

بسمه تعالی



دانشگاه شهید بهشتی

مشخصات کلی، برنامه درسی و

سرفصل دروس رشته مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر

دوره کارشناسی ارشد

دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی

مصوب جلسه شورای آموزشی دانشگاه مورخ ۱۳۹۸/۰۳/۲۱

این برنامه بر اساس آئین‌نامه واگذاری اختیارات برنامه درسی به دانشگاه‌ها مبنی بر ضرورت بازنگری رشته مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر در دانشگاه شهید بهشتی توسط اعضای گروه علمی انرژی‌های تجدیدپذیر دانشگاه دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی بازنگری و در جلسه مورخ ۱۳۹۸/۰۳/۲۱ شورای آموزشی دانشگاه به تصویب رسید.



مصوبه شورای آموزشی دانشگاه مورخ ۱۳۹۸/۰۳/۲۱ در خصوص بازنگری
برنامه درسی رشته مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر دوره **کاو شناسی ارشد**

برنامه درسی رشته مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر دوره کارشناسی ارشد که توسط گروه علمی انرژی‌های تجدیدپذیر دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی بازنگری شده بود با اکثریت آراء به تصویب رسید.

این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.*

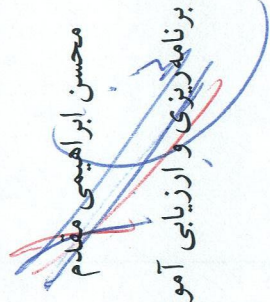
* هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای آموزشی دانشگاه برسد.

رای صادره جلسه مورخ ۱۳۹۸/۰۳/۲۱ شورای آموزشی دانشگاه در مورد برنامه درسی بازنگری شده رشته مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر دوره **کاو شناسی ارشد** صحیح است به واحدهای ذیربط ابلاغ شود.


علی اکبر افشلیان

معاون آموزشی دانشگاه

محسن ابراهیمی مقدم


مدیر برنامه ریزی و ارزیابی آموزشی



اسامی کمیته برنامه‌ریزی درسی

- ۱- نام و نام خانوادگی: مجید زندی تخصص: انرژی‌های تجدیدپذیر مرتبه علمی: استادیار
- ۲- نام و نام خانوادگی: ایمان خزایی تخصص: انرژی‌های تجدیدپذیر مرتبه علمی: استادیار
- ۳- نام و نام خانوادگی: رقیه گوگ ساز تخصص: انرژی‌های تجدیدپذیر مرتبه علمی: استادیار
- ۴- نام و نام خانوادگی: مختار بیدی تخصص: انرژی‌های تجدیدپذیر مرتبه علمی: استادیار
- ۵- نام و نام خانوادگی: نگار نباتیان تخصص: انرژی‌های تجدیدپذیر مرتبه علمی: استادیار
- ۶- نام و نام خانوادگی: پویان‌هاشمی طاری تخصص: انرژی‌های تجدیدپذیر مرتبه علمی: استادیار
- ۷- نام و نام خانوادگی: محمد عامری تخصص: تبدیل انرژی مرتبه علمی: استاد
- ۸- نام و نام خانوادگی: رامین حقیقی خوشخو تخصص: تبدیل انرژی مرتبه علمی: دانشیار



فصل اول:

مشخصات کلی رشته انرژی‌های تجدیدپذیر

دوره کارشناسی ارشد



«گزارش توجیهی برای ایجاد رشته انرژی‌های تجدیدپذیر دوره کارشناسی ارشد»

۱- تعریف

انرژی‌های تجدیدپذیر شاخه‌ای از علوم و فناوری حوزه تولید انرژی در جایگزینی منابع انرژی پاک، نو و تجدیدپذیر با منابع تولید انرژی سنتی می‌باشد که بشر با توجه به محدودیت‌ها و نیازمندی‌های جدیدش مجبور به استفاده از آن‌ها می‌باشد. استفاده از این نوع منابع انرژی روز به روز متداول‌تر می‌شود. هر چند مبنای شناخت بعضی از انواع آن همچون انرژی خورشیدی و بادی به زمان‌های بسیار دور تمدن بشری برمی‌گردد اما با پیشرفت علم و فناوری بشر در اقتصادی شدن استفاده از آنان در مقایسه با دیگر منابع تولید انرژی سنتی، جایگزین بسیار مناسبی در مقایسه با سوخت‌های فسیلی جهت تولید انرژی می‌باشند.

کارایی

دانش آموخته این دوره می‌تواند دارای کارایی‌های زیر باشد:

الف- فعالیت پژوهشی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر در موسسه‌های پژوهشی

ب- فعالیت آموزشی در موسسه‌های آموزشی در زمینه مربوط

پ- همکاری در گروه‌های تحلیل و طراحی سیستم‌های نرم افزاری

ت- فعالیت اجرایی در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر

۲- هدف

بهبود و پیشرفت روش‌های صنعتی در استحصال و ساخت منابع تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در این سال‌ها باعث اقتصادی شدن استفاده از آنان شده است. این پیشرفت‌ها به ویژه به این مهم اشاره دارند که نمی‌توان از نوآوری در این علم و فناوری غافل ماند و همه این موارد لزوم سرمایه‌گذاری در این زمینه علمی جدید و رو به پیشرفت را نشان می‌دهند. با توجه به ضرورت حرکت به سمت توسعه پایدار و دانش بنیان در عرصه‌های اقتصادی، تکنولوژی، فن‌آوری و نیاز مبرم به تأمین انرژی قابل اطمینان و پایدار از یکسو و نیل به خود کفایی علمی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر از سویی دیگر، راه‌اندازی دوره دکترای رشته مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر را ضروری می‌نمایاند.

۳- ضرورت و اهمیت:

حضور انرژی در همه عرصه‌های زندگی و نقش کلیدی‌اش در پیشرفت جوامع در بخش‌های مختلف و از جنبه‌های گوناگون غیرقابل چشم‌پوشی می‌باشد. با توجه به این‌که این علم و فناوری در تمامی کاربردهای متصور در زمینه تولید و مصرف انرژی پاک و تجدیدپذیر قابل جایگزینی با منابع تولید انرژی سنتی می‌باشند واز سویی دیگر محدود بودن عمر منابع تولید انرژی سنتی، ضرورت ایجاد دوره از نظر پاسخ‌گویی به نیازهای ملی و منطقه‌ای آشکار می‌گردد.

۴- طول دوره و شکل نظام:

طول دوره به‌طور متوسط ۲ سال و شکل نظام آن به‌صورت نیم‌ساله



۵- تعداد و نوع واحدهای درسی دوره:

تعداد واحدهای درسی این دوره برابر ۳۲ واحد است. این واحدها شامل موارد زیر است:

دروس تخصصی الزامی	۱۱ واحد
دروس تخصصی اختیاری	۱۵ واحد
پروژه پایانی (پایان نامه)	۶ واحد

تعداد واحدهای دروس اختیاری به گونه ای انتخاب می شود که مجموع واحدهای دروس اجباری و اختیاری برابر ۳۶ واحد باشد.

۶- نقش و توانایی فارغ التحصیلان:

دانش آموختگان این رشته توانایی های زیر را دارا خواهند بود:

الف- تربیت نیروی انسانی متخصص و متعهد که با فراگیری علوم و فن آوری های بین رشته ای جهت ارتقاء سطح در این حوزه دانشی در کشور و منطقه تلاش کنند.

ب- تحقیق در زمینه انرژی های نو و تجدیدپذیر و پاک و برطرف نمودن نیاز عاجل و آتی مملکت در این حوزه.

ج- توانایی تدریس، تحقیق، مشارکت در زمینه آموزش و برنامه ریزی انرژی های تجدیدپذیر در کشور.

د- طراحی، ساخت و بهینه سازی سیستم های انرژی و بهره وری از انرژی های تجدیدپذیر در دانشگاه ها و سایر موسسات آموزش عالی و همچنین موسسات پژوهشی دولتی و خصوصی.

۷- شرایط ورود به رشته/گرایش:

دانشجویان رشته های زیر می توانند وارد این رشته شوند.

مهندسی برق، مهندسی مکانیک، مهندسی انرژی

۸- مواد و ضرایب امتحانی و...:

مواد امتحانی آزمون ورودی این دوره هر ساله توسط کمیته انرژی گروه فنی و مهندسی شورای عالی برنامه ریزی اعلام می گردد. تا قبل

از انجام آزمون توسط کمیته انرژی گروه فنی و مهندسی شورای عالی برنامه ریزی، گرایش مهندسی برق مهندسی انرژی های تجدیدپذیر در

زیرگروه قدرت رشته مهندسی برق و گرایش مهندسی مکانیک مهندسی انرژی های تجدیدپذیر در زیرگروه تبدیل انرژی رشته مهندسی

مکانیک آزمون خواهند داد.



فصل دوم:

جداول دروس

- ۱- جدول دروس تخصصی الزامی
- ۲- جدول دروس تخصصی اختیاری
- ۳- پایان نامه



بسمه تعالی

فرم بازنگری برنامه درسی

نام رشته: مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر												تعداد کل واحد در مقطع: ۳۲	
تعداد واحد دروس پایه:												تعداد واحد دروس اختیاری:	
تاریخ تصویب نهایی سرفصل در شورای عالی برنامه‌ریزی: ۱۳۸۵/۱۱/۰۷												تعداد دوره‌های اجرا شده در این دانشگاه:	
تاریخ اخذ مجوز رشته: ۱۳۹۱													
دروس در برنامه پیشنه‌ای						دروس در برنامه جاری							
ردیف	نام درس	شماره درس	نوع درس (الزامی، تخصصی، اختیاری و...)	تعداد واحد	نوع واحد	توضیحات*	ردیف	درس پیشنهادی	نوع درس (الزامی، تخصصی، اختیاری و...)	تعداد واحد	نوع واحد	توضیحات*	
۱	مبانی انرژی‌های تجدیدپذیر (۱)	۳۶۱۵۰۱۴	الزامی	۳	نظری		۱	مبانی انرژی‌های تجدیدپذیر	تخصصی الزامی	۳	نظری		
۲	مبانی انرژی‌های تجدیدپذیر (۲)	۳۶۱۵۰۱۵	الزامی	۳	نظری								
*=۲ درس تغییر عنوان داده و محتوا تغییر کرده است. *=۳ درس تغییر عنوان نداده ولی محتوا تغییر کرده است. *=۴ درس جدید تدوین شده است *=۵ تغییر در نوع واحد													



دروس در برنامه جاری							دروس در برنامه پیشنهادی						
ردیف	نام درس	شماره درس	نوع درس (الزامی، تخصصی، اختیاری و...)	تعداد واحد	نوع واحد	توضیحات*	ردیف	درس پیشنهادی	نوع درس (الزامی، تخصصی، اختیاری و...)	تعداد واحد	نوع واحد	نوع سرفصل (جدیداً تدوین شده یا از قبل وجود داشته)	توضیحات (۲ الی ۵) *
۳	آمار کاربردی و ریاضیات	۳۶۱۵۰۱۰	الزامی	۳	نظری	۶	۳						
۴	طراحی سیستم‌های انرژی	۳۶۱۵۰۱۳	الزامی	۳	نظری	۶	۴						
۵	تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی	۳۶۱۵۰۱۱	الزامی	۳	نظری	۶	۵						
۶	آزمایشگاه اندازه‌گیری و انرژی سنجی	۳۶۱۵۰۰۹	الزامی	۱	عملی	۶	۶						
۷	انرژی و محیط زیست	۳۶۱۵۰۰۸	الزامی	۲	نظری	۶	۷	انرژی و محیط زیست	تخصصی اختیاری	۳	نظری	از قبل وجود داشته	۵، ۶
۸	انرژی خورشیدی (مبانی و کاربردها)	۳۶۱۵۰۰۵	اختیاری	۲	نظری	۷	۸	انرژی خورشیدی	تخصصی الزامی	۳	نظری	از قبل وجود داشته	۷
۹	انرژی بادی (مبانی و کاربردها)	۳۶۱۵۰۰۲	اختیاری	۲	نظری	۷	۹	انرژی بادی	تخصصی الزامی	۳	نظری	از قبل وجود داشته	۷
* ۱= درس از برنامه درسی حذف شده است ۶- درس از الزامی به اختیاری تغییر پیدا کرده است. ۷- درس از اختیاری به الزامی تغییر پیدا کرده است.							* ۲= درس تغییر عنوان داده و محتوا تغییر کرده است. ۳= درس تغییر عنوان نداده ولی محتوا تغییر کرده است. ۴= درس جدید تدوین شده است ۵= تغییر در نوع واحد						



۳۲	تعداد کل واحد در مقطع:	نام رشته: مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر	دانشکده: مکانیک و انرژی
تعداد واحد دروس پایه:			
تاریخ تصویب نهایی سرفصل در شورای عالی برنامه‌ریزی: ۱۳۸۵/۱۱/۰۷			
تاریخ اخذ مجوز رشته: ۱۳۹۱			
دروس در برنامه جاری			
ردیف	نام درس	شماره درس	نوع درس (الزامی، تخصصی، اختیاری و...)
۱	انرژی و محیط زیست	۳۶۱۵۰۰۸	الزامی
۲	تحلیل سیستم‌ها و ممیزی انرژی	۳۶۱۵۰۱۲	اختیاری
۱= درس از برنامه درسی حذف شده است			
۶-درس از الزامی به اختیاری تغییر پیدا کرده است.			
دروس در برنامه پیشنهادی			
توضیحات (۲) الی (۵) *	نوع سرفصل (جدیداً تدوین شده یا از قبل وجود داشته)	نوع واحد	تعداد واحد
نوع	نوع درس (الزامی، تخصصی، اختیاری و...)	دروس پیشنهادی	ردیف
۶	از قبل وجود داشته	انرژی و محیط زیست	۱۰
۳	از قبل وجود داشته	تحلیل سیستم‌ها و ممیزی انرژی	۱۱
۲= درس تغییر عنوان داده و محتوا تغییر کرده است.			
۳= درس تغییر عنوان نداده ولی محتوا تغییر کرده است.			
۴= درس جدید تدوین شده است			
۵= تغییر در نوع واحد			



دروس در برنامه پیشنهادی										دروس در برنامه جاری						
توضیحات (۲) الی (۵) *	نوع سرفصل (جدیداً) تدوین شده یا از قبل وجود داشته	نوع واحد	تعداد واحد	درس(الزامی، تخصصی، اختیاری و...)	درس پیشنهادی	ردیف	توضیحات*	نوع واحد	تعداد واحد	نوع درس(الزامی، تخصصی، اختیاری و...)	شماره درس	نام درس	ردیف			
-	-	-	-	-	-	۰	۱	نظری	۲	الزامی	۳۶۱۵۰۰۶	انرژی هسته‌ای (مبانی و کاربردها)	۳			
۲	از قبل وجود داشته	نظری	۳	تخصصی اختیاری	انرژی آبی	۱۲	-	نظری	۲	اختیاری	۳۶۱۵۰۰۱	انرژی آبی (مبانی و کاربردها)	۴			
۲	جدیداً تدوین شده	نظری	۳	تخصصی اختیاری	انرژی زمینی	۱۳	-	نظری	۲	اختیاری	۳۶۱۵۰۰۴	انرژی بیوماس و بیوگاز (مبانی و کاربردها)	۵			
۲	جدیداً تدوین شده است	نظری	۳	تخصصی اختیاری	پیل‌های سوختی	۱۴	-	نظری	۲	اختیاری	۳۶۱۵۰۰۳	انرژی نیروی انسانی (مبانی و کاربردها)	۶			
۳	از قبل وجود داشته	نظری	۳	تخصصی اختیاری	منابع و مصارف انرژی	۱۵	-	نظری	۲	اختیاری	۳۶۱۵۰۱۷	منابع و مصارف انرژی	۸			
۴	جدیداً تدوین شده است	نظری	۳	تخصصی اختیاری	ریاضی در انرژی	۱۶	-	نظری	۳	الزامی	۳۶۱۵۰۱۰	آمار کاربردی و ریاضیات	۹			
							-	نظری	۲	اختیاری	۳۶۱۵۰۱۶	مدیریت و اقتصاد انرژی	۱۰			
*					*					* =درس از برنامه درسی حذف شده است =درس از الزامی به اختیاری تغییر پیدا کرده است. =درس از الزامی به اختیاری تغییر پیدا کرده است. =درس از برنامه درسی حذف شده است						



دروس در برنامه پیشنهادی										دروس در برنامه جاری						
توضیحات (۲) الی (۵) *	نوع سر فصل (جدیداً) تدوین شده یا از قبل وجود داشته)	نوع واحد	تعداد واحد	نوع واحد	دروس (الزامی، تخصصی، اختیاری و...)	ردیف	توضیحات*	نوع واحد	تعداد واحد	نوع واحد	دروس (الزامی، تخصصی، اختیاری و...)	شماره درس	نام درس	ردیف		
۴	جدیداً تدوین شده است	نظری	۳	تخصصی اختیاری	کنترل در انرژی‌های تجدیدپذیر	۱۷	-	-	-	-	-	-		۱۱		
۴	جدیداً تدوین شده است	نظری	۳	تخصصی اختیاری	مبدل‌های قدرت سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر	۱۸	-	-	-	-	-	-		۱۲		
۴	جدیداً تدوین شده است	نظری	۳	تخصصی اختیاری	مدل‌سازی و تحلیل پایداری سیستم‌های تجدیدپذیر	۱۹	-	-	-	-	-	-		۱۳		
۴	جدیداً تدوین شده است	نظری	۳	تخصصی اختیاری	آینده‌نگری و رصد انرژی	۲۰	-	-	-	-	-	-		۱۴		
۴	جدیداً تدوین شده است	نظری	۳	تخصصی اختیاری	انرژی اکتیو و پسیو	۲۱	-	-	-	-	-	-		۱۵		
**																
۲= درس تغییر عنوان داده و محتوا تغییر کرده است.																
۳= درس تغییر عنوان نداده ولی محتوا تغییر کرده است.																
۴=درس جدید تدوین شده است																
۵= تغییر در نوع واحد																
۶=درس از الزامی به اختیاری تغییر پیدا کرده است.																
۱= درس از برنامه درسی حذف شده است																
**																



دروس در برنامه پیشنهادی						دروس در برنامه جاری							
توضیحات (۲) الی (۵) *	نوع سرفصل (جدیداً تدوین شده یا از قبل وجود داشته)	نوع واحد	تعداد واحد	نوع تخصصی، اختیاری و...)	درس پیشنهادی	ردیف	توضیحات*	نوع واحد	تعداد واحد	نوع تخصصی، اختیاری و...)	شماره درس	نام درس	ردیف
۴	جدیداً تدوین شده است	نظری	۳	تخصصی اختیاری	طراحی سیستم‌های حرارتی خورشیدی	۲۲	-	-	-	-	-	-	۱۶
۴	جدیداً تدوین شده است	نظری	۳	تخصصی اختیاری	طراحی سیستم‌های فتوولتائیک خورشیدی	۲۳	-	-	-	-	-	-	۱۷
۴	جدیداً تدوین شده است	نظری	۳	تخصصی اختیاری	طراحی سیستم‌های بادی	۲۴	-	-	-	-	-	-	۱۸
۴	جدیداً تدوین شده است	نظری	۳	تخصصی اختیاری	طراحی آبشیرین‌کن‌های خورشیدی	۲۵	-	-	-	-	-	-	۱۹
۴	جدیداً تدوین شده است	نظری	۳	تخصصی اختیاری	سیستم‌های هیدرید انرژی و میکروگرید	۲۶	-	-	-	-	-	-	۲۰
**						**						* = درس از برنامه درسی حذف شده است	
۲= درس تغییر عنوان داده و محتوا تغییر کرده است.												=۱ درس از الزامی به اختیاری تغییر پیدا کرده است.	
۳= درس تغییر عنوان نداده ولی محتوا تغییر کرده است.												۶-درس از الزامی به اختیاری تغییر پیدا کرده است.	
۴=درس جدید تدوین شده است													
۵= تغییر در نوع واحد													



دروس در برنامه پیشنهادی										دروس در برنامه جاری				
توضیحات (۲) الی (۵) *	نوع سرفصل (جدیداً تدوین شده یا از قبل وجود داشته)	نوع واحد	تعداد واحد	نوع درس (الزامی، تخصصی، اختیاری و...)	ردیف	توضیحات*	نوع واحد	تعداد واحد	نوع درس (الزامی، تخصصی، اختیاری و...)	شماره درس	نام درس	ردیف		
۲	جدیداً تدوین شده است	نظری	۳	تخصصی اختیاری	۲۷	ذخیره سازی انرژی الکتریکی و الکتروشیمايي	نظری	۳	الزامی	۳۶۱۵۰۱۱	تبدیل و ذخیره سازی انرژی	۲۱		
		نظری	۳	تخصصی	۲۸	تبدیل انرژی در انرژی های تجدیدپذیر								
* ۲= درس تغییر عنوان داده و محتوا تغییر کرده است. ۳= درس تغییر عنوان نداده ولی محتوا تغییر کرده است. ۴= درس جدید تدوین شده است ۵= تغییر در نوع واحد														
* ۱= درس از برنامه درسی حذف شده است ۶= درس از الزامی به اختیاری تغییر پیدا کرده است.														



پیشنیاز یا همیناز	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
		۴۸	۴۸	۳	مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر	۱
		۴۸	۴۸	۳	انرژی بادی	۲
		۴۸	۴۸	۳	انرژی خورشیدی	۳
		۳۲	۳۲	۲	سمینار	۴

جدول شماره ۳: دروس تخصصی اختیاری

پیشنیاز یا همیناز	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
		۴۸	۴۸	۳	ذخیره سازی انرژی الکتریکی و الکتروشمیایی	۱
		۴۸	۴۸	۳	انرژی زیستی	۲
		۴۸	۴۸	۳	انرژی آبی	۳
		۴۸	۴۸	۳	ذخیره سازی انرژی مکانیکی و هیدروژن	۴
		۴۸	۴۸	۳	انرژی اکتیو و پسیو	۵
		۴۸	۴۸	۳	کنترل در انرژی‌های تجدیدپذیر	۶
		۴۸	۴۸	۳	منابع و مصارف انرژی	۷
		۴۸	۴۸	۳	تبدیل انرژی در انرژی‌های تجدیدپذیر	۸
		۴۸	۴۸	۳	مدل سازی و تحلیل پایداری سیستم‌های تجدیدپذیر	۹
		۴۸	۴۸	۳	آینده‌نگری و رصد انرژی	۱۰
		۴۸	۴۸	۳	مبدل‌های قدرت سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر	۱۱
		۴۸	۴۸	۳	انرژی و محیط زیست	۱۲
		۷۲	۷۲	۳	ریاضی در انرژی	۱۳
		۷۲	۷۲	۳	پیل‌های سوختی	۱۴
		۴۸	۴۸	۳	طراحی سیستم‌های حرارتی خورشیدی	۱۵
		۴۸	۴۸	۳	طراحی سیستم‌های فتوولتائیک خورشیدی	۱۶
		۴۸	۴۸	۳	طراحی سیستم‌های بادی	۱۷
		۴۸	۴۸	۳	طراحی آب‌شیرین کن‌های خورشیدی	۱۸
		۴۸	۴۸	۳	سیستم‌های هیبرید انرژی و میکروگرید	۱۹
		۴۸	۴۸	۳	تحلیل سیستم‌ها و ممیزی انرژی	۲۰

فصل سوم :

شناسنامه و سر فصل

دروس رشته انرژی تجدیدپذیر

دوره کارشناسی ارشد



سرفصل درس									
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:		پایه	نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:			
	تعداد واحد عملی:					درس مبانی مهندسی انرژی های تجدیدپذیر			
	تعداد واحد نظری: ۳		الزامی ✓	تخصصی	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی:			
	تعداد واحد عملی:					Basic of Renewable Energies Engineering			
	تعداد واحد نظری:		اختیاری		آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد				
	تعداد واحد عملی:								
						☐ کلینیک ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سفر علمی			

اهداف درس:

۱. آشنایی با مفاهیم انرژی‌های تجدیدپذیر.
۲. مقدمه‌ای در ورود به دروس تخصصی انواع انرژی‌های تجدیدپذیر هم‌چون انرژی بادی، انرژی خورشیدی، بیل سوختی و انرژی زیستی.
۳. آشنایی با مشخصه‌های عملکردی تجهیزات تبدیل منابع اولیه انرژی تجدیدپذیر به انواع انرژی مصرفی.
۴. آشنایی با نحوه تبدیل انرژی از منابع اولیه تجدیدپذیر به صورت موضعی و نیروگاهی.
۵. آشنایی با روش‌های ردیابی حداکثر توان با توجه به تغییر شرایط اقلیمی در منابع تولید و تبدیل انرژی تجدیدپذیر.
۶. آشنایی با کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر در مواجهه با چالش‌های پیش‌روی جامعه بشری از قبیل بازیافت آب و آلودگی‌های زیست‌محیطی.
۷. آشنایی با مفاهیم جدید برداشت انرژی (Energy Harvesting) بر مبنای منابع تجدیدپذیر و پاک
۸. آشنایی با روش‌های جدید شبکه‌های انرژی هم‌چون تولید پراکنده و ریزشبکه‌ها
۹. آشنایی با مفاهیم آینده‌نگری انرژی (Energy Forecasting)
۱۰. آشنایی با مفاهیم سیاست‌گذاری انرژی



هفته	سرفصل
اول	مقدمه‌ای بر منابع اولیه انرژی‌های تجدیدپذیر همراه نگاهی به وضعیت کنونی و آتی منابع انرژی‌های غیر تجدیدپذیر
دوم	آشنایی با انرژی خورشیدی به صورت پسیو و اکتیو و در دو شکل انرژی الکتریکی و حرارتی
سوم	آشنایی با مشخصه عملکردی (I-V) و (P-V) پنل‌های فتوولتاییک بر مبنای انواع مدل‌سازی سلول‌های فتوولتاییک
چهارم	شنایی با روش‌های کنترلی مکانیکی و الکتریکی دنبال کردن توان ماکزیمم در سیستم‌های فتوولتاییک و بررسی اثر تغییر شرایط اقلیمی در عملکرد خروجی سیستم‌های فتوولتاییک
پنجم	آشنایی با روش‌های موضعی و نیروگاهی تبدیل انرژی خورشیدی به شکل انرژی حرارتی
ششم	آشنایی با انرژی بادی به صورت پسیو و اکتیو و به دو شکل انرژی الکتریکی و مکانیکی
هفتم	آشنایی مقدماتی با مشخصه عملکردی (T-V) و (P-V) توربین‌های بادی بر مبنای مدل‌سازی توربین‌های محور عمودی و افقی
هشتم	آشنایی مقدماتی با روش‌های کنترلی مکانیکی و الکتریکی دنبال کردن توان ماکزیمم در توربین‌های بادی محور عمودی و افقی
نهم	آشنایی مقدماتی با انواع سیستم‌های کنترلی یاو، پیچ و استال در توربین‌های بادی محور عمودی و افقی
دهم	آشنایی با انرژی هیدروژنی و انواع پیل‌های سوختی (هیدروکربوری و فلز - هوا و میکروبی)
یازدهم	آشنایی با انواع کاربردهای نوین پیل‌های سوختی همچون کاربرد در تصفیه پساب و خودروهای برقی
دوازدهم	آشنایی با انواع انرژی زیستی و انواع برداشت انرژی (Energy Harvesting)
سیزدهم	آشنایی با انرژی زمین‌گرمایی به صورت موضعی و نیروگاهی
چهاردهم	آشنایی با انواع انرژی آبی (Blue Energy) از نوع سنتی و نوین هم‌چون انرژی امواج دریا و جذر و مد و
پانزدهم	تولید پراکنده و ریزشبکه‌ها بر مبنای انرژی‌های تجدیدپذیر
شانزدهم	آینده‌نگری مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر از حیث منابع اولیه و ثانویه انرژی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۰	-	%۵۰	%۱۰	%۳۰

منابع اصلی:

1. Wagner, H. -, and J. Mathur. "Operation and Control of Wind Energy Converters", Springer, Cham, 2018.
2. Zandi, M., et al. "Evaluation and Comparison of Economic Policies to Increase Distributed Generation Capacity in the Iranian Household Consumption Sector using Photovoltaic Systems and RETScreen Software." Renewable Energy, vol. 107, 2017, pp. 215-222, 2017.
3. Sansaniwal, S. K., V. Sharma, and J. Mathur. "Energy and Exergy Analyses of various Typical Solar Energy Applications: A Comprehensive Review." Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 82, 2018, pp. 1576-1601, 2017.
4. Gholami, A., Khazaei, I., Eslami, S., Zandi, M., & Akrami, E. "Experimental Investigation of Dust Deposition Effects on Photo-Voltaic Output Performance." Solar Energy, vol. 159, 2018, pp. 346-352, 2017.
5. Guerrero-Lemus, R., and L. E. Shephard. "Solar Thermal Energy for Heating, Cooling and Power", vol. 38, 2017.
6. Mazzi, N., and P. Pinson. "Wind Power in Electricity Markets and the Value of Forecasting." Renewable Energy Forecasting: From Models to Applications., 2017.
8. Drewniak, J., J. Kopeć, and S. Zawislak. Kinematical Analysis of Variants of Wind Turbine Drive by Means of Graphs, vol. 42, 2017.
9. DeMarco, C. L., and C. A. Baone. "Control of Power Systems with High Penetration Variable Generation." Renewable Energy Integration: Practical Management of Variability, Uncertainty, and Flexibility in Power Grids: Second Edition., 2017.
10. Zandi, M., et al. "Energy Management of a Fuel cell/supercapacitor/battery Power Source for Electric Vehicular Applications." IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 60, no. 2, 2011, pp. 433-443, 2010.



11. Zhou, M., et al. "A Review on Heat and Mechanical Energy Harvesting from Human – Principles, Prototypes and Perspectives." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 82, 2018, pp. 3582-3609, 2017.
12. Lu, S. -. "A Global Review of Enhanced Geothermal System (EGS)." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 81, pp. 2902-2921, 2018.
- Reikard, G. "Wave Energy Forecasting." *Renewable Energy Forecasting: From Models to Applications*, 2017.
13. Bahrami, M., Eslami, S., Zandi, M., Gavagsaz-Ghoachani, R., Payman, A., Phattanasak, M., . . . Pierfederici, S. Predictive Based Reliability Analysis of Electrical Hybrid Distributed Generation, 2015.
14. Zandi, M., and M. Goodarzi. "Development of Science and Technology in the Iranian Electric Power Industry: Challenges and Future Progress." *The Development of Science and Technology in Iran: Policies and Learning Frameworks*, 2016.
15. Li, Z., et al. "Towards Sustainability in Water-Energy Nexus: Ocean Energy for Seawater Desalination." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 82, pp. 3833-3847, 2018.

۱۶. انرژی خورشیدی انرژی پایدار آینده، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، مجید زندی و مریم امیرحسینی، ۱۳۹۷



سرفصل درس										
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: انرژی خورشیدی			
	تعداد واحد عملی:									
	تعداد واحد نظری: ۳		تخصصی	الزامی ✓	تعداد ساعت:	۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Solar Energy			
	تعداد واحد عملی: ۰									
	تعداد واحد نظری:									
	تعداد واحد عملی:		اختیاری	آموزش تکمیلی عملی: ✓ ■ دارد □ ندارد ☐ کلینیک ☐ سمینار ☒ آزمایشگاه ☐ کارگاه ☐ سفر علمی						

اهداف درس:

۱. آشنایی با مفاهیم انرژی خورشیدی.
۲. آشنایی با هندسه تابش خورشید
۳. آشنایی با مشخصه‌های عملکردی تجهیزات تبدیل انرژی خورشیدی به دو شکل انرژی مصرفی برقی و حرارتی (کالکتورهای خورشیدی و سیستم‌های فتوولتائیک).
۴. آشنایی با نحوه تبدیل انرژی خورشیدی به صورت موضعی و نیروگاهی.
۵. آشنایی با تاثیر افزایش سیستم‌های فتوولتائیک در شبکه قدرت
۶. آشنایی با نسل‌های جدید سلول‌های فتوولتائیک
۷. آشنایی با انواع نیروگاه‌های خورشیدی



هفته	سرفصل
اول	آشنایی با واژه‌های رایج در انرژی خورشیدی و زاویه‌ها و هندسه خورشید
دوم	محاسبه تشعشع خورشیدی در خارج تر اتمسفر و در سطح زمین
سوم	آشنایی با مفاهیم اولیه انرژی حرارتی خورشیدی - انرژی اکتیو و پسیو خورشیدی
چهارم	آشنایی با انواع کالکتورهای خورشیدی - معرفی کاربردهای غیر نیروگاهی انرژی حرارتی خورشیدی
پنجم	آشنایی با انواع نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی
ششم	تشریح اجزای مختلف سیستم‌های فتوولتائیک
هفتم	بررسی و مقایسه سیستم‌های فتوولتائیک متصل به شبکه و منفصل از شبکه
هشتم	آشنایی با انواع کاربردهای غیر نیروگاهی سیستم‌های فتوولتائیک
نهم	پارامترهای اثرگذار بر راندمان - اجزای سلول‌های فتوولتائیک
دهم	بررسی تغییر پارامترهای محیطی بر عملکرد سیستم‌های فتوولتائیک
یازدهم	آشنایی با اجزای نیروگاه‌های فتوولتائیک و موارد اثرگذار بر عملکرد آنها
دوازدهم	تشریح ساخت سلول‌های فتوولتائیک
سیزدهم	مدل سازی و مشخصه عملکردی سلول‌های فتوولتائیک
چهاردهم	شبیه‌سازی سلول‌های فتوولتائیک به کمک نرم‌افزار
پانزدهم	مروری بر فناوری‌های ساخت سلول‌های فتوولتائیک
شانزدهم	آینده‌نگری سلول‌های فتوولتائیک و نیروگاه‌های خورشیدی



پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشته‌ای		
٪۱۰	-	٪۵۰	٪۱۰	٪۳۰

منابع اصلی:

1. Soteris A. Kalogirou, Solar Energy Engineering-Processes and Systems, Academic Press, 2013.
2. M. J. Muhammad, I. A. Muhammad, N. A. Che Sidik, and M. N. A. W. Muhammad Yazid, "Thermal performance enhancement of flat-plate and evacuated tube solar collectors using nanofluid: A review," Int. Commun. Heat Mass Transf., vol. 76, pp. 6-15, 2016.
3. A. Jamar, Z. A. A. Majid, W. H. Azmi, M. Norhafana, and A. A. Razak, "A review of water heating system for solar energy applications," Int. Commun. Heat Mass Transf., vol. 76, pp. 178-187, 2016.
4. Duffie, John A., and William A. Beckman. Solar engineering of thermal processes. John Wiley & Sons, 2013.
5. Williams A.F, "The handbook of photovoltaic applications", Kingsport Press, New York. 1985.
6. Photovoltaics Report, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE, Freiburg, 12 July 2017.
7. Häberlin, H., Photovoltaics system design and practice, John Wiley & Sons, 2012.
8. Salas, V. "Charles III University of Madrid, Madrid, Spain." The Performance of Photovoltaic (PV) Systems: Modelling, Measurement and Assessment, 251, 2016.
9. Sumathi, S., L. Ashok Kumar, and P. Surekha. "Application of MATLAB/SIMULINK in Solar PV Systems." Solar PV and Wind Energy Conversion Systems. Springer International Publishing, 59-143, 2015. Elsevier, 2016.
10. Marks, Tobin J., and Mark C. Hersam. "Materials science: Semiconductors grown large and thin." Nature 520. 7549, 2015.
11. J. Nelson, "The Physics of Solar Cells", Imperial College Press, London, England, 2003.
12. S. S. Hegedus, A. Luque, "Status, trends, challenges and the bright future of solar electricity from photovoltaics", John Wiley & Sons, 2003.
13. C. Gueymard, 'The suns total and spectral irradiance for solar energy applications and solar radiation models', Solar Energy, pp. 423-453, 2004.

14. Panayiotis Michalopoulos, "A novel approach for the development and optimization of state-of-the-art photovoltaic devices using Silvaco", M.S. thesis, Naval Postgraduate School, Monterey, CA, 2002.
15. Wang, Jin, et al. "Mn doped quantum dot sensitized solar cells with power conversion efficiency exceeding 9%." *Journal of Materials Chemistry A* 4.3, 877-886, 2016.
16. Prasad, MB Rajendra, et al. "Improving the photovoltaic parameters in Quantum dot sensitized solar cells through employment of chemically deposited compact titania blocking layer." *Materials Chemistry and Physics* 194, 165-171, 2017.
17. Xiong Li, "Efficiency improvement of polymer solar cells with random micromorphological back electrode formed by active layer", 2016.
18. A. K. Das, "Numerical Simulation of InGaN Single Junction Solar Cells Using AMPS-1D", *Applied Physics*, vol. 6 Issue 2, version III, pp.15-20, 2014.
19. Sonntag, Richard Edwin, et al. *Fundamentals of thermodynamics*. New York: Wiley, 2003.
۲۰. انرژی خورشیدی انرژی پایدار آینده، مجید زندی و مریم امیرحسینی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۷.
۲۱. ابرخازن منبع ذخیره آینده، مجید زندی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۵.



سرفصل درس									
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد:		عنوان درس به فارسی:	
	تعداد واحد عملی:					درس انرژی بادی			
	تعداد واحد نظری: ۳		تخصصی	تعداد ساعت: ۴۸		عنوان درس به انگلیسی: Wind Energy			
	تعداد واحد عملی: -								
	تعداد واحد نظری:								
	تعداد واحد عملی: ۰								
	اختیاری		آموزش تکمیلی عملی: ✓ دارد ☐ ندارد ☐			سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐ کلینیک ☐			

اهداف درس:

۱. آشنایی با تاریخچه انرژی بادی و روند پیشرفت آن در عصر معاصر.
۲. آشنایی با مبانی مهندسی مکانیکی مرتبط با حوزه بادی.
۳. آشنایی با مبانی مهندسی برقی مرتبط با حوزه بادی.
۴. آشنایی با روندهای متفاوت در استفاده و برداشت از انرژی بادی به صورت صنعتی و شهری.
۵. آشنایی با مباحث مرتبط با کنترل سیستم‌های بادی.
۶. آشنایی با روش‌های ردیابی حداکثر توان با توجه به تغییر پارامترهای مختلف محیطی.
۷. آشنایی با نحوه چیدمان و عملکرد نیروگاه‌های بادی.
۸. آشنایی با چالش‌های محیط‌زیستی و اقلیمی در کاربرد انرژی بادی به صورت صنعتی و شهری.

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با تاریخچه انرژی باد- منابع باد و مشخصه‌های آن - لایه مرزی اتمسفر - انواع بادها و رژیمهای بادی - اقتصاد انرژی باد
دوم	روش‌های اندازه‌گیری سرعت و جهت باد - آشنایی با توربین‌های بادی مدرن و توربین‌های ارتعاشی ورتکس - اصول تبدیل انرژی باد- دستگاههای بادسنجی و انواع آن
سوم	آیرودینامیک دو بعدی و سه بعدی توربین بادی- اجزای توربینهای بادی (پره- گیربکس- جعبه دنده- سیستم کنترلی و ...)
چهارم	آشنایی با مفاهیم و پارامترهای مهم در طراحی توربین‌های بادی محور عمودی، محور افقی و توربین‌های مدرن
پنجم	طراحی و ساخت توربین‌های بادی محور افقی در ابعاد کوچک
ششم	طراحی و ساخت توربین‌های بادی محور عمودی (داربوس و ساوینیوس و هیبریدی) در ابعاد کوچک
هفتم	محاسبه و اندازه‌گیری توان و محاسبه راندمان توربین‌های بادی محور عمودی و افقی و ورتکس‌ها
هشتم	آشنایی با روش‌های کنترلی مکانیکی و الکتریکی دنبال کردن توان ماکزیمم در توربین‌های بادی محور عمودی و افقی - آشنایی با انواع سیستم‌های کنترلی یاو، پیچ و استال در توربین‌های بادی محور عمودی و افقی - آشنایی با سیستم‌های کنترلی عملگری و مشاهده‌ای در توربین‌های بادی
نهم	آشنایی با میدان جریان و دینامیک سیال اطراف و پشت توربین‌های بادی محور عمودی و محور افقی
دهم	آشنایی با مزارع بادی محور عمودی و محور افقی و اثرات توربولنسی بر جریان و کارکرد آن و مدلسازی آن
یازدهم	روشهای برآورد عملکرد و تولید انرژی باد- آشنایی با کاربرد انرژی بادی در حوزه شهری به روش‌های سنتی و مدرن
دوازدهم	آشنایی تأثیر محیط زیستی و اجتماعی انرژی بادی و نیروگاه‌های بادی
سیزدهم	آشنایی با سیستم‌های هیبریدی بادی- نحوه چین و بهره برداری مزرعه بادی
چهاردهم	آشنایی با انواع ژنراتورهای مورد استفاده در برداشت و تبدیل انرژی بادی به برقی و دیگر سیستم‌های جانبی الکتریکی
پانزدهم	آشنایی با مفاهیم مقدماتی شبکه قدرت الکتریکی و ریزشبه‌ها و نحوه اتصال سیستم‌های بادی به آنها
شانزدهم	آشنایی مقدماتی با نحوه ساخت و نصب توربین‌های بادی محور افقی و عمودی و هیبریدی

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۲۰	-	%۵۰	%۱۰	%۲۰

منابع اصلی:

1. V. Lyatkher, Wind Power: Turbine Design, Selection and Optimization, Wiley, 2014.
2. I. Paraschivoiu, Wind Turbine Design: With Emphasis on Darrieus Concept, Presses Internationales POLYTECHNIQUE, 2002.
3. Manwell, McGowan, and Rogers, Wind Energy Explained, 2nd Edition, Wiley, 2009.
4. D. A. Spera, Wind Turbine Technology, Fundamental Concepts Of Wind Turbine Engineering, 2nd Edition, ASME Press, 2009.
5. W. Tong, Wind Power Generation and Wind Turbine Design, WITpress, 2010.
6. T. Burton, D. Sharpe, N. Jenkins and E. Bossanyi, Wind Energy Handbook, J. Wiley & Sons, Inc, 2011.
7. E. Hau, Wind Turbines, fundamentals, technologies, application, economics, 3rd Edition, Springer, 2013.
8. A. Tapia, G. Tapia, J. X. Ostolaza, and J. R. Sáenz: Modeling and Control of a Wind Turbine Driven Doubly Fed Induction Generator, IEEE Transaction on energy conversion, Vol. 18, No. 2., 2003.
9. L.J. Vermeera, J.N. Sorensen and A. Crespo: Wind Turbine Wake Aerodynamics, Aerospace Sciences, Vol. 39, p: 467-510, 2003.
10. J. A. Baroudi, V. Dinavahi and A. M. Knight: A Review of Power Converter Topologies for Wind Generators, Renewable Energy, Vol. 32, p: 2369-2385, 2007.
11. B. Lu, Y. Li, X. Wu and Z. Yang: A Review of Recent Advances in Wind Turbine Condition Monitoring and Fault Diagnosis, Power Electronics and Machines in Wind Applications, IEEE, 2009.
12. B. Sanderse, S. P. van der Pijl and B. Koren: Review of Computational Fluid Dynamics for Wind Turbine Wake Aerodynamics, Wind Energy, Vol. 14, p:799-819, 2011.
13. O. Parent and A. Ilinca: Anti-icing and De-icing Techniques for Wind Turbines: Critical Review, Cold Regions Science and Technology, Vol. 65, p: 88-96, 2011.

14. M. A. Abdullah, A. H. M. Yatim, C. W. Tan and R. Saidur: A Review of Maximum Power Point Tracking Algorithms for Wind Energy Systems, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 16, p: 3220-3227, 2012.
15. J. Vicente Akwa, H. A. Vielmo and A. P. Petry: A Review on the Performance of Savonius Wind Turbines, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 16, p: 3054-3064, 2012.
16. M. M. A. Bhutta, N. Hayat, A. U. Farooq, Z. Ali, Sh. R. Jamil, Z. Hussain: Vertical Axis Wind Turbine - A Review of Various Configurations and Design Techniques, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 16, p: 1926-1939, 2012.
17. R. J.A.M. Stevens, D. F. Gayme and C. Meneveau: Effects of Turbine Spacing on the Power Output of Extended Wind Farms, Wind Energy, Vol. 00, p:1-12, 2014.
18. D. Y.C. Leung and Y. Yang: Wind Energy Development and its Environmental Impact: A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 16, p: 1031-1039, 2012.
19. H. Zhao, Q. Wu, Sh. Hu, H. Xu and C. N. Rasmussen: Review of Energy Storage System for Wind Power Integration Support, Applied Energy, Vol. 137, p: 545-553, 2014
20. N. Hamilton, M. Tutkun and R. B. Cal: Wind Turbine Boundary Layer Arrays for Cartesian and Staggered Configurations: Part II, Low-dimensional Representations via the Proper Orthogonal Decomposition, Wind Energy, Vol. 18, p: 297-315, 2015.
21. A. Tummala, R. K. Velamati, D. K. Sinha, V. Indrāja and V. H. Krishna: A Review on Small Scale Wind Turbines, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 56, p: 1351-1371, 2016.
22. R. J.A.M. Stevens and C. Meneveau: Flow Structure and Turbulence in Wind Farms, Annu. Rev. Fluid Mech., Vol. 49, p: 311-339, 2017.
23. M. O. L. Hansen, Aerodynamics of Wind Turbines, 2nd Edition, EARTHSCAN, London, 2008.



سرفصل درس:														
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:								
	تعداد واحد عملی:					ذخیره سازی انرژی الکتریکی و الکتروشیمیایی								
	تعداد واحد نظری:	تخصصی			تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Electrical & Electrochemical Energy Storage								
	تعداد واحد عملی: -													
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری ✓	الزامی		آموزش تکمیلی عملی: ✓ ☐ دارد ☐ ندارد					۴۸				
	تعداد واحد عملی: ۰													
				سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐										

اهداف درس:

۱. آشنایی با مفاهیم ذخیره سازی انرژی به صورت الکتریکی و غیر الکتریکی.
۲. آشنایی با باتری ها به عنوان یکی از ابزار ذخیره ساز انرژی الکتریکی.
۳. آشنایی با ابرخازن ها به عنوان یکی از ابزار ذخیره ساز انرژی الکتریکی.
۴. آشنایی با فلاپول ها به عنوان یکی از ابزار ذخیره ساز انرژی الکتریکی.
۵. آشنایی با دیگر ابزار ذخیره ساز انرژی الکتریکی.
۶. آشنایی با سیستم های ترکیبی ذخیره سازی انرژی الکتریکی (ESS).



سرفصل		هفته
آشنایی با ذخیره سازی انرژی و تفاوت ذخیره سازی انرژی الکتریکی و غیر الکتریکی		اول
آشنایی با ذخیره سازی انرژی الکتریکی به طور کلی		دوم
آشنایی با انواع باتری ها به عنوان یکی از ابزار ذخیره سازی انرژی الکتریکی و کلاسه بندی آنها		سوم
آشنایی با انواع باتری ها سرب - اسید و مشخصه عملکردی آنها		چهارم
آشنایی با انواع باتری ها یون - لیتیوم و مشخصه عملکردی آنها		پنجم
آشنایی با انواع باتری ها خاص و مشخصه عملکردی آنها		ششم
آشنایی با انواع باتری ها خورشیدی و مشخصه عملکردی آنها		هفتم
آشنایی با انواع ابر خازن ها به عنوان یکی از ابزار ذخیره سازی انرژی الکتریکی و کلاسه بندی آنها		هشتم
آشنایی با ابر خازن های دولایه الکتروشیمیایی و مشخصه عملکردی آنها		نهم
آشنایی با شبه ابر خازن ها و مشخصه عملکردی آنها		دهم
آشنایی با ابر خازن های هیبریدی و مشخصه عملکردی آنها		یازدهم
آشنایی با روش های ساخت ابر خازن ها - مقایسه عملکرد باتری ها و ابر خازن ها در ذخیره سازی انرژی الکتریکی		دوازدهم
سبزه دهم		سبزه دهم
		چهاردهم
آشنایی با انواع فلاپویل ها به عنوان یکی از ابزار ذخیره سازی انرژی الکتریکی و کلاسه بندی آنها		پانزدهم
		شانزدهم
آشنایی با سیستم های ترکیبی ذخیره سازی انرژی الکتریکی و کنترل و مدیریت انرژی آنها		



پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۰	-	٪۵۰	٪۱۰	٪۳۰

منابع اصلی:

۱. ابرخازن منبع ذخیره آینده، مجید زندی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۵.

2. Reiner Korthauer, "Lithium-Ion Batteries: Basics and Applications", Springer, Berlin, Heidelberg, 2018.
3. Przemyslaw Komarnicki, Pio Lombardi, Zbigniew Styczynski, "Electric Energy Storage Systems: Flexibility Options for Smart Grids", Springer, 2017.
4. Jürgen Garche, Eckhard Karden, Patrick T. Moseley, David A.J. Rand, "Lead-Acid Batteries for Future Automobiles", Elsevier B.V., 2017.
5. Lide Rodriguez-Martinez, Noshin Omar, "Emerging Nanotechnologies in Rechargeable Energy Storage Systems 1st Edition", Elsevier B.V., 2017.
6. Patrick T. Moseley, Jürgen Garche, "Electrochemical Energy Storage for Renewable Sources and Grid Balancing", Newnes, 2014.
7. M. Zandi, M. Amirhoseiny, A. Mosayyebi, M. Khademian, "Nanoporous all metallic binder free Sn Pb composite electrode for high performance supercapacitors", MICROELECTRONIC ENGINEERING, Vol.157, pp.31-34, 2016.
8. M. Amirhoseiny, M. Zandi, A. Mosayyebi, M. Khademian, "Carbon nanotube-based supercapacitors using low cost collectors", MODERN PHYSICS LETTERS B, Vol.30, pp.1-150272-6-150272, 2016.
9. M. Zandi, M. Amirhoseiny, A. Mosayyebi, "A SIMPLE METHOD TO PREPARE NANOPOROUS Sn Pb COMPOSITE METAL FOAM", SURFACE REVIEW AND LETTERS, Vol.22, pp.1550034-1550038, 2015.
10. M. Zandi, A. Payman, J. Martin, S. Pierfederici, B. Davat, F. Meibody-tabar, "Energy management of a fuel cell/supercapacitor/battery power source for electric vehicular applications", IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY, Vol.60, pp.433-443, 2011.
11. Zandi, M, Bahrami, M, Eslami, R, Gavagsaz-Ghoachani, R, Payman, A, Phattanasak, M, Nahid-Mobarakeh, B., Pierfederici, S, "Evaluation and comparison of economic policies to increase distributed generation capacity in the Iranian household consumption sector using photovoltaic systems and RETScreen software", Renewable Energy, Volume 107, Pages 215-222, 2017.
12. M. Khademian, M. Zandi, M. Amirhoseiny, D. Dorrani, "Synthesis of CuS Nanoparticles by Laser Ablation Method in DMSO Medium", journal of cluster science, Volume 28, Issue 5, pp 2753-2764, September 2017.



سرفصل درس											
دروس پیش نیاز:	عنوان درس به فارسی:		عنوان درس به انگلیسی:		تعداد واحد	آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد					
	انرژی زیستی		Bioenergy			سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐					
	تعداد واحد:		تعداد ساعت:		نوع واحد	تخصصی					
	۳		۴۸								
	پایه		الزامی							اختیاری ✓	
	تعداد واحد نظری:		تعداد واحد عملی: -							تعداد واحد نظری: ۳	
	تعداد واحد عملی:									تعداد واحد عملی: ۰	

اهداف درس:

۱. شناخت انواع زیست توده‌ها و فرآیندهای تبدیل مواد اولیه به انرژی زیستی
۲. تحلیل و ارزیابی روش‌های تبدیل مواد اولیه به انرژی زیستی
۳. شناخت پدیده احتراق در انرژی زیستی
۴. آشنایی با احتراق سوخت‌های زیست‌توده
۵. بررسی ابعاد اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی تولید و به‌کارگیری سوخت‌های زیستی
۶. پتانسیل‌ها و چالش‌های به‌کارگیری سوخت‌های زیستی و چگونگی گسترش استفاده از آنها
۷. آشنایی با باطراحی محفظه احتراق برای احتراق سوخت‌های زیست‌توده
۸. آشنایی با سیکل ترکیبی جهت افزایش بازده در تبدیل مواد اولیه به انرژی زیستی



هفته	سرفصل
اول	مقدمه - چشم انداز و آینده سوخت های زیستی
دوم	
سوم	آشنایی با انواع سوخت ها، شعله و احتراق
چهارم	آشنایی با انواع سوخت های زیستی، آشنایی با ترکیب های شیمیایی یک زیست توده
پنجم	آشنایی با راکتور های شیمیایی
ششم	تولید گاز زیستی به روش هضم بی هوازی
هفتم	محصول های احتراق و دمای بی در و شعله
هشتم	محاسبه نسبت های تعادل محصول های احتراق
نهم	تولید اتانول زیستی
دهم	تولید بیودیزل
یازدهم	گازی سازی
دوازدهم	احتراق بیودیزل و بیوگاز
سیزدهم	بازطراحی مشعل های بیوگاز
چهاردهم	سیکل ترکیبی (CHP) در تبدیل مواد اولیه به انرژی زیستی
پانزدهم	پیرولیز - تولید انرژی از زباله
شانزدهم	



ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۲۰	-	%۵۰	%۲۰	%۱۰

منابع اصلی:

1. Tester, Jefferson W., Elisabeth M. Drake, Michael J. Driscoll, Michael W. Golay, and William A. Peters. Sustainable Energy: Choosing Among Options. 2nd edition. MIT Press, 2012.
2. Ravindranath, N. H. and Hall, D.D., "Biomass, Energy and Environment." Oxford University Press, 1995.
3. Alain A. Vertès, Nasib Qureshi, Hans P. Blaschek and Hideaki Yukawa, "Biomass to Biofuels: Strategies for Global Industries", John Wiley & Sons, Ltd, 2010.
4. Ackmez Mudhoo, "Biogas Production: Pretreatment Methods in Anaerobic Digestion", Scrivener Publishing LLC, 2012.
5. Rao Y. Surampalli; Tian C. Zhang; Buddhi P. Lamsal; R. D. Tyagi; and C. M. Kao, "Bioenergy Khanalk. 5. Samir and Biofuel from Biowastes and Biomass", American Society of Civil Engineers, 2010.
6. Erik Dahlquist, "Biomass as Energy Source: Resources, Systems and Applications", CRC Press, 2017.
7. "An Introduction to Combustion: Concepts and Applications", McGraw-Hill, 2012.
8. "Principles of combustion", John Wiley, 2003.
9. Peters N., "Turbulent Combustion", Cambridge University Press, 2004.
10. Derek Dunn-Rankin, Peter Therkelsen, "Lean Combustion: Technology and Control, Elsevier Science, 2016.



سرفصل درس:									
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:		پایه	نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: درس انرژی آبی			
	تعداد واحد عملی:								
	تعداد واحد نظری:		تخصصی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Blue Energy			
	تعداد واحد عملی: -								
	تعداد واحد نظری: ۳		اختیاری ✓	تعداد واحد عملی: ۰					
	تعداد واحد عملی: ۰								
	آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد					سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐			

اهداف درس:

۱. آشنایی با منابع نوین انرژی آبی
۲. آشنایی با نحوه کارکرد هریک از منابع نوین انرژی آبی
۳. آشنایی با انواع کاربردهای انرژی آبی در مناطق مختلف
۴. آشنایی با انواع مدل سازی منابع نوین انرژی آبی



سرفصل درس:

سرفصل		هفته
مقدمه، تاریخچه و اهمیت انرژی آبی در تولید الکتریسیته		اول
تاریخچه مختصر از انرژی آبی شامل محرک‌های اولیه و چرخ آب و استفاده از آن		دوم
آشنایی با انواع سیستم‌های انرژی آبی، پتانسیل انرژی ذخیره شده، فشار و میزان دبی جریان آب، پتانسیل منابع سنتی و نوین آبی در ایران و جهان، وضعیت فعلی تولید انرژی‌های سنتی و نوین آبی در ایران و جهان		سوم
		چهارم
		پنجم
آشنایی با منابع نوین انرژی آبی شامل: جریان‌های جزر و مدی، جریان‌های اقیانوسی جزر و مد، امواج و مقایسه با منابع سنتی انرژی آبی شامل: مخزنی، رودخانه‌ای، تلمبه ذخیره‌ای و دیگر روش‌های سنتی تبدیل انرژی آبی به انرژی مصرفی		ششم
		هفتم
آشنایی با دیگر منابع نوین انرژی آبی شامل: گرمایی اقیانوسی، گرادیان شوری آب، و دیگر روش‌های نوین تبدیل انرژی آبی به انرژی مصرفی		هشتم
		نهم
ملاحظه‌های زیست محیطی: اثر هیدرولوژی، سدها و سایر اثرها در تبدیل انرژی آبی به انرژی مصرفی در روش‌های سنتی و نوین		دهم
		یازدهم
آشنایی با روش‌های نو ظهور تبدیل انرژی آبی به انرژی مصرفی شامل: انرژی زمین گرمایی اقیانوسی، بیوانرژی ناشی از اقیانوس‌ها و دریاها و ...		دوازدهم
		سیزدهم
انواع تاسیسات الکتریسیته آبی در تبدیل نوین انرژی آبی به انرژی مصرفی و سیستم‌های کنترلی آنها		چهاردهم
تحقیق‌ها و پژوهش‌های جدید در الکتریسیته آبی و پیشرفت‌های مربوطه		پانزدهم
		شانزدهم



ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۰	-	٪۵۰	٪۱۰	٪۳۰

منابع اصلی:

1. Wagner, Hermann-Josef, Mathur, Jyotirmay, "Introduction to Hydro Energy Systems", Springer Science & Business Media, 2011.
2. G.Boyle. "Renewable Energy: Power for a Sustainable Future", Oxford University Press; 2nd edition, 2004.
3. J. Sherman, "Hydroelectric power", Capstone, 2007.
4. P. Breeze, "Hydropower", Elsevier, 1 st edition, 2018.
5. The Commonwealth Blue Economy Series, No. 4, "Marine Renewable Energy", Commonwealth Blue Economy Series, No. 4, 2016.
6. Alessandro Siria¹, Marie-Laure Bocquet² and Lydéric Bocquet, "New avenues for the large-scale harvesting of blue energy", NATURE REVIEWS, CHEMISTRY, vol. 1, 2017.
6. Erik Dahlquist, "Biomass as Energy Source: Resources, Systems and Applications", CRC Press, 2017.
7. Stephen R. Turns, "An Introduction to Combustion: Concepts and Applications", McGraw-Hill, 2012.
8. Kenneth K. Kuo, "Principles of combustion", John Wiley, 2003.
9. Peters N., "Turbulent Combustion", Cambridge University Press, 2004.
10. Derek Dunn-Rankin, Peter Therkelsen, "Lean Combustion: Technology and Control", Elsevier Science, 2016.



سرفصل درس:									
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:		پایه	نوع واحد	تعداد	عنوان درس به فارسی: ذخیره سازی انرژی مکانیکی و هیدروژن			
	تعداد واحد عملی:					۳ واحد:			
	تعداد واحد نظری:		تخصصی	الزامی	اختیاری ✓	تعداد	ساعت:	۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Hydrogen and Mechanical Energy Storage
	تعداد واحد عملی: -								
	تعداد واحد نظری: ۳								
	تعداد واحد عملی:								
						آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد			
					☐ سمینار ☒ آزمایشگاه ☐ کارگاه ☐ سفر علمی				

اهداف درس:

۱. آشنایی با مفاهیم ذخیره سازی انرژی به صورت مکانیکی و فیزیکی.
۲. آشنایی با سیستم های هوای فشرده به عنوان یکی از ابزار ذخیره ساز انرژی مکانیکی.
۳. آشنایی با سیستم های هوای حرارتی به عنوان یکی از ابزار ذخیره ساز انرژی مکانیکی.
۴. آشنایی با دیگر ابزار ذخیره ساز انرژی مکانیکی.
۵. آشنایی با سیستم های ذخیره سازی هیدروژن.
۶. آشنایی با سیستم های ترکیبی ذخیره انرژی.



سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با ذخیره سازی انرژی
دوم	
سوم	آشنایی با انواع ذخیره سازی های انرژی حرارتی به عنوان یکی از ابزار ذخیره سازی انرژی ترموکائیکی و کلاسه بندی آنها
چهارم	
پنجم	آشنایی با انواع ذخیره سازی های انرژی هوای فشرده به عنوان یکی از ابزار ذخیره سازی انرژی پتو کائیکی و کلاسه بندی آنها
ششم	
هفتم	آشنایی با انواع ذخیره سازی های انرژی هیدرولیکی به عنوان یکی از ابزار ذخیره سازی انرژی هیدرومکائیکی و کلاسه بندی آنها
هشتم	
نهم	آشنایی با انواع ذخیره سازی های نوین و نوظهور انرژی مکانیکی و کلاسه بندی آنها
دهم	
یازدهم	آشنایی با انواع ذخیره سازی های هیدروژنی به عنوان یکی از ابزار ذخیره سازی انرژی و کلاسه بندی آنها
دوازدهم	
سیزدهم	آشنایی با انواع ذخیره سازی های انرژی مکانیکی ترکیبی و کلاسه بندی آنها
چهاردهم	
پانزدهم	آشنایی با نقش انواع ذخیره سازی های انرژی مکانیکی در موضوع عدم قطعیت منابع اولیه انرژی های تجدید پذیر
شانزدهم	



ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۰	-	%۵۰	%۱۰	%۳۰

منابع اصلی:

۱. روش‌های تبدیل و ذخیره انرژی، رامین حقیقی خوشخو، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۷.

2. Paul Breeze, "Power System Energy Storage Technologies", Elsevier Science, 2018.
3. Alfred Ruffer, "Energy Storage: Systems and Components", 1st edition, springer, 2018.
4. Bent Sørensen, "Solar Energy Storage", Elsevier Ltd. , 2015.
5. Rupp Cariveau, David S.-K. Ting, "Methane and Hydrogen for Energy Storage ", Institution of Engineering and Technology, 2016.
6. Gabriele Zini, Paolo Tartarini, "Solar Hydrogen Energy Systems: Science and Technology for the Hydrogen Economy ", Springer Science & Business Media, 2012.
7. Ram Gupta, Angelo Basile, T. Nejat Veziroglu, "Compendium of Hydrogen Energy: Hydrogen Storage, Distribution and Infrastructure", Elsevier Science, 2016.
8. Odne Stokke Burheim, "Engineering Energy Storage ", Elsevier Science, 2017.



سرفصل درس:									
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: انرژی اکتیو و پسیو			
	تعداد واحد عملی:								
	تعداد واحد نظری:	تخصصی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Active & Passive Energy				
	تعداد واحد عملی: -								
	تعداد واحد نظری: ۳	الزامی	اختیاری ✓	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐				
	تعداد واحد عملی:								

اهداف درس:

۱. آشنایی با مسئله جهانی انرژی و رویکردهای نوین به طراحی و اجرای ساختمان‌های کم انرژی.

۲. آشنایی با استفاده از سیستم‌های اکتیو و پسیو انرژی در انواع کاربرد.

۳. آشنایی با افزایش بهره‌وری انرژی‌های تجدیدپذیر در ترکیب انواع اکتیو و پسیو آنها



هفته	سرفصل
اول	آشنایی با تاریخچه استفاده پسیو و اکتیو از انواع انرژی تجدیدپذیر شامل انرژی بادی، خورشیدی، زمین گرمایی و ...
دوم	
سوم	آشنایی با مباحث محیط زیستی در استفاده از انواع انرژی های تجدیدپذیر به صورت اکتیو و پسیو
چهارم	آشنایی با نیاز انرژی ساختمانی به صورت اکتیو و پسیو
پنجم	آشنایی با انرژی بادی به صورت اکتیو و پسیو در انواع کاربرد
ششم	
هفتم	آشنایی با انرژی خورشیدی به صورت اکتیو و پسیو در انواع کاربرد
هشتم	
نهم	آشنایی با انرژی زمین گرمایی و زیست توده به صورت اکتیو و پسیو در انواع کاربرد
دهم	
یازدهم	آشنایی با روش های تامین انرژی حرارتی به صورت اکتیو و پسیو (ترکیبی) در ساختمان های بدون انرژی
دوازدهم	
سیزدهم	آشنایی با روش های تامین انرژی الکتریکی به صورت اکتیو و پسیو (ترکیبی) در ساختمان های بدون انرژی
چهاردهم	
پانزدهم	آشنایی با نرم افزارهای طراحی تامین بهینه انرژی به صورت اکتیو و پسیو (ترکیبی) در ساختمان های بدون انرژی
شانزدهم	



ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان نرم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۰	-	%۵۰	%۱۰	%۳۰

منابع اصلی:

1. Twidell J. and T. Weir, "Renewable Energy Resources", 2nd Edition, Routledge, 2005.
2. Tushar K. Ghosh and Mark A. Prelas, "Energy Resources and Systems", Volume 2: Renewable Resources, Springer Netherlands, 2011.
3. Aldo V. da Rosa, "Fundamentals of Renewable Energy Processes", 3rd Edition-Academic Press, 2012.
4. Athienitis, A., & Brien, W. O. (n.d.). "Modeling, Desing, and Optimization of Net-Zero Energy Building", Wiley, 2015.
5. Jadhav N. Y., "Green and Smart Building: Advanced Technology Options", Springer, 2016.
6. John Schaeffer, "Real Goods Solar Living Sourcebook: Your Complete Guide to Living beyond the Grid with Renewable Energy Technologies and Sustainable Living", New Society Publishers, 2014.
7. Manwell, McGowan, and Rogers, "Wind Energy Explained", 2nd Edition, Wiley, 2009.
8. Wei Tong, "Wind Power Generation and Wind Turbine Design", WITpress, 2010.
- Sinisa Stankovic, "Neil Campbell and Alan Harries, Urban Wind Energy", Earthscan, 2009.
9. John A. Duffie and William A. Beckman, "Solar Engineering of Thermal Processes", 4th Edition, Wiley, 2013.



سرفصل درس:									
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: کنترل در انرژی‌های تجدیدپذیر			
	تعداد واحد عملی:								
	تعداد واحد نظری:	تخصصی		الزامی	تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Control of Renewable Energies Conversion Sources			
	تعداد واحد عملی: -								
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری ✓		۴۸					
	تعداد واحد عملی: ۰								
					آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد				
				☐ سمینار ☒ آزمایشگاه ☐ کارگاه ☐ سفر علمی					

اهداف درس:

۱. آشنایی با نحوه کار کنترل‌کننده‌های کاربردی در سیستم‌های تجدیدپذیر
۲. دسته‌بندی‌های کنترل‌کننده‌ها
۳. شبیه‌سازی کامل سیستم‌های تجدیدپذیر



هفته	سرفصل
اول	دسته‌بندی‌های کنترل‌کننده‌های کاربردی در سیستم‌های تجدیدپذیر
دوم	کنترل‌کننده راه‌انداز بالا ، بدون ترم انگرال
سوم	کنترل‌کننده راه‌انداز بالا هیبریدی
چهارم	شبیه‌سازی سیستم و کنترل‌کننده
پنجم	رگولاتور ترکیبی با مسدودکن بالا
ششم	کنترل‌کننده هیستریزیس
هفتم	هیستریزیس مدوله
هشتم	رگولاتور پی‌آی مرتبط با یک مدولاسیون پهنای باند
نهم	معرفی یک سیستم هیبریدی با چند منبع تجدیدپذیر
دهم	مدل‌سازی پیل سوختی
یازدهم	مدل‌سازی باتری
دوازدهم	کنترل‌کننده توان در سیستم‌های تجدیدپذیر
سیزدهم	کنترل‌کننده انرژی در سیستم‌های تجدیدپذیر
چهاردهم	معرفی چند کانورتر و نحوه عملکرد آن‌ها
پانزدهم	مد لغزشی
شانزدهم	کنترل‌کننده مسطح



پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۰	-	%۵۰	%۱۰	%۳۰

منابع اصلی:

1. E. Monmasson, Power Electronic Converters: PWM Strategies and Current Control Techniques, ISTE Ltd and John Wiley & Sons Inc, 11 mars 2011.
2. R. Gavagsaz-Ghoachani, M. Phattanasak, J.-P. Martin, S. Pierfederici, B. Nahidmobarakeh, and P. Riedinger, "A Lyapunov Function for Switching Command of a DC-DC Power Converter With an LC Input Filter," IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 53, no. 5, pp. 5041-5050, Sept.-Oct. 2017.
3. R. Gavagsaz-Ghoachani, M. Phattanasak, J.-P. Martin, S. Pierfederici, B. Nahid-Mobarakeh, and B. Davat, "Generalisation of an averaged model approach to estimate the period-doubling bifurcation onset in power converters," IET Power Electron, vol. 9, no. 5, pp. 977-988, Apr. 2016.
4. M. Phattanasak, R. Gavagsaz-Ghoachani, J.-P. Martin, B. Nahid-mobarakeh, S. Pierfederici, and B. Davat, "Control of a Hybrid Energy Source Comprising a Fuel Cell and Two Storage Devices using Isolated Three-Port Bidirectional DC-DC Converters," IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 51, no. 1, pp. 491-497, Jan./Feb. 2015.
5. R. Gavagsaz-Ghoachani, J. Martin, S. Pierfederici, B. Nahid-Mobarakeh, and B. Davat, "DC Power Networks With Very Low Capacitances for Transportation Systems: Dynamic Behavior Analysis," IEEE Trans. Power Electron., vol. 28, no. 12, pp. 5865-5877, Dec. 2013.
6. M. Karbalaye Zadeh, R. Gavagsaz-ghoachani, J.-P. Martin, S. Pierfederici, B. Nahid-Mobarakeh, and M. Molinas, "Discrete-Time Tool for Stability Analysis of DC Power Electronics Based Cascaded Systems," IEEE Trans. Power Electron., vol. 32, no. 1, pp. 652-667, Jan 2017.
7. C.K. Tse, "Complex Behavior of Switching Power Converters". Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.
8. R. W. Erickson, D. Maksimovic, "Fundamentals of Power Electronics, 2 ed.": Kluwer Academic Publishers, 2001.
9. Jean-Jacques E. Slotine, Weiping Li, Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991.
10. Ali H. Nayfeh, Balakumar Balachandran, Applied Nonlinear Dynamics: Analytical, Computational, and Experimental Methods, John Wiley & Sons, 2008.
11. Gerasimos G. Rigatos, Nonlinear Control and Filtering Using Differential Flatness Approaches, Springer International Publishing, 2015.
12. O. BEUCHER and M. WEEKS, Introduction to MATLAB & Simulink, Infinity Science Press, 2007.
13. M. Kazimierzuk, Pulse-width modulated DC-DC power converters, Chichester, U.K.: Wiley, 2008.

سرفصل درس:										
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: منابع و مصارف انرژی				
	تعداد واحد عملی:					۳				
	تعداد واحد نظری:	تخصصی				تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Energy Sources & Consumption			
	تعداد واحد عملی: -									
	تعداد واحد نظری: ۳	الزامی					۴۸			
	تعداد واحد عملی: ۰									
آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد					سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					

اهداف درس:

۱. آشنایی با دسته‌بندی منابع انرژی
۲. کاربردهای کلی منابع انرژی در سیستم‌های تجدیدپذیر
۳. آشنایی با چالش‌های منابع انرژی‌های تجدیدپذیر
۴. ارائه راه‌حل‌های موجود برای رفع چالش‌های منابع



هفته	سرفصل
اول	دسته‌بندی منابع انرژی
دوم	معرفی کاربردهای کلی منابع انرژی در سیستم‌های تجدیدپذیر
سوم	بیان مشکل‌های متفاوت منابع انرژی
چهارم	آشنایی با چالش‌های پیل‌های سوختی
پنجم	سیستم فیلتر اکتیو برای رفع یک چالش پیل سوختی
ششم	معرفی شکل موج‌ها و کنترل کننده سیستم فیلتر اکتیو
هفتم	آشنایی با چالش‌های باتری
هشتم	اکولایزر راهکاری برای چالش باتری‌ها
نهم	آشنایی با چالش‌های سیستم‌های فتوولتاییک
دهم	معرفی راه‌حل‌های بالانس ولتاژ
یازدهم	نحوه انجام کار آزمایشگاهی برای بالانس ولتاژ
دوازدهم	معرفی مبدل‌های کاربردی
سیزدهم	مقایسه مبدل‌ها - کاربردها - مزایا و محدودیت‌ها
چهاردهم	بیان نقش فیلترهای LC
پانزدهم	بار منفی در سیستم‌های بار توان ثابت
شانزدهم	معرفی چند سیستم کاربردی با توان ثابت



پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشته‌ای		
٪۱۰	-	٪۵۰	٪۱۰	٪۳۰

منابع اصلی:

1. E. Monmasson, Power Electronic Converters: PWM Strategies and Current Control Techniques, ISTE Ltd and John Wiley & Sons Inc, 11 mars 2011.
2. Shahin, R. Gavagsaz-Ghoachani, J.-P. Martin, S. Pierfederici, B. Davat, and F. Meibody-Tabar, "New Method to Filter HF Current Ripples Generated by Current-Fed DC/DC Converters," IEEE Trans. Power Electron., vol. 26, no. 12, pp. 3832-3842, Dec. 2011.
3. M. Karbalaye Zadeh, R. Gavagsaz-ghoachani, J.-P. Martin, S. Pierfederici, B. Nahid-Mobarakeh, and M. Molinas, "Discrete-Time Tool for Stability Analysis of DC Power Electronics Based Cascaded Systems," IEEE Trans. Power Electron., vol. 32, no. 1, pp. 652-667, Jan 2017.
4. j. M. Carrasco, L. G. Franquelo, J. T. Bialasiewicz, E. Galvan, R. C. PortilloGuisado, M. A. M. Prats, J. I. Leon, and N. Moreno-Alfonso, "Power-electronic systems for the grid integration of renewable energy sources: A survey", IEEE Transactions on Industrial Electronics, 53(4):1002-1016, June 2006.
5. C.K. Tse, Complex Behavior of Switching Power Converters. Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.
6. R. W. Erickson, D. Maksimovic, Fundamentals of Power Electronics, 2 ed.: Kluwer Academic Publishers, 2001.
7. A. H. Nayfeh, Balakumar Balachandran, Applied Nonlinear Dynamics: Analytical, Computational, and Experimental Methods, John Wiley & Sons, 2008..
8. Jean-Jacques E. Slotine, Weiping Li, Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991.
9. Hassan K.Khalil, "Nonlinear Systems", Pearson; 3 edition, December 2001.
10. Gerasimos G. Rigatos, . Nonlinear Control and Filtering Using Differential Flatness Approaches, Springer International Publishing, 2015.
11. O. BEUCHER and M. WEEKS, Introduction to MATLAB & Simulink, Infinity Science Press, 2007.
12. M. Kazimierczuk, Pulse-width modulated DC-DC power converters, Chichester, U.K.: Wiley, 2008.



سرفصل درس:						
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: تبدیل انرژی در انرژی های تجدیدپذیر
	تعداد واحد عملی:				۳	
	تعداد واحد نظری:	تخصصی			تعداد	عنوان درس به انگلیسی: Energy Conversion in Renewable Energies
	تعداد واحد عملی: -				ساعت	
	تعداد واحد نظری: ۳	الزامی			ت:	
	تعداد واحد عملی: ۰				۴۸	
	آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد				سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐	

اهداف درس:

۱. شناخت روش‌های تبدیل انرژی در منابع تجدیدپذیر
۲. آشنایی با روش‌های تبدیل انرژی در ذخیره‌سازی انرژی تجدیدپذیر
۳. آشنایی با مکانیسم‌های مختلف تبدیل انرژی نوین



هفته	سرفصل
اول	شناخت روش‌های تبدیل سنتی و نوین انرژی
دوم	
سوم	تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی
چهارم	
پنجم	تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی حرارتی
ششم	
هفتم	تبدیل انرژی بادی به انرژی الکتریکی
هشتم	تبدیل انرژی آبی به انرژی الکتریکی
نهم	تبدیل انرژی زیستی به انرژی الکتریکی و انرژی حرارتی
دهم	تبدیل انرژی زمین‌گرمایی به انرژی الکتریکی و انرژی حرارتی
یازدهم	تبدیل انرژی از منابع نامتعارف به انرژی الکتریکی
دوازدهم	
سیزدهم	تبدیل انرژی در انواع پیل‌های سوختی به شکل الکتریکی و حرارتی و ترکیبی
چهاردهم	
پانزدهم	آشنایی با تبدیل انرژی در ذخیره انرژی الکتروشیمیایی در باتری و ابرخازن
شانزدهم	



ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۰	-	٪۵۰	٪۱۰	٪۳۰

منابع اصلی:

1. Tester, J.W., Drake, E.M., Golay, M.W., Driscoll, M.J., Peters, W.A., "Sustainable Energy - Choosing Among Options", MIT Press, 2005.
2. C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich; "Electrochemistry", Wiley-VCH, 2007.
3. K. Krischer, K. Schönleber, "Physics of Energy Conversion", De Gruyter, 2015.
4. R. Schlögl, "Chemical Energy Storage", De Gruyter, 2013.
5. Twidell J. and T. Weir, "Renewable Energy Resources", 2nd Edition, Routledge, 2005.
6. D. A. Spera, "Wind Turbine Technology, Fundamental Concepts Of Wind Turbine Engineering", 2nd Edition, ASME Press, 2009.
7. Soteris A. Kalogirou, "Solar Energy Engineering-Processes and Systems", Academic Press, 2013.
8. Duffie, John A., and William A. Beckman. Solar engineering of thermal processes. John Wiley & Sons, 2013.
9. J. Nelson, "The Physics of Solar Cells", Imperial College Press, London, England, 2003.
10. J. R. Balfour, M. Shaw & N. B. Nash, "Introduction to Photovoltaic System Design (The Art and Science of Photovoltaics)", 2018.
11. Ravindranath, N. H. and Hall, D.D., "Biomass, Energy and Environment." Oxford University Press, 1995.



سرفصل درس:										
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:			
	تعداد واحد عملی:						مدل سازی و تحلیل پایداری سیستم های تجدیدپذیر			
	تعداد واحد نظری:		تخصصی			الزامی	تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Modeling and Stability Analysis of Renewable Systems		
	تعداد واحد عملی: -									
	تعداد واحد نظری: ۳									
	تعدا واحد عملی: ۰		اختیاری ✓			تعداد واحد عملی:	تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰	تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد										
☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سفر علمی										

اهداف درس:

۱. آشنایی با مدل سازی در سیستم های تجدیدپذیر
۲. بیان روش های پایداری سازی
۳. شبیه سازی سیستم های کاربردی
۴. آنالیز روابط و شکل موج ها



هفته	سرفصل
اول	بیان مدل سازی های متفاوت
دوم	معرفی پارامترها و نمونه های دوشاخگی در مبدل ها
سوم	پایداری در سیستم های پیوسته
چهارم	پایداری در سیستم های گسسته
پنجم	استراتژی های مدل سازی
ششم	مدل سازی گسسته یک مبدل با کنترل کننده
هفتم	نحوه رسم دیاگرام دوشاخگی با استفاده از مدل های متفاوت
هشتم	تحلیل مقادیر ویژه سیستم و کنترل مقاوم
نهم	شبیه سازی سیستم
دهم	اعتبارسنجی نتایج شبیه سازی
یازدهم	مدل سازی پیوسته - مزایا و محدودیت ها
دوازدهم	پایدار کننده های پسو و اکتیو
سیزدهم	بار توان ثابت
چهاردهم	مدل سازی پیوسته
پانزدهم	لیاپونوف
شانزدهم	معیارهای پایداری



پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۰	-	٪۵۰	٪۱۰	٪۳۰

منابع اصلی:

1. Gerasimos G. Rigatos, Nonlinear Control and Filtering Using Differential Flatness Approaches, Springer International Publishing, 2015.
2. M. Karbalaye Zadeh, R. Gavagsaz-ghoachani, J.-P. Martin, S. Pierfederici, B. Nahid-Mobarakeh, and M. Molinas, "Discrete-Time Tool for Stability Analysis of DC Power Electronics Based Cascaded Systems," IEEE Trans. Power Electron., vol. 32, no. 1, pp. 652-667, Jan 2017.
3. L. M. Saublet, R. Gavagsaz-Ghoachani, J.-P. Martin, B. Nahid-Mobarakeh, and S. Pierfederici, "Asymptotic Stability Analysis of the Limit Cycle of a Cascaded DC-DC Converter Using Sampled Discrete-Time Modeling," IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 63, no. 4, pp. 2477-2487, Apr. 2016.
4. A. Emadi, A. Khaligh, C. H. Rivetta, and G. A. Williamson, "Constant power loads and negative impedance instability in automotive systems: Definition, modeling, stability, and control of power electronic converters and motor drives," IEEE Trans. Veh. Technol., vol. 55, no. 4, pp. 1112-1125, Jul. 2006.
5. M. Cespedes, L. Xing, and J. Sun, "Constant-power load system stabilization by passive damping," IEEE Trans. Power Electron., vol. 26, no. 7, pp. 1832-1836, Jul. 2011. [3] M. Ashourloo, A. Khorsandi, and H. Mokhtari, "Stabilization of DC microgrids with constant-power loads by an active damping method," in Proc. 4th Power Electron., Drive Syst. Technol. Conf. (PEDSTC), pp. 471-475, Feb. 2013.
6. P. Magne, D. Marx, B. Nahid-Mobarakeh, and S. Pierfederici, "Largesignal stabilization of a DC-link supplying a constant power load using a virtual capacitor: Impact on the domain of attraction," IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 48, no. 3, pp. 878-887, May/Jun. 2012.
7. X. Lu, K. Sun, L. Huang, J. M. Guerrero, J. C. Vasquez, and Y. Xing, "Virtual impedance based stability improvement for DC microgrids with constant power loads," in Proc. IEEE Energy Convers. Congr. Exposit. (ECCE), pp. 2670-2675, Sep. 2014.
8. C.K. Tse, "Complex Behavior of Switching Power Converters". Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.
9. R. W. Erickson, D. Maksimovic, Fundamentals of Power Electronics, 2 ed.: Kluwer Academic Publishers, 2001.
10. A. H. Nayfeh, Balakumar Balachandran, Applied Nonlinear Dynamics: Analytical, Computational, and Experimental Methods, John Wiley & Sons, 2008.
11. O. BEUCHER and M. WEEKS, Introduction to MATLAB & Simulink, Infinity Science Press, 2007.
12. M. Kazimierczuk, Pulse-width modulated DC-DC power converters, Chichester, U.K.: Wiley, 2008.

سرفصل درس:									
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد	عنوان درس به فارسی:			
	تعداد واحد عملی:					آینده‌نگری و رصد انرژی			
	تعداد واحد نظری:	تخصصی		الزامی	تعداد	عنوان درس به انگلیسی: Energy Forecasting and Observation			
	تعداد واحد عملی: -								
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری ✓		ندارد	تعداد	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد			
	تعداد واحد عملی:								
	تعداد واحد عملی:				سفر علمی ☐	کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐			

اهداف درس:

آشنایی با روش‌های مختلف آینده‌نگری و رصد انرژی

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

آشنایی با استراتژی‌ها، طرح‌ریزی، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری انرژی

ارائه صحیح استراتژی‌ها، طرح‌ریزی، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری انرژی در ایران با نگرش به انرژی‌های تجدیدپذیر



هفته	سرفصل
اول	آشنایی با مفاهیم گوناگون رصد انرژی شامل: Energy observation, futuring, forecasting, monitoring, intelligence, assessment,...
دوم	
سوم	آشنایی با استراتژی‌های انرژی در جهان و با مطالعات تطبیقی Energy Strategies
چهارم	آشنایی با طرح‌ریزی انرژی در جهان و با مطالعات تطبیقی Energy Planning
پنجم	آشنایی با برنامه‌ریزی انرژی در جهان و با مطالعات تطبیقی Energy Programming
ششم	آشنایی با سیاست‌گذاری انرژی در جهان و با مطالعات تطبیقی Energy Policies
هفتم	آشنایی با استراتژی‌های، طرح‌ریزی، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری انرژی در ایران
هشتم	
نهم	
دهم	آشنایی با انواع مدل‌سازی توصیفی آینده‌نگری انرژی
یازدهم	
دوازدهم	آشنایی با انواع مدل‌سازی ریاضی آینده‌نگری انرژی
سیزدهم	
چهاردهم	مدل‌سازی توصیفی آینده‌نگری انرژی در ایران
پانزدهم	
شانزدهم	مدل‌سازی ریاضی آینده‌نگری انرژی در ایران



پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۰	-	%۵۰	%۱۰	%۳۰

منابع اصلی:

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", Academic Press, 2013.
3. P. P. Drobinski, 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", John Wiley & Sons, 2016.
5. James C. White, "Global Energy Strategies: Living with Restricted Greenhouse Gas Emissions", Environmental Science Research, vol 47, 1993.
6. Justin Gonzalez, "Energy Planning: Approaches and Assessment (Energy Policies, Politics and Prices)", Nova Science Pub Inc, 2017.
7. Timothy F. Braun & Lisa M. Glidden, "Understanding Energy and Energy Policy", Zed books, 2014.
8. Andreas Goldthau, "The Handbook of Global Energy Policy (Handbooks of Global Policy)", Wiley blackwell, 2016.
9. Chris Foulds, "Advancing Energy Policy", Springer, 2018.
10. Wei-Chiang Hong, "Kernel Methods and Hybrid Evolutionary Algorithms in Energy Forecasting", MDPI, 2018.
11. Thomas J. Sargent, "Energy, Foresight and Strategy", Routledge, 2016.



سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	سرفصل
دوم	دسته‌بندی مبدل‌ها
سوم	معرفی جایگاه‌های کلی مبدل‌های قدرت در سیستم‌های تجدیدپذیر
چهارم	بیان کاربردهای متفاوت مبدل‌ها
پنجم	آشنایی با مزیت‌ها و محدودیت‌های مبدل‌های قدرت
ششم	معرفی کانورترهای دی سی غیر ایزوله و مقایسه هر یک
هفتم	معرفی کانورترهای دی سی ایزوله
هشتم	آشنایی با مدهای کاری مبدل‌ها
نهم	آشنایی با استفاده از کانورترهای متناسب با منابع انرژی تجدیدپذیر
دهم	آشنایی با اینورترهای سیستم‌های فتوولتائیک
یازدهم	معرفی مبدل‌های قدرت کسکید
دوازدهم	معرفی مبدل‌های قدرت چندسطحی
سیزدهم	آشنایی با نرم‌افزار پیشنهادی
چهاردهم	شبیه‌سازی مبدل قدرت سه سطحی
پانزدهم	
شانزدهم	شبیه‌سازی مبدل‌های قدرت جدید در سیستم‌های تجدیدپذیر



ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۰	-	%۵۰	%۱۰	%۳۰

منابع اصلی:

1. E. Monmasson, "Power Electronic Converters: PWM Strategies and Current Control Techniques", ISTE Ltd and John Wiley & Sons Inc, 11 mars 2011.
2. R. Gavagsaz-Ghoachani, M. Phattanasak, M. Zandi, J-P. Martin, B. Nahid-mobarakeh, and S. Pierfederici, "Control of a two-phase interleaved boost converter with input LC filter for fuel cell vehicle applications," in Proc. VPPC, 2017.
3. L. M. Saublet, R. Gavagsaz-Ghoachani, J-P. Martin, B. Nahid-Mobarakeh, and S. Pierfederici, "Asymptotic Stability Analysis of the Limit Cycle of a Cascaded DC-DC Converter Using Sampled Discrete-Time Modeling," IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 63, no. 4, pp. 2477-2487, Apr. 2016.
4. M. K. Zadeh, R. Gavagsaz-Ghoachani, J.P. Martin, B. Nahid-Mobarakeh, S. Pierfederici, and M. Molinas, "Discrete-time modeling, stability analysis, and active stabilization of dc distribution systems with multiple constant power loads," IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 52, no. 6, pp. 4888-4898, Nov./Dec. 2016.
5. C.K. Tse, "Complex Behavior of Switching Power Converters". Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.
6. R. W. Erickson, D. Maksimovic, "Fundamentals of Power Electronics", 2 ed.: Kluwer Academic Publishers, 2001.
7. Hassan K.Khalil, "Nonlinear Systems", Pearson; 3 edition, December 2001.
8. O. BEUCHER and M. WEEKS, "Introduction to MATLAB & Simulink", Infinity Science Press, 2007.
9. M. Kazimierczuk, "Pulse-width modulated DC-DC power converters", Chichester, U.K.: Wiley, 2008.



سرفصل درس:										
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:			
	تعداد واحد عملی:						انرژی و محیط زیست			
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Energy and Environment			
	تعداد واحد عملی: -									
	تعداد واحد نظری: ۳		اختیاری ✓	۴۸						
	تعداد واحد عملی: ۰									
آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد										
☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سفر علمی										

اهداف درس:

۱. آشنایی با روش‌های ارزیابی آثار تولید و مصرف انرژی بر محیط زیست
۲. تسلط بر روش‌های تأثیرسیاست حفاظت از محیط زیست بر توسعه بخش انرژی و اقتصاد
۳. آشنایی بر اثر متقابل انرژی‌های تجدیدپذیر و محیط زیست



هفته	سرفصل
اول	مباحث پایه (انرژی و محیط زیست، آلودگی محیط زیست، اثر تغییر زیست محیطی)
دوم	چرخه مواد در طبیعت (تراز انرژی جو، تغییر آب و هوایی، باران‌های اسیدی) آلودگی‌های شهری
سوم	چرخه آب (آب برای انرژی، انرژی برای آب، طراحی شبکه‌های آب Water Pinch)
چهارم	سیاست‌گذاری در محیط زیست (مقدمه، استانداردهای زیست محیطی، معیارهای زیست محیطی، سیاست‌های زیست محیطی)
پنجم	روش‌های برنامه‌ریزی زیست محیطی (مقدمه، رویکردهای زیست محیطی، تحلیل چرخه عمر
ششم	
هفتم	
هشتم	اکوسیستم، توسعه پایدار (مدل‌های زیست محیطی، رابطه اقتصاد - انرژی و محیط زیست، خدمات اکوسیستم (ES) و ارزیابی و تخمین ارزش خدمات اکوسیستم
نهم	
دهم	
یازدهم	تحلیل انرژی (مقدمه، مفاهیم، روش تحلیل صنایع بر اساس تحلیل انرژی)
دوازدهم	
سیزدهم	کنترل پخش انتشار (روش‌های کنترل اولیه، روش‌های کنترل ثانویه)
چهاردهم	
پانزدهم	بررسی افزایش ضریب تاثیر افزایش انرژی‌های تجدیدپذیر در سد انرژی جهانی در تغییر شرایط اقلیمی و محیط زیست
شانزدهم	



پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۰	-	%۵۰	%۱۰	%۳۰

منابع اصلی:

- 1 . Jose Goldemberg , "Interactions: Energy and Environment Paperback", EOLSS Publishers Co Ltd, 2009.
- 2 . Robin Smith, Chemical Process Design and Integration, Chapter 8 , 25 , 26, John Wiley & Sons Ltd, 2005.
- 3 . Francis M. Vanek Louis D. Albright, Energy Systems Engineering Evaluation and Implementation, McGraw-Hill Companies, 2008.
- 4 . <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-4-2-compilation-air-emissions-actors>.
- 5 . Efsthios E. Michaelides, "Energy, the Environment, and Sustainability", CRC Press, 2018.
- 6 . Ibrahim Dincer, Adnan Midilli, Haydar Kucuk, " Progress in Exergy, Energy, and the Environment ", Springer, 2014.
- 7 . Sofien Tiba, Anis Omri, " Literature survey on the relationships between energy, environment and economic growth ", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 69, 2017.
- 8 . Theerthagiri Jayaraman, Arun Prasad Murthy, Venugopal Elakkiya, Sivaraman Chandrasekaran, Palaniyandy Nithyadharseni, Ziyauddin Khan, Raja Arumugam Senthil, Ravi Shanker, Mitty Raghavender, Parasuraman Kuppusami, Madhavan Jagannathan, Muthupandian Ashokkumar, " Recent development on carbon based heterostructures for their applications in energy and environment: A review ", *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, Volume 64, 2018.
- 9 . Shuai Cao, Bing Li, Rongmei Zhu, Huan Pang, " Design and synthesis of covalent organic frameworks towards energy and environment fields", *Chemical Engineering Journal*, Volume 355, 2019.
- 10 . Subramanian Senthilkannan Muthu, " Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors, Volume 1", Springer Science & Business Media, 2014.
- 11 . Ángel Arcos-Vargas, Laureleen Riviere, " Grid Parity and Carbon Footprint: An Analysis for Residential Solar Energy in the Mediterranean Area ", Springer, 2018.



سرفصل درس:											
دروس پیش نیاز:			تعداد واحد نظری:	پایه	نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: ریاضی در انرژی	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سفر علمی			
			تعداد واحد عملی:								
			تعداد واحد نظری:	تخصصی	الزامی	اختیاری ✓	تعداد واحد عملی:			تعداد ساعات:	عنوان درس به انگلیسی: Mathematics in Energy
			تعداد واحد عملی: -								
			تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری ✓	تعداد واحد عملی:	تعداد ساعات:	عنوان درس به انگلیسی: Mathematics in Energy				
			تعداد واحد عملی:								

اهداف درس:

۱. شناخت مبانی احتمال و آمار موردنیاز در حوزه انرژی
۲. آشنایی با مدل سازی مسایل مهندسی انرژی با استفاده از روش های احتمال
۳. تحلیل داده با استفاده از روش های آماری
۴. طراحی آزمایش در حوزه انرژی
۵. انجام آزمایش و جمع آوری داده در حوزه انرژی
۶. تحلیل و توصیف داده در حوزه انرژی
۷. حل مسایل کاربردی مهندسی با استفاده از تحلیل های آماری در حوزه انرژی



هفته	سرفصل
اول	مقدمه - آشنایی با عدم قطعیت در سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر
دوم	
سوم	تعریف متغیر گسسته و توزیع‌های احتمالی مربوط
چهارم	تعریف متغیر پیوسته و توزیع‌های احتمالی مربوط
پنجم	شناخت توزیع‌های احتمالی چند متغیره
ششم	آشنایی با قابلیت اطمینان در سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر
هفتم	
هشتم	آشنایی با آمار توصیفی
نهم	شناخت روش‌های نمونه‌برداری
دهم	آشنایی با بازه‌های آماری
یازدهم	آشنایی با آزمون فرضیه
دوازدهم	آشنایی با آزمون‌های مقایسه‌ای
سیزدهم	
چهاردهم	آشنایی با آنالیز واریانس
پانزدهم	آشنایی با فرآیندهای اتفاقی و طراحی بلوک‌های تصادفی
شانزدهم	



ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۰	-	٪۵۰	٪۱۰	٪۳۰

منابع اصلی:

1. Douglas C. Montgomery and George C. Runger, "Applied Statistics and Probability for Engineers", 6th Edition, Wiley, 2014.
2. Montgomery, D.C., "Design and Analysis of Experiments" Joh Wiley & Sons, 2013.
3. Valentin Bertsch, Wolf Fichtner, Vincent Heuveline, Thomas Leibfried, "Advances in Energy System Optimization ", Springer, 2017.
4. D. R. Cox, Christl A. Donnelly, " Principles of Applied Statistics ", Cambridge University Press, 2011.
5. Lawrence E. Jones, " Renewable Energy Integration: Practical Management of Variability, Uncertainty, and Flexibility in Power Grids ", Academic Press, 2014.
6. Ricardo G. Barcelona, " Energy Investments: An Adaptive Approach to Profiting from Uncertainties ", Springer, 2017.
7. Haris Doukas, Alexandros Flamos, Jenny Lieu, " Understanding Risks and Uncertainties in Energy and Climate Policy: Multidisciplinary Methods and Tools for a Low Carbon Society", Springer, 2019.
8. Tyler G. Hicks, " Handbook of Energy Engineering Calculations ", McGraw Hill Professional, 2011.
9. Donald G. Newnan, Ted Eschenbach, Jerome P. Lavelle, " Study Guide for Engineering Economic Analysis ", Oxford University Press, 2004.



سرفصل درس:									
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه	نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:				
	تعداد واحد عملی:				پیل سوختی				
	تعداد واحد نظری:	تخصصی	تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی:					
	تعداد واحد عملی: -								
	تعداد واحد نظری: ۳								
	تعداد واحد عملی: ۰								
	اختیاری ✓		آموزش تکمیلی عملی: ✓ دارد ☐ ندارد ☐						
الزامی		☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ سفر علمی							
Fuel Cell					۴۸				

اهداف درس:

۱. آشنایی با انواع پیل‌های سوختی
۲. آشنایی با نحوه کارکرد پیل‌های سوختی
۳. آشنایی با انواع کاربردهای پیل‌های سوختی
۴. آشنایی با انواع مدل‌سازی ترمودینامیکی و چند بعدی حرارتی و الکتروشیمیایی پیل‌های سوختی
۵. آشنایی با روش‌های تبدیل انرژی در پیل‌های سوختی
۶. آشنایی با پیل‌های سوختی نوین و ویژه



هفته	سرفصل
اول	معرفی و تشریح انواع پیل‌های سوختی و کلاسه‌بندی آنها
دوم	معرفی و تشریح انواع پیل‌های سوختی هیدروژنی و کلاسه‌بندی آنها
سوم	معرفی و تشریح انواع پیل‌های سوختی فلز-هوا و کلاسه‌بندی آنها
چهارم	معرفی و تشریح انواع پیل‌های سوختی نوین و ویژه و کلاسه‌بندی آنها
پنجم	معرفی و تشریح انواع پیل‌های سوختی میکروبی و کلاسه‌بندی آنها
ششم	مبانی، سیستم‌های مختلف و کاربردهای انواع پیل‌های سوختی هیدروژنی، فلز-هوا، نوین و ویژه
هفتم	
هشتم	مبانی ترمودینامیکی و جنبشی واکنش‌های پیل‌های سوختی
نهم	مبانی انتقال جرم و انتقال حرارت در پیل‌های سوختی
دهم	
یازدهم	بررسی مدل‌سازی ترمودینامیکی و الکتروشیمیایی پیل‌های سوختی
دوازدهم	
سیزدهم	بررسی مدل‌سازی صفر بعدی، یک بعدی و چند بعدی پیل‌های سوختی
چهاردهم	
پانزدهم	مبانی فرآیند تبدیل انرژی در فرآیند الکتروشیمیای تولید برق در انواع پیل‌های سوختی
شانزدهم	
شانزدهم	فرآیندهای کنترلی در انواع پیل‌های سوختی



پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۱۰	-	%۵۰	%۱۰	%۳۰

منابع اصلی:

- 1 . Fuel Cell Systems Explained Technology- James Larminie, Andrew Dicks, UK- John Wiley, 2003.
- 2 . Handbook of Fuel Cells (4 V ol) W. Vielstich , A. Lamm , H. Gasteiger – U.S.A- John Wiley, 2003.
- 3 . Ryan O'Hayre, Suk-Won Cha, Whitney Colella, Fritz B. Prinz, "Fuel Cell Fundamentals", John Wiley & Sons, 2016.
- 4 . Advanced Methods of Solid Oxide Fuel Cell Modeling, Jaroslaw Milewski, Konrad S'wirski, Massimo Santarelli, Pierluigi Leone, Springer-Verlag London Limited, 2011.
- 5 . I. Khazaei, H. sabadbafan, "Numerical study of changing the geometry of the flow field of a PEM fuel cell "Heat and Mass Transfer., 51, 2015.
- 6 . Alireza Bayat, Nicholas Maus and Faramarz Gordaninejad, "Modeling of a Three-Dimensional Single-Phase Direct Methanol Fuel Cell", J. Electrochem. En. Conv. Stor. 14(1), 011003, 2017.
- 7 . Xiuping Zhu/Jinren Ni, " Simultaneous processes of electricity generation and p-nitrophenol degradation in a microbial fuel cell", Electrochemistry Communications, Volume 11, Issue 2, Pages 274-277, 2009.
- 8 . A. Ghanbarian, M.J. Kermani, Enhancement of PEM fuel cell performance by flow channel indentation, Energy Conversion and Management 110, 356-366, 2016.
- 9 . M. Gholizadeh, M.Ghazikhani, I.Khazaei, "Effect of changing the water balance on electro-osmotic flow in an elliptical single proton exchange membrane fuel cell" Energy conversion and management, 2016.
- 10 . Huseyin Kahraman, Mehmet F. Orhan, Flow field bipolar plates in a proton exchange membrane fuel cell: Analysis & modeling , Energy Conversion and Management, 2016.



سرفصل درس:																	
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:		طراحی سیستم های حرارتی خورشیدی									
	تعداد واحد عملی:					۳											
	تعداد واحد نظری:	تخصصی			تعداد ساعت:	۴۸		عنوان درس به انگلیسی: Solar Thermal Systems Design									
	تعداد واحد عملی: -																
	تعداد واحد نظری: ۳	الزامی															
	تعداد واحد عملی:	اختیاری ✓															
آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد																	
☐ سمینار ☒ آزمایشگاه ☐ کارگاه ☐ سفر علمی																	

اهداف درس:

۱. آشنایی با روش های طراحی سیستم های حرارتی خورشیدی.
۲. آشنایی با طراحی سیستم های حرارتی خورشیدی به صورت مرکزی و موضعی.
۳. آشنایی با نرم افزارهای طراحی سیستم های حرارتی خورشیدی.
۴. آشنایی با مطالعات اقتصادی و امکان سنجی نیروگاه های حرارتی خورشیدی.



هفته	سرفصل
اول	آشنایی با روش‌های گوناگون طراحی سیستم‌های حرارتی خورشیدی
دوم	آشنایی کلی با طراحی کالکتورهای حرارتی خورشیدی
سوم	آشنایی با طراحی کالکتورهای حرارتی خورشیدی سهموی شکل خطی و بشقابی
چهارم	آشنایی با طراحی کالکتورهای حرارتی خورشیدی لوله خلا
پنجم	آشنایی با طراحی کالکتورهای حرارتی خورشیدی هیبریدی
ششم	آشنایی با طراحی انواع ترکر در سیستم‌های حرارتی خورشیدی و مدهای ترکیب
هفتم	آشنایی با طراحی سیستم‌های پسیو حرارتی خورشیدی و فراگیری نرم افزارها
هشتم	
نهم	فراگیری نرم افزارهای مربوطه در طراحی آب گرم کن خورشیدی و گرمایش فضا با استفاده از سیستم‌های
دهم	حرارتی خورشیدی
یازدهم	فراگیری نرم افزارهای مربوطه در طراحی سیستم‌های حرارتی خورشیدی
دوازدهم	
سیزدهم	فراگیری نرم افزارهای مربوطه در طراحی سیستم‌های ذخیره انرژی خورشیدی
چهاردهم	
پانزدهم	آشنایی با طراحی چند نمونه از سیستم‌های حرارتی خورشیدی موضعی (فرا خورشیدی، آب شیرین کن خورشیدی و...)
شانزدهم	



ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۰	-	٪۵۰	٪۱۰	٪۳۰

منابع اصلی:

1. Laltu Chandra, Ambesh Dixit, " Concentrated Solar Thermal Energy Technologies: Recent Trends and Applications", Springer, 2017.
2. Manuel Blanco, Lourdes Ramirez Santigosa, " Advances in Concentrating Solar Thermal Research and Technology", Elsevier Science, 2016.
3. Werner Vogel, Henry Kalb, " Large-Scale Solar Thermal Power: Technologies, Costs and Development", John Wiley & Sons, 2010.
4. Napoleon Enteria, Aliakbar Akbarzadeh, " Solar Energy Sciences and Engineering Applications ", CRC Press, 2013.
5. M. Santamouris, "Solar Thermal Technologies for Buildings: The State of the Art ", Routledge, 2014.
6. Brian Norton, "Harnessing Solar Heat", Springer Science & Business Media, 2013.
7. Amir Mohammad Norouzi, Majid Siavashi, MohammadHasan Khaliji Oskouei, "Efficiency enhancement of the parabolic trough solar collector using the rotating absorber tube and nanoparticles", *Renewable Energy*, Volume 145, 2020.
8. Nipun Goel, Robert A. Taylor, Todd Otanicar, "A review of nanofluid-based direct absorption solar collectors: Design considerations and experiments with hybrid PV/Thermal and direct steam generation collectors", *Renewable Energy*, Volume 145, 2019.

۹. انرژی خورشیدی انرژی پایدار آینده، مجید زندی و مریم امیرحسینی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۷



سرفصل درس:									
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: طراحی سیستم های فتوولتائیک خورشیدی			
	تعداد واحد عملی:								
	تعداد واحد نظری:	تخصصی	الزامی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Solar Photovoltaic Systems Design			
	تعداد واحد عملی:								
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری ✓	آموزش تکمیلی عملی: ✓ دارد □ ندارد □	سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■ سمینار □					
	تعداد واحد عملی:								

اهداف درس:

۱. آشنایی با روش‌های طراحی سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک.
۲. آشنایی با طراحی سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک متصل به شبکه و منفصل از شبکه.
۳. آشنایی با نرم‌افزارهای طراحی سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک
۴. آشنایی با مطالعات اقتصادی و امکان‌سنجی نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتائیک.



سرفصل		هفته
آشنایی با روش های گوناگون طراحی سیستم های خورشیدی فتوولتاییک		اول
آشنایی با مطالعات اقتصادی و امکان سنجی سیستم های خورشیدی فتوولتاییک		دوم
		سوم
آشنایی کلی با نرم افزارهای طراحی سیستم های خورشیدی فتوولتاییک		چهارم
فراگیری نرم افزار PVsyst در طراحی نیروگاه های خورشیدی فتوولتاییک منفصل از شبکه و متصل به شبکه		پنجم
		ششم
فراگیری نرم افزار PV*sol در طراحی نیروگاه های خورشیدی فتوولتاییک منفصل از شبکه و متصل به شبکه		هفتم
		هشتم
فراگیری نرم افزار TRNSYS در طراحی نیروگاه های خورشیدی فتوولتاییک منفصل از شبکه و متصل به شبکه		نهم
		دهم
فراگیری نرم افزار RETScreen در طراحی نیروگاه های خورشیدی فتوولتاییک منفصل از شبکه و متصل به شبکه		یازدهم
		دوازدهم
فراگیری نرم افزار Homer Energy در طراحی نیروگاه های خورشیدی فتوولتاییک منفصل از شبکه و متصل به شبکه		سیزدهم
		چهاردهم
آشنایی با طراحی نیروگاه های خورشیدی فتوولتاییک بزرگ مقیاس در مقایسه نرم افزارهای طراحی		پانزدهم
		شانزدهم



پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۰	-	٪۵۰	٪۱۰	٪۳۰

منابع اصلی:

1. N.D. Kaushika, Anuradha Mishra, Anil K. Rai, " Solar Photovoltaics: Technology, System Design, Reliability and Viability ", Springer, 2018.
2. Mohammad Azad Malik, Peter Skabara, " Nanostructured Materials for Type III Photovoltaics ", Royal Society of Chemistry, 2017.
3. L.M. Fernández-Ahumada, J. Ramírez-Faz, R. López-Luque, M. Varo-Martínez, I.M. Moreno-García, F. Casares de la Torre, "A novel backtracking approach for two-axis solar PV tracking plants", *Renewable Energy*, Volume 145, 2020.
4. Aldo Orioli, "An accurate one-diode model suited to represent the current-voltage characteristics of crystalline and thin-film photovoltaic modules", *Renewable Energy*, Volume 145, 2019.
5. J. R. Balfour, M. Shaw & N. B. Nash, "Introduction to Photovoltaic System Design (The Art and Science of Photovoltaics)", 2018.
6. Joseph Burdick, Philip Schmidt, "Install Your Own Solar Panels: Designing and Installing a Photovoltaic System to Power Your Home", Storey Publishing, LLC, 2017.
7. Luis Hernández-Callejo, Sara Gallardo-Saavedra, Víctor Alonso-Gómez, "A review of photovoltaic systems: Design, operation and maintenance", *Solar Energy*, Volume 188, 2019.
8. Piyush Choudhary, Rakesh Kumar Srivastava, "Sustainability perspectives- a review for solar photovoltaic trends and growth opportunities", *Journal of Cleaner Production*, Volume 227, 2019.

۱. انرژی خورشیدی انرژی پایدار آینده، مجید زندی و مریم امیرحسینی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۷.



سرفصل درس:													
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:							
	تعداد واحد عملی:					طراحی سیستم‌های بادی							
	تعداد واحد نظری:	تخصصی			تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Wind Systems Design							
	تعداد واحد عملی:												
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری ✓	الزامی	آموزش تکمیلی عملی: ✓ دارد □ ندارد	۴۸								
	تعداد واحد عملی:												
	تعداد واحد عملی:												

☐ سمینار ☐ کارگاه ☒ آزمایشگاه ☐ سفر علمی

اهداف درس:

آشنایی با روش‌های طراحی سیستم‌های بادی.

آشنایی با طراحی سیستم‌های بادی متصل به شبکه و منفصل از شبکه.

آشنایی با نرم‌افزارهای طراحی سیستم‌های بادی

آشنایی با مطالعات اقتصادی و امکان‌سنجی سیستم‌های بادی به صورت نیروگاهی و موضعی.



هفته	سرفصل
اول	آشنایی با روش‌های گوناگون طراحی سیستم‌های بادی
دوم	آشنایی با مطالعات اقتصادی و امکان‌سنجی سیستم‌های بادی
سوم	
چهارم	آشنایی کلی با نرم‌افزارهای طراحی سیستم‌های بادی
پنجم	آشنایی با طراحی و بهینه‌سازی توربین‌های بادی محور افقی بزرگ مقیاس با استفاده از نرم‌افزارهای مهندسی (روتور، سیستم کنترل و سیستم برقی)
ششم	
هفتم	آشنایی با طراحی مزارع بادی بزرگ مقیاس با استفاده از نرم‌افزارهای مهندسی
هشتم	
نهم	آشنایی با طراحی و بهینه‌سازی توربین‌های بادی محور افقی کوچک مقیاس جهت استفاده در انرژی شهری با استفاده از نرم‌افزارهای مهندسی (روتور، سیستم کنترل و سیستم برقی)
دهم	
یازدهم	آشنایی با طراحی و بهینه‌سازی توربین‌های بادی محور عمودی داریوس کوچک مقیاس جهت استفاده در انرژی شهری با استفاده از نرم‌افزارهای مهندسی (روتور، سیستم کنترل و سیستم برقی)
دوازدهم	
سیزدهم	آشنایی با طراحی و بهینه‌سازی توربین‌های بادی محور عمودی ساوینیوس کوچک مقیاس جهت استفاده در انرژی شهری با استفاده از نرم‌افزارهای مهندسی (روتور، سیستم کنترل و سیستم برقی)
چهاردهم	
پانزدهم	آشنایی با طراحی توربین‌های بادی محور عمودی هبیریدی کوچک مقیاس جهت استفاده در انرژی شهری با استفاده از نرم‌افزارهای مهندسی (روتور، سیستم کنترل و سیستم برقی)
شانزدهم	

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۰	-	٪۵۰	٪۱۰	٪۳۰

منابع اصلی:

1. Peter Jamieson, "Innovation in Wind Turbin Design", Wiley, 2011.
2. Wei Tong, "Wind Power Generation and Wind Turbine Design", WITpress, 2010.
3. Muiyiwa Adaramola, "Wind Turbine Technology: Principles and Design", Apple academic press, 2014.
4. Abdel Ghani Aissaoui and Ahmed Tahour, "Wind Turbines Design, Control and Applications", BoD – Books on Demand, 2016.
5. Leon Mishnaevsky, "Repair of wind turbine blades: Review of methods and related computational mechanics problems", *Renewable Energy*, Volume 140, 2019.
6. Hui Liu, Chao Chen, Xinwei Lv, Xing Wu, Min Liu, "Deterministic wind energy forecasting: A review of intelligent predictors and auxiliary methods", *Energy Conversion and Management*, Volume 195, 2019.
7. Mukesh Kumar Lalji, "Design of Vertical Axis Wind Turbine: Design Development Fabrication and Testing of Small Vertical Axis Wind Turbine", LAMBERT, 2012.
8. Hawwa Kadum, Sasha Friedman, Elizabeth H.Camp & Raúl BayoánCal, "Development and scaling of a vertical axis wind turbine wake, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Volume 174, Pages 303-311, 2018.
9. Christos Galinos, Torben J. Larsen, Helge A. Madsen & Uwe S. Paulsen, "Vertical Axis Wind Turbine Design Load Cases Investigation and Comparison with Horizontal Axis Wind Turbine, Energy Procedia, Volume 94, Pages 319-328, 2016.
10. Alexandru-Mihai CISMILIANU, Alexandru BOROS, Ionut-Cosmin ONCESCU & Florin FRUNZULICA, "New Urban Vertical Axis Wind Turbine Design", INCAS BULLETIN, Volume 7, Issue 4, 2015.



سرفصل درس:									
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:		پایه	نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:			
	تعداد واحد عملی:					طراحی آب شیرین کن های خورشیدی			
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی	تعداد	ساعت:	عنوان درس به انگلیسی:	Solar Desalination Systems Design	
	تعداد واحد عملی:								
	تعداد واحد نظری: ۳		اختیاری ✓	تعداد واحد عملی:	۴۸				
	تعداد واحد عملی:								
						آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد			
					☐ سمینار ☒ آزمایشگاه ☐ کارگاه ☐ سفر علمی				

اهداف درس:

آشنایی با انواع سیستم های آب شیرین کن خورشیدی به مخصوص در ابعاد بزرگ شهری و صنعتی

ایجاد توانایی در دانشجویان تحصیلات تکمیلی برای طراحی آب شیرین کن های خورشیدی

کاربردهای کلی سیستم های آب شیرین کن خورشیدی

آشنایی با چالش های موجود در زمینه آب شیرین کن ها

ارائه راه حل های موجود برای رفع چالش های این حوزه



سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با خواص آب شور و لب شور، تعاریف هدایت الکتریکی و املاح محلول آب
دوم	روش های پیش تصفیه برای آب شیرین کن های خورشیدی
سوم	فرایندهای تصفیه و شیرین سازی آب
چهارم	دسته بندی سیستم های آب شیرین کن خورشیدی
پنجم	معرفی کاربردهای کلی سیستم های آب شیرین کن خورشیدی
ششم	آشنایی با چالش های موجود در سیستم های آب شیرین کن خورشیدی
هفتم	تعاریف هدایت الکتریکی و املاح محلول آب
هشتم	محاسبه ها و طراحی آب شیرین کن های خورشیدی غشایی از نوع اسمز معکوس (RO)
نهم	طراحی و بهینه سازی یک واحد نمونه آب شیرین کن خورشیدی اسمز معکوس آب دریا
دهم	طراحی و بهینه سازی یک واحد نمونه آب شیرین کن خورشیدی اسمز معکوس آب لب شور
یازدهم	محاسبه ها و طراحی آب شیرین کن های حرارتی خورشیدی چند اثره
دوازدهم	طراحی و بهینه سازی یک واحد نمونه آب شیرین کن حرارتی چند اثره
سیزدهم	محاسبه ها و طراحی آب شیرین کن های حرارتی خورشیدی رطوبت زنی - رطوبت گیری (HD)
چهاردهم	طراحی و بهینه سازی یک واحد نمونه آب شیرین کن حرارتی رطوبت زنی - رطوبت گیری
پانزدهم	معرفی روش الکترو دیالیز معکوس (EDR) و یون زدایی خازنی (CDI)، مزایا و محدودیتهای برای شیرین سازی آب
شانزدهم	مقایسه اقتصادی روش های تهیه آب شیرین و جمع بندی نهایی



پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۰	-	٪۵۰	٪۱۰	٪۳۰

منابع اصلی:

1. Solar Energy for Water Desalination, Procedia Engineering, Volume 46, Pages 220-227, 2012.
2. M. GH., N. Bakhtiari, M. Bidi, "Effects of tracking modes on the performance of a solar MED plant", Desalination, Vol.380, pp.29-42, 2016.
3. H. Mokhtari, M. Bidi, M. GH., "Thermoeconomic Analysis and Multiobjective Optimization of a Solar Desalination Plant", Journal of Solar Energy, Vol.2014, pp.1-13, 2014.
4. Solar desalination: A sustainable solution to water crisis in Iran, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 48, Pages 571-584, 2015.
5. H. T. El-Dessouky, H. M. Ettouney, "Fundamentals of Salt Water Desalination", Elsevier, 2002.
6. Kalogirou, "Seawater desalination using renewable energy sources", Progr Energy Combustion Science, 242-281, 2005.
7. Precise way to select desalination technologies -Khalid Al Subaie – Desalination 206 29-35 -Elsevier, 2007.
8. Overview of the cost of desalinated water and costing methodologies -K.V. Reddy, N. Ghaffour -Desalination 205 340-353 -Elsevier, 2007.
9. Technical and economic comparison between PV-RO system and RO-Solar Rankine system -D. Manolakos et al -Desalination 221 37-46, 2008.
10. Solar-driven desalination with reverse osmosis: the state of the art – A. Ghermandi, R. Messalem - Desalination and Water Treatment -7 285-296, 2009.
11. Performance of a self-regulating solar multistage flash desalination system-S.M.A. Mustafa, D.I. Jarrar and H.I. Mansy -Solar Energy, 35 333, 1985.
12. Techno-economic evaluation of a solar powered water desalination plant -G. Fiorenza, -V.K. Sharma -Energy Conversion and Management, 44, Pages 2217-2240, 2003.
13. A. Naseri, M. Bidi, M. Ahmadi, "Thermodynamic and exergy analysis of a hydrogen and permeate water production process by a solar-driven transcritical CO₂ power cycle with liquefied natural gas heat sink", Renewable Energy, Vol.113, pp.1215-1228, 2017.

سرفصل درس:																					
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:															
	تعداد واحد عملی:					سیستم‌های هیبرید انرژی و میکروگرید															
	تعداد واحد نظری:	تخصصی			تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی:	Electrical Energy Hybrid systems	تعداد	ساعت:												
	تعداد واحد عملی:																				
	تعداد واحد نظری: ۳	الزامی	اختیاری ✓																		
	تعداد واحد عملی:																				
	تعداد واحد عملی:	آموزش تکمیلی عملی: ✓ دارد ☐ ندارد ☐ کلینیک ☐																			
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐																					

اهداف درس:

۱. آشنایی با سیستم هیبریدی انرژی الکتریکی برپایه انرژی‌های تجدیدپذیر
۲. آشنایی با ساختارهای متفاوت – منابع تولید و منابع کمکی انرژی برپایه انرژی‌های تجدیدپذیر
۳. آشنایی با شبیه‌سازی سیستم مورد مطالعه
۴. ارائه نحوه کنترل و مدیریت سیستم هیبریدی برپایه انرژی‌های تجدیدپذیر



هفته	سرفصل
اول	پدیده‌های غیر خطی
دوم	معرفی مبدل‌های دی سی
سوم	نحوه کار یک نمونه مبدل - ارائه فایل اجرایی مبدل
چهارم	آشنایی با شبیه‌سازی سیستم هیبریدی بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر
پنجم	شکل موج‌ها - بهره ولتاژ و جریان
ششم	معادله‌های دیفرانسیل حاکم بر سیستم - تعاریف اجزا - تکمیل روابط
هفتم	معرفی کنترل کننده و اجزای تشکیل دهنده آن - عملکرد اجزا
هشتم	نقش کاتورها در سیستم هیبریدی بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر - معرفی ساختارهای گوناگون سیستم‌های هیبرید انرژی
نهم	نقش اجزای متفاوت سیستم هیبریدی بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر
دهم	مدل سیستم هیبریدی بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر
یازدهم	روش‌های نوین کنترلی سیستم - روش کنترلی مسطح
دوازدهم	پروفیل بار - روابط
سیزدهم	مدل سازی منابع تولید بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر
چهاردهم	مدل سازی منابع کمکی بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر
پانزدهم	مدیریت انرژی بین منابع تولید انرژی و منابع ذخیره
شانزدهم	تحلیل مدار اجرایی سیستم نمونه هیبریدی بر پایه انرژی‌های تجدیدپذیر



پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۰	-	٪۵۰	٪۱۰	٪۳۰

منابع اصلی:

1. Gerasimos G. Rigatos, Nonlinear Control and Filtering Using Differential Flatness Approaches, Springer International Publishing, 2015
2. E. Monmasson, Power Electronic Converters: PWM Strategies and Current Control Techniques, ISTE Ltd and John Wiley & Sons Inc, 11 mars 2011.
3. C.K. Tse, Complex Behavior of Switching Power Converters. Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.
4. R. W. Erickson, D. Maksimovic, Fundamentals of Power Electronics, 2 ed.: Kluwer Academic Publishers, 2001.
5. Jean-Jacques E. Slotine, Weiping Li, Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991.
6. Ali H. Nayfeh, Balakumar Balachandran, Applied Nonlinear Dynamics: Analytical, Computational, and Experimental Methods, John Wiley & Sons, 2008.
7. Hassan K. Khalil, "Nonlinear Systems", Pearson; 3 edition, December 2001.
8. Gerasimos G. Rigatos, Nonlinear Control and Filtering Using Differential Flatness Approaches. 59, no 1, pp. 207-214, Jan. 2012.
9. D. C. Hamill, D. J. Jeffries, "Subharmonics and chaos in a controlled switched-mode power converter," IEEE Transactions on Circuits and Systems, vol. 35, no. 8, pp. 1059-1061, Aug. 1988.
10. D. C. Hamill, J. H. B. Deane, D. J. Jeffries, "Modeling of chaotic DC-DC converters by iterated nonlinear mappings," IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 7, no. 1, pp. 25-36, Jan. 1992.
11. H. Lu, C. Tse, "Study of low-frequency bifurcation phenomena of a parallel-connected boost converter system via simple averaged models," IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications, vol. 50, no. 5, pp. 679-686, May 2003.
12. A. Kavitha, G. Uma, "Experimental verification of Hopf bifurcation in DC-DC Luo converter," IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 23, no. 6, pp. 2878-2883, Nov. 2008.
13. M. Kazimierzczuk, Pulse-width modulated DC-DC power converters, Chichester, U.K.: Wiley, 2008.
14. O. BEUCHER and M. WEEKS, Introduction to MATLAB & Simulink, Infinity Science Press, 2007.
15. S. Banerjee, K. Chakrabarty, "Nonlinear modeling and bifurcations in the boost converter," IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 13, no. 2, pp. 252-260, Mar. 1998.

- 16 . S. Banerjee, G. C. Verghese, Nonlinear phenomena in power electronics: Attractors, bifurcations, chaos, and nonlinear control, New York: IEEE Press, 2001 .
- 17 . M. Bernardo, F. Vasca, "Discrete-time maps for the analysis of bifurcations and chaos in DC/DC converters," IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications, vol. 47, no. 2, pp. 130-143, Feb. 2000 .
- 18 . D. Cafagna, G. Grassi, "Bifurcation analysis and chaotic behavior in boost converters: Experimental results," Nonlinear Dynamics, vol. 44, no. 1, pp. 251-262, 2006 .
- 19 . Y. Chen, C. K. Tse, S. S. Qiu L. Lindenmuller, W. Schwarz, "Coexisting fast-scale and slow-scale instability in current-mode controlled DC/DC converters: Analysis, simulation and experimental results," IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers, vol. 55, no. 10, pp. 3335-3348, Nov. 2008 .
- 20 . A. Davoudi, J. Jatskevich, P. Chapman, "Computer-aided average-value modeling of fourth-order PWM DC-DC converters," IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), pp. 793-796, 2007 .
- 21 . J. H. Deane, D. C. Hamill, "Instability, subharmonics, and chaos in power electronic systems," IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 5, no. 3, pp. 260-268, Jul. 1990 .
- 22 . A. El Aroudi, E. Rodríguez, R. Leyva, E. Alarcon "A design-oriented combined approach for bifurcation prediction in switched-mode power converters," IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs, vol. 57, no. 3, pp. 218-222, Mar. 2010 .
- 23 . D. Giaouris, S. Banerjee, O. Imrayed, K. Mandal, B. Zahawi, V. Pickert, "Complex interaction between tori and onset of three-Frequency quasi-periodicity in a current mode controlled boost converter," *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers*, vol. 59, no. 1, pp. 207-214, Jan. 2012.



سرفصل درس:									
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:		پایه	نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: تحلیل سیستم‌ها و ممیزی انرژی			
	تعداد واحد عملی:								
	تعداد واحد نظری:		تخصصی	الزامی	اختیاری ✓	تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Energy Auditing and System Analysis		
	تعداد واحد عملی:								
	تعداد واحد نظری: ۳		تعداد واحد عملی: ۰	آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد	۴۸	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐			
			تخصصی						

اهداف درس:

۱. اهمیت انرژی و خدمات مهندسی در این زمینه
۲. روند انجام ممیزی انرژی
۳. آشنایی با اصول ممیزی و گزارش‌نویسی
۴. آشنایی با سیستم‌ها و تجهیزات مهم صنعتی و نحوه ممیزی انرژی آنها با نگرش به انرژی‌های تجدیدپذیر



هفته	سرفصل
اول	آشنایی با ممیزی انرژی
دوم	قوانین و اصول پایه در ممیزی انرژی
سوم	محاسبه‌های احتراق
چهارم	تجهیزات اندازه‌گیری
پنجم	ممیزی فرایندها و سیکل‌ها
ششم	ممیزی پمپ و فن
هفتم	ممیزی موتورهای الکتریکی
هشتم	ممیزی کمپرسورها و توزیع هوای فشرده
نهم	ممیزی بویلرها و واحدهای تولید بخار
دهم	ممیزی کندانسورها
یازدهم	ممیزی کوره‌ها
دوازدهم	ممیزی تجهیزات جانبی مهم (آسیاب - سیستم‌های تزریق سوخت - سپراتور - سیستم‌های انتقال مواد)
سیزدهم	ممیزی ساختمان
چهاردهم	ممیزی ترانسفورماتور
پانزدهم	راهکارهای عمومی کاهش مصرف انرژی
شانزدهم	روش بررسی اقتصادی راهکارهای کاهش مصرف انرژی



پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
۳۰٪	-	۵۰٪	-	۲۰٪

منابع اصلی:

۱. Clive Beggs, "Energy: Management, Supply and Conservation", Routledge, ۲۰۱۲.
۲. روش‌های تبدیل و ذخیره انرژی، رامین حقیقی خوشخو، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۷.
۳. اصول کاربردی مدیریت انرژی حرارتی، ترجمه دکتر محمد جواد علوری، مهندس عباس‌هاشمی، مهندس محمد رضا اکبری، ۱۳۹۲
4. Albert Thumann, D. Paul Mehta, " Handbook of Energy Engineering ", The Fairmont Press, Inc., 2001.

