بسمه تعالی

دانشگاه شهید بهشتی

مشخصات کلی، برنامه درسی و

سرفصل دروس رشته انرژی‌های تجدیدپذیر

دوره کارشناسی ارشد

دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی

مصوب جلسه شورای آموزشی دانشگاه مورخ ...../...../۱۳۹۸

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

مصوبه شورای آموزشی دانشگاه مورخ ..../..../..... در خصوص

بازنگری برنامه درسی رشته/گرایش..... دوره

.....

برنامه درسی رشته/گرایش ..... دوره ..... که توسط کمیته برنامه‌ریزی درسی ..... دانشکده/پژوهشکده..... 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.

رأی صادره جلسه مورخ .../.../..... شورای آموزشی دانشگاه در مورد برنامه درسی بازنگری شده رشته/گرایش ..... دوره ..... صحیح است به واحدهای ذیربط ابلاغ شود.

دکتر محسن ابراهیمی مقدم

مدیر برنامه‌ریزی و ارزیابی آموزشی

دکتر علی اکبر افضلیان

معاون آموزشی دانشگاه

اسامی کمیته برنامه‌ریزی درسی

۱- نام و نام خانوادگی: مجید زندی تخصص: انرژی های تجدیدپذیر مرتبه علمی: استادیار

۲- نام و نام خانوادگی: ایمان خزایی تخصص: انرژی های تجدیدپذیر مرتبه علمی: استادیار

۳- نام و نام خانوادگی: رقیه گوگ ساز تخصص: انرژی های تجدیدپذیر مرتبه علمی: استادیار

٤- نام و نام خانوادگی: مختار بیدی تخصص: انرژی های تجدیدپذیر مرتبه علمی: استادیار

٥- نام و نام خانوادگی: نگار نباتیان تخصص: انرژی های تجدیدپذیر مرتبه علمی: استادیار

٦- نام و نام خانوادگی: پویان هاشمی طاری تخصص: انرژی های تجدیدپذیر مرتبه علمی: استادیار

فصل اول:

مشخصات کلی رشته انرژی های تجدیدپذیر

دوره کارشناسی ارشد

« گزارش توجیهی برای ایجاد رشته انرژی های تجدیدپذیر دوره کارشناسی ارشد »

۱- تعریف

انرژی‌های تجدیدپذیر شاخه ای از علوم و فناوری حوزه تولید انرژی در جایگزینی منابع انرژی پاک، نو و تجدیدپذیر با منابع تولید انرژی سنتی می باشد که بشر با توجه به محدودیت ها و نیازمندی های جدیدش مجبور به استفاده از آن‌ها می باشد. 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 زمان های بسیار دور تمدن بشری برمی گردد 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 سوخت های فسیلی جهت تولید انرژی می‌باشند.

کارائی

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 تامین 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 می باشند واز سویی دیگرمحدود بودن عمرمنابع تولید انرژی سنتی، ضرورت ایجاد دوره از نظر پاسخ‌گویی به نیازهای ملی و منطقه‌ای آشکار می‌گردد.

٤- طول دوره و شکل نظام:

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

۵- تعداد و نوع واحدهای درسی دوره:

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

دروس اجباری	۹ واحد
دروس اختیاری	٦۰ واحد
سمینار	۲ واحد
پروژه پایانی(پایان نامه)	٦ واحد

تعداد واحدهای دروس اختیاری به‌گونه ای انتخاب می‌شود که مجموع واحدهای دروس اجباری و اختیاری برابر ۲٤ واحد باشد.

٦- نقش و توانایی فارغ التحصیلان:

دانش‌آموختگان این رشته توانایی‌های زیر را دارا خواهند بود:

الف-تربیت نیروی انسای متخصص و متعهد که با فراگیری علوم و فن آوری‌های بین رشته‌ای جهت ارتقاء سطح در این حوزه دانشی در کشور و منطقه تلاش کنند.

ب- تحقیق در زمینه انرژی‌های 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 برنامه‌ریزی انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور.

د- طراحی، ساخت و بهینه‌سازی سیستم‌های انرژی و بهره‌وری از انرژی‌های تجدیدپذیر در دانشگاه‌ها و سایر موسسات آموزش عالی و همچنین موسسات پژوهشی دولتی و خصوصی.

۷- شرایط ورود به رشته/گرایش:

دانشجویان رشته های زیر میتوانند وارد این رشته شوند.

مهندسی برق ، مهندسی مکانیک، مهندسی انرژی

۸- مواد و ضرایب امتحانی و...:

مواد امتحانی آزمون ورودی این دوره هرساله توسط کمیته انرژی گروه فنی و مهندسی شورای عالی برنامه ریزی اعلام می‌گردد. تا قبل از انجام آزمون توسط کمیته انرژی گروه فنی و مهندسی شورای عالی برنامه‌ریزی، گرایش مهندسی برق مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر در زیرگروه قدرت رشته مهندسی برق و گرایش مهندسی مکانیک مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر در زیرگروه تبدیل انرژی رشته مهندسی مکانیک آزمون خواهند داد.

فصل دوم:

جداول دروس

۱- جدول دروس الزامی

۲- جدول دروس اختیاری

۳- پایان نامه

بسمه تعالی

فرم بازنگری برنامه درسی

دانشکده: مکانیک و انرژی نام رشته: مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر تعداد کل واحد در مقطع: ۳۲

تعداد واحد دروس پایه: **تعداد واحد دورس اختیاری:**

تاریخ تصویب نهایی سرفصل در شورای عالی برنامه‌ریزی: ۱۳۸۵/۱۱/۰۷

تاریخ اخذ مجوز رشته: ۱۳۹۱ **تعداد دوره‌های اجرا شده در این دانشگاه:**

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) *
۱	مبانی انرژی‌های تجدیدپذیر (۱)	۳۶۱۵۰۱۴	الزامی	۳	نظری		۱	مبانی انرژی‌های تجدیدپذیر	الزامی	۳	نظری	جدیداً تدوین شده	۲
۲	مبانی انرژی‌های تجدیدپذیر (۲)	۳۶۱۵۰۱۵	الزامی	۳	نظری								

*

۱= درس از برنامه درسی حذف شده 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

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	آمار کاربردی و ریاضیات	اختیاری	۳	نظری	از قبل وجود داشته	۶
۴	طراحی سیستم‌های انرژی	۳۶۱۵۰۱۳	الزامی	۳	نظری	۶	۴	طراحی سیستم‌های انرژی	اختیاری	۳	نظری	از قبل وجود داشته	۶
۵	تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی	۳۶۱۵۰۱۱	الزامی	۳	نظری	۶	۵	تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی	اختیاری	۳	عملی	از قبل وجود داشته	۶
۶	آزمایشگاه اندازه‌گیری و انرژی سنجی	۳۶۱۵۰۰۹	الزامی	۱	عملی	۶	۶	آزمایشگاه اندازه‌گیری و انرژی سنجی	اختیاری	۱	نظری	از قبل وجود داشته	۶
۷	انرژی و محیط زیست	۳۶۱۵۰۰۸	الزامی	۲	نظری	۶	۷	انرژی و محیط زیست	اختیاری	3	نظری	از قبل وجود داشته	5,6
۸	انرژی خورشیدی (مبانی و کاربردها)	۳۶۱۵۰۰۵	اختیاری	۲	نظری	۷	۸	انرژی خورشیدی	الزامی	۳	نظری	از قبل وجود داشته	۷
۹	انرژی بادی (مبانی و کاربردها)	۳۶۱۵۰۰۲	اختیاری	۲	نظری	۷	۹	انرژی بادی	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

جدول شماره ۲: دروس تخصصی الزامی

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز یا همنیاز
			جمع	نظری	عملی	
	مبانی انرژی‌های تجدیدپذیر	۳	۴۸	۴۸		
	انرژی بادی	۳	۴۸	۴۸		
	انرژی خورشیدی	۳	۴۸	۴۸		

جدول شماره ۳: دروس تخصصی اختیاری

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز یا همنیاز
			جمع	نظری	عملی	
	ذخیره سازی انرژی الکتریکی و الکتروشیمیایی	۳	٤٨	٤٨		
	انرژی زیستی	۳	٤٨	٤٨		
	انرژی آبی	۳	٤٨	٤٨		
	ذخیره سازی انرژی مکانیکی و هیدروژن	۳	٤٨	٤٨		
	انرژی اکتیو و پسیو	۳	٤٨	٤٨		
	کنترل در انرژی‌های تجدیدپذیر	۳	٤٨	٤٨		
	منابع و مصارف انرژی	۳	٤٨	٤٨		
	تبدیل انرژی در انرژی‌های تجدیدپذیر	۳	٤٨	٤٨		
	مدل‌سازی و تحلیل پایداری سیستم‌های تجدیدپذیر	۳	٤٨	٤٨		
	آینده‌نگری و رصد انرژی	۳	٤٨	٤٨		
	مبدل‌های قدرت سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر	۳	٤٨	٤٨		
	انرژی و محیط‌زیست	۳	٤٨	٤٨		
	ریاضی در انرژی	۳	٤٨	٤٨		
	پیل‌های سوختی	۳	٤٨	٤٨		
	طراحی سیستم‌های حرارتی خورشیدی	۳	٤٨	٤٨		
	طراحی سیستم‌های فتوولتاییک خورشیدی	۳	٤٨	٤٨		
	طراحی سیستم‌های بادی	۳	٤٨	٤٨		
	طراحی آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی	۳	٤٨	٤٨		
	سیستم‌های هیبرید انرژی و میکروگرید	۳	٤٨	٤٨		
	تحلیل سیستم‌ها و ممیزی انرژی	۳	٤٨	٤٨		

فصل سوم :

شناسنامه و سرفصل

دروس رشته انرژی تجدیدپذیر

دوره .....

سرفصل درس:

<table>
<tr><th colspan="7">سرفصل درس</th></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:
درس مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="2">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="4">عنوان درس به انگلیسی:
Basic of Renewable Energies Engineering</td><td rowspan="4">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="4">تخصصی</td><td>الزامی ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td></td><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">اختیاری</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعدا واحد عملی:</td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کلینیک ☐</td></tr>
</table>

اهداف درس:

۱. **آشنایی با مفاهیم انرژی‌های تجدیدپذیر.**
۲. **مقدمه‌ای در ورود به دروس تخصصی انواع انرژی‌های تجدیدپذیر هم‌چون انرژی بادی، انرژی خورشیدی،پیل سوختی و انرژی‌زیستی.**
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 به‌صورت 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 سیاست‌گزاری انرژی**

سرفصل درس: درس مبانی مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر Basic of Renewable Energies Engineering

هفته	سرفصل
اول	مقدمه‌ای بر منابع اولیه انرژی‌های تجدیدپذیر همراه نگاهی به وضعیت کنونی و آتی منابع انرژی‌های غیرتجدیدپذیر
دوم	آشنایی با انرژی خورشیدی به‌صورت 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 به‌صورت 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 پسآب و خودروهای برقی
دوازدهم	آشنایی با انواع انرژی زیستی و انواع برداشت انرژی (Energy Harvesting)
سیزدهم	آشنایی با انرژی زمین‌گرمایی به‌صورت 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:

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

منابع اصلی:

۱. Wagner, H. -., and J. Mathur. "Operation and Control of Wind Energy Converters", Springer, Cham, 2018.

۲.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.

۳.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.

۴.Gholami, A., Khazaee, 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.

۵.Guerrero-Lemus, R., and L. E. Shephard. "Solar Thermal Energy for Heating, Cooling and Power", vol. 38, 2017.

۶.Mazzi, N., and P. Pinson. "Wind Power in Electricity Markets and the Value of Forecasting." Renewable Energy Forecasting: From Models to Applications. , 2017.

۸.Drewniak, J., J. Kopeć, and S. Zawiślak. Kinematical Analysis of Variants of Wind Turbine Drive by Means of Graphs, vol. 42, 2017.

۹.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.

۱۰.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.

۱۱.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.

۱۲.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.

۱۳.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.

۱۴.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.

۱۵.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:

<table>
<tr><td colspan="7">سرفصل درس</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:

انرژی خورشیدی</td><td rowspan="2">تعداد واحد:

۳</td><td rowspan="2">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="5">عنوان درس به انگلیسی:

Solar Energy</td><td rowspan="4">تعداد ساعت:

۴۸</td><td rowspan="4">تخصصی</td><td rowspan="2">الزامی ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی: ۰</td></tr>
<tr><td rowspan="2">اختیاری</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعدا واحد عملی:</td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: ✓ ■ دارد ☐ ندارد

سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ■ سمینار ☐ کلینیک ☐</td></tr>
</table>

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 فتوولتاییک).

۴. آشنایی با نحوه تبدیل انرژی خورشیدی به‌صورت موضعی و نیروگاهی.

۵. آشنایی با تاثیر افزایش سیستم‌های فتوولتاییک در شبکه قدرت

۶. آشنایی با نسل‌های جدید سلول‌های فتوولتاییک

۷. آشنایی با انواع نیروگاه‌های خورشیدی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با واژه‌های رایج در انرژی خورشیدی و زاویه‌ها و هندسه خورشید
دوم	محاسبه تشعشع خورشیدی در خارج تز 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 فتوولتاییک
هفتم	بررسی و مقایسه سیستم‌های فتوولتاییک متصل به شبکه و منفصل از شبکه
هشتم	آشنایی با انواع کاربردهای غیرنیروگاهی سیستم‌های فتوولتاییک
نهم	پارامترهای اثرگذار بر راندمان - اجزای سلول‌های فتوولتاییک
دهم	بررسی تغییر پارامترهای محیطی بز عملکرد سیستم‌های فتوولتاییک
یازدهم	آشنایی با اجزای نیروگاه‌های فتوولتاییک و موارد اثرگذار بر عملکرد آنها
دوازدهم	تشریح ساخت سلول‌های فتوولتاییک
سیزدهم	مدل‌سازی و مشخصه عملکردی سلول‌های فتوولتاییک
چهاردهم	شبیه‌سازی سلول‌های فتوولتاییک به کمک نرم‌افزار
پانزدهم	مروری بر فناوری‌های ساخت سلول‌های فتوولتاییک
شانزدهم	آینده‌نگری سلول‌های فتوولتاییک و نیروگاه‌های خورشیدی

ارزشیابی:

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

منابع اصلی:

۱. Soteris A. Kalogirou, Solar Energy Engineering-Processes and Systems, Academic Press, 2013.

۲. 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.

۳. 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.

۴. Duffie, John A., and William A. Beckman. Solar engineering of thermal processes. John Wiley & Sons, 2013.

۵. Williams A.F, “The handbook of photovoltaic applications”, Kingsport Press, New York. 1985.

۶. Photovoltaics Report, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE, Freiburg, 12 July 2017.

۷. Häberlin, H., Photovoltaics system design and practice,John Wiley & Sons,2012.

۸. Salas, V. "Charles III University of Madrid, Madrid, Spain." The Performance of Photovoltaic (PV) Systems: Modelling, Measurement and Assessment, 251, 2016.

۹. 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.

۱۰. Marks, Tobin J., and Mark C. Hersam. "Materials science: Semiconductors grown large and thin." Nature 520.7549, 2015.

۱۱۲. J. Nelson, “The Physics of Solar Cells”, Imperial College Press, London, England, 2003.

۱۲. S. S. Hegedus, A. Luque, “Status, trends, challenges and the bright future of solar electricity from photovoltaics”, John Wiley & Sons, 2003.

۱۳. C. Gueymard, 'The suns total and spectral irradiance for solar energy applications and solar radiation models', Solar Energy, pp. 423–453, 2004.

۱۴. 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.

۱۵. 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.

۱۶. 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.

۱۷. Xiong Li, “Efficiency improvement of polymer solar cells with random micronanostructured back electrod formed bu active lyer”, 2016.

۱۸. 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.

۱۹. 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:

<table>
<tr><th colspan="8">سرفصل درس</th></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:

درس انرژی بادی</td><td rowspan="2">تعداد واحد:

۳</td><td rowspan="2">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="4">عنوان درس به انگلیسی:

Wind Energy</td><td rowspan="4">تعداد ساعت:

۴۸</td><td rowspan="4">تخصصی</td><td>الزامی ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td></td><td>تعداد واحد عملی: -</td></tr>
<tr><td rowspan="2">اختیاری</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td></td><td>تعدا واحد عملی: ۰</td></tr>
<tr><td colspan="7">آموزش تکمیلی عملی: ✓ ■ دارد □ ندارد

سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■ سمینار □ کلینیک □</td></tr>
</table>

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 با به تغییر پارامترهای مختلف محیطی.

۷. آشنایی با نحوه چیدمان و عملکرد نیروگاه‌های بادی.

۸. آشنایی با چالش‌های محیط‌زیستی و اقلیمی در کابرد انرژی بادی به صورت صنعتی و شهری.

سرفصل درس:

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 (داریوس و ساوینیوس و هیبریدی) در ابعاد کوچک
هفتم	محاسبه و اندازه گیری 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 براورد عملکرد و تولید انرژیی باد-آشنایی با کاربرد انرژی بادی در حوزه شهری به روش‌های سنتی و مدرن
دوازدهم	آشنایی تاثیر محیط زیستی و اجتماعی انرژی بادی و نیروگاه‌های بادی
سیزدهم	آشنایی با سیستم‌های هیبریدی بادی- نحوه چیدن 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 ریزشبکه‌ها و نحوه اتصال سیستم‌های بادی به آنها

شانزدهم	**آشنایی مقدماتی با نحوه ساخت و نصب توربین‌های بادی محور افقی و عمودی و هیبریدی**

ارزشیابی:

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

منابع اصلی:

۱. 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. Indraja 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.

دانشکده: مکانیک و انرژی نام رشته: مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر تعداد کل واحد در مقطع: ۳۲

تعداد واحد دروس پایه: **تعداد واحد دورس اختیاری:**

تاریخ تصویب نهایی سرفصل در شورای عالی برنامه‌ریزی: ۱۳۸۵/۱۱/۰۷

تاریخ اخذ مجوز رشته: ۱۳۹۱ **تعداد دوره‌های اجرا شده در این دانشگاه:**

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) *
۱	انرژی و محیط زیست	۳۶۱۵۰۰۸	الزامی	۲	نظری	۶	۱	انرژی و محیط زیست	اختیاری	۳	نظری	از قبل وجود داشته	۶
۲	تحلیل سیستم‌ها و ممیزی انرژی	۳۶۱۵۰۱۲	اختیاری	۲	نظری	-	۲	تحلیل سیستم‌ها و ممیزی انرژی	اختیاری	۳	نظری	از قبل وجود داشته	۳

۱= درس از برنامه درسی حذف شده است

۶-درس از الزامی به اختیاری 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

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) *
3	انرژی هسته‌ای (مبانی و کاربردها)	۳۶۱۵۰۰۶	الزامی	۲	نظری	۱	3	-	-	-	-	-	–
4	انرژی آبی (مبانی و کاربردها)	۳۶۱۵۰۰۱	اختیاری	۲	نظری	-	4	انرژی آبی	اختیاری	۳	نظری	از قبل وجود داشته	۲
5	انرژی بیوماس و بیوگاز (مبانی و کاربردها)	۳۶۱۵۰۰۴	اختیاری	۲	نظری	-	5	انرژی زیستی	اختیاری	۳	نظری	جدیداً تدوین شده است	۲
6	انرژی بیو انرژی (مبانی و کاربردها)	۳۶۱۵۰۰۳	اختیاری	۲	نظری	-							
7	انرژی هیدروژن و پیل‌های سوختی	۳۶۱۵۰۰۷	اختیاری	۲	نظری	-	6	پیل‌های سوختی	اختیاری	۳	نظری	جدیداً تدوین شده است	۲
8	منابع و مصارف انرژی	۳۶۱۵۰۱۷	اختیاری	۲	نظری	–	7	منابع و مصارف انرژی	اختیاری	۳	نظری	از قبل وجود داشته	۳
9	آمار کاربردی و ریاضیات	۳۶۱۵۰۱۰	الزامی	۳	نظری	–	8	ریاضی در انرژی	اختیاری	۳	نظری	جدیداً تدوین شده است	۴
10	مدیریت و اقتصاد انرژی	۳۶۱۵۰۱۶	اختیاری	۲	نظری	–							

*

۱= درس از برنامه درسی حذف شده است

۶-درس از الزامی به اختیاری 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

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) *
11	-	-	-	-	-	-	9	کنترل در انرژی‌های تجدیدپذیر	اختیاری	۳	نظری	جدیداً تدوین شده است	۴
12	-	-	-	-	-	-	10	مبدل‌های قدرت سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر	اختیاری	۳	نظری	جدیداً تدوین شده است	۴
13	-	-	-	-	-	-	11	مدل‌سازی و تحلیل پایداری سیستم‌های تجدیدپذیر	اختیاری	۳	نظری	جدیداً تدوین شده است	۴
14	-	-	-	-	-	-	12	آینده‌نگری و رصد انرژی	اختیاری	3	نظری	جدیداً تدوین شده است	۴
15	-	-	-	-	-	-	13	انرژی اکتیو و پسیو	اختیاری	3	نظری	جدیداً تدوین شده است	۴

*

۱= درس از برنامه درسی حذف شده است

۶-درس از الزامی به اختیاری 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

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) *
16	-	-	-	-	-	-	14	طراحی سیستم‌های حرارتی خورشیدی	اختیاری	3	نظری	جدیداً تدوین شده است	۴
17	-	-	-	-	-	-	15	طراحی سیستم‌های فتوولتاییک خورشیدی	اختیاری	3	نظری	جدیداً تدوین شده است	۴
18	-	-	-	-	-	-	16	طراحی سیستم‌های بادی	اختیاری	3	نظری	جدیداً تدوین شده است	۴
19	-	-	-	-	-	-	17	طراحی آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی	اختیاری	3	نظری	جدیداً تدوین شده است	۴
20	-	-	-	-	-	-	18	سیستم‌های هیبرید انرژی و میکروگرید	اختیاری	3	نظری	جدیداً تدوین شده است	۴

*

۱= درس از برنامه درسی حذف شده است

۶-درس از الزامی به اختیاری 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

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) *
21	تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی	۳۶۱۵۰۱۱	الزامی	۳	نظری	۶	19	ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی و الکتروشیمیایی	اختیاری	3	نظری	جدیداً تدوین شده است	۲
							20	تبدیل انرژی در انرژی‌های تجدیدپذیر	اختیاری	3	نظری	جدیداً تدوین شده است	
۱۹													

*

۱= درس از برنامه درسی حذف شده است

۶-درس از الزامی به اختیاری 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

<table>
<tr><td colspan="7">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:
ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی و الکتروشیمیایی</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="2">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="4">عنوان درس به انگیسی:
Electrical & Electrochemical Energy Storage</td><td rowspan="4">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="4">تخصصی</td><td rowspan="2">الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی: -</td></tr>
<tr><td rowspan="2">اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td>تعدا واحد عملی: ۰</td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: ✓ ■ دارد □ ندارد
سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■ سمینار □</td></tr>
</table>

اهداف درس:

۱. آشنایی با مفاهیم ذخیره‌سازی انرژی به‌صورت الکتریکی و غیرالکتریکی.

۲. آشنایی با باتری‌ها به‌عنوان یکی از ابزار ذخیره‌ساز انرژی الکتریکی.

۳. آشنایی با ابرخازن‌ها به‌عنوان یکی از ابزار ذخیره‌ساز انرژی الکتریکی.

۴. آشنایی با فلایویل‌ها به‌عنوان یکی از ابزار ذخیره‌ساز انرژی الکتریکی.

۵. آشنایی با دیگر ابزار ذخیره‌ساز انرژی الکتریکی.

۶. آشنایی با سیستم‌های ترکیبی ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی (ESS).

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با ذخیره‌سازی انرژی و تفاوت ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی و غیر الکتریکی
دوم	آشنایی با ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی به‌طور کلی
سوم	آشنایی با انواع باتری‌ها به‌عنوان یکی از ابزار ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی و کلاسه‌بندی آنها
چهارم	آشنایی با انواع باتری‌ها سرب – اسید و مشخصه عملکردی آنها
پنجم	آشنایی با انواع باتری‌ها یون – لیتیوم و مشخصه عملکردی آنها
ششم	آشنایی با انواع باتری‌ها خاص و مشخصه عملکردی آنها
هفتم	آشنایی با انواع باتری‌ها خورشیدی و مشخصه عملکردی آنها
هشتم	آشنایی با انواع ابرخازن‌ها به‌عنوان یکی از ابزار ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی و کلاسه‌بندی آنها
نهم	آشنایی با ابرخازن‌های دولایه الکتروشیمیایی و مشخصه عملکردی آنها
دهم	آشنایی با شبه ابرخازن‌ها و مشخصه عملکردی آنها
یازدهم	آشنایی با ابرخازن‌های هیبریدی و مشخصه عملکردی آنها
دوازدهم	آشنایی با روش‌های ساخت ابرخازن‌ها – مقایسه عملکرد باتری‌ها و ابرخازن‌ها در ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی
سیزدهم	آشنایی با انواع فلایویل‌ها به‌عنوان یکی از ابزار ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی و کلاسه‌بندی آنها
چهاردهم	
پانزدهم	آشنایی با سیستم‌های ترکیبی ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی و کنترل و مدیریت انرژی آنها
شانزدهم	

ارزشیابی:

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

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, Jurgen 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.1-1550272-6-1550272, 2016.
9. M. Zandi, M. Amirhoseyni, 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. Amirhoseyni, D. Dorranian, "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:

<table>
<tr><td colspan="8">سرفصل درس</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:
انرژی زیستی</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="4">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="4">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="3">عنوان درس به انگیسی:
Bioenergy</td><td rowspan="3">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="3">تخصصی</td><td>الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی: -</td></tr>
<tr><td>اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td colspan="5">آموزش تکمیلی عملی: ■ دارد □ ندارد
سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■ سمینار □</td><td>تعدا واحد عملی: ۰</td></tr>
</table>

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 بازطراحی محفظه احتراق برای احتراق سوخت‌های زیست‌توده

۸. آشنایی با سیکل ترکیبی جهت افزایش بازده در تبدیل مواد اولیه به انرژی زیستی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه – چشم‌انداز و آینده سوخت‌های زیستی
دوم	
سوم	آشنایی با انواع سوخت‌ها، شعله و احتراق
چهارم	آشنایی با انواع سوخت‌های زیستی، آشنایی با ترکیب‌های شیمیایی یک زیست‌توده
پنجم	آشنایی با راکتورهای شیمیایی
ششم	تولید گاز زیستی به روش هضم بی‌هوازی
هفتم	محصول‌های احتراق و دمای بی در رو شعله
هشتم	محاسبه نسبت‌های تعادل محصول‌های احتراق
نهم	تولید اتانول زیستی
دهم	تولید بیودیزل
یازدهم	گازی‌سازی
دوازدهم	احتراق بیودیزل و بیوگاز
سیزدهم	بازطراحی مشعل‌های بیوگاز
چهاردهم	سیکل ترکیبی (CHP) در تبدیل مواد اولیه به انرژی زیستی
پانزدهم	پیرولیز – تولید انرژی از زباله
شانزدهم	

ارزشیابی:

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

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:

<table>
<tr><td colspan="8">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:

درس انرژی آبی</td><td rowspan="2">تعداد واحد:

۳</td><td rowspan="2">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="4">عنوان درس به انگلیسی:

Blue Energy</td><td rowspan="4">تعداد ساعت:

۴۸</td><td rowspan="4">تخصصی</td><td rowspan="2">الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی: -</td></tr>
<tr><td rowspan="2">اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td>تعدا واحد عملی: ۰</td></tr>
<tr><td colspan="7">آموزش تکمیلی عملی: ■ دارد □ ندارد

سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■ سمینار □</td></tr>
</table>

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 مدل‌سازی منابع نوین انرژی آبی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه، تاریخچه و اهمیت انرژی آبی در تولید الکتریسیته
دوم	تاریخچه مختصر از انرژی آبی شامل محرک های اولیه و چرخ آب و استفاده از آن
سوم	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
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: مخرنی، رودخانه‌ای، تلمبه ذخیره‌ای و دیگر روش‌های سنتی تبدیل انرژی آبی به انرژی مصرفی
ششم	
هفتم	
هشتم	آشنایی با دیگر منابع نوین انرژی آبی شامل: گرمایی اقیانوسی، گرادیان شوری آب، و دیگر روش‌های نوین تبدیل انرژی آبی به انرژی مصرفی
نهم	
دهم	ملاحظه‌های زیست محیطی: اثر هیدرولوژی، سدها و سایر اثرها در تبدیل انرژی آبی به انرژی مصرفی در روش‌های سنتی و نوین
یازدهم	
دوازدهم	آشنایی با روش‌های نوظهور تبدیل انرژی آبی به انرژی مصرفی شامل: انرژی زمین‌گرمایی اقیانوسی، بیوانرژی ناشی از اقیانوس‌ها و دریاها و ...
سیزدهم	
چهاردهم	انواع تاسیسات الکتریسیته آبی در تبدیل نوین انرژی آبی به انرژی مصرفی و سیستم‌های کنترلی آنها
پانزدهم	تحقیق‌ها و پژوهش‌های جدید در الکتریسیته آبی و پیشرفت‌های مربوطه
شانزدهم	

ارزشیابی:

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

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:

<table>
<tr><td colspan="7">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:
ذخیره‌سازی انرژی مکانیکی و هیدروژن</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="2">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="4">عنوان درس به انگیسی:
Hydrogen and Mechanical Energy Storage</td><td rowspan="4">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4">تخصصی</td><td>الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی: -</td></tr>
<tr><td rowspan="2">اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td>تعدا واحد عملی:</td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: ■ دارد □ ندارد
سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■ سمینار □</td></tr>
</table>

اهداف درس:

۱. آشنایی با مفاهیم ذخیره‌سازی انرژی به‌صورت مکانیکی و فیزیکی.

۲. آشنایی با سیستم‌های هوای فشرده به‌عنوان یکی از ابزار ذخیره‌ساز انرژی مکانیکی.

۳. آشنایی با سیستم‌های هوای حرارتی به‌عنوان یکی از ابزار ذخیره‌ساز انرژی مکانیکی.

۴. آشنایی با دیگر ابزار ذخیره‌ساز انرژی مکانیکی.

۵. آشنایی با سیستم‌های ذخیره‌سازی هیدروژن.

۶. آشنایی با سیستم‌های ترکیبی ذخیره انرژی.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با ذخیره‌سازی انرژی
دوم	
سوم	آشنایی با انواع ذخیره‌سازهای انرژی حرارتی به‌عنوان یکی از ابزار ذخیره‌سازی انرژی ترمومکانیکی و کلاسه‌بندی آنها
چهارم	
پنجم	آشنایی با انواع ذخیره‌سازهای انرژی هوای فشرده به‌عنوان یکی از ابزار ذخیره‌سازی انرژی پنومکانیکی و کلاسه‌بندی آنها
ششم	
هفتم	آشنایی با انواع ذخیره‌سازهای انرژی هیدرولیکی به‌عنوان یکی از ابزار ذخیره‌سازی انرژی هیدرومکانیکی و کلاسه‌بندی آنها
هشتم	
نهم	آشنایی با انواع ذخیره‌سازهای نوین و نوظهور انرژی مکانیکی و کلاسه‌بندی آنها
دهم	
یازدهم	آشنایی با انواع ذخیره‌سازهای هیدروژنی به‌عنوان یکی از ابزار ذخیره‌سازی انرژی و کلاسه‌بندی آنها
دوازدهم	
سیزدهم	آشنایی با انواع ذخیره‌سازهای انرژی مکانیکی ترکیبی و کلاسه‌بندی آنها
چهاردهم	
پانزدهم	آشنایی با نقش انواع ذخیره‌سازهای انرژی مکانیکی در موضوع عدم‌قطعیت منابع اولیه انرژی‌های تجدیدپذیر
شانزدهم	

ارزشیابی:

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

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 Rufer, “Energy Storage: Systems and Components”, 1st edition, springer, 2018.
4. Bent Sørensen, “Solar Energy Storage”, Elsevier Ltd. , 2015.
5. Rupp Carriveau, 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:

<table>
<tr><td colspan="8">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:
انرژی اکتیو و پسیو</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="4">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="4">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="3">عنوان درس به انگیسی:
Active & Passive Energy</td><td rowspan="3">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="3">تخصصی</td><td rowspan="2">الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی: -</td></tr>
<tr><td>اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: ■ دارد □ ندارد
سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■ سمینار □</td><td>تعدا واحد عملی:</td></tr>
</table>

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

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با تاریخچه استفاده پسیو و اکتیو از انواع انرژی‌تجدیدپذیر شامل انرژی بادی، خورشیدی، زمین‌گرمایی و ...
دوم	
سوم	آشنایی با مباحث محیط‌زیستی در استفاده از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر به‌صورت اکتیو و پسیو
چهارم	آشنایی با نیاز انرژی ساختمانی به‌صورت اکتیو و پسیو
پنجم	آشنایی با انرژی بادی به‌صورت اکتیو و پسیو در انواع کاربرد
ششم	
هفتم	آشنایی با انرژی خورشیدی به‌صورت اکتیو و پسیو در انواع کاربرد
هشتم	
نهم	آشنایی با انرژی زمین‌گرمایی و زیست توده به‌صورت اکتیو و پسیو در انواع کاربرد
دهم	
یازدهم	آشنایی با روش‌های تامین انرژی حرارتی به‌صورت اکتیو و پسیو (ترکیبی) در ساختمان‌های بدون انرژی
دوازدهم	
سیزدهم	آشنایی با روش‌های تامین انرژی الکتریکی به‌صورت اکتیو و پسیو (ترکیبی) در ساختمان‌های بدون انرژی
چهاردهم	
پانزدهم	آشنایی با نرم‌افزارهای طراحی تامین بهینه انرژی به‌صورت اکتیو و پسیو (ترکیبی) در ساختمان‌های بدون انرژی
شانزدهم	

ارزشیابی:

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

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”, Spinger, 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:

<table>
<tr><td colspan="8">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:
کنترل در انرژی‌های تجدیدپذیر</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="2">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="4">عنوان درس به انگلیسی:
Control of Renewable Energies Conversion Sources</td><td rowspan="4">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="4">تخصصی</td><td rowspan="2">الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی: -</td></tr>
<tr><td rowspan="2">اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td>تعدا واحد عملی: ۰</td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: ■ دارد □ ندارد
سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■ سمینار □</td></tr>
</table>

اهداف درس:

۱. آشنایی با نحوه کار کنترل‌کننده‌های کاربردی در سیستم‌های تجدیدپذیر

۲. دسته‌بندی‌های کنترل‌کننده‌ها

۳. شبیه‌سازی کامل سیستم‌های تجدیدپذیر

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	دسته‌بندی‌های کنترل‌کننده‌های کاربردی در سیستم‌های تجدیدپذیر
دوم	کنترل‌کننده راه‌انداز بالا ، بدون ترم انتگرال
سوم	کنترل‌کننده راه‌انداز بالا هیبریدی
چهارم	شبیه‌سازی سیستم و کنترل‌کننده
پنجم	رگولاتور ترکیبی با مسدودکن بالا
ششم	کنترل‌کننده هیسترزیس
هفتم	هیسترزیس مدوله
هشتم	رگولاتور پی‌آی مرتبط با یک مدولاسیون پهنای باند
نهم	معرفی یک سیستم هیبریدی با چند منبع تجدیدپذیر
دهم	مدل‌سازی پیل‌سوختی
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

ارزشیابی:

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

منابع اصلی:

۱. E. Monmasson, Power Electronic Converters: PWM Strategies and Current Control Techniques, ISTE Ltd and John Wiley & Sons Inc, 11 mars 2011.

۲. 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.

۳. 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.

۱۳. M. Kazimierczuk, Pulse-width modulated DC-DC power converters, Chichester, U.K.: Wiley, 2008.

سرفصل درس:

<table>
<tr><td colspan="8">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:
منابع و مصارف انرژی</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="2">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="4">عنوان درس به انگیسی:
Energy Sources & Consumption</td><td rowspan="4">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="4">تخصصی</td><td rowspan="2">الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی: -</td></tr>
<tr><td rowspan="2">اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td>تعدا واحد عملی: ۰</td></tr>
<tr><td colspan="7">آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐</td></tr>
</table>

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

سرفصل درس:

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

ارزشیابی:

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

منابع اصلی:

۱. E. Monmasson, Power Electronic Converters: PWM Strategies and Current Control Techniques, ISTE Ltd and John Wiley & Sons Inc, 11 mars 2011.

۲. 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.

۱۲. M. Kazimierczuk, Pulse-width modulated DC-DC power converters, Chichester, U.K.: Wiley, 2008.

سرفصل درس:

<table>
<tr><td colspan="8">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:
تبدیل انرژی در انرژی‌های تجدیدپذیر</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="2">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="3">عنوان درس به انگیسی:
Energy Conversion in Renewable Energies</td><td rowspan="3">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="3">تخصصی</td><td>الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td></td><td>تعداد واحد عملی: -</td></tr>
<tr><td>اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳
تعدا واحد عملی: ۰</td></tr>
<tr><td colspan="7">آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐</td></tr>
</table>

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

سرفصل درس:

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:

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

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, "Physiccs 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:

<table>
<tr><td colspan="8">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:
مدل‌سازی و تحلیل پایداری سیستم‌های تجدیدپذیر</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="3">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="4">عنوان درس به انگیسی:
Modeling and Stability Analysis of Renewable Systems</td><td rowspan="4">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="4">تخصصی</td><td rowspan="2">الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی: -</td></tr>
<tr><td rowspan="2">اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td>تعدا واحد عملی: ۰</td></tr>
<tr><td colspan="7">آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐</td></tr>
</table>

اهداف درس:

۱. آشنایی با مدل‌سازی در سیستم‌های تجدیدپذیر

۲. بیان روش‌های پایدارسازی

۳. شبیه‌سازی سیستم‌های کاربردی

۴. آنالیز روابط و شکل موج‌ها

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	بیان مدل‌سازی‌های متفاوت
دوم	معرفی پارامترها و نمونه‌های دوشاخگی در مبدل‌ها
سوم	پایداری در سیستم‌های پیوسته
چهارم	پایداری در سیستم‌های گسسته
پنجم	استراتژی‌های مدل‌سازی
ششم	مدل‌سازی گسسته یک مبدل با کنترل‌کننده
هفتم	نحوه رسم دیاگرام دوشاخگی با استفاده از مدل‌های متفاوت
هشتم	تحلیل مقادیر ویژه سیستم و کنترل مقاوم
نهم	شبیه‌سازی سیستم
دهم	اعتبارسنجی نتایج شبیه‌سازی
یازدهم	مدل‌سازی پیوسته – مزایا و محدودیت‌ها
دوازدهم	پایدار کننده‌های پسیو و اکتیو
سیزدهم	بار توان ثابت
چهاردهم	مدل‌سازی پیوسته
پانزدهم	لیاپونف
شانزدهم	معیارهای پایداری

ارزشیابی:

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

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: De nition, 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:

<table>
<tr><td colspan="8">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:
آینده‌نگری و رصد انرژی</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="2">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="5">عنوان درس به انگیسی:
Energy Forecasting and Observation</td><td rowspan="4">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="4">تخصصی</td><td rowspan="2">الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی: -</td></tr>
<tr><td rowspan="2">اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td>تعدا واحد عملی:</td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐</td></tr>
</table>

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 سیاست‌گزاری انرژی

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

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با مفاهیم گوناکون رصد انرژی شامل:
دوم	Energy observation, futuring, forecasting, monitoring, intelligence, assessment,…
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	آشنایی با انواع مدل‌سازی توصیفی آینده‌نگری انرژی
دهم	
یازدهم	آشنایی با انواع مدل‌سازی ریاضی آینده‌نگری انرژی
دوازدهم	
سیزدهم	مدل‌سازی توصیفی آینده‌نگری انرژی در ایران
چهاردهم	
پانزدهم	مدل‌سازی ریاضی آینده‌نگری انرژی در ایران
شانزدهم	

ارزشیابی:

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

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. 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:

<table>
<tr><td colspan="7">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="3">عنوان درس به فارسی:
مبدل‌های قدرت سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="3">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="4">عنوان درس به انگیسی:
Power Converters of Renewable Energy Systems</td><td rowspan="4">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="4">تخصصی</td><td rowspan="2">الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی: -</td></tr>
<tr><td rowspan="2">اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td>تعدا واحد عملی: ۰</td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: ■ دارد □ ندارد
سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■ سمینار □</td></tr>
</table>

اهداف درس:

۱. آشنایی با دسته‌بندی مبدل‌ها

۲. کاربردهای کلی مبدل‌های قدرت در سیستم‌های تجدیدپذیر

۳. آشنایی با نحوه کار مبدل‌های کاربردی در سیستم‌های انرژی‌های تجدیدپذیر

۴. شبیه‌سازی مدهای کاری برای چند مبدل به کمک نرم‌افزار

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 فتوولتاییک
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:

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

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.

13. O. BEUCHER and M. WEEKS, "Introduction to MATLAB & Simulink", Infinity Science Press, 2007.

8. M. Kazimierczuk, "Pulse-width modulated DC-DC power converters", Chichester, U.K.: Wiley, 2008.

سرفصل درس:

<table>
<tr><td colspan="8">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:
انرژی و محیط زیست</td><td>تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="2">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="5">عنوان درس به انگیسی:
Energy and Environment</td><td rowspan="4">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="4">تخصصی</td><td rowspan="2">الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی: -</td></tr>
<tr><td rowspan="2">اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td>تعدا واحد عملی: ۰</td></tr>
<tr><td colspan="7">آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐</td></tr>
</table>

اهداف درس:

۱. آشنایی با روش‌های ارزیابی آثار تولید و مصرف انرژی بر محیط زیست

۲. تسلط بر روش های تاثیرسیاست حفاظت از محیط زیست بر توسعه بخش انرژی و اقتصاد

۳. آشنایی بر اثر متقابل انرژی‌های تجدیدپذیر و محیط زیست

سرفصل درس:

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 شبکه های 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 امرژی (مقدمه، مفاهیم، روش تحلیل صنایع بر اساس تحلیل امرژی)
دوازدهم	
سیزدهم	کنترل پخش انتشار (روش‌های کنترل اولیه، روش‌های کنترل ثانویه)
چهاردهم	
پانزدهم	برسی افزایش ضریب تاثیر افزایش انرژی‌های تجدیدپذیر در سد انرژی جهانی در تغییر شرایط اقلیمی و محیط زیست
شانزدهم	

ارزشیابی:

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

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-42-compilation-air-emissions-actors.
5. Efstathios 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:

<table>
<tr><td colspan="8">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:

ریاضی در انرژی</td><td rowspan="2">تعداد واحد:

۳</td><td rowspan="2">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="4">عنوان درس به انگیسی:

Mathematics in Energy</td><td rowspan="4">تعداد ساعت:

۴۸</td><td rowspan="4">تخصصی</td><td rowspan="2">الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی: -</td></tr>
<tr><td rowspan="2">اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td>تعدا واحد عملی:</td></tr>
<tr><td colspan="7">آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد

سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐</td></tr>
</table>

اهداف درس:

۱. شناخت مبانی احتمال و آمار موردنیاز در حوزه انرژی

۲. آشنایی با مدل‌سازی مسایل مهندسی انرژی با استفاده از روش‌های احتمال

۳. تحلیل داده با استفاده از روش‌های 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 تحلیل‌های آماری در حوزه انرژی

سرفصل درس:

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:

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

منابع اصلی:

1. Douglas C. Montgomery and George C. Runger, "Applied Statistics and Probability for Engineers", 6th Edition, Wiley, 2014.
2. Mongomery, 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:

<table>
<tr><td colspan="8">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:
پیل سوختی</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="2">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="4">عنوان درس به انگیسی:
Fuel Cell</td><td rowspan="4">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="4">تخصصی</td><td rowspan="2">الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی: -</td></tr>
<tr><td rowspan="2">اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td>تعدا واحد عملی: ۰</td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: ✓■ دارد □ ندارد
سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■ سمینار □</td></tr>
</table>

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 الکترشیمیایی پیل‌های سوختی

۵. آشنایی با روش‌های تبدیل انرژی در پیل‌های سوختی

۶. آشنایی با پیل‌های سوختی نوین و ویژه

سرفصل درس:

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	مبانی فرآیند تبدیل انرژی در فرآیند الکتروشیمیای تولید برق در انواع پیل‌های سوختی
پانزدهم	
شانزدهم	فزآیندهای کنترلی در انواع پیل‌های سوختی

ارزشیابی:

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

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, Jarosław Milewski, Konrad S´wirski, Massimo Santarelli, Pierluigi Leone, Springer-Verlag London Limited, 2011.
5. I. Khazaee, 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. XiupingZhuJinrenNi, “ 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.Khazaee, “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:

<table>
<tr><td colspan="7">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:
طراحی سیستم‌های حرارتی خورشیدی</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="4">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به انگیسی:
Solar Thermal Systems Design</td><td rowspan="2">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="2">تخصصی</td><td>الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی: -</td></tr>
<tr><td colspan="3">آموزش تکمیلی عملی: ✓■ دارد ☐ ندارد
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ■ سمینار ☐</td><td>اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td></td><td>تعدا واحد عملی:</td><td></td></tr>
</table>

اهداف درس:

۱. آشنایی با روش‌های طراحی سیستم‌های حرارتی خورشیدی.

۲. آشنایی با طراحی سیستم‌های حرارتی خورشیدی به‌صورت مرکزی و موضعی.

۳. آشنایی با نرم‌افزارهای طراحی سیستم‌های حرارتی خورشیدی.

۴. آشنایی با مطالعات اقتصادی و امکان‌سنجی نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی.

سرفصل درس:

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 ترکینگ
هفتم	آشنایی با طراحی سیستم‌های پسیو حرارتی خورشیدی و فراگیری نرم افزارها
هشتم	
نهم	فراگیری نرم‌افزار های مربوطه در طراحی آب‌گرم‌کن خورشیدی و گرمایش فضا با استفاده از سیستم‌های حرارتی خورشیدی
دهم	
یازدهم	فراگیری نرم‌افزار های مربوطه در طراحی سیستم‌های حرارتی خورشیدی
دوازدهم	
سیزدهم	فراگیری نرم‌افزار های مربوطه در طراحی سیستم‌های ذخیره انرژی خورشیدی
چهاردهم	
پانزدهم	آشنایی با طراحی چند نمونه از سیستم‌های حرارتی خورشیدی موضعی (فر خورشیدی، آب‌شیرن‌کن خورشیدی و...)
شانزدهم	

ارزشیابی:

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

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, 20۱۹.

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

سرفصل درس:

<table>
<tr><td colspan="7">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:
طراحی سیستم‌های فتوولتاییک خورشیدی</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="4">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="3">عنوان درس به انگیسی:
Solar Photovoltaic Systems Design</td><td rowspan="3">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="3">تخصصی</td><td>الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td>اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳
تعدا واحد عملی:</td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: ✓■ دارد ☐ ندارد
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ■ سمینار ☐</td></tr>
</table>

اهداف درس:

۱. آشنایی با روش‌های طراحی سیستم‌های خورشیدی فتوولتاییک.

۲. آشنایی با طراحی سیستم‌های خورشیدی فتوولتاییک متصل به شبکه و منفصل از شبکه.

۳. آشنایی با نرم‌افزارهای طراحی سیستم‌های خورشیدی فتوولتاییک

۴. آشنایی با مطالعات اقتصادی و امکان‌سنجی نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با روش‌های گوناگون طراحی سیستم‌های خورشیدی فتوولتاییک
دوم	آشنایی با مطالعات اقتصادی و امکان‌سنجی سیستم‌های خورشیدی فتوولتاییک
سوم	
چهارم	آشنایی کلی با نرم‌افزارهای طراحی سیستم‌های خورشیدی فتوولتاییک
پنجم	فراگیری نرم‌افزار PVsyst در طراحی نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک منفصل از شبکه و متصل به شبکه
ششم	
هفتم	فراگیری نرم‌افزار PV*sol در طراحی نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک منفصل از شبکه و متصل به شبکه
هشتم	
نهم	فراگیری نرم‌افزار TRNSYS در طراحی نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک منفصل از شبکه و متصل به شبکه
دهم	
یازدهم	فراگیری نرم‌افزار RETScreen در طراحی نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک منفصل از شبکه و متصل به شبکه
دوازدهم	
سیزدهم	فراگیری نرم‌افزار Homer Energy در طراحی نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک منفصل از شبکه و متصل به شبکه
چهاردهم	
پانزدهم	آشنایی با طراحی نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک بزرگ مقیاس در مقایسه نرم‌افزارهای طراحی
شانزدهم	

ارزشیابی:

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

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, 20۱۹.
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.
۹. انرژی خورشیدی انرژی پایدار آینده، مجید زندی و مریم امیرحسینی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی ، ۱۳۹۷.

سرفصل درس:

<table>
<tr><td colspan="8">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:
طراحی سیستم‌های بادی</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="2">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="4">عنوان درس به انگیسی:
Wind Systems Design</td><td rowspan="4">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="4">تخصصی</td><td rowspan="2">الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td>تعدا واحد عملی:</td></tr>
<tr><td colspan="7">آموزش تکمیلی عملی: ✓■ دارد □ ندارد
سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■ سمینار □</td></tr>
</table>

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 به‌صورت نیروگاهی و موضعی.

سرفصل درس:

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 هیبریدی کوچک مقیاس جهت استفاده در انرژی شهری با استفاده از نرم‌افزارهای مهندسی (روتور، سیستم کنترل و سیستم برقی)
شانزدهم	

ارزشیابی:

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

منابع اصلی:

1. Peter Jamieson, “Inovation in Wind Turbin Design”, Wiley, 2011.
2. Wei Tong, “Wind Power Generation and Wind Turbine Design”, WITpress, 2010.
3. Muyiwa 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:

<table>
<tr><td colspan="7">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="3">عنوان درس به فارسی:
طراحی آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="2">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="4">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="4">تخصصی</td><td rowspan="2">الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td rowspan="3">عنوان درس به انگیسی:
Solar Desalination Systems Design</td><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">اختیاری
✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td>تعدا واحد عملی:</td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: ✓■ دارد □ ندارد
سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■ سمینار □</td></tr>
</table>

اهداف درس:

آشنایی با انواع سیستم‌های آب‌شیرین‌کن خورشیدی به‌مخصوص در ابعاد بزرگ شهری و صنعتی

ایجاد توانایی در دانشجویان تحصیلات تکمیلی برای طراحی آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی

کاربردهای کلی سیستم‌های آب‌شیرین‌کن خورشیدی

آشنایی با چالش‌های موجود در زمینه آب‌شیرین‌کن‌ها

ارائه راه‌حل‌های موجود برای رفع چالش‌های این حوزه

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با خواص آب شور و لب شور، تعاریف هدایت الکتریکی و املاح محلول آب
دوم	روش‌های پیش تصفیه برای آب شیرین‌کن‌های خورشیدی
سوم	فرایندهای تصفیه و شیرین سازی آب
چهارم	دسته‌بندی سیستم‌های آب‌شیرین‌کن خورشیدی
پنجم	معرفی کاربردهای کلی سیستم‌های آب‌شیرین‌کن خورشیدی
ششم	آشنایی با چالش‌های موجود در سیستم‌های آب‌شیرین‌کن خورشیدی
هفتم	تعاریف هدایت الکتریکی و املاح محلول آب
هشتم	محاسبه‌ها و طراحی آب شیرین‌کن‌های خورشیدی غشایی از نوع اسمز معکوس (RO)
نهم	طراحی و بهینه‌سازی یک واحد نمونه آب‌شیرین‌کن خورشیدی اسمز معکوس آب دریا
دهم	طراحی و بهینه‌سازی یک واحد نمونه آب‌شیرین‌کن خورشیدی اسمز معکوس آب لب شور
یازدهم	محاسبه‌ها و طراحی آب‌شیرین‌کن‌های حرارتی خورشیدی چند اثره
دوازدهم	طراحی و بهینه سازی یک واحد نمونه آب‌شیرین‌کن حرارتی چند اثره
سیزدهم	محاسبه‌ها و طراحی آب‌شیرین‌کن‌های حرارتی خورشیدی رطوبت زنی – رطوبت‌گیری (HD)
چهاردهم	طراحی و بهینه سازی یک واحد نمونه آب‌شیرین‌کن حرارتی رطوبت زنی – رطوبت‌گیری
پانزدهم	معرفی روش الکترودیالیز معکوس (EDR) و یون زدایی خازنی(CDI)، مزایا و محدودیتها برای شیرین‌سازی آب
شانزدهم	مقایسه اقتصادی روش‌های تهیه آب‌شیرین و جمع‌بندی نهایی

ارزشیابی:

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

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 CO 2 power cycle with liquefied natural gas heat sink" , Renewable Energy, Vol.113, pp.1215-1228, 2017.

سرفصل درس:

<table>
<tr><td colspan="8">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:
سیستم‌های هیبرید انرژی الکتریکی</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="2">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="4">عنوان درس به انگیسی:
Electrical Energy Hybrid systems</td><td rowspan="4">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="4">تخصصی</td><td rowspan="2">الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳</td></tr>
<tr><td>تعدا واحد عملی:</td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: ✓■ دارد □ ندارد کلینیک□
سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■ سمینار □</td></tr>
</table>

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

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	پدیده‌های غیرخطی
دوم	معرفی مبدل‌های دی سی
سوم	نحوه کار یک نمونه مبدل - ارائه فایل اجرایی مبدل
چهارم	آشنایی با شبیه‌سازی سیستم هیبریدی برپایه 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 کانورترها در سیستم هیبریدی برپایه انرژی‌های تجدیدپذیر – معرفی ساختارهای گوناگون سیستم‌های هیبرید انرژی
نهم	نقش اجزای متفاوت سیستم هیبریدی برپایه انرژی‌های تجدیدپذیر
دهم	مدل سیستم هیبرید ی برپایه انرژی‌های تجدیدپذیر
یازدهم	روش‌های نوین کنترلی سیستم – روش کنترلی مسطح
دوازدهم	پروفیل بار - روابط
سیزدهم	مدل‌سازی منابع تولید برپایه انرژی‌های تجدیدپذیر
چهاردهم	مدل‌سازی منابع کمکی برپایه انرژی‌های تجدیدپذیر
پانزدهم	مدیریت انرژی بین منابع تولید انرژی و منابع ذخیره
شانزدهم	تحلیل مدار اجرایی سیستم نمونه هیبریدی برپایه انرژی‌های تجدیدپذیر

ارزشیابی:

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

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. Jefferies, “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. Iu, 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. Kazimierczuk, 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:

<table>
<tr><td colspan="7">سرفصل درس:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">عنوان درس به فارسی:
تحلیل سیستم‌ها و ممیزی انرژی</td><td rowspan="2">تعداد واحد:
۳</td><td rowspan="4">نوع واحد</td><td colspan="2" rowspan="2">پایه</td><td>تعداد واحد نظری:</td><td rowspan="2">دروس پیش‌نیاز:</td></tr>
<tr><td>تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td rowspan="3">عنوان درس به انگلیسی:
Energy Auditing and System Analysis</td><td rowspan="3">تعداد ساعت:
۴۸</td><td rowspan="3">تخصصی</td><td>الزامی</td><td>تعداد واحد نظری:
تعداد واحد عملی:</td></tr>
<tr><td>اختیاری ✓</td><td>تعداد واحد نظری: ۳
تعدا واحد عملی: ۰</td></tr>
<tr><td colspan="6">آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد کلینیک☐
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐</td></tr>
</table>

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

سرفصل درس:

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

ارزشیابی:

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

منابع اصلی:

۱.Clive Beggs, "Energy: Management, Supply and Conservation", Routledge, 2012.

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

۳. اصول کاربردی مدیریت انرژی حرارتی ، ترجمه دکتر محمد جواد عامری ، مهندس عباس هاشمی ، مهندس محمد رضا اکبری. ۱۳۹۲

۴. Albert Thumann, D. Paul Mehta, " Handbook of Energy Engineering ", The Fairmont Press, Inc., 2001.