



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



برنامه درسی رشته

مهندسی انرژی های تجدید پذیر

Renewable Energy Engineering

مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته



کروه فنی و مهندسی

پیشهادی پژوهشگاه مواد و انرژی

بیت

نام رشته: مهندسی انرژی های تجدید پذیر

عنوان گرایش: -

گروه تحصیلی: فنی و مهندسی

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته

زیر گروه تحصیلی: مهندسی عمران

نوع مصوبه: بازنگری

پیشنهادی: پژوهشگاه مواد و انرژی

تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۰۶/۱۳

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی انرژی های تجدید پذیر، در جلسه شماره ۱۶۶ تاریخ ۱۴۰۱/۰۶/۱۳ کمیسیون برنامه ریزی درسی، محتوا و سرفصل رشته های تحصیلی 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 رشته مهندسی انرژی های تجدید پذیر مصوب جلسه ۶۱۶ تاریخ ۱۳۸۵/۱۱/۰۷ 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 قاسم عمو عابدینی

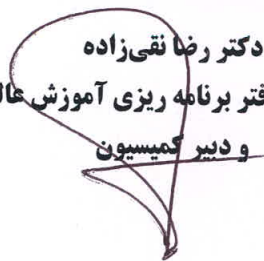
معاون آموزشی و رئیس کمیسیون



دکتر رضا نقی زاده

مدیر کل دفتر برنامه ریزی آموزشی عالی

و دبیر کمیسیون





جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای گسترش و برنامه ریزی آموزش عالی

پژوهشگاه مواد و انرژی، دانشگاه شهید بهشتی



برنامه ریزی رشته

مهندسی انرژی های تجدیدپذیر

RENEWABLE ENERGY ENGINEERING

مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته

تهیه کنندگان:

a.pourrajabian@merc.ac.ir

m_zandi@sbu.ac.ir

عضو هیات علمی پژوهشگاه مواد و انرژی

عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی

دکتر ابوالفضل پوررجبیان

دکتر مجید زندی



جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱.	مبانی انرژی‌های تجدیدپذیر (۱)	مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر
۲.	مبانی انرژی‌های تجدیدپذیر (۲)	- ادغام در مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر -
۳.	انرژی خورشیدی (مبانی و کاربردها)	انرژی خورشیدی
۴.	انرژی بادی (مبانی و کاربردها)	انرژی بادی
۵.	انرژی آبی (مبانی و کاربردها)	انرژی آبی
۶.	انرژی بیوماس و بیوگاز (مبانی و کاربردها)	بیوانرژی
۷.	انرژی هیدروژن و پیل سوختی	انرژی هیدروژن
۸.	انرژی هیدروژن و پیل سوختی	پیل‌های سوختی
۹.	-	انرژی زمین‌گرمایی
۱۰.	آزمایشگاه اندازه‌گیری و انرژی‌سنجی	- حذف -
۱۱.	مدیریت و اقتصاد انرژی	اقتصاد انرژی‌های تجدیدپذیر
۱۲.	آمار کاربردی و ریاضیات	ریاضی در انرژی
۱۳.	طراحی سیستم‌های انرژی	به زیرشاخه‌های تخصصی (ردیف‌های ۱۴ الی ۱۷ جدول) شکسته شده است.
۱۴.	-	طراحی سیستم‌های حرارتی خورشیدی
۱۵.	-	طراحی آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی
۱۶.	-	طراحی سیستم‌های فتوولتائیک خورشیدی
۱۷.	-	طراحی سیستم‌های بادی
۱۸.	-	ذخیره‌سازی انرژی مکانیکی و هیدروژن
۱۹.	-	ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی و الکتروشیمیایی
۲۰.	-	ساختمان‌های انرژی صفر
۲۱.	-	سامانه‌های انرژی فعال و غیر فعال
۲۲.	-	آینده‌نگری و رصد انرژی
۲۳.	-	مبدل‌های الکترونیک قدرت در سیستم‌های انرژی‌های تجدیدپذیر
۲۴.	-	کنترل در انرژی‌های تجدیدپذیر
۲۵.	-	کنترل ژنراتورهای بادی
۲۶.	-	سیستم‌های هیبرید انرژی الکتریکی
۲۷.	-	مدل‌سازی و تحلیل پایداری سیستم‌های تجدیدپذیر
۲۸.	-	شبکه‌های هوشمند
۲۹.	-	کاربرد فناوری نانو در انرژی‌های تجدیدپذیر



فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی



رشته کارشناسی ارشد مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر (Master of Science in Renewable Energy Engineering)، با هدف آموزش و تربیت دانشجویان در زمینه مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر تدوین و راه‌اندازی شده است. برنامه درسی این رشته به گونه‌ای طراحی شده که دانشجویان در طول دوره تحصیلی ضمن آشنایی با زمینه مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر، بتوانند حداقل در یکی از حوزه‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر به صورت تخصصی ورود کرده و پس از دانش آموختگی منشأ خدمات ارزشمند برای جامعه باشند. به این منظور و با توجه به ماهیت رشته مذکور، طیف متنوعی از دروس آموزشی در برنامه درسی این رشته گنجانده شده است.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

حوزه مطالعاتی رشته مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر بر انواع این انرژی‌ها (خورشیدی، بادی، آبی، ...) متمرکز بوده و انتظار می‌رود دانش آموختگان مقطع کارشناسی رشته‌های مهندسی مکانیک/برق/انرژی/شیمی و فیزیک و سایر علاقه‌مندان (با رعایت ضوابط و مقررات وزارت علوم تحقیقات و فناوری) با ورود به این دوره قابلیت و توانایی طراحی، شبیه‌سازی و ساخت سامانه‌های تجدیدپذیر را کسب کنند. به این منظور، برنامه درسی بازنگری شده حاضر این امکان را برای دانشجویان بوجود آورده است تا با اخذ دروس تخصصی، اشراف بیشتری بر زمینه‌های اصلی و منابع عمده تجدیدپذیر انرژی پیدا کرده و همچنین در مسیر تحصیل با اخذ **هدفمند** دروس اختیاری، پایان‌نامه تحصیلی خود را با تمرکز بر موضوع‌های مشتق از انرژی‌های تجدیدپذیر با موفقیت به اتمام برسانند. هدف از بازنگری دروس، بروزرسانی علوم و فنون بر مبنای روند روز توسعه و پیشرفت علمی بوده تا بتوان با تمرکز بر نیازهای ملی و رویکردهای فرا ملی، هم به نتایجی کاربردی از انجام پایان‌نامه‌های دانشجویی رسید و هم فارغ‌التحصیلانی تربیت نمود که دانش و تخصص ایشان هم‌خوان با نیازهای کشور باشد.

پ) ضرورت و اهمیت

تأمین نیاز روزافزون به انرژی و افزایش آلاینده‌های زیست‌محیطی یکی از چالش‌های اساسی دولت و تصمیم‌گیرندگان است. در این راستا تغییر رویکرد جهانی به تأمین انرژی از منابع تجدیدپذیر بجای سوخت‌های فسیلی به یکی از اهداف و برنامه‌های بلند مدت کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه تبدیل شده و توسعه و رشد قابل توجهی برای انرژی‌های تجدیدپذیر در سالیان آتی پیش‌بینی می‌شود. اسناد بالادستی کشور نیز مؤید بکارگیری هر چه بیشتر منابع تجدیدپذیر است. به این منظور، نیاز به عزم و برنامه‌ریزی ملی و استفاده از کلیه ظرفیت‌ها و پتانسیل‌های موجود در کشور می‌باشد. دوره آموزشی حاضر پس از تجربه نزدیک به ۱۵ سال تدریس و تحقیق در پژوهشگاه مواد و انرژی، دانشگاه شهید بهشتی و دیگر دانشگاه‌ها مورد بازبینی قرار گرفته و تلاش بر آن بوده که نقاط ضعف دوره پیشین رفع و به نقاط قوت آن افزوده شود. همچنین در این مسیر تلاش شده است که بر اساس رویکرد حال حاضر دنیا، منابع مورد مطالعه بازنگری و بروزرسانی شود. علاوه بر این، سعی شده است که فارغ‌التحصیلان این دوره توانایی لازم برای ادامه تحصیل و مهم‌تر ارتقاء دانش و تجربه لازم جهت راه‌اندازی کسب و کار در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر را داشته باشند. از جمله ویژگی‌های بارز و مهم دوره آموزشی حاضر عبارتست از:

- ۱- تأکید بر کاربردی و تخصصی بودن دروس جهت افزایش مهارت دانشجویان؛
- ۲- کاهش هم‌پوشانی مباحث ارائه شده در سرفصل‌های قبلی؛
- ۳- دادن عمق بیشتر به موضوع‌های تخصصی در کنار ایجاد همبستگی بیشتر مابین موضوع‌های بین‌رشته‌ای؛
- ۴- تنوع‌بخشی به دروس اختیاری با هدف ارائه آزادی عمل بیشتر به دانشجویان جهت انجام هر چه بهتر پایان‌نامه یا توجه به ماهیت بین‌رشته‌ای موضوعات مرتبط؛
- ۵- بروز رسانی سرفصل‌های ارائه شده با توجه به توسعه و پیشرفت در زمینه دانش و فناوری؛



کارشناسی ارشد ناپیوسته مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر / ۵

- ۶- تربیت تخصصی دانشجویان جهت فعالیت در حداقل یکی از حوزه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر پس از فارغ‌التحصیلی؛
- ۷- آماده سازی فارغ‌التحصیلان بر اساس نیازهای جامعه؛
- ۸- کمک به اشتغال تخصص محور فارغ‌التحصیلان؛
- ۹- بی‌نیازی هرچه بیشتر و تا حد امکان کشور به تخصص خارجی در زمینه‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر.

در ادامه محتوای آموزشی دوره شامل برنامه و عناوین به همراه سرفصل هر کدام از دروس آورده شده است. امید است با تلاش دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی و حمایت سازمان‌های ذیربط، شاهد افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی کشور بوده و گامی بلند در کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی در سالیان آتی برداشته شود.

ت) تعداد و نوع واحدهای درسی

جدول (۱) - توزیع واحدها

نوع دروس	تعداد واحد
دروس عمومی	-
دروس پایه	-
دروس تخصصی	۱۱
دروس اختیاری	۱۵
رساله / پایان‌نامه	۶
جمع	۳۲



ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش‌آموختگان

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
دانش و فناوری در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر به صورت تخصصی	انرژی خورشیدی، انرژی بادی، انرژی آبی، بيو انرژی، انرژی هیدروژن، پیل‌های سوختی، انرژی زمین گرمایی
طراحی سیستم‌های تجدیدپذیر	طراحی سیستم‌های حرارتی خورشیدی، طراحی آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی، طراحی سیستم‌های فتوولتاییک خورشیدی، طراحی سیستم‌های بادی، مبدل‌های الکترونیک قدرت در سیستم‌های انرژی‌های تجدیدپذیر، سیستم‌های هیبرید انرژی الکتریکی، منابع و مصارف انرژی
طراحی، توسعه و بکارگیری از سامانه‌های ذخیره‌ساز انرژی و ترکیب با منابع تجدیدپذیر انرژی	تبدیل و ذخیره انرژی، ذخیره‌سازی انرژی مکانیکی و هیدروژن، ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی و الکتروشیمیایی، ساختمان‌های انرژی صفر، سامانه‌های انرژی فعال و غیر فعال
مدیریت و کنترل سیستم‌های تجدیدپذیر	تحلیل سیستم‌ها و ممیزی انرژی، کنترل در انرژی‌های تجدیدپذیر، کنترل ژنراتورهای بادی، مدل‌سازی و تحلیل پایداری سیستم‌های تجدیدپذیر، شبکه‌های هوشمند
تحلیل اقتصادی سیستم‌های تجدیدپذیر انرژی و ارائه برنامه و نقشه راه	اقتصاد انرژی‌های تجدیدپذیر، ریاضی در انرژی، آینده‌نگری و رصد انرژی، تحلیل سیستم‌ها و ممیزی انرژی
مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های عمومی	دروس مرتبط
آشنایی عمومی با منابع تجدیدپذیر و اهمیت آن در دنیای امروز	مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی و محیط زیست، کاربرد فناوری نانو در انرژی‌های تجدیدپذیر
مهارت در ارائه آموخته‌های درسی	سمینار، پایان‌نامه

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

به طور معمول دانش‌آموختگان مقطع کارشناسی رشته‌های مهندسی مکانیک/برق/انرژی/شیمی و فیزیک و سایر علاقه‌مندان (با رعایت ضوابط و مقررات وزارت علوم تحقیقات و فناوری) می‌توانند وارد رشته تحصیلی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر شوند.



فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس



جدول (۲) - عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۱-۳ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر	۳	■	-	-	۴۸	-	-	-
۲.	انرژی خورشیدی	۳	■	-	-	۴۸	-	-	مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر
۳.	انرژی بادی	۳	■	-	-	۴۸	-	-	مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر
۴.	سمینار	۲	■	-	-	۳۲	-	-	-



جدول (۳) - عنوان و مشخصات کلی دروس اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۱-۳ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	انرژی آبی	۳	■	-	-	۴۸	-	مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر	
۲.	بیو انرژی	۳	■	-	-	۴۸	-	مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر	
۳.	انرژی زمین گرمایی	۳	■	-	-	۴۸	-	مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر	
۴.	انرژی هیدروژن	۳	■	-	-	۴۸	-	مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر	
۵.	بیل‌های سوختی	۳	■	-	-	۴۸	-	مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر	
۶.	تبدیل و ذخیره انرژی	۳	■	-	-	۴۸	-	-	
۷.	تحلیل سیستم‌ها و ممیزی انرژی	۳	■	-	-	۴۸	-	-	
۸.	آینده‌نگری و رصد انرژی	۳	■	-	-	۴۸	-	-	
۹.	انرژی و محیط زیست	۳	■	-	-	۴۸	-	-	



ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۱-۳ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱۰.	ریاضی در انرژی	۳	■	-	-	۴۸	-	-	
۱۱.	طراحی سیستم‌های حرارتی خورشیدی	۳	■	-	-	۴۸	-	انرژی خورشیدی	
۱۲.	طراحی آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی	۳	■	-	-	۴۸	-	انرژی خورشیدی	
۱۳.	طراحی سیستم‌های فتوولتائیک خورشیدی	۳	■	-	-	۴۸	-	انرژی خورشیدی	
۱۴.	طراحی سیستم‌های بادی	۳	■	-	-	۴۸	-	انرژی بادی	
۱۵.	ذخیره‌سازی انرژی مکانیکی و هیدروژن	۳	■	-	-	۴۸	-	-	
۱۶.	ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی و الکتروشیمیایی	۳	■	-	-	۴۸	-	-	
۱۷.	ساختمان‌های انرژی صفر	۳	■	-	-	۴۸	-	-	
۱۸.	سامانه‌های انرژی فعال و غیر فعال	۳	■	-	-	۴۸	-	-	
۱۹.	مبدل‌های الکترونیک قدرت در سیستم‌های انرژی‌های تجدیدپذیر	۳	■	-	-	۴۸	-	-	
۲۰.	کنترل در انرژی‌های تجدیدپذیر	۳	■	-	-	۴۸	-	-	



ردیف	عنوان درس	تعداد واحد (۱-۳ واحد)	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۲۱.	کنترل ژنراتورهای بادی	۳	■	-	-	۴۸	-	مبدل‌های الکترونیک قدرت در سیستم‌های انرژی‌های تجدیدپذیر	
۲۲.	سیستم‌های هیبرید انرژی الکتریکی	۳	■	-	-	۴۸	-	-	
۲۳.	مدل‌سازی و تحلیل پایداری سیستم‌های تجدیدپذیر	۳	■	-	-	۴۸	-	-	
۲۴.	منابع و مصارف انرژی	۳	■	-	-	۴۸	-	-	
۲۵.	شبکه‌های هوشمند	۳	■	-	-	۴۸	-	-	
۲۶.	اقتصاد انرژی‌های تجدیدپذیر	۳	■	-	-	۴۸	-	-	
۲۷.	کاربرد فناوری نانو در انرژی‌های تجدیدپذیر	۳	■	-	-	۴۸	-	-	



فصل سوم

ویژگی‌های دروس



عنوان درس به فارسی:		مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر	
عنوان درس به انگلیسی:		Basic of Renewable Energy Engineering	
دروس پیش نیاز:		-	
دروس هم نیاز:		-	
تعداد واحد:	۳		
تعداد ساعت:	۴۸		
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☒ عملی ☐			
اختیاری ☐ نظری-عملی ☐			
رساله / پایان نامه ☐			

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

.....

هدف کلی:

- آشنایی با منابع تجدیدپذیر و نحوه عملکرد سامانه‌های تجدیدپذیر

اهداف ویژه:

۱. فراگیری مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر؛
۲. آشنایی با نحوه استحصال انرژی از سامانه‌های تجدیدپذیر.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و وضعیت کنونی و آتی؛
۲. آشنایی با مفاهیم انرژی‌های تجدیدپذیر و اهمیت آن‌ها؛
۳. آشنایی با مشخصه‌های عملکردی تجهیزات تبدیل منابع اولیه تجدیدپذیر به انواع انرژی مصرفی؛
۴. آشنایی با نحوه تبدیل انرژی از منابع اولیه تجدیدپذیر به صورت موضعی و نیروگاهی؛
۵. مبانی ترمودینامیکی / انتقال گرما در سامانه‌های تجدیدپذیر؛
۶. مقدمه‌ای بر مهندسی انرژی الکتریکی / گرمایی خورشیدی فعال و غیر فعال؛
۷. مبانی دینامیک سیالات در سامانه‌های تجدیدپذیر؛
۸. مبانی مهندسی برق بادی و آبی و آشنایی با انواع توربین‌ها؛
۹. مبانی مهندسی بهره‌برداری از انرژی زمین گرمایی؛
۱۰. اصول مهندسی استحصال انرژی از دیگر منابع تجدیدپذیر (هیدروژن و پیل سوختی، زیست توده، اقیانوس‌ها، سوخت‌های جایگزین و ...)
۱۱. آشنایی با مفاهیم جدید برداشت انرژی (Energy Harvesting) بر مبنای منابع تجدیدپذیر و پاک؛
۱۲. آشنایی با تجهیزات الکتریکی سامانه‌های تجدیدپذیر؛
۱۳. آشنایی با روش‌های جدید شبکه‌های انرژی هم‌چون تولید پراکنده و ریزشبکه‌ها؛
۱۴. آشنایی با مفاهیم آینده‌نگری انرژی؛
۱۵. آشنایی با مفاهیم اقتصاد و سیاست‌گذاری انرژی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال

۳۰ درصد

آزمون پایان نیم سال

۷۰ درصد



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Sorensen, B. “*Renewable energy physics, engineering, environmental impacts, economics and planning.*” Elsevier Ltd. 2017 .
2. Da Rosa, A. V. “*Fundamentals of renewable energy processes.*” Academic Press, 2012 .
3. Twidell, J. and Tony Weir, T. “*Renewable Energy Resources.*” Routledge, 3rd ed., 2015.
4. Tester, J. W., Drake, E. M., Driscoll, M. J., Golay, M. W., & Peters, W. A. “*Sustainable energy: choosing among options.*” MIT press, 2012.
5. Hodge, B. Keith. “*Alternative energy systems and applications.*” John Wiley & Sons, 2017.
6. Cengel, Yunus A., and Michael A. Boles. “*Thermodynamics: an engineering approach.*” McGraw-Hill Education; 8th ed. 2014.
7. Kanoğlu, M., Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. “*Fundamentals and applications of renewable energy.*” McGraw-Hill Education, 2020.



عنوان درس به فارسی: انرژی خورشیدی		انرژی خورشیدی
عنوان درس به انگلیسی: Solar Energy		
نوع درس و واحد	پایه ☐ نظری ☒	-
دروس پیش نیاز:	تخصصی ☒ عملی ☐	مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر
دروس هم‌نیاز:	اختیاری ☐ نظری-عملی ☐	۳
تعداد واحد:	رساله / پایان‌نامه ☐	۴۸
تعداد ساعت:		

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

هدف کلی:

- نحوه استحصال انرژی حرارتی و الکتریکی از تابش خورشید

اهداف ویژه:

۳. آشنایی با اجزای سامانه‌های خورشیدی؛
۴. آشنایی با سامانه‌های خورشیدی متصل به شبکه و منفصل از شبکه.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تابش خورشیدی؛
۲. تابش عبوری از صفحات شفاف؛
۳. آشنایی با انواع کالکتورهای خورشیدی - معرفی کاربردهای غیر نیروگاهی و نیروگاهی انرژی حرارتی خورشیدی؛
۴. معرفی سیستم‌های فتوولتاییک؛
۵. اثر فتوولتاییک، مدل‌سازی و مشخصه‌های عملکردی سلول‌های فتوولتاییک؛
۶. بررسی تغییر پارامترهای محیطی بر عملکرد سامانه‌ها و سلول‌های فتوولتاییک؛
۷. تابش خورشیدی جذب شده روی سطوح فتوولتاییک؛
۸. سیستم‌های فتوولتاییک متصل به شبکه و منفصل از شبکه؛
۹. اینورتر و باتری: معرفی و نحوه عملکرد؛
۱۰. طراحی آرایه‌های فتوولتاییک؛
۱۱. ذخیره‌سازی انرژی خورشیدی؛
۱۲. روش‌های شستشوی صفحه‌های خورشیدی؛
۱۳. تشریح ساخت سلول‌های فتوولتاییک؛
۱۴. مروری بر فناوری‌های ساخت سلول‌های فتوولتاییک؛
۱۵. فناوری‌های ساخت و بازیافت صفحه‌های خورشیدی؛
۱۶. معرفی اهمیت تأمین مواد معدنی مورد نیاز در صنعت انرژی خورشیدی؛
۱۷. اقتصاد انرژی خورشیدی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)



ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Duffie, John A., William A. Beckman, and Nathan Blair. "Solar engineering of thermal processes, photovoltaics and wind." John Wiley & Sons, 2020.
2. Kalogirou, Soteris A. "Solar energy engineering: processes and systems." Academic Press, 2013.
3. Luque, Antonio, and Steven Hegedus, eds. "Handbook of photovoltaic science and engineering." John Wiley & Sons, 2011.



عنوان درس به فارسی:		انرژی بادی	
عنوان درس به انگلیسی:		Wind Energy	
دروس پیش نیاز:		-	
دروس هم نیاز:		مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر	
تعداد واحد:	۳		
تعداد ساعت:	۴۸		
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒			
تخصصی ☒ عملی ☐			
اختیاری ☐ نظری-عملی ☐			
رساله / پایان نامه ☐			

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

.....

هدف کلی:

- آشنایی با سامانه‌های انرژی بادی

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با اجزای توربین‌های بادی؛
۲. آشنایی با نحوی عملکرد توربین‌ها و مزارع بادی.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: تاریخچه، منابع باد، وضعیت جهانی و داخلی؛
۲. تأثیرات زیست محیطی و اجتماعی انرژی بادی؛
۳. معرفی توربین‌های بادی: انواع توربین‌ها (افقی، عمودی، ساوینوس، اچ روتور...)، توربین‌های کوچک و بزرگ؛ نیروگاه بادی فراساحل؛
۴. منحنی توان سرعت توربین؛
۵. پتانسیل سنجی انرژی باد: تعیین توزیع پروفیل ویول/رایلی باد، تخمین توان خروجی از توربین، ضریب ظرفیت، نمودار گلباد؛
۶. تحلیل عملکرد توربین بادی: نظریه بتز، معرفی هندسه‌ی پره، نظریه اندازه حرکت المان پره (BEM)، هندسه ایده‌آل پره توربین بادی؛
۷. روش‌های کنترل فعال و غیرفعال توربین‌ها؛
۸. مقدمه‌ای بر اجزا و سیستم‌های برق بادی: انواع ژنراتورها، اینورتر، الزامات اتصال به شبکه؛
۹. مزارع بادی: پارامترهای طراحی، مدل‌سازی جریان، چیدمان مزارع بادی، کنترل توان خروجی؛
۱۰. معرفی طرح‌های جدید بهره‌گیری از انرژی بادی (توربین‌های بادی شناور، توربین‌های بادی هوابرد، توربین‌های بادی ترکیبی، توربین‌های بدون پره...)؛
۱۱. بازیافت اجزای توربین بادی؛
۱۲. معرفی اهمیت تأمین مواد معدنی مورد نیاز در صنعت انرژی بادی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.



چ (فهرست منابع پیشنهادی:

1. Manwell, James F., Jon G. McGowan, and Anthony L. Rogers. “*Wind energy explained: theory, design and application.*” John Wiley & Sons, 2010.
2. Hau, Erich. “*Wind turbines. fundamentals, technology, application, economics.*” 2006.
3. Burton, Tony, Nick Jenkins, David Sharpe, and Ervin Bossanyi. “*Wind energy handbook.*” John Wiley & Sons, 2011.
4. Landberg, Lars. “*Meteorology for wind energy: an introduction.*” John Wiley & Sons, 2015.
5. Gary, L. Johnson, and L. Johnson. “*Wind energy systems.*” Electronic Edition, 2006.



عنوان درس به فارسی:		سمینار	
عنوان درس به انگلیسی:		Seminar	
دروس پیش نیاز:		-	
دروس هم نیاز:		-	
تعداد واحد:		۲	
تعداد ساعت:		۳۲	
نوع درس و واحد			
☐ پایه ☐ نظری			
☐ عملی ☐ تخصصی			
☐ نظری-عملی ☐ اختیاری			
☐ رساله / پایان نامه			

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

.....

هدف کلی:

- آشنایی با اصول تحقیق و نحوه نگارش متون علمی

اهداف ویژه:

۱. آموزش نگارش متون علمی؛
۲. آموزش نگارش پروپوزال، مقاله و پایان نامه.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. روش تحقیق: انتخاب موضوع تحقیق و بررسی سوابق و پیشینه آن، فرضیات و سؤالات تحقیق، جستجوی منابع و دسته‌بندی، نوع روش تحقیق، جمع‌آوری اطلاعات، شیوه نمونه‌گیری و تعداد، جامعه آماری، شیوه بیان نتایج، ذکر منابع و مراجع؛
۲. نحوه نگارش پروپوزال: بیان موضوع و اهمیت آن، بیان اهداف اصلی و طرح جزئیات، زمان‌بندی طرح، روش انجام، نحوه تهیه تجهیزات، بیان اعتبارات مورد نیاز و منابع مالی؛
۳. نحوه نگارش مقاله علمی: تدوین مقاله و بخش‌های آن، انتخاب مجله مناسب، تهیه Cover letter، نحوه ارسال مقاله، نحوه پاسخ به داوران/سردبیر مجله؛
۴. نحوه نگارش پایان نامه: بیان چارچوب پایان نامه، تهیه فصل‌ها و بخش‌های پایان نامه، ذکر منابع و قالب آن؛
۵. نحوه ارائه نتایج: شیوه ارائه کتبی و شفاهی، الزامات ارائه شفاهی در مجامع علمی، نحوه ارائه محصولات تولیدی در نمایشگاه‌ها.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال | ۸۰ درصد |
| آزمون پایان نیم سال | ۲۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Murray, Rowena. "How to write a thesis." McGraw-Hill Education (UK), 2011.
2. Gastel, Barbara, and Robert A. Day. "How to write and publish a scientific paper." Cambridge University Press, 2016.
3. Coley, Soraya Moore, and Cynthia A. Scheinberg. "Proposal writing: effective grantsmanship for funding." SAGE Publications, 2021.



عنوان درس به فارسی:		انرژی آبی
عنوان درس به انگلیسی:		Hydro Energy
دروس پیش‌نیاز:	مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر	
دروس هم‌نیاز:	-	
تعداد واحد:	۳	
تعداد ساعت:	۴۸	
نوع درس و واحد		
پایه ☐	نظری ☒	
تخصصی ☐	عملی ☐	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	
رساله / پایان‌نامه ☐		

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

هدف کلی:

- آشنایی با مبانی مهندسی استحصال انرژی آبی از رودخانه، دریا و اقیانوس

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با نحوه عملکرد انواع توربین‌ها؛
۲. آشنایی با نحوه برآورد انرژی جزر و مد و انرژی امواج.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه، تاریخچه و اهمیت انرژی آبی در تولید الکتریسته؛
۲. معرفی انواع منابع انرژی آبی (رودخانه‌ها، جزر و مد، امواج)؛
۳. مبانی استحصال انرژی از سدهای کشندی؛
۴. اصول مهندسی استحصال انرژی از جریان‌های جزر و مد، اقیانوسی و رودخانه‌ها؛
۵. انواع توربین‌های کشندی، اصول طراحی و مهندسی؛
۶. انرژی ناشی از اختلاف دما؛
۷. پتانسیل انرژی امواج در ایران و جهان، آشنایی با مفاهیم و تقسیم‌بندی امواج؛
۸. تئوری و مدل‌های امواج؛
۹. برآورد انرژی امواج؛
۱۰. مدل‌های انرژی امواج: دسته بندی و اصول طراحی؛
۱۱. معرفی نمونه‌های اجرایی؛
۱۲. معرفی و آشنایی با روش‌های جدید تبدیل انرژی آبی؛
۱۳. اثرات زیست محیطی بهره‌گیری از انواع منابع انرژی آبی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال | ۳۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال | ۷۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.



چ (فهرست منابع پیشنهادی:

1. Baker, A. C. "*Tidal power*." Peter Peregrinus Ltd, 1991.
2. Charlier R.H. and Finkl, C.W. "*Ocean energy; tide and tidal power*." Springer, 2009.
3. Sorensen, R.M. "*Basic Coastal engineering*." Springer, 3rd Ed., 2005.
4. Lyatkher, V.M. "*Tidal Power: Harnessing energy from water currents*." Wiley, 2014.
5. Thorpe, T.W. "*A brief review of wave energy*." Report produced for the UK Department of Trade and Industry, ETSU-R120, 1999.
6. Bhattacharyya, R. and McCormick, M.E. "*Wave energy conversion*." Elsevier, 2003
7. Falnes, J. "*Ocean waves and oscillating systems: linear interactions including wave-energy extraction*." Cambridge university press, 2002.



عنوان درس به فارسی: بیو انرژی		عنوان درس به انگلیسی: Bio Energy
نوع درس و واحد		
پایه ☐	نظری ☒	مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر
تخصصی ☐	عملی ☐	-
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۳
رساله / پایان نامه ☐		۴۸
		تعداد واحد:
		تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

- آشنایی با نحوه استحصال انرژی از منابع زیست توده

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با سوخت‌های زیستی؛
۲. آشنایی با فن‌آوری‌های مرتبط با بیو انرژی.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. زیست توده و منابع؛
۲. تعریف زیست توده و بیوانرژی - معیارهای پایداری در بیوانرژی؛
۳. منابع عمده زیست توده و ویژگی‌های آن‌ها؛
۴. جایگاه بیوانرژی در جهان؛
۵. سوخت‌های زیستی مایع: بیواتانول؛ بیودیزل؛ سوخت‌های فیشر-تروپش؛ سایر سوخت‌های بیوسینتتیک؛
۶. سوخت‌های زیستی جامد؛
۷. سوخت‌های زیستی گازی: بیوگاز، بیومتان، بیوهیدروژن، گاز سنتز؛
۸. فن‌آوری تخمیر، فن‌آوری ترنس استریفیکاسیون، فن‌آوری هضم بی‌هوازی، فن‌آوری پیل میکربی؛
۹. فن‌آوری‌های تبدیل ترموشیمیایی: احتراق مستقیم، آتشکافت (پیرولیز)، گازی‌سازی، تفته کردن و کربنیزاسیون.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Cheng, Jay, ed. "Biomass to renewable energy processes." CRC press, 2017.
2. Baskar, Chinnappan, Shikha Baskar, and R. S. Dhillon. "Biomass conversion: the interface of biotechnology." Chemistry and Materials Science, Springer, 2012.



3. Singh, Ram Sarup, Ashok Pandey, and Edgard Gnansounou, eds. *“Biofuels: production and future perspectives.”* CRC Press, 2016.
4. Samir K. Khanal; Rao Y. Surampalli; Tian C. Zhang; Buddhi P. Lamsal; R. D. Tyagi; and C. M. Kao, *“Bioenergy and biofuel from biowastes and biomass”*, American Society of Civil Engineers, 2010.
5. Erik Dahlquist, *“Biomass as energy source: resources, systems and applications”*, CRC Press, 2017.



عنوان درس به فارسی:		انرژی زمین گرمایی	
عنوان درس به انگلیسی:		Geothermal Energy	
دروس پیش‌نیاز:		مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر	
دروس هم‌نیاز:		-	
تعداد واحد:	۳		
تعداد ساعت:	۴۸		
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒		
تخصصی ☐	عملی ☐		
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐		
رساله / پایان‌نامه ☐			

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

هدف کلی:

- آشنایی با نحوه استحصال انرژی زمین گرمایی

اهداف ویتژه:

۱. طراحی و مدل سازی سیستم های زمین گرمایی؛
۲. آشنایی با کاربردهای انرژی زمین گرمایی.

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی انرژی زمین گرمایی، تاریخچه، وضعیت داخلی و جهانی؛
۲. ویژگی‌های زمین، اکتشاف/شناسایی منابع زمین گرمایی؛
۳. اثرات زیست محیطی و ملاحظات اقتصادی؛
۴. پمپ‌های حرارتی زمین گرمایی: انواع پمپ و اجزای آن‌ها، مزایا و معایب، مدل‌سازی و شبیه‌سازی.
۵. سیستم‌های زمین گرمایی؛
۶. نیروگاه‌های زمین گرمایی شامل بخار خشک؛ تبخیر یک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای، دودمانده.
۷. آشنایی و معرفی کاربردهای انرژی زمین گرمایی؛
۸. تولید برق از انرژی زمین گرمایی؛
۹. گرمایش و سرمایش مستقیم از انرژی زمین گرمایی؛
۱۰. تولید همزمان در سامانه‌های زمین گرمایی؛
۱۱. پرورش آبزیان به کمک انرژی زمین گرمایی؛
۱۲. گرمایش گلخانه‌ها، خشک‌کن‌ها و شیرین‌سازی آب به کمک انرژی زمین گرمایی؛
۱۳. آب درمانی به کمک انرژی زمین گرمایی.

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهای):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم سال ۷۰ درصد

ج. ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.



1. Gupta, Harsh K., and Sukanta Roy. "Geothermal energy: an alternative resource for the 21st century." Elsevier, 2006.
2. Glassley WE, "Geothermal Energy – Renewable energy and the environment." CRC Press, 2010.
3. DiPippo, Ronald. "Geothermal power plants: principles, applications, case studies and environmental impact." Butterworth-Heinemann, 2012.



عنوان درس به فارسی: انرژی هیدروژن		عنوان درس به انگلیسی:
Hydrogen Energy		مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر
نوع درس و واحد	نظری ☒ پایه ☐	دروس پیش‌نیاز:
	تخصصی ☐ عملی ☐	دروس هم‌نیاز: -
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

- آشنایی با هیدروژن به عنوان منبع انرژی تجدیدپذیر

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با روش‌های تولید و نحوه ذخیره‌سازی هیدروژن؛
۲. آشنایی با کاربرد هیدروژن در پیک‌سازی.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. هیدروژن به عنوان سوخت سبز و پایدار؛
۲. خواص فیزیکی و شیمیایی هیدروژن (مباحث بنیادی: رفتار ترمودینامیکی و سینتیک واکنش‌ها، ضریب دیفوزیون، تراکم پذیری)؛
۳. روش‌های تولید: سوخت‌های فسیلی، الکترولیز، تجزیه حرارتی، روش‌های فتوشیمیایی و فوتوکاتالیتیکی و غیره؛
۴. روش‌های ذخیره‌سازی هیدروژن بصورت گاز، مایع و در جامدات: مکانیزم ذخیره‌سازی بصورت مولکولی، اتمی و هیدریدی؛
۵. روش‌های انتقال و جنبه‌های ایمنی؛
۶. معرفی طرح‌ها و راهکارهای جدید در تولید و ذخیره‌سازی هیدروژن؛
۷. طراحی و بهینه‌سازی سیستم‌های هیبریدی تولید انرژی متشکل از هیدروژن؛
۸. معرفی و کاربرد هیدروژن در پیک‌سازی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال | ۳۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال | ۷۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- Gupta, Ram B., ed. "Hydrogen fuel: production, transport, and storage." CRC press, 2008.
- 2- Hirose, Katsuhiko. "Handbook of hydrogen storage: new materials for future energy storage." John Wiley & Sons, 2010.



عنوان درس به فارسی:		پیل های سوختی	
عنوان درس به انگلیسی:		Fuel Cells	
دروس پیش نیاز:		مبانی مهندسی انرژی های تجدیدپذیر	
دروس هم نیاز:		-	
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	
نوع درس و واحد			
☐ پایه ☒ نظری			
☐ تخصصی ☒ عملی			
☐ اختیاری ☒ نظری-عملی			
☐ رساله / پایان نامه			

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

هدف کلی:

- آشنایی با انواع پیل‌های سوختی به عنوان مبدل‌های انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی

اهداف ویتژه:

۱. آشنایی با نحوه کارکرد پیل‌های سوختی و کاربردهای آنها؛
۲. مدل‌سازی پیل‌های سوختی.

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مبانی مقدماتی (نحوه عملکرد پیل های سوختی ، انواع، معایب و مزایا، قسمت های مختلف پیل، نحوه اتصالات ...)
۲. سیستم های پیل سوختی؛
۳. ترمودینامیک و انتقال حرارت در پیل های سوختی؛
۴. مدل سازی ترمودینامیکی و الکتروشیمیایی پیل های سوختی؛
۵. سینتیک و اکسش در پیل های سوختی؛
۶. پدیده های انتقال در پیل های سوختی؛
۷. مشخصه یابی پیل های سوختی؛
۸. فرآیندهای کنترلی در انواع پیل های سوختی.

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- ۳۰ درصد فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال
۷۰ درصد آزمون پایان نیم‌سال

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Larminie, James, and Andrew Dicks. *"Fuel cell systems explained."* West Sussex, England: John Wiley & Sons, Ltd 308, 2003.
2. Vielstich Wolf, Lamm Arnold, Gasteiger Hubert A. *"Handbook of Fuel Cells"* John Wiley, 2003. Töpler, Johannes, and Jochen Lehmann, eds. *"Hydrogen and fuel cell: technologies and market perspectives."* Springer, 2015.



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

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

هدف کلی:

- آشنایی با روش‌ها و اصول عملکرد تبدیل و ذخیره انرژی

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با نحوه تبدیل انرژی منابع تجدیدپذیر به انرژی الکتریکی و حرارتی؛
۲. آشنایی با انواع روش‌های ذخیره‌سازی انرژی.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تولید، تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی: معرفی و بیان اهمیت؛
۲. شناخت روش‌های سنتی و نوین تبدیل انرژی؛
۳. تبدیل انرژی منابع تجدیدپذیر به انرژی الکتریکی و حرارتی شامل انرژی خورشیدی/زیستی/زمین گرمایی/پیل‌های سوختی؛
۴. تبدیل انرژی بادی/آبی به انرژی الکتریکی؛
۵. تبدیل انرژی از منابع نامتعارف به انرژی الکتریکی (Energy Harvesting)؛
۶. معرفی ذخیره‌سازی شیمیایی، مکانیکی، حرارتی و الکتریکی؛
۷. روش‌های صنعتی ذخیره‌سازی در مقیاس متوسط و بزرگ؛
۸. ذخیره‌سازی گرما و سرما در بخش ساختمان به منظور پیک‌سای؛
۹. مواد تغییر فاز دهنده؛
۱۰. تولید متان به کمک حرارت؛
۱۱. معرفی اهمیت تأمین مواد معدنی مورد نیاز در صنعت ذخیره‌سازها.
۱۲. روش‌ها و چالش‌های جدید در تولید، تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال | ۲۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال | ۸۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Demirel, Yaşar. “*Energy: production, conversion, storage, conservation, and coupling.*” Springer Science & Business Media, 2012.
2. Zhi, Chunyi, and Liming Dai, eds. “*Flexible energy conversion and storage devices.*” John Wiley & Sons, 2018.
3. Goswami, D. Yogi, and Frank Kreith. “*Energy conversion.*” CRC press, 2007.
4. Krischer, Katharina, and Konrad Schönleber. “*Physics of energy conversion.*” In Physics of Energy Conversion. De Gruyter, 2015.
5. Robert A. Huggins. “*Energy storage: fundamentals, materials and applications.*” Springer, 2010.



عنوان درس به فارسی: تحلیل سیستم‌ها و ممیزی انرژی		عنوان درس به انگلیسی: Energy Auditing and System Analysis
نوع درس و واحد		
پایه ☐ نظری ☒	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی ☐ عملی ☐	-	دروس هم‌نیاز:
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله/پایان‌نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

- آشنایی با اصول ممیزی و نحوه ممیزی انرژی

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با نحوه عملکرد و ممیزی سیستم‌های مهندسی شامل سیستم‌های تهویه مطبوع، الکتریکی، روشنایی و سیستم‌های احتراقی؛
۲. آشنایی با چگونگی ممیزی تجهیزات نیروگاهی.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر آنالیز انرژی و انرژی‌های تجدیدپذیر؛
۲. مبانی و روش‌های ممیزی انرژی؛
۳. معرفی سیستم‌های تهویه مطبوع؛
۴. معرفی سیستم‌های الکتریکی و روشنایی؛
۵. معرفی سیستم‌های احتراقی؛
۶. ممیزی فرآیندها و سیکل‌های نیروگاهی؛
۷. ممیزی تجهیزات نیروگاهی شامل پمپ، فن، بویلر، کندانسور، کمپرسور؛
۸. ممیزی موتورهای الکتریکی و ترانسفورماتورها؛
۹. ممیزی انرژی ساختمان‌ها؛
۱۰. آشنایی با نرم‌افزارهای مدیریت انرژی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:



L. Witte, Larry C., Philip S. Schmidt, and David R. Brown. "Industrial energy management and utilization.", 1988.

2. Doty, Steve, and Wayne C. Turner. "*Energy management handbook*." CRC Press, 2004.
3. Capehart, Barney L., Wayne C. Turner, and William J. Kennedy. "*Guide to energy management*." The Fairmont Press, Inc., 2006.
4. Smith, Craig B., and Kelly E. Parmenter. "*Energy, management, principles: applications, benefits, savings*." Elsevier, 2013.
5. Beggs, Clive. "*Energy: management, supply and conservation*." Routledge, 2010.



عنوان درس به فارسی: آینده‌نگری و رصد انرژی		عنوان درس به انگلیسی: Energy Forecasting and Observation	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒		- دروس پیش‌نیاز:	
تخصصی ☐ عملی ☐		- دروس هم‌نیاز:	
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		۳	تعداد واحد:
رساله/پایان‌نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

- آشنایی با آینده‌نگری و رصد انرژی در ایران و جهان با نگرش به انرژی‌های تجدیدپذیر

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با استراتژی‌ها، طرح‌ریزی، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری انرژی؛
۲. آشنایی با روش‌های مختلف آینده‌نگری و رصد انرژی.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با مفاهیم رصد انرژی؛
۲. استراتژی‌های انرژی در جهان با مطالعات تطبیقی (Energy Strategies)؛
۳. طرح‌ریزی انرژی در جهان با مطالعات تطبیقی (Energy Planning)؛
۴. برنامه‌ریزی انرژی در جهان با مطالعات تطبیقی (Energy Programming)؛
۵. سیاست‌گذاری انرژی در جهان با مطالعات تطبیقی (Energy Policies)؛
۶. آشنایی با استراتژی‌ها، طرح‌ریزی، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری انرژی در ایران؛
۷. مدل‌سازی توصیفی و ریاضی آینده‌نگری انرژی؛
۸. مدل‌سازی توصیفی و ریاضی آینده‌نگری انرژی در ایران.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی

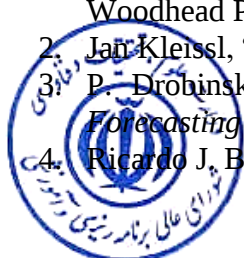
ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال | ۳۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال | ۷۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. George Kariniotakis, "Renewable Energy Forecasting From Models to Applications", A volume in Woodhead Publishing Series in Energy, 2017.
2. Jan Kleissl, "Solar Energy Forecasting and Resource Assessment", Elsevier, 2013.
3. P. Drohinski, M. Mougeot, D., Picard, R. Plougonven & P. Tankov, "Renewable Energy: Forecasting and Risk Management", Springer, 2017.
4. Ricardo J. Bessa, Jethro Dowell & Pierre Pinson, "Renewable Energy Forecasting." 2016.



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

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

هدف کلی:

- آشنایی با محیط زیست و نحوه کنترل و مدیریت پایدار آن

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با اثر متقابل انرژی‌های تجدیدپذیر و محیط زیست؛
۲. آشنایی با اثرات زیست محیطی نیروگاه‌ها و هزینه‌های آن.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. محیط زیست (تعاریف، قوانین، آیین‌نامه‌ها، استانداردها و پروتکل‌های زیست محیطی)؛
۲. اثرات متقابل انرژی و محیط زیست؛
۳. اتمسفر (لایه‌های مختلف اتمسفری، پایداری اتمسفری)؛
۴. آلودگی هوا و مصارف انرژی؛
۵. مدل‌سازی کیفیت هوا؛
۶. اندازه‌گیری آلاینده‌های هوا؛
۷. روش‌های کنترل آلودگی هوا؛
۸. انرژی و تغییرات اقلیمی؛
۹. اثرات زیست محیطی نیروگاه‌ها؛
۱۰. اثرات زیست محیطی انرژی‌های تجدیدپذیر؛
۱۱. توسعه پایدار در محیط زیست؛
۱۲. آب (منابع، منابع تولید آلاینده‌های آب، روش‌های تصفیه آب و پساب)؛
۱۳. مصارف آب در نیروگاه‌ها و صنایع؛
۱۴. هزینه‌های زیست محیطی و بیرونی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Hodgson, Peter Edward. “*Energy, the environment and climate change.*” World Scientific, 2010.
2. Goldemberg, José. “*Energy, environment and development.*” Earthscan Publications Ltd, 1996.
3. Masters, Gilbert M., and Wendell P. Ela. “*Introduction to environmental engineering and science.*” Vol. 3. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1991.



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

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

هدف کلی:

- مدل سازی عملکرد سیستم های تجدیدپذیر به کمک داده های آماری

اهداف ویژه:

۱. مدل سازی عدم قطعیت در سیستم های انرژی های تجدیدپذیر؛
۲. حل مسایل کاربردی مهندسی در حوزه انرژی های تجدیدپذیر به کمک تحلیل های آماری.

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. عدم قطعیت و قابلیت اطمینان در سیستم های انرژی تجدیدپذیر؛
۲. مقدمه ای بر آمار کاربردی و آمار توصیفی؛
۳. متغیرهای گسسته و پیوسته و توزیع های احتمالی چند متغیره؛
۴. شناخت روش های نمونه برداری؛
۵. آشنایی با بازه های آماری؛
۶. آزمون فرضیه و آزمون های مقایسه ای؛
۷. آنالیز واریانس؛
۸. فرآیندهای اتفاقی و طراحی بلوک های تصادفی؛
۹. روش های طراحی آزمایش؛
۱۰. مدل سازی و بهینه سازی عملکرد سیستم.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۲۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۸۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Mann, Prem S. "Introductory statistics." John Wiley & Sons, 2007.
2. Montgomery, Douglas C. "Design and analysis of experiments." John Wiley & sons, 2017.
3. Roy, Ranjit K. "Design of experiments using the Taguchi approach: 16 steps to product and process improvement." John Wiley & Sons, 2001.



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

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

هدف کلی:

- آشنایی با روش‌های طراحی سیستم‌های حرارتی خورشیدی

اهداف ویژه:

- آشنایی با چگونگی عملکرد فن‌آوری سیستم‌های گرمایی خورشیدی شامل آب گرم‌کن‌ها، آب شیرین‌کن‌ها و خشک‌کن‌های خورشیدی؛
- آشنایی با نرم‌افزارهای مرتبط با طراحی سیستم‌های گرمایی خورشیدی.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- روش اف چارت و فی - اف چارت؛
- طراحی کلکتورهای حرارتی خورشیدی خطی، بشقابی و لوله خلاء؛
- معرفی فن‌آوری سیستم‌های گرمایی خورشیدی؛
- آب گرم‌کن‌های خورشیدی؛
- خشک‌کن‌های خورشیدی؛
- سیستم‌های سرمایه‌گذاری خورشیدی (سیستم‌های جذبی)؛
- معرفی و طراحی انواع دنبال‌کننده‌ها (Tracker) در سیستم‌های حرارتی خورشیدی؛
- طراحی سیستم‌های ترکیبی فتوولتائیک - گرمایی؛
- روش‌های خنک‌کاری سیستم‌های خورشیدی؛
- آشنایی با نرم‌افزارهای طراحی سیستم‌های خورشیدی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Duffie, John A., William A. Beckman, and Nathan Blair. "Solar engineering of thermal processes, photovoltaics and wind." John Wiley & Sons, 2020.
- Kalogirou, Soteris A. "Solar energy engineering: processes and systems." Academic Press, 2013.



عنوان درس به فارسی: طراحی آب شیرین کن‌های خورشیدی		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد	Solar Desalination Systems Design	انرژی خورشیدی
پایه ☐ نظری ☒		دروس پیش‌نیاز:
تخصصی ☐ عملی ☐		دروس هم‌نیاز: -
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله/پایان‌نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

- آشنایی با سامانه‌های شیرین‌سازی آب مبتنی بر انرژی خورشیدی

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با نحوه طراحی آب شیرین کن خورشیدی؛
۲. مقایسه انواع سیستم‌های آب شیرین کن خورشیدی.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مفاهیم اولیه شامل خواص آب، املاح آب، هدایت الکتریکی؛
۲. روش‌های پیش تصفیه برای آب شیرین کن‌های خورشیدی؛
۳. فرآیندهای تصفیه و شیرین‌سازی آب؛
۴. سیستم‌های آب شیرین کن خورشیدی: کاربردها و چالش‌ها؛
۵. آب شیرین کن‌های خورشیدی غشایی از نوع اسمز معکوس (RO): طراحی و بهینه‌سازی یک واحد نمونه؛
۶. آب شیرین کن‌های حرارتی خورشیدی چند اثره: طراحی و بهینه‌سازی یک واحد نمونه؛
۷. آب شیرین کن‌های حرارتی خورشیدی رطوبت زنی - رطوبت گیری (HD): طراحی و بهینه‌سازی یک واحد نمونه؛
۸. روش الکترو دیالیز معکوس (EDR) و یون زدایی خازنی (CDI)، مزایا و محدودیت‌ها برای شیرین‌سازی آب؛
۹. مقایسه اقتصادی روش‌های شیرین‌سازی آب به کمک انرژی خورشیدی؛
۱۰. اثرات زیست محیطی آب شیرین کن‌های خورشیدی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Zheng, Hongfei. "Solar energy desalination technology." Elsevier, 2017.
2. El-Dessouky, Hisham T., and Hisham Mohamed Ettouney. "Fundamentals of salt water desalination." Elsevier, 2002.
3. Gude, Veera. "Renewable energy powered desalination handbook: application and thermodynamics." Butterworth-Heinemann, 2018.



عنوان درس به فارسی: طراحی سیستم‌های فتوولتائیک خورشیدی		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد		Solar Photovoltaic Systems Design
پایه ☐ نظری ☒	انرژی خورشیدی	
تخصصی ☐ عملی ☐	-	
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله/پایان‌نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

- آشنایی سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک به صورت متصل به شبکه و منفصل از آن

اهداف ویژه:

۱. طراحی سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک؛
۲. آشنایی با نرم‌افزارهای طراحی سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک به همراه اجزای آن؛
۲. روش‌های طراحی سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک منفصل از شبکه و متصل به آن؛
۳. مدلسازی و طراحی اجزای سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک؛
۴. معرفی انواع دنبال‌کننده‌ها (Tracker)؛
۵. طراحی نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتائیک مقیاس کوچک و بزرگ؛
۶. امکان‌سنجی اقتصادی بهره‌گیری از سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک؛
۷. طراحی و بهینه‌سازی سیستم‌های ترکیبی متشکل از سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک؛
۸. معرفی نرم‌افزارهای طراحی سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک شامل: PV*syst، TRNSYS، RETScreen، Homer Energy و PV*sol
۹. طراحی و شبیه‌سازی عملکرد نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتائیک به کمک نرم‌افزار.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال | ۳۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال | ۷۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Luque, Antonio, and Steven Hegedus, eds. "Handbook of photovoltaic science and engineering." John Wiley & Sons, 2011.



عنوان درس به فارسی: طراحی سیستم‌های بادی		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد	Wind Systems Design	
پایه ☐ نظری ☒	انرژی بادی	دروس پیش نیاز:
تخصصی ☐ عملی ☐	-	دروس هم نیاز:
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

- طراحی سیستم‌های بادی متصل به شبکه و منفصل از آن

اهداف ویژه:

۱. مدل‌سازی ریاضی سامانه‌های بادی؛
۲. طراحی و بهینه‌سازی سامانه‌های بادی.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی سامانه‌های بادی و پارامترهای مؤثر در طراحی؛
۲. مدل‌سازی ریاضی سامانه‌های بادی؛
۳. مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی، تابع هدف طراحی، متغیرهای طراحی و قیدهای آن؛
۴. بهینه‌سازی تک هدفه سامانه‌های بادی با هدف افزایش توان خروجی؛
۵. بهینه‌سازی چند هدفه سامانه‌های بادی؛
۶. معرفی مسأله چیدمان توربین‌های بادی و نحوه طراحی مزارع بادی؛
۷. طراحی و بهینه‌سازی سامانه‌های هیبریدی متشکل از توربین بادی؛
۸. آشنایی با نرم‌افزارهای مهندسی مربوط به طراحی توربین‌های بادی محور افقی/عمودی، ساونیس و ...

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال | ۴۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال | ۶۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Marwell, James F., Jon G. McGowan, and Anthony L. Rogers. "Wind energy explained: theory, design and application." John Wiley & Sons, 2010.
2. Nau, Erich. "Wind turbines. fundamentals, technology, application, economics." 2006.
3. Burton, Tony, Nick Jenkins, David Sharpe, and Ervin Bossanyi. "Wind energy handbook." John Wiley & Sons, 2011.



4. Landberg, Lars. "*Meteorology for wind energy: an introduction.*" John Wiley & Sons, 2015.
5. Gary, L. Johnson, and L. Johnson. "*Wind energy systems.*" Electronic Edition, 2006.
6. Wood DH. "*Small wind turbines: analysis, design, and application.*" London: Springer-Verlag; 2011.



عنوان درس به فارسی: ذخیره‌سازی انرژی مکانیکی و هیدروژن		عنوان درس به انگلیسی: Hydrogen and Mechanical Energy Storage	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش‌نیاز: -	
تخصصی ☐	عملی ☐	دروس هم‌نیاز: -	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

- آشنایی با مفاهیم ذخیره‌سازی انرژی مکانیکی

اهداف ویژه:

۱. نحوه مدل‌سازی انواع ذخیره‌سازهای مکانیکی؛
۲. طراحی ذخیره‌سازهای مکانیکی با هدف کاهش پیک‌سایی.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با ذخیره‌سازی انرژی و مفاهیم اولیه؛
۲. معرفی و مدل‌سازی ذخیره‌سازهای حرارتی؛
۳. معرفی و مدل‌سازی ذخیره‌سازهای هوای فشرده؛
۴. معرفی و مدل‌سازی ذخیره‌سازهای انرژی هیدرولیکی؛
۵. نیروگاه‌های تلمبه ذخیره‌ای و نحوه عملکرد؛
۶. معرفی فلاپویل‌ها و نحوه عملکرد؛
۷. معرفی و مدل‌سازی ذخیره‌سازهای هیدروژنی؛
۸. آشنایی با انواع ذخیره‌سازهای مکانیکی نوین؛
۹. طراحی و مدل‌سازی ذخیره‌سازهای مکانیکی ترکیبی؛
۱۰. کاربرد ذخیره‌سازهای مکانیکی با توجه به عدم قطعیت منابع تجدیدپذیر؛
۱۱. کاربرد ذخیره‌سازهای مکانیکی در پیک‌سایی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Breeze, Paul. "Power system energy storage technologies." Academic Press, 2018.
2. Rufer, Alfred. "Energy storage: systems and components." CRC Press, 2017.



عنوان درس به فارسی: ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی و الکتروشیمیایی		عنوان درس به انگلیسی: Electrical & Electrochemical Energy Storage	نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه ☐ نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله/پایان‌نامه ☐

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

هدف کلی:

- آشنایی با ذخیره‌سازهای انرژی الکتریکی و الکتروشیمیایی

اهداف ویژه:

۳. نحوه عملکرد و کاربرد انواع ذخیره‌سازهای الکتریکی و الکتروشیمیایی؛

۴. مقایسه انواع ذخیره‌سازهای انرژی الکتریکی و الکتروشیمیایی.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با مفاهیم ذخیره‌سازهای الکتریکی و الکتروشیمیایی؛

۲. معرفی کاربرد انواع ذخیره‌سازهای الکتریکی؛

۳. معرفی انواع باتری‌ها (سرب - اسید، یون - لیتیوم، خورشیدی ...) و مشخصه عملکردی آن‌ها؛

۴. آشنایی با مفاهیم ابرخازن‌ها؛

۵. ابرخازن‌های دولایه الکتروشیمیایی و مشخصه عملکردی آن‌ها؛

۶. معرفی شبه ابرخازن‌ها و ابرخازن‌های هیبریدی و مشخصه عملکردی آن‌ها؛

۷. روش‌های ساخت ابرخازن‌ها؛

۸. مقایسه عملکرد باتری‌ها و ابرخازن‌ها؛

۹. سیستم‌های ترکیبی ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی (ESS).

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۳۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Breeze, Paul. "Power system energy storage technologies." Academic Press, 2018.

2. Ruffer, Alfred. "Energy storage: systems and components." CRC Press, 2017.



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

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

هدف کلی:

- نحوه طراحی و شبیه‌سازی ساختمان‌های انرژی صفر و سیستم‌های آن

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با طراحی سیستم‌های ساختمان‌های انرژی صفر شامل سیستم‌های گرمایش، سرمایش، روشنایی و تجدیدپذیر؛
۲. آشنایی با پایش عملکرد ساختمان انرژی صفر و نحوه بهره‌برداری از آن.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تعاریف و مبانی طراحی ساختمان انرژی صفر؛
۲. محاسبات مسیر خورشید؛
۳. طراحی غیرفعال ساختمان انرژی صفر بر اساس حداقل سازی بار ساختمان؛
۴. طراحی سیستم‌های گرمایش، سرمایش و روشنایی؛
۵. طراحی سیستم‌های تجدیدپذیر تأمین انرژی؛
۶. طراحی سیستم مدیریت هوشمند ساختمان؛
۷. نحوه بهره‌برداری و پایش عملکرد ساختمان؛
۸. تحلیل اقتصادی عملکرد ساختمان انرژی صفر؛
۹. آشنایی با نرم‌افزارهای طراحی ساختمان.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال | ۳۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال | ۷۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. O'Brien, William, and Andreas Athienitis, eds. "Modeling, design, and optimization of net-zero energy buildings." John Wiley & Sons, 2015.



2. Garde, Françios, Joseph Ayoub, Laura Aelenei, Daniel Aelenei, and Alessandra Scognamiglio, eds. "*Solution sets for net zero energy buildings: feedback from 30 buildings worldwide.*" John Wiley & Sons, 2017.
3. Shukla Amritanshu, Sharma Atul, "*Sustainability through Energy Efficient Buildings.*" CRC press, 2018.



عنوان درس به فارسی: سامانه‌های انرژی فعال و غیر فعال		عنوان درس به انگلیسی: Active & Passive Energy Systems	نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐ نظری ☒
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		اختیاری ☒ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		رساله/پایان‌نامه ☐

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

هدف کلی:

- بهره‌گیری از سامانه‌های انرژی فعال و غیر فعال در حوزه تجدیدپذیرها

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با سامانه‌های انرژی فعال و غیر فعال در حوزه تجدیدپذیرها و ساختمان‌های انرژی صفر؛
۲. آشنایی با افزایش بهره‌وری سامانه‌های تجدیدپذیر به کمک روش‌های فعال/غیر فعال.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تاریخچه و آشنایی با روش‌های فعال/غیر فعال در حوزه سامانه‌های تجدیدپذیر؛
۲. سامانه‌های فعال/غیر فعال با کاربرد در حوزه انرژی خورشیدی؛
۳. سامانه‌های فعال/غیر فعال با کاربرد در حوزه انرژی بادی (توربین‌های کوچک/فرا ساحل /...);
۴. سامانه‌های فعال/غیر فعال با کاربرد در حوزه انرژی زمین‌گرمایی و انرژی زیست توده؛
۵. سامانه‌های انرژی فعال و غیر فعال مبتنی بر مواد تغییر فاز دهنده؛
۶. مباحث محیط‌زیستی مرتبط با استفاده از سامانه‌های انرژی فعال/غیر فعال در حوزه تجدیدپذیرها؛
۷. روش‌های تأمین انرژی حرارتی/الکتریکی ساختمان‌های انرژی صفر به صورت فعال، غیر فعال و ترکیبی؛
۸. آشنایی با نرم‌افزارهای طراحی تأمین بهینه انرژی فعال/غیر فعال در ساختمان‌های انرژی صفر.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۸۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Twidell, John. "Renewable energy resources." Routledge, 2021.
2. Kreith, Frank. "Solar heating and cooling: active and passive design." CRC Press, 1982.
3. O'Brien William, and Andreas Athienitis, eds. "Modeling, design, and optimization of net-zero energy buildings." John Wiley & Sons, 2015.



عنوان درس به فارسی: مبدل‌های الکترونیک قدرت در سیستم‌های انرژی‌های تجدیدپذیر		عنوان درس به انگلیسی: Power Electronics Converters for Renewable Energy Systems	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی ☐	عملی ☐	-	دروس هم‌نیاز:
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

- آشنایی با تحلیل و طراحی مبدل‌های الکترونیک قدرت مورد استفاده در سامانه‌های برق تجدیدپذیر

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با مبدل‌های کاربردی در سامانه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر؛
۲. طراحی، تحلیل و شبیه‌سازی مبدل‌های الکترونیک قدرت مورد استفاده در سامانه‌های تجدیدپذیر.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. دسته‌بندی مبدل‌ها؛
۲. معرفی جایگاه‌های کلی مبدل‌های قدرت در سیستم‌های تجدیدپذیر؛
۳. بیان کاربردهای متفاوت مبدل‌ها؛
۴. آشنایی با مزیت‌ها و محدودیت‌های مبدل‌های قدرت؛
۵. معرفی کانورترهای دی سی غیر ایزوله و مقایسه هر یک؛
۶. معرفی کانورترهای دی سی ایزوله؛
۷. آشنایی با مدهای کاری مبدل‌ها؛
۸. آشنایی با استفاده از کانورترهای متناسب با منابع انرژی تجدیدپذیر؛
۹. آشنایی با اینورترهای سیستم‌های فتوولتائیک؛
۱۰. معرفی مبدل‌های قدرت کسکید؛
۱۱. معرفی مبدل‌های قدرت چندسطحی؛
۱۲. آشنایی با نرم‌افزار پیشنهادی؛
۱۳. شبیه‌سازی مبدل قدرت سه سطحی؛
۱۴. شبیه‌سازی مبدل‌های قدرت جدید در سیستم‌های تجدیدپذیر.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال | ۲۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال | ۸۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.



چ (فهرست منابع پیشنهادی):

1. Kassakian, John G., Martin F. Schlecht, and George C. Verghese. "*Principles of power electronics*." Graphis, 2000.
2. Mohan, Ned, and Tore M. Undeland. "*Power electronics: converters, applications, and design*." John Wiley & Sons, 2007.
3. Erickson, Robert W., and Dragan Maksimovic. "*Fundamentals of power electronics*." Springer Science & Business Media, 2007.
4. Tse, Chi Kong, "*Complex Behavior of Switching Power Converters*." Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.



عنوان درس به فارسی: کنترل در انرژی‌های تجدیدپذیر		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد		Control in Renewable Energy
پایه ☐ نظری ☒	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی ☐ عملی ☐	-	دروس هم‌نیاز:
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

- آشنایی با نحوه کار کنترل‌کننده‌های کاربردی در سیستم‌های تجدیدپذیر

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با انواع کنترل‌کننده‌ها؛
۲. آشنایی با نحوه شبیه‌سازی کامل سیستم‌های تجدیدپذیر.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. دسته‌بندی‌های کنترل‌کننده‌های کاربردی در سیستم‌های تجدیدپذیر؛
۲. کنترل‌کننده راه‌انداز بالا، بدون ترم انتگرال؛
۳. کنترل‌کننده راه‌انداز بالا هیبریدی؛
۴. شبیه‌سازی سیستم و کنترل‌کننده؛
۵. رگولاتور ترکیبی با مسدودکن بالا؛
۶. کنترل‌کننده هیستریزس؛
۷. هیستریزس مدوله؛
۸. رگولاتور پی‌آی مرتبط با یک مدولاسیون پهنای باند؛
۹. معرفی یک سیستم هیبریدی با چند منبع تجدیدپذیر؛
۱۰. مدل‌سازی پیل سوختی؛
۱۱. مدل‌سازی باتری؛
۱۲. کنترل‌کننده توان در سیستم‌های تجدیدپذیر؛
۱۳. کنترل‌کننده انرژی در سیستم‌های تجدیدپذیر؛
۱۴. معرفی چند کانورتر و نحوه عملکرد آن‌ها؛
۱۵. مد لغزشی؛
۱۶. کنترل‌کننده مسطح.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال

۲۰ درصد



ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Tse, Chi Kong, “*Complex behavior of switching power converters.*” Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.
2. Erickson, Robert W., and Dragan Maksimovic, “*Fundamentals of power electronics*”, second ed.: Kluwer Academic Publishers, 2001.
3. Slotine, Jean-Jacques E., and Weiping Li. “*Applied nonlinear control.*” Vol. 199, no. 1. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1991.
4. Nayfeh, Ali H., and Balakumar Balachandran. “*Applied nonlinear dynamics: analytical, computational, and experimental methods.*” John Wiley & Sons, 2008.



عنوان درس به فارسی: کنترل ژنراتورهای بادی		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد		Control of Wind Turbine Generators
پایه ☐ نظری ☒	مبدل‌های الکترونیک قدرت در سیستم‌های انرژی‌های تجدیدپذیر	
تخصصی ☐ عملی ☐	-	
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله/پایان‌نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

- مدل‌سازی دینامیکی و کنترل ژنراتورهای مورد استفاده در توربین‌های بادی

اهداف ویژه:

۳. مدل‌سازی ایستا و پویا و ژنراتورهای القایی دو تحریکه (DFIG) و ژنراتورهای سنکرون مغناطیس دائم (PMSG)؛
۴. کنترل ژنراتورهای القایی دو تحریکه و ژنراتورهای سنکرون مغناطیس دائم.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. ژنراتورهای القایی دو تحریکه شامل: انواع (با جاروبک و بدون جاروبک)، ساختمان؛
۲. مدل‌سازی ایستا و پویا و تحلیل عملکرد حالت ایستا ژنراتورهای القایی دو تحریکه؛
۳. کنترل ژنراتورهای القایی دو تحریکه شامل کنترل اسکالر و کنترل برداری؛
۴. ژنراتورهای سنکرون مغناطیس دائم شامل: انواع (شار شعاعی و محوری)، ساختمان؛
۵. مدل‌سازی ایستا و پویا و تحلیل عملکرد حالت ایستا ژنراتورهای سنکرون مغناطیس دائم؛
۶. کنترل ژنراتورهای سنکرون مغناطیس دائم شامل کنترل اسکالر و کنترل برداری.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۲۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۸۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Novotny, Donald W., and Thomas A. Lipo. "Vector control and dynamics of AC drives." Vol. 41. Oxford university press, 1996.
2. Krishnan, Ramu. "Electric motor drives: modeling, analysis, and control." Vol. 626. New Jersey: Prentice Hall, 2001.
3. Fitzgerald, Arthur Eugene, Charles Kingsley, Stephen D. Umans, and B. James. "Electric machinery." Vol. 5. New York: McGraw-Hill, 2003.



عنوان درس به فارسی: سیستم‌های هیبرید انرژی الکتریکی		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد		Electrical Energy Hybrid systems
پایه ☐ نظری ☒	-	دروس پیش‌نیاز:
تخصصی ☐ عملی ☐	-	دروس هم‌نیاز:
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله/پایان‌نامه ☐	۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

- آشنایی با سیستم هیبریدی انرژی الکتریکی بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با ساختارهای متفاوت - منابع تولید و منابع کمکی انرژی بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر؛
۲. نحوه کنترل و مدیریت سیستم هیبریدی بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی پدیده‌های غیرخطی؛
۲. معرفی مبدل‌های دی سی، نحوه کار یک نمونه مبدل - ارائه فایل اجرایی مبدل؛
۳. شبیه‌سازی سیستم هیبریدی بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر؛
۴. شکل موج‌ها - بهره ولتاژ و جریان؛
۵. معادله‌های دیفرانسیل حاکم بر سیستم؛
۶. معرفی کنترل کننده و اجزای تشکیل دهنده آن؛
۷. نقش کانورترها در سیستم هیبریدی بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر؛
۸. معرفی ساختارهای گوناگون و نقش اجزای متفاوت سیستم هیبریدی بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر؛
۹. مدل سیستم هیبریدی بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر؛
۱۰. روش‌های نوین کنترلی سیستم - روش کنترلی سطح؛
۱۱. مدل‌سازی منابع تولید بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر؛
۱۲. مدیریت انرژی بین منابع تولید انرژی و منابع ذخیره؛
۱۳. تحلیل مدار اجرایی سیستم نمونه هیبریدی بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.



چ (فهرست منابع پیشنهادی:

1. Tse, Chi Kong, “*Complex Behavior of Switching Power Converters.*” Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.
2. Erickson, Robert W., and Dragan Maksimovic, “*Fundamentals of Power Electronics*”, second ed.: Kluwer Academic Publishers, 2001.
3. Nayfeh, Ali H., and Balakumar Balachandran. “*Applied nonlinear dynamics: analytical, computational, and experimental methods.*” John Wiley & Sons, 2008.



عنوان درس به فارسی: مدل سازی و تحلیل پایداری سیستم‌های تجدیدپذیر		عنوان درس به انگلیسی: Modeling and Stability Analysis of Renewable Systems	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	-	دروس پیش نیاز:
تخصصی ☐	عملی ☐	-	دروس هم نیاز:
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

- آشنایی با مدل سازی و تحلیل پایداری سیستم‌های تجدیدپذیر

اهداف ویژه:

۱. شبیه سازی سیستم‌های کاربردی؛
۲. بیان روش‌های پایداری سازی.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. معرفی مدل سازی‌های متفاوت و استراتژی‌های مدل سازی؛
۲. معرفی پارامترها و نمونه‌های دوشاخگی در مبدل‌ها؛
۳. پایداری در سیستم‌های پیوسته و گسسته؛
۴. نحوه رسم دیاگرام دوشاخگی با استفاده از مدل‌های متفاوت؛
۵. تحلیل مقادیر ویژه سیستم و کنترل مقاوم؛
۶. شبیه سازی سیستم و اعتبارسنجی نتایج شبیه سازی؛
۷. مدل سازی پیوسته - مزایا و محدودیت‌ها؛
۸. پایدار کننده‌های فعال و غیر فعال؛
۹. بار توان ثابت؛
۱۰. پایداری لیاپانوف و معیارهای پایداری.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم سال | ۳۰ درصد |
| آزمون پایان نیم سال | ۷۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Tse, Chi Kong, "Complex Behavior of Switching Power Converters." Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.



2. Erickson, Robert W., and Dragan Maksimovic, “*Fundamentals of Power Electronics*”, second ed.: Kluwer Academic Publishers, 2001.
3. Nayfeh, Ali H., and Balakumar Balachandran. “*Applied nonlinear dynamics: analytical, computational, and experimental methods.*” John Wiley & Sons, 2008.
4. Kazimierczuk, Marian K. “*Pulse-width modulated DC-DC power converters.*” John Wiley & Sons, 2015.



عنوان درس به فارسی: منابع و مصارف انرژی		عنوان درس به انگلیسی: Energy Sources & Consumption	
دروس پیش‌نیاز: -		نوع درس و واحد	
دروس هم‌نیاز: -		پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد: ۳		تخصصی ☐ عملی ☐	
تعداد ساعت: ۴۸		اختیاری ☒ نظری-عملی ☐	
		رساله / پایان‌نامه ☐	

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

هدف کلی:

- آشنایی با منابع انرژی و کاربردهای آن در سیستم‌های تجدیدپذیر

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با چالش‌های منابع انرژی‌های تجدیدپذیر؛
۲. ارائه راه‌حل‌های موجود برای رفع چالش‌های منابع.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. دسته‌بندی منابع انرژی؛
۲. معرفی کاربردهای کلی منابع انرژی در سیستم‌های تجدیدپذیر؛
۳. بیان مشکل‌های متفاوت منابع انرژی؛
۴. آشنایی با چالش‌های پیل‌های سوختی؛
۵. سیستم فیلتر اکتیو برای رفع یک چالش پیل سوختی؛
۶. معرفی شکل موج‌ها و کنترل کننده سیستم فیلتر اکتیو؛
۷. آشنایی با چالش‌های باتری؛
۸. اکولایزر - راهکاری برای چالش باتری‌ها؛
۹. آشنایی با چالش‌های سیستم‌های فتولتاییک؛
۱۰. معرفی راه‌حل‌های بالانس ولتاژ؛
۱۱. معرفی مبدل‌های کاربردی؛
۱۲. مقایسه مبدل‌ها - کاربردها - مزایا و محدودیت‌ها؛
۱۳. بیان نقش فیلترهای L.C؛
۱۴. بار منفی در سیستم‌های بار توان ثابت و معرفی چند سیستم کاربردی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال | ۳۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال | ۷۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.



چ (فهرست منابع پیشنهادی):

1. Slotine, Jean-Jacques E., and Weiping Li. "Applied nonlinear control." Vol. 199, no. 1. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1991.
2. Tse, Chi Kong, "Complex Behavior of Switching Power Converters." Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.
3. Erickson, Robert W., and Dragan Maksimovic., "Fundamentals of Power Electronics", second ed.: Kluwer Academic Publishers, 2001.
4. Nayfeh, Ali H., and Balakumar Balachandran. "Applied nonlinear dynamics: analytical, computational, and experimental methods." John Wiley & Sons, 2008.
5. Monmasson, Eric, ed. "Power electronic converters: PWM strategies and current control techniques." John Wiley & Sons, 2013.



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

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

هدف کلی:

- آشنایی با طراحی، پیکربندی، اندازه‌گیری و پایش شبکه‌های هوشمند برق

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با ملزومات یک شبکه هوشمند و طراحی آن؛
۲. نحوه اتصال و یکپارچه‌سازی منابع تولید پراکنده و منابع انرژی تجدیدپذیر با شبکه هوشمند.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مفاهیم و مبانی شبکه‌های هوشمند برق؛
۲. معماری و پیکربندی شبکه هوشمند؛
۳. ارتباطات، اندازه‌گیری و حسگری در شبکه‌های هوشمند؛
۴. طراحی شبکه هوشمند؛
۵. اتصال و یکپارچه‌سازی منابع تولید پراکنده و منابع انرژی تجدیدپذیر با شبکه هوشمند؛
۶. استانداردهای شبکه هوشمند و ایمنی سایبری؛
۷. مدیریت سمت تقاضا و خودکارسازی توزیع؛
۸. تحلیل داده‌ها و توانایی راهبری هماهنگ عناصر درونی شبکه؛
۹. آینده فناوری شبکه‌های هوشمند؛

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال | ۴۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال | ۶۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Momoh, James A., "Smart grid: fundamentals of design and analysis." Wiley-IEEE Press, 2012.
2. Sioshansi, Fereidoon., "Smart grid: integrating renewable, distributed and efficient energy." Academic Press, 2011.



عنوان درس به فارسی: اقتصاد انرژی‌های تجدیدپذیر		عنوان درس به انگلیسی: The Economics of Renewable Energy	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش‌نیاز: -	
تخصصی ☐	عملی ☐	دروس هم‌نیاز: -	
اختیاری ☒	نظری-عملی ☐	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

- آشنایی با مبانی اقتصاد، اقتصاد خرد، بازار انرژی‌های تجدیدپذیر و اصول اقتصاد مهندسی

اهداف ویژه:

۱. بهره‌گیری از اصول اقتصاد مهندسی در انتخاب و طراحی نیروگاه‌های تجدیدپذیر؛
۲. برآورد و ارزیابی اقتصادی پروژه‌های نیروگاهی تجدیدپذیر.

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. تعاریف اولیه علم اقتصاد، اقتصاد خرد و کلان؛
۲. مقدمه‌ای بر اقتصاد خرد، عرضه، تقاضا و قیمت بازار، مفهوم بازار و انواع آن، مکانیزم بازار، کشش‌های کوتاه مدت و بلندمدت عرضه و تقاضا؛
۳. بازار ملی و جهانی انرژی، بازار انرژی‌های تجدیدپذیر؛
۴. هزینه‌های پنهان (زیست محیطی) سوخت‌های فسیلی؛
۵. سناریوهای مختلف در عرضه و تقاضای انرژی؛
۶. مبانی اقتصاد مهندسی، بهره و روش‌های محاسبه آن، نمودارهای جریان نقدی، هم‌ارزی؛
۷. روش‌های ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها، مطالعه موردی: ارزیابی اقتصادی پروژه‌های نیروگاهی تجدیدپذیر؛
۸. آنالیز حساسیت و نقطه سربه‌سر.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- | | |
|---------------------------------|---------|
| فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال | ۵۰ درصد |
| آزمون پایان نیم‌سال | ۵۰ درصد |

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- 1- Sorensen, B. "Renewable energy: Physics, engineering, environmental impacts, economics and planning." Elsevier Ltd. 2017.
- 2- Pindyck, R., and Rubinfeld. D. "Microeconomics." The Pearson series in economics, 8th ed., 2013.



3. Nersesian, R. L. "*Energy economics, markets, history and policy.*" Routledge, 1st ed., 2016.
4. Newnan, D. G., Eschenbach, T. G., Lavelle, J. P. "*Engineering economic analysis.*" Oxford University Press, 11th ed., 2012.
5. Park, C. S. "*Fundamentals of engineering economics.*" Pearson, 3rd ed., 2013.
6. Dahl, C. A. "*International energy markets: understanding pricing, policies, and profits.*" PennWell, 2nd ed., 2015.



کاربرد فناوری نانو در انرژی‌های تجدیدپذیر		عنوان درس به فارسی:	
نوع درس و واحد		Applications of Nano Technologies in Renewable Energy	
پایه ☐ نظری ☒		مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر	
تخصصی ☐ عملی ☐		- دروس هم‌نیاز:	
اختیاری ☒ نظری-عملی ☐		۳	تعداد واحد:
رساله / پایان‌نامه ☐		۴۸	تعداد ساعت:

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

هدف کلی:

- آشنایی با کاربردهای فناوری نانو و نیز نانو ساختارها در منابع انرژی های تجدیدپذیر

اهداف ویژه:

۱. افزایش و بهبود رانندمان عملکرد سیستم‌ها تجدیدپذیری به کمک فناوری نانو؛
۲. کاهش آلودگی محیط زیست با بهره‌گیری از فناوری نانو.

(پ) مباحث یا سرفصل ہا:

۱. نانو ساختارها، خواص ترمودینامیکی و شیمی فیزیکی مواد در ابعاد نانو؛
۲. دسته بندی حوزه های اصلی کاربرد نانو ساختارها در منابع تجدید پذیر؛
۳. نسل جدید سلول های خورشیدی نانو ساختار؛
۴. کاربرد پوشش های نانو ساختار در انواع پوشش های لوله های انتقال در گرد آوندهای خورشیدی، پوشش های حرارتی، پوشش های خود روانکار و ضد سایش؛
۵. نانو ساختارها در پیل های سوختی، باتری ها و ابر خازن ها؛
۶. نانو سوخت های تجدید پذیر شامل نانویو دیزل-نانویواتانول؛
۷. نانو ساختارها در حامل های انرژی تجدید پذیر شامل تولید، تصفیه، ذخیره سازی و انتقال گازهایی از قبیل هیدروژن و بیوگاز؛
۸. نانو سیالات با ضرایب انتقال حرارت بالا و کاربردهای آن در منابع تجدید پذیر؛
۹. کاتالیست های نانو ساختار یا نانو کاتالیست ها در تبدیل انرژی های زیستی و بیوانرژی، بیودیزل و بیواتانول؛
۱۰. مبانی و اهمیت نانو ساختارها در کاهش اتلاف انرژی شامل پوشش های سرد به عنوان سد حرارتی.

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف: جلسات کلاس و تکالیف درسی، بازدید از آزمایشگاه (حسب نیاز)

(ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهی):

۲۰ درصد فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال

۸۰ درصد آزمون پایان نیم‌سال

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم و تجهیزات متداول جهت تدریس نیاز است.

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Poole Jr, Charles P., and Frank J. Owens. "Introduction to nanotechnology." John Wiley & Sons,

