرکز و فناوری‌های نوظهور) طراحی کند.
- رویکردهای نظری، اقتصادسنجی، تجربی و محاسباتی را در تحلیل پیامدهای اقتصادی، زیست‌محیطی و امنیتی گسترش منابع تجدیدپذیر تلفیق کند.
- مقالات پیشرو در حوزه اقتصاد منابع تجدیدپذیر را از منظر روش‌شناسی، داده‌ها، شناسایی علیت و تعمیم‌پذیری نقد علمی نماید.
- مسائل استخراج پویای منابع و بهینه‌سازی اقتصادی سیستم‌های تجدیدپذیر را با استفاده از روش‌های محاسباتی و بهینه‌سازی دینامیک مدل‌سازی و حل کند.
- روندهای آتی بازارهای انرژی، هزینه‌های فناوری، و تأثیر تغییرات اقلیمی بر اقتصاد منابع تجدیدپذیر را با استفاده از مدل‌های کمّی پیش‌بینی کند.

پ) سرفصل‌ها:

- روری بر مفاهیم عرضه، تقاضا و قیمت گذاری در بازارهای رقابتی
- -مفهوم الاستیسیته و ارتباط تقاضای انرژی و سایر فاکتورهای اقتصادی کلان و خرد
- -عرضه انرژی و اقتصاد منابع تجدیدپذیر
- -بازارهای جهانی نفت و امنیت انرژی
- -قیمت گذاری گاز و مسائل قانونی و حقوقی بازارهای آن
- منابع انرژی تجدیدپذیر و تحلیل های اقتصادی پروژه های تجدیدپذیر
- انرژی و تغییرات آب وهوایی
- مالیات انرژی و سایرابزارهای مالی انرژی
- تحلیل فنی-اقتصادی پروژهای انرژی

- الکتریسته وآنالیز هزینه تولید فناوری های مختلف تولید الکتریسته
- مدیریت ریسک و بازارها و روند های آتی انرژی

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

- Problem-Based Learning (PBL): دانشجویان با مسائل واقعی اقتصاد منابع تجدیدپذیر (مانند طراحی مکانیزم تأمین مالی، ارزیابی اقتصادی پروژه، تحلیل سیاست حمایتی) مواجه شده و در گروه‌های کوچک به جستجوی راه‌حل می‌پردازند. این روش برای دوره دکتری ضروری است زیرا دانشجویان را با پیچیدگی‌های دنیای واقعی مواجه کرده و توانایی حل مسئله را پرورش می‌دهد—مهارتی کلیدی برای پژوهشگران.
- Project-Based Learning: هر دانشجو یک پروژه تحقیقاتی در طول ترم انجام می‌دهد که شامل تحلیل اقتصادی یک مسئله خاص در حوزه منابع تجدیدپذیر و ارائه مقاله‌وار با قابلیت انتشار است. پروژه ترم به دانشجویان اجازه می‌دهد تا دانش نظری را در یک حوزه انتخابی خود به کار گیرند و خروجی ملموس (مقاله) تولید کنند.
- Flipped Classroom: برخی هفته‌ها شامل سخنرانی‌های از پیش ضبط‌شده برای محتوای فنی است که زمان کلاس را برای بحث، کارگاه و ارائه دانشجویان آزاد می‌گذارد. کلاس معکوس برای دوره‌های دکتری بسیار مؤثر است زیرا زمان ارزشمند کلاس را به تعامل عمیق، نقد و کاربرد مفاهیم اختصاص می‌دهد.
- Case Study: تحلیل عمیق موارد واقعی از اقتصاد منابع تجدیدپذیر (پروژه‌های موفق و ناموفق، سیاست‌های مختلف، تجربه کشورها). مطالعات موردی پل ارتباطی میان تئوری و عمل هستند و به دانشجویان نشان می‌دهند که مفاهیم انتزاعی چگونه در عمل تحقق می‌یابند.
- Research Seminar : جلسات منظم ارائه پژوهش‌های دانشجویان با حضور اساتید و پژوهشگران مهمان. سمینار پژوهشی، دانشجویان را با فرایند ارائه و دفاع از پژوهش در محافل علمی آشنا کرده و مهارت‌های ارتباطی و نقادی آن‌ها را تقویت می‌کند.
- Journal Club: دانشجویان به نوبت مقالات معتبر حوزه اقتصاد منابع تجدیدپذیر را انتخاب، ارائه و نقد می‌کنند. مهارت «نقد علمی» را پرورش می‌دهد—مهارتی که در تمام مراحل پژوهش دکتری کاربرد دارد.
- Paper Critique: دانشجویان مقالات را از منظر روش‌شناسی، داده‌ها و تعمیم‌پذیری نقد می‌کنند. دانشجویان را به سطح بالایی از درک و تحلیل می‌رساند و آن‌ها را برای داوری مقالات در آینده آماده می‌سازد.
- Computational Workshop: کارگاه‌های عملی با استفاده از Python، MATLAB، GAMS، Excel، HOMER و RETScreen برای مدل‌سازی اقتصادی، تحلیل داده‌ها و ارزیابی پروژه. کارگاه‌های محاسباتی، شکاف میان تئوری و عمل را پر کرده و به دانشجویان امکان می‌دهد تا مدل‌های نظری را با داده‌های واقعی آزمون کنند.
- Team-Based Learning (TBL): فعالیت‌های گروهی شامل حل مسائل، تحلیل داده‌ها و ارائه‌های جمعی. اقتصاد منابع تجدیدپذیر ذاتاً میان‌رشته‌ای است؛ یادگیری تیمی، دانشجویان را برای کار در محیط‌های چندرشته‌ای آماده می‌سازد.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Alan J MacFadyen and G Campbell Watkins. Petropolitics: Petroleum Development, Markets and Regulations, Alberta as an Illustrative History. University of Calgary Press, Calgary, 2014
2. ubhes C Bhattacharyya. Energy Economics. Concepts, Issues, Markets, and Governance. Springer, London, 2011
3. Roger Fouquet. Handbook on Energy and Climate Change. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, 2013.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: فناوریهای جذب، ذخیره سازی و بهره برداری از کربن			
عنوان درس به انگلیسی:	Carbon Capturing, Storage, and Utilization	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف این درس آشنایی دانشجویان با جنبه های استراتژیک، فنی، قانونی و سیاستی فناوری های جذب و ذخیره سازی کربن می باشد.

اهداف ویژه:

- بادگیری فناوری های جذب کربن
- بادگیری روش های ذخیره سازی کربن

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه
- مروری بر شیمی کربن
- تغییرات آب و هوایی واهمیت کاهش انتشار کربن
- ظرفیت و اثرات زیست محیطی فناوری های جذب و ذخیره سازی و بهره برداری کربن(CCSU)
- مروری فناوری های جذب کربن در صنعت برق و سایر صنایع فرآیندی
- سیستم های جذب Absorption
- سیستم های جذب Adsorption
- سیستم های Membrane Seperation
- سایر فناوری های متداول جذب
- مروری بر فناوری های ذخیره سازی کربن: گذشته حال آینده
- مروری بر فناوری های بهره برداری از کربن: گذشته حال آینده
- اهمیت سیاست گذاری ها در اشاعه فناوری های CCSU
- پیش رانهای تغییر اقلیم شامل
- بودجه کربن در اتمسفر
- خنثی سازی اثر کربن در اتمسفر
- مقدمه ای برای جمع آوری و جذب کربن
- جذب کربن (شامل جذب سطحی): طراحی فرایند جذب ، انتخاب جاذب ، بهینه سازی فرآیند جذب
- CCSو ابعاد اقتصادی آن
- کربن در صنایع سنگین و تولیدی
- کربن زدایی از انرژی جهانی

- حمل و نقل دی اکسید کربن
- ذخیره سازی کربن و سازندهای زمین شناسی
- به دام اندازی دی اکسید کربن پیش و پس از احتراق شامل فناوری های مصرف کربن
- ظرفیت ذخیره سازی جهانی، پتانسیل توسعه آن در آینده و در صنایع بزرگ

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1.Carbon Capture and Storage-Second edition, Rackley.2017. Elsevier

2.Carbon Capture, Storage and Utilization. Goel. 2019. Taylor & Francis

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: فناوری های نوین در برداشت انرژی			
عنوان درس به انگلیسی:	New Technologies in Energy Harvesting Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

معرفی سیستم‌های برداشت انرژی، آشنایی با مکانیسم های نوین مورد استفاده در برداشت انرژی، طراحی دستگاههای برداشت انرژی.

اهداف ویژه:

آشنایی و یادگیری فناوری های نوین برداشت انرژی

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی منابع برداشت انرژی
- بررسی سیستم‌های برداشت انرژی از منابع مختلف (جاده های هوشمند، سیستم‌های حمل و نقل هوشمند، توان انسانی متامتریال، ریز توربین های بادی، کریستالها یا الیاف پیزو الکتریک، آنتن ها)
- استفاده از نانو فناوری در سیستم‌های میکرو- نانو سایز
- طراحی دستگاه های مورد استفاده برای برداشت انرژی

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Piezoelectric Energy Harvesting, 1st Edition, Kindle Edition, by Alper Erturk (Author), Daniel J. Inman (Author) , Wiley; 2011.
2. Energy Harvesting Technologies, Shashank Priya, Daniel J. Inman, Springer, ISBN 978-0-387-76463-4, 2009.
3. Advances in Energy Harvesting Methods, Elvin, N; Erturk A. (Eds), Springer, ISBN: 978-1-4614-5704-6, 2013.
4. Energy Harvesting, by Alireza Khaligh, Omer C. Onar, CRC Press; ISBN 978-1-4398-1508-3, 2010.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: دینامیک سیالات محاسباتی			
عنوان درس به انگلیسی:	Computational Fluid Dynamics	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

تجزیه و تحلیل مسائل شاره‌های سیالاتی و معرفی روش‌ها و الگوریتم‌های عددی.

اهداف ویژه:

آشنایی و یادگیری:

- روش تفاضل محدود
- روش حجم محدود
- روش المان محدود

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر دینامیک سیالات محاسباتی
- معادلات حاکم بر جریان سیال (معادله بقای جرم، بقای مومنتوم، قوانین ترمودینامیک، معادله حالت)
- انواع شرایط مرزی، ارتباط بین نوع معادلات دیفرانسیل و فیزیک جریان
- عملکرد ریاضی معادلات دیفرانسیل جزیی و کاربرد آنها در CFD
- گسسته‌سازی معادلات شامل روش تفاضل محدود، روش المان محدود، روش حجم محدود
- حل معادلات دیفرانسیل جزیی سهموی و بیضوی، نواحی و شبکه‌های غیرمستطیلی و تولید شبکه
- معادلات مدل (لاپلاس، پواسون، هدایت حرارتی، موج، برگر خطی، برگر غیرخطی غیر لزج، برگر لزج)
- حل دستگاه معادلات خطی، راه‌های بررسی سازگاری، پایداری و همگرایی
- روشهای حل جریان‌های تراکم پذیر (روشهای اختلاف مرکزی و جریان بالادست)
- روش‌های حل جریان‌های تراکم‌ناپذیر (روشهای Simple و خانواده روشهای تراکم‌پذیری مجازی)
- روش حل عددی حجم محدود
- شبکه‌بندی با سازمان و بی‌سازمان
- حل معادلات حاکم در مسائل انرژی و محیط زیست (با استفاده از نرم‌افزار فلوئنت)
- پس‌پردازش داده‌ها
- صحه‌گذاری نتایج

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Computational Fluid Dynamics (Vol. 1) 4th Edition, Klaus A. Hoffmann and Steve T. Chiang, Engineering Education System, 2000, ISBN 13: 9780962373107.
2. Computational Fluid Mechanics And Heat Transfer, Third Edition, Dale Anderson, John C. Tannehill, and Richard H. Pletcher, Taylor and Francis, 2013, ISBN 978-1-56032-046-3.
3. Essentials of Computational Fluid Dynamics, 2015th Edition, Jens-Dominik Mueller, Taylor & Francis, 2015, ISBN 1482227304.
4. Anderson D., Tannehill J. C., Pletcher R. H., Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer, Third Edition, 2012, CRC Press, p. 774.
5. Versteeg H. K., Malalasekera W., an Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method, 2007, Pearson Education Limited, p. 503.
6. ANSYS FLUENT User’s guide, Release 13, 2010, ANSYS Inc., p. 2266.

13. .

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: تبدیل انرژی پیشرفته			
عنوان درس به انگلیسی:	Advanced Energy Conversion		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- بررسی فناوری های نوین تبدیل انرژی با استفاده از منابع سوخت‌های فسیلی و تجدیدپذیر
- ارزیابی و تحلیل سیستم‌های تبدیل انرژی پیشرفته.

اهداف ویژه:

- فناوری های مرسوم تبدیل انرژی
- فناوری های نوین تبدیل انرژی

پ) سرفصل‌ها:

- مبانی و اصول تبدیل انرژی، جایگاه و ضرورت تبدیل انرژی در سیستم‌های انرژی
- سیستم‌های حرارتی – برودتی خورشیدی و سلول های فتوولتائیک
- موتورهای استرلینگ: عملکرد، انواع، کاربردها، سیکل ترمودینامیک و محاسبات آن
- میکروتوربین‌ها: اصول، انواع، اجزاء، سیکل ترمودینامیکی آنها و سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت بر پایه میکروتوربین‌ها
- سیستم‌های گازی کننده، اصول سوخت و احتراق، روش‌های مختلف استفاده از زیست توده و راکتورهای بستر سیال و ثابت
- پیل‌های سوختی: تاریخچه، اصول، انواع، کاربردها، ترمودینامیک آنها، پدیده‌های انتقال در پیل‌های سوختی و مدلسازی آنها
- توربین‌های باد: تاریخچه، اصول، انواع، مبانی آئرودینامیک آنها و ارزیابی پتانسیل باد

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد

آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1.Thermal Energy Storage, Systems and Applications, Second Edition, I. Dincer and M. A. Rosen, Wiley, 2011, ISBN 978-0-470-74706-3.

2.Bioenergy options for a cleaner environment: in developed and developing countries, by: Sims, Ralph E.H.; Elsevier, 2004.

3.Energy Resources and Systems, by: Ghosh, Tushar, Prelas, Mark; Springer, 2011.

4.Gas Production Operation, Beggs H. Dale; OGCI Publications, 1984.

5.Matthew M. Mench, Fuel Cell Engines, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2008.

6.Pramod Jain, Wind Energy Engineering, Mc Graw Hill, 2011.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: طراحی سیستم های انرژی تولید همزمان برق و حرارت			
عنوان درس به انگلیسی:	CHP Systems Design	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

طراحی سیستم‌های مختلف تولید همزمان برق و حرارت بر اساس فناوری‌های مختلف.

اهداف ویژه:

- آشنایی با سیستم های مرسوم تولید همزمان برق و حرارت
- یادگیری سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مبدل‌های حرارتی و مشخصات آنها، طراحی انواع مبدل‌های حرارتی، کندانسورها، تبخیرکننده‌ها، کوره‌ها و برج‌های خنک‌کننده‌ها
- سیستم‌های تولید پراکنده
- اصول سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت
- انواع فناوری های مورد استفاده در سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت
- سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت مبتنی بر پیل‌های سوختی
- سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت مبتنی بر انرژی خورشیدی
- اصول تبادل برق با شبکه
- ارزیابی فنی اقتصادی سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Neil Petchers, Combined Heating, Cooling & Power Handbook: Technologies & Applications, Fairmont Press; 2 edition (July 18, 2012).

2. J. Sirchis, Combined Production of Heat and Power, Elsevier (2005).

3.J. Wood, Local Energy Distributed Generation of Heat and Power, The Institution of Engineering and Technology, 2008.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر			
عنوان درس به انگلیسی:	Renewable Energies Technology	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

هدف از این درس آشنایی کلی دانشجویان با سیاست های کلی توسعه انرژی های تجدیدپذیر بوده و سپس آشنایی آنها با مبانی حداقل سه نوع انرژی تجدیدپذیر از بین شش نوع انرژی های تجدیدپذیر خورشیدی، زمین گرمایی، آبی، بادی، زیستی و پیل سوختی می‌باشد.

اهداف ویژه:

- انرژی خورشیدی
- انرژی بادی
- انرژی زمین گرمایی
- انرژی آبی و امواج
- انرژی زیستی
- پیل های سوختی

پ) سرفصل‌ها:

- آشنایی با انرژیهای تجدیدپذیر
- ضرورت و الزامات توجه به توسعه انرژیهای تجدیدپذیر
- سیاست گذاری انرژیهای نو در ایران و جهان
- **انرژی خورشیدی**
  - آشنایی با انرژی خورشیدی
  - تاریخچه بهره برداری از انرژی خوشیدی
  - وضعیت کشورهای دنیا در بهره برداری از انرژی خورشیدی
  - مقدمه ای بر تابش خورشیدی، معرفی پارامترهای خورشیدی، انواع تابش خورشیدی
  - اندازه گیری تابش خورشیدی و وسایل اندازه گیری
  - اصول تهیه اطلس خورشیدی
  - انواع روش های تولید برق خورشیدی
  - کاربردهای حرارتی خورشیدی
- **انرژی زمین گرمایی**
  - آشنایی انرژی زمین گرمای
  - تاریخچه بهره برداری از انرژی زمین گرمایی در ایران و جهان

- وضعیت کشورهای دنیا در بهره برداری از انرژی زمین گرمایی
- اصول و مبانی شناسایی منابع انرژی زمین گرمایی
- انواع منابع و مخازن انرژی زمین گرمایی
- روشهای تولید برق زمین گرمایی
- روشهای بهره برداری حرارتی از انرژی زمین گرمایی

- **انرژیهای آبی**
  - آشنایی با انرژیهای آبی و اقیانوسی
  - تاریخچه بهره برداری از منابع انرژی های آبی
  - وضعیت کشورهای دنیا در بهره برداری از منابع انرژی های ابی و اقیانوسی
  - شناخت جریانهای دریایی و روشهای اخذ و جمع آوری داده های اقیانوسی
  - مدلسازی داده های دریایی و تهیه اطلس های انرژی دریایی
  - روشها و مکانیسمهای تبدیل انرژی های ابی
  - انرژی پاک
  - انرژی امواج دریا و ..
- **انرژی باد**
  - آشنایی با انرژی باد
  - تاریخچه بهره برداری از انرژی بادی در ایران و جهان
  - وضعیت کشورهای دنیا در بهره برداری از انرژی بادی
  - انواع باد ها و رژیمهایی بادی
  - پتانسیل سنجی و ارزیابی توان بادی
  - مکانیابی مزارع بادی
  - ملاحظات اقتصادی برق بادی
  - آشنایی با ساختمان توربینهای بادی افقی و عمودی
- **انرژی زیستی**
  - آشنایی با انرژی زیستی
  - تاریخچه بهره برداری از انرژی های زیستی
  - وضعیت کشورهای دنیا در بهره برداری از منابع انرژی زیستی
  - منابع و پتانسیل‌های انرژی زیستی
  - اصول و روشهای تولید انرژی از منابع زیستی
- **هیدروژن و پیلهای سوختی**
  - آشنایی با هیدروژن و پیلهای سوختی
  - تاریخچه بهره برداری از هیدروژن و پیلهای سوختی
  - وضعیت کشورهای دنیا در بهره برداری از هیدروژن و پیلهای سوختی
  - آشنایی با منابع، تولید، ذخیره سازی و انتقال هیدروژن به عنوان سوخت
  - مبانی سیستم های مختلف و کاربردهای پیل سوختی

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Nick Jenkins, ?Janaka Ekanayake kanayake ayake e Energy Engineering, Cambridge University Press
2. Mallon Karl, 2006, Renewable Energy Policy and Politics: A handbook for decision-making, iUniverse. Inc. USA, pp. 288
3. John A. Duffie and William A. Beckman, 2006, Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley and Sons, Canada, pp. 893
4. Boxwell Michael, 2011, Solar Electricity Handbook, Greenstream Publishing; 4th Revised edition edition, pp. 192
5. Reybach L., and Mufller L. J. P., 2000, Geothermal Systems, John Wiley and Sons, England, pp. 336
6. Michael E. McCormick, 2007, Ocean Wave Energy Conversion, Dover Publications, pp. 259
7. Burton Tony, Sharpe David, Jenkins Nick and Bossanyi Ervin, 2001, Wind Energy Handbook, John Wiley and Sons, England
8. Thomas F. McGowan, Michael L. Brown, William S. Bulpitt and James L. Walsh Jr., 2009, Biomass and Alternate Fuel Systems: An Engineering and Economic Guide, , John Wiley and Sons, England, pp. 2596
9. Ryan O'Hayre, Suk-Won Cha, Whitney Colella and Fritz B. Prinz, 2009, Fuel Cell Fundamentals, 2nd edition, John Wiley and Sons, pp. 576
10. Voss K. , Musall, E. (2012). Net zero energy buildings. ENoB.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: فناوری‌های پیل سوختی			
عنوان درس به انگلیسی:	Fuel Cell Technologies	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم سیستم های تولید توان به روش تبدیل الکتروشیمیایی، معرفی انواع پیل های سوختی و اجزاء آنها، اصول الکتروشیمی، ترمودینامیک پیل های سوختی و پدیدهای انتقال در پیل سوختی.

اهداف ویژه:

- مبانی پیل‌های سوختی
- مدلسازی پیل‌های سوختی
- طراحی پیل‌های سوختی

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی پیل سوختی
- اصول الکتروشیمی
- ترمودینامیک پیل های سوختی
- پدیدهای انتقال در پیل سوختی
- اجزاء پیل سوختی
- تولید و ذخیره سازی هیدروژن
- تست های الکتروشیمیایی در پیل های سوختی
- سیستم های تولید همزمان در نیروگاه های پیل سوختی

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Fuel Cell Engine, Matthew M. Mench 2010, Copyright C 008 by John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

2. SOLID OXIDE FUEL CELLS, Materials Properties and Performance, CRC Press Taylor & Francis Group 2009

3. PEM fuel cells, theory and practice, Frano Barbir, 2005, elsevier.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: فناوری‌های انرژی بادی			
عنوان درس به انگلیسی:	Wind Energy Technologies	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با فناوری، امکانسجی و پتانسیل سنجی انرژی باد

اهداف ویژه:

- آشنایی با چگونگی پیدایش و منابع انرژی باد
- آشنایی کامل با توربین های باد و اجزاء آنها
- یادگیری طراحی توربین های باد

پ) سرفصل‌ها:

- مبانی و اصول انرژی و توان باد
- مبانی آئرودینامیک
- انواع توربین‌های باد
- منشاء، مشخصه‌ها و ویژگی‌های باد
- آئرودیناک پره‌های توربین
- ارزیابی منابع باد و پتانسیل سنجی انرژی باد
- اجزاء توربین‌های باد
- مزارع بادی: مکانیابی، طراحی و مدلسازی
- ارزیابی فنی و اقتصادی نصب توربین‌های باد

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Pramod Jain, Wind Energy Engineering, Mc Graw Hill, 2011.

2. Erich Hau, Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics, Springer, 2012.

3. J. F. Manwell, J. G. McGowan, A. L. Rogers, Wind Energy Explained, John Wiley & Sons Ltd., 2009.

4. T. Burton, D. Sharpe, N. Jenkins, E. Bossanyi, Handbook of wind energy, John Wiley & Sons, Ltd, 2001.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: فناوری انرژی در ساختمان			
عنوان درس به انگلیسی:	Energy Technology in Buildings	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

آشنایی با روش های طبقه‌بندی ساختمان‌ها از نظر مصرف انرژی و کنترل میزان مصرف انرژی در ساختمان و یادگیری اصول و مبانی طراحی اجزای ساختمان برای تأمین انرژی لازم از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر.

اهداف ویژه:

- یادگیری مدلسازی مصرف انرژی در ساختمان
- آشنایی با موازنه انرژی در ساختمان
- بررسی ساختمان‌های صفر انرژی
- یادگیری روش‌های کاهش مصرف انرژی در ساختمان

پ) سرفصل‌ها:

ارزیابی کیفیت محیط داخلی (IEQ)، آشنایی با استانداردهای ASHREA و LEED، گونه‌بندی کاربری ساختمان، گونه‌بندی نیاز سالانهٔ انرژی محل استقرار ساختمان، شرایط بهره‌گیری از انرژی خورشیدی، نحوهٔ استفاده از ساختمان‌های غیرمسکونی، روش‌های طراحی پوستهٔ خارجی ساختمان، محاسبهٔ ضرایب انتقال حرارت طرح و مرجع اجزای پوسته، ضوابط طرح، محاسبه و اجرای عایق‌کاری حرارتی و سیستم‌های تأسیسات گرمایشی و سرمایشی، تهویه، تهویه مطبوع، تأمین آب گرم مصرفی و روشنایی الکتریکی در ساختمان‌ها، مقدمه‌ای بر تعریف ساختمان‌های سبز، محاسبه انرژی مورد نیاز ساختمان، اصول معماری و جهت استقرار بنا، تأمین روشنایی، سرمایش و گرمایش در ساختمان با استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر، سیستم مدیریت هوشمند انرژی، سیستم کنترل شرایط محیطی، آنالیز اقتصادی مصرف انرژی در ساختمان، مدلسازی پشت بام سبز.

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایانی	۳۰درصد
پروژه (آزمون عملی)	۳۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- مدیریت مصرف انرژی در ساختمان، تألیف گروه مؤلفان سازمان بهره وری انرژی ایران، انتشارات وزارت نیرو، چاپ اول، ۱۳۸۳

2. Energy Management in Buildings, Keith J. Moss, Taylor & Francis, 2006, ISBN: 9780415353922.
3. Handbook of Green Building Design and Construction (LEED, BREEAM, and Green Globes), Sam Kubba, Butterworth-Heinemann, 2012, ISBN: 9780123851284.
4. Energy Management and Operating Costs in Buildings, Keith Moss, Routledge, 2013, ISBN: 9780419217701.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: مدیریت زیست محیطی تولید و مصرف انرژی			
عنوان درس به انگلیسی:	Environmental Management of Energy Production and Consumption	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله ☐	
	نظری	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس		مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- در این درس ابتدا اصول مدیریت زیست محیطی به دانشجو آموزش داده می‌شود
- پس از آن کاربرد این اصول در تولید و مصرف انرژی بیان می‌گردد.

اهداف ویژه:

- طی این درس دانشجو با استانداردهای ملی و بین‌المللی در زمینه مدیریت زیست محیطی و انرژی و تلفیق آن‌ها با یکدیگر مطالب اساسی را فرا می‌گیرد.
- بهینه سازی فرایند تولید انرژی
- بهینه سازی و مدیریت فرایند عرضه و مصرف انرژی
- مدیریت یکپارچه سیستم های انرژی

پ) سرفصل‌ها:

- طراحی و کاربرد سیستم مدیریت زیست‌محیطی به سیستم‌های انرژی
- سیستم اندازه‌گیری در مدیریت زیست‌محیطی تولید و مصرف انرژی
- خطاهای سیستم اندازه گیری
- کمی‌سازی و اثرات آلودگی هوا در تبدیل و مصرف انرژی
- کنترل آلودگی هوا و آب در تبدیل و مصرف انرژی
- مدیریت پسماندها در تولید و مصرف انرژی
- قابلیت اطمینان و ارزیابی ریسک مدیریت زیست محیطی
- کنترل فرایند آماری

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایانی	۳۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Fayaz A. Malla, Suhaib A. Bandh , 2024, Waste Management in the Circular Economy, Springer International Publishing
2. C. A. Brebbia, Elena Romenovna Magaril, F. Polonara, G. Passerini, Energy Production and Management in the 21st Century II, WIT Press, 2016,
3. Morris A., ISO 14000 Environmental Management Standards: Engineering and Financial Aspects, 2004, John Wiley & Sons Ltd., p. 286.
4. Morvay Z. K., Gvozdenac D. D., Applied Industrial Energy and Environmental Management, 2008, John Wiley & Sons Ltd., p. 434.
5. Radovanović M., Popov S., Sustainable Energy Management, 2013, Elsevier Inc.
6. ISO 14001: 2015- Environmental Management Systems, ISO 50001:2011 - Energy Management System.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: فرآیندهای تصفیه پساب‌های صنایع انرژی			
عنوان درس به انگلیسی:	Effluent Treatment Technologies for Energy Industries	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با اصول و مبانی طراحی فرایندهای تصفیه فاضلاب صنایع اصلی تولید کننده انرژی
- آشنایی با فرایندهای تصفیه فاضلاب واحدهای عملیاتی از قبیل پالایشگاه نفت و نیروگاه ها

اهداف ویژه:

- آشنایی با فاضلاب‌های صنایع انرژی و انتخاب فناوری و فرایند بهینه برای تصفیه آنها
- شناخت انواع فاضلاب های صنعت انرژی
- آشنایی با تحلیل کمی و کیفی فاضلاب صنایع انرژی و تصفیه آن
- توانمندی در ارائه فناوری های بهینه تصفیه فاضلاب سیستم های انرژی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه (اهمیت تصفیه فاضلاب)
- قوانین و استانداردهای زیست محیطی
- معرفی واحدهای مختلف پالایشگاه نفت
- منابع آب پالایشگاه
- مشخصات و منابع فاضلابهای تولید شده در پالایشگاه
- فرایندهای متداول تصفیه فاضلاب پالایشگاه (تصفیه مقدماتی، متعادل سازی، خنثی سازی، ته نشینی، عریان سازی، شناورسازی، تصفیه شیمیایی و زیستی)
- استفاده مجدد از پساب تصفیه شده پالایشگاه (مدیا فیلتراسیون، فیلتراسیون غشایی، جذب با کربن فعال)
- معرفی انواع نیروگاه ها
- مشخصات و منابع فاضلابهای تولید شده در نیروگاه
- فرایندهای متداول تصفیه فاضلاب نیروگاه (متعادل سازی ،خنثی سازی، عریان سازی ،ته نشینی ، ترسیب با آهک، تبخیر، انعقاد و لخته سازی، تصفیه زیستی، گندزدایی)
- استفاده مجدد از پساب تصفیه شده نیروگاه (مدیا فیلتراسیون - فیلتراسیون غشایی-تبادل یونی)
- تصفیه و دفع لجن‌های تولید شده

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Mohammad Hadi Dehghani, Rama Rao Karri, Thirugnanasambandham Karchiyappan, Industrial Wastewater Treatment Emerging Technologies for Sustainability, Springer International Publishing, 2022
2. Lawrence, k. Wang (2006). Hand book of Industrial and Hazardous Wastes Treatment. 2nd edition, Marcel Dekker Inc.
3. WEF (2008). Industrial wastewater management. Treatment and Disposal, 3rd edition, Water Environment Federation
4. Tchobanoglous, G. (2003). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. 4th edition Mc Graw-Hill
5. Eckenfelder, W. Wesley (2000). Industrial water pollution control. 3th edition, Mc Graw-Hill

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: ریسک و تاب آوری در سیستم‌های انرژی و محیط زیست			
عنوان درس به انگلیسی:	Risk and Resilience in Energy and Environmental Systems		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ■
دروس هم‌نیاز:			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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- در این درس دانشجو با مفاهیم تاب آوری، شکنندگی، ریسک ومدیریت آن در سیستم های انرژی و محیط زیست آشنا میشود و قادر میشود ضمن بکارگیری مفاهیم تاب آوری و ریسک قطع خدمات و عواقب محیط زیستی به تحلیل تاب آوری و ریسک سیستم های انرژی و محیط زیست از دیدگاه های مختلف بپردازد و با ساخت مدل های منطقی مورد نیاز و حل آنها مقادیر تاب آوری و ریسک سیستم را بدست آورد.
- تعیین قابلیت اطمینان سیستم ها بر اساس معیارهای عملکرد و تشخیص عدم قطعیت ها در معیارهای عملکردی و نحوه پخش آنها در تخمین نتیجه مدل احتمالاتی از موارد مطرح در این درس میباشد.
- در این درس دانشجو توانایی ارزیابی کیفی و کمی تاب آوری را کسب میکند و پس از آشنایی با ارکان آن قادر میشود برای ایجاد تاب آوری اکولوژیکی و محیط زیستی سیستم ها در برابر پدیده های طبیعی و انسانساخت با تاکید بر منابع وسیستم های انرژی، ارائه راهکار نماید.

اهداف ویژه:

- هدف اصلی از ارائه این درس آشنایی دانشجویان با مبانی تحلیل کاربرد دیدگاه تصادفی و احتمالاتی در تحلیل تاب آوری و ریسک سیستمهای مهندسی انرژی و محیط زیست است.
- نحوه تعیین و رتبه بندی فاکتورهای مهم و حساس عدم قطعیت ها بر ریسک و نحوه مدیریت آنها از سایر مباحث مطرح میباشد
- در این درس دانشجو قادر میشود تکنیکهای مدیریت ریسک را بر اساس معیارهای پذیرش ریسک در پذیرش، مقایسه و کاهش ریسک های اقتصادی، محیط ریستی و ایمنی تخمین زده شده بکار گیرد
- مهارت انعکاس و انتقال نتایج حاصل به سایر استفاده کنندگان در حوزه های انرژی و محیط زیست را کسب نماید.

پ) سرفصل‌ها:

- مروری بر آمار و احتمالات و متغیرهای تصادفی، جبر بول و توابع توزیع
- تعاریف و مفاهیم تاب آوری، ریسک، ایمنی و عملکرد، اجزاء تحلیل ریسک و کاربرد های آن
- احتمال شکست، قابلیت اطمینان و کاربرد تحلیل ریسک در مهندسی محیط زیست و سیستم های انرژی
- روشهای انجام تحلیل ریسک احتمالاتی(ساختار، ساخت مدل منطقی مورد نیاز، حل مدلها برای تخمین مقادیر ریسک)
- ارزیابی ریسک، انواع ریسک اقتصادی، زیست محیطی، بهداشت، ایمنی و امنیتی و گامهای آن
- فرآیند تحلیل ریسک احتمالاتی و اجزاء آن شامل ارزیابی، مدیریت و مکاتبات ریسک
- درخت های منطقی و کابرد آن در ارزیابی ریسک
- نحوه کمی سازی و تجمیع سناریو های مختلف (روش جبر بول، روش جدول درستی و دیاگرام دودویی)
- مشخصه های اصلی تاب آوری و معیارهای سنجش تاب آوری
- برآورد کیفی و مدلسازی کمی تاب آوری

- ابعاد مختلف برگشت‌پذیری در سیستمهای فنی اجتماعی
- روش های افزایش تاب آوری و نحوه تدوین استراتژی های افزایش آن

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه¬های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۰ درصد
آزمون پایانی	۷۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Yonghua Song, Yi Ding, Minglei Bao, Sheng Wang, Changzheng Shao, 2023, Risk Modeling, Analysis and Control of Multi-energy Systems, Springer Nature Singapore
2. Dilley M., Chen R. S., Deichmann U., Lerner A. L.-Lam, Arnold M. (2005), Natural Disaster, Hotspots: A Global Risk Analysis, The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank and Columbia University.
3. Haimes Y. Y. (2004), Risk modeling, assessment and management, 2ND edition, Wiley and Sons, New York.
4. Modarres M. (2006), "Risk analysis in Engineering, techniques, tools and trends", CRC Press.
5. Molak V. (1997), Fundamentals of Risk Analysis and Risk Management, CRC Press, Inc. LEWIS PUBLISHER., Springer
6. Smith, D. J. (2001), Reliability, maintainability and risk. – 6th Edition, Butterworth - Heinemann.
7. Chavas J. P. (2004) Risk analysis in theory and practice, Elsevier Academic Press.
8. Lewis, T. G. (2019). Critical infrastructure protection in homeland security: defending a networked nation. John Wiley & Sons.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: ارزیابی اثرات زیست محیطی پروژه های انرژی			
عنوان درس به انگلیسی:	EIA in Energy Projects		
دروس پیش‌نیاز:			
دروس هم‌نیاز:			
تعداد واحد:	۳	نظری	
تعداد ساعت:	۴۸		
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه نیست ☐	مرتبط با آمایش/مأموریت موسسه است ■	
نوع درس و واحد	پایه ☐	نظری ■	
	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐	
	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐	
	رساله ☐		
	مهارتی-اشتغال پذیری ☐		

ب) هدف کلی:

- آشنایی با اثرات زیست محیطی سیستم های انرژی
- تحلیل جامع سیستم های انرژی با در نظر گرفتن محیط زیست

اهداف ویژه:

- مطالعه قوانین و مقررات محیط زیستی مرتبط با تاثیرات انسانی
- مطالعه آثار مخرب محیط زیست در اثر اجرای پروژه های انرژی
- مطالعه چرخه عمر محیط زیستی اجرای پروژه های حوزه انرژی
- آشنایی دانشجویان برای تهیه گزارش ارزیابی زیست محیطی پروژه های انرژی

پ) سرفصل‌ها:

- سیاست ها و قوانین محیط زیست
- سطوح مفهومی ارزیابی اثرات محیط زیست
- مطالعه مدیریت و برنامه ریزی ارزیابی اثرات محیط زیست
- روشهای شناسایی اثرات محیط زیست
- اثرات محیط زیستی پروژه های انرژی روی هوای محیط
- اثرات محیط زیستی پروژه های انرژی روی آب محیط
- اثرات محیط زیستی پروژه های انرژی روی خاک و زمین محیط
- محیط زیستی پروژه های انرژی روی صوت محیطی
- اثرات بیولوژیکی فعالیت ها و پروژه های انرژی
- مدیریت کاهش اثرات مخرب محیط زیستی پروژه های انرژی
- فناوری در ارزیابی های اثرات محیط زیستی پروژه های انرژی

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه¬های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۲۵ درصد
آزمون پایانی	۴۵ درصد
پروژه	۱۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Alberto Fonseca, Handbook of Environmental Impact Assessment, Edward Elgar Publishing, 2022.
2. Environmental Impact Assessment, Theory and Practice, by: Anji Reddy Mareddy, Elsevier, 2017.
3. EIA Technical Review Guidelines Energy Generation and Transmission, 2011, United States Environmental Protection Agency
4. Environmental Impact Assessment: Practice and Participation, 2nd Edition, by: Kevin Hanna, Oxford University Press, 2009.
5. The Application of Economic Techniques in Environmental Impact Assessment, by: James, David E., Springer, 1994.
6. Environmental Impact Assessment of Cement Industry, by: Divya Gupta Mahendra Pratap Choudhary, Scholars Press, 2017.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: تکنیک‌های تصمیم‌سازی و بهینه‌سازی			
عنوان درس به انگلیسی:	Decision Making Methods and Optimization	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- هدف این درس آشنایی دانشجویان با تکنیک های کمی در تصمیم سازی و کاربرد آنها در تصمیم های مدیریت است.
- به کارگیری روش های تصمیم گیری در سیستم های انرژی و محیط زیست

اهداف ویژه:

- هدف ویژه این درس، تسلط دانشجویان به فرایند تصمیم گیری است
- انتخاب گزینه بهینه از بین فناوری های مختلف در سیستم های انرژی
- آشنایی با روش های کمی تصمیم گیری و مدلهای بهینه سازی
- آشنایی با روش های کیفی تصمیم گیری
- به کار گیری هوش مصنوعی در تصمیم گیری
- به کارگیری روش های تصمیم گیری در سیستم های انرژی جهت کاهش آلودگی محیط زیست

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی تئوری سیستم
- مقدمه ای بر آمار و احتمالات
- تصمیم گیری و معادله تصمیم
- اصول تئوری تصمیم
- تصمیم گیری در شرایط اطمینان کامل
- تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان کامل با استفاده از ماتریس تصمیم گیری
- تصمیم گیری تحت شرایط ریسک
- مدلهای مشابه و احتمالی (تصمیم گیری بدون نمونه گیری، با نمونه گیری و با منحنی های آماری)
- مدلهای ریاضی و احتمالی(تجزیه و تحلیل هزینه منفع در شرایط احتمالی)
- مدل های شمایلی و احتمالی (تصمیم گیری شاخه ای یا درخت تصمیم گیری)
- تئوری بازی ها
- زنجیره مارکوف و فرآیند تصمیم گیری مارکوف و سیاست ها و استراتژی های بهینه
- تئوری صف

- شبیه سازی
- تصمیم گیری های چندهدفه

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه¬های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۰ درصد
آزمون پایانی	۷۰ درصد
پروژه	۲۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. ماکس بیزرمن، ترجمه علی سرزعیم، کتاب مدیران و چالش های تصمیم گیری، انتشارات آریانا قلم

2. Alexei A. Gaivoronski, Pavlo S. Knopov, Volodymyr A. Zaslavskyi, 2023, Modern Optimization Methods for Decision Making Under Risk and Uncertainty, CRC Press
3. Hillier, F. S. 2012. Introduction to operations research. Tata McGraw-Hill Education.
4. Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. 1990. Introduction to stochastic models in operations research. McGraw-Hill Companies.
5. Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. 2015. Introduction to stochastic operations research. McGraw-Hill Companies.
6. Rardin, R. L., & Rardin, R. L. 2016. Optimization in operations research (p. 919). Prentice Hall.
7. Saaty, T. L. 2004. Mathematical methods of operations research. Courier Corporation.
8. Shapiro, A. 2003. Monte Carlo sampling methods. Handbooks in operations research and management science, 10, 353-425.
9. Wagner, H. M. 1969. Principles of operations research: with applications to managerial decisions. In Principles of operations research: with applications to managerial decisions. Prentice-Hall.
10. Winston, W. L. 2003. Introduction to Probability Models: Operations Research. Volume Two. Brooks/Cole-Thomson Learning.
11. Henderson, S. G., & Nelson, B. L. (Eds.). 2006. Handbooks in operations research and management science: simulation (Vol. 13). Elsevier.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه: بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس: بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: اقتصاد چرخشی در سیستم های تبدیل پسماند، انرژی و محیط زیست				
عنوان درس به انگلیسی:	Circular Economy in Waste Conversion, Energy and Environmental Systems		نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:			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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با تکنولوزی های تبدیل پسماند به انرژی ،
- معرفی اقتصاد چرخه ای و نقش فناوری های بازیابی انرژی از پسماند

اهداف ویژه:

- معرفی و تعریف مفاهیم اقتصاد چرخشی (Circular Economy)
- درک اقداماتی که با تبدیل پسماند به شکل های مختلف انرژی با رویکرد اقتصاد چرخشی در زمینه حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار به کار گرفته شود
- توانمندسازی دانشجویان برای درک مفاهیم تبدیل پسماند در سیستم های انرژی با رویکرد اقتصاد چرخشی
- بیان ارتباط بین قوانین فنی و اصول تصمیم سازی مدیریتی برای تولیدانرژی از پسماندر اقتصاد چرخشی
- توسعه دانش فنی و مهارتها برای به کارگیری اصول فرایندهای شیمیایی و بیوشیمیایی تبدیل پسماند به انرژی در واحدهای عملیاتی
- آشنایی با تجهیزات فرآیندی مرتبط جهت به کارگیری در بخش های مختلف صنایع، کشاورزی و ...
- آشنایی با فناوریهای بهینه WtE و درک مزایای به کارگیری اقتصاد چرخشی در تبدیل پسماند و مشکلات اجرای آنها
- تحلیل نمونه مورد مطالعه برای درک ارزیابی فناوریهای بازیابی انرژی از پسماند
- توانمندی در تهیه امکانسنجی فنی-اقتصادی و ترمواکونومیکی واحدهای بازیابی پسماند در اقتصاد چرخشی جهت ارزیابی و انتخاب فناوری بهینه

پ) سرفصل‌ها:

- تعریف اقتصاد چرخشی
- پسماند در اقتصاد چرخشی و بررسی فن آوریهای زیست توده و تعیین پتانسیل آنها برای تولید انرژی
- ارزیابی منابع در اقتصاد چرخشی
- آماده سازی منابع زیست توده برای تولید انرژی
- فرآیندهای آماده سازی اولیه فیزیکی
- فرایند های بیولوژیکی تبدیل زیست توده به انرژی
- فرایندهای ترموشیمیایی
- مقدمه ای بر فرایند ترموشیمیایی بیومس به سوخت، مواد شیمیایی و برق
- تولید انرژی
- مراحل اجرای پروژه

- غربالگری، تخمین گاز قابل استحصال، طراحی، اجرا و بهره برداری
- مقایسه فن آوریهای تبدیل منابع زیست توده به انرژی
- ارزیابی اقتصادی فرایندها

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۱۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۰ درصد
آزمون پایانی	۴۰ درصد
پروژه	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه: به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Stahel, Walter R. "The circular economy." Nature 531.7595 (2016): 435-438.
2. Gupta, Ram K., and Tuan Anh Nguyen, eds. Energy from Waste: Production and Storage. CRC Press, 2022.
3. Klinghoffer, Naomi B., and Marco J. Castaldi, eds. Waste to energy conversion technology. Elsevier, 2013.
4. Young, Gary C. Municipal solid waste to energy conversion processes: economic, technical, and renewable
5. comparisons. John Wiley & Sons, 2010.
6. Pal, Dan Bahadur, and Pardeep Singh, eds. Utilization of Waste Biomass in Energy, Environment and Catalysis.
7. CRC Press, 2022.
8. Costanza, Robert, John H. Cumberland, Herman Daly, Robert Goodland, and Richard B. Norgaard.
9. introduction to ecological economics. CRC Press, 1997.
10. Wright M.M., Daugaard D.E., Satrio J.A., and Brown R. C. (2010) Techno-economic analysis of biomass fast pyrolysis to transportation fuels. Fuel, 89 (Supplement 1), S2-S10. DOI: 10.1016/j. fuel.2010.07.029.
11. Deublein, D., Steinhauser, A. (2008) Biogas from Waste and Renewable Resources, An Introduction, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
12. EPA. (1996). A Landfill Gas-to-Energy Project Development handbook. W. A. Worrell, P. A. Vesilind (2010), Solid Waste Engineering.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: تغییر اقلیم و انرژی			
عنوان درس به انگلیسی:	Climate Change and Energy	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- هدف این درس ارائه مفاهیم و ارتباط بین تغییر اقلیم و مصرف انرژی می‌باشد ،
- بررسی نقش سیستم های انرژی در تغییرات اقلیم

اهداف ویژه:

- از اهداف ویژه این درس تحلیل اثرات سیستم‌های انرژی بر روی تغییرات اقلیم و انتشار کربن است
- بررسی راههای کاهش و حذف کربن دی اکسید در جو
- بررسی اثرات بخش های مختلف سیستم های انرژی در انتشار کربن
- آشنایی تحلیل سیاهه انتشار کربن

پ) سرفصل‌ها:

- تغییرات مرتبط با رفتار بشر با طبیعت
- فیزیک تعادل انرژی سیاره ای
- عوامل گرمایش جهانی در تاریخ
- مقایسه سوابق دما و دی اکسید کربن
- محاسبه دماهای سابق با نرخ ایزوتوپ های اکسیژن
- مرور کلی چرخه کربن
- چرخه بازبینی شده کربن: آب و هوای شیمیایی
- آب و هوای دوره های مختلف زمین شناسی
- تاثیرات تغییرات اقلیم روی جامعه انسانی و اکوسیستم
- پیش بینی میزان افزایش سطح دریاها
- رابطه بین توسعه زمین شناسی و آب و هوا
- تغییرات گیاهان در مقیاس بزرگ
- جذب کربن به وسیله زمین و اقیانوس
- نحوه واکنش زمین به افزایش دی اکسید کربن
- چالش های تغییرات اقلیم
- معاهدات، پیمان نامه و توافق نامه های بین المللی تغییر اقلیم

- آینده تغییرات اقلیم طبق تاریخچه زمین و استراتژی های مختلف مقابله با آن
- تاثیر ادامه انتشار بیش از حد گازهای گلخانه‌ای

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه¬های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۰ درصد
آزمون پایانی	۵۰ درصد
پروژه	۲۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Eklas Hossain, 2023, The Sun, Energy, and Climate Change, Springer Nature Switzerland
2. B. Ó Gallachóir, George Giannakidis, Kenneth Karlsson, Maryse Labriet, Limiting Global Warming to Well Below 2 °C: Energy System Modelling and Policy Development, Springer International Publishing, 2018
3. Our Choice. Al Gore. Simon & Schuster. 2009.
4. Sustainable Energy - Without the Hot Air, David J.C. MacKay, UIT, 2009.
5. Sustainability, Green Energy and Climate Change, Jitendra Behari, Springer, 2018, ISBN-10: 3319505866.
6. Climate Change, Energy, Sustainability and Pavements. Gopalakrishnan, Kasthurirangan, Steyn, Wynand JvdM, Harvey, John. Springer. 2014. ISBN-10: 3662447185.
7. The Impact of Climate Change and Bioenergy on Nutrition, Thompson, Brian, Cohen, Marc J, Springer, 2012, ISBN-10: 9400701098

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: ارزیابی فنی، اقتصادی و محیط زیستی سیستم های انرژی				
عنوان درس به انگلیسی:	Techno-Economic and Environmental Assessment of Energy Systems		نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:			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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

- شناسایی و آشنایی با بخش‌های محیط زیست: آب، خاک ، هوا
- ارزیابی فنی اقتصادی سیستم‌های انرژی و محیط‌زیست

اهداف ویژه:

- اشراف بر تحلیل فنی و اقتصادی و ارزیابی سیستم‌های انرژی و محیط زیست
- توانایی ارزیابی فنی واقتصادی فناوری های انرژی و محیط زیست
- تحلیل هزینه های زیست محیطی
- بررسی اثر هزینه های خارجی در اقتصاد طرح های انرژی و محیط زیست

پ) سرفصل‌ها:

- اثرات زیست محیطی شامل آلودگی هوا، آب و خاک ناشی از بخش انرژی
- ارزیابی مصرف انرژی شامل بررسی روش‌ها و امکانات صرفه جویی
- ارتباط انرژی با توسعه صنعتی
- پایداری و توسعه پایدار
- اقتصاد رفاه محیط زیست
- روش‌های ارزیابی و تخریب محیط زیست از قبیل حسابداری محیط زیست
- ارزیابی منابع زیست محیطی شامل نظریه استخراج بهینه منابع طبیعی پایان پذیر و پایان ناپذیر
- مشکلات منطقه‌ای و بین‌المللی آلودگی محیط زیست
- قواعد تحلیل پروژه ها: فنی، اقتصادی و محیط زیستی

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

آموزش ارائه مطالب با تحلیل جزئیات با ذکر نمونه و مثال به همراه بحث در کلاس و تحلیل همراه با حل نمونه‌های عملیاتی و انجام پروژه تخصصی درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۰ درصد

آزمون پایانی	۵۰ درصد
پروژه	۲۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

به کارگیری تجهیزات آموزشی لازم و متناسب.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱- پرمن، راجر، یوما، جیمز مک گیل ری، اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی، ترجمه حمیدرضا ارباب، تهران: نشر نی، ۱۳۹۲

2. OECD, 2024, OECD Environmental Performance Reviews OECD Green Growth Policy Review of Egypt, OECD Publishing
3. Alex Rosenthal, Charles J. Freeman, Eric C. D. Tan, Jennifer B. Dunn, Lauren Valentino, William Kubic, 2020, Techno-Economic Analysis and Life-Cycle Assessment of Emerging Technologies for Bioprocessing Separations, National Renewable Energy Laboratory
4. Wanis Mohamed, 2013, Techno-economic, Environmental and Risk Analysis (TERA) for Power Generation-market Growth, Cranfield University
5. What Environmentalists Need to Know About Economics. Jason Scorse, Palgrave Macmillan. 2010. ISBN-10: 0230107311
6. Environmental Law and Economics. Mathis, Klaus, Huber, Bruce R. Springer. 2017. ISBN-10: 3319509314
7. Yang, H., Wei, Z. and Chengzhi, L., 2009. Optimal design and techno-economic analysis of a hybrid solar–wind power generation system. Applied Energy, 86(2), pp.163-169.
8. Leme, M.M.V., Rocha, M.H., Lora, E.E.S., Venturini, O.J., Lopes, B.M. and Ferreira, C.H., 2014. Techno-economic analysis and environmental impact assessment of energy recovery from Municipal Solid Waste (MSW) in Brazil. Resources, Conservation and Recycling, 87, pp.8-20.
9. Holt Ashley, Richard L. Ruman, and Christopher Whipple; Energy and Environment: Risk enefit Approach; London: Pergamon Press, 1976
10. Grau, J. and Weeten; “Environmenal Impact Analysis of energy”; McGraw-Hill, 1980
11. Paul Ih-fei Liu; Introduction to Energy and the Environment; Van Nostrand Reinold, 1993
12. Wolzin, Harold; Energy and the Environment: Selected Reading; General Learning Corporation, 1974

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

بلامشکل بوده و ملاحظاتی ندارد.

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

بخشی از کلاس در صورت نیاز قابل ارائه به صورت الکترونیکی می‌باشد.

الف) عنوان درس به فارسی: مباحث ویژه در مهندسی سیستم‌های انرژی			
عنوان درس به انگلیسی:	Special Issues in Energy Systems Engineering	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:		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 آمایش/مأموریت موسسه است ■

ب) هدف کلی:

این درس با توجه به نیاز دانشجویان متناسب با برنامه گروه تهیه و ارائه می‌گردد.