



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



برنامه درسی رشته

مهندسی سیستم های انرژی

Energy Systems Engineering

مقطع

کارشناسی ارشد ناپیوسته



گرایش ها

سیستم های انرژی	Energy Systems
تکنولوژی انرژی	Energy Technology
انرژی و محیط زیست	Energy and Environment

گروه فنی و مهندسی

پیشنهادی دانشگاه صنعتی شریف



بیت

نام رشته: مهندسی سیستم های انرژی

عنوان گرایش ها: سیستم های انرژی، تکنولوژی

انرژی، انرژی و محیط زیست

گروه تحصیلی: فنی و مهندسی

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته

زیر گروه تحصیلی: مهندسی مکانیک

نوع مصوبه: بازنگری

پیشنهادی: دانشگاه صنعتی شریف

تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۱۲/۰۸

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی سیستم های انرژی گرایش سیستم های انرژی، تکنولوژی انرژی، انرژی و محیط زیست، در جلسه شماره ۱۶۴ تاریخ ۱۴۰۰/۱۲/۰۸ کمیسیون برنامه ریزی آموزشی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می شوند، قابل اجرا است.

ماده دو- این برنامه درسی، جایگزین برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی سیستم های انرژی گرایش سیستم های انرژی، تکنولوژی انرژی، انرژی و محیط زیست مصوب جلسه ۳۶۶ تاریخ ۱۳۷۷/۰۹/۲۲ شورای عالی برنامه ریزی می شود.

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

ماده چهار- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر رضا نقی زاده

مدیر کل دفتر برنامه ریزی آموزش عالی

و دبیر کمیسیون

دکتر قاسم عمو عابدینی

معاون آموزشی و رئیس کمیسیون





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

دانشگاه ها / موسسه های همکار



دانشگاه شیراز



دانشگاه علم و صنعت ایران



دانشگاه صنعتی شریف

برنامه درسی رشته

مهندسی سیستم های انرژی

ENERGY SYSTEMS ENGINEERING

مقطع کارشناسی ارشد

مشمول بر گرایش های:

۱. سیستم های انرژی | Energy Systems

۲. فناوری های انرژی | Energy Technologies

۳. انرژی و محیط زیست | Energy and Environment

تهیه کنندگان (به ترتیب حروف الفبا):

دکتر روح اله احمدی	عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران
دکتر مهدی بانسی	عضو هیات علمی دانشگاه شیراز
دکتر رامین روشندل	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شریف
دکتر اکرم عوامی	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شریف
دکتر ناصر وثوقی	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شریف



جدول تغییرات نسبت به برنامه مصوب مورخ ۷۷/۹/۲۲

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	مقدمه و ضرورت	بخش مقدمه و ضرورت با توجه به تحولات اخیر در حوزه علوم و فناوری‌های انرژی دوباره نگارش شده است.
۲.	درس‌های اصلی ۱۲ واحد	درس‌های پایه به ۹ واحد کاهش یافت تا دانشجویان بتوانند با تصویب گروه آموزشی ۶ واحد درس در زمینه گرایش خود به صورت درس‌های تخصصی الزامی اخذ کنند. این کار در راستای اهداف کلان مهندسی انرژی در کشور، انعطاف‌پذیری بیشتری برای تقویت جهت‌گیری تخصصی در گروه‌های آموزشی فراهم می‌کند. درس‌های پایه شامل درس‌های «تحلیل سیستم‌های انرژی»، «برنامه‌ریزی ریاضی پیشرفته» و «مهندسی فرآیند در سیستم‌های انرژی» (برای دانشجویان با کارشناسی مهندسی برق و فیزیک) یا «همبست آب و انرژی» (برای دانشجویان سایر رشته‌ها) خواهد بود. سرفصل‌ها و مراجع درس‌های پایه بازنگری و به‌روز شد.
۳.	دروس تخصصی و اختیاری ۱۲ واحد	دانشجویان لازم است با تصویب گروه آموزشی ۶ واحد درس‌های تخصصی الزامی و بین ۸ الی ۱۱ واحد درس‌های اختیاری از سبد درس‌های گرایشی اخذ کنند. درس‌های تخصصی الزامی شامل دو درس از درس‌های «مدلسازی انرژی»، «قابلیت اطمینان و تحلیل ریسک»، «تبدیل انرژی پیشرفته» و «انرژی و محیط زیست» خواهد بود. سرفصل‌ها و مراجع درس‌های تخصصی الزامی و اختیاری بازنگری و بروز شد.
۴.	سمینار ۲ واحد	درس سمینار ۲ واحدی در درس‌های اختیاری هر گرایش ارائه شده است تا گروه‌های آموزشی بتوانند با توجه به حداکثر تعداد واحد مجاز در دانشگاه‌های مختلف انعطاف‌پذیری مناسب را داشته باشند.
۵.	جمع کل واحدها ۳۲ واحد	از آنجا که برخی دانشگاه‌ها حداکثر تعداد واحدهای دوره کارشناسی ارشد را کاهش داده‌اند، در برنامه جدید تعداد کل واحدهای دوره بین ۲۹ الی ۳۲ واحد خواهد بود.
۶.	نقش و توانایی	با توجه به تحولات اخیر در حوزه علوم و فناوری‌های مرتبط با انرژی دوباره نگارش شده است.
۷.	شرایط پذیرش دانشجو	با توجه به بیش از ۲۰ سال تجربه اجرای این دوره در کشور، دانشجویان با مدرک کارشناسی مهندسی شیمی، مهندسی مکانیک، مهندسی برق، فیزیک و مهندسی انرژی برای ورود به این دوره مناسب هستند و این موضوع متمایز شده است. دوره کارشناسی مهندسی انرژی در سال‌های اخیر راه‌اندازی شده است. تجربه‌ای در زمینه پذیرش دانشجو از رشته ریاضی کاربردی در کشور موجود نیست و سطح دانش و مهارت این دانشجویان برای ورود به این رشته با دانشجویان رشته‌های فوق‌الذکر متفاوت است و دانش پایه در زمینه‌های مرتبط با علوم و فناوری‌های انرژی را در دوره کارشناسی نیاموخته‌اند.
۸.	مواد آزمون ورودی	در قالب فعلی معرفی‌شده از سوی وزارت علوم، بخشی برای آن در نظر گرفته نشده است و بنابراین، حذف شده است.
۹.	دروس جبرانی	علاوه بر درس مبانی اقتصاد برای کلیه دانشجویان، گذراندن درس «تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی» برای همه دانشجویان بجز دانشجویان با مدرک کارشناسی مهندسی برق و درس «اصول ترموهیدرولیک» برای دانشجویان با مدرک کارشناسی مهندسی برق الزامی است تا بتوانند دانش خود را در همه زمینه‌های مهندسی انرژی و نه صرفاً یک حیطه انرژی خاص عمیق ببخشند و نگاه سیستمی به موضوع انرژی و برهمکنش‌های مختلف آن با هم داشته باشند.

کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های انرژی / ۳

۱۰.	درس‌های اختیاری گرایش سیستم‌های انرژی	درس «توسعه بهینه سیستم‌های انرژی» با درس «بهینه‌سازی انرژی الکتریکی» جایگزین و بروز شد. درس «بهینه‌سازی جریان اگزورژی» با درس «بهینه‌سازی جریان انرژی» جایگزین و بروز شد. سرفصل‌های درس «تکنولوژی پینچ» در درس‌های «مهندسی فرآیند در سیستم‌های انرژی» (برای دانشجویان با کارشناسی مهندسی برق و فیزیک) یا «همبست آب و انرژی» (برای دانشجویان سایر رشته‌ها) در حد نیاز به دانشجویان آموخته می‌شود. پس این درس حذف شد. درس «اقتصاد سنجی» در گروه‌های آموزشی اقتصاد ارائه می‌شود که دانشجو می‌تواند در صورت نیاز با تأیید استاد راهنما و تصویب گروه یک درس ۳ واحدی خارج از درس‌های گروه اخذ کنند. سرفصل‌های درس «انرژی و اقتصاد» بروز شد و تحت عنوان درس «اقتصاد انرژی» در برنامه جدید ارائه شده است. درس‌های «تحلیل در فضای چندحاملی انرژی»، «امنیت انرژی»، «روش‌های احتمالاتی در سیستم‌های انرژی»، «آزمایشگاه ممیزی انرژی»، «کارایی انرژی»، «سیاست‌گذاری انرژی»، «آینده‌پژوهی در انرژی»، «تاب آوری سیستم‌های انرژی»، «مدیریت دارایی سیستم‌های توزیع انرژی»، «مدیریت پدافند غیر عامل در سیستم‌های انرژی»، «سمینار» به عنوان درس‌های جدید به سبد درس‌های تخصصی اختیاری این گرایش اضافه شدند.
۱۱.	درس‌های اختیاری گرایش فناوری‌های انرژی	دانشجویان این گرایش برای اینکه بتوانند در جامعه اثر گذاری مناسبی داشته باشند لازم است از رویکرد تجهیز محور که در رشته‌های مهندسی کلاسیک به آن پرداخته می‌شود، فاصله بگیرند و به تبدیلات انرژی با رویکرد سیستمی بپردازند. این دانشجویان مبانی تبدیلی‌های انرژی، طراحی فناوری‌های انرژی و انتگراسیون فناوری‌ها را با رویکرد سیستمی در راستای افزایش پایداری (کاهش هزینه‌ها، کاهش اثرات نامطلوب محیط زیستی و افزایش اثربخشی) فرا می‌گیرند. بنابراین، درس‌های قبلی در این گرایش مورد بازنگری کلی قرار گرفت و درس‌های جدیدی جایگزین شده‌اند. این درس‌ها در دو زمینه فناوری‌های سخت و فناوری‌های نرم (انرژی و فناوری اطلاعات) ارائه شده‌اند. درس‌های مربوط به زمینه فناوری‌های سخت شامل «فناوری‌های تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی»، «سیستم‌های انرژی خورشیدی»، «فناوری پیل‌های سوختی»، «فناوری‌های نیروگاه‌های باد»، «نیروگاه‌های تولید برق»، «طراحی سیستم‌های تولید همزمان»، «مهندسی فرآورش انرژی‌های اولیه»، «ممیزی انرژی در صنایع»، «دینامیک سیالات محاسباتی»، «فناوری‌های انرژی زمین گرمایی»، «فناوری‌های انرژی آبی و دریایی»، «فناوری‌های انرژی زیستی» و «سمینار» است. درس‌های مربوط به زمینه فناوری‌های نرم (انرژی و فناوری اطلاعات) شامل «مدیریت مصرف انرژی در ساختمان»، «تحلیل کلان داده در سیستم‌های انرژی»، «یادگیری تقویتی در سیستم‌های انرژی»، «بهینه‌سازی کاربردی در سیستم‌های انرژی» و «سیستم‌های هوشمند» است.
۱۲.	درس‌های اختیاری گرایش انرژی و محیط زیست	درس‌های «ترمودینامیک پیشرفته» و «مکانیک سیالات پیشرفته» در گروه‌های آموزشی دیگر ارائه می‌شوند که دانشجو می‌تواند در صورت نیاز با تأیید استاد راهنما و تصویب گروه یک درس ۳ واحدی خارج از درس‌های گروه اخذ کنند.



کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های انرژی / ۴

سرفصل‌های درس‌های «آشنایی با محیط زیست»، «سیستم‌های بازیافت»، «ارزیابی زیست‌محیطی»، «شناسایی آلاینده‌ها»، «آلودگی‌های محیط زیست»، «تکنیک‌های آلوده‌زدایی» و «اثرات زیست‌محیطی انرژی» بازنگری شده است و یا در درس‌های دیگر گنجانده شده و یا به‌ضرورت درس‌های جدیدی با محتوای بروز و غنی‌تر ارائه شده‌اند. بنابراین، این درس‌ها حذف شدند. سرفصل‌های درس «اقتصاد محیط زیست» بازنگری شد و درس دو واحدی حذف و درس سه واحدی با محتوای غنی و بروز جایگزین شده است. درس‌های این گرایش در سه دسته درس‌های تحلیلی، راه‌حل‌محور و اجرایی و مهارتی ارائه شده است. کلیه سرفصل‌ها مطابق آخرین تحولات روزرسانی شده است. (۱) درس‌های تحلیلی: «تغییر اقلیم و انرژی»، «انرژی و آلودگی هوا»، «مدلسازی مهندسی انرژی و محیط زیست»، «اقتصاد محیط زیست» (۲) درس‌های راه حل محور: «بازیافت انرژی از پسماندها»، «کنترل آلودگی‌های محیط زیست»، «تصفیه فاضلاب و انرژی» (۳) درس‌های اجرایی و مهارتی: «نمونه برداری و آنالیز آلاینده‌ها در صنایع انرژی»، «ارزیابی زیست محیطی پروژه‌های انرژی»، «سمینار»		
--	--	--



جدول تغییرات نسبت به برنامه مصوب مورخ ۹۵/۱۱/۲۳

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱۳.	بخش مشخصات کلی	مطابق آخرین تحولات بخش انرژی بروز رسانی شده است.
۱۴.	تعریف دوره و هدف و ضرورت	بخش مقدمه و ضرورت با توجه به تحولات اخیر در حوزه علوم و فناوری‌های انرژی دوباره نگارش شده است.
۱۵.	تعداد واحدهای درسی و پژوهشی	از آنجا که برخی دانشگاهها حداقل تعداد واحدهای دوره کارشناسی ارشد را کاهش داده‌اند، در برنامه جدید تعداد کل واحدهای دوره بین ۲۹ الی ۳۲ واحد خواهد بود. درس سمینار ۲ واحدی در درس‌های اختیاری هر گرایش ارائه شده است تا گروه‌های آموزشی بتوانند با توجه به حداقل تعداد واحد مجاز در دانشگاه‌های مختلف انعطاف‌پذیری مناسب را داشته باشند. دانشجویان لازم است با تصویب گروه آموزشی ۶ واحد درس‌های تخصصی الزامی و بین ۸ الی ۱۱ واحد درس‌های اختیاری از سبد درس‌های گرایشی اخذ کنند.
۱۶.	نحوه گزینش دانشجو	توضیحات تکمیلی به این بخش افزوده شده است.
۱۷.	جدول شماره ۱: درس‌های جبرانی	علاوه بر درس مبانی اقتصاد برای کلیه دانشجویان، گذراندن درس «تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی» برای همه دانشجویان بجز دانشجویان با مدرک کارشناسی مهندسی برق و درس «اصول ترموهیدرولیک» برای دانشجویان با مدرک کارشناسی مهندسی برق الزامی است تا بتوانند دانش خود را در همه زمینه‌های مهندسی انرژی و نه صرفاً یک حامل انرژی خاص عمق ببخشند و نگاه سیستمی به موضوع انرژی و بهرهمکنش‌های مختلف آن با هم داشته باشند. اخذ سایر درس‌های جبرانی منجر به افزایش ترم‌های تحصیلی دانشجویان می‌شود و در دانشگاه‌ها معمولاً سقف ترم‌های تحصیلی دانشجویان معین است. بنابراین، افزایش تعداد واحدهای جبرانی به صورت عمومی برای کل دانشگاه‌های کشور اجرایی نخواهد بود. در نسخه جدید برنامه، حداقل ۶ واحد برای دانشجویان به عنوان درس جبرانی در نظر گرفته شده است.
۱۸.	جدول شماره ۲: درس‌های اصلی	طبق قالب پیشنهادی بازنگری برنامه‌های درسی وزارت علوم، درس‌های اصلی با عنوان درس‌های پایه بیان شده‌اند. درس‌های پایه شامل درس‌های «تحلیل سیستم‌های انرژی»، «برنامه‌ریزی ریاضی پیشرفته» و «مهندسی فرآیند در سیستم‌های انرژی» (برای دانشجویان با کارشناسی مهندسی برق و فیزیک) یا «همبست آب و انرژی» (برای دانشجویان سایر رشته‌ها) خواهد بود. سرفصل‌ها و مراجع درس‌های پایه بازنگری و بروز شد.
۱۹.	جدول شماره ۳: درس‌های تخصصی	در قالب جدید برنامه بازنگری وزارت علوم درس‌های تخصصی با عنوان‌های تخصصی الزامی و تخصصی اختیاری معرفی شده‌اند. درس‌های تخصصی الزامی در برنامه جدید ۶ واحد خواهد بود، درحالی‌که درس‌های تخصصی در برنامه قبلی ۳ واحد بوده است. در برنامه جدید، دانشجویان لازم است با تصویب گروه آموزشی ۶ واحد درس در زمینه گرایش خود به صورت درس‌های تخصصی الزامی اخذ کنند. درس‌های تخصصی الزامی شامل دو درس از درس‌های «مدلسازی انرژی»، «قابلیت اطمینان و تحلیل ریسک»، «تبدیل انرژی پیشرفته» و «انرژی و محیط زیست» خواهد بود. این کار در راستای اهداف کلان مهندسی انرژی در کشور، انعطاف‌پذیری بیشتری برای تقویت جهت‌گیری تخصصی در گروه‌های آموزشی فراهم می‌کند.



کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های انرژی / ۶

		درس سرفصل‌های درس «مبانی فناوری‌های انرژی» مربوط به میانی است که در درس‌های جبرانی نظیر «اصول ترموهیدرولیک» و یا «تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی» بیان می‌شود. بنابراین، این درس در برنامه جدید حذف شده و بجای آن درس «تبدیل انرژی پیشرفته» که به انواع تبدیل‌های انرژی و فرصت‌های انتگراسیون آنها با رویکرد سیستمی می‌پردازد، جایگزین شده است. سرفصل‌ها و مراجع درس‌های تخصصی الزامی بازننگری و بروز شد.
۲۰.	جدول شماره ۴: درس‌های اختیاری گرایش سیستم‌های انرژی	درس «اقتصاد سنجی» در گروه‌های آموزشی اقتصاد ارائه می‌شود که دانشجوی می‌تواند در صورت نیاز با تأیید استاد راهنما و تصویب گروه یک درس ۳ واحدی خارج از درس‌های گروه اخذ کنند. سرفصل‌های درس «انرژی و اقتصاد» بروز شد و تحت عنوان درس «اقتصاد انرژی» در برنامه جدید ارائه شده است. درس‌های «تحلیل در فضای چندحاملی انرژی»، «بهینه سازی جریان انرژی»، «روش‌های احتمالاتی در سیستم‌های انرژی»، «آزمایشگاه ممیزی انرژی»، «بهینه‌سازی انرژی الکتریکی»، «کارایی انرژی»، «مدیریت دارایی سیستم‌های توزیع‌های انرژی»، «مدیریت پدافند غیر عامل در سیستم‌انرژی»، «سمینار» به‌عنوان درس‌های جدید به سبد درس‌های تخصصی اختیاری این گرایش اضافه شدند. برخی درس‌ها از این جدول حذف شده‌اند. زیرا مربوط به گرایش‌های دیگر بوده‌اند و یا به سرفصل آنها به‌صورت عمده در درس‌های دیگر پرداخته شده است و به‌صورت یک درس مستقل به ارزش ۳ واحد در مقطع تحصیلات تکمیلی نیستند. سرفصل‌ها و مراجع درس‌های تخصصی اختیاری بازننگری و بروز شد.
۲۱.	جدول شماره ۴: درس‌های اختیاری گرایش فناوری‌های انرژی	دانشجویان این گرایش برای اینکه بتوانند در جامعه اثر گذاری مناسبی داشته باشند لازم است از رویکرد تجهیز محور که در رشته‌های مهندسی کلاسیک به آن پرداخته می‌شود، فاصله بگیرند و به تبدیلات انرژی با رویکرد سیستمی بپردازند. این دانشجویان مبانی تبدیلات انرژی، طراحی فناوری‌های انرژی و انتگراسیون فناوری‌ها را با رویکرد سیستمی در راستای افزایش پایداری (کاهش هزینه‌ها، کاهش اثرات نامطلوب محیط زیستی و افزایش اثربخشی) فرا می‌گیرند. بنابراین، درس‌های قبلی در این گرایش مورد بازننگری کلی قرار گرفت و درس‌های جدیدی جایگزین شده‌اند. این درس‌ها در دو زمینه فناوری‌های سخت و فناوری‌های نرم (انرژی و فناوری اطلاعات) ارائه شده‌اند. درس‌های مربوط به زمینه فناوری‌های سخت شامل «فناوری‌های تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی»، «سیستم‌های انرژی خورشیدی»، «فناوری پیل‌های سوختی»، «فناوری‌های نیروگاه‌های باد»، «نیروگاه‌های تولید برق»، «طراحی سیستم‌های تولید همزمان»، «مهندسی فرآورش انرژی‌های اولیه»، «ممیزی انرژی در صنایع»، «دینامیک سیالات محاسباتی»، «فناوری‌های انرژی زمین گرمایی»، «فناوری‌های انرژی آبی و دریایی»، «فناوری‌های انرژی زیستی» و «سمینار» است. سرفصل‌های درس «تکنولوژی پمپ» در درس‌های «مهندسی فرآیند در سیستم‌های انرژی» (برای دانشجویان با کارشناسی مهندسی برق و فیزیک) یا «همبست آب و انرژی» (برای دانشجویان سایر رشته‌ها) در حد نیاز به دانشجویان آموخته می‌شود. پس این درس حذف شده است.



برخی درس‌ها از این جدول حذف شده‌اند. زیرا مربوط به گرایش‌های دیگر بوده‌اند و یا به سرفصل‌های آنها به صورت عمده در درس‌های دیگر پرداخته شده است و به صورت یک درس مستقل به ارزش ۳ واحد در مقطع تحصیلات تکمیلی نیستند. سرفصل‌ها و مراجع درس‌های تخصصی اختیاری بازننگری و بروز شد.	
درس‌های «ترمودینامیک پیشرفته» و «دینامیک سیالات محاسباتی» در گروه‌های آموزشی دیگر ارائه می‌شوند که دانشجوی می‌تواند در صورت نیاز با تأیید استاد راهنما و تصویب گروه یک درس ۳ واحدی خارج از درس‌های گروه اخذ کنند. سرفصل‌های درس «اقتصاد محیط زیست» بازننگری شد و درس دو واحدی حذف و درس سه واحدی با محتوای غنی و بروز جایگزین شده است. درس‌های این گرایش در سه دسته درس‌های تحلیلی، راه حل محور و اجرایی و مهارتی ارائه شده است. کلیه سرفصل‌ها مطابق آخرین تحولات روزرسانی شده است. (۱) درس‌های تحلیلی: «تغییر اقلیم و انرژی»، «انرژی و آلودگی هوا»، «مدلسازی مهندسی انرژی و محیط زیست»، «اقتصاد محیط زیست» (۲) درس‌های راه حل محور: «بازیافت انرژی از پسماندها»، «کنترل آلودگی‌های محیط زیست»، «تصفیه فاضلاب و انرژی» (۳) درس‌های اجرایی و مهارتی: «نمونه برداری و آنالیز آلاینده ها در صنایع انرژی»، «ارزیابی زیست محیطی پروژه های انرژی»، «سمینار» برخی درس‌ها از این جدول حذف شده‌اند. زیرا مربوط به گرایش‌های دیگر بوده‌اند و یا به سرفصل آنها به صورت عمده در درس‌های دیگر پرداخته شده است و به صورت یک درس مستقل به ارزش ۳ واحد در مقطع تحصیلات تکمیلی نیستند. سرفصل‌ها و مراجع درس‌های تخصصی اختیاری بازننگری و بروز شد.	۲۲. جدول شماره ۴: درس‌های اختیاری گرایش انرژی و محیط زیست



فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی



برنامه آموزشی کارشناسی ارشد رشته «مهندسی سیستم‌های انرژی» (ENERGY SYSTEMS ENGINEERING)، مجموعه‌ای هماهنگ شامل انواع درس‌های آموزشی (نظری، کاربردی، آزمایشگاهی) و فعالیت‌های پژوهشی برای تربیت کارشناسان آزموده برای طراحی، توسعه، مدیریت، و بهره‌برداری از سیستم‌های استخراج، فرآورش، تبدیل، انتقال، توزیع، ذخیره‌سازی و مصرف انرژی است. برنامه آموزشی این رشته به گونه‌ای طراحی شده است که بتواند پاسخگوی این نیاز باشد. در این دوره، دانشجویان با شناخت، توسعه و کاربرد بهینه سیستم‌های انرژی که جامعه با آن مواجه است کاملاً آشنا خواهند شد. برخی ویژگی‌های کلیدی این برنامه عبارتند از:

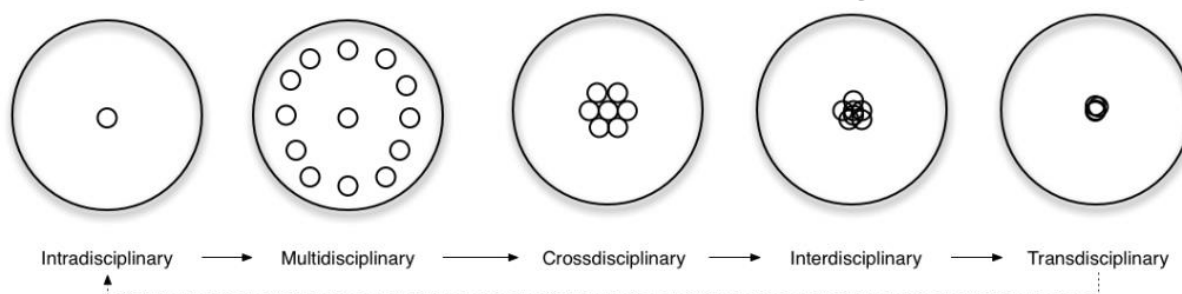
- تعمیق نگرش نظام‌گرایانه^۱
- توانایی تجزیه و تحلیل مسائل بین رشته‌ای (و فرا رشته‌ای)^۲ در تعامل با اقتصاد، محیط زیست و نیازهای جامعه

^۱System approach

^۲ برای تقسیم‌بندی علوم و دانش‌های مختلف رویکردهای مختلفی تعریف شده‌اند (Zeigler 1990; arj.no/2012/03/12/disciplinarity-2) که در ادامه بیان شده‌اند:

- Intradisciplinary: working within a single discipline.
- Crossdisciplinary: viewing one discipline from the perspective of another.
- Multidisciplinary: people from different disciplines working together, each drawing on their disciplinary knowledge.
- Interdisciplinary: integrating knowledge and methods from different disciplines, using a real synthesis of approaches.
- Transdisciplinary: creating a unity of intellectual frameworks beyond the disciplinary perspectives.

تصویر زیر این تفاوت‌ها را بهتر نشان می‌دهد:



برای حل مسائل مهندسی سیستم‌های انرژی گاهی چند نفر با تخصص‌های مختلف بر روی یک موضوع کار می‌کنند تا پاسخ آن را بیابند (Multidisciplinary). این کار معمولاً در صنعت متداول است که شرکت‌ها برای انجام پروژه‌ها، افراد با تخصص‌های مختلف را تحت مدیریت واحد به کار می‌گیرند. گاهی اوقات دانش‌های مختلف با یکدیگر ترکیب می‌شوند تا فرصت‌های جدید خلق شوند (Interdisciplinary). در نهایت، چارچوب‌های واحدی از علوم کشف می‌شوند که در مرزبندی علوم متداول قرار نمی‌گیرند (Transdisciplinary).

آموزش و پژوهش در رشته «مهندسی سیستم‌های انرژی» در زمره رویکردهای (Interdisciplinary) و (Transdisciplinary) قرار می‌گیرد که در این برنامه آموزشی ما از آن به «بین رشته‌ای» یاد کرده‌ایم. برای طراحی برنامه آموزشی بین رشته‌ای از مراجع (Linda de

- افزایش مهارت‌های دانشجویان (مهارت‌هایی نظیر برنامه‌ریزی، طراحی، تحلیل کمی و مدل‌سازی)
- آموزش با رویکرد مسئله‌محوری برای افزایش ضریب تأثیر در جامعه و ارتباط با صنعت
- هم‌افزایی و تقویت زنجیره ایده تا محصول

در برنامه حاضر، درس‌های پایه، تخصصی الزامی، تخصصی اختیاری و جبرانی برای دانشجویان طراحی شده است تا بتواند پاسخگوی نیاز آنها برای حل مسائل بین‌رشته‌ای در حوزه مهندسی انرژی باشد.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

مهندسی سیستم‌های انرژی، علم بین رشته‌ای است که طراحی، توسعه، و بهره‌برداری از سیستم‌های انرژی را مدنظر قرار می‌دهد. شالوده این رشته نگرش نظام‌گرایانه است و در این چارچوب تأکید بر آن است که طراحی، توسعه، و بهره‌برداری از سیستم‌های انرژی با در نظر گرفتن اثرات اقتصادی، اجتماعی، محیط‌زیستی، و فناورانه انجام گیرد.

دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی سیستم‌های انرژی با سه گرایش:

۱- سیستم‌های انرژی Energy Systems Engineering – Energy Systems

۲- فناوری‌های انرژی Energy Systems Engineering – Energy Technologies

۳- انرژی و محیط‌زیست Energy Systems Engineering – Energy and Environment

در گرایش سیستم‌های انرژی، دانشجویان با آموزش و پژوهش در زمینه نحوه تحلیل، مدل‌سازی، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری کلان بخش انرژی قادر خواهند بود تا تصمیم‌سازان و تصمیم‌گیران نهادهای مرتبط کشور را یاری کنند. همچنین، دانشجویان با فراگیری روش‌های مدل‌سازی سیستم‌های ترکیبی از بعد فنی، اقتصادی، و محیط زیستی، گامی تخصصی در جهت بررسی سیستم‌ها از دیدگاه مهندسی سیستم‌های انرژی بر می‌دارند و به کمک اصول علمی، بهینه‌سازی انرژی و کاهش مصرف انرژی برای بخش‌های مختلف امکان‌پذیر می‌شود. در گرایش فناوری‌های انرژی، روش‌های مختلف طراحی مفهومی سیستم‌های تبدیل انرژی پیشرفته، سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت و برودت و همچنین قابلیت‌های انواع سیستم‌های انرژی‌های تجدید پذیر با کمک ابزارهای تحلیلی متفاوت نظیر مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی، مدل‌سازی عددی، و انجام آزمایش-هایی تجربی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. همچنین دانش آموختگان این گرایش می‌توانند با شناخت انواع فناوری‌های پیشرفته انرژی و قابلیت‌های منابع انرژی تجدیدپذیر در کشور علاوه بر توسعه دانش فنی در این



زمینه، تدوین برنامه های گسترش استفاده از این فناوری‌ها (نقشه راه یا سندهای راهبردی) در کشور را نیز بر عهده گیرند. فناوری اطلاعات و کاربرد آن در بخش انرژی، دسته دیگری از فناوری‌ها در این گرایش هستند که از آنها می‌توان برای حل مسائل بخش انرژی بهره برد. انتظار می‌رود که دانشجویان بتوانند توسعه، به-کارگیری و بهینه‌سازی فناوری‌های نرم را برای افزایش کارایی انرژی و هوشمندسازی بکار گیرند.

در گرایش انرژی و محیط زیست، ارتباط متقابل انرژی و محیط زیست به کمک ابزارهای تحلیلی نظیر ترمودینامیک، معادلات دینامیک سیالات، معادلات انتقال جرم و حرارت با در نظر گرفتن تاثیر مسائل اقتصادی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. دانشجویان با آموختن روش‌های ارزیابی اثرهای محیط زیستی، برهمکنش متقابل بخش انرژی و محیط زیست را ارزیابی کرده تا بتوانند طراحی سیستم‌های انرژی را به صورت سازگار با محیط زیست انجام دهند. اصول و روشهای کنترل و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و ارزیابی فنی - اقتصادی آنها از مهمترین مسائلی است که در این گرایش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

پ) ضرورت و اهمیت

نقش انرژی در فرآیندها و توسعه پرشتاب نظام‌های اقتصادی و اجتماعی در یک سده گذشته و گسترش کاربرد فناوری‌های نوین تولید سبب شده است که مصرف انرژی در جوامع مختلف سیر صعودی داشته باشد. در حال حاضر، روند رو به رشد تقاضای انرژی از طریق گسترش سیستم‌های عرضه انرژی و بهره‌برداری از منابع انرژی فسیلی تأمین می‌شود. رشد سریع مصرف انرژی و سهم بالای انرژی‌های فسیلی در تأمین انرژی مورد نیاز، موجب سرعت بخشیدن به روند پایان‌پذیری 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 تأثیر بپذیرد. مهمترین محرک‌های نوآوری در آموزش و پژوهش و اشتغال در بخش انرژی عبارتند از:

- افزایش راندمان تولید و استخراج انرژی
- کاهش ریسک تخریب محیط زیست از جمله کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای
- ضرورت نفوذ انرژی‌های تجدیدپذیر در شبکه
- بهینه‌سازی انرژی

بنابراین، ارتباط گسترده بخش انرژی با تحولات اقتصادی و اجتماعی و فنی و تأثیرات وسیع تحولات علمی و فنی بر فناوری‌های انرژی و همچنین آثار تولید و مصرف حامل‌های انرژی بر محیط زیست ایجاب می‌کند که طراحی، توسعه و بهره‌برداری از سیستم‌های انرژی بر اساس نگرش نظام گرایانه و با تکیه بر شناخت ابعاد مختلف کنش و واکنش‌های سیستم انرژی با سایر زیرمجموعه‌های فنی، اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی صورت پذیرد. در نظر گرفتن برهمکنش‌های متقابل بخش‌های مختلف، برای افزایش پایداری انجام می‌شود



که از آن به «رویکرد همبست»^۱ نیز یاد می‌شود. لذا تحلیل نظام‌گرایانه برای توسعه بخش انرژی و طراحی سیستم‌های انرژی براساس آن، امری ضروری است که نیازمند آموزش و تربیت کارشناسان خبره و ورزیده است.

همچنین، بخش انرژی در کشور به عنوان 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 بین رشته‌ای امکان‌پذیر نیست. با توجه به تدوین راهبردهای و خط‌مشی‌های کلان کشور در زمینه انرژی و محیط زیست، مهمترین اسنادی که می‌توانند بر آموزش و پژوهش و اشتغال بخش انرژی در کشور مؤثر باشند، عبارتند از:

- تأکید بر توسعه اقتصاد مقاومتی در کلیه اسناد بالادستی کشور: سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی که در ۹۲/۱۱/۲۹ ابلاغ شده است، به صورت مستقیم و غیر مستقیم بخش انرژی کشور را در آینده تحت تأثیر قرار خواهد داد که هم بر روی محتوا و شکل دوره‌های آموزشی تأثیرگذار خواهد بود و هم بر روی اشتغال. در این ابلاغیه در بند ۴ «استفاده از ظرفیت اجرای هدفمندسازی یارانه‌ها در جهت افزایش تولید، اشتغال و بهره‌وری، کاهش شدت انرژی و ارتقاء شاخص‌های عدالت اجتماعی»، بند ۸ «مدیریت مصرف با تأکید بر اجرای سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف»، بند ۱۵ «افزایش ارزش افزوده از طریق تکمیل زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز، توسعه تولید کالاهای دارای بازدهی بهینه (براساس شاخص شدت مصرف انرژی) و بالا بردن صادرات برق، محصولات پتروشیمی و فرآورده‌های نفتی با تأکید بر برداشت صیانتی از منابع»، و بند ۱۴ «افزایش ذخایر راهبردی نفت و گاز کشور به منظور اثرگذاری در بازار جهانی نفت و گاز و تأکید بر حفظ و توسعه ظرفیت‌های تولید نفت و گاز، بویژه در میادین مشترک» بر بهینه‌سازی انرژی، توسعه ظرفیت‌های نفت و گاز و صادرات انرژی و محصولات پتروشیمی تأکید شده است.

- تأکید بر خصوصی‌سازی در اسناد بالادستی کشور: بند ۱ سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی «تأمین شرایط و فعال‌سازی کلیه امکانات و منابع مالی و سرمایه‌های انسانی علمی کشور به منظور توسعه کارآفرینی و به حداکثر رساندن مشارکت آحاد جامعه در فعالیتهای اقتصادی با تسهیل و تشویق همکاری‌های جمعی و تأکید بر ارتقاء درآمد و نقش طبقات کم‌درآمد و متوسط» تأکید بر کارآفرینی و مشارکت مردم در فعالیتهای اقتصادی کشور دارد. سیاست‌های کلی اصل ۴۴ قانون اساسی کشور نیز در تاریخ ۸۴/۳/۱ به منظور شتاب بخشیدن به رشد اقتصاد ملی، ارتقا کارایی‌بنگاه‌های اقتصادی و افزایش بهره‌وری منابع مادی و انسانی و فناوری، افزایش سهم بخش‌های خصوصی و تعاونی در

¹Nexus approach: integrating management and governance across sectors and scales, reducing trade-offs, and building synergies, overall promoting sustainability and a transition to green economy (Hoff 2011).

اقتصاد ملی ابلاغ شده است. علاوه بر این، تامین حجم بالای سرمایه گذاری در بخش انرژی کشور، در زمینه افزایش تولید نفت و گاز، افزایش تولید برق، بهینه سازی انرژی نیازمند مشارکت بخش خصوصی است. سیاست‌های کلی اصل ۴۴ و سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی، ترویج الگوی کارآفرینی و تربیت نیروی انسانی کارآمد برای ایجاد و توسعه کارآفرینی در بخش انرژی را به یک الزام در آینده بخش انرژی کشور تبدیل می‌نماید.

- ایجاد منافع اقتصادی: افزایش بهره‌وری انرژی در بخش‌های پایین دستی و مصرف‌کنندگان نهایی انرژی و افزایش ازدیاد برداشت از مخازن نفت و گاز فرصت‌هایی برای پاسخ به تقاضای رو به رشد انرژی در کشور و صادرات انرژی فراهم می‌نماید. بدین ترتیب می‌توان با کاهش حجم سرمایه گذاری لازم برای توسعه ظرفیت و یا صادرات انرژی منافع اقتصادی فراوانی برای کشور فراهم آورد.
- حفظ محیط زیست: تعهدات بین المللی محیط زیستی کشور برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (کنوانسیون تغییرات اقلیم سازمان ملل، ۲۰۱۶)، محدودیت منابع آبی در کشور و آلودگی هوای کلانشهرها ضرورت توجه به مسائل محیط زیستی را روز به روز جدی‌تر نموده است. با توجه به اینکه ارتباط تنگاتنگی بین مصرف انرژی، مصرف آب، و انتشار مواد وجود دارد، توسعه استفاده از منابع تجدیدپذیر و بهینه‌سازی انرژی جزء اولویت‌های اساسی کشور در این بخش محسوب می‌شوند.

با توجه به ضرورت‌های فوق‌الذکر، پذیرش دانشجو در دوره کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های انرژی برای اولین بار در کشور از مهرماه سال ۱۳۷۸ در دانشگاه صنعتی شریف و پس از آن در سایر دانشگاه‌ها آغاز شد. در طی این سال‌ها بیش از چند صد دانش‌آموخته از این رشته فارغ التحصیل شده‌اند و در بخش‌های مختلف جامعه اعم از دانشگاه و صنعت به ایفای نقش خود پرداخته‌اند.

اولین برنامه آموزشی این رشته در مقطع کارشناسی ارشد در تاریخ ۷۷/۹/۲۲ به تصویب وزارت علوم رسید. گذشت بیش از بیست سال از اجرای این دوره در کشور و تحولات علمی و فناورانه اخیر، بازنگری برنامه درسی این رشته در مقطع کارشناسی ارشد را ضروری کرده است. در سطح بین‌المللی، این رشته در سال‌های اخیر در دانشگاه‌های مختلف دنیا توسعه بیشتری پیدا کرده است. در بازنگری برنامه درسی این رشته، برنامه‌های درسی معتبر سایر دانشگاه‌ها بررسی شد تا نکات کلیدی برای بروز رسانی برنامه فعلی متناسب با اهداف و نیازها استخراج شود.



جدول (۱) - توزیع واحدها

نوع درس‌ها	تعداد واحد
درس‌های جبرانی	حداکثر ۶
درس‌های پایه	۹
درس‌های تخصصی الزامی	۶
درس‌های تخصصی اختیاری	۸-۱۱
رساله / پایان‌نامه	۶
جمع	۲۹-۳۲

نکته: درس‌های جبرانی، درس‌هایی هستند که دانشجو آنها را با کیفیت مناسبی در دوره کارشناسی نگذرانده است و یا گذراندن آنها برای رفع کمبود دانش یا مهارت دانشجو در سال اول دوره تحصیلی کارشناسی ارشد با تصویب گروه آموزشی ضروری است.

درس‌های پایه شامل درس‌هایی می‌شوند که برای رشته مورد نظر، ضروری و اساسی می‌باشند و اگر این رشته دارای گرایش‌هایی می‌باشد (وجود گرایش فقط در مقطع کارشناسی ارشد امکانپذیر هست)، درس‌های پایه بایستی برای همه گرایش‌ها یکسان باشد.

درس‌های تخصصی الزامی، شامل درس‌هایی هستند که مختص یک گرایش خاص هستند و گرایش‌ها بر اساس این نوع درس‌ها از یکدیگر متمایز می‌گردند.

درس‌های تخصصی اختیاری، شامل درس‌هایی هستند که برای هر گرایش، مفید اما غیرضروری است و تعدادی از آنها به تشخیص گروه مربوطه قابل ارائه خواهد بود. تعداد درس‌ها در جدول این نوع درس باید بیش از تعداد قابل اخذ باشد تا اختیار در انتخاب درس وجود داشته باشد.



ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

دانش‌آموختگان این دوره زمینه‌های تخصصی لازم جهت احراز مسئولیت‌های زیر را کسب خواهند نمود:

- طراحی و توسعه سیستم‌های فنی فرآورش، تبدیل، انتقال، صرفه‌جویی انرژی، بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر، کنترل آلودگی محیط زیست
- مدیریت انرژی در سطح‌های خرد و کلان (منطقه‌ای و ملی)
- برنامه‌ریزی بخشی، منطقه‌ای و ملی انرژی و محیط زیست
- برنامه‌ریزی و مدیریت واحدهای فرآورش و تبدیل انرژی
- انجام پروژه‌های تحقیقاتی در زمینه انرژی و محیط زیست
- پشتیبانی علمی و فنی و خدماتی نهادهای مختلف در بخش انرژی و محیط زیست

فرصت‌های شغلی برای دانش‌آموختگان این دوره می‌تواند در صنعت در بخش‌های زیر باشند:

بخش دولتی و ستادی: وزارت نفت، وزارت نیرو، وزارت صنعت معدن و تجارت، شرکت ملی نفت ایران، شرکت گاز ایران، شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت، سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق، سازمان حفاظت محیط زیست، موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، وزارت صنایع، توانیر و شرکت‌های برق منطقه‌ای، وزارت مسکن و سایر نهادهای تصمیم‌گیری در بخش انرژی کشور

بخش خصوصی: شرکت‌های توسعه و بهره‌برداری نیروگاه‌ها، شرکت‌های خدمات انرژی، شرکت‌های مهندسی صنایع نیروگاهی، شرکت‌های طراحی سیستم‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی، شرکت‌های در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر (نیروگاه‌های خورشیدی، توربین‌های بادی، نیروگاه‌های زباله‌سوز، و ...)، شرکت‌های مهندسی مشاور صنایع و غیره.

همچنین بسیاری از دانش‌آموختگان این دوره برای ادامه تحصیل، جذب مختلف آموزشی و یا مراکز پژوهشی مرتبط می‌شوند و در آنجا به ایفای نقش و مسئولیت‌های حرفه‌ای خود می‌پردازند.

در جدول دانش، توانایی و مهارت‌های که دانشجویان برای ایفای نقش‌های حرفه‌ای خود نیاز دارند به همراه درس‌های مرتبط بیان شده است. از آنجا که رویکرد در درس‌های این رشته بین رشته‌ای است، در این جدول مهمترین سرفصل‌های هر درس مدنظر بوده است.



مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	درس‌های مرتبط
دانش و توانایی در نگرش نظام‌گرایانه	تحلیل سیستم‌های انرژی، مدلسازی انرژی، مهندسی فرآیند در سیستم‌های انرژی/همبست آب و انرژی
دانش و مهارت استفاده از ابزارهای بهینه‌سازی در حل مسائل مهندسی انرژی	برنامه‌ریزی ریاضی پیشرفته، بهینه‌سازی کاربردی در سیستم‌های انرژی، سیستم‌های هوشمند
دانش و توانایی و مهارت به کارگیری ابزارهای مناسب برای تحلیل برهمکنش‌های انرژی و محیط زیست	انرژی و محیط زیست، بهینه‌سازی جریان انرژی، تغییر اقلیم و انرژی و آلودگی هوا، ارزیابی زیست‌محیطی پروژه‌های انرژی، مدلسازی در مهندسی انرژی و محیط زیست
دانش طراحی و به کارگیری سیستم‌های انرژی ترکیبی بر مبنای انرژی‌های فسیلی و یا تجدیدپذیر	قابلیت اطمینان و تحلیل ریسک، تبدیل انرژی پیشرفته، مهندسی فرآیند در سیستم‌های انرژی/همبست آب و انرژی، بهینه‌سازی جریان انرژی، فناوری‌های تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی، سیستم‌های انرژی خورشیدی، فناوری پیل‌های سوختی، فناوری نیروگاه‌های بادی، نیروگاه‌های تولید برق، طراحی سیستم‌های تولید همزمان، مهندسی فرآورش انرژی‌های اولیه، دینامیک سیالات محاسباتی، فناوری‌های انرژی زمین‌گرمایی، فناوری‌های انرژی زیستی، فناوری‌های انرژی آبی و دریایی
دانش، توانایی و مهارت برای برنامه‌ریزی بخشی، منطقه‌ای و ملی انرژی و محیط زیست	مدلسازی انرژی، تحلیل چندحاملی سیستم‌های انرژی، سیاستگذاری انرژی، آینده-پژوهی در انرژی، امنیت انرژی، تاب آوری سیستم‌های انرژی، مدیریت دارایی سیستم‌های توزیع انرژی، روش‌های احتمالاتی در سیستم‌های انرژی
دانش، توانایی و مهارت تحلیل‌های اقتصادی در مهندسی انرژی	مبانی اقتصاد، اقتصاد انرژی، اقتصاد محیط زیست، اقتصاد منابع پایان پذیر
مدیریت انرژی	تحلیل سیستم‌های انرژی، مهندسی فرآیند در سیستم‌های انرژی/همبست آب و انرژی، مدیریت انرژی در ساختمان، آزمایشگاه ممیزی انرژی، کارایی انرژی، مدیریت انرژی در صنایع، قابلیت اطمینان و تحلیل ریسک، بهینه‌سازی انرژی الکتریکی، مدیریت پدافند غیر عامل در سیستم‌های انرژی.
کنترل آلودگی محیط زیست	کنترل آلودگی‌های محیط زیست، مدلسازی مهندسی انرژی و محیط زیست، ارزیابی زیست محیطی پروژه‌های انرژی، بازیافت انرژی از پسماندها، تصفیه فاضلاب و انرژی، نمونه‌برداری و آنالیز آلاینده‌ها در صنایع انرژی
تحلیل بر اساس داده	تحلیل کلان‌داده در سیستم‌های انرژی، یادگیری تقویتی در سیستم‌های انرژی
مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی	درس‌های مرتبط
توانایی کار گروهی	پروژه‌های درسی
شناخت مسائل بخش انرژی	بازدیدهای درسی، مثال‌های موردی در اکثر درس‌های پایه نظیر تحلیل سیستم‌های انرژی، سخنرانی‌های علمی، کارگاه‌های علمی، شرکت در همایش‌های معتبر



ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

گزینش دانشجو باید «مطابق ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری» انجام شود. دانشجویان کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های انرژی از طریق آزمون سراسری از بین دانش‌آموختگان دوره کارشناسی رشته‌های مهندسی برق، مهندسی شیمی، مهندسی مکانیک، فیزیک و مهندسی انرژی انتخاب می‌شوند. آزمون ورودی سراسری به صورت کتبی از درس‌های پایه و اصلی دوره کارشناسی به عمل می‌آید. پذیرش در سایر قالب‌ها تابع شرایط و ضوابط وزارت علوم و دانشگاه‌هاست. آشنایی با زبان انگلیسی علمی به نحوی که دانشجو بتواند به سهولت از متون علمی آن زبان استفاده نماید، ضروری است.



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات درس‌ها



جدول (۲) - عنوان و مشخصات کلی درس‌های جبرانی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
۱.	مبانی اقتصاد*	۳	۳	-	-	۴۸	-	-
۲.	تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی** / اصول ترمو هیدرولیک***	۳	۳	-	-	۴۸	-	-

* برای همه دانشجویان

** برای دانشجویانی با مدرک کارشناسی در رشته‌های مهندسی مکانیک، مهندسی شیمی و فیزیک

*** برای دانشجویان با مدرک کارشناسی مهندسی برق

تبصره: با تشخیص گروه، دانشجو موظف است درسهای جبرانی دیگری را در صورت نیاز بگذراند.



جدول (۳) - عنوان و مشخصات کلی درس‌های پایه

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
۳.	تحلیل سیستم‌های انرژی	۳	۳	-	-	۴۸	-	-
۴.	برنامه‌ریزی ریاضی پیشرفته	۳	۳	-	-	۴۸	-	-
۵.	مهندسی فرآیند در سیستم‌های انرژی / همبست آب و انرژی*	۳	۳	-	-	۴۸	-	-
	جمع کل	۹	۹	-	-	۱۴۴	-	-

* با توجه به اهمیت مباحث فرآیندی در سیستم‌های انرژی و گسترش این رویکرد به حوزه همبست‌ها در سال‌های اخیر توصیه می‌شود گروه‌های آموزشی با توجه به توانمندی و پتانسیل‌هایشان، حتی المقدور درس «مهندسی فرآیند در سیستم‌های انرژی» را برای دانشجویان با مدرک کارشناسی رشته‌های مهندسی برق و فیزیک و درس «همبست آب و انرژی» را برای سایر دانشجویان ارائه کنند.



جدول (۴) - عنوان و مشخصات کلی درس‌های تخصصی

نام گرایش	ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
				نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
همه گرایش‌ها*	۱.	مدلسازی انرژی	۳	۳	-		۴۸		تحلیل سیستم‌های انرژی و برنامه‌ریزی ریاضی پیشرفته
	۲.	قابلیت اطمینان و تحلیل ریسک	۳	۳	-		۴۸		
	۳.	تبدیل انرژی پیشرفته	۳	۳	-		۴۸		
	۴.	انرژی و محیط زیست	۳	۳	-		۴۸		

* برای اینکه بتوانند گروه‌های آموزشی در دانشگاه‌های سراسر کشور، انعطاف مناسب و برنامه‌ریزی لازم برای ارائه درس‌های با کیفیت بین رشته‌ای داشته باشند، درس‌های تخصصی کلیه گرایش‌ها در جدول (۴) ذکر شده است. لازم است دانشجویان هر گرایش با تصویب گروه آموزشی دو درس از درس‌های جدول (۴) را با موفقیت بگذارند.

دانشجویان هر گرایش لازم است حداقل یکی از درسهای اختیاری خود را با تأیید استاد راهنما از میان درسهای اختیاری گرایشی مندرج در جدول‌های (۱-۵)، (۲-۵) و (۵-۳) اخذ کنند.

تبصره ۱: دانشجویان کلیه گرایش‌ها می‌توانند با تأیید استاد راهنما و تصویب گروه، یک درس به ارزش ۳ واحد در راستای موضوع پروژه از درس‌های تحصیلات تکمیلی سایر گروه‌ها و یا دانشکده‌ها اخذ کنند.

تبصره ۲: دانشجویان می‌توانند درس مورد نیاز خود را در راستای موضوع پروژه از درس‌های سایر گرایش‌های رشته با تأیید استاد راهنما و گروه آموزشی اخذ کنند.



جدول (۵-۱) - عنوان و مشخصات کلی درس‌های اختیاری گرایش سیستم‌های انرژی

نام گرایش	ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
				نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
گرایش سیستم‌های انرژی	۱.	تحلیل در فضای چندحاملی انرژی	۳	▪			۴۸		
	۲.	بهینه‌سازی جریان انرژی	۳	▪			۴۸		
	۳.	امنیت انرژی	۳	▪			۴۸		
	۴.	روش‌های احتمالاتی در سیستم‌های انرژی	۳	▪			۴۸		
	۵.	اقتصاد انرژی	۳	▪			۴۸		
	۶.	اقتصاد منابع پایان‌پذیر	۳	▪			۴۸		
	۷.	آزمایشگاه ممیزی انرژی	۱		▪		۳۲		
	۸.	کارایی انرژی	۳	▪			۴۸		
	۹.	بهینه‌سازی انرژی الکتریکی	۳	▪			۴۸		
	۱۰.	سیاست‌گذاری انرژی	۳	▪			۴۸		
	۱۱.	آینده‌پژوهی در انرژی	۳	▪			۴۸		



نام گرایش	ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
				نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
	۱۲.	تاب‌آوری سیستم‌های انرژی	۳	▪			۴۸		
	۱۳.	مدیریت دارایی سیستم‌های توزیع انرژی	۳	▪			۴۸		
	۱۴.	مدیریت پدافند غیرعامل در سیستم‌های انرژی	۳	▪			۴۸		
	۱۵.	سمینار	۲	▪			۳۲		



جدول (۵-۲) - عنوان و مشخصات کلی درس‌های اختیاری گرایش فناوری‌های انرژی

نام گرایش	ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
				نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
گرایش فناوری‌های انرژی ^۱	۱.	فناوری‌های تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی	۳	▪	-		۴۸		
	۲.	سیستم‌های انرژی خورشیدی	۳	▪	-		۴۸		
	۳.	فناوری پیل‌های سوختی	۳	▪	-		۴۸		
	۴.	فناوری‌های نیروگاه‌های باد	۳	▪			۴۸		
	۵.	نیروگاه‌های تولید برق	۳	▪			۴۸		
	۶.	طراحی سیستم‌های تولید همزمان	۳	▪			۴۸		
	۷.	مهندسی فرآورش انرژی‌های اولیه	۳	▪			۴۸		
	۸.	ممیزی انرژی در صنایع	۳	▪			۴۸		
	۹.	دینامیک سیالات محاسباتی	۳	▪			۴۸		

^۱ این درس‌ها در دو زمینه فناوری‌های سخت و فناوری‌های نرم (انرژی و فناوری اطلاعات) ارائه شده‌اند. درس‌های مربوط به زمینه فناوری‌های سخت شامل «تبدیل انرژی پیشرفته»، «فناوری‌های تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی»، «سیستم‌های انرژی خورشیدی»، «فناوری پیل‌های سوختی»، «فناوری‌های نیروگاه‌های باد»، «نیروگاه‌های تولید برق»، «طراحی سیستم‌های تولید همزمان»، «مهندسی فرآورش انرژی‌های اولیه»، «ممیزی انرژی در صنایع»، «دینامیک سیالات محاسباتی»، «فناوری‌های زمین گرمایی»، «فناوری‌های انرژی آبی و دریایی»، «فناوری‌های انرژی زیستی» و «سمینار» است. درس‌هایی نظیر «تحلیل کلان‌داده در سیستم‌های انرژی»، «یادگیری تقویتی در سیستم‌های انرژی»، «سیستم‌های انرژی»، «بهینه‌سازی کاربردی در سیستم‌های انرژی»، «سیستم‌های هوشمند» به کاربرد فناوری‌های نرم در مهندسی سیستم‌های انرژی می‌پردازند.



نام گرایش	ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
				نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
	۱۰.	فناوری های انرژی زمین گرمایی	۳	▪			۴۸		
	۱۱.	فناوری های انرژی زیستی	۳	▪			۴۸		
	۱۲.	فناوری های انرژی آبی و دریایی	۳	▪			۴۸		
	۱۳.	سمینار	۲	▪			۳۲		
	۱۴.	مدیریت مصرف انرژی در ساختمان	۳	▪			۴۸		
	۱۵.	تحلیل کلان داده در سیستم‌های انرژی	۳	▪			۴۸		
	۱۶.	یادگیری تقویتی در سیستم‌های انرژی	۳	▪			۴۸		
	۱۷.	سیستم‌های هوشمند	۳	▪			۴۸		
	۱۸.	بهینه‌سازی کاربردی در سیستم‌های انرژی	۳	▪			۴۸		



جدول (۵-۳) - عنوان و مشخصات کلی درس‌های اختیاری گرایش انرژی و محیط زیست

نام گرایش	ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز / هم نیاز
				نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی	
گرایش انرژی و محیط زیست ^۱	۱.	کنترل آلودگی‌های محیط زیست	۳	▪			۴۸		
	۲.	مدل‌سازی مهندسی انرژی و محیط زیست	۳	▪			۴۸		
	۳.	ارزیابی زیست محیطی پروژه‌های انرژی	۳	▪			۴۸		
	۴.	بازیافت انرژی از پسماندها	۳	▪			۴۸		
	۵.	تصفیه فاضلاب و انرژی	۳	▪			۴۸		
	۶.	تغییر اقلیم و انرژی	۳	▪			۴۸		
	۷.	انرژی و آلودگی هوا	۳	▪			۴۸		
	۸.	اقتصاد محیط زیست	۳	▪			۴۸		
	۹.	سمینار	۲	▪			۳۲		



^۱ درس‌های این گرایش در سه دسته درس‌های تحلیلی، راه‌حل‌محور و اجرایی و مهارتی ارائه شده است:

- (۱) درس‌های تحلیلی: «انرژی و محیط زیست»، «تغییر اقلیم و انرژی»، «انرژی و آلودگی هوا»، «مدلسازی مهندسی انرژی و محیط زیست»، «اقتصاد محیط زیست»
- (۲) درس‌های راه حل محور: «بازیافت انرژی از پسماندها»، «کنترل آلودگی‌های محیط زیست»، «تصفیه فاضلاب و انرژی»
- (۳) درس‌های اجرایی و مهارتی: «نمونه برداری و آنالیز آلاینده‌ها در صنایع انرژی»، «ارزیابی زیست محیطی پروژه‌های انرژی»، «سمینار»

پیش نیاز / هم نیاز	تعداد ساعات		نوع واحد			تعداد واحد	عنوان درس	ردیف	نام گرایش
	عملی	نظری	نظری - عملی	عملی	نظری				
	۳۲	۱۶	▪			۲	نمونه‌برداری و آنالیز آلاینده ها در صنایع انرژی	۱۰.	



فصل سوم

ویژگی‌های درس‌ها



عنوان درس به فارسی:		مبانی اقتصاد	
عنوان درس به انگلیسی:		Fundamentals of Economy	
درس‌های پیش‌نیاز:	-	نوع درس و واحد	
درس‌های هم‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	
		رساله / پایان‌نامه ☐ جبرانی ☒	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

این درس در پی آن است که

دانشجو را با مبانی و روشهای علم اقتصاد آشنا سازد.

روش زندگی کردن با توجه به محاسبات اقتصادی را به دانشجو بیاموزد.

دانشجویان در پروژه‌های دوره کارشناسی ارشد و دکترا بتواند هزینه‌ها و تعادل‌ها را محاسبه کند.

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه و تعریف علم اقتصاد
- ابزارهای تجزیه و تحلیل اقتصادی
- عرضه و تقاضا و بازار
- دولت در اقتصاد مختلط
- اقتصاد خرد
- اثرات قیمت و درآمد بر مقادیر تقاضا
- تئوری انتخاب مصرف کننده
- تئوری رفتار بنگاه
- تئوری عرضه (هزینه‌ها و تولید بنگاه)
- ساختار بازار در حالت رقابت کامل و انحصار کامل
- ساختار بازار و رقابت ناقص
- تجزیه و تحلیل بازار عوامل (نیروی کار و سرمایه)
- اقتصاد رفاه و کارایی پارتو
- شکست بازار
- اثرات خارجی
- مالیات و مخارج دولت
- سیاست رقابتی و سیاست صنعتی
- ملی کردن و خصوصی سازی
- تعادل عمومی
- اقتصاد کلان
- محاسبه حسابهای ملی
- تعیین درآمد
- تقاضای کل و سیاست مالی و تجارت خارجی
- پول و بانک
- سیاست‌های پولی و مالی
- کل و سطح قیمت‌ها و سرعت تعدیل
- بیکاری
- تورم



- اقتصاد باز
- تراز پرداخت‌ها
- تعدیل داخلی و خارجی
- سیاست‌های پولی و مالی در نظام‌های ارزی ثابت و شناور
- اقتصاد رشد
- اقتصاد بین‌الملل
- تجارت بین‌الملل و سیاست‌های تجاری
- سیستم پولی بین‌الملل
- مسائل و مشکلات کشورهای در حال توسعه
- اقتصاد ایران
- دولت و اقتصاد
- بخش‌های تولیدی
- زیربنای اقتصادی و خدمات
- امپریالیسم و وابستگی
- ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:
- ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):
- ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:
- چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Baumol, William J. and Alan S. Blinder; Economics: Principles and Policy; (Thirteenth Edition); London: Cengage Learning, 2016.



عنوان درس به فارسی:		اصول ترموهیدرولیک	
عنوان درس به انگلیسی:		Fundamentals of Thermohydraulic	
درس‌های پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	نوع درس و واحد
درس‌های هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐ جبرانی ☒	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: آشنایی با مبانی کلاسیک مکانیک سیالات، ترمودینامیک و انتقال حرارت عمومی از دیدگاه مهندسی

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- خواص سیالات: تنش برشی و سیال - قانون نیوتن - ویسکوزیته مایعات و گازها - تراکم پذیری - قانون گاز کامل - کشش سطحی
- قوانین بقا: سیستم و حجم کنترل - قضیه انتقال رینولدز - بقای جرم - بقای مومنتم - بقای انرژی - قانون برنولی
- آنالیز ابعادی و تشابه: قضیه باکینگهام - تشابهات هندسی - سینماتیکی و دینامیکی
- جریان سیالات و افت فشار: تعریف افت فشار و هد - دسته بندی جریان و آزمایش رینولدز - جریان آرام در لوله ها و فرمهای هندسی ساده - جریان آشفته و ضریب اصطکاک - افت فشار در لوله ها و اتصالات - محاسبات پمپ ها و خطوط لوله - اشاره ای به مسائل شبکه های لوله ها
- مقدمه ای بر انتقال حرارت: انواع انتقال حرارت - هدایت، جابجایی، تابش - موازنه انرژی - فرم دیفرانسیلی موازنه انرژی یک تا سه بعدی در هدایت
- هدایت پایدار یک بعدی: هدایت سری و موازی - ضریب کلی انتقال حرارت - مقاومت تماسی - هدایت حرارت در استوانه و کره - سیستم هدایت توام با جابجایی (پره ها)
- هدایت پایدار دو و سه بعدی: حل معادلات هدایت در سیستم های دو و سه بعدی دکارتی و استوانه ای با روش سری فوریه - انواع شرایط مرزی - نحوه گسسته سازی حل معادلات چند بعدی با روش تفاضل محدود در بدنه و مرزها - حل معادلات عددی با روش ماتریسی و گاوس، سایدل
- هدایت ناپایدار: حل تحلیلی مسائل هدایت ناپایدار یک و چند بعدی - مرز در بی نهایت - روش کسلر - روش تفاضل محدود صریح و ضمنی برای حل معادلات
- اصول جابجایی: تعریف لایه های مرزی سیالاتی و حرارتی - فرم دیفرانسیلی و انتگرالی معادلات بقای در لایه مرزی - روش حل فون کارمن لایه مرزی - تعریف اعداد بی بعد پرانتل و ناسلت
- روابط تجربی جابجایی: روابط جابجایی آرام و آشفته در لوله ها - جریان خارجی روی سطوح و لوله ها و دسته لوله ها - جابجایی فلزات مایع - تعریف قطر معادل هیدرولیکی و انتقال حرارتی
- جابجایی آزاد: جابجایی آزاد از صفحات قائم و تعریف اعداد گرافش و رایلی - جابجایی آزاد در شکل های هندسی مهم - جابجایی در فضای بسته
- مقدمه ای بر مبدل های حرارتی: محاسبه ضرایب مقاومت گرفتگی - محاسبه مبدل های لوله ای با روش LMTD - مقایسه مبدل های جریان موازی و مخالف
- مقدمه ای بر محاسبات ترمودینامیکی
- مروری بر قوانین ترمودینامیک (قانون اول و دوم ترمودینامیک) در انواع سیستم های مختلف
- سیکل های ترمودینامیک تولید توان و نیروگاهی
- سیکل های سرمایش
- مفهوم اگزرژی

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

ایروینگ هرمان شیمز، مکانیک سیالات، ویراست چهارم، (مترجم بهرام پوستی) ۲۰۰۲.

Yunus Cengel, Robert Turner, John Cimbala, Fundamentals of Thermal-Fluid Sciences, 5th Edition, McGraw-Hill Education, 2016.

S. Middleman, An Introduction to Fluid Dynamics: Principles of Analysis and Design, John Wiley, 1997.

J. Philip Holman, Heat Transfer, McGraw-Hill, 2009.

F.P. Incropera, Introduction to Heat Transfer, John Wiley, 2006.



عنوان درس به فارسی:		تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی	
عنوان درس به انگلیسی:		Analysis of Electrical Energy Systems	
دروس پیش‌نیاز:	-	نوع درس و واحد	
دروس هم‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	
		رساله / پایان‌نامه ☐ جبرانی ☒	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

- آشنایی با ساختار و مفاهیم اساسی سیستم‌های انرژی الکتریکی
- آشنایی با انواع مصارف انرژی الکتریکی و ویژگی‌های مصرف سیستم‌های انرژی الکتریکی
- شناخت اصول عملکرد و مدل تجهیزات اساسی سیستم‌های انرژی الکتریکی
- شناخت اصول ساختار مدیریتی و مالکیت سیستم‌های انرژی الکتریکی

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- آشنایی با اجزای اصلی سیستم انرژی الکتریکی (بخش تولید: معرفی انواع واحدهای تولیدی و منابع تولیدات پراکنده، بخش انتقال: وظایف و ضرورت بکارگیری انواع سطوح ولتاژ، بخش توزیع: معرفی انواع شبکه‌های توزیع، ضرورت بکارگیری انواع سطوح ولتاژ در شبکه توزیع)
- معرفی انواع مصارف و ویژگی‌های نمودار بار سیستم‌های انرژی الکتریکی (معرفی ویژگی‌های مصارف خانگی، تجاری، صنعتی، کشاورزی، عمومی، منحنی بار، روش‌های پیش‌بینی بار، شاخص‌های عملکردی منحنی بار)
- آشنایی با مفاهیم پایه‌ای تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی (توان در مدارهای تک فاز و سه فاز، توان راکتیو، جبران توان راکتیو)
- مدل عملکرد تجهیزات اصلی سیستم انرژی الکتریکی (ژنراتور، ترانسفورماتور، خطوط انتقال)
- شناخت ساختار مدیریتی سیستم قدرت (معرفی ساختار VIU، ضرورت تجدیدساختار، معرفی انواع بازیگران بازارهای انرژی الکتریکی، معرفی انواع بازار عمده فروشی)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

J. D. Glover, M. S. Sarma, T. Overbye, Power System Analysis and Design, SI version, 5th edition, cengage learning, 2009.

H. Saadat, Power System Analysis, McGraw-Hill, 2001.

J. J. Grainger, W. D. Stevenson, Power System Analysis, McGraw Hill, 1994.

W. H. Kersting, Distribution System Modeling and Analysis, 2nd edition, CRC Press, 2006.



عنوان درس به فارسی:		تحلیل سیستم‌های انرژی	
عنوان درس به انگلیسی:		Energy system analysis	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه	نظری
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری	عملی
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری	نظری-عملی
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ■ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: توانایی تحلیل سیستم‌های انرژی

ب) اهداف ویژه:

- آشنایی با روند و مفهوم تقاضای انرژی
- آشنایی با ساختار سیستم‌های عرضه انرژی
- آشنایی با روش‌های تحلیل سیستم انرژی (تحلیل‌های اقتصادی، انرژی، تحلیل چرخه‌های انرژی، تحلیل چرخه عمر و همبستگیها)
- بکارگیری ابزارهای تحلیل سیستم‌های انرژی روی مطالعات موردی
- آشنا کردن دانشجویان با تفکر سیستمی و همچنین ارتباط سیستم‌های انرژی با بخش اقتصاد، چرخه آب، محیط زیست و زنجیره تامین غذا

پ) سرفصل‌ها:

- مبانی و مفاهیم سیستم‌های انرژی، انرژی، محیط زیست و تغییرات اقلیمی
- روش‌شناسی و ابزارهای تحلیل سیستمی ۱: ترازنامه انرژی و نمودار مرجع انرژی
- مفهوم خدمات انرژی و تقاضای انرژی و تحلیل تحولات آنها (خانگی، حمل و نقل، صنعت و کشاورزی)
- ساختار سیستم عرضه انرژی (منابع فسیلی و تجدیدپذیر، انتقال، فراورش، تبدیل، ذخیره‌سازی، توزیع)
- مطالعه موردی: سیستم انرژی ایران و یا دنیا، نیروگاه تولید برق
- ممیزی انرژی، کارایی انرژی و مدیریت انرژی
- روش‌شناسی و ابزارهای تحلیل سیستمی ۲: تحلیل اقتصادی سیستم‌های انرژی، تحلیل انرژی، تحلیل زنجیره‌های انرژی، تحلیل چرخه عمر، همبستگی آب، محیط زیست، انرژی و غذا، تئوری گراف‌ها

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

- آشنایی و بکارگیری نرم افزار umberto برای کمک به تحلیل جریان‌های جرم و انرژی و همچنین تحلیل‌های چرخه‌ای
- بازدید از یک نیروگاه نمونه و انجام یک تمرین عملی استفاده از ابزارهای تحلیلی
- دعوت از متخصصان بخش انرژی برای تحلیل اطلاعات انرژی کشور

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

تمرین‌های کلاسی: ۲۰ درصد، پروژه: ۱۰ درصد، آزمون میان‌ترم: ۳۰ درصد، آزمون پایان نیمسال: ۴۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Kornelis Blok, Evert Nieuwlaar, Introduction to Energy Analysis, 2nd edition, Routledge, 2016.
Francis Vanek, Louis Albright, Energy Systems Engineering, 3rd Edition, McGraw-Hill Education, 2016.
Kanoğlu, Mehmet, Çengel, Yunus A., Dincer, Ibrahim, Efficiency evaluation of energy systems, Springer, 2012.
Subhes C. Bhattacharyya, Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance, Springer, 2011.

محمد علی اسکونژاد، اقتصاد مهندسی: ارزیابی اقتصادی پروژه‌های صنعتی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۹۵



عنوان درس به فارسی: برنامه‌ریزی ریاضی پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی: Advanced Mathematical Programming		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز: -		پایه ☒ نظری ☒
دروس هم‌نیاز: -		تخصصی اجباری ☐ عملی ☐
تعداد واحد: ۳	تعداد ساعت: ۴۸	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
		رساله / پایان‌نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: تسلط به روش‌های بهینه‌سازی سیستم‌های خطی و غیر خطی و آشنایی با کاربرد آنها در مدل‌سازی سیستم‌های انرژی

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مدل بهینه‌سازی
- مدل برنامه‌ریزی ریاضی خطی
- روش گرافیکی و هندسه روش سمپلکس
- روش سمپلکس و مفاهیم آن
- برنامه ثانویه و تحلیل جوابها
- روش سمپلکس ثانویه (Dual Simplex)
- روش سمپلکس تجدیدنظر شده (Revised Simplex)
- تحلیل حساسیت‌ها و برنامه اولیه و ثانویه
- مسائل برنامه‌ریزی اعداد صحیح و ترکیبی (Integer Programming)
- روشهای حل مسائل برنامه‌ریزی اعداد صحیح (صفحات برشی و شاخه و کران)
- برنامه‌ریزی ریاضی دینامیک
- مبانی برنامه‌ریزی غیر خطی
- شرایط Kuhn-Tucker
- روش‌های حل مدل‌های غیر خطی: (Gradient Search Procedure, Quadratic Programming, Convex Programming, Frank-Wolfe Algorithm, Non-Convex Programming, SUMT)
- برنامه‌ریزی ریاضی آرمانی (Goal Programming)
- ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

F.S. Hillier and G.J. Lieberman, Introduction to Operations Research, 11th edition, McGraw-Hill 2020.

Hamdy Taha, Operation research: An Introduction, 10th edition, Pearson Prentice Hall, 2017.

Wayn .L. Winston, Operations Research Applications and Algorithms, Fourth Edition, 2003.



عنوان درس به فارسی:		مهندسی فرآیند در سیستم‌های انرژی	
عنوان درس به انگلیسی:		Process Engineering in Energy Systems	
نوع درس و واحد			
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ■	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری □	عملی □
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری □	نظری-عملی □
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه □	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ■ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: توانایی به کارگیری رویکرد فرآیندی برای حل مسائل مهندسی انرژی

ب) اهداف ویژه:

- آشنایی با موازنه جرم و انرژی در واحدهای فرآیندی نمونه
- آشنایی با فرآیندهای پایه در صنایع به شدت انرژی بر
- آشنایی با تجهیزات فرآیندی و فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی با دیدگاه تجهیز محور
- آشنایی با فرصت‌های صرفه‌جویی آب و انرژی با دیدگاه فرآیندی
- انتگراسیون حرارتی و آب

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه (معرفی معیارهای طراحی فرآیند پایدار، آشنایی با انواع نمودارهای جریان)
- موازنه جرم
- موازنه انرژی

- فرصت‌های صرفه‌جویی در تجهیزات (کوره‌ها، بویلرها، کمپرسور، سامانه‌های تولید توأمان برق و حرارت)
- انتگراسیون حرارتی (هدفگذاری انرژی و طراحی با استفاده از تحلیل گلوگاهی)
- انتگراسیون آب (هدفگذاری حداکثر بازیابی آب و طراحی شبکه آب با تحلیل گلوگاهی)

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

- آشنایی و توانایی بکارگیری نرم افزارهای محاسبات فرآیندی برای کمک به موازنه‌های جریان‌های جرم و انرژی و طراحی فرآیندی و انتگراسیون
- بازدید از واحدهای صنعتی نمونه و انجام یک تمرین عملیبا استفاده از ابزارهای تحلیلی
- انجام پروژه‌های طراحی و تحلیل نتایج

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین‌ها و فعالیت‌های کلاسی: ۱۰ درصد، پروژه‌های درسی: ۳۰ درصد، آزمون میان‌ترم: ۳۵ درصد، آزمون پایان نیمسال: ۲۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- R. Smith, Chemical Process Design and Integration, Wiley Student Edition, 2nd edition, 2016.
 D. M. Himmelblau, J. B. Riggs, Basic principles and calculations in chemical engineering, 8th edition, Prentice-Hall, 2012.
 J. R. Couper, W. R. Penny, J. R. Fair, S. M. Walas, Chemical process equipment: selection and design, second edition. Elsevier, 2005.
 E. E. Ludwig, Applied process design, Gulf Professional Publishing, 1994.



عنوان درس به فارسی:		همبست آب و انرژی	
عنوان درس به انگلیسی:		Water-Energy Nexus	
دروس پیش‌نیاز:	-	نوع درس و واحد	
دروس هم‌نیاز:	-	پایه ■ نظری ■	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اجباری □ عملی □	
تعداد ساعت:	۴۸	تخصصی اختیاری □ نظری-عملی □	
		رساله / پایان‌نامه □	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ■ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: به‌کارگیری رویکرد همبست در تحلیل و طراحی سیستم‌های انرژی

ب) اهداف ویژه:

- شناسایی و تحلیل ارتباطات متقابل بین بخش‌های آب و انرژی
- توانایی به‌کارگیری روش‌های ترمودینامیکی برای تحلیل، طراحی و بهینه‌سازی شبکه‌های آب و انرژی
- توانایی به‌کارگیری روش‌های بهینه‌سازی ریاضی برای تحلیل، طراحی و بهینه‌سازی شبکه‌های آب و انرژی
- یکپارچه‌سازی در سطح کل مجموعه
- راهبردها و راهکارهای کاهش مصرف آب و انرژی

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه و ضرورت (آب برای انرژی، انرژی برای آب، همبست آب و انرژی)
- یکپارچه‌سازی حرارتی (روش‌های ترمودینامیکی مانند تحلیل گلوگاهی، تحلیل انرژی و غیره، روش‌های بهینه‌سازی ریاضی)
- یکپارچه‌سازی آب (روش‌های ترمودینامیکی مانند تحلیل گلوگاهی، تحلیل انرژی و غیره، روش‌های بهینه‌سازی ریاضی)
- همبست آب و انرژی (روش‌های بهینه‌سازی ریاضی، روش‌های حسابداری)
- نقش یکپارچه‌سازی در بهینه‌سازی سیستم‌های آب با بررسی مثال‌های موردی
- نقش یکپارچه‌سازی در بهینه‌سازی سیستم‌های انرژی با بررسی مثال‌های موردی

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

- آشنایی و توانایی بکارگیری نرم افزارهای محاسبات فرآیندی برای محاسبات مربوط به ارزیابی همبست‌ها
- بازدید از واحدهای صنعتی نمونه و انجام یک تمرین عملی استفاده از ابزارهای تحلیلی
- انجام پروژه‌های طراحی و تحلیل نتایج

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین‌ها و فعالیت‌های کلاسی: ۱۰ درصد، پروژه‌های درسی: ۳۰ درصد، آزمون میان‌ترم: ۳۵ درصد، آزمون پایان نیمسال: ۲۵ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Hiroshan Hettiarachchi, Reza Ardakanian, Environmental Resource Management and the Nexus Approach, Springer, 2016.
- Allan R. Hoffman, Water, Energy, and Environment – A Primer, IWA Publishing, 2019.
- R. Smith: Chemical Process Design and Integration, 2nd ed., John Wiley & Sons, 2016.
- I.C. Kemp: Pinch Analysis and Process Integration, Elsevier (B/H), 2007
- Endo, Aiko, Oh, Tomohiro (Eds.), The Water-Energy-Food Nexus, Springer, 2018.
- P. Abdul Salam, Sangam Shrestha, Vishnu Prasad Pandey, Anil Kumar Anal (Eds.), Water-Energy-Food Nexus: Principles and Practices, Wiley, 2017.
- Leal Filho, Walter, Surroop, Dinesh (Eds.), The Nexus: Energy, Environment and Climate Change, Springer, 2018.

اکرم عوامی، پیوند آب و انرژی در صنعت: مبانی، روش‌ها و کاربردها، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۹۷.



عنوان درس به فارسی: مدل‌سازی انرژی		عنوان درس به انگلیسی: Energy modelling		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:		تحلیل سیستم‌های انرژی، برنامه‌ریزی ریاضی پیشرفته		پایه ☐ نظری ☒
دروس هم‌نیاز:		-		تخصصی اجباری ☒ عملی ☐
تعداد واحد:		۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:		۴۸		رساله / پایان‌نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: آشنائی با روش‌شناسی و توانایی توسعه مدل‌های انرژی بعنوان ابزارهای تحلیلی انرژی

ب) اهداف ویژه:

- آشنائی با مفاهیم بنیادی برنامه‌ریزی و روش‌های برنامه‌ریزی

- کاربرد مدل‌های انرژی

- شناخت مسائل ویژه در مدل‌سازی انرژی

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی و مقدمات درس

- مدل‌سازی یکپارچه سیستم انرژی

- مدل‌سازی عرضه انرژی (چارچوب کلی مدل‌سازی عرضه، دینامیک و استاتیک بودن مدل، مفاهیم هزینه نهایی، مساله دوگان و قیمت سایه‌ای، مساله ذخیره‌سازی، مساله نفوذ فناوری، ابزارهای مدل‌سازی توسعه‌یافته (تمرکز بر OSEMOYS)، بانک داده‌های مفید برای مدل‌سازی عرضه)

- مدل‌سازی تقاضای انرژی (مدل‌سازی تقاضا بر اساس مدل اقتصاد کلان، مدل‌سازی تقاضا بر اساس سری زمانی، مدل‌سازی تقاضا بر اساس بهینه‌سازی، مدل‌های تخمین تقاضای توسعه‌یافته و بانک داده‌ها)

- کارایی دینامیک سیستم‌ها در مدل‌سازی انرژی

- مسائل ویژه مدل‌سازی انرژی: اقتصاد رفتاری در مدل‌سازی انرژی، مدل‌سازی همبست انرژی، آب و غذا، مدل‌سازی انرژی و تغییر اقلیم، مدل‌سازی عامل بنیان، کاربرد هوش مصنوعی و داده‌های بزرگ در مدل‌سازی انرژی، اعتباربخشی و راستی‌آزمایی نتایج مدل‌سازی انرژی)

- نمونه‌های کاربرد مدل‌سازی انرژی در برنامه‌ریزی کلان (طرح جامع انرژی کشور، افق اروپا ۲۰۵۰)

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

- مدل‌سازی عرضه انرژی با استفاده از نرم‌افزارهای OSEMOYS و GAMS

- مدل‌سازی تقاضای انرژی با استفاده از Excel Data Analysis tool

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

حضور و فعالیت کلاسی: ۱۰٪، میان‌ترم: ۲۰٪، تمرین: ۲۰٪، پایان‌ترم: ۳۵٪، پروژه درسی: ۱۵٪.

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Hooman Farzaneh, Energy Systems Modeling: Principles and Applications, Springer, 2019

Sabine Messner and Manfred Strubegger, Working Paper: User's Guide for MESSAGE III, WP-95-69, July 1995

The National Energy Modeling System: An Overview 2018, U.S. Department of Energy, Washington, DC 20585, April 2019

Francis Vanek, Louis Albright, Largus Angenent, Energy Systems Engineering: Evaluation and Implementation, Third Edition, 2016

Model for Analysis of Energy Demand (MAED-2) User's Manual, International Atomic Energy Agency, 2006

E. Bonabeau Agent-based modeling: methods and techniques for simulating human systems. Proc Natl Acad Sci U S A, 2002;99 Suppl 3(Suppl 3):7280-7287. doi:10.1073/pnas.082080899

Howells, M., Hermann, S., Welsch, M. et al. Integrated analysis of climate change, land-use, energy and water strategies. Nature Clim Change 3, 621–626 (2013). <https://doi.org/10.1038/nclimate1789>

G. Pfaffmann, P. Blechinger, 2017: How to meet EU GHG emission reduction targets? A model based decarbonization pathway for Europe's electricity supply system until 2050. Energy Strategy Reviews, 15, 19-32.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri, L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland

Bruce A. McCarl, McCarl GAMS User Guide: McCarl Expanded GAMS User Guide (Version 24.6), 2020.

Sterman, John D., Business Dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world. McGraw Hill. ISBN 0-07-231135-5, 2000.

Christos A. Frangopoulos, Static and Dynamic Optimization of Synthesis, Design and Operation of Total Energy Systems of Ships, MOSES Workshop, EPFL Sion, Switzerland, 2017.

Ramteen Sioshansi and Antonio J. Conejo, Optimization in Engineering Models and Algorithms, Springer International Publishing, DOI:10.1007/978-3-319-56769-3, 2017.

Subhes C. Bhattacharyya, 2019, Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance: Ed. 2, Springer-Verlag London, DOI: 10.1007/978-1-4471-7468-4



عنوان درس به فارسی: قابلیت اطمینان و تحلیل ریسک		
نوع درس و واحد	Reliability and risk analysis	عنوان درس به انگلیسی:
نظری ☒ پایه ☐	-	دروس پیش‌نیاز:
عملی ☐ تخصصی اجباری ☒	-	دروس هم‌نیاز:
نظری-عملی ☐ تخصصی اختیاری ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: به‌کارگیری قابلیت اطمینان و تحلیل ریسک برای تحلیل مسائل مهندسی سیستم‌های انرژی

ب) اهداف ویژه:

- آشنایی با مفاهیم اساسی و تاریخچه قابلیت اطمینان
- آشنایی با مدل‌های احتمالاتی و کاربرد آنها در ارزیابی قابلیت اطمینان
- آشنایی با مکانیسم‌های خرابی و نحوه مدلسازی و تحلیل
- شناخت تکنیک‌های ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های ساده و تعمیرپذیر
- شناخت مفاهیم و تکنیک‌های بنیادی مرتبط با ارزیابی ریسک

پ) سرفصل‌ها:

- مفاهیم کلی قابلیت اطمینان: تعاریف، کاربردها، تاریخچه، تحولات
- بررسی خرابی در سیستم‌های مهندسی: عوامل، مکانیسم‌ها، مدل قطعی، مدل احتمالاتی
- مبانی احتمال و توزیع‌های احتمالاتی (توزیع گسسته، پیوسته، نرمال، نمایی، وایبال، ...)
- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های ساده: (دیاگرام قابلیت اطمینان، درخت خطا، کات-ست، ...)
- زنجیره‌ها و فرآیندهای مارکوف (مارکوف گسسته، مارکوف پیوسته، احتمال حدی، حالات جذبی، ...)
- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های تعمیرپذیر (مدل‌های مارکوف، روش فرکانس-دوره، ...)
- روش تقریبی در محاسبه قابلیت اطمینان (سیستم‌های سری، موازی، آب و هوا، حوادث نادر، ...)
- مبانی ریسک: (تعاریف، مفاهیم، سابقه ...)
- روش‌های ارزیابی ریسک (روش‌های کیفی، روش‌های کمی، روش‌های ترکیبی، ...)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

R. Ramakumar, Engineering Reliability: fundamentals and applications, Prentice Hall, 1993.

R. Billinton, R. Allan, Reliability Evaluation of Engineering Systems, Plenum Press, 1985.

M. Modarres Risk Analysis in Engineering: Techniques, Tools, and Trends, CRC Press, 2006.

T. Bedford, Probabilistic Risk Assessment, foundations and methods, Cambridge university press, 2001.



عنوان درس به فارسی: تبدیل انرژی پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد	Advanced Energy Conversion	دروس پیش‌نیاز:
پایه ☐ نظری ☒		دروس هم‌نیاز:
تخصصی اجباری ☒ عملی ☐		تعداد واحد:
تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	۳	تعداد ساعت:
رساله / پایان‌نامه ☐	۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: انتقال فرآیندهای فناوری‌های تبدیل انرژی برای افزایش پایداری سیستم‌ها

ب) اهداف ویژه:

- بررسی فناوری‌های تبدیل انرژی با استفاده از منابع سوخت‌های فسیلی و تجدیدپذیر
- بررسی اثر توسعه فناوری‌های تبدیل انرژی بر ارتقاء سیستم‌های انرژی
- ارزیابی و تحلیل سیستم‌های تبدیل انرژی پیشرفته

پ) سرفصل‌ها:

- مبانی و اصول تبدیل انرژی، جایگاه و ضرورت تبدیل انرژی در سیستم‌های انرژی
- سیستم‌های گازی‌کننده
- موتور استرلینگ
- پیل‌های سوختی
- میکرو توربین‌ها
- سیستم‌های حرارتی-برودتی خورشیدی و سلول‌های فوتوولتائیک
- توربین‌های بادی
- یکپارچه‌سازی فناوری‌های تبدیل انرژی (مفهوم هاب انرژی)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Nikolai V. Khartchenko, Advanced Energy Systems, 2002.
 Christopher Higman and Maarten van der Burgt, Gasification, 2008
 William R. Martini, Stirling Engine Design Manual, NASA Report, 1978
 Allan J. Organ, The Air Engine, Woodhead Publishing Limited and CRC Press, 2007
 Claire Soares, Microturbines, Elsevier Inc, 2007
 M J Moore, Microturbine Generators, Professional Engineering Publishing, 2002
 R. O'Hayre, F.B. Prinz, Fuel Cell Fundamentals, John Wiley & Sons, 2006
 J. Larminie & A. Dicks, Fuel Cell Systems Explained, John Wiley & Sons, 2003
 Gilbert M. Masters, Renewable and Efficient Electric Power Systems, John Wiley & Sons, 2004
 Mukund R. Patel, Wind and Solar Power Systems, Taylor & Francis, 2006
 Yogi Goswami & Frank Kreith, Energy Conversion, Taylor & Francis, CRC Press, 2008.



عنوان درس به فارسی: انرژی و محیط زیست		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد	Energy and Environment	دروس پیش‌نیاز:
پایه ☐ نظری ☒	-	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اجباری ☒ عملی ☐	-	تعداد واحد:
تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	۳	تعداد ساعت:
رساله / پایان‌نامه ☐	۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: تحلیل برهم‌کنش‌های انرژی و محیط زیست

ب) اهداف ویژه:

- شناخت، تحلیل، و برنامه ریزی با رویکردهای محیط زیستی
- ارزیابی اثرات بخش انرژی بر روی محیط زیست
- شناخت استراتژی‌های کنترل و نحوه به‌کارگیری آنها

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه (بررسی روندها و تحلیل برهم‌کنش‌های محیط زیست و انرژی، تعاریف پایه و معرفی شاخص‌های مرتبط با محیط زیست، توسعه پایدار، چرخه مواد در طبیعت، معرفی اثرات محیط زیستی مانند تغییر اقلیم، مه‌دود فتوشیمیایی، اتروfikیشن، اسیدی‌شدن و)
- رویکردها (اکوسیستم، روش تحلیل و برآورد ارزیابی اثرات محیط زیست، تحلیل چرخه عمر)
- آب-انرژی (چرخه آب و فاضلاب و پساب، آب برای انرژی، انرژی برای آب، فناوری‌های کنترل اولیه و ثانویه آلاینده‌های بخش آب)
- هوا-انرژی (تعاریف پایه، آلاینده‌ها و انتشارات در بخش هوا، فناوری‌های کنترل اولیه و ثانویه انتشارات بخش هوا)
- انرژی و آلاینده‌ها (پخش انتقال انباشت آلاینده‌ها ناشی از جریان انرژی در هوا، معرفی مدل‌های پخش آلودگی هوا، روش‌های کنترل پخش آلاینده در بخش انرژی، کاربرد منطقی انرژی و پخش آلاینده‌ها)
- مثال‌های موردی اثرات نهایی بخش انرژی بر روی محیط زیست (تغییرات آب و هوایی، آلودگی هوای شهرهای بزرگ، کیفیت هوای داخل، بارانهای اسیدی، اثرات محیط زیستی تغییر اکوسیستم‌های آبی، اثرات محیط زیستی احداث سدهای بزرگ، اثرات محیط زیستی استخراج و پالایش نفت خام، اثرات محیط زیستی انرژی‌های تجدیدپذیر)
- روش‌های برنامه‌ریزی مدیریت محیط زیستی (روش‌های مدیریت محیط زیست، معرفی مدل‌های محیط زیستی مرتبط با بخش انرژی)
- ارزیابی ریسک سلامتی انسان

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

- آشنایی و توانایی بکارگیری نرم افزارهای تحلیل چرخه عمر، ارزیابی ریسک سلامتی و پخش آلاینده‌ها در محیط
- بازدید از واحدهای صنعتی نمونه و انجام یک تمرین عملی استفاده از ابزارهای تحلیلی
- انجام پروژه‌های کاربردی بر روی مثال‌های موردی مشخص و تحلیل نتایج

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

تمرین‌ها و فعالیت‌های کلاسی: ۱۰ درصد، پروژه‌های درسی: ۳۰ درصد، آزمون میان‌ترم: ۳۰ درصد، آزمون پایان نیمسال: ۳۰ درصد

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Georg Schaub, Thomas Turek, Energy flows, material cycles and global development: A process engineering approach to the earth system, Springer, 2011.
- Kampeng Lei, Shaoqi Zhou, Zhishi Wang (auth.)-Ecological Emery Accounting for a Limited System: General Principles and a Case Study, Springer, 2014.
- Jain, Ravi Urban, Lloyd Balbach, Harold Webb, Diana M, Handbook of Environmental Engineering Assessment - Strategy, Planning, and Management, Elsevier, 2012.
- Subhes C. Bhattacharyya, Energy economics: Concepts, Issues, Markets and Governance, Springer, 2011.
- Anu Ramaswami, Jana B. Milford, Mitchell J. Small, Integrated Environmental Modeling: Pollutant Transport, Fate, and Risk in the Environment, Wiley, 1 edition (April 15, 2005).
- F. M. Vanek, Louis D. Albright, Energy Systems Engineering evaluation and implementation, Mc-Graw Hill, 2016.



عنوان درس به فارسی: تحلیل در فضای چندحاملی انرژی		
نوع درس و واحد	Analysis in Multi-Carrier Energy Environment	عنوان درس به انگلیسی:
نظری ☒ پایه ☐	-	دروس پیش‌نیاز:
عملی ☐ تخصصی اجباری ☐	-	دروس هم‌نیاز:
نظری-عملی ☐ تخصصی اختیاری ☒	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

- معرفی ضرورت‌ها و اهداف اصلی بکارگیری سیستم‌های چندحاملی انرژی
- معرفی سابقه بکارگیری مفهوم درگاه‌های انرژی و شبکه‌های چندحاملی انرژی
- بحث در رابطه با کاربرد ابزار تحلیل در فضای چندحاملی انرژی در سیستم‌های انرژی

ب) اهداف ویژه:

ب) سرفصل‌ها:

- مقدمه و سابقه موضوع (انگیزه بکارگیری سیستم‌های چندحاملی انرژی، مفهوم درگاه انرژی، اجزای درگاه انرژی مشتمل بر لایه‌های ورودی، مبدل‌ها و خروجی، کاربرد مفهوم درگاه انرژی در بخش خانگی، بخش صنعتی، شبکه‌های گاز و برق، ریزشبکه‌های انرژی و ...)
- مدل‌سازی درگاه انرژی (مفاهیم پایه‌ای مدل‌سازی، درگاه انرژی تک لایه ورودی/ تک لایه خروجی، درگاه انرژی چند لایه ورودی/ چند لایه خروجی، تجهیزات ذخیره انرژی الکتریکی و حرارت، بارهای انرژی، نمونه‌های کاربردی موضوع در شهرک مسکونی، شهرک صنعتی و ...)
- مدل‌سازی شبکه‌های انرژی (مدل جریان شبکه - شبکه‌های برق، مدل جریانی شبکه - شبکه‌های گاز، مسئله پخش بار در سیستم‌های چندحاملی انرژی، نمونه‌های کاربردی موضوع)
- بهینه‌سازی جریان انرژی در سیستم‌های چندحاملی انرژی (بهینه‌سازی جریان انرژی در یک درگاه انرژی، مسئله دیسپچ بهینه سیستم‌های چندحاملی انرژی، مسئله پخش بار بهینه چندحاملی انرژی، نمونه‌های کاربردی موضوع در سیستم‌های هیبرید انرژی، سیستم‌های انرژی دارای نفوذ بالای منابع تجدیدپذیر، تجمیع کنندگان خودروهای الکتریکی و ...)
- مطالعات قابلیت اطمینان در سیستم‌های چندحاملی انرژی (نرخ خرابی و تعمیر اجزای درگاه انرژی، مدل مارکوف اجزای یک درگاه انرژی، مدل قابلیت اطمینان سیستم ذخیره، شاخص‌های قابلیت اطمینان یک درگاه انرژی، مدل مارکوف درگاه‌های انرژی به هم پیوسته، شاخص‌های قابلیت اطمینان درگاه‌های انرژی به هم پیوسته)
- نمونه‌های کاربردی موضوع (مدل قابلیت اطمینان درگاه‌های انرژی دارای توربین‌های بادی، پنل‌های فتوولتائیک، خودروهای الکتریکی و ...)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Conejo AJ, Carrión M, Morales JM. Decision making under uncertainty in electricity markets. New York: Springer; 2010.

Burger M, Graeber B, Schindlmayr G. Managing energy risk: a practical guide for risk management in power, gas and other energy markets. John Wiley & Sons; 2014.

Geidl M. Integrated modeling and optimization of multi-carrier energy systems (Doctoral dissertation, ETH Zurich), 2007.

Koeppel GA. Reliability considerations of future energy systems: multi-carrier systems and the effect of energy storage (Doctoral dissertation, ETH Zurich), 2007.



عنوان درس به فارسی: بهینه‌سازی جریان انرژی		عنوان درس به انگلیسی: Optimization of Energy Flow	
نوع درس و واحد			
نظری ☒	پایه ☐	-	
عملی ☐	تخصصی اجباری ☐	-	
نظری-عملی ☐	تخصصی اختیاری ☒	۳	
رساله / پایان‌نامه ☐		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با مفهوم انرژی و سایر مفاهیم ترمودینامیکی و نحوه بکارگیری آنها در تحلیل سیستم‌های انرژی

ب) اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- معرفی و مقدمات درس

- مرور بر قانون دوم ترمودینامیک و برگشت نا پذیرها

- کارایی انرژی در بهینه‌سازی جریان انرژی

- انواع و نحوه محاسبه انرژی جریان‌ها و سیستم‌ها

- انواع و نحوه محاسبه تخریب و اتلاف انرژی

- تحلیل انرژی و انتگرال‌های فرآیندی

- تحلیل اکسرژی سیستم‌های انرژی نمونه: اجزا و فرآیندها

- تحلیل انرژی پیشرفته (آشنایی با مفهوم هزینه انرژی، تحلیل ترموآکونومیک)

- کارایی تحلیل انرژی در توسعه پایدار و مدیریت محیط زیست (تحلیل هزینه ترموآکولویک، تحلیل توسعه‌یافته انرژی، تحلیل انرژی

زیست‌محیطی، تحلیل هزینه فرصت انرژی)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

حضور و فعالیت کلاسی: ۱۰٪، تمرین: ۳۰٪، آزمون پایانی: ۳۵٪، پروژه درسی: ۲۵٪

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Christos A. Frangopoulos, Exergy, energy system analysis and optimization, EOLSS Publications, 2009.

Bejan A., Tsatsaronis G., Moran M., Thermal Design and Optimization, Wiley, 1995.

Dincer I., Rosen M.A., Exergy: Energy, Environment and Sustainable Development, 3rd edition, Elsevier, 2013.

Kotas T.J., The Exergy Method of Thermal Plant Analysis, Elsevier, 1995.



عنوان درس به فارسی:		امنیت انرژی	
عنوان درس به انگلیسی:		Energy Security	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	نوع درس و واحد
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

ب) اهداف ویژه:

- چرا انرژی یک مسئله امنیتی جهانی است؟

- آشنایی دانشجویان با مفهوم، مبانی، مدل‌ها، و روش‌های امنیت انرژی

- نزدیک شدن به سه مفهوم اساسی زنجیره تحولات انرژی در جهان امروزی یعنی قیمت، تداوم و محیط زیست.

- آشنایی با مدل‌سازی شوک‌های نفتی و راه‌های مقابله با آن.

پ) سرفصل‌ها:

- مبانی تئوریک امنیت انرژی (شاخص‌های ساده، شاخص‌های تجمعی، مدل‌های قیمت‌گذاری نفت خام، قطع نفت و گاز و تاثیر آن بر بازارهای تقاضا، ظرفیت اضافی تولید و نقش آن در تعادل در بازار، ارزیابی ریسک و مدل‌های متداول)

- روش‌های انتقال انرژی و نقش امنیت انرژی (خطوط لوله، نفتکش و اندازه آن در انتقال انرژی، LNG، برق)

- سازمان‌های بین‌المللی تخصصی انرژی (نقش سازمانها در ایجاد ثبات در بازار انرژی، تنوع‌سازی در بخش عرضه انرژی، ذخیره‌سازی استراتژیک کشورهای عمده مصرف‌کننده)

- کشورها و کارتل‌های تولیدکننده نفت (ریسک سیاسی در کشورهای تولیدکننده، اوپک اولین سازمان همکاری‌های جنوب-جنوب، آینده شرکت‌های ملی نفت در کشورهای تولیدکننده)

- نقش حادثه‌های طبیعی در امنیت انرژی (آسیب‌پذیری زیرساخت‌های انرژی)

- چگونگی دخالت سیاست در انرژی (حفاظت از تاسیسات انرژی، ناامنی، شورش و تروریسم، راهزنی دریایی و آسیب‌پذیری نقل و انتقال انرژی)

- تغییرات جوی به مثابه عامل تاثیرگذار بر امنیت انرژی

- صادرات، خطوط لوله، وضعیت منطقه‌ای و نقش آن در امنیت انرژی ایران

- مدل‌های تعویض نفت خام و گاز و معاوضه فرآورده و برق با همسایگان ایران

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Sovacool, Benjamin (ed.); Encyclopedia of Energy Security; New York: Routledge, 2011

Mills, Robin M.; The Myth of the Oil Crisis: Overcoming the Challenges of Depletion, Geopolitics, and Global Warming; Westport, CT: Praeger, 2008

Adrian Gheorghe, Adrian & Liviu Muresan (eds.); Energy Security: International and Local Issues, Theoretical Perspectives, and Critical Energy Infrastructure; New York: Springer, 2011

Pascual, Carlos & Jonathan Elkind (eds.); Energy Security: Economics, Politics, Strategies, and Implications; New York: Brookings Institutions, 2010

Luft, Gal & Anne Korin (eds.); Energy Security Challenges for the 21st Century: A Reference Handbook; New York:

ABC-GMO LLC, 2009

ملکی، عباس؛ امنیت انرژی؛ تهران: انتشارات دنیای اقتصاد، ۱۳۹۶



عنوان درس به فارسی: روش‌های احتمالاتی در سیستم‌های انرژی		عنوان درس به انگلیسی: Stochastic Methods in Energy Engineering	
نوع درس و واحد			
نظری	پایه	-	
عملی	تخصصی اجباری	-	
نظری-عملی	تخصصی اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

از آنجا که بخش وسیعی از مسائل مهندسی در سیستم‌های انرژی با متغیرهای تصادفی سر و کار دارد، شناخت روش‌های تحلیلی مناسب برای حل این مسائل ضروری است. در این درس ما ابتدا مرور جامعی را بر مبانی نظریه احتمالات خواهیم داشت و در بخش دوم درس روش حل معادلات معکوس و کاربردهای آن را در سیستم‌های انرژی ارائه خواهد شد. در این خصوص، روش‌های مونت کارلو به عنوان ابتدایی‌ترین ابزار برای حل این معادلات معرفی خواهند شد و سپس روش‌های پیچیده‌تر که شامل زنجیره‌های مارکوف، پروکسی مدل‌ها و فیلتر کالمان بررسی خواهد شد. در بخش سوم درس، روش‌های بهینه‌سازی با استفاده از الگوریتم‌های احتمالاتی را ارائه خواهیم کرد و در بخش پایانی، روش‌های حل معادلات دیفرانسیل تصادفی و حساب دیفرانسیل ایتو مورد بررسی قرار خواهند گرفت. هر کدام از بخش‌های فوق، با حل مسائل مهندسی کاربردی در زمینه‌ی سیستم‌های انرژی همراه خواهد بود.

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- مرور جامعی بر مسائل مقدماتی نظریه‌ی احتمالات، توابع توزیع احتمالات، احتمالات شرطی، استقلال پیش‌آمد‌های احتمالاتی، نظریه‌ی حد مرکزی، توابع احتمالاتی چند متغیره، توزیع نرمال چند متغیره و خواص آن.
- روش‌های مونت کارلو و کاربردهای آن
- احتمالات بیز و کاربرد آن در تخمین پیشامد‌های تصادفی
- روش‌های همجوشی داده‌ها با استفاده از روش بیز
- زنجیره‌های مارکوف. مارتنگل‌ها. روش‌های تخمین مارکوف مونت کارلو و کاربردهای آن
- روش‌های حساب احتمالاتی ایتو و کاربردهای آن
- ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:
- ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):
- ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:
- چ) فهرست منابع پیشنهادی:

JS Liu, Monte Carlo Strategies in Scientific Computing, Springer Series in Statistics, 2001.

CP. Robert. Monte Carlo Statistical Methods, Springer Series in Statistics, 2nd edition. 2004.

A Gelman, JB Carlin, HS Stern and DB Rubin, Bayesian Data Analysis, Chapman & Hall CRC, 2nd edition, 2003.

CP. Robert. The Bayesian Choice: from Decision-Theoretic Motivations to Computational Implementation, Springer-Verlag, New York, 2001

Probability and Random Processes by Geoffrey R. Grimmett & David Stirzaker (Oxford)

A Course in Large Sample Theory by T.S. Ferguson (Springer 1996)

Statistical Inference by George Casella and Roger L. Berger (Duxbury)

Markov Chains: Gibbs Fields, Monte Carlo Simulation, and Queues by Pierre Bremaud (Springer),



عنوان درس به فارسی: اقتصاد انرژی		عنوان درس به انگلیسی: Energy Economics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	
تخصصی اجباری ☐	عملی ☐	-	
تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

- آشنائی با مدل‌های بهینه سازی انرژی و اقتصاد
- بررسی مدل‌های مختلف در اقتصاد خرد
- نظریه‌های مطرح در اقتصاد رفاه
- نگرشی بر اقتصاد توسعه

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه و یادآوری
- اقتصاد خرد (اثرات قیمت و درآمد بر مقادیر تقاضا، تئوری انتخاب مصرف کننده، مدل تقاضای انرژی خانگی، تئوری رفتار بنگاه، مدل تقاضای انرژی بنگاه، تئوری عرضه (هزینه‌ها و تولید بنگاه))
- ساختار بازار در حالت رقابت کامل و انحصار کامل ساختار بازار و رقابت ناقص
- بازار نفت خام، بازار گاز طبیعی، بازار برق و مقررات زدایی، بازار بهینه سازی انرژی
- قیمت گذاری انرژی
- اقتصاد رفاه کارآیی پارتو شکست بازار
- اثرات خارجی
- تعادل جزئی و تعادل عمومی و اثرات رفاهی تغییر قیمت انرژی
- اقتصاد کلان
- رانت منابع
- برداشت از منابع پایان پذیر
- مدل بین نسلی تخصیص منابع
- مدل‌های اقتصاد انرژی
- تحلیل به هم پیوسته سیستم های انرژی (Integrated analysis)
- ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:
- ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):
- ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:
- چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Boyes, William and Michael Melvin; Economics; (Nine Edition); Mason, OH: Cengage Learning, 2013.

Mankiw, Gregory N.; Essentials of Economics; (5th edition) Mason, OH: South-Western Cengage Learning, 2013

Evans, Joanne & Loster Hunt; International Handbook on the Economics of Energy; London: Edward Elgar; 2009

رزاقی، ابراهیم، آشنایی با اقتصاد ایران، تهران: نشر نی، ۱۳۸۸

Subhes C. Bhattacharyya, Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance, Springer, 2011.

Carol A. Dahl; International Energy Markets: Understanding Pricing, Policies and Profits., PennWell Corporation, 2004.



عنوان درس به فارسی: اقتصاد منابع پایان پذیر انرژی		عنوان درس به انگلیسی: Economics of Exhaustible Energy Resources	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش نیاز:
تخصصی اجباری ☐	عملی ☐	-	دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

ب) اهداف ویژه:

این درس در پی آن است که دانشجویان را با

- وجوه مختلف منابع پایان پذیر بویژه انرژی های فسیلی
- بررسی مدل‌های مختلف بهره برداری بهینه از منابع پایان پذیر
- نظریه بازار و کاربرد آن برای منابع انرژی پایان پذیر
- آشنایی با اقتصاد سیاسی منابع هیدروکربوری

آشنا سازد.

پ) سرفصل‌ها:

-تخصیص منابع

- سودآوری و هزینه های بیرونی

-تعادل در طی زمان

-انرژی و محیط زیست

-استخراج منابع پایان پذیر

-مدل‌های مطرح در بهره برداری بهینه (نظریه هاتلینگ، نظریه تعادل اقتصادی، نظریه انحصار، رقابت ناکامل و منابع پایان پذیر)

-عدم قطعیت و ریسک

-مدل های قیمت گذاری (قیمت گذاری حامل های انرژی، قیمت گذاری نفت خام)

-اقتصاد سیاسی بین المللی انرژی (قدرت و نفت، نفت: نعمت یا نعمت، اوپک و غیر اوپک)

-تجارت بین الملل و انرژی های پایان پذیر

-ایران، منابع پایان پذیر نفت و گاز و آینده

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Dasgupta, P. S. & C. M. Heal; Economic Theory and Exhaustible Resources; Cambridge: Cambridge University Press, 1993

Spero, Joan E. & Jeffrey A. Hart; The Politics of International Economic Relations; London: Routledge, 1997

Mitchell, John (ed.); Companies in a World of Conflict; London: The Royal Institute of International Affairs, 1998

Mossavar Rahmani, Bijan; Energy Policy in Iran: Domestic Choices and International Implications; New York: Pergamon, 1981

Amirahmadi, Hooshang; Revolution and Economic Transition: The Iranian experience; New York: State University of New York Press, 1990

Yergin, Daniel; The Prize: The Epic Quest for Oil, Money & Power; New York: Simon and Schuster, 1991

Yergin, Daniel; The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World; New York: Palgrave, 2012



عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه ممیزی انرژی		
نوع درس و واحد	Energy Auditing Lab	
	عنوان درس به انگلیسی:	
☐ نظری ☐ پایه	-	
☒ عملی ☐ تخصصی اجباری	-	
☐ نظری-عملی ☒ تخصصی اختیاری	۱	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐	۳۲	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: هدف از این درس آشنایی دانشجویان با اندازه‌گیری و ممیزی انرژی است.

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- اصول و مبانی مدیریت انرژی
- ممیزی انرژی و نقش آن در مدیریت انرژی
- روشها و فرایندهای ممیزی انرژی
- مفهوم صورتحساب انرژی
- آشنایی با روش‌های اندازه‌گیری
- روشهای ارزیابی کارایی انرژی
- ممیزی نور و روشنایی
- ممیزی سیستم‌های تولید و توزیع تبرید تجدیدپذیر و سیکل‌های قدرت، سرمایش و گرمایش، و بخار
- ممیزی فرایندهای احتراق ضایعات صنعتی
- ممیزی سیستم‌های کنترل و رایانه‌ها

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Wayne C. Turnerty, and Steve Do., Energy Management Handbook, Seventh Edition, Fairmont Press, p. 950, 2009.

Albert Thumann, Terry Niehus, William J. Younger, Handbook of energy audits, 9th ed., The Fairmont Press, Inc., 2013.

Steve Doty, Commercial Energy Auditing Reference Handbook, 3rd Edition, River Publishers, 2016.

D. Paul Mehta, Albert Thumann, Handbook of Energy Engineering, 8th Edition, River Publishers, 2021



عنوان درس به فارسی:		کارایی انرژی	
عنوان درس به انگلیسی:	Energy Efficiency	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

مهمترین هدف از این درس، آموزش‌های پایه‌ای برای دانشجویان مهندسی سیستم‌های انرژی در خصوص عناصر کارایی انرژی با تمرکز بر صنایع و ساختمان‌های بزرگ است. این دوره به شرکت‌کنندگان توانایی درک و تحلیل فرآیند اندازه‌گیری و محاسبات کارایی را در کاربردهای مختلف صنعتی و ساختمانی می‌دهد و آنها قادر خواهند بود طرح‌های ممیزی انرژی را با هدف بهبود کارایی انرژی تهیه کنند.

ب) اهداف ویژه:

ب) سرفصل‌ها:

- سوخت و احتراق: مقدمه‌ای بر سوخت‌ها، ویژگی‌های سوخت‌های مایع، زغال‌سنگ، سوخت‌های گازی، پسماندهای کشاورزی، احتراق، سیستم تخلیه گازهای ناشی از احتراق (درفت)، کنترل‌های احتراق.
- بویلرها (دیگ‌های بخار): مقدمه، سیستم‌های بویلرها، انواع بویلرها، بازده بویلرها، بلودان بویلرها، آب عملیاتی بویلرها، فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی، مطالعه موردی، ارزیابی بازدهی انرژی بویلرها.
- سیستم‌های بخار: مقدمه، ویژگی‌های بخار، توزیع بخار، سائزبندی و طراحی لوله‌های بخار، انتخاب و عملیات و نگهداری مناسب تله‌های بخار، فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی
- کوره‌ها: انواع کوره‌ها، بازدهی یک کوره نوعی، اقدامات عمومی صرفه‌جویی سوخت در کوره‌ها، مطالعه موردی، ارزیابی بازدهی انرژی در کوره‌ها.
- عایق کاری و مواد نسوز: هدف عایق کاری، انواع و کاربردها، محاسبه ضخامت عایق، ضخامت اقتصادی عایق، روابط محاسبه اتلاف حرارت، ویژگی‌های مواد نسوز، طبقه‌بندی مواد نسوز، مواد نسوز با کاربردهای صنعتی، انتخاب مواد نسوز، اتلاف حرارت از دیواره‌های کوره.
- کوره‌های بستر احتراق سیال (FBC): مقدمه، مکانیسم بستر احتراق سیال، انواع کوره‌های بستر احتراق سیال، اضافه‌نمودن سیستم‌های بستر احتراق به کوره‌های سنتی، مزایای کوره‌های بستر احتراق سیال.
- تولید همزمان: لزوم تولید همزمان، اصول تولید همزمان، گزینه‌های فنی برای تولید همزمان، دسته‌بندی سیستم‌های تولید همزمان، عوامل موثر بر انتخاب سیستم تولید همزمان، پارامترهای مهم فنی برای تولید همزمان، عوامل محرک برای به کارگیری تولید همزمان، پارامترهای مهم در بازدهی تولید همزمان، مزایای نسبی سیستم‌های تولید همزمان، مطالعه موردی، ارزیابی بازدهی انرژی سیستم‌های تولید همزمان و توربین‌های گاز و بخار.
- ارزیابی بازدهی مبدل‌های گرمایی: مقدمه، هدف تست بازدهی، واژه‌ها و تعاریف بازدهی، روش‌شناسی بازدهی کارایی مبدل‌های گرمایی.
- بازیافت اتلاف حرارت: مقدمه، طبقه‌بندی و کاربردها، مزایای بازیافت اتلاف حرارت، توسعه یک سیستم بازیافت اتلاف حرارت، تجهیزات تجاری برای بازیافت اتلاف حرارت.

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Michael F. Horddeski, New technologies for energy efficiency, 1th edition, Fairmont Press, 2003.
 Peter Mullinger, Barrie Jenkins, Industrial and process furnaces, 2008.
 James J. Jackson, Steam Boiler Operation, Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1980.
 Homi P. Seervai, Fundamentals of steam boilers and pressure vessel inspection techniques, Macmillan Company of India Ltd, New Dehli, 1974.
 D.N. Nandi, Tata, Handbook on refractories, McGraw, New Dehli, 1987.
 Spiwak, Scott A., Larry Weiss, Cogeneration and small power production manual, 5th edition, Lilburn, GA: The Fairmont Press, Inc., 1997.

عنوان درس به فارسی: بهینه‌سازی انرژی الکتریکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Electrical Energy Optimization	
دروس پیش‌نیاز:	-	
دروس هم‌نیاز:	-	
تعداد واحد:	۳	نظری ☐ پایه ☐ عملی ☐ تخصصی اجباری ☐ تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

- شناخت اصول برآورد قدرت، انرژی و هزینه الکتریکی برای مصرف کنندگان
- شناخت منابع و مدل‌سازی تلفات انرژی در اجزای مختلف سیستم‌های الکتریکی
- شناخت برهمکنش فناوریهای بهینه سازی انرژی با عمر و کارائی تجهیزات
- شناخت اصول بهینه سازی مصرف الکتریکی در تجهیزات صنعتی
- شناخت منابع هدر رفت انرژی در انواع فناوریهای تولید انرژی الکتریکی و راهکارهای بهینه سازی آن
- منابع و مشکلات بکارگیری منابع تولیدات پراکنده
- شناخت الگوهای نوین مدیریت انرژی در شبکه های قدرت

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- محاسبه هزینه و برآورد بار (تعرفه ها، هزینه ها، روش‌های برآورد تقاضای بار الکتریکی)؛
- کیفیت توان و نقش آن در مدیریت انرژی: پدیده ها، منابع، شاخص‌های اندازه‌گیری، خسارات، هزینه راهکارهای جبرانی؛
- مدیریت انرژی در ترانسفورماتورها (محاسبات تلفات و راندمان، هزینه چرخه عمر، اثر هارمونیکها، ...)
- مدیریت انرژی در موتورها (اجزای مدل‌های تلفات، چرخه بارگذاری و خنک‌سازی، انتخاب ظرفیت مناسب برای موتور در ایوها)؛
- مدیریت مصرف در سیستم‌های هوای فشرده (معرفی سیستم، تلفات انرژی، راهکارهای کاهش مصرف)؛
- مدیریت مصرف انرژی در پمپ‌ها (انواع فناوری‌ها، عملکرد، منابع هدر رفت، راهکارهای ارتقای کارائی)؛
- بکارگیری منابع تولید پراکنده (تعاریف، فناوری‌ها، منافع بکارگیری، چالش‌های بکارگیری، استانداردها، فرآیندهای بکارگیری)؛
- پاسخ‌دهی مدیریت بار (تعاریف، سابقه بکارگیری، روش‌ها و چارچوب‌ها، تجارب کشورها)؛
- تلفات انرژی در شبکه های توزیع برق (منابع تلفات، راهکارهای جبرانی، تجربه کشورهای مختلف، هزینه تلفات)
- بکارگیری فناوری‌های مختلف در بخش تولید (شناخت انواع فناوری‌ها، بازدهی انرژی فناوری‌های موجود، نحوه انتخاب ترکیب مناسب فناوری‌ها در بخش تولید)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Energy Management & Efficiency, Book 3: Energy Efficiency in Electrical Utility
R.C. Dugan, et al., Electrical Power System Quality, 3rd edition, McGraw-Hill, 2012.
IEEE Recommended Practice for Electric Power Systems in Commercial Buildings, IEEE Gray Book, 1990.
Practice for Energy Conservation and Cost Effective Planning in Industrial Facilities, IEEE Broinze Book, 1995.
A. Thumann, et al, Handbook of Energy Audits, 8th edition, CRC Press, 2009.
GE Motor Selection Guide
Relevant IEC and IEEE standards



عنوان درس به فارسی:		سیاست‌گذاری انرژی	
عنوان درس به انگلیسی:	Energy Policy	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با سیاست‌گذاری انرژی: مبانی و مفاهیم
 شناخت سیاست‌گذاری انرژی در سطح دولت و موسسات خصوصی
 ارائه پیشنهاد برای اعمال سیاست‌گذاری انرژی های جدید و نقد سیاست‌گذاری های دولت ها
 ارائه نیروهای پیشران در سیاست‌گذاری انرژی از ابعاد سیاسی، زیست محیطی، و اقتصادی
 بیان روش ها و برنامه ریزی های مختلف در جهت اعمال قانون، ضوابط و مقررات برای بهینه نمودن وضعیت انرژی در یک کشور
 نااطمینانی و عدم قطعیت در آینده، هر واحد متقاضی انرژی را بر آن می دارد که با توجه به اهداف سازمان خود، استراتژی ها، سیاست ها و برنامه هایی را طراحی نماید تا بتواند در آینده از امنیت انرژی شایسته برخوردار گردد. اطمینان یافتن از برخورداری از عرضه مطمئن و پایدار انرژی و همچنین بازار تقاضای همراه با کشش و رشد مناسب از دغدغه های اصلی هر کشور برای توسعه همه جانبه خود است. هدف این درس آشنایی دانشجویان با چگونگی تدبیر سیاست‌گذاری انرژی در سطح بنگاه های صنعتی، شوراها و شهرداری های محلی، دولت های ملی و سطح بین المللی است. خمیرمایه این درس ارتباط مابین سیاست‌گذاری انرژی، سیاست‌گذاری زیست محیطی و فرآیند تصمیم گیری در بازار انرژی است.

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- چارچوب مفهومی سیاست‌گذاری انرژی (آشنایی با مفاهیم سیاست‌گذاری، سیاست‌گذاری عمومی، و سیاست‌گذاری ملی انرژی، متدولوژی در سیاست‌گذاری انرژی، مدلسازی در سیاست‌گذاری انرژی، تصمیم گیری در سیاست‌گذاری انرژی، تاریخچه ای از چگونگی تطور سیاست‌گذاری نفت و گاز)
 -سیاست‌گذاری دولتی و تاثیرات آن بر بازار انرژی (اعمال قوانین، ضوابط و مقررات، مقررات زدایی در بازار انرژی، مالیات بر انرژی و مقررات کاهش اکسیدکربن، سیاست های محیط زیستی انرژی در بخش دولتی)
 -بعد اقتصادی سیاست‌گذاری انرژی (ضوابط حاکم بر قیمت گذاری حاملهای انرژی، قیمت گذاری انرژی های پایان پذیر، عرضه و تقاضا برای انرژی های پایان پذیر در سطح بین المللی)
 -سیاست های استراتژیکی و ژئوپلیتیکی انرژی (دیپلماسی مبتنی بر انرژی، ژئوپلیتیک انرژی، سازمان های بین المللی انرژی)
 -دیگر موضوعات (سیاست های مربوط به صرفه جویی در انرژی، انرژی و تکنولوژی اطلاعاتی، مطالعات آینده نگری و سیاست‌گذاری انرژی
 -سیاست‌گذاری انرژی در ایران

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Goldman, Andreas (ed.), The Handbook of Global Energy Policy; New York: John Wiley & Sons, 2013
 Lesourd, Jean-Baptiste, & Francois Valette: Models for Energy Policy; New York: Routledge, 1995
 Munasinghe, Mohan; & Peter Meier; Energy Policy Analysis and Modeling; Cambridge: Cambridge University Press, 1993
 Orr, Lloyd, Robert Bent, & Randall Baker; Energy: Science, Policy, and the Pursuit of Sustainability; New York: Island Press, 2002
 Bader-Jeffrey, et al; The Global Politics of Energy; Aspen Institute, 2008
 Dahl, Carol A.; International Energy Markets: Understanding Pricing, Policies and Profits; Tulsa: PennWell Corporation, 2004
 Yergin, Daniel; The Prize: The Epic Quest for Oil, Money, and Power; New York: Free Press, 2008



عنوان درس به فارسی:		آینده پژوهی در انرژی	
عنوان درس به انگلیسی:	Future Studies in Energy	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

این درس محل تقاطع سه مفهوم گسترده است: آینده پژوهی، انرژی و محیط زیست. شناخت روندها و توصیف دقیق آینده و ترسیم آنچه در انتظار جوامع است مقدمه هرگونه طراحی و برنامه ریزی به حساب می آید. علوم آینده پژوهی یکی از مهمترین دانش های رو به رشد دانشگاهی سالهای نخستین قرن ۲۱ است. این درس می تواند به عنوان مقدمه ای برای آشنایی دانشجویان با گستره وسیعی از روشهای جدید برای شناخت آینده و برنامه ریزی استراتژیک برای دستیابی به اهداف بنگاه های بخش انرژی باشد. به خصوص آنکه در فعالیتهای بالادستی در حوزه هایی مانند نفت، گاز و ذغال سنگ، پروژه ها در سطح میلیارد دلار بوده و شرکت های دولتی و یا ملی انرژی (NOCs) باید با شرکت ها و سازمان های بین المللی انرژی (IOCs) تعامل و همکاری نمایند. این درس همچنین می تواند فرصت های شناخت و تحلیل رولمنند مسائل انرژی در سطح جهانی و ایران را جهت ارتقاء سطح کیفی برنامه ریزی و تقویت حوزه مدیریتی کشور فراهم نماید. آشنایی با علوم آینده پژوهی، آشنایی با روش سناریو سازی، و تبیین پیش بینی آینده بازار انرژی با استفاده از مدل های آینده پژوهی از اهداف این درس است.

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصلها:

- اهمیت استراتژیک انرژی برای جوامع
- تصویربرداری از افق های آینده
- تاثیر فناوری های نوین بر آینده جهان
- روش های آینده پژوهی (قضاوت متخصصان، تحلیل اهداف، چشم انداز سازی، برون یابی، پس نگری)
- سلامت، ثروت و تقاضای انرژی، توزیع جمعیت
- روش های آینده پژوهی در بخش انرژی (سناریو نویسی، مدلسازی)
- سناریو های مطرح در بخش انرژی (نفت، گاز، نفت گاز غیرمتعارف، حامل های انرژی، شبکه هوشمند، شبکه خرد، تولید پراکنده)
- سناریوهای مطرح در زمینه انرژی های پایان ناپذیر
- نامعلومی ها در جهان آینده و انواع آن (ریسک، عدم قطعیت)
- مدل های ارزیابی ریسک و چگونگی بکارگیری آن
- محیط زیست، انرژی و آینده جهان
- آینده ایران (مزیت های رقابتی ایران برای رسیدن به یک کشور توسعه یافته، سناریوهای توسعه منابع نفت و گاز ایران تا ۱۵ سال آینده، ظرفیت اضافی تولید و نقش آن در تعادل در بازار تا ۱۵ سال آینده، مدل های تعویض نفت خام و گاز و معاوضه فرآورده و برق با همسایگان ایران در ۱۵ سال آینده)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Michel, Godet; From Anticipation to Action: A Handbook of Strategic Prospective; Paris: UNESCO, 1994.
 Baldock, Robert; Destination to Z, the History of the Future; New York: John Wiley and Sons; 1999.
 Pillkahn, Ulf; Using Trends and Scenarios as Tools for Strategy Development; Erlangen: Publicis Kommunikations Agentur GmbH, 2008
 Wade, Woody; Scenario Planning: A Field to the Future; London: Wiley & Sons, 2012
 Lindgren, Mats & Hans Bandjold; Scenario Planning: The Link Between Future and Strategy; London: Palgrave, 2003

عنوان درس به فارسی:		تاب‌آوری سیستم‌های انرژی	
عنوان درس به انگلیسی:	Resilience of Energy Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

سیستم‌های تأمین انرژی، سیستم‌های فنی-اجتماعی هستند. سیستم‌های پیچیده‌ای که تحت فرایندهای عمیق فنی-اجتماعی عمل می‌کنند. تنوع زیرساخت، عدم تمرکز مالکیت، تغییر الگوهای مصرف، از خدمات اولیه انرژی به سایر شقوق نظیر حمل و نقل برقی، و گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر نمونه‌هایی از تحولات فنی-اجتماعی پیچیده هستند. این تحولات چالش‌هایی را ایجاد می‌کند که رویکرد تاب‌آوری می‌تواند برای مقابله با آن مفید باشد. تاب‌آوری سیستم‌های انرژی، آسیب‌پذیری و ریسک‌های ناشی از خرابی سیستم‌های انرژی، از موضوعات مهمی است که در ادبیات علمی سال‌های اخیر با اقبال روبرو شده است. عدم تمرکز بیشتر سیستم‌های انرژی، پیچیدگی و عدم قطعیت بیشتری را در رفتار سیستم ایجاد می‌کند که ممکن است آسیب‌پذیری را افزایش دهد. وقوع حملات تروریستی سایبری، بلایای طبیعی و گاهی رخدادهای غیرمنتظره نیز در سیستم‌های انرژی آسیب‌های جبران‌ناپذیری را متوجه جوامع می‌کند. انتظار می‌رود یا فراگیری این درس دانشجویان بتوانند:

- روش‌ها، ابزارها و دیدگاه‌ها برای تحلیل مسائل مرتبط با تاب‌آوری انرژی را توسعه دهند.
- تاب‌آوری سیستم‌های انرژی موجود بررسی و اندازه‌گیری نمایند و عواقب ناشی از شکست و فروپاشی این نوع سیستم‌ها را برآورد نمایند.
- سیستم‌های انرژی را با توجه به مباحث طراحی بازطراحی و بهبود دهند.

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای تاب‌آوری و تاب‌آوری سیستم‌های انرژی
- عدم تعیین در تنش‌های محیطی و ظرفیت‌های مواجهه
- معیارها و شاخص‌های تاب‌آوری، سنجش و اندازه‌گیری تاب‌آوری سیستم‌های انرژی
- معماری سیستم‌های انرژی تاب‌آور
- ابزارهایی برای مدیریت تاب‌آوری، نحوه توسعه تاب‌آوری درون سیستم‌ها و سازمان‌ها
- قابلیت اطمینان خدمات انرژی در شرایط شدید و یا غیرقابل پیش‌بینی
- آسیب‌پذیری سازه‌ای سیستم‌های انرژی، سازوکارهای جذب ریسک، تاب‌آوری سایبری شبکه‌های هوشمند.
- تدارک سیستم‌های انرژی برای حالت‌های غیرمنتظره
- راهبردهای تاب‌آور برای مدیریت ریسک عرضه
- تولید انرژی سازگار و انعطاف‌پذیر برای تاب‌آوری
- مدل‌سازی تاب‌آوری شبکه‌ها، طراحی شبکه‌های سازگار و انعطاف‌پذیر (برق، گاز، گرما)
- محدودیت‌های پیش‌بینی و راهبردهای کنترل برای سیستم‌های انرژی
- ابزارها و روش‌های افزایش تاب‌آوری
- قابلیت تاب‌آوری زیرساخت‌های برق، گرما و گاز
- تحلیل هزینه فایده بین قابلیت تاب‌آوری، کارایی، هزینه‌ها و عملکرد محیطی
- ابزارهای سیاسی و اقتصادی برای تقویت تاب‌آوری سیستم‌های انرژی
- فرایندهای نوآوری در افزایش تاب‌آوری سیستم‌های انرژی
- نقش گروه‌های متخلف ذی‌نفع در تاب‌آوری سیستم‌های انرژی
- روش‌های ارزیابی تاب‌آوری سیستم‌های انرژی



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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر: ۵ درصد، آزمون میان‌ترم: ۳۰ درصد، آزمون نهایی: ۳۵ درصد، پروژه: ۳۰

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Adger, W. N. Building resilience to promote sustainability. IHDP Update, 2(2003), 1-3.

Adger, W. N. Vulnerability. Global Environmental Change, 16(3), 268-281, 2016.

Gobling-Reisemann, S., Wachsmuth, J., Stuhmann, S., & Gleich, A. (2013a). Climate change and structural vulnerability of a metropolitan energy system. Journal of industrial Ecology, 17(6), 846-858

Brand, U., & Gleich, A. v. (2015). Transformation toward a secure and precaution-oriented energy system with the guiding concept of resilience-Implementation of low-exergy solutions in northwestern Germany. Energies, 8(7), 6995-7019

Stirling, A. (2010). Multicriteria diversity analysis: A novel heuristic framework for appraising energy portfolios. Energy Policy, 38(4), 1622- 1634

Stirling, A. (2007). A general framework for analyzing diversity in science, technology and society. Journal of the Royal Society Interface, 4(15), 707-719.

Hollnagel, E., Woods, D. D., & Leveson, N. (2007). Resilience engineering: Concepts and precepts. Ashgate Publishing, Ltd.

Hollnagel, E. (Ed.). (2013). Resilience engineering in practice: A guidebook Ashgate Publishing, Ltd.

Willis, H. H. & Loa, K. (2015). Measuring the resilience of energy distribution systems. Santa Monica, USA: RAND Corporation.

http://www.rand.org/pubs/research_reports/RR883.html.

Molyneaux, L., Brown, C., Wagner, L., & Foster, J. (2016). Measuring resilience in energy systems: Insights from a range of disciplines. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 59, 1068-1079.

Chaudry, M., Ekins, P., Ramachandran, K., Shakoor, A., Skea, J., Strbac, G. & Whitaker, J. (2011). Building a resilient UK energy system. UK Energy Research Centre, London.

Roege, P. E., Cpllier, Z. A., Mnacillas, J., McDonagh, J. A., & Linkov, I. (2014). Metrics for energy resilience. Energy Policy, 72, 249-256.

Ganin, A. A., Massaro, E., Gutfraind, A., Steen, N., Keisler, J. M., Kott, A. & Linkov, I. (2016). Operational resilience: concepts, design and analysis. Scientific Reports, 6.



عنوان درس به فارسی:		مدیریت دارایی در سیستم‌های توزیع انرژی	
عنوان درس به انگلیسی:	Assessment in Energy distribution systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

آشنایی با فعالیتهای سیستمهای توزیع انرژی

آشنایی با شاخصها و برنامه ریزی اقتصادی سیستمهای توزیع انرژی

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- چالشهای مدیریت سیستم (سیستمهای پشتیبان، ویژگیهای ذاتی و آسیب پذیری شبکه ها، بررسی اهداف و فعالیتهای سیستمها، چالشهای مدیریت سیستم)

- اصول و مفاهیم مدیریت دارایی (مفاهیم مدیریت سیستم، تعاریف و مفاهیم و اصول مدیریت دارایی، جایگاه و مزایای مدیریت دارایی، سیاست های مدیریت دارایی، چگونگی پیاده سازی مدیریت دارایی، مولفه ها و زیرساختهای مدیریت دارایی، انواع شارشها و بازدهی آنها در سیستم مدیریت دارایی، تقسیم بندی زمانی فعالیتهای مدیریت دارایی، مدیریت دارایی نرم افزاری، استانداردهای مدیریت دارایی).

- چرخه مدیریت دارایی در سیستمهای توزیع انرژی (ذینفعان سیستم مدیریت دارایی، اهداف و فعالیتهای مدیریت دارایی، شارشها و زیرساختهای مدیریت دارایی در سیستمها، پایش فعالیتهای مدیریت دارایی در سیستمها، داراییهای سیستم، شبکه داراییها، چرخه عمر دارایی، تاثیر مدیریت دارایی بر قابلیت اطمینان و کیفیت توان، تاثیر مدیریت دارایی بر شاخصهای بازدهی).

- بهینه سازی مدیریت دارایی در سیستمهای توزیع انرژی

(بازیگران سیستم مدیریت دارایی، اهداف و فعالیتهای بازیگران، بررسی بازه های زمانی فعالیتهای مدیریت دارایی، نقش ارکان مختلف در سیستم مدیریت دارایی، مدیریت دارایی در مراکز کنترل).

- جایگاه مدیریت دارایی در اقتصاد سیستمهای توزیع انرژی (توابع اقتصادی برنامه ریزی فنی در مطالعات سیستم، برون سپاری و خصوصی سازی سیستم، تجزیه سیستمهای توزیع برق، شارش پول در سیستم مدیریت دارایی، بررسی هزینه خاموشیها و ضایعات، ارزیابی شاخصهای اقتصادی فعالیتهای مدیریت دارایی در سیستم، تقسیم منابع در راستای مدیریت دارایی، تجاری سازی پیش نیاز خصوصی سازی و شاه کلید بهره وری، مدیریت دارایی در بخشهای برون سپاری).

- تنظیم مقررات سیستم توزیع برق در راستای مدیریت دارایی سیستمهای توزیع انرژی (حاکمیت دارایی، روشهای تنظیم مقررات، چالشها و نقد تنظیم درآمد)

- تحلیل و کنترل ریسک مدیریت دارایی سیستمهای توزیع انرژی (بررسی عوامل ایجاد ریسک داخلی و خارجی، بررسی امنیت دارایی، راهکارهای مدیریت دارایی جهت بهبود سیستم)

- مدیریت دارایی هوشمند در سیستمهای توزیع انرژی (شارش اطلاعات در سیستم مدیریت دارایی، ساختار ارتباطی و کنترلی در سیستم مدیریت دارایی)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

رضا دشتی، مدیریت دارایی در سیستمهای توزیع برق، ستاره جنوب، ۱۳۹۴.

رضا دشتی، مدیریت استراتژیک ریسک در داراییها و زیرساختهای برق، ستاره جنوب، ۱۳۹۹.



Reza Dashti, Saeed Afsharnia, Hassan Ghasemi; A new long term load management model for asset governance of electrical distribution systems; Applied Energy, 2010, Volume 87, Issue 12, Pages 3661-3667.

Reza Dashti, Saeed Afsharnia, Farid Ghaderi; Asset Governance Assessment For Analyzing Affect Of Subsidy On Marginal Cost In Electricity Distribution Sector; Energy, 2010.

Reza Dashti, Saeed Afsharnia; Demand Response Regulation Modeling Based on Distribution System Asset Efficiency”; Electric Power Systems Research; 2010.

Reza Dashti, Saeed Afsharnia, Behnam Bayat; Asset Management Based Distribution System Framework; IEEE Power and Energy Magazine; 2014.

Reza Dashti, Shaghayegh Yousefi, Reliability Based Asset Assessment in Electrical Distribution Systems, Reliability Engineering & System Safety, RESS, Volume 112, April 2013, Pages 129-136.



عنوان درس به فارسی:		مدیریت پدافند غیرعامل در سیستم‌های انرژی	
عنوان درس به انگلیسی:	Passive Defense in Energy Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: آشنایی با روشهای اعمال تهدیدات خصمانه و راهکارهای مصون سازی و مدیریت بحران ناشی از آنها در سیستمهای انرژی

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- تبیین اصول، تعاریف و مفاهیم پدافند غیرعامل
- تهدیدشناسی و روش شناسی اعمال تهدید
- شناسایی آسیب پذیری ناشی از اعمال تهدیدات
- پیامد شناسی اعمال تهدیدات
- بررسی، تعیین و اجرای راهکارهای بازدارندگی و کاهش آسیب پذیری از اعمال تهدیدات
- تدوین راهکارهای تداوم خدمات ضروری و تضمین پایداری در زمان اعمال تهدیدات
- تدوین راهکارهای تسهیل مدیریت بحران ناشی از اعمال تهدیدات
- جاری سازی مفاهیم پدافند غیر عامل در شرکت های انرژی محور
- آماده سازی زیر ساخت ها ، منابع و بازیگران جهت مقابله با تهدیدات
- مدلسازی پدافند غیرعامل در سیستمهای انرژی
- بهینه سازی اقدامات پدافند غیرعامل با توجه به رویکردهای نوین صنعت انرژی

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- رضا دشتی، تاب آوری زیرساخت ها و زیر ساخت های تاب آوری در صنعت برق
- رضا دشتی، راهکارهای اجرایی پیاده سازی پدافند غیر عامل در شرکت های توزیع برق
- رضا دشتی، آشنایی با پدافند غیر عامل در صنعت برق
- رضا دشتی، تهدیدات خصمانه علیه صنعت برق
- رضا دشتی، امنیت سایبری در سیستم های توزیع برق
- رضا دشتی، بررسی استراتژی های پدافند غیر عامل در صنعت برق
- رضا دشتی، پایداری شبکه تولید برق ایران در برابر تهدیدات تروریستی
- رضا دشتی، درآمدی بر تهدیدات تروریستی علیه شبکه برق



عنوان درس به فارسی:		سمینار	
عنوان درس به انگلیسی:		Seminar	
دروس پیش‌نیاز:		-	
دروس هم‌نیاز:		-	
تعداد واحد:		۲	
تعداد ساعت:		۳۲	
نوع درس و واحد			
☐ پایه ☐ نظری			
☐ عملی ☐ تخصصی اجباری			
☐ نظری-عملی ☒ تخصصی اختیاری			
☐ رساله / پایان‌نامه			

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

هدف از ارائه سمینار، آشنایی عملی دانشجویان کارشناسی‌ارشد با اصول اولیه روش تحقیق، نحوه استفاده از منابع اطلاع‌رسانی و شیوه ارائه کتبی و شفاهی نتایج یک تحقیق در قالب جمع‌آوری، بررسی و دسته‌بندی (و در بهترین حالت، ارزیابی) تحقیقات انجام شده در ارتباط با موضوع سمینار است. اجرا و ارائه کلیه فعالیت‌های پژوهشی سمینار اگر در مسیری هدفمند قرار گیرد در نهایت منجر به مشخص شدن مسیر پژوهش دانشجویان، انتخاب استاد مناسب و تنظیم طرح پیشنهادی پایان‌نامه او گردد.

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- آشنایی با روش تحقیق: تعیین موضوع تحقیق، مرور سوابق و پیشینه تحقیق، بیان مسئله تحقیق، اهداف تحقیق، فرضیه یا سوالات مهم تحقیق، تعریف مفاهیم و متغیرها، جامعه مورد مطالعه و انتخاب نمونه، روش‌های جمع‌آوری اطلاعات، روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها، یافته‌ها و ارائه نتایج
 - آشنایی با نحوه تنظیم طرح تحقیق (پیشنهاد پروژه): بیان موضوع یا عنوان تحقیق، بیان اهمیت مسأله، مطالعه و تدوین نظریه‌ها و مطالعات مرتبط با موضوع پژوهش (ادبیات تحقیق)، تدوین اهداف اصلی، فرعی و ویژه تحقیق با توجه به موضوع انتخاب شده، تدوین فرضیه‌های پژوهش، نوع روش تحقیق، روش و ابزار گردآوری اطلاعات، جامعه آماری، تعداد و شیوه نمونه‌گیری، روشهای تجزیه و تحلیل اطلاعات، زمانبندی اجرایی طرح، اعتبارات و منابع مالی، ذکر منابع و مآخذ
 - آشنایی با تکنیک‌های گزارش‌نویسی: اهمیت گزارش‌نویسی، انواع روش‌های بیان گزارش تحقیق، نحوه نوشتن گزارش سمینار و پایان‌نامه تحصیلی، نحوه بیان ارکان گزارش، نقل قول، زیرنویس و منابع
 - آشنایی با مفاهیم و روشهای نگارش مقاله علمی: انواع مقالات علمی، ارکان یک مقاله علمی، انتخاب محل مناسب چاپ مقالات علمی، و نحوه ارسال مقاله ISI
 - کارآفرینی و تجاری‌سازی تحقیق: مفاهیم و تعاریف، اصول، ضوابط و اهمیت تجاری‌سازی تحقیق، ارزش گذاری تحقیق و فناوری، فرآیند تجاری‌سازی و انتقال تکنولوژی، موانع و چالش‌های کارآفرینی و تجاری‌سازی
 - ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:
 - ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):
 - ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:
 - چ) فهرست منابع پیشنهادی:
- با توجه به حجم و گستردگی مطالب برای هر جلسه منابع اختصاصی آن توسط استاد محترم در اختیار دانشجویان قرار خواهد گرفت.



عنوان درس به فارسی:		فناوری‌های تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی	
عنوان درس به انگلیسی:	Energy Conversion and Storage Technologies	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: آشنایی با مفاهیم پایه و فناوری‌های تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- تبدیل مستقیم انرژی گرمایی به الکتریکی
- تبدیل مستقیم انرژی مکانیکی به الکتریکی
- تبدیل مستقیم انرژی الکترومغناطیسی به الکتریکی
- تبدیل مستقیم انرژی الکتروشیمیایی به الکتریکی
- سایر تبدیل‌های مستقیم انرژی
- سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی
- نانوفناوری در تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی
- ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:
- ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):
- ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:
- چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Sterner, Michael, Stadler, Ingo (Eds.), Handbook of Energy Storage: Demand, Technologies, Integration, Springer, 2019.

Huggins, Robert Energy Storage: Fundamentals, Materials and Applications, Springer, 2016.

Khartchenko Nikolai V., Advanced Energy Systems, 2002.



سیستم‌های انرژی خورشیدی		عنوان درس به فارسی:
نوع درس و واحد	Solar Energy Systems	عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☒	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	-	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: ایجاد توانمندی طراحی، ارزیابی، امکان‌سنجی و پتانسیل‌سنجی انرژی خورشیدی در کاربرد های حرارتی و سیستم‌های تبدیل مستقیم انرژی خورشیدی (فتوولتائیک) در دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

منبع انرژی خورشیدی

انرژی حرارتی خورشیدی

سیستم‌های آبگرمکن خورشیدی

سلول و ماژول های فتوولتائیک

سیستم‌های فتوولتائیک

مسائل اجرایی نصب و راه اندازی سیستم‌های فتوولتائیک

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

J. A. Duffie, W. A. Beckman, Solar engineering of Thermal Process, John Wiley & Sons, Third Edition 2006

S. A. Kalogirou, Solar Energy Engineering, Elsevier, 2009

Gilbert M. Masters, Renewable and Efficient Electric Power Systems, John Willy & Sons, 2004

M. R. Patel, Wind and Solar Power Systems, Taylor & Francis, 2006



عنوان درس به فارسی:		فناوری پیل‌های سوختی	
عنوان درس به انگلیسی:	Fuel Cell Technologies	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

- بکارگیری بهینه پیل‌های سوختی در ساختار سیستم انرژی
- طراحی، مدلسازی و ساخت پیل‌های سوختی

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- اساس کار پیل‌های سوختی
- سینتیک واکنش‌های الکتروشیمیایی و الکترودها
- فرآیندهای انتقال بار
- فرآیندهای انتقال جرم و حرارت
- مدلسازی پیل سوختی
- فرآیند ساخت و سنجش تجربی عملکرد پیل‌های
- سیستم پیل سوختی
- انواع پیل‌های سوختی
- تولید و ذخیره سازی هیدروژن
- توجیه فنی-اقتصادی فناوری‌های هیدروژن و پیل‌های سوختی
- سیستم‌های پایدار انرژی بر اساس فناوری‌های هیدروژن
- ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:
- ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):
- ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:
- چ) فهرست منابع پیشنهادی:

R. O'Hayre, S.W. Cha, W. Colella, F.B. Prinz, Fuel Cell Fundamentals, Wiley, 2006

J. Larminie & A. Dicks, Fuel Cell Systems Explained, Wiley, 2003

J. Milewski, K. S'wirski, M. Santarelli, P. Leone, Advanced Methods of Solid Oxide Fuel Cell Modeling, Springer, 2011

Matthew M. Mench, Fuel Cell Engines, Wiley, 2008

Shin'ya Obara, Fuel Cell Micro-grids, Springer, 2009

Colleen Spiegel, Modeling and Simulation Using MATLAB®, Elsevier, 2008.



عنوان درس به فارسی:		فناوری‌های نیروگاه‌های باد	
عنوان درس به انگلیسی:	Wind Power Plant Technologies	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: در این درس مبانی اساسی سیستم‌های انرژی باد مرور شده و دانشجویان مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری با جنبه‌های مختلف تئوری، عملی و اجزای انواع نیروگاه‌های باد آشنا می‌شوند.

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه (مکانیزم کار و ساختار توربین‌های باد محور افقی و محور عمودی. مزایای و معایب انواع توربین‌های باد، مزارع بادی....)
- مشخصات باد (توزیع جهانی بادهای، انواع نیروهای حاکم بر جو، نقاط مناسب برای نصب توربین باد در ایران)
- اندازه‌گیری باد (آشنایی با انواع بادسنج‌ها و باد نماها، آشنایی با ابزارهای بادسنجی لیزری ...)
- گشتاور، انرژی و قدرت توربین باد (محاسبه ریاضی قدرت و گشتاور خروجی انواع توربین، مدل‌های ریاضی توربین باد)
- اجزای مکانیکی توربین‌های باد محور افقی (روتور، کنترل آیرودینامیکی تیغه‌ها، هاب، زنجیره رانش، کوپلینگ، گیربکس، ترمزها)
- مدل‌سازی ریاضی توربین‌های باد محور افقی و عمودی (گشتاور باد، مدل‌سازی توربین عمودی، زیرسیستم‌های مکانیکی ...)
- انواع استراتژی‌ها و اهداف کنترلی توربین‌های باد محور افقی (اهداف کنترلی، کیفیت توان، انواع مودهای کاری توربین ...)
- تجمیع شبکه در مزارع بادی دور از دریا (استانداردهای اتصال به شبکه، روش‌های اتصال به شبکه، مبدل‌های خط ...)
- بررسی جنبه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی نیروگاه‌های باد (برآورد هزینه‌های ساخت نیروگاه‌های باد و اثرات زیست‌محیطی ...)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Gary L. Johnson, Wind Energy Systems, Manhattan, Kansas State University, 2006.

David A. Sepra, Wind turbine Technology, Fundamental concepts of wind turbine Engineering, ASME press, 2009.

J. F. Manwell, J. G. Mcgowan, Wind Energy Explained, theory design and application, Wiley, second edition, UK, 2009.

Sathyajith Mathew, Getta S. Philip, Advances in wind energy conversion, Springer, 2011.

Fernando D. Bianchi, Hernan D. Batissta, Wind turbine control systems, principles modelling and gain scheduling design, Springer, 2007.

Martin O. L. Hansen, Aerodynamics of wind turbine, second edition, Earthscan, UK, 2008.



عنوان درس به فارسی:		نیروگاه‌های تولید برق	
عنوان درس به انگلیسی:	POWER PLANTS	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: آشنایی با انواع نیروگاه‌های تولید برق، اصول طراحی و بهره‌برداری نیروگاه‌ها

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- کلیات در مورد تولید انرژی الکتریکی (تبدیل انواع انرژی به یکدیگر و راههای تولید انرژی الکتریکی در مقیاس انبوه و تجاری، جایگاه انرژی الکتریکی در سیستم انرژی، طبقه بندی انواع نیروگاههای تولید برق، یاد آوری چرخه های ترمودینامیکی مورد استفاده در نیروگاههای حرارتی تولید برق)

- نیروگاههای حرارتی با توربین بخار (اجزای متشکله نیروگاه و طبقه‌بندی سیستمها، ساختمان و طرز کار انواع مولد بخار شامل مولدهای بخار با دیگ و مولدهای بخار یکبار گذر و کنترل دما و فشار در مولدهای بخار، ساختمان و طرز کار انواع توربین بخار شامل توربینهای ضربه‌ای و توربینهای عکس‌العملی، روشهای کاهش سرعت و ترکیب طبقات توربین، گشتاور محوری، تلفات و بازدهی توربینهای بخار، کنترل و تنظیم قدرت در نیروگاههای با توربین بخار، سیستم خنک کننده نیروگاه شامل چگالنده‌های سطحی، چگالنده پاششی مستقیم، محاسبات ساده چگالنده، انواع سیستم خنک کننده، سیستمهای یکبار گذر (باز) و سیستمهای با بازگردش، برج مرطوب و برج خشک، کندانسور هوایی مستقیم، محاسبات ساده سیستم خنک کننده، سیستمهای تغذیه مولد بخار، تراز حرارتی نیروگاه بخار، تحلیل بازدهی ترمودینامیکی و تحلیل اگزرژی)

- نیروگاههای حرارتی با توربین گاز (اجزای متشکله نیروگاه و طبقه‌بندی سیستمها، انواع توربین گاز، نیروگاههای با سیکلهای باز و ساده، اصول کار و مشخصه‌های بازدهی و قدرت خالص خروجی در سیکل ایده آل و سیکلهای واقعی، نیروگاههای با سیکلهای تغییر یافته شامل بازیافت حرارت خروجی و سیکل با بازگرم کن و سیکل با تبرید کمپرسور و سیکل زاینده همراه با تبرید مستقیم، تراز حرارتی نیروگاه گازی، تحلیل بازدهی ترمودینامیکی و تحلیل اگزرژی)

- نیروگاههای حرارتی با سیکل ترکیبی (اصول کار نیروگاههای با سیکل ترکیبی، انواع سیکل ترکیبی شامل سیکل با یا بدون احتراق اضافی و سیکل تک فشاره و چند فشاره، تحلیل بازدهی ترمودینامیکی سیکل ترکیبی ناشی از تاثیر بازدهی سیکل گاز و سیکل بخار و تاثیر دما و فشار و رطوبت هوای محیط و تاثیر انتخاب فشار و دمای بخار داغ در سیکل بخار و تاثیر انتخاب نوع سیستم خنک کننده و تاثیر پیش گرم کردن آب تغذیه مولد بخار، تراز حرارتی سیکل ترکیبی و تحلیل بازدهی و اگزرژی، کنترل و تنظیم قدرت در سیکل ترکیبی)

- نیروگاههای آبی (اصول کار تاسیسات آبی، اصول کار توربینهای آبی مانند توربینهای ضربه‌ای و عکس‌العملی، ساختمان و طرز کار انواع توربین آبی نظیر توربینهای فرانسویس و کاپلان و پلتون، کاربرد انواع توربین آبی، مشخصه‌های مهم توربینهای آبی نظیر سرعت مخصوص و دیاگرامهای جریان و بازدهی و سرعت، کنترل و تنظیم قدرت در نیروگاههای آبی)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- El-Wakil M.M., Power Plant Technology, McGraw-Hill, 2002.
- Kehlhofer R., Rukes B., Hannemann F., Stirnimann F., Combined Cycle Gas & Steam Turbine Power Plant, 3rd edition, PennWell Corp., 2009.
- Horlock J.H., Combined Power Plants, Krieger Publishing Company, 2002.





عنوان درس به فارسی:		طراحی سیستم‌های تولید همزمان	
عنوان درس به انگلیسی:	Co-generation System Design	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: طراحی سیستم‌های مختلف تولید همزمان برق و حرارت بر اساس فناوری‌های مختلف

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- سیستم‌های تولید پراکنده
- انواع فناوری‌های مورد استفاده در تولید همزمان برق و حرارت
- موتورهای احتراق داخلی
- موتورهای استرلینگ
- فناوری پیل سوختی
- اصول تبادل برق با شبکه
- ارزیابی فنی اقتصادی سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت
- ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:
- ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):
- ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:
- چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Meherwan P. Boyce, Handbook for Cogeneration and Combined Cycle Power Plants, ASME Press, The American Society of Mechanical Engineers; 2 edition, 2010.

Martin Pehnt, Martin Cames, Corinna Fischer, Barbara Praetorius, Lambert Schneider, Katja Schumacher, Jan-Peter Voß, Micro Cogeneration: Towards Decentralized Energy Systems, Springer, 2006.



عنوان درس به فارسی:		مهندسی فرآورش انرژی‌های اولیه	
عنوان درس به انگلیسی:	Engineering of Processing of Primary Energy	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: آشنایی با فرآیندهای مختلف فرآورش حامل‌های انرژی اولیه

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه: معرفی ترکیب نفت خام و برشهای نفتی، معرفی اجمالی فرآیندهای پالایش، تعریف پارامترهای تعیین‌کننده خواص فیزیکی و شیمیایی برشهای نفتی از جمله درجه API، فشار بخار Reid، منحنی تقطیر ASTM، TBP، انواع ویسکوزیته، نقطه جاری شدن و ابری شدن، میزان خاکستر، میزان گوگرد، اندیس اکتان و ستان، طبقه‌بندی انواع روغن موتور و غیره، معرفی روشهای محاسباتی جهت تعیین خواص نفت خام و برشهای نفتی از جمله محاسبه دانسیته، فشار بخار، نقطه بحرانی، ثابت تعادل، انتالپی، ظرفیت حرارتی، گرمای نهان تبخیر، ویسکوزیته و غیره.

- تقطیر آتمسفریک و تقطیر خلا: شرح فرآیند، بررسی پارامترهای تعیین‌کننده در فرآیند و نحوه تاثیر آنها روی کیفیت محصولات، بررسی نقش واحدهای تثبیت‌کننده، ارائه روشهای محاسباتی سریع جهت طراحی اولیه.

- واحدهای استخراج به کمک حلال: معرفی اجمالی اینگونه واحدها، موارد کاربرد، پارامترهای طراحی و انواع برجهای مورد استفاده
- واحد تولید آروماتیکها از برشهای نفتی: شرح فرآیند، معرفی انواع حلالهای مورد استفاده، بررسی نحوه تاثیر تغییرهای عملیاتی روی کیفیت محصولات
- واحد جداسازی آسفالت از برشهای سنگین: شرح فرآیند موارد کاربرد و بررسی پارامترهای موثر روی جداسازی
- واحد جداسازی آروماتیکها از روغن پایه: شرح فرآیند، انواع حلالهای مورد استفاده و مقایسه آنها از نظر کیفیت جداسازی، مزایای استفاده از دو حلال، نحوه بازیابی حلال

- کراکینگ حرارتی: مدلسازی سینتیکی فرآیند

- کراکینگ کاتالیستی: مدلسازی سینتیکی معرفی انواع کاتالیزورهای مورد استفاده، مکانیسم واکنش و بررسی اثر پارامترهای موثر بر روی عملکرد کاتالیست، مقایسه کیفیت محصولات واحدهای کراکینگ حرارتی و کراکینگ کاتالیستی، معرفی و شرح فرآیندهای متداول در صنایع پالایش و بررسی اثر متغیرهای عملیاتی مانند فشار، درجه حرارت و میزان برگشت روی کیفیت محصولات بررسی دلایل تقلیل فعالیت کاتالیستها و روشهای جلوگیری از آن

- هیدروکراکینگ: مدلسازی ترمودینامیکی و سینتیکی، معرفی انواع کاتالیزورهای مورد استفاده، بررسی نقش هیدروژن و دیگر پارامترهای موثر بر روی واکنش، مقایسه کیفیت محصولات هیدروکراکینگ با دیگر واحدهای کراکینگ معرفی و شرح فرآیند و بررسی اثر متغیرهای عملیاتی روی کیفیت محصولات، بررسی دلایل تقلیل فعالیت کاتالیستها و روشهای جلوگیری از آن

- تبدیل کاتالیستی: معرفی واکنشهای فرآیند و مدلسازی ترمودینامیکی و سینتیکی واکنش معرفی انواع کاتالیزور و موارد کاربرد شرح فرآیند و بررسی اثر متغیرهای عملیاتی روی کیفیت محصولات بررسی پارامترهای موثر بر روی تقلیل فعالیت کاتالیستها

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

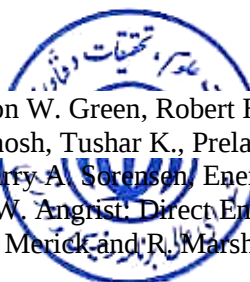
Don W. Green, Robert H. Perry, Energy Resources, Conversion, and Utilization, McGraw Hill, 2007

Ghosh, Tushar K., Prelas, M.A., Energy Resources and Systems, Springer, 2009

Harry A. Sorensen, Energy Conversion Systems, John Wiley & Sons Inc, 1983

S.W. Angrist: Direct Energy Conversion, 4e, Allwyn & Bycon, 1982

D. Merick and R. Marshall: Energy, Present and Future Options, Vol I & II, John Wiley, 1981





عنوان درس به فارسی: ممیزی انرژی در صنایع		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد	Energy Auditing in industries	
پایه ☐ نظری ☒	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	-	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: آشنایی با مفاهیم موازنه، بهره‌وری و ممیزی انرژی در بخش صنعت و به‌طور خاص صنایع انرژی‌بر

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر سهم صنعت در حامل‌های انرژی ایران و دنیا
- آشنایی با فرآیندهای موجود در صنایع انرژی‌بر شامل سیمان، شیشه، سرامیک، ذوب و شکل‌دهی فلزات، کاغذ، نیروگاه، آهن و فولاد و پتروشیمی
- موازنه و ممیزی انرژی در صنایع کانی‌های غیر فلزی
- موازنه و ممیزی انرژی در صنایع فلزی
- موازنه و ممیزی انرژی در نیروگاه
- موازنه و ممیزی انرژی در صنایع پتروشیمی
- موازنه و ممیزی انرژی در صنایع کاغذ

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Nicholas Basta, Shreves Chemical process industries Handbook, 5th edition, McGraw-Hill Education, 1999.
Albert Thumann, Terry Niehus, William J. Younger, Handbook of energy audits, 9th ed., The Fairmont Press, Inc., 2013.



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

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: آشنایی با روش‌های حل عددی معادلات پیوستگی، اندازه حرکت و انرژی در سیستم‌های انرژی

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه، کاربرد دینامیک سیالات محاسباتی در صنعت و طراحی.

- مروری بر معادلات حاکم در دینامیک سیالات، شکل بقای معادلات، قانون اسکالر بقای و برداری، معادلات پیوستگی، اندازه حرکت و انرژی در سیستم مختصات ثابت و متحرک.

- مروری بر معادلات دیفرانسیل جزئی، تعیین نوع معادلات دیفرانسیل جزئی و معادلات جریان سیال، مقادیر مشخصه.

- روش‌های گسسته سازی مقدماتی، روش اختلاف محدود و استخراج شکل گسسته مشتقات مرتبه اول، دوم و ... با استفاده از سری تیلور، خطای قطع، روش اختلاف محدود ضمنی و صریح، روش‌های استخراج شکل اختلاف محدود، روش چند جمله‌ایها، روش انتگرال و روش حجم معیار، تعریف شکل بقایی و غیربقایی معادلات گسسته، گسسته سازی بقایی معادلات، روش حجم محدود، گسسته سازی معادلات لاپلاس، موج و ترکیب آنها به روش حجم محدود، روش محاسبه سطح و حجم شبکه در دو بعد و سه بعد.

- مفاهیم پایداری، سازگاری، همگرایی، تعریف خطای گسسته سازی، استخراج معادلات تعدیل شده (Modified)، مفهوم استهلاکی، مفهوم انتشار پراکندگی (dispersion)، روش ون نیومن برای تعیین پایداری، ضریب بزرگنمایی، خطای فاز، عدد CFL، اعمال روش ون نیومن به دستگاه معادلات، پایداری معادلات دیفرانسیل معمولی، تعیین پایداری با استفاده از معادله تعدیل شده، تعیین پایداری به روش ماتریس.

- کاربرد اختلاف محدود و حجم محدود به معادلات: موج، انتقال حرارت، لاپلاس، برگر غیرلزج و لزج.

- گسسته سازی معادلات غیرقابل تراکم ناویر استوکس، مشکلات حل عددی معادلات ناویر استوکس غیر قابل تراکم، عدد پکلت شبکه، روش‌های فشار

مبنا، SIMPLE، SIMPLER، SIMPLEC و PISO.

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Hirsch, Numerical Computation of Internal and external Flows, 2nd Edition, 2007.

Patankar, Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, 1980

Pletcher, Tannehill, Anderson, Computational Fluid Mechanics and Heat transfer, 2013.

Hoffman, Computation Method in Fluid Dynamics. 2000.

Freziger, Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, 3rd Edition, 2001.



عنوان درس به فارسی: فناوری های انرژی زمین گرمایی		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد	Geothermal Energy Technologies	عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☒	-	دروس پیش نیاز:
تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	-	دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: آشنایی با فناوری، کاربردهای و سیستم‌های انرژی زمین گرمایی

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- مبانی و اصول انرژی زمین گرمایی
- کاربردهای انرژی زمین گرمایی
- مبدل‌های حرارتی استفاده شده در سیستم‌های زمین گرمایی
- پمپ‌های حرارتی زمین گرمایی
- مباحث انتقال حرارت و مومنتون در سیستم‌های انرژی زمین گرمایی
- نیروگاه‌های تولید توان زمین گرمایی
- ترمودینامیک سیکل‌های تولید توان زمین گرمایی
- ارزیابی اقتصادی سیستم‌های انرژی زمین گرمایی

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر: ۱۰ درصد، آزمون میان ترم: ۲۰ درصد، آزمون نهایی: ۲۰ درصد، پروژه: ۵۰

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

یونس نوراللهی، سعید محمدزاده بینا، مهندسی انرژی زمین گرمایی، انتشارات واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۳۹۶.

Ronald Dipippo, Geothermal Power Plants: Principles, Application, Case Studies and Environmental Impact, Elsevier Ltd., 2008.

Glassley, William E., Geothermal Energy: Renewable Energy and the Environment, Second Edition, CRC Press (2014).

Marc A Rosen, Seama Koochi-Fayegh, Geothermal energy: Sustainable heating and cooling using the ground, John Wiley & Sons (2017).

Ingrid Stober, Kurt Bucher, Geothermal Energy: From Theoretical Models to Exploration and Development, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2013).



عنوان درس به فارسی: فناوری‌های انرژی زیستی		
عنوان درس به انگلیسی:	Bioenergy Technologies	
نوع درس و واحد		
دروس پیش‌نیاز:	-	
دروس هم‌نیاز:	-	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: تجزیه و تحلیل مسائل مربوط به انرژی‌های زیستی

ب) اهداف ویژه:

- آشنایی با خواص فیزیکی و شیمیایی زیست توده
- واکنش‌های شیمیایی تبدیل زیست توده
- آشنایی با انواع روشهای فرآیندی تبدیل زیست توده به سوخت و انرژی
- توانایی طراحی سیستم‌های تولید انرژی زیستی
- توانایی طراحی سیستم‌های ترکیبی تولید انرژی از منابع زیستی و سایر منابع

پ) سرفصل‌ها:

- خواص زیست توده و انرژی زیستی
- ویژگیهای منابع زیست توده و انواع انرژی و سوخت‌های زیستی
- تبدیل زیست توده با استفاده از روش‌های حرارتی: فرآیندهای پیرولیز و برشته‌سازی (Torrefaction)، تئوری گازی‌سازی و مدل‌سازی گازی‌سازها، طراحی گازی‌سازهای از منابع زیستی، گازی‌سازی هیدروترمال زیست توده، تولید سوخت‌های سنتزی و مواد شیمیایی از زیست توده
- تبدیل زیست توده با استفاده از روش‌های بیوشیمیایی: طراحی هاضم‌های بی‌هوازی، طراحی واحدهای تولید اتانول زیستی
- تولید سوخت زیستی با استفاده از روش‌های شیمیایی

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

- انجام پروژه‌های درسی تجربی
- استفاده از فیلم‌های آموزشی و محتواهای چند رسانه‌ای

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر: ۱۰ درصد، آزمون میان‌ترم: ۲۵ درصد، آزمون نهایی: ۳۰ درصد، پروژه: ۳۵

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Biomass Gasification and Pyrolysis Practical Design and Theory, Prabir Basu

Elsevier, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5 1GB, UK

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

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



عنوان درس به فارسی:		فناوری‌های انرژی آبی و دریایی	
عنوان درس به انگلیسی:	Hydro & Marine Energies Technologies	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: آشنایی با انرژی‌های آبی و فرآیند تبدیل انرژی ذخیره شده بصورت انرژی پتانسیلی در آب جاری رودخانه‌ها و مسیل‌ها و آب‌های دریاها و دریاچه‌ها و تولید انرژی پایدار از این منبع انرژی
ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- کلیات مربوط به دریاها و امواج
- مقدمه‌ای بر هیدروپتانسیل و معادله حرکت اویلر، توابع پتانسیل سرعت و جریان و معادله لاپلاس
- شیوه‌های انتقال و تبدیل انرژی امواج: معرفی تکنیک‌های تبدیل انرژی امواج شامل بالا و پایین رفتن، ضربه زدن امواج، حرکات پیچشی و پس‌زنی.
- انواع نیروگاه‌های موج شامل پایان‌دهنده، کاهش‌دهنده و جاذب نقطه‌ای
- مبدل‌های بالارونده، ستون نوسانگر آب، درهای متحرک تولید برق، مار آناکوندا، سیستم پلامیس، سالتر داک، سیستم نوسانگر موج ارشمیدیس و سیستم پاوربوی
- انرژی جزر و مد، علت جزر و مد
- انرژی گرمایی اقیانوس‌ها
- نیروگاه‌های آبی

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر: ۱۰ درصد، آزمون میان‌ترم: ۲۰ درصد، آزمون نهایی: ۵۰ درصد، پروژه: ۲۰

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

K. Goldsmith, 1992, Future Prospects of hydropower, WaterPower and Dam Construction, UK, Reed Publishing Group

G. Hagerman, and t. Heller, 1988, A Survey of Twelve Near Term Technologys, Procceding the international Renewable Energy Conferemce

M. E. McCormick and c. Young Kim, 1986, Utilization of Ocean waves-Wave energy conversion, Proceeding of International symposium, AScEng. New York.

Ocean wave energy, Joao Cruz, 2008, Springer International Publishing AG., ISBN: 978-3-540-74894-6.

Ocean Wave Energy Conversion, Michael E. McCormick, 2007, Dover Publications, ISBN: 04864622455.



عنوان درس به فارسی:		مدیریت مصرف انرژی در ساختمان	
عنوان درس به انگلیسی:	Energy Management in Buildings	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: مهمترین هدف از این درس، آموزش‌های پایه‌ای برای دانشجویان مهندسی سیستم‌های انرژی در خصوص اصول، روش‌ها، کاربردها و نتایج ممیزی انرژی ساختمانهاست. این دوره به شرکت‌کنندگان توانایی درک و تحلیل فرآیند اندازه‌گیری و محاسبات ممیزی را در کاربردهای مختلف ساختمان ارائه می‌کند. آنها قادر خواهند بود طرح‌های ممیزی انرژی را با هدف بهینه‌سازی مصرف و بهبود کارایی تهیه کنند.

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- آشنایی با ممیزی انرژی (مقدمه، انواع ممیزی انرژی، رویه کلی ممیزی انرژی تفصیلی، اقدامات متداول بهینه‌سازی انرژی، روش‌های ارزیابی و تایید صرفه‌جویی‌های حاصل، ساختارهای نرخ (تعرفه خدمات)
- ابزارهای تجزیه و تحلیل انرژی (مقدمه، روش‌های بر مبنای نسبت (مقایسه‌ای)، روش‌های مدلسازی معکوس (حالت پایدار، PRISM، ...)، روش‌های مدلسازی پیشرو (روز-درجه، Bin، ...))
- سیستم‌های الکتریکی (مقدمه، مرور مفاهیم پایه، موتورهای الکتریکی، سیستم‌های روشنایی، وسایل الکتریکی، سیستم‌های توزیع الکتریکی (ترانسفورماتورها و سیم‌ها)، کیفیت توان)
- پوسته ساختمان (مقدمه، مفاهیم پایه‌ای انتقال حرارت، ابزارهای محاسباتی ساده برای ممیزی پوسته ساختمان، اصلاحات پوسته ساختمان)
- اصلاحات سیستم‌های تهویه مطبوع (HVAC) ثانویه (مقدمه، انواع سیستم‌های تهویه مطبوع ثانویه، تهویه، تهویه پارکینگ‌ها، کنترلرهای دمای داخلی، بروز رسانی سیستم‌های فن و تنظیم ظرفیت، اقدامات اصلاحی متداول برای سیستم‌های تهویه مطبوع)
- سیستم‌های گرمایش مرکزی (مقدمه، اصول پایه‌ای احتراق، بهبود کارایی بویلر)
- تجهیزات سرمایشی (مقدمه، اصول پایه‌ای سرمایش، انواع سیستم‌های سرمایشی، تجزیه و تحلیل بازار و بازدهی سیستم‌های سرمایشی، اقدامات بهینه‌سازی)
- سیستم‌های کنترل مدیریت انرژی (مقدمه، اصول پایه‌ای کنترل و انواع سیستم‌های کنترلی، سیستم‌های مدیریت انرژی (اجزای اصلی یک سیستم مدیریت و کنترل انرژی، کارکردهای متداول، ملاحظات طراحی)، کاربردهای کنترلی (کنترل چرخه کاری، هوای ورودی از بیرون، استارت بهینه) و بهینه‌سازی واحد)
- روش‌های برآورد میزان صرفه‌جویی انرژی (مقدمه، فرآیند کلی، مدل‌های برآورد میزان صرفه‌جویی انرژی (ساده‌شده مهندسی، تحلیلی رگرسیونی، پویا، ...، کاربردها)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

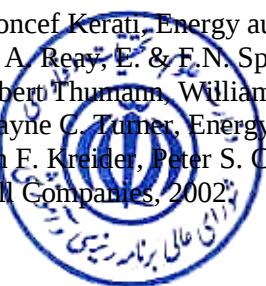
Moncef Kerati, Energy audit in building systems: an engineering approach, 2000.

D. A. Reay, E. & F.N. Span, Heat recovery systems, London, 1979.

Albert Thumann, William J. Younger, Handbook of Energy Audits, 6th edition, Fairmont Press, 2003.

Wayne C. Turner, Energy management handbook, 5th edition, Fairmont Press, 2005.

Jan F. Kreider, Peter S. Curtiss, Ari Rabl, Heating and cooling of buildings for efficiency, 2th edition, McGraw-Hill Companies, 2002.



عنوان درس به فارسی:		تحلیل کلان داده در سیستم‌های انرژی	
عنوان درس به انگلیسی:	Big Data Analysis in Energy Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

- آشنایی با الگوریتم‌ها و روش‌های تحلیل داده برای کاربرد در سیستم‌های انرژی در حوزه‌های مختلف ساختمان، انرژی‌های تجدیدپذیر، شبکه‌های هوشمند انرژی، محیط زیست و ...
- آشنایی با روش‌های پردازش کلان داده (big data) در سیستم‌های انرژی
- تحلیل روش‌های مختلف داده‌کاوی در سیستم‌های انرژی
- کار با نرم‌افزارها و کدهای کامپیوتری در حوزه تحلیل کلان داده در سیستم‌های انرژی

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- شناخت انواع کلان داده‌ها در مهندسی انرژی در حوزه: ساختمان، انرژی‌های تجدیدپذیر، شبکه‌های هوشمند انرژی
- آماده‌سازی و پویش کلان داده (آماده‌سازی داده، پویش داده)
- یادگیری و الگوریتم‌های مدل‌سازی کلان داده (دسته‌بندی، خوشه‌بندی، کشف قوانین انجمنی)
- ارزیابی و تفسیر الگوریتم‌های مدل‌سازی کلان داده (ارزیابی الگوریتم‌های دسته‌بندی، ارزیابی الگوریتم‌های خوشه‌بندی، ارزیابی الگوریتم‌های کشف انجمنی)
- شناسایی داده‌های پرت و ناهنجار (داده‌های پرت و تحلیل آنها، روش‌های تشخیص داده‌های پرت، بررسی انواع رویکردهای موجود در تحلیل داده‌های پرت)
- آشنایی با نرم‌افزارها، کدهای برتر و انبارهای کلان داده در حوزه سیستم‌های انرژی
- مطالعه موردی تحلیل کلان داده در حوزه سیستم‌های انرژی (تحلیل کلان داده در حوزه شبکه‌های هوشمند انرژی، تحلیل کلان داده در حوزه محیط زیست، تحلیل کلان داده در حوزه ساختمان، تحلیل کلان داده در حوزه انرژی‌های تجدیدشونده)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- T. Agami Reddy, Applied Data Analysis and Modelling for Energy Engineers and Scientists, Springer, 2011.
 F. Magoules, H X Zaho, Data Mining and Machine learning in Building energy Analysis, Wiley, 2016.
 V. Bahatnagar, Data Mining and Analysis in the Engineering Field, IGI global, 2014.
 Chapman and Hall, Computational Intelligence Data Analysis for Sustainable Development, CRC Press, 2013.





عنوان درس به فارسی:		یادگیری تقویتی در سیستم‌های انرژی	
عنوان درس به انگلیسی:	Reinforcement learning in Energy Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: این درس به منظور آشنایی دانشجویان سیستم‌های انرژی با طراحی سیستم‌های هوشمند مبتنی بر یادگیری تقویتی است، که در آن یادگیری سیستم بکمک تعامل عامل هایش با محیط انجام می‌شود. این درس در بر دارنده همه پیشنیازهای لازم از قبیل برنامه‌سازی پویا و روش‌های مونت کارلو است. در حین اینکه دانشجویان در طی درس آموزش می‌بینند تا یک پروژه تحقیقاتی را بوسیله Python انجام دهند. این درس کاربرد زیادی در بسیاری از حوزه‌های مهندسی انرژی از قبیل: مدیریت انرژی در سیستم‌های مختلف انرژی، بهره‌برداری، کنترل و تصمیم‌سازی در محیط‌های با عدم یقین بالا، سرمایه‌گذاری در بازارهای مالی و دارد.

ب) اهداف ویژه:

- کمک به ایده‌پردازی دانشجویان تحصیلات تکمیلی رشته‌های مختلف دانشکده مهندسی انرژی برای طراحی و بکارگیری سیستم‌های مبتنی بر یادگیری تقویتی در انواع سیستم‌های انرژی

- تحلیل و طراحی و پیاده‌سازی انواع سیستم‌های هوشمند مبتنی بر یادگیری تقویتی بکمک نرم‌افزار Python

- آشنایی با انواع کاربردهای سیستم‌های یادگیری تقویتی در حوزه مهندسی انرژی از قبیل: مدیریت انرژی، بهره‌برداری، کنترل و تصمیم‌سازی در محیط‌های با عدم یقین بالا، سرمایه‌گذاری در بازارهای مالی و

پ) سرفصل‌ها:

- مروری کلی بر سیستم‌های مبتنی بر یادگیری (معرفی انواع سیستم‌های مبتنی بر یادگیری، بخش‌های اساسی یک سیستم یادگیری تقویتی، نمونه‌هایی از سیستم‌های یادگیری تقویتی)

- فرم رسمی مساله یادگیری تقویتی (انواع ساختارهای عامل‌های هوشمند، مشخصات محیط، ویژگی تصمیم‌گیری مارکوف در مسایل یادگیری تقویتی، توابع ارزش، سیاست بهینه و معادلات بهینگی بلمن)

- روش‌های انتخاب تابع عمل (تخمین ارزش عمل، روش‌های جستجوی مستقیم و غیر مستقیم، بهبود روش جستجوی بیشینه نرم، روش انتخاب عمل، کران اطمینان بالا)

- برنامه‌سازی پویا (ارزیابی سیاست، بهبود سیاست، تکرار ارزش، کارآرایی برنامه‌سازی پویا)

- روش‌های مونت کارلو (تخمین تابع ارزش با مونت کارلو، تخمین تابع ارزش حالت-عمل با مونت کارلو، کنترل مونت کارلو، کنترل مونت کارلو به روش بر سیاست، کنترل مونت کارلو به روش برون سیاست)

- روش یادگیری تفاضل-موقتی (پیشگویی تفاضل-موقتی، مزایای ارزیابی سیاست به روش تفاضل-موقتی، همگرایی روش تفاضل-موقتی، کنترل به روش تفاضل-موقتی مشتمل بر الگوریتم Sarsa و الگوریتم یادگیری Q و الگوریتم یادگیری QV، اصول ارزیابی الگوریتم‌های یادگیری تقویتی، شایستگی مسیر شامل الگوریتم TD(λ) و الگوریتم Sarsa(λ) و الگوریتم Q(λ) و الگوریتم QV(λ)، روش‌های خود راه انداز n - مرحله ای شامل روش پیشگویی n - مرحله ای تفاضل موقتی و روش n - مرحله ای Sarsa، روش جایگزینی مسیرها)

- مطالعات موردی کاربرد در سیستم‌های انرژی (مدیریت انرژی در سیستم‌های مختلف انرژی، مدیریت و کنترل سیستم‌های سرمایه‌ش و گرمایش ساختمان‌ها، قیمت‌گذاری انرژی (energy pricing) در شبکه‌های قدرت هوشمند، بهره‌برداری کنترل و تصمیم‌سازی در micro grids، سرمایه‌گذاری در بازارهای مالی)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:



Richard S. Sutton, Andrew G. Barto, Reinforcement Learning: An Introduction, second edition, MIT press, 2018.
Dimitri P. Bertsekas, Reinforcement Learning and Optimal Control, Athena Scientific, 2019.
Andrea Lonza, Reinforcement Learning Algorithms with Python, Packt publishing, 2019.
Stuart Russell, Peter Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, third edition, Prentice Hall, 2016.
Csaba Szepesvári, Algorithms for Reinforcement Learning, Morgan and Claypool, 2010.
Kai Arulkumaran, Marc Peter Deisenroth, Deep Reinforcement Learning: A brief Survey, IEEE Signal Processing Magazine, November 2017.



سیستم‌های هوشمند		عنوان درس به فارسی:
نوع درس و واحد	Intelligent Systems	عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☒	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	-	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: این درس تلاش دارد تا دانش لازمه برای مدل سازی، پیش گویی، شناسایی، کنترل و بهینه سازی سیستم های پیچیده غیر خطی، به کمک سیستم های غیر خطی را به دانشجویان تحصیلات تکمیلی انتقال دهد.

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- شبکه های عصبی مصنوعی (نحوه یادگیری در انسان و ماشین، بازشناسی الگوها، نرون پایه، شبکه عصبی پرسپترون چند لایه ای (MLP)، شبکه های عصبی بازگشتی (RMLP)، شناسایی و مدل سازی سیستم ها، کنترل به کمک شبکه های عصبی، کنترلر کلاسیک عصبی، کنترلر عاطفی (ELIC))

- الگوریتم های بهینه سازی الهام گرفته از طبیعت (مقدمه ای بر بهینه سازی، الگوریتم سرد شدن تدریجی فلزات (SA)، الگوریتم های ژنتیک (الگوریتم های ژنتیک گسسته، الگوریتم های ژنتیک پیوسته، کاربرد الگوریتم های ژنتیک در مهندسی)، الگوریتم مورچگان (ACO)، الگوریتم گروهي پرندگان (PSO))

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- R. Beal, T. Jackson, Neural Computing: An Introduction, Institute of Physics Publishing, 1998.
 R. L. Haupt, S. E. Haupt, Practical Genetic Algorithms, John Wiley & Sons, 1998.
 S. Haykin, Neural Networks a Comprehensive Foundation, Prentice-Hall, 1999.
 J. M. Zurada, Introduction to Artificial Neural Networks Systems, West Publishing Company, 1992.
 L. Fausett, Fundamentals of Neural Networks, Prentice-Hall, 1990.
 IEEE papers about the applications of intelligent systems in identification, control, optimization, solution of partial differential equations, etc.



عنوان درس به فارسی:		بهبودسازی کاربردی در سیستم‌های انرژی	
عنوان درس به انگلیسی:	Applied Optimization in Energy Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

- ارائه مدل‌ها و الگوریتم‌های کلاسیک بهبودسازی با استفاده از دیدگاه مسئله محور مهندسی
- معرفی مفاهیم پایه‌ای و تئوری بهبودسازی محدب
- بحث در رابطه با فرمولاسیون، مدل‌سازی و بکارگیری بهبودسازی محدب در مسائل مهندسی سیستم‌های انرژی
- بحث در رابطه با مفاهیم تئوری و بهینگی مسائل بهبودسازی غیرخطی و همچنین کاربرد آن در مسائل مهندسی سیستم‌های انرژی

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه ای بر کاربرد بهبودسازی در سیستم‌های انرژی
- مسائل بهبودسازی محدب و کاربردهای آن در مسائل سیستم‌های انرژی (تعاریف، مدل سازی کدهای GAMS مربوطه)
- مدل بهبودسازی LP مسائل پرکاربرد در سیستم‌های انرژی (مسئله تولید انرژی الکتریکی، مسئله انتقال گاز طبیعی، مسئله دیسپچ انرژی الکتریکی)
- مدل بهبودسازی MILP مسائل پرکاربرد در سیستم‌های انرژی (مسئله تعمیر پل‌های PV، مسئله ذخیره سازی گاز، برنامه ریزی انرژی الکتریکی، مسئله انتقال نفت، مسئله کنترل ایستگاه‌های شارژ خودر، مسئله تعمیر مزارع بادی)
- مسائل بهبودسازی غیر خطی و کاربردهای آن در مسائل سیستم‌های انرژی (مسئله دیسپچ اقتصادی (ED)، مسئله برنامه ریزی انرژی، مسئله جایابی)
- مسائل بهبودسازی دینامیک و کاربردهای آن در مسائل سیستم‌های انرژی (مسئله تولید محصول، مسئله برنامه ریزی سیستم‌های ذخیره انرژی، مسئله سرمایه گذاری سیستم‌های انرژی)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

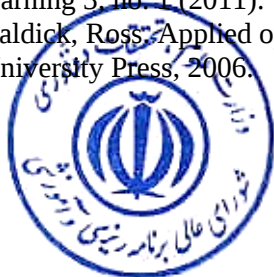
Sioshansi, Ramteen, and Antonio J. Conejo. Optimization in engineering: models and algorithms. Vol. 120. Springer, 2017.

Boyd, Stephen, and Lieven Vandenbergh. Convex optimization. Cambridge university press, 2004.

Calafiore, Giuseppe C., and Laurent El Ghaoui. Optimization models. Cambridge university press, 2014.

Boyd, Stephen, Neal Parikh, Eric Chu, Borja Peleato, and Jonathan Eckstein. Distributed optimization and statistical learning via the alternating direction method of multipliers. Foundations and Trends® in Machine learning 3, no. 1 (2011): 1-122.

Baldick, Ross. Applied optimization: formulation and algorithms for engineering systems. Cambridge University Press, 2006.



عنوان درس به فارسی:		کنترل آلودگی‌های محیط زیست	
عنوان درس به انگلیسی:	Environmental pollution Control	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒	نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: آشنایی با مفاهیم آلوده‌کننده‌های آب و هوا و خاک، منابع آلوده‌کننده محیط زیست، روش‌های کنترل آلودگی.

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- بررسی آلودگی و اثرات آن بر محیط زیست

- آلودگی هوا: تعریف آلودگی هوا، منابع آلاینده‌گی (منابع ثابت- منابع متحرک)، انتشار ناشی از احتراق، انتشارات غیر احتراقی، انتشارات در ارتباط با عوامل طبیعی، پخش آلاینده‌ها، اندازه‌گیری و پایش آلودگی هوا.

- آلودگی آب: خواص آب، معرفی انواع منابع آلاینده طبیعی و غیر طبیعی، مسائل بهداشتی و محیط زیستی آب و فاضلاب، مشخصات انواع آلاینده‌های آب و فاضلاب، روش‌های اندازه‌گیری و پایش تصفیه آب و فاضلاب.

- آلودگی خاک: تعریف خاک، انواع خاکها، تشکیل و تخریب خاک، منابع آلودگی خاک، اندازه‌گیری آلاینده‌های خاک.

- زباله‌زدایی جامدات: روش‌ها و فناوری‌های مدیریت پسماند جامد، آثار محیط زیستی مدیریت پسماندها.

- آلوده زدایی مایعات: فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی در تصفیه آب و فاضلاب، آثار محیط زیستی تصفیه آب و فاضلاب.

- حذف آلودگی گازها (هوا): انواع فناوری‌های حذف آلاینده‌های هوا، آثار محیط زیستی روش‌های مختلف.

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Seymour Calvert, Harold M. Englund, Handbook of Air Pollution Technology, John Wiley & Sons Inc. 1989.

Heinsohn R.J.J., Kabel R. L., Sources and control of Air pollution, New York: Prentic-Hall, 1999.

Metcalf, Eddy, Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 4th edition, McGraw – Hill, 2002.



عنوان درس به فارسی:		مدل سازی مهندسی انرژی و محیط زیست	
عنوان درس به انگلیسی:	Modelling Energy Engineering and Environment	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: مدل سازی محیط زیست به عنوان یک علم که از ریاضیات و محاسبات برای شبیه سازی پدیده های فیزیکی و شیمیایی در محیط (از جمله آلودگی محیطی) استفاده می کند در این درس به روشهای حل مدل های زیست محیطی پیچیده تر که نیازمند راه حل عددی برای سیستم های معادلات دیفرانسیل جزئی هستند می پردازد. سپس این درس، قیود و هزینه های محیط زیستی را در مدل سازی انرژی را در نظر می گیرد و همچنین در این درس، چشم اندازهای کلان بخش انرژی متأثر از سیاست گذاری های محیط زیستی معرفی و تحلیل می شود.

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل ها:

- معرفی مفاهیم پایه ای از مدل سازی زیست محیطی در محیط های فیزیکی مختلف (انواع مدل - خصوصیت های مختلف حل مسائل - خصوصیت های متغیرها و نمایه های مدلها)

- دسته بندی روشهای مدل سازی همبست انرژی و محیط زیست (جستجو در فضای تصمیم، مبانی برنامه ریزی خطی، برنامه ریزی عدد صحیح، مدل های غیرخطی با ماهیت غیرخطی، روش برنامه ریزی پویا، روش های آمار و احتمالاتی، الگوریتم های تکاملی و فراکاوشی)

- چشم اندازهای کلان بخش انرژی متأثر از تغییرات محیط زیستی در ایران و دنیا

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر: ۱۰ درصد، آزمون میان ترم: ۲۰ درصد، آزمون نهایی: ۲۰ درصد، پروژه: ۵۰

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

بهینه سازی سامانه های منابع آب، بزرگ حداد، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۳

Alastair H. Fitter, Robert K.M. Hey, Environmental Modeling Using MATLAB, Springer, 2007.

Zahari Zlatev and Ivan Dimov (Eds.), Computational and numerical challenges in environmental modelling, Elsevier Science, 2006.

Anu Ramaswami, Jana B. Milford, Mitchell J. Small, Integrated Environmental Modeling: Pollutant Transport, Fate, and Risk in the Environment, Wiley; 1 edition (April 15, 2005).

Walter Leal Filho, Dinesh Surroop (Eds.), The Nexus: Energy, Environment and Climate Change, Springer, 2018.



عنوان درس به فارسی: ارزیابی زیست محیطی پروژه‌های انرژی		
نوع درس و واحد	Environmental Impact Assessment of Energy Projects	عنوان درس به انگلیسی:
پایه ☐ نظری ☒	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	-	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: تعیین و ارزیابی صدمات محیط زیستی ناشی از فعالیت‌های انرژی (آلودگی هوا و آب و خاک ناشی از بخش انرژی)

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- اهداف و اصول ارزیابی زیست محیطی
- روش شناسی ارزیابی زیست محیطی
- ارزیابی اثرات بر روی محیط زیست (زیستی، انسانی، اقتصادی، اجتماعی، و) موجود و قبل از اجرای پروژه
- ارزیابی اثرات زیست محیطی توسعه پیشنهادی
- ارزیابی اثرات اجتماعی - اقتصادی
- مکان‌یابی صنعتی

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

- انجام پروژه‌های درسی واقعی همراه با بازدید دانشجویان از پروژه‌ها

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر: ۱۰ درصد، آزمون میان‌ترم: ۲۵ درصد، آزمون نهایی: ۳۰ درصد، پروژه: ۳۵

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

J. Grau and Weeten, Environmental impact analysis of energy, McGraw-Hill, 1980.

Anji Reddy Mareddy, Environmental Impact Assessment Theory and Practice, 1st Edition, Butterworth-Heinemann, 2017.

Richard K. Morgan, Environmental Impact Assessment: A Methodological Approach, Springer, 1998.

John Glasson, Riki Therivel, Andrew Chadwick, Introduction to Environmental Impact Assessment (Natural and Built Environment Series) 4th Edition, Routledge, 2012.



عنوان درس به فارسی:		بازیافت انرژی از پسماندها	
عنوان درس به انگلیسی:	Energy Recovery from Wastes	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

- شناخت و امکان سنجی فنی-اقتصادی فرآیندهای تبدیل مواد اولیه به انرژی زیستی
- ارزیابی ابعاد مختلف پایداری انرژی زیستی
- پتانسیل‌ها، دورنما و چالش‌های انرژی زیستی در ایران و جهان
- طراحی واحدهای بازیافت انرژی از پسماندها

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- مبانی زیست‌توده، انرژی زیستی، و پالایشگاه‌های زیستی
- پیش‌فراوری مواد اولیه
- پالایشگاه زیستی بیولوژیکی (هضم بی‌هوازی و تخمیر)
- پالایشگاه زیستی شیمیایی تولید گازوئیل زیستی
- پالایشگاه زیستی حرارتی-شیمیایی (پیرولیز، گازی‌سازی، احتراق)
- طراحی واحدهای بازیافت انرژی از پسماندها
- بررسی اثرات محیط زیستی انواع فناوری‌های تولید انرژی زیستی
- روش‌های طراحی زنجیره تأمین انرژی زیستی
- تحلیل سیاست‌ها، انگیزه‌ها و اولویت‌های زنجیره تأمین انرژی‌های زیستی در جهان
- تحلیل سیاست‌ها، انگیزه‌ها و اولویت‌های زنجیره تأمین انرژی‌های زیستی در ایران
- فناوری‌های نوظهور تولید انرژی زیستی (جلبک، فتوسنتز مصنوعی)

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

- انجام پروژه‌های درسی تجربی
- استفاده از فیلم‌های آموزشی و محتوای چند رسانه‌ای

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

ارزشیابی مستمر: ۱۰ درصد، آزمون میان‌ترم: ۲۵ درصد، آزمون نهایی: ۳۰ درصد، پروژه: ۳۵

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

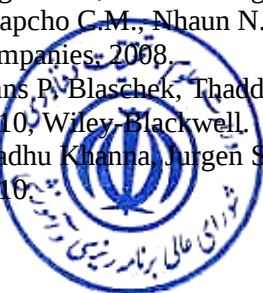
چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Higman C., van der Burgt M., Gasification, Elsevier, 2008.

Drapcho C.M., Nhaun N.P., Walker T.H., Biofuels Engineering Process Technology, The McGraw-Hills companies, 2008.

Hans P. Blaschek, Thaddeus C. Ezeji, Jürgen Scheffran, Biofuels from Agricultural Wastes and Byproducts, 2010, Wiley-Blackwell.

Madhu Khanna, Jürgen Scheffran, David Zilberman, Handbook of bioenergy economics and policy, Springer, 2010.



عطیه حاج حسن، فاطمه ولی، اکرم عوامی، بررسی پتانسیل تولید انرژی زیستی از پسماندهای شهری و کشاورزی در ایران، انتشارات پژوهشگاه نیرو، ۱۳۹۸.

عنوان درس به فارسی:		تصفیه فاضلاب و انرژی	
عنوان درس به انگلیسی:	Wastewater Treatment and Energy	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	رساله / پایان‌نامه ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: آشنایی با اصول طراحی تصفیه فاضلاب انرژی کارآمد

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی فاضلاب
- پارامترها و استانداردهای کیفیت فاضلاب
- اندازه‌گیری کیفیت فاضلاب
- فاضلاب شهری، صنعتی، و کشاورزی
- فناوری‌های تصفیه فیزیکی
- فرآیندهای بیولوژیکی
- فرآیندهای شیمیایی
- تولید انرژی از واحدهای تصفیه فاضلاب
- مصرف انرژی در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب
- اثرات محیط زیستی تصفیه فاضلاب

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

- انجام پروژه‌های درسی واقعی همراه با بازدید دانشجویان از پروژه‌ها

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر: ۱۰ درصد، آزمون میان‌ترم: ۲۵ درصد، آزمون نهایی: ۳۰ درصد، پروژه: ۳۵

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Tchobanoglous, G., F. L. Burton, and H. D. Stensel. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. 4th ed. Metcalf and Eddy Inc., New York, NY: McGraw-Hill, 2003. ISBN: 0070418780.

Juan M. Lema, Sonia Suarez Martinez - Innovative Wastewater Treatment & Resource Recovery Technologies: Impacts on Energy, Economy and Environment, IWA Publishing, 2017.



عنوان درس به فارسی: انرژی و تغییر اقلیم		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد	Energy and climate change	
پایه ☐ نظری ☒	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	-	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: ارزیابی اثرات متقابل انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای و پدیده تغییر اقلیم

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی و مقدمات درس

- فیزیک تغییر اقلیم (گرمایش جهانی، عوامل انسان‌ساز و طبیعی، اثر گلخانه‌ای و اجبار تابشی، گازهای گلخانه‌ای، چرخه کربن و مدل‌های چرخش عمومی جو، چشم‌انداز انتشارات گازهای گلخانه‌ای در سطح جهان، سناریوهای تغییرات اقلیمی، عدم قطعیت‌ها و پیش‌بینی‌ها)

- اثرات تغییر اقلیم (مدل‌های پیش‌بینی اثرات تغییرات اقلیمی، آسیب‌پذیری سیستم‌های زیستی و انسانی، توان سازگاری، اثرات تغییر اقلیم در ایران)

- اثرات تغییر اقلیم بر سیستم‌های انرژی (اثرات تغییر اقلیم بر سیستم‌های تولید انرژی تجدیدپذیر، برق‌آبی و حرارتی، اثرات تغییر اقلیم بر سیستم‌های انتقال انرژی، اثرات تغییر اقلیم بر تقاضای انرژی، راهبردهای سازگاری بخش انرژی در مقابل تغییرات اقلیمی)

- کاربرد تغییر اقلیم در مدلسازی انرژی (برهمکنش مدل‌های اقلیمی و مدل‌های انرژی، قیود و هزینه‌های انتشارات در مدل‌های انرژی، روش‌های بازاری و غیربازاری ارزیابی هزینه‌های خارجی تغییر اقلیم)

- تحلیل و تجزیه انتشارات به پیش‌ران‌ها

- مبانی نظری توسعه کم‌کربن بخش انرژی و اقتصاد چرخشی

- گذار انرژی و کاهش انتشارات در بخش انرژی (نقش بهره‌وری انرژی و مدیریت تقاضا، نقش انرژی‌های تجدیدپذیر، نقش فناوری‌های ذخیره‌سازی، نقش فناوری‌های جذب و ذخیره‌سازی کربن، نقش هیدروژن، سایر فناوری‌های در حال توسعه)

- نقش انرژی در انتشار گازهای گلخانه‌ای و راهبرد توسعه کم‌کربن در کشور (سهام‌بندی منابع در انتشارات گازهای گلخانه‌ای در کشور، پتانسیل و ضرورت بهره‌وری انرژی و اثر آن بر کاهش انتشارات، موانع توسعه کم‌کربن در کشور، راهبردهای ملی توسعه کم‌کربن در کشور)

- بازار بهینه‌سازی انرژی و تجارت کربن

- عدالت در ارزیابی اثرگذاری بر تغییر اقلیم

- اثرات فرامرزی اقدامات مقابله‌ای در قبال تغییر اقلیم

- معاهدات و موافقت‌نامه‌های بین‌المللی

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

- مدلسازی همبست انرژی و تغییر اقلیم با استفاده از مدل CLEWS

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

حضور و فعالیت کلاسی: ۱۰٪، میان‌ترم: ۲۰٪، تمرین: ۲۰٪، پایان‌ترم: ۳۵٪، پروژه درسی: ۱۵٪

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

IEA, 2015, Energy and Climate Change, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/energy-and-climate-change>
 IPCC, 2014: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Chapters 2-12.
 IPCC, 2018: Summary for Policymakers: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts

to eradicate poverty,

IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds). IGES, Japan.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

International Atomic Energy Agency (IAEA), 2019, Adapting the energy sector to climate change, Vienna: International Atomic Energy Agency, 2019,

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

IPCC, 2013: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

IPCC, 2011: Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, Ottmar Edenhofer, et al, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA,

US EPA, 2021, Climate Change, <https://www.epa.gov/climate-change>

Hooman Farzaneh, 2019, Energy Systems Modeling: Principles and Applications, Springer,

Subhes C. Bhattacharyya, 2019, Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance: Ed. 2, Springer-Verlag, London, DOI: 10.1007/978-1-4471-7468-4

Ottmar Edenhofer, 2108, Economics of Climate Policy, scientific materials and sources presented at winter semester 2018, Technical University of Berlin

United Nations Framework Convention on Climate Change, 2021, UNFCCC -- 25 Years of Effort and Achievement: Key Milestones in the Evolution of International Climate Policy, <https://unfccc.int/timeline/>

Edenhofer, Ottmar, Christian Flachsland, Michael Jakob, and Kai Lessmann, 2013, "The Atmosphere as a Global Commons—Challenges for International Cooperation and Governance." Discussion Paper, 2013-58, Harvard Project on Climate Agreements, Belfer Center,

United Nations Economic Analysis and Policy Division (UN DESA), 2021, scientific materials and sources presented for CLEWs training course.

Smith, Michael, et al, 2007, Energy transformed: Sustainable energy solutions for climate change mitigation, The Natural Edge Project, CSIRO, and Griffith University, Australia.

Department of Environment of I.R. Iran, 2017, Third National Communication to United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC),

Vaghefi, S.A., Keykhai, M., Jahanbakhshi, F. et al., 2019, The future of extreme climate in Iran. Sci Rep 9, 1464, <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38071-8>

Lechtenböhrmer, Stefan & Moshiri, Saeed et al, 2015, Sustainable Energy Strategy for Iran.

BMUB, 2018, Implementation of Nationally Determined Contributions Islamic Republic of Iran Country Report, Environmental Research of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Project No. (FKZ) 3716 4111 80,

UNFCCC, 2019, Technical papers on the impact of the implementation of response measures: Executive summaries.

برنامه راهبرد ملی تغییر اقلیم، دفتر طرح ملی تغییر آب و هوا، معاونت محیط زیست انسانی سازمان حفاظت محیط زیست ایران، انتشارات حک، ۱۳۹۶



عنوان درس به فارسی: انرژی و آلودگی هوا		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد	Energy and Air pollution	
پایه ☐ نظری ☒	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	-	دروس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: هدف از ارائه این درس آشنایی با منابع انتشار آلاینده‌های هوا و روش‌های کنترل آن‌ها در صنایع انرژی می‌باشد.

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه: آلودگی هوا از منشاء تا اثرات (آلودگی هوا چیست؟، اثرات آلودگی هوا بر سلامت و هزینه‌های اقتصادی، آلاینده‌های معیار، شکل‌گیری و مکانیزم اثرگذاری، ترمودینامیک احتراق و عوامل موثر بر انتشارات آلاینده‌ها معیار، استانداردهای اولیه و ثانویه، آلودگی هوای محیطی و شاخص کیفیت هوای محیطی، آلودگی هوا در محیط‌های بسته، عوامل موثر بر غلظت)
 - مدل‌های پراکنش آلودگی هوا شامل مقدمات و مدل‌های ساده و مدل‌های پیشرفته.
 - منشاء یابی آلودگی هوا، تهیه سیاهه انتشارات، تحلیل حساسیت غلظت از انتشارات.
 - انواع انتشارات آلاینده‌ها از بخش انرژی مشتمل بر عرضه انرژی فسیلی، منابع ثابت، منابع متحرک بخش حمل و نقل، ساختمان‌ها.
 - چشم‌اندازهای جهانی انرژی و آلودگی هوا
 - سهم بخش انرژی در انتشارات آلاینده‌های هوا در کشور
 - هزینه‌های خارجی زیست‌محیطی ناشی از آلودگی‌ها در بخش انرژی
 - هم‌سودی بهینه‌سازی انرژی و مدیریت آلودگی هوا
 - کاربرد قیود و هزینه‌های آلودگی هوا در مدلسازی انرژی
 - اثرات متقابل برنامه‌های ملی مدیریت انرژی و آلودگی هوا و نقش فناوری‌های بهینه انرژی در مدیریت آلودگی هوا
 - روش‌های کنترل آلاینده‌های هوا مشتمل بر اکسیدهای گوگرد، اکسیدهای نیتروژن، ترکیبات آلی فرار و اصول طراحی حاکم بر آنها
- ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

حضور و فعالیت کلاسی: ۱۰٪، میان‌ترم: ۲۰٪، تمرین: ۲۰٪، پایان‌ترم: ۳۵٪، پروژه درسی: ۱۵٪.

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Air Pollution and Control, Nikhil Sharma, Avinash Kumar Agarwal, Peter Eastwood, Tarun Gupta, Akhilendra P Singh, Energy, Environment, and Sustainability, Springer Singapore, 2018, ISBN: 978-981-10-7184-3.

Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change, 3rd Edition, John H. Seinfeld, Spyros N. Pandis, 2016, ISBN: 978-1-118-94740-1.

Atmospheric Chemistry and Physics, J. H. Seinfeld and S. N. Pandis, Wiley-I, nterscience, 2006. (ISBN 0-471-72018-6).

Committee on Energy Futures and Air Pollution in Urban China and the United States, Energy Futures and Urban Air Pollution, 2008, ISBN: 0309111404.

High Temperature Air Combustion: From Energy Conservation to Pollution Reduction (Series: Environmental & Energy Engineering), Hiroshi Tsuji, Ashwani K. Gupta, Toshiaki Hasegawa, Masashi Katsuki, Ken Kishimoto, Mitsunobu Morita, CRC Press, 2002, ISBN: 0849310369.

IEA (2016), Energy and Air Pollution, IEA, Paris, <https://www.iea.org/reports/energy-and-air-pollution>.

IEA (2020), Energy Technology Perspectives 2020, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2020>.

Devanny, J.S., Deshusses, M.A., webster, T.S. "Biofiteration for air pollution control" Lewise publishers, CRC Press, 1999.



عنوان درس به فارسی: اقتصاد محیط زیست		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد	Environmental Economics	
پایه ☐ نظری ☒	-	دروس پیش‌نیاز:
عملی ☐ تخصصی اجباری ☐	-	دروس هم‌نیاز:
نظری-عملی ☐ تخصصی اختیاری ☒	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی:

هدف از این درس معرفی اقتصاد محیط‌زیست به دانشجویان به عنوان ابزاری حرفه‌ای در تجزیه و تحلیل مسائل مهندسی سیستم‌های انرژی با تأکید بر دیدگاه محیط‌زیست پرداخته می‌باشد. این درس با معرفی مباحث اقتصادی که مهندسين و مدیران سیستم‌های انرژی در کار خود با آن روبرو هستند سعی در تأمین هدف مذکور دارد. اقتصاد محیط‌زیست، شاخه‌ای متمایز از علم اقتصاد است که ارزش‌های مربوط به هر دو مقوله اقتصاد و محیط‌زیست را با هم در نظر می‌گیرد و گزینه‌های جدید را بر پایه این ارزش‌ها مطرح می‌نماید. هدف اصلی آن ایجاد تعادل بین فعالیت‌های اقتصادی و آثار محیط‌زیستی آنها با در نظر گرفتن معیار کارایی است. اصول نظری اقتصاد محیط‌زیست از این جهت طراحی شده است که هزینه‌های آلودگی و تخریب منابع محیط‌زیستی را محاسبه نماید. در این درس در ابتدا به معرفی تأثیر متقابل اقتصاد بر محیط‌زیست و سیاست‌های محیط‌زیست بر اقتصاد پرداخته می‌شود و سپس به مثال‌هایی از کاربرد این روش‌ها در مهندسی سیستم‌های انرژی پرداخته می‌شود.

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی (اقتصاد محیط‌زیست و مباحث اصلی آن، ارتباط بین اقتصاد و محیط زیست)
 - موضوعات کلیدی قابل حل توسط اقتصاد محیط‌زیست
 - کارایی و انتخاب، تجزیه و تحلیل هزینه و فایده، انواع کارایی، کارایی محصول یا کارایی تخصیصی، مرز امکانات تولید، کارایی تولید یا کارایی فنی، کارایی توزیعی، عرضه و تقاضا، منحنی تقاضا، منحنی عرضه، هزینه متغیر متوسط، تعادل بازار
 - محاسبات ارزش انتظاری، نرخ نهایی جایگزینی، محاسبات انواع کارایی
 - محاسبات انواع کارایی، نرخ نهایی تبدیل، نرخ نهایی جانشینی فنی، شکست بازار، رقابت ناقص، اطلاعات ناقص، اثرات جانبی، کالاهای عمومی
 - نقش دولت، مشکلات مدرن با راه‌حل‌های خصوصی، راه‌حل‌های دولتی برای شکست بازار، قوانین زیست‌محیطی
 - رابطه مبادله‌ای و اقتصاد، نرخ‌های تنزیل، منافع زیستی، برخورد مناسب با عدم قطعیت، مبادله بین رشد و محیط‌زیست انرژی و محیط‌زیست، ساختار بازار انرژی و کنترل‌های قیمتی، تنوع زیستی و ارزش‌گذاری، مدل‌های از دست رفتن تنوع زیستی، ارزش‌گذاری هزینه‌ها و فایده
 - پایداری و توسعه پایدار
 - ارزیابی آلودگی و ارزیابی اثرات اجتماعی اقتصادی
 - نگرانی‌های بین‌المللی و جهانی، حل منازعات محیط‌زیستی در بخش انرژی
 - اقتصاد محیط‌زیست و مدیریت منابع انرژی تجدیدپذیر
 - اقتصاد محیط‌زیست و مدیریت منابع انرژی تمام‌شدنی و قابل بازیابی
- ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

حضور و فعالیت کلاسی: ۱۰٪، میان‌ترم: ۲۰٪، تمرین: ۲۰٪، پایان‌ترم: ۳۵٪، پروژه درسی: ۱۵٪

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

حمیدرضا ارباب، اقتصاد محیط‌زیست و منابع طبیعی، نشر نی، ۱۳۹۶.

ولی بریم‌نژاد (مترجم)، اقتصاد محیط‌زیست و مدیریت منابع طبیعی، موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، ۱۳۹۴.

کلاهی‌اهری، علی کوچکی عوض، دهقانیان سیاوش، اقتصاد محیط‌زیست، ناشر: دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۸.



David A. Anderson, Environmental economics and natural resource management, Routledge, 2010.

T. James, Energy markets: price risk management and trading. John Wiley & Sons, 2012.

Roger Perman, Yue Ma, Michael Common, David Maddison, James McGilvray, Natural Resource and Environmental Economics, Pearson Education Limited, 2013.

R. Q. Grafton, W. Adamowicz, D. Dupont, H. Nelson, R. Hill, S. Renzetti, Economics of the environmental and natural resources, 2004.

N. Hanley, F. S. Jason, B. White, Environmental Economics: in theory and practice, 1997.

T. Tietenberg, L. Lewis, Environmental and Natural Resource Economics 10th Edition, Pearson Education, Inc., (2015).

Grossman and Krueger, Economic Growth and the Environment, Quarterly Journal of Economics, Vol. 110, pp. 353-377, 1995.



عنوان درس به فارسی: نمونه‌برداری و آنالیز آلاینده‌ها در صنایع انرژی		
نوع درس و واحد	Sampling and Analysis of Pollutants Energy Industries	
پایه ☐ نظری ☐	-	
تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	-	
تخصصی اختیاری ☒ نظری-عملی ☒	۲	
رساله / پایان‌نامه ☐	۴۸	
تعداد واحد:	۲	
تعداد ساعت:	۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

الف) هدف کلی: هدف این درس آشنایی با روش‌های نمونه‌برداری و آزمایش پارامترهای هوا، فاضلاب و آب از صنایع انرژی می‌باشد.

ب) اهداف ویژه:

پ) سرفصل‌ها:

نظری:

- اهداف نمونه‌برداری (تدوین استاندارد، ارزیابی اثرات، تعیین تبعیت از مقررات و پایش روند)
- کلیات نمونه‌برداری (شیوه‌های اصلی نمونه‌برداری، تعیین محل، معیارهای نمونه‌برداری از هوای آزاد و منابع آلوده، اندازه‌گیری سرعت، فشار و دما در منابع ثابت)
- استانداردها و شاخص‌های کیفیت هوا
- دلایل و اهمیت نمونه‌برداری از هوای آزاد
- روش‌های نمونه‌برداری و سنجش آلاینده‌های گازی
- دستگاه‌های نمونه‌برداری و سنجش آلاینده‌های گازی و اساس کار آن‌ها
- روش‌ها و دستگاه‌های نمونه‌برداری و سنجش آلاینده‌های معلق و اساس کار آن‌ها
- دلایل و اهمیت نمونه‌برداری از هوای خروجی دودکش
- روش‌ها و دستگاه‌های نمونه‌برداری و سنجش آلاینده‌های گازی و اساس کار آن‌ها
- روش‌ها و دستگاه‌های نمونه‌برداری و سنجش آلاینده‌های معلق و اساس کار آن‌ها
- استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در پایش آلاینده‌های هوا
- شبکه‌های سنجش و نظارت آلودگی (شبکه‌های شهری، شبکه‌های صنعتی، شبکه‌های منطقه‌ای و جهانی)
- مروری بر کلیه روش‌های مربوط با نمونه‌برداری و آنالیز پارامترهای آب و فاضلاب از قبیل: کل جامدات معلق، میزان اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی و شیمیایی، کدورت، رنگ و ...)
- تحلیل داده‌ها و تهیه گزارش
- عملی:
- نمونه‌برداری از ذرات (معیارهای انتخاب روش نمونه‌برداری از منابع ساکن، متحرک و هوای آزاد)
- نمونه‌برداری از گازها
- سنجش پیوسته آلاینده‌ها
- آنالیز دستگاهی (روش‌های مختلف رنگ‌سنجی، پتانسیومتری، استکتروفتومتری، اسپکتروسکوپی اتمی و جرمی، گازکروماتوگرافی)

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

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

ارزشیابی مستمر: ۲۵٪، آزمون نهایی: ۵۰٪، پروژه: ۲۵٪.

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

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

James P. Lodge, Jr Methods of Air Sampling and Analysis 1998.
EPA'S Sampling and analysis methods, L.H. Keith, 2000



Gupta, P.K, Methods on environmental analysis water, soil and air, 2004

Lodge, J.P, Methods of Air Sampling and Analysis, Lcwis Publisher, 1990.

Reynolds, T. P. and Richard, P.A., Unit Operations and Processes in Environmental Engineering, 2ed., PWS Publishing Co., Boston, MA, 1995

Radojevc, Morislav, Practical environmental analysis, Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1999

Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, APHA

