جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی رشته

مهندسی سیستم های انرژی

Energy Systems Engineering

مقطع دکتری تخصصی

گروه فنی و مهندسی

پیشنهادی دانشگاه شهید بهشتی

باسمه تعالی

نام رشته: مهندسی سیستم های انرژی

عنوان گرایش: –

گروه تحصیلی: فنی و مهندسی

دوره تحصیلی: دکتری تخصصی

زیرگروه تحصیلی: مهندسی مکانیک

نوع مصوبه: بازنگری (تجمیع گرایش ها)

پیشنهادی: دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۰۳/۲۸

برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری تخصصی رشته مهندسی سیستم های انرژی، در جلسه شماره ۹۶۱ تاریخ ۱۴۰۲/۰۳/۲۸ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک– این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می‌شوند، قابل اجرا است.

ماده دو – این برنامه درسی، جایگزین برنامه های درسی رشته مهندسی سیستم های انرژی گرایش های مدلسازی انرژی، فناوری های انرژی، انرژی و محیط زیست مصوب جلسه ۸۰۶ تاریخ ۱۳۹۱/۰۷/۰۹ شورای عالی برنامه‌ریزی و ۱۳۹۹/۰۶/۰۳ شورای آموزشی دانشگاه تهران می‌شود.

ماده سه– این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول‌های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می‌شود.

ماده چهار– این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر رضا نقی‌زاده
مدیر کل دفتر برنامه ریزی آموزش عالی

دکتر قاسم عموعابدینی
معاون آموزشی و دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

بسمه تعالی

دانشگاه شهید بهشتی

مشخصات کلی برنامه درسی دوره دکتری

رشته «مهندسی سیستم‌های انرژی»

دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی

مصوب جلسه شورای آموزشی دانشگاه مورخ ۱۴۰۱/۰۴/۱۴

این برنامه بر اساس آئین‌نامه واگذاری اختیارات برنامه درسی به دانشگاه‌ها توسط اعضای گروه علمی سیستم‌های انرژی دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی بازنگری شده و در جلسه مورخ ۱۴۰۱/۰۴/۱۴ شورای آموزشی دانشگاه به تصویب رسید.

مصوبه شورای آموزشی دانشگاه مورخ ۱۴۰۱/۰۴/۱۴ در خصوص بازنگری برنامه درسی دوره دکتری

رشته «مهندسی سیستم‌های انرژی»

برنامه درسی دوره **دکتری «مهندسی سیستم‌های انرژی»** که توسط گروه علمی سیستم‌های انرژی دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی بازنگری شده، 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 ۱۴۰۱/۰۴/۱۴ شورای آموزشی دانشگاه در مورد برنامه درسی بازنگری شده دوره دکتری «مهندسی سیستم‌های انرژی» صحیح است؛ به واحدهای ذیربط ابلاغ شود.

مریم دولو

مدیر برنامه‌ریزی و ارزیابی آموزشی دانشگاه

عباس سعیدی

سرپرست معاونت آموزشی دانشگاه

اسامی کمیته برنامه‌ریزی درسی

ردیف	نام و نام‌خانوادگی به ترتیب حروف الفبا	تخصص	مرتبه علمی
۱	محمدعلی احترام	مهندسی مکانیک	استادیار
۲	جواد امینیان	مهندسی شیمی	استادیار
۳	فاطمه جدا	مهندسی شیمی	استادیار
۴	رامین حقیقی خوشخو	مهندسی مکانیک	دانشیار
۵	زهرا سادات عادل برخوردار	مهندسی انرژی	استادیار
۶	مجید مصباح	مهندسی مکانیک	استادیار
۷	سید مجتبی میرفندرسکی	مهندسی شیمی	استادیار
۸	عباس نعیمی	مهندسی مکانیک	استادیار

فصل اول:
مشخصات کلی دوره دکتری
مهندسی سیستم‌های انرژی

۱- تعریف:

دوره دکتری مهندسی سیستم‌های انرژی یکی از مجموعه‌های آموزش عالی است که شامل دروس نظری و پروژه تحقیقاتی (رساله) در زمینه بهینه‌سازی سیستم‌های انرژی، صنعتی، خدماتی و مدیریتی در مقیاسهای خرد و کلان می‌باشد.

۲- هدف:

با توجه به پیشرفت روزافزون کشور در بخشهای خانگی، صنعت، حمل و نقل، کشاورزی، تجاری، خدمات، اقتصاد و محیط زیست هدف از اجرای این دوره، تربیت افرادی است که توانایی‌های لازم را برای برنامه‌ریزی و بهینه‌سازی عملکرد بخشهای مذکور دارا باشند.

۳- ضرورت و اهمیت:

نیاز به انجام تحقیقات کاربردی در راستای پیشبرد و توسعه صنایع مختلف نیروگاهی، نفت و گاز، دفاعی، خودروسازی، خانگی و تاسیساتی، حمل و نقل، خدمات و محیط زیست ضروری به نظر می‌رسد. لذا ارایه مطلوب دوره کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های انرژی در دوگرایش سیستم‌های انرژی و فناوری‌های انرژی می‌تواند خلاء پژوهشی موجود در علوم مهندسی مربوطه را برطرف نماید و ضامن پیشرفت پایدار صنایع مرتبط باشد.

۴- طول دوره و شکل نظام:

حداقل و حداکثر مدت مجاز برای انجام این دوره مطابق با آیین‌نامه دکتری می‌باشد. نظام آموزشی آن واحدی است و دروس دوره دکتری در ۸ نیمسال ارائه می‌شوند. زمان هر نیمسال ۱۶ هفته است و مدت تدریس یک واحد نظری ۱۶ ساعت و یک واحد عملی ۳۲ ساعت می‌باشد.

۵- تعداد و نوع واحدهای درسی دوره:

تعداد واحدهای درسی دوره دکتری ۳۶ واحد به شرح ذیل می‌باشد:

دروس تخصصی	۱۲ واحد
رساله	۲۴ واحد

(دروس جبرانی: با نظر و تشخیص گروه مربوطه، برخی دروس بصورت جبرانی، قابل ارائه می باشد)

درسهای تخصصی و رساله دکتری در ارتباط با یکدیگرند و با تأیید استاد راهنما با توجه به علاقه دانشجو، انتخاب خواهند شد. همچنین، دانشجو موظف است تا قبل از پایان نیم‌سال اول استاد راهنمای رساله خود را انتخاب به صورت مکتوب به گروه معرفی نماید.

۶- نقش و توانایی فارغ‌التحصیلان:

فارغ‌التحصیلان این دوره با توجه به دروسی که می‌گذرانند یک دید علمی در زمینه مهندسی سیستم‌های انرژی در حوزه‌های مختلف پیدا کرده و توانایی ایفای نقش به عنوان محقق در دانشگاهها، شرکتهای دانش‌بنیان مرتبط با مسائل مهندسی سیستم‌های انرژی، وزارت نیرو، وزارت نفت، وزارت صنعت معدن و تجارت، سازمان حفاظت محیط زیست، شرکت‌های مهندسی مشاور در زمینه انرژی، شرکت‌های پیمانکاری،

شهرداری‌ها و صنایع پتروشیمی و خودروسازی خواهند داشت. همچنین، فارغ‌التحصیلان این دوره تخصصهای لازم جهت احراز مسئولیتهای زیر را کسب خواهند نمود:

- انجام تحقیقات پژوهشی آزمایشگاهی و بنیادین در زمینه‌های مختلف مرتبط با انرژی
- انجام فعالیتهای آموزشی و پژوهشی در مراکز آموزش عالی و موسسات تحقیقاتی کشور
- برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه واحدهای فرآورش و تبدیل انرژی
- مدیریت انرژی در سطوح خرد و کلان (در سطح صنایع مختلف، منطقه‌ای و ملی)
- مدلسازی، طراحی و بهینه‌سازی سیستم‌های فنی فرآورش، تبدیل و انتقال انرژی
- کنترل آلودگی محیط زیست در صنایع
- برنامه‌ریزی سیستم‌های انرژی پایدار و مدلسازی انواع همبست‌های انرژی
- تحلیل سیستم‌های عرضه انرژی جهت کاهش مصرف و مدیریت انرژی

۷- شرایط ورود به رشته:

شرایط ورود به این رشته توسط آخرین قوانین حاکم برآزمونهای دکتری صادره از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری تعیین می‌گردد.

۸- مواد و ضرایب امتحانی و...:

آخرین قوانین مربوط به مواد امتحانی و ضرایب، هرساله توسط سازمان سنجش آموزش کشور تعیین می‌گردد.

دانشگاه بهشتی ۱۳۳۸
معاونت آموزشی
کد (۷۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی و آموزشی

فصل دوم:
جداول دروس

۱- دروس جبرانی

۲- دروس تخصصی اختیاری

دانشگاه شهید بهشتی
۱۳۳۸
معاونت آموزشی
کد (۷۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

جدول شماره ۱: دروس جبرانی

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیش‌نیاز یا هم‌نیاز
			جمع	نظری	عملی	
۱۰۱	تحلیل سیستم‌های انرژی	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۱۰۲	برنامه‌ریزی ریاضی پیشرفته	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۱۰۳	مهندسی فرآیند	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۱۰۴	قابلیت اطمینان و تحلیل ریسک	۳	۴۸	۴۸		ندارد

دانشجویان دکتری در صورت عدم گذراندن دروس جدول شماره ۱ در مقطع قبلی، با نظر استاد راهنما و تایید گروه موظف به گذراندن یک یا تمام دروس مذکور می‌باشند.

جدول شماره ۲: دروس اختیاری دکتری مهندسی سیستم‌های انرژی

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت			پیشنیاز یا همنیاز
			جمع	نظری	عملی	
۴۰۱	مدلسازی انرژی	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۰۲	انرژی و محیط زیست	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۰۳	بهینه‌سازی جریان اگزرژی	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۰۴	انرژی و اقتصاد	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۰۵	مدیریت و ممیزی انرژی	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۰۶	سیاست‌گذاری انرژی	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۰۷	توسعه پایدار سیستم‌های انرژی در صنایع	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۰۸	ارزیابی چرخه حیات در سیستم‌های انرژی	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۰۹	سیستم‌های انرژی در ساختمان	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۱۰	ارزیابی و پتانسیل‌سنجی منابع انرژی	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۱۱	اقتصاد منابع تجدیدپذیر	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۱۲	روش‌های تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۱۳	فناوری پینچ	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۱۴	تحلیل سیستمها و ممیزی انرژی در صنایع	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۱۵	صنایع انرژی‌بر	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۱۶	طراحی سیستمهای حرارتی	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۱۷	مهندسی پالایش نفت و گاز	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۱۸	فناوری‌های نیروگاههای بادی، آبی، زیست‌توده و امواج	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۱۹	فناوری نیروگاه‌های حرارتی-خورشیدی و انرژی هیدروژن-خورشیدی	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۲۰	بهره‌برداری از سیستمهای قدرت پیشرفته	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۲۱	دینامیک سیالات محاسباتی	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۲۲	سیستم‌های بازیافت انرژی از پسماند	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۲۳	فناوری‌های جذب، ذخیره‌سازی و بهره‌برداری از کربن	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۲۴	ممیزی انرژی در صنایع	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۲۵	طراحی سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۲۶	فناوری انرژیهای تجدیدپذیر	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۲۷	تبدیل انرژی پیشرفته	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۲۸	فناوری‌های پیل سوختی	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۲۹	فناوری‌های تولید و ذخیره‌سازی هیدروژن	۳	۴۸	۴۸		ندارد
۴۳۰	فناوری‌های گازی‌سازی	۳	۴۸	۴۸		ندارد

معاونت امور کد (۲۰۰)

فصل سوم :

شناسنامه و سرفصل دروس

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز:
مدلسازی انرژی	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		□ الزامی		تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Energy Modelling			■ اختیاری	تخصصی	تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: □ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

- آشنایی با انواع مدل‌های انرژی و روش شناسی توسعه مدل ها به عنوان ابزارهای تحلیلی انرژی
- برنامه‌ریزی سیستم‌های انرژی پایدار و روش مدلسازی انواع همبست های انرژی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	**یادآوری تحلیل سیستم‌های انرژی** • آشنایی با اصول و مبانی مدل سازی سیستم‌های انرژی • مبانی سیستم ها و پژوهش سیستمی • مدل سازی و کاربرد آن در مطالعات سیستم‌های انرژی • سیستم‌های انرژی پایدار • همبست انرژی، اقتصاد، آب، زمین و غذا
دوم	• انواع رویکردهای مدل سازی انرژی • مدل‌های بالا به پایین و پایین به بالا و مقایسه آنها • موارد استفاده و چالشهای موجود در به کارگیری انواع مدل ها
سوم	**مدل‌های تقاضای انرژی** • روش شناسی توسعه مدل‌های اقتصاد سنجی
چهارم	**مدل‌های تقاضای انرژی** • روش شناسی توسعه مدل‌های شبیه سازی و اقتصاد مهندسی • روش شناسی مدل‌های چند عاملی Multi Agent
پنجم	**مدل‌های تقاضای انرژی** • استفاده از هوش مصنوعی در تحلیل تقاضا • استفاده از یادگیری ماشین Machine Learning در تحلیل و پیش بینی تقاضا
ششم	**مدل‌های سیستم عرضه انرژی** • مبانی مدل‌های شبیه سازی و بهینه سازی سیستم عرضه انرژی
هفتم	**مدل‌های سیستم عرضه انرژی** • تابع هدف و قیود مدل‌های بهینه سازی
هشتم	**مدل‌های سیستم عرضه انرژی** • مدلسازی انرژی‌های پایان پذیر
نهم	**مدل‌های سیستم عرضه انرژی**

	• مدلسازی انرژی‌های تجدید پذیر
دهم	**مدل‌های سیستم عرضه انرژی** • قابلیت اطمینان و امنیت شبکه در شرایط وجود انرژی‌های تجدیدپذیر
یازدهم	**مدل‌های سیستم عرضه انرژی** • مدلسازی انواع روش‌های ذخیره سازی انرژی
دوازدهم	آشنایی با دو مدل شبیه ساز مانند LEAP و بهینه سازی مانند MESSAGE
سیزدهم	**مدل‌های انرژی اقتصاد** • مدل‌های تحلیلی بر اساس جدول داده ستانده • مدل‌های تعادل عمومی
چهاردهم	**ارزیابی یکپارچه Integrated Assessment** • روش‌های مدلسازی ارتباط انرژی با سایر بخش ها • مدلسازی هاب انرژی
پانزدهم	**ارزیابی یکپارچه Integrated Assessment** • رویکرد ارتباط نرم • رویکرد ارتباط سخت
شانزدهم	آشنایی با یک مدل جهانی پیش بینی آینده انرژی و محیط زیست در جهان (مانند NEMS)

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
٪۲۵	٪۲۵	٪۵۰		اختیاری

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: نرم افزارهای مرتبط مانند GAMS

منابع

1. H. Farzaneh, Energy Systems Modeling Principles and Applications, Springer, 2019.
2. T. A. Reddy, Applied Data Analysis and Modeling for Energy Engineers and Scientists, Springer , 2011.
3. M. Munasinghe, P. Meier, Energy Policy Analysis and Modelling, Cambridge University Press, 2012.

دانشگاه بهشتی ۱۳۳۸ معاونت آموزشی کد (۷۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
انرژی و محیط زیست	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		تخصصی	□ الزامی	تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Energy and Environment				■ اختیاری	تعداد واحد نظری:۳	
					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: □ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

۱. آشنایی با انواع ارتباطات بخش محیط زیست و انرژی
۲. آشنایی با روش‌های ارزیابی آثار مصرف انرژی بر محیط زیست
۳. آشنایی با روش‌های ارزیابی تاثیرات سیسات حفاظت از محیط زیست بر توسعه بخش انرژی و اقتصاد

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه. بیان و ترسیم تعاملات انرژی و محیط زیست
دوم	تعاریف پایه، استانداردها و قوانین محیط زیست
سوم	چرخه مواد، چرخه کربن
چهارم	چرخه نیتروژن، چرخه آب، چرخه فسفر
پنجم	هوا – انرژی: تعاریف، آلاینده های هوا، آشنایی با فناوری‌های کنترل بخش هوا،
ششم	انرژی و آلاینده ها: پخش انتقال انباشت آلاینده ها در نمودار جریان انرژی
هفتم	روش‌های کنترل پخش آلاینده در بخش انرژی کاربرد منطقی انرژی و پخش آلاینده ها
هشتم	آب-انرژی: تعاریف، آب برای انرژی، انرژی برای آب، سیستم‌های تصفیه پساب
نهم	طراحی بهینه شبکه آب
دهم	اثرات زیست مجیطی بخش انرژی : تحلیل اثرات زیست محیطی ، آلودگی شهر های بزرگ
یازدهم	تغییرات آب و هوایی، بارانهای اسیدی، آلودگی بر موجودات
دوازدهم	روش‌های برنامه‌ریزی محیطی: مقدمه
سیزدهم	رویکردهای زیست محیطی اکوسیستم –تحلیل چرخه عمر- توسعه پایدار

دانشگاه بهشتی ۱۳۳۸ معاونت آموزشی کد (۷۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه‌ریزی و آموزشی

چهاردهم	مدل‌های زیست محیطی
پانزدهم	اقتصاد محیط زیست هزینه های بیرونی بخش انرژی هزینه های اقتصادی و اجتمهاعی حفاظت محیط زیست
شانزدهم	هزینه کنترل پخش مواد آلاینده مکانیسم توسعه پاک

ارزشیابی:

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

مراجع:

۱- ترازنامه هیدروکربنی ایران، موسسه مطالعات بین المللی انرژی،۲۳۳۱

۲.ترازنامه انرژی ایران، وزارت نیرو،۲۳۴۱

3. F. M. Vanek, L. D. Albright, Energy Systems Engineering evaluation and implementation, Mc-Graw Hill, 2008.
4. Key world energy statistics, IEA, 2021.
5. World energy outlook, IEA, 2021.
6. G. Schaub, T. Turek, Energy flows, material cycles and global development: A process engineering approach to the earth system, Springer, 2011.
7. K. Lei, S. Zhou, Z. Wang, Ecological Emergy Accounting for a Limited System: General Principles and a Case Study, Springer, 2014.
8. Encyclopedia of energy, Elsevier, 2004.
9. Sustainable development of energy water, and environment systems.
10. N.D. Kaushika, K.S. Reddy, K. Kaushik, Energy Environment Interactions. In: Sustainable Energy and the Environment: A Clean Technology Approach. Springer, 2016.
11. R. Smith, Chemical Process Design and Integration, Wiley Student Edition, 2005.
12. J. R. Urban, L. Balbach, H. Webb, M. Diana, Handbook of Environmental Engineering Assessment - Strategy, Planning, and Management, Elsevier, 2012.
13. T. Daniels, D. Katherine, The Environmental Planning Handbook, American Planning Association, 2003.
14. C. S. Bhattacharyya, Energy economics: Concepts, Issues, Markets and Governance, Springer, 2011.

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
بهینه‌سازی جریان اگزرژی	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		□ الزامی		تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸		■ اختیاری	تخصصی	تعداد واحد نظری: ۳	
Exergy Analysis					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: □ دارد ■ ندارد					

هدف:

آشنایی با مفهوم اگزرژی و کارایی آن در بهینه‌سازی سیستمهای انرژی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	تعریف اگزرژی مفاهیم اولیه ترمودینامیک (قانون اول و دوم ترمودینامیک، تغییر آنتروپی، مفاهیم اگزرژی و تخریب و تلفات و بازده اگزرژی) مثالهای فیزیکی، تعاریف بنیانی، نمودارهای دما –انتروپی
دوم	اگزرژی حرارت اگزرژی جریانهای فرایند
سوم	مدل چشمه – چاه مدل خروجی – ورودی انواع و نحوه محاسبه تخریب و اتلاف اگزرژی
چهارم	تحلیل اگزرژی عملیات یک واحد ساده: تحلیل اگزرژی توربین و کمپرسور
پنجم	تحلیل اگزرژی عملیات یک واحد ساده: بویلر، فلش درام، برج تقطیر
ششم	اگزرژی واکنش و واکنشگرها
هفتم	اگزرژی شیمیایی مواد
هشتم	تلفات جبران پذیر و گریزناپذیر
نهم	اگزرژی و اقتصاد
دهم	قوانین و روابط حاکم بر ترمواکونومیک یک سیستم انرژی

دانشگاه بهشتی ۱۳۳۸
معاونت آموزشی
کد (۱۰۰)
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی و آموزشی

یازدهم	تحلیل اگزرژی به صورت مصرف تجمعی (هزینه اکسرژی): مقدمه
دوازدهم	تحلیل اگزرژی به صورت مصرف تجمعی (هزینه اکسرژی): روابط و قوانین حاکم
سیزدهم	تحلیل اگزرژی توسعه یافته: مقدمه
چهاردهم	تحلیل اگزرژی توسعه یافته: مثال کاربردی
پانزدهم	ترکیب پینچ و اکزرژی: مقدمه
شانزدهم	ترکیب پینچ و اکزرژی: کاربردها و تحلیل مثال

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
٪۱۰	٪۲۵	٪۴۰		٪۲۵

مراجع:

1. T. J. Kotas, The Exergy Method of Thermal Plant Analysis, Elsevier, 2013.
2. A. Bejan, G. T. Satsaronis, Thermal Design and Optimization, Wiley 1995.
3. C. Balaji, Thermal System Design and Optimization, Springer; 2nd edition, 2021.
4. C. A. Frangopoulos, Exergy, Energy System Analysis and Optimization, Exergy and Thermodynamic Analysis, EOLSS Publications, 2009.
5. I. Dincer, M. A. Rosen, Exergy, Environment and sustainable development, Elsevier, 2020.

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸ معاونت آموزشی کد (۲۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز:
انرژی و اقتصاد	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		□ الزامی		تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Energy and economics			■ اختیاری	تخصصی	تعداد واحد نظری:۳	
					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: □ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

آشنایی با بازار حامل‌های انرژی و قیمت گذاری انرژی، سیاستهای ملی و تاثیر آنها و مسایل مالی مرتبط با طرح های انرژی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مبانی اقتصاد
دوم	آشنایی با انواع بازارها (رقابتی و انحصاری کامل و ناقص) بازار انرژی پایان پذیر و تجربیات بین المللی آشنایی با سازمان‌ها و نهادهای بین‌المللی انرژی با تأکید بر اوپک
سوم	قیمت گذاری و رانت منابع پایان پذیر
چهارم	نرخ بهینه استخراج منابع پایان پذیر
پنجم	بازارهای جهانی نفت -بازار اسپات -بازار فوروارد -بازار آتی
ششم	بازار گاز طبیعی
هفتم	نرخ بهینه استخراج منابع پایان پذیر
هشتم	بازار برق منحنی‌های تولید و مصرف با توجه به نوع نیروگاه هزینه‌های تولید برق و قیمت گذاری برق مقررات زدایی
نهم	بازار انرژی‌های تجدیدپذیر تاثیر بازار انرژی‌های تجدیدپذیر بر بازار انرژی‌های پایان پذیر
دهم	ابزارهای اقتصادی کاهش کربن ناشی از بخش انرژی بازار کربن
یازدهم	سیاست‌های ملی انرژی در کشورهای پیشرفته صنعتی و در کشورهای در حال توسعه
دوازدهم	سیاست‌های ملی کارایی انرژی و کاهش شدت انرژی
سیزدهم	بازار بهینه سازی انرژی کسب و کار انرژی شرکت های خدمات انرژی
چهاردهم	تعریف‌های پایه تامین مالی

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸
معاونت آموزشی کد (۰۰۰)
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

	عوامل موثر بر عرضه و تحلیل آن
پانزدهم	حمایت‌های نهادی مورد نیاز در تامین مالی نهادهای تامین مالی و خدمات ساختارها و قوانین و مقررات ایران در زمینه تامین مالی
شانزدهم	تجربه و کارکرد شرکت های خدمات انرژی و تامین مالی آنها در ایران

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
٪۲۵	٪۲۵	٪۵۰		اختیاری

منابع

1. S. C. Bhattacharyya, Energy Economics Concepts, Issues, Markets and Governance, Springer, 2011.
2. R. Fouquet, The Economics of Renewable Energy, The International Library of Critical Writings in Economics series, 2018.
3. S. Raikar, S. Adamson, Renewable Energy Finance: Theory and Practice, Academic Press; 1st edition, 2019.
4. P. M. Schwarz, Energy Economics, Routledge, 2018.

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸
معاونت آموزشی
کد (۲۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه			دروس پیش‌نیاز
تحلیل سیستم‌ها و ممیزی انرژی در صنایع	۳		تعداد واحد نظری:		تعداد واحد نظری:	
	تعداد ساعت		تعداد واحد عملی:		تعداد واحد عملی:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸		☐ الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:	
Energy Auditing and System Analysis in Industry			■ اختیاری		تعداد واحد عملی:	
					تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ■ ندارد						

اهداف درس:

۱. اهمیت انرژی و خدمات مهندسی در این زمینه
۲. روند انجام ممیزی
۳. آشنایی با اصول ممیزی و گزارش نویسی
۴. آشنایی با سیستم‌ها و تجهیزات مهم صنعتی و نحوه ممیزی انرژی انها
۵. آشنایی با سیستم‌ها و تجهیزات مهم ساختمانی و نحوه ممیزی انرژی انها

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	اشنایی با ممیزی انرژی
دوم	قوانین و اصول پایه در ممیزی انرژی
سوم	محاسبات احتراق
چهارم	تجهیزات اندازه گیری
پنجم	ممیزی فرایند ها و سیکل ها
ششم	ممیزی پمپ و فن
هفتم	ممیزی موتورهای الکتریکی
هشتم	ممیزی کمپرسور ها و توزیع هوای فشرده
نهم	ممیزی بویلر ها و واحدهای تولید بخار
دهم	ممیزی کندانسور ها
یازدهم	ممیزی کوره‌ها
دوازدهم	ممیزی تجهیزات جانبی مهم (آسیاب – سیستم‌های تزریق سوخت – سپراتور- سیستم‌های انتقال مواد و
سیزدهم	ممیزی ساختمان
چهاردهم	ممیزی ترانسفورماتور

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸ معاونت آموزشی کد (۰۰۰)
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

پانزدهم	راهکارهای عمومی کاهش مصرف انرژی
شانزدهم	روش بررسی اقتصادی راهکارهای کاهش مصرف انرژی

ارزشیابی:

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

مراجع:

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

۲. اصول کاربردی مدیریت انرژی حرارتی By Steve Doty & Aynebc.Turner، ترجمه محمد جواد عامری، عباس هاشمی، محمدرضا اکبری

۳. صرفه جویی و مدیریت انرژی الکتریکی در سیستم‌های الکتریکی، انتشارات سابا

۴. استانداردهای ASME در زمینه ارزیابی عملکرد تجهیزات

۵. استاندارد Australian/New ZealandD Standard در زمینه ممیزی انرژی در ساختمان

۶. کتاب جامع بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش ساختمان نوشته شرکت بهینه سازی سوخت

۷. ترازنامه انرژی، معاونت برق و انرژی وزارت نیرو

8. A. Thumann, T. Niehus, W. Younger, Handbook of Energy Audits, 9th Edition, 2013.
9. Y. P. Abb, Energy Audit: thermal power, combined cycle, and cogeneration plants, 2012.
10. G. Dall'o', Green Energy Audit of Buildings: A guide for a sustainable energy audit, 2013.
11. C. Beggs, Energy: Manage, ment, Supply And Conservation, 2002.
12. J. de Beer-Potential for Industrial Energy-Efficiency Improvement in the Long Term, 2000.
13. R. Shankar, Energy Auditing in Electrical Utilities, 2015.
14. B. L. Capehart, W. J. Kennedy, W. C. Turner, Guide to Energy Management: 8th Edition, International Version, 2017.
15. B. L. Capehart, W. C. Turner, W. J. Kennedy, Guide to Energy Management 7th Edition, 2013.
16. M. Krarti, Energy Audit of Building Systems: An Engineering Approach, 2nd Edition, 2016.

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۴۸ معاونت آموزشی کد (۲۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه			تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
مدیریت و ممیزی انرژی	۳					تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		☐ الزامی			تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸					تعداد واحد عملی:	
Energy Auditing and Management			■ اختیاری	تخصصی		تعداد واحد نظری:۳	
						تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ■ ندارد						

اهداف درس:

۶. اهمیت انرژی و خدمات مهندسی در این زمینه
۷. اهمیت انجام مدیریت و ممیزی انرژی
۸. آشنایی با اصول ممیزی و گزارش نویسی
۹. آشنایی با سیستم‌ها، فرایندها و تجهیزات مهم صنعتی و نحوه ممیزی انرژی انها
۱۰. آشنایی با سیستم‌ها، فرایندها و تجهیزات مهم ساختمانی و نحوه ممیزی انرژی انها

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنائی با مفاهیم انرژی و مدیریت انرژی
دوم	اشنایی با ممیزی انرژی
سوم	قوانین و اصول پایه در ممیزی انرژی
چهارم	متدولوژی ممیزی انرژی در صنایع و ساختمان ها و چک لیست‌ها
پنجم	محاسبات احتراق
ششم	دستگاههای اندازه گیری در ممیزی انرژی و کالیبراسیون
هفتم	ممیزی بویلر ها و واحدهای تولید بخار
هشتم	ممیزی پمپ و فن
نهم	ممیزی موتورهای الکتزیکی
دهم	ممیزی کمپرسورها و توزیع هوای فشرده
یازدهم	ممیزی ترانسفورماتور
دوازدهم	ممیزی انرژی در ساختمان
سیزدهم	ممیزی سیستم توزیع بخار و تله بخار
چهاردهم	ممیزی عایقکاری و نقش آن در کاهش مصرف انرژی
پانزدهم	ممیزی فرایند ها و سیکل ها در صنایع انرژی بر
شانزدهم	روش بررسی اقتصادی راهکارهای کاهش مصرف انرژی

ارزشیابی:

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

مراجع:

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

۲. اصول کاربردی مدیریت انرژی حرارتی By Steve Doty & Aynebc.Turner، ترجمه محمد جواد عامری، عباس هاشمی، محمد رضا اکبری

۳. صرفه جویی و مدیریت انرژی الکتریکی در سیستم‌های الکتریکی، انتشارات سابا

۴. استاندارد های ASME و BS و ISIRI ایران در زمینه ارزیابی عملکرد تجهیزات و تعیین راندمان

۵. استاندارد Australian/New ZealandD Standard در زمینه ممیزی انرژی در ساختمان

۶. کتاب جامع بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش ساختمان نوشته شرکت بهینه سازی سوخت

۷. ترازنامه انرژی، معاونت برق و انرژی وزارت نیرو

8. A. Thumann, T. Niehus, W. Younger, Handbook of Energy Audits, 9th Edition, 2013.
9. Y. P. Abb, Energy Audit: thermal power, combined cycle, and cogeneration plants, 2012.
10. G. Dall'o', Green Energy Audit of Buildings: A guide for a sustainable energy audit, 2013.
11. C. Beggs, Energy: Manage, ment, Supply And Conservation, 2002.
12. J. de Beer-Potential for Industrial Energy-Efficiency Improvement in the Long Term2000.
13. A. C. Olivieri, Introduction to Multivariate Calibration: A Practical Approach, 2018.
14. R. Shankar, Energy Auditing in Electrical Utilities, 2015.
15. B. Capehart, W. J. Kennedy, W. C. Turner,Guide to Energy Management: Eighth Edition, International Version, 2017.
16. B. L. Capehart, Wayne C. Turner, W. J. Kennedy, Guide to Energy Management 7th Edition 2013.

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸ معاونت آموزشی کد (۱۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز:
سیاست‌گذاری انرژی	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		□ الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Energy Policy			■ اختیاری		تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: □ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

۱. آشنایی با سیاست گذاری و آینده‌نگری انرژی در ایران و جهان
۲. آشنایی با استراتژی‌ها، طرح‌ریزی، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری انرژی
۳. آشنایی با چالش‌ها و بازارهای تصمیم‌سازی در زمینه انرژی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با مفاهیم اولیه هرم برنامه‌ریزی انرژی
دوم	چالش‌های مرتبط با انرژی در جهان: اهمیت و ابعاد همبستها
سوم	آشنایی با استراتژی‌های انرژی در جهان Energy Strategies
چهارم	
پنجم	آشنایی با طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی انرژی در جهان Energy Planning and Programming
ششم	
هفتم	آشنایی با سیاست‌گذاری انرژی در جهان Energy Policies
هشتم	
نهم	دینامیک نوآوری و فناوری در اقتصاد بازار تعاریف اولیه نوآوری، پیشرفت فنی؛ اقتصاد و پیشرفت فنی؛ سرمایه انسانی و پیشرفت فنی؛ حقوق مالکیت؛ محرک‌های بین المللی ایجاد نوآوری؛
دهم	نقش علم، نوآوری و فناوری در سیاست انرژی
یازدهم	امنیت انرژی
دوازدهم	عدالت انرژی
سیزدهم	ابزار ریاضی پشتیبان تصمیم‌سازی در زمینه انرژی:
چهاردهم	مدل‌های سیستم انرژی، مدل‌های همبست انرژی - اقتصاد - امنیت غذایی - آب
پانزدهم	استراتژی توسعه، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری انرژی در ایران
شانزدهم	

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
٪۲۰	٪۲۰	٪۳۰		٪۳۰

مراجع:

1. A. Goldthau, The Handbook of Global Energy Policy (Handbooks of Global Policy), Wiley blackwell, 2016.
2. M. L. Holloway, Innovation Dynamics and Policy in the Energy Sector: Building Global Energy Markets, Institutions, Public Policy, Technology and Culture on the Texan Innovation Example, Academic Press; 1st edition. 2021.
3. J. Gonzalez, Energy Planning: Approaches and Assessment (Energy Policies, Politics and Prices), Nova Science Pub Inc, 2017.
4. T. F. Braun and Lisa M. Glidden, Understanding Energy and Energy Policy, Zed books, 2014.
5. D. Yergin, The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World, Penguin Press. 2012.
6. G. Verbong, D. Loorbach, Governing the Energy Transition. Reality, Illusion or Necessity?, Routledge, 2017.
7. M. Munasinghe, P. Meier, Energy Policy Analysis and Modelling (Cambridge Energy and Environment Series), Cambridge: Cambridge University Press. 1993. doi:10.1017/CBO9780511983573
8. A. Goldthau, Jan Martin Witte , Global Energy Governance: The New Rules of the Game, Brookings Institution Press, 2010.

۹. عباس ملکی. " سیاست‌گذاری انرژی" .نشر نی، ۱۳۹۳.

۱۰. گروه پژوهشی اقتصاد برق و انرژی، " سند راهبردی برنامه‌ریزی جامع انرژی کشور". پژوهشگاه نیرو. ۱۳۹۵.

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه			دروس پیش‌نیاز
توسعه پایدار سیستم‌های انرژی در صنایع	۳		تعداد واحد نظری:		تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		□ الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Sustainable Energy Systems Development in Industry			■ اختیاری		تعداد واحد نظری:۳	
					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: □ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

۱۱. آشنایی با مبانی تحلیل سیستمی انرژی در صنایع بزرگ

۱۲. آشنایی با اصول اولیه طراحی سیستم‌ها در صنایع بزرگ

۱۳. آشنایی با فناوری‌های نوین توسعه بهینه سیستم‌های انرژی پایدار

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با مصارف عمده انرژی در بخش صنایع
دوم	آشنایی با مصارف عمده انرژی در بخش صنایع
سوم	آشنایی با مصارف عمده انرژی در بخش صنایع
چهارم	تحلیل مصرف انرژی در صنایع بزرگ انرژی‌بر
پنجم	تحلیل مصرف انرژی در صنایع بزرگ انرژی‌بر
ششم	بررسی مصرف انرژی در بخش صنایع در ایران و جهان
هفتم	بررسی مصرف انرژی در بخش صنایع در ایران و جهان
هشتم	طبقه بندی انواع صنایع از نظر نوع مصرف انرژی
نهم	تحلیل، بررسی و مدلسازی انواع سیستم‌های عرضه و مبدل‌های انرژی در صنایع بزرگ
دهم	بررسی، مدلسازی و تحلیل جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر در صنایع
یازدهم	بررسی، مدلسازی و تحلیل جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر در صنایع
دوازدهم	اصول طراحی مدرن سبز
سیزدهم	هوشمندسازی انرژی در صنایع
چهاردهم	تحلیل اقتصادی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در صنایع
پانزدهم	تحلیل اقتصادی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در صنایع
شانزدهم	بررسی و تحلیل نقش بخش صنعت در کاهش انتشار آلاینده‌ها

معاونت آموزشی

ارزشیابی:

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

مراجع:

1. S. Lee, Sustainability in Energy, Springer, 2009.
2. M. Idayu, A. Mazran, I. Saffa, Renewable Energy and Sustainable Technologies for Building and Environmental Applications, Springer, 2016.
3. B. Azzopardi, Sustainable Development in Energy Systems, Springer, 2017.
4. Ibrahim Dincer, Azzam Abu-Rayash, Energy Sustainability, Elsevier, 2019.

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸
معاونت آموزشی
کد (۲۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه			دروس پیش‌نیاز
ارزیابی چرخه حیات در سیستم‌های انرژی	۳				تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		تخصصی	□ الزامی	تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸			■ اختیاری	تعداد واحد نظری: ۳	
Life Cycle Assessment in Energy Systems					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: □ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

۱. بررسی اقتصادی چرخه عمر محصولات و فناوری‌های انرژی
۲. بررسی زیست محیطی چرخه عمر محصولات و فناوری‌های انرژی
۳. بررسی اثرات بازیابی یا اتلاف محصولات و فناوری‌های انرژی در پایان چرخه عمر

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	تعارضات اقتصادی، زیست محیطی و فناوری در سیستم‌های انرژی
دوم	مفهوم چرخه عمر
سوم	اهمیت و تعریف ارزیابی فناوری
چهارم	انواع روش‌های ارزیابی فناوری
پنجم	تحلیل فنی-اقتصادی
ششم	موازنه جرم و انرژی
هفتم	روش‌های تخمین هزینه‌های ثابت و سرمایه گذاری
هشتم	روش‌های تخمین هزینه‌های متغیر
نهم	روش‌های تحلیل اقتصادی
دهم	تحیل حساسیت و اعتبارسنجی
یازدهم	ارزیابی چرخه عمر و گام‌های اصلی چرخه عمر
دوازدهم	تعریف هدف و دامنه
سیزدهم	تجزیه و تحلیل سیاهه (Inventory Analysis)
چهاردهم	ارزیابی پیامد (Impact Assessment)
پانزدهم	تحلیل حساسیت و تفسیر نتایج
شانزدهم	آشنایی و کار با نرم‌افزار OPEN LCA

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸ معاونت آموزشی کد (۲۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

ارزشیابی:

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

مراجع:

1. L. Brander, P.J.H. Van Beukering, Economic Assessment Methods and Appications, European Union, 2016.
2. H. Scott Matthews, C. Hendrickson, D. H. Matthews, Life Cycle Assessment: Quantitative Approaches for Decisions that Matter, 2018. Free download at: https://www.lcatextbook.com/
3. OPEN LCA Software

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
سیستم‌های انرژی در ساختمان	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		□ الزامی		تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Energy Systems in Buildings			■اختیاری		تعداد واحد نظری: ۳	
				تخصصی	تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: □ دارد ■ ندارد					

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸ معاونت آموزشی کد (۲۰۰)

اهداف درس:

۱. آشنایی با مبانی تحلیل سیستمی انرژی در ساختمان‌ها ی مسکونی، اداری، تجاری
۲. آشنایی با انواع فناوری‌های نوین ساختمان‌ها ی مصرف انرژی صفر و پایدار

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با مصارف عمده مصرف انرژی در بخش مسکونی، اداری و تجاری
دوم	بررسی مصرف انرژی در بخش ساختمان در ایران و جهان
سوم	طبقه بندی انواع اقلیم و ساختمان
چهارم	شرایط آسایش و سلامتی در ساختمان
پنجم	انواع سیستم‌های سرمایش و گرمایش در ساختمان‌ها
ششم	انواع سیستم‌های سرمایش و گرمایش در ساختمان‌ها
هفتم	انواع سیستم‌های تهویه مطبوع
هشتم	اصول طراحی سیستم‌های مصرف انرژی صفر در ساختمان‌ها
نهم	اصول طراحی سیستم‌های مصرف انرژی صفر در ساختمان‌ها
دهم	اصول طراحی ساختمان‌ها ی سبز
یازدهم	اصول طراحی ساختمان‌ها ی سبز
دوازدهم	هوشمندسازی انرژی در ساختمان‌ها
سیزدهم	هوشمندسازی انرژی در ساختمان‌ها
چهاردهم	تحلیل اقتصادی ساختمان‌ها ی سبز و مصرف انرژی صفر
پانزدهم	بررسی و تحلیل نقش بخش ساختمان در کاهش انتشار آلاینده‌ها
شانزدهم	آشنایی با نرم‌افزارهای بهینه‌سازی و مدیریت انرژی در ساختمان‌ها

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

ارزشیابی:

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

مراجع:

1. J. R. Littlewood, R. J. Howlett, L. C. Jain, Sustainability in Energy and Buildings, Springer, 2021.
2. M. I. Ahmad, M. Ismail, S. Riffat, Renewable Energy and Sustainable Technologies for Building and Environmental Applications, Springer, 2016.
3. Research articles from the Energy and Buildings Journal.
4. K. Voss, E. Musall, Net Zero Energy Buildings, DETAIL, 2013.
5. I. Dincer, Dogan Erdemir, Heat Storage Systems for Buildings, Elsevier, 2021.

معاونت آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
ارزیابی و پتانسیل‌سنجی منابع انرژی	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		تخصصی	□ الزامی	تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Energy Resources Assessment				■اختیاری	تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: □ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

۱. آشنایی با انواع منابع انرژی و مصارف آنها در ایران و جهان
۲. آشنایی با روش‌های ارزیابی منابع انرژی
۳. آشنایی با اصول پتانسیل سنجی و شناسایی منابع انرژی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	منابع و پتانسیل‌های انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران و جهان
دوم	اصول و مبانی شناسایی و مکانیابی منابع مختلف انرژی
سوم	اصول و مبانی پتانسیل‌سنجی منابع مختلف انرژی
چهارم	تهیه مدل مفهومی پتانسیل‌سنجی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر
پنجم	روش‌های جمع آوری، تحلیل و مدلسازی داده ها برای ارزیابی پتانسیل منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر
ششم	روش‌های جمع آوری، تحلیل و مدلسازی داده ها برای ارزیابی پتانسیل منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر
هفتم	مبانی تهیه اطلس‌های منابع انرژی شامل اطلس انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر
هشتم	مبانی تهیه اطلس‌های منابع انرژی شامل اطلس انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر
نهم	آشنایی با ابزارها و نرم‌افزارهای شناسایی، پتانسیل‌سنجی و ارزیابی منابع انرژی
دهم	آشنایی با نرم افزار ArcGIS و نقشه‌سازی دیجیتال
یازدهم	اصول و روش‌های جمع‌آوری، داده برداری، آماده سازی و ورود اطلاعات منابع انرژی در محیط GIS
دوازدهم	مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌ها و نقشه‌سازی موضوعی برای داده‌های انرژی
سیزدهم	مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌ها و نقشه‌سازی موضوعی برای داده‌های انرژی
چهاردهم	انتگراسیون داده‌ها و اطلاعات برای شناسایی مناطق پتانسیل‌دار و اولویت‌بندی مناطق مستعد برای توسعه سیستم‌های انرژی
پانزدهم	اولویت‌بندی و برنامه‌ریزی توسعه منابع انرژی
شانزدهم	پروژه عملی به صورت گروهی در زمینه پتانسیل سنجی یکی از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر

ارزشیابی:

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

مراجع:

۱. ترازنامه انرژی ایران، وزارت نیرو، ۱۳۹۶

2. B. K. Hodge, Alternative Energy Systems and Applications, 2nd Ed., Wiley, 2017.
3. J. R. Fanchi, C. J. Fanchi, Energy in the 21st Century, 4th Ed., Wspc, 2016.
4. Key World Energy Statics, International Energy Agency, 2021.
5. ArcGIS 9.0, Using ArcGIS 3D Analyst, Environmental Systems Research Institutes, ESRI, 2004.
6. Using ArcMap, Environmental Systems Research Institutes, ESRI, 2005.
7. G.F. Bonham-Carter, Daniel F. Merriam, Geographical Information Systems for Geoscientists, Volume 13: Modeling with GIS, Computer Methods in the Geosciences, Pergamon, 1995.

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸ معاونت آموزشی کد (۷۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		□ الزامی		تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Renewable Energy Technologies			■اختیاری		تعداد واحد نظری: ۳	
			تخصصی		تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: □ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

۱. آشنایی با انواع انرژی‌های تجدیدپذیر
۲. آشنایی با سیاستهای کلی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه‌ای بر انواع انرژی‌های تجدیدپذیر
دوم	مقدمه‌ای بر انواع انرژی‌های تجدیدپذیر
سوم	اصول و مبانی تولید انرژی خورشیدی
چهارم	کاربردهای انرژی خورشیدی
پنجم	روش‌های اندازه‌گیری انرژی خورشیدی
ششم	اصول و مبانی تولید انرژی بادی
هفتم	انواع توربین‌های بادی
هشتم	کاربردهای انرژی بادی
نهم	آشنایی با انرژی‌های آبی
دهم	کاربردهای انرژی آبی
یازدهم	اصول و مبانی تولید انرژی زیست‌توده
دوازدهم	کاربردهای انرژی زیست‌توده
سیزدهم	اصول و مبانی تولید انرژی از پیل‌های سوختی
چهاردهم	کاربردهای هیدروژن و پیل سوختی
پانزدهم	اصول و مبانی انرژی زمین گرمایی و هیت پمپ‌ها
شانزدهم	کاربردهای انرژی زمین گرمایی

ارزشیابی:

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

مراجع:

1. J. A. Duffie, W. A. Beckman, Solar Engineering of Thermal Processes, Wiley, 4th Ed., 2013.
2. T. L. Burton, N. Jenkins, E. Bossanyi, D. Sharpe, M. Graham, Wind Energy Handbook,Wiley, 3rd Ed., 2021.
3. I. Dincer, M. Ozturk, Geothermal Energy Systems, Elsevier, 1st Ed., 2021.
4. A. Babarit, Ocean Wave Energy Conversion, Resource, Technologies and Performance, Elsevier, 1st Ed., 2018.
5. T. F. McGowan, M. L. Brown, W. S. Bulpitt, J. L. Walsh, Biomass and Alternate Fuel Systems: An Engineering and Economic Guide, Wiley, 2009.
6. R. O'Hayre, S.-W. Cha, W. Colella, F. B. Prinz, Fuel Cell Fundamentals, Wiley, 3rd Edition, 2016.

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸ معاونت آموزشی کد (۰۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
اقتصاد منابع تجدیدپذیر	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		□ الزامی		تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Renewable Energies Economi			■اختیاری		تعداد واحد نظری: ۳	
				تخصصی	تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: □ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

۱. آشنایی با ابزارها و رویکردهای تحلیل اقتصاد انرژی

۲. آشنایی با تحلیل اقتصادی منابع مختلف انرژی‌های تجدیدپذیر

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مروری بر مفاهیم عرضه و تقاضا و قیمت گذاری در بازارهای رقابتی
دوم	مروری بر مفاهیم عرضه و تقاضا و قیمت گذاری در بازارهای رقابتی
سوم	مفهوم الاستیسیته و ارتباط تقاضای انرژی و سایر فاکتورهای اقتصادی کلان و خرد
چهارم	عرضه انرژی و اقتصاد منابع تجدیدپذیر
پنجم	عرضه انرژی و اقتصاد منابع تجدیدپذیر
ششم	بازارهای جهانی نفت و امنیت انرژی
هفتم	بازارهای جهانی نفت و امنیت انرژی
هشتم	قیمت گذاری گاز و مسائل قانونی و حقوقی بازارهای آن
نهم	منابع انرژی تجدیدپذیر و تحلیل‌های اقتصادی پروژه‌های تجدیدپذیر
دهم	منابع انرژی تجدیدپذیر و تحلیل‌های اقتصادی پروژه‌های تجدیدپذیر
یازدهم	انرژی و تغییرات آب و هوایی
دوازدهم	مالیات انرژی و سایر ابزارهای مالی انرژی
سیزدهم	تحلیل فنی-اقتصادی پروژه‌های انرژی
چهاردهم	تحلیل فنی-اقتصادی پروژه‌های انرژی
پانزدهم	الکتریسیته و آنالیز هزینه تولید فناوری‌های مختلف تولید الکتریسیته
شانزدهم	مدیریت ریسک و بازارها و روندهای آتی انرژی

ارزشیابی:

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

مراجع:

1. A. J. MacFadyen, G. C. Watkins, Petropolitics: Petroleum Development, Markets and Regulations, Alberta as an Illustrative History, University of Calgary Press, 2014.
2. S. C. Bhattacharyya, Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance, Springer, 2nd Ed., 2019.
3. R. Fouquet, Handbook on Energy and Climate Change, Edward Elgar Publishing, 2015.

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸ معاونت آموزشی کد (۲۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه ☐		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
روش‌های تبدیل و ذخیره‌سازی انرژی	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		تخصصی	الزامی ☐	تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Energy Conversion and Storage				اختیاری ■	تعداد واحد نظری:۳	
					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ■ ندارد					

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸
معاونت آموزشی
کد (۱۰۰)

اهداف درس:

۱. آشنایی با انواع ذخیره‌سازهای انرژی حرارتی، مکانیکی و الکتریکی
۲. آشنایی با سیستم‌های ترکیبی ذخیره‌سازی انرژی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با مفاهیم ذخیره‌سازی انرژی و ضرورت به کارگیری
دوم	آشنایی با سیستم ذخیره‌سازی انرژی حرارتی گرمای محسوس
سوم	آشنایی با سیستم ذخیره‌سازی انرژی حرارتی گرمای نهان در مواد تغییر فاز (Phase Change Material-PCM)
چهارم	آشنایی با سیستم ذخیره‌سازی انرژی حرارتی در یخ (Ice Storage)
پنجم	آشنایی با سیستم ذخیره‌سازی انرژی حرارتی شیمیایی
ششم	آشنایی با سیستم ذخیره‌سازی انرژی حرارتی در بستر های فشرده (Packed Bed)
هفتم	آشنایی با دیگر سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی حرارتی و تاثیر نانو ذرات بر انواع ذخیره‌سازی انرژی حرارتی
هشتم	آشنایی با سیستم‌های ذخیره انرژی حرارتی زیرزمینی (Underground Thermal Energy Storage)
نهم	آشنایی با سیستم ذخیره سازی انرژی تلمبه ذخیره ای (Pumped Storage)
دهم	آشنایی با سیستم‌های ذخیره سازی هوای فشرده (Compressed Air Energy Storage-CAES)
یازدهم	آشنایی با سیستم‌های ذخیره‌سازی هیدروژن
دوازدهم	آشنایی با ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی در باتری‌ها
سیزدهم	آشنائی ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی در ابر رساناها و ابرخازن‌ها
چهاردهم	آشنایی با ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی در فلایویل‌ها
پانزدهم	آشنایی با دیگر سیستم‌ها و ابزار ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی
شانزدهم	آشنایی با سیستم‌های ترکیبی ذخیره‌سازی انرژی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی و آموزشی

ارزشیابی:

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

مراجع:

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

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

3. S. A. Sharma, A. Biwolae, P. Henry - Latent Heat-Based Thermal Energy Storage Systems_ Materials, Applications, and the Energy Market, 2021.
4. H. Ardebili, R. Zito, Energy storage _ a new approach-John Wiley & Sons, Inc._ Scrivener Publishing LLC, 2019.
5. G. Palmer, J. Floyd, Energy Storage And Civilization_ A Systems Approach-Springer, 2020.
6. A. B. Basile, R. Veziroğlu, T. Nejat - Compendium of hydrogen energy. _ Vol. 2, Hydrogen storage, distribution and infrastructure, 2015.
7. C. Menictas, M. Skyllas-Kazacos, T. M. Lim, Advances in Batteries for Medium and Large-Scale Energy Storage _ Types and Applications, 2015.
8. P. W. Li, C. L. Chan, Thermal Energy Storage Analyses and Designs- Academic Press, 2017.
9. M. Sterner, I. Stadler, Handbook of Energy Storage_ Demand, Technologies, Integration-Springer Berlin Heidelberg, 2019.
10. K. Brun, T. C. Allison, R. Dennis, Thermal, Mechanical, and Hybrid Chemical Energy Storage Systems-Academic Press, 2020.
11. J. K. Kaldellis, Stand-alone and Hybrid Wind Energy Systems_ Technology, Energy Storage and Applications -CRC Press, 2010.
12. Z. Hu, Energy storage for power system planning and operation-Wiley, 2020.
13. L. F. Cabeza, Advances in Thermal Energy Storage Systems, 2015.
14. S. Kalaiselvam, R. Parameshwaran, Thermal Energy Storage Technologies for Sustainability, 2014.

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸
معاونت آموزشی
کد (۷۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
فناوری پینچ	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		☐ الزامی		تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Pinch Technology			■ اختیاری		تعداد واحد نظری:۳	
				تخصصی	تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

معرفی روشی در طراحی واحدهای فرایندی که در آنها انرژی (حرارت، سرما، و تاسیسات جانبی و توان) حائز اهمیت ویژه ای برخوردار است.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه : تاریخچه تحلیل پینچ،کلیات طراحی فرایند،آشنایی با انتگراسیون فرآیند، مفاهیم اولیه، آشنایی با انتگراسیون فرآیند، روش‌ها و کاربردها، آشنایی با انتگراسیون حرارت
دوم	هدفگذاری انرژی: استخراج داده، منحنی مرکب و پینچ،
سوم	هدفگذاری انرژی: الگوریتم جدول مسئله (Problem Table Algorithm)
چهارم	طراحی برای دستیابی به اهداف انرژی: روش طراحی پینچ (Pinch Design Method)، مسائل آستانه،
پنجم	طراحی برای دستیابی به اهداف انرژی: مسائلی با چندین پینچ
ششم	طراحی و آنالیزسیستم‌های پشتیبانی فرآیند: منحنی‌های مرکب گرند Composite Grand، انتخاب سیستم‌های Utility،
هفتم	طراحی و آنالیز سیستم‌های پشتیبانی فرآیند : انتگراسیون حرارتی موتورها و پمپ های گرمایی، پینچ بازیافت انرژی،
هشتم	هدف گذاری‌های اقتصادی طراحی شبکه مبدل حرارتی فرآیند: حداقل سازی تعداد مبدل‌های حرارتی، حداقل سازی سطح و تعداد پوسته درمبدل حرارتی،
نهم	هدف گذاری‌های اقتصادی طراحی شبکه مبدل حرارتی فرآیند : بهینه سازی شبکه مبدل، طراحی شبکه با معیارهای هزینه‌ای متفاوت
دهم	ابزارهای طراحی شبکه : ماتریس CP، تقسیم جریان،
یازدهم	ابزارهای طراحی شبکه : ترسیم نمودار نیروی پیش برنده، آنالیز مبدل‌های قطع کننده پینچ
دوازدهم	ابزارهای طراحی شبکه : شکستن حلقه‌ها، و تعیین مسیر ، روش Topology Trap
سیزدهم	طراحی مسائل رتروفیت: تاثیر افت فشار در تعیین سطح مبدل، طراحی Root-Grass
چهاردهم	طراحی مسائل رتروفیت: رتروفیت برای ذخیره سازی انرژی، رتروفیت برای شکستن محدود کننده های فرآیندی
پانزدهم	انتگراسیون حرارتی واحدهای عملیاتی : راکتورها، برج‌های تقطیر،
شانزدهم	انتگراسیون حرارتی واحدهای عملیاتی : تبخیر کننده‌ها، خشک‌کن‌ها،

ارزشیابی:

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

مراجع:

1. R. Smith, Chemical Process Design and Integration, Wiley, 2nd edition, 2016.
2. I. C. Kemp, Pinch Analysis and Process Integration: A User Guide on Process Integration for the Efficient Use of Energy, Butterworth-Heinemann; 2nd edition, 2011.
3. I. C. Kemp, J. Shiun Lim, Pinch Analysis for Energy and Carbon Footprint Reduction: User Guide to Process Integration for the Efficient Use of Energy, Butterworth-Heinemann; 3rd edition, 2020.
4. D. R. Uday, V. Shenoy, Heat Exchanger Network Synthesis: Process Optimization by Energy and Resource Analysis, Gulf Professional Publishing, 1995.
5. W. O. Sieder, S. D. Scade and D. R. Lewin, Process Design Principles, John Wiley, 2004.

دانشگاه بهشتی ۱۳۳۸
معاونت آموزشی
کد (۱۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز:
صنایع انرژی بر	۳				تعداد واحد عملی:	-
	تعداد ساعت		☐ الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸		■ اختیاری		تعداد واحد نظری:	
Energy Consuming Industries					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

معرفی صنایع عمده مصرف کننده انرژی، آشنایی با فرآیندهای انرژی بر در صنایع گوناگون و معرفی روش‌های کاهش مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری در آنها

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه • مقایسه سهم صنایع گوناکون در مصرف حامل‌های انرژی • روند مصرف انرژی در صنایع و مقایسه در ابعاد ملی و جهانی
دوم	آشنایی با عملیات واحد و فرآیندهای انرژی بر ۱ • تبخیر کننده‌ها
سوم	آشنایی با عملیات واحد و فرآیندهای انرژی بر ۱ • تبخیر کننده‌ها
چهارم	آشنایی با عملیات واحد و فرآیندهای انرژی بر • خشک‌کن‌ها
پنجم	آشنایی با عملیات واحد و فرآیندهای انرژی بر ۲ • خشک‌کن‌ها
ششم	آشنایی با عملیات واحد و فرآیندهای انرژی بر ۳ • برج‌های تقطیر
هفتم	آشنایی با عملیات واحد و فرآیندهای انرژی بر ۳ • برج‌های تقطیر
هشتم	آشنایی با عملیات واحد و فرآیندهای انرژی بر ۴ • خردکن‌ها و تجهیزات فرآوری جامدات
نهم	آشنایی با صنایع انرژی بر و روش‌های کاهش مصرف انرژی ۱ • صنعت فولاد
دهم	آشنایی با صنایع انرژی بر و روش‌های کاهش مصرف انرژی ۲ • صنایع پالایشگاهی
یازدهم	آشنایی با صنایع انرژی بر و روش‌های کاهش مصرف انرژی ۳ • صنعت پتروشیمی
دوازدهم	آشنایی با صنایع انرژی بر و روش‌های کاهش مصرف انرژی ۴

معاونت آموزشی

	• صنایع کانی غیر فلزی (سیمان، کاشی و سرامیک، شیشه)
سیزدهم	آشنایی با صنایع انرژی بر و روش‌های کاهش مصرف انرژی ۵ • صنایع قند و شکر
چهاردهم	آشنایی با صنایع انرژی بر و روش‌های کاهش مصرف انرژی ۶ • صنعت نساجی
پانزدهم	آشنایی با صنایع انرژی بر و روش‌های کاهش مصرف انرژی ۷ • صنایع فلزی غیر از فولاد (آلومینیوم و مس)
شانزدهم	جمع بندی نهایی، برآورد و مقایسه اهمیت اقتصادی و فنی کاهش مصرف انرژی در صنایع

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
٪۲۰	٪۲۵	٪۲۵	٪۱۰	٪۲۰

منابع اصلی

1. W. L. McCabe, J. C. Smith, P. Harriott, Unit Operations in Chemical Engineering, McGraw-Hill, 7th Edition, 2014.
2. R. N. Shreve, T. G. Austin, Shreve's Chemical process industries, McGraw-Hill, 5th edition, 1999.
3. D. A. Reay, Industrial Energy Conservation: A Handbook for Engineers and Managers, Pergamon Pr, 2nd edition, 1977.

معاونت آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد				دروس پیش‌نیاز:
طراحی سیستم‌های حرارتی	۳		پایه ☐		تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		تخصصی	الزامی ☐	تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Design of Thermal Systems				اختیاری ■	تعداد واحد نظری:۳	
					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

۱. آشنایی با انواع مبدل‌های حرارتی
۲. آشنایی با اصول طراحی حرارتی
۳. آشنایی با طراحی حرارتی مبدل‌های پرکاربرد

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با انواع مبدل‌های حرارتی پرکاربرد در صنایع انرژی‌بر (An Introduction to Heat Exchangers)
دوم	آشنایی با انواع مبدل‌های خاص نظیر رکوپراتورها و رژنراتورها (Introduction to Recuperators/Regenerators)
سوم	آشنایی با اصول طراحی حرارتی مبدل‌ها (Basic Concepts of Heat Exchanger Design)
چهارم	سایزینگ مبدل‌های حرارتی به روش LMTD (Heat Exchanger Sizing with LMTD Method)
پنجم	ریتینگ مبدل‌های حرارتی به روش ε-NTU (Heat Exchanger Rating with ε-NTU Method)
ششم	آشنایی با روابط محاسبه ضریب انتقال حرارتی جابجایی اجباری در جریان آرام و آشفته (Laminar/Turbulent Convection Heat Transfer)
هفتم	آشنایی با روابط محاسبه افت فشار و توان پمپاژ در مبدل‌های حرارتی (Heat Exchanger Pressure Drop and Pumping Power)
هشتم	آشنایی با رسوب گذاری در مبدل‌های حرارتی (Fouling of Heat Exchangers)
نهم	آشنایی با ویژگی‌های استاندارد TEMA (TEMA Standard)
دهم	تخمین اولیه اندازه مبدل حرارتی پوسته و لوله (Preliminary Shell & Tube Heat Exchanger Sizing)
یازدهم	انتقال حرارت و افت فشار سمت پوسته به روش Kern (Shell-Side Heat Transfer and Pressure Drop: Kern Method)
دوازدهم	انتقال حرارت و افت فشار سمت پوسته به روش Bell-Delaware

	(Shell-Side Heat Transfer and Pressure Drop: Bell-Delalware Method)
سیزدهم	حل مسائل تخمین اولیه ابعاد و ارزیابی مبدل حرارتی پوسته و لوله به دو روش Kern و Bell-Delawer
چهاردهم	طراحی مبدل‌های حرارتی فشرده (Compact Heat Exchanger Design)
پانزدهم	حل مسائل طراحی مبدل‌های حرارتی فشرده (Compact Heat Exchanger Design Problems)
شانزدهم	آشنایی با طراحی مبدل‌های حرارتی در نرم‌افزار ASPEN EDR

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
٪۱۵	٪۳۰	٪۳۵	-	٪۲۰

مراجع:

1. S. Kakac, H. Liu, A. Pramuanjaroenkij, Heat exchangers: Selection, Rating and Thermal Desing, 3rd Edition, CRC Press, Taylor & Francis, 2012.
2. R. K. Shah, D. P. Sekulic, Fundamentals of Heat Exchanger Design, John Wiley & Sons, 2003.
3. ExxonMobil Design Practices, Version 4.0, 2001.
4. T. Kupprn, Heat Exchanger Design Handbook, Marcel Dekker Inc., 2000.

معاونت آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز:
مهندسی پالایش نفت و گاز	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		□ الزامی		تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸		■ اختیاری		تعداد واحد نظری: ۳	
Refinery Process Engineering				تخصصی	تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: □ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

آشنایی با منابع نفت و گاز و فرآیندهای مورد استفاده در پالایشگاه‌های نفت و گاز

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه • آشنایی با منابع مختلف سوخت‌های فسیلی و نحوه ارزیابی و آنالیز آنها • معرفی نفت خام، مخازن نفتی، فرآیندهای استخراج و فرآیندهای بالادستی پالایش
دوم	آشنایی با روش‌های محاسباتی و پارامترهای موثر بر ارزیابی نفت خام و برش‌های نفتی
سوم	آشنایی با فرآیند تقطیر اتمسفریک و محصولات آن
چهارم	آشنایی با فرآیند تقطیر در خلاء و محصولات آن
پنجم	طراحی برج‌های تقطیر و انجام محاسبات مربوطه
ششم	آشنایی با فرآیند کراکینگ حرارتی، طراحی مقدماتی و محصولات آن
هفتم	آشنایی با فرآیند هیدروکراکینگ، طراحی مقدماتی و محصولات آن
هشتم	آشنایی با فرآیند کراکینگ کاتالیزوری، طراحی مقدماتی و محصولات آن
نهم	آشنایی با فرآیند آلکیلاسیون، طراحی مقدماتی و محصولات آن
دهم	آشنایی با فرآیند رفرمینگ کاتالیزوری، طراحی مقدماتی و محصولات آن
یازدهم	آشنایی با فرآیند ایزومریزاسیون، طراحی مقدماتی و محصولات آن
دوازدهم	آشنایی با فرآیند استخراج به کمک حلال، طراحی مقدماتی و محصولات آن
سیزدهم	آشنایی با فرآیندهای تکمیلی پالایش
چهاردهم	آشنایی با فرآیندهای پالایش گاز طبیعی
پانزدهم	ممیزی و بهینه سازی مصرف انرژی در پالایشگاه‌ها
شانزدهم	بررسی یافته‌های علمی جدید در مهندسی پالایش

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
٪۲۰	٪۲۵	٪۲۵	٪۱۰	٪۲۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

-

منابع اصلی

1. W. L. Leffler, Petroleum Refining in Nontechnical Language, PennWell, Forth edition, 2008.
2. A. Robert Meyers, Handbook of Petroleum Refining Processes, McGraw-Hill, 4th edition, 2016.
3. W. Francis, M. C. Peters, Fuels and Fuel Technology. A Summarized Manual, Pergamon Press, 1980.

۴. گیتی ابوالحمد، مبانی پالایش نفت، انتشارات دانشگاه تهران، ویرایش ششم، ۱۳۹۸.

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸ معاونت آموزشی کد (۲۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
فناوری‌های نیروگاه‌های بادی، آبی، زیست‌توده و امواج	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		تخصصی	□ الزامی	تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Technology of Wind, Hydro, Biomas and Waves porwerplants				■ اختیاری	تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: □ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

۱. آشنایی با انرژی‌های باد و مکانیزم‌های استخراج انرژی از باد و اقتصاد برق بادی
۲. آشنایی با انرژی‌های آبی، منابع و اصول استخراج انرژی از آب
۳. آشنایی با بایومس و روش‌های استفاده و استحصال انرژی از بایومس

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	تاریخچه استفاده از انرژی بادی و توربین‌های بادی. تولید برق بادی در ایران و جهان و چشم انداز آینده و تجارت آن
دوم	انواع باد، رژیم‌ها و پروفیل‌های باد. ارزیابی و شناسایی سایت جهت ایجاد مزرعه بادی
سوم	انواع توربین‌های بادی و محدوده عملکردی آنها. مزایا و معایب آنها
چهارم	انواع توربین‌های بادی و محدوده عملکردی آنها. مزایا و معایب آنها
پنجم	مزارع بادی و چیدمان توربین‌ها
ششم	آشنایی با برق آبی. تولید برق آبی در ایران و جهان • انواع سد و ساختمان آن و مروری بر نیروگاههای آبی ایران و جهان • تجهیزات بکار رفته در سدها جهت تولید برق آبی
هفتم	انواع توربین‌های آبی و محدوده عملکرد آنها
هشتم	کلیات مربوط به دریا، امواج و انرژی انها بررسی تئوری معادلات حرکت امواج، انرژی و توان امواج
نهم	آشنایی با اصول و مکانیزمهای جذب انرژی از امواج: • شناورهای نوسانی • نوسان کننده‌های مخزنی • محفظه‌های تحت فشار • مبدل‌های رفت و برگشتی • مبدل‌های پروانه ای
دهم	انرژی جزر و مد: • انرژی جزر و مد، پتانسیل دریاهای ایران برای جذب انرژی جزر و مد • روش‌های استحصال انرژی جزر و مد و تاثیر آن بر محیط زیست
یازدهم	OTEC: • اختلاف حرارت در سطح و اعماق آب اقیانوس‌ها • سیکل‌های تولید قدرت باز و بسته

دوازدهم	OTEC • ملاحظات فنی و مشکلات استفاده از انرژی حرارتی دریاها • بررسی اقتصادی OTEC
سیزدهم	آشنایی با زیست‌توده و تاریخچه بهره برداری از انرژی‌های زیستی وضعیت کشورهای دنیا در بهره برداری از منابع زیستی
چهاردهم	منابع و پتانسیل‌های انرژی زیستی
پانزدهم	اصول و روش‌های تولید انرزی از منابع زیستی • انواع تغییرات هوازی و غیر هوازی، • واکنش‌های میکروبی • مکانیزم بیوشیمی و تولید گاز متان
شانزدهم	طراحی مخازن هاضم در تجزیه غیر هوازی مواد آلی مختلف و بررسی اقتصاد مخازن

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
٪۱۰	٪۲۰	٪۴۰		٪۳۰

مراجع:

1- G. L. Johnson, Wind Energy Systems, Prentice Hall , 1985.
2- M. O. L. Hansen, Aerodynamics of wind turbine, Routledge, 3rd edition, 2015.
3- T. Burton, N. Jenkins, D. Sharpe, E. Bossanyi, Wind Energy Handbook, Wiley; 3rd edition, 2021.
4- M. E. McCormick, Ocean Wave Energy Conversion, Dover Publications, 2013.
5- D. A. Stafford, D. L. Hawkes, R. Horton, Methane production from wate organic matter, CRC Press, 1980.
6- T. F. McGowan, M. L. Brown, W. S. Bulpitt, J. L. Walsh, Biomass and Alternate Fuel Systems: An Engineering and Economic Guide, Wiley-AIChE, 2011.

معاونت آموزشی
کد (۲۰۰)

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
فناوری نیروگاه‌های حرارتی- خورشیدی و انرژی هیدروژن- خورشیدی	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		تخصصی	□ الزامی	تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸			■ اختیاری	تعداد واحد نظری: ۳	
Solar-Thermal Power Plants and Solar-Hydrogen Energy					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: □دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

۱. آشنایی با مفاهیم انرژی خورشیدی و هندسه تابش خورشید
۲. آشنایی با نحوه تبدیل انرژی خورشیدی به‌صورت موضعی و نیروگاهی.
۳. آشنایی با طراحی انواع نیروگاه‌های خورشیدی
۴. آشنایی با مطالعات اقتصادی و امکان‌سنجی نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی.
۵. آشنائی با خواص هیدروژن و بکارگیری آن به عنوان حامل انرژی
۶. آشنائی با روش‌های مختلف تولید، ذخیره سازی و انتقال هیدروژن

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با واژه‌های رایج در انرژی خورشیدی و زاویه‌ها و هندسه خورشید
دوم	محاسبه تشعشع خورشیدی در خارج از اتمسفر و در سطح زمین
سوم	آشنایی کلی با طراحی کلکتورهای حرارتی خورشیدی
چهارم	آشنایی با طراحی کلکتورهای حرارتی خورشیدی سهموی خطی و بشقابی(parabolic &Paraboloid Receiver)
پنجم	آشنایی با نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی برج مرک(Central Receiver) و دودکش خورشیدی(Solar Chimney)
ششم	آشنایی با طراحی انواع ردیاب های خورشیدی (Solar Tracker) در سیستم‌های حرارتی خورشیدی
هفتم	آشنایی با بالانس جرم و حرارت و انرژی سالیانه کسب شده در مزرعه خورشیدی
هشتم	آشنایی با تولید بخار توسط مبدل‌های حرارتی(Steam Generation) نیروگاه حرارتی خورشیدی
نهم	آشنایی با با بخش تولید قدرت (Power Block) نیروگاه حرارتی خورشیدی
دهم	آشنایی با سیالات انتقال حرارت (Heat Transfer Fluid) در سیکل های مختلف نیروگاه حرارتی خورشیدی
یازدهم	فراگیری نرم‌افزار SAM (Solar Advisor Model) در طراحی نیروگاههای حرارتی خورشیدی
دوازدهم	آشنایی با مطالعات اقتصادی و امکان‌سنجی نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی
سیزدهم	آشنائی با خواص هیدروژن و بکارگیری آن به عنوان حامل انرژی

چهاردهم	آشنائی با روش‌های مختلف تولید هیدروژن و مقایسه با تولید هیدروژن خورشیدی
پانزدهم	آشنائی با روش‌های ذخیره سازی هیدروژن به صورت جامد و مایع و گاز
شانزدهم	آشنائی با روش‌های حمل و انتقال هیدروژن

ارزشیابی:

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

مراجع:

1. P. Heller, The performance of concentrated solar power systems modelling, measurement and assessment-Woodhead Publishing, 2017.
2. W. Zhifeng, Design of Solar Thermal Power Plants-Academic Press, 2019.
3. M. Blanco, L. Ramirez Santigosa, Advances in Concentrating Solar Thermal Research and Technology-Woodhead Publishing, 2016.
4. R. Foster, M. Ghassemi, A. Cota, SOLAR ENERGY, Renewable Energy and the Environment, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2010.
5. D. Yogi Goswami, Principles of Solar Engineering, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2015.
6. J. A. Duffie, W. A. Beckman, Solar Engineering of Thermal Processes, 4th Edition, John Wiley & Sons, 2013.
7. A. Basile, A. Iulianelli, Advances in hydrogen production, storage and distribution-Woodhead Publishing, Elsevier Ltd, 2014.
8. M. Sankir, N. Demirci Sankir, Hydrogen Storage and Technologies-Wiley-Scrivener, 2018.
9. J. Zhong Zhang, J. Li, Y. Li, Y. Zhao, Hydrogen Generation, Storage and Utilization-Wiley, 2014.
10. L. M. Gandia, G. Arzamendi, P. M. Dieguez, Renewable Hydrogen Technologies. Production, Purification, Storage, Applications and Safety, 2013.

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

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت پیشرفته	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		☐ الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸		■اختیاری		تعداد واحد نظری: ۳	
Advanced Power Systems Operation					تعداد واحد عملی:	
			آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ■ ندارد			

اهداف درس:

۱. آشنایی با روش‌های مختلف بهره‌برداری از سیستم‌های نیروگاهی
۲. تحلیل سیستم‌های قدرت

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با انواع سیستم‌های تولید قدرت (حرارتی، گازی، تجدیدپذیر)
دوم	آشنایی با انواع سیستم‌های تولید قدرت (حرارتی، گازی، تجدیدپذیر)
سوم	آشنایی با ساختار شبکه قدرت
چهارم	آشنایی با ساختار شبکه قدرت
پنجم	تحلیل حالت دائم خط انتقال (محاسبه توان حقیقی و رآکتیو، حدود انتقال توان)
ششم	شبکه‌های توزیع الکتریکی (انواع سیستم‌های توزیع، مدل بارهای الکتریکی)
هفتم	در مدار قرار گرفتن نیروگاهها Unit Commitment
هشتم	پخش بار اقتصادی Economic Dispatch با درنظر گرفتن تلفات خطوط
نهم	مدیریت کنترل و سیستم (کنترل بار-فرکانس، ساختارهای سنتی و جدید، بازار برق)
دهم	پخش بار اقتصادی نیروگاه‌های آبی Hydro Thermal Planning
یازدهم	تبادل اقتصادی انرژی بین سیستم‌های به هم پیوسته
دوازدهم	روش‌های پیشرفته و سریع پخش بار Decoupled and Fast Decoupled
سیزدهم	تخمین حالت استاتیک Static State Estimation
چهاردهم	نظارت سیستم‌های قدرت Power System Monitoring
پانزدهم	بررسی حساسیت سیستم‌های قدرت Sensitivity Analysis
شانزدهم	بررسی حالت‌های اضطراری Contingency Analysis

ارزشیابی:

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

مراجع:

1. A. C. Wood, Power Generation, Operation and Control, Wiley, 3rd Ed., 2013.
2. L. K. Kirchmayer, Economic Operation of Power Systems, TBS, 2009.
3. N. Patel, R. Chaudhary, Contingency Analysis and Power System Security: Contingency Methods and Application of FACTS Devices, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017.
4. J. Zhong, Power System Economic and Market Operations, CRC Press, 2018.
5. C. Bethi, K. VinayKumar, K. Pavan Kumar, Electrical Power System Analysis: Power System, Power Flow analysis, Contingency Analysis, State Estimation, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2021.
6. T. Gonen, Modern Power System Analysis, CRC Press, 2013.

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸ معاونت آموزشی کد (۷۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	تخصصی		پایه ☐		دروس پیش‌نیاز
دینامیک سیالات محاسباتی	۳					تعداد واحد نظری:	
						تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت			الزامی ☐		تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸					تعداد واحد عملی:	
Computational Fluid Dynamics				اختیاری ■		تعداد واحد نظری:۳	
						تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ■ ندارد						

اهداف درس:

۴. آشنایی با دینامیک سیالات محاسباتی
۵. آشنایی با مدلسازی جریان آشفته
۶. آشنایی با روش حجم محدود و کاربردهای آن در مسائل مرتبط با سیستم‌های انرژی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه‌ای بر دینامیک سیالات محاسباتی (An Introduction to Computational Fluid Dynamics)
دوم	آشنایی با روش‌های گسسته‌سازی معادلات شامل تفاضل محدود، المان محدود و حجم محدود (Discritization)
سوم	آشنایی با معادلات حاکم برجریان سیال و روابط ساختاری (Governing Equations/Constitutive Relations)
چهارم	تحلیل انواع خطاها در مدلسازی CFD (Error Analysis in CFD Modeling)
پنجم	بررسی استقلال محاسبات از مش (Mesh Independency) و روش‌های تولید هندسه و شبکه‌بندی در نرم افزارهای Design modeler و ANSYS Meshing
ششم	آشنایی با مفهوم Y+ و مدلسازی تاثیر حضور دیواره (Wall Boundary Condition)
هفتم	آشنایی با جریان آشفته و مدل‌های آشفتگی (Turbulent flows and Turbulence Models)
هشتم	آشنایی با دیدگاه‌های مدلسازی RANS، FANS و LES
نهم	آشنایی با روش حجم محدود (Finite Volume)
دهم	آشنایی با طرح‌های مختلف گسسته‌سازی (Dicritization Methods)
یازدهم	آشنایی با خطای نفوذ کاذب در طرح‌های مختلف گسسته‌سازی (False/Numerical Diffusion Error)
دوازدهم	آشنایی با شبکه جابجا شده (Staggered Grid)
سیزدهم	بررسی الگوریتم‌های حل توأم سرعت-فشار در جریان پایا شامل SIMPLE، SIMPLEC و SIMPLER
چهاردهم	حل مسائل انتقال حرارت تابشی و جریان چند فازی در نرم‌افزار ANSYS Fluent
پانزدهم	حل مسائل مرتبط با سیستم‌های انرژی با دیدگاه LES در نرم‌افزار ANSYS Fluent
شانزدهم	آشنایی با کدنویسی در نرم‌افزار ANSYS Fluent (User Defined Function)

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
٪۱۵	٪۳۰	٪۳۵	-	٪۲۰

مراجع:

1. H. K. Versteeg, W. Malalasekera, An Introduction to Computational Fluid Dynamics, The Finite Volume Method, 2nd Edition, Pearson Education Limited, 2007.
2. B. Andersson, Computational Fluid Dynamics for Engineers, 1st Edition, Cambridge University Press, 2012.
3. Ansys Fluent 2020 R1-Theory Guide; User Guide.
4. S. B. Pope, Turbulent Flows, 1st Edition, Cambridge University Press, 2000.

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
سیستم‌های بازیافت انرژی از پسماند	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		☐ الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Waste Energy Recovery Systems			■ اختیاری		تعداد واحد نظری:۳	
					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

آشنایی با مفهوم تبدیل پسماند به انرژی و شناسایی پسماندهای قابل تبدیل به انرژی
آشنایی با بهترین فن آوری‌های موجود برای تبدیل زباله به انرژی و کمک به دانشجو برای تصمیم سازی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه اصول مدیریت پسماند و استفاده از زباله.
دوم	سلسله مراتب مدیریت زباله (کاهش، استفاده مجدد و بازیافت). زباله به عنوان یک منبع و منبع انرژی جایگزین
سوم	شناخت منابع و مشخصات زباله تولید زباله در بخش‌های مختلف مانند خانگی، صنعتی، کشاورزی، مصرف‌کننده پسین، زباله و غیره.
چهارم	خصوصیات ضایعات برای تبدیل به انرژی
پنجم	معیارهای انتخاب زباله
ششم	فناوری تبدیل زباله به انرژی
هفتم	تبدیل بیوشیمیایی زباله به انرژی - تولید انرژی از زباله‌های آلی از طریق هضم بی هوازی و تخمیر
هشتم	تبدیل بیوشیمیایی زباله به انرژی - تولید انرژی از زباله‌های آلی از طریق هضم بی هوازی و تخمیر
نهم	تبدیل حرارتی شیمیایی - احتراق، سوزاندن و بازیابی حرارت
دهم	تبدیل حرارتی شیمیایی - گازی‌سازی
یازدهم	تبدیل حرارتی شیمیایی – رفورمینگ و پیرولیز
دوازدهم	فناوری‌های مدرن گازی‌سازی: پلاسما و آب فوق بحرانی
سیزدهم	معرفی چند نمونه موفق/ناموفق در تبدیل پسماند به انرژی
چهاردهم	معرفی بهترین نمونه‌های جهانی در تولید انرژی از پسماند
پانزدهم	پیامدهای زیست محیطی تبدیل زباله به انرژی
شانزدهم	استانداردهای زیست محیطی شرایط عملیاتی واحد تبدیل زباله به انرژی

ارزشیابی:

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

مراجع:

1. M. J. Rogoff, F. Screve, Waste-to-Energy: Technologies and Project Implementation, William Andrew, 3rd edition, 2019.
2. Waste to Energy in the Age of the Circular Economy: Best Practice Handbook, Asian Development Bank, 2020.
3. B. Kumar Kashyap, M. Kumar Solanki, D. V. Kamboj, A. Kumar Pandey, Waste to Energy: Prospects and Applications, Springer, 2021.
4. G. C. Young, Municipal Solid Waste to Energy Conversion processes, Wiley, 2011.
5. P. Mondal, Ajay K. Dalai, Sustainable Utilization of Natural Resources, CRC Press, 2017.

معاونت آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز:
فناوری‌های جذب، ذخیره سازی و بهره برداری از کربن	۳				تعداد واحد عملی:	-
	تعداد ساعت		☐ الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Carbon Capture, Storage, and Utilization Technologies			■ اختیاری		تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

آشنایی با فناوری‌های مرتبط با جداسازی، ذخیره سازی و استفاده مجدد کربن با هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و کاهش سرعت پدیده گرمایش جهانی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	**مقدمه** • اهمیت پدیده گرمایش جهانی (Global Warming) و تاثیر مخرب آن بر محیط زیست • تاثیر انتشار گازهای گلخانه‌ای بر پدیده گرمایش جهانی • معرفی و مقایسه منابع اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای
دوم	**فصل اول:** دسته‌بندی روش‌ها و فناوری‌های جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای به ویژه دی اکسید کربن
سوم	**فصل اول:** معرفی فرآیندهای پیش احتراقی، مقایسه و زمینه‌های کاربرد هر یک
چهارم	**فصل اول:** معرفی فرآیندهای پسا احتراقی، مقایسه و زمینه‌های کاربرد هر یک
پنجم	**فصل دوم:** آشنایی با فرآیندهای جذب شیمیایی دی اکسید کربن: امتیازات، معایب، زمینه‌های کاربرد و انرژی مصرفی
ششم	**فصل سوم:** آشنایی با فرآیندهای جذب فیزیکی دی اکسید کربن: امتیازات، معایب، زمینه‌های کاربرد و انرژی مصرفی
هفتم	**فصل چهارم:** آشنایی با فرآیندهای غشایی جذب دی اکسید کربن: امتیازات، معایب، زمینه‌های کاربرد و انرژی مصرفی
هشتم	**فصل پنجم:** آشنایی با فرآیندهای میعان سازی (Cryogenic) جذب دی اکسید کربن: امتیازات، معایب، زمینه‌های کاربرد و انرژی مصرفی
نهم	**فصل ششم:** آشنایی با فرآیندهای نوین جذب دی اکسید کربن و ترکیب آنها با فناوری‌های نانو، بایو و انرژی خورشیدی
دهم	**فصل هفتم:** آشنایی با فرآیندهای ذخیره سازی دی اکسید کربن
یازدهم	**فصل هفتم:** مقایسه فرآیندهای ذخیره سازی دی اکسید کربن و بررسی امتیازات و معایب آنها
دوازدهم	**فصل هشتم:** آشنایی با فرآیندهای صنعتی استفاده کننده از دی اکسید کربن و جایگاه آنها در صنعت

سیزدهم	**فصل هشتم:** بررسی امکان بهره برداری از دی اکسید کربن ذخیره شده در کاربردهای صنعتی و الزامات آن
چهاردهم	**فصل نهم:** نحوه گزینش فناوری‌های مناسب با توجه به شرایط عملیاتی، پارامترهای اقتصادی و انرژی مصرفی
پانزدهم	**فصل نهم:** بررسی یک مورد مطالعاتی مشخص و تعیین پارامترهای عملیاتی و طراحی مرتبط با هدف کاهش هزینه و انرژی
شانزدهم	**فصل دهم:** بررسی یک مورد مطالعاتی مشخص و تعیین پارامترهای عملیاتی و طراحی مرتبط با هدف کاهش هزینه و انرژی

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
٪۲۰	٪۲۵	٪۲۵	٪۱۰	٪۱۰

منابع اصلی

1. S. A. Rackley, Carbon Capture and Storage, 2nd Edition, Elsevier, 2017.
2. M. Goel, M. Sudhakar, R.V. Shahi, Carbon capture, Storage and Utili:zation, Taylor & Francis, 2019.
3. C. N. Hari Prasath, A. Balasubramanian, S. Radhakrishnan, Carbon Capture and Storage, LAP Lambert Academic Publishing, 2014.

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۴۸ معاونت آموزشی کد (۲۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
ممیزی انرژی در صنایع	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		□ الزامی		تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Industry Energy Auditing			■ اختیاری	تخصصی	تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: □ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

۱۴. اهمیت انرژی و خدمات مهندسی در این زمینه
۱۵. روند انجام ممیزی
۱۶. آشنایی با اصول ممیزی و گزارش‌نویسی
۱۷. آشنایی با تجهیزات مهم صنعتی و نحوه ممیزی انرژی انها
۱۸. آشنایی و نحوه ممیزی صنایع انرژی بر

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنائی با مفاهیم انرژی
دوم	اشنایی با ممیزی انرژی
سوم	قوانین و اصول پایه در ممیزی انرژی
چهارم	متدولوژی ممیزی انرژی در صنعت و چک لیست‌ها
پنجم	محاسبات احتراق
ششم	دستگاه‌های اندازه گیری در ممیزی انرژی و کالیبراسیون
هفتم	ممیزی فرایندها و سیکل‌ها در صنایع (فلزات همچون فولاد، آهن، مس)
هشتم	ممیزی فرایندها و سیکل‌ها در صنایع (غیر فلزی همچون سیمان، شیشه، کاشی)
نهم	ممیزی بویلرها و واحدهای تولید بخار و ممیزی کوره‌ها
دهم	ممیزی پمپ و فن
یازدهم	ممیزی موتورهای الکتزیکی
دوازدهم	ممیزی کمپرسورها و توزیع هوای فشرده
سیزدهم	ممیزی ترانسفورماتور
چهاردهم	ممیزی روشنائی
پانزدهم	ممیزی انرژی در نیروگاه‌های حرارتی
شانزدهم	روش بررسی اقتصادی راهکارهای کاهش مصرف انرژی

ارزشیابی:

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

مراجع:

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

۲. اصول کاربردی مدیریت انرژی حرارتی By Steve Doty & Aynebc.Turner، ترجمه محمد جواد عامری، عباس هاشمی، محمد رضا اکبری

۳. صرفه جویی و مدیریت انرژی الکتریکی در سیستم‌های الکتریکی، انتشارات سابا

۴. استاندارد های ASME آمریکا در زمینه ارزیابی عملکرد تجهیزات

۵. استاندارد های ISIRI ایران و BS انگلیس در زمینه تعیین راندمان تجهیزات

۶. ترازنامه انرژی، معاونت برق و انرژی وزارت نیرو

۷. نظامنامه ممیزی انرژی نیروگاههای حرارتی، شرکت مادر تخصصی توانیر، سازمان بهره وری انرژی ایران، ۱۳۸۷

8. A. Thumann, T. Niehus, W. Younger, Handbook of Energy Audits, 9th Edition, 2013.
9. Y. P. Abb, Energy Audit: thermal power, combined cycle, and cogeneration plants, 2012.
10. G. Dall'o, Green Energy Audit of Buildings: A guide for a sustainable energy audit, 2013.
11. J. de Beer-Potential for Industrial Energy-Efficiency Improvement in the Long Term, 2000.
12. R. Shankar, Energy Auditing in Electrical Utilities, 2015.
13. B. L. Capehart, W. C. Turner, W. J. Kennedy, Guide to Energy Management 7th Edition, 2013.
14. S. V. Gupta, Measurement Uncertainties: Physical Parameters and Calibration of Instruments, 2012.
15. A. C. Olivieri, Introduction to Multivariate Calibration: A Practical Approach, 2018.

معاونت آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
طراحی سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		☐ الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
CHP Systems Design			■اختیاری		تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

۱. آشنایی با سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	سیستم‌های گرمایش و گرمایش مرکزی
دوم	سیستم‌های سرمایش و سرمایش پراکنده
سوم	سیستم‌های یکپارچه برای تولید همزمان و انرژی پراکنده
چهارم	مقایسه سیستم‌های تولید همزمان یکپارچه و انرژی پراکنده
پنجم	مقدمه‌ای بر انواع مبدل‌های حرارتی و کاربرد آنها
ششم	مقدمه‌ای بر انواع مبدل‌های حرارتی و کاربرد آنها
هفتم	طراحی انواع مبدل‌های حرارتی تک فاز
هشتم	طراحی انواع مبدل‌های حرارتی دو فاز
نهم	معرفی سیستم‌های تولید پراکنده
دهم	اصول سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت
یازدهم	انواع فناوری‌های مورد استفاده در سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت
دوازدهم	سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت مبتنی بر پیل سوختی
سیزدهم	سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت مبتنی بر انرژی خورشیدی
چهاردهم	تاثیرات زیست محیطی سیستم‌های تولید همزمان
پانزدهم	تاثیرات زیست محیطی سیستم‌های تولید همزمان
شانزدهم	ارزیابی فنی و اقتصادی سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت

معاونت آموزشی

ارزشیابی:

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

مراجع:

1. N. Petchers, Combined Heating, Cooling & Power Handbook: Technologies & Applications, River Publishers, 2nd Ed., 2012.
2. J. Sirchis, Combined Production of Heat and Power, Routledge, 2003.
3. M. A. Rosen, S. Koohi-Fayegh, Cogeneration and District Energy Systems: Modelling, Analysis and Optimization, The Institution of Engineering and Technology, 2016.
4. M. Amidpour, M. H. Khoshgoftar Manesh, Cogeneration and polygeneration systems, Academic Press, 2020.

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸ معاونت آموزشی کد (۲۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

. عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
تبدیل انرژی پیشرفته	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		☐ الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Advanced Energy Conversion			■اختیاری		تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ■ ندارد					

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸ معاونت آموزشی کد (۲۰۰)

اهداف درس:

۱. آشنایی با فناوری‌های نوین تبدیل انرژی از منابع سوخت‌های فسیلی و تجدیدپذیر
۲. آشنایی با ارزیابی و تحلیل سیستم‌های تبدیل انرژی پیشرفته

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	اصول و مبانی تبدیل انرژی
دوم	جایگاه و ضرورت تبدیل انرژی در سیستم‌های انرژی
سوم	سیستم‌های حرارتی-برودتی خورشیدی و سلولهای فتوولتائیک
چهارم	انواع موتور استرلینگ، عملکرد و کاربرد آنها
پنجم	ترمودینامیک و محاسبات موتور استرلینگ
ششم	اصول عملکرد انواع میکروتوربین‌ها
هفتم	سیکل ترمودینامیکی میکروتوربین‌ها
هشتم	سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت بر پایه میکروتوربین‌ها
نهم	اصول و مبانی سوخت و احتراق
دهم	سیستم‌های گازی‌سازی انواع زیست‌توده
یازدهم	انواع راکتورهای گازی‌سازی
دوازدهم	اصول و مبانی انواع پیل‌های سوختی
سیزدهم	ترمودینامیک و کاربرد پیل‌های سوختی
چهاردهم	مدلسازی پدیده‌های انتقال در پیل‌های سوختی
پانزدهم	اصول و مبانی انواع توربین‌های بادی
شانزدهم	آیرودینامیک و ارزیابی پتانسیل توربین‌های بادی

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه‌ریزی و آموزشی

ارزشیابی:

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

مراجع:

1. I. Dinçer, M. A. Rosen, Thermal Energy Storage: Systems and Applications, 3rd Ed., 2021.
2. T. K. GhoshMark A. Prelas, Energy Resources and Systems, Springer, 2011.
3. Y. Yun, Gasification for Practical Applications, Intechopen, 2012.
4. S. Turns, An Introduction to Combustion: Concepts and Applications, McGraw Hill, 4th Ed., 2020.
5. T. M. Letcher, Wind Energy Engineering, Elsevier, 2017.
6. M. M. Mench, Fuel Cell Engines, Wiley, 2008.

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
فناوری‌های پیل سوختی	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		☐ الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸				تعداد واحد عملی:	
Fuel Cell Technologies			■اختیاری		تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

۱. معرفی انواع پیل‌های سوختی
۲. آشنایی با اصول و مبانی الکتروشیمی
۳. آشنایی با فناوری‌های تولید توان با پیل‌های سوختی
۴. آشنایی با ترمودینامیک و پدیده های انتقال در پیل‌های سوختی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	معرفی پیل‌های سوختی
دوم	اجزای پیل‌های سوختی
سوم	اصول الکتروشیمی
چهارم	اصول الکتروشیمی
پنجم	دستگاه‌های ارزیابی سیستم‌های الکتروشیمیایی
ششم	حلال‌های شیمیایی و الکترولیت
هفتم	ترمودینامیک پیل‌های سوختی
هشتم	ترمودینامیک پیل‌های سوختی
نهم	پدیده های انتقال در پیل‌های سوختی
دهم	پدیده های انتقال در پیل‌های سوختی
یازدهم	تولید و ذخیره سازی هیدروژن
دوازدهم	تولید و ذخیره سازی هیدروژن
سیزدهم	تست‌های الکتروشیمیایی در پیل‌های سوختی
چهاردهم	تست‌های الکتروشیمیایی در پیل‌های سوختی
پانزدهم	سیستم‌های تولید همزمان در نیروگاههای پیل‌های سوختی
شانزدهم	سیستم‌های تولید همزمان در نیروگاههای پیل‌های سوختی

ارزشیابی:

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

مراجع:

1. R. O'Hayre, S.-W. Cha, W. Colella, F. B. Prinz, Fuel Cell Fundumentals, Wiley, 2016.
2. C. G. Zoski, Handbook of Electrochemistry, Elsevier, 1st Ed., 2006.
3. M. M. Mench, Fuel Cell Engines, Wiley, 2008.
4. J. Fergus, R. Hui, X. Li, D. P. Wilkinson, J. Zhang, Solid Oxide Fuel Cells: Materials Properties and Performance, CRC Press, 2009.
5. F. Barbir, PEM Fuel Cells: Theory and Practice, Elsevier, 2nd Ed., 2012.

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز
فناوری‌های تولید و ذخیره‌سازی هیدروژن	۳				تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت		تخصصی	☐ الزامی	تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸			■اختیاری	تعداد واحد نظری: ۳	
Hydrogen Production and Storage Technologies					تعداد واحد عملی:	
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ■ ندارد					

اهداف درس:

۱. معرفی انواع روش‌های تولید هیدروژن

۲. معرفی انواع روش‌های ذخیره‌سازی هیدروژن

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	اصول و مبانی تولید و ذخیره سازی هیدروژن
دوم	اصول و مبانی تولید و ذخیره سازی هیدروژن
سوم	تولید هیدروژن از هیدروکربن‌های سبک
چهارم	تولید هیدروژن از هیدروکربن‌های سبک
پنجم	تولید هیدروژن خورشیدی
ششم	تولید هیدروژن خورشیدی
هفتم	تولید هیدروژن از آب
هشتم	تولید هیدروژن از زیست‌توده
نهم	روش‌های فیزیکی و شیمیایی ذخیره‌سازی هیدروژن
دهم	روش‌های فیزیکی و شیمیایی ذخیره‌سازی هیدروژن
یازدهم	بررسی سیستماتیک سامانه‌های تولید و ذخیره‌سازی هیدروژن
دوازدهم	مدلسازی ترمودینامیکی تولید و ذخیره‌سازی هیدروژن
سیزدهم	مدلسازی ترمودینامیکی تولید و ذخیره‌سازی هیدروژن
چهاردهم	فناوری‌های نوین در تولید و ذخیره‌سازی هیدروژن
پانزدهم	فناوری‌های نوین در تولید و ذخیره‌سازی هیدروژن
شانزدهم	کاربردهای هیدروژن

معاونت آموزشی کد (۲۰۰)

ارزشیابی:

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

مراجع:

1. S. A. Sherif, D. Yogi Goswami, E. K. Stefanakos, A. Steinfeld, Handbook of Hydrogen Energy, CRC Press, 2014.
2. I. Dincer, H. Ishaq, Renewable Hydrogen Production, Elsevier, 2021.
3. I. Dincer, A. S. Joshi, Solar Based Hydrogen Production Systems, Springer, 2013.
4. Z. Chen, H. N. Dinh, E. Miller, Photoelectrochemical Water Splitting: Standards, Experimental Methods, and Protocols, Springer, 2013.
5. T. Smolinka, J. Garche, Electrochemical Power Sources: Fundamentals, Systems, and Applications: Hydrogen Production by Water Electrolysis, Elsevier, 2021.
6. F. Calise, M. Dentice D'Accadia, Massimo Santarelli, Andrea Lanzini, Domenico Ferrero, Solar Hydrogen Production: Processes, Systems and Technologies, Academic Press, 2019.

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸ معاونت آموزشی کد (۷۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	نوع واحد	پایه			دروس پیش‌نیاز
فناوری‌های گازی‌سازی	۳		تعداد واحد نظری:		تعداد واحد نظری:	
	تعداد ساعت		تعداد واحد عملی:		تعداد واحد عملی:	
عنوان درس به انگلیسی	۴۸		☐ الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:	
Gasification Technologies					تعداد واحد عملی:	
			■اختیاری		تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ■ ندارد						

اهداف درس:

۱. آشنایی با گاز سنتز و شیوه‌های تولید آن
۲. آشنایی با انواع گازسازها
۳. آشنایی با نیروگاه‌های یکپارچه تبدیل پسماند به توان

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با انواع پسماندهای شهری، کشاورزی و صنعتی، آشنایی با گاز سنتز (Syngas) و انواع کاربردهای آن
دوم	آشنایی با نیروگاه‌های زباله‌سوز Waste Inciniration Power Plants
سوم	آشنایی با نیروگاه‌های یکپارچه گازی‌سازی Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC)
چهارم	اصول و مبانی احتراق و گازی‌سازی
پنجم	اصول و مبانی احتراق و گازی‌سازی
ششم	آشنایی با راکتورهای بستر سیالی Fluidized Bed Reactors
هفتم	آشنایی با انواع گازسازهای صنعتی Industrial Gasifiers
هشتم	آشنایی با انواع گازسازهای صنعتی Industrial Gasifiers
نهم	مدلسازی ترمودینامیکی فرآیندهای گازی‌سازی
دهم	مدلسازی ترمودینامیکی فرآیندهای گازی‌سازی
یازدهم	روش‌های مختلف سردسازی، فیلتراسیون و کاهش تار گاز سنتز
دوازدهم	مدلسازی فرآیند گازی‌سازی با ASPEN
سیزدهم	قوانین بقا حاکم بر فرآیندهای گازی‌سازی
چهاردهم	مدلسازی CFD فرآیندهای گازی‌سازی
پانزدهم	گازی‌سازی پلاسما Plasma Gasification
شانزدهم	گازی‌سازی آب فوق بحرانی Supercritical Water Gasification

ارزشیابی:

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

مراجع:

1. P. Basu, Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction: Practical Design and Theory, Academic Press, 3rd Edition, 2018.
2. J. Shankar Tumuluru, Biomass Preprocessing and Pretreatments for Production of Biofuels: Mechanical, Chemical and Thermal Methods, CRC Press, 2018.
3. Y. Yun, Gasification for Practical Applications, Intechopen, 2012.
4. Ed Dodge, Plasma Gasification of Waste, Cornell University, 2008.
5. S. De, A. K. Agarwal, V. S. Moholkar, B. Thallada, Coal and Biomass Gasification: Recent Advances and Future Challenges (Energy, Environment, and Sustainability), Springer, 2018.
6. T. Wang, G. J. Stiegel, Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) Technologies, Woodhead Publishing, 2016.

دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸ معاونت آموزشی کد (۷۰۰)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

عنوان درس به فارسی: سمینار و روش تحقیق	**تعداد واحد:** ۲	**نوع واحد**	پایه		تعداد واحد نظری: تعداد واحد عملی:	**دروس پیش‌نیاز:**
عنوان درس به انگلیسی: Seminar and Research Method	**تعداد ساعت:** ۳۲	**تخصصی**	□ **الزامی**		تعداد واحد:	
			■ **اختیاری**		تعداد واحد نظری: ۲ تعداد واحد عملی:	
آموزش تکمیلی عملی: □ دارد ■ ندارد سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه □ سمینار ■						
سال ارائه درس: نیمسال دوم						

اهداف درس:

هدف اصلی از درس سمینار یادگیری روش تحقیق و انجام مروری بر منابع در راستای موضوع کلی پایان‌نامه زیر نظر استاد راهنمای پایان‌نامه است. با هم‌جهت‌سازی موضوع درس سمینار با موضوع کلی درس پایان‌نامه، دانشجو در نیمسال دوم مرحله مروری بر منابع مربوط به پایان‌نامه را انجام داده و با دید باز پروپوزال پایان‌نامه را با هدایت استاد راهنمای خود تعریف کرده و در ابتدای نیمسال سوم درس پایان‌نامه اخذ و پیگیری می‌شود.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با پایگاه داده‌های علم سنجی و موتورهای جستجو علمی
دوم	آشنایی با پروپوزال نویسی و ارائه سمینار
سوم	آشنایی با نگارش گزارش علمی، پایان نامه و رساله
چهارم	آشنایی با مقاله نویسی، نگارش علمی و انتخاب مجله
پنجم	جلسه بررسی پیشرفت سمینار با استاد راهنما
ششم	جلسه بررسی پیشرفت سمینار با استاد راهنما
هفتم	جلسه بررسی پیشرفت سمینار با استاد راهنما
هشتم	جلسه بررسی پیشرفت سمینار با استاد راهنما
نهم	جلسه بررسی پیشرفت سمینار با استاد راهنما
دهم	جلسه بررسی پیشرفت سمینار با استاد راهنما
یازدهم	جلسه بررسی پیشرفت سمینار با استاد راهنما
دوازدهم	جلسه بررسی پیشرفت سمینار با استاد راهنما
سیزدهم	جلسه بررسی پیشرفت سمینار با استاد راهنما
چهاردهم	جلسه بررسی پیشرفت سمینار با استاد راهنما
پانزدهم	جلسه بررسی پیشرفت سمینار با استاد راهنما
شانزدهم	جلسه بررسی پیشرفت سمینار با استاد راهنما

معاونت آموزشی

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		سمینار
		نوشتاری	عملکردی	
*				*

* پایش مستمر درس سمینار در طول نیمسال دوم توسط استاد راهنمای پایان‌نامه صورت می‌گیرد. بنابراین، در ابتدای نیمسال دوم دانشجو باید استاد درس سمینار و پایان‌نامه خود را انتخاب و در راستای موضوع کلی پایان‌نامه، منابع مرتبط را در قالب درس سمینار مطالعه و بررسی نماید.