

به نام خدا

دانشکده علوم و فناوری های نوین  
گروه مهندسی انرژی های تجدید پذیر



دانشگاه اصفهان  
دانشکده علوم و فناوری های نوین  
گروه مهندسی انرژی های تجدید پذیر

## سرفصل دروس کارشناسی ارشد رشته انرژی های تجدید پذیر

مرداد ماه 1390

## فهرست

.....3	مشخصات کلی
.....3	اهمیت رشته:
.....4	مهارت های دانش آموختگان رشته:
.....5	برنامه دروس کارشناسی ارشد مهندسی انرژی های تجدید پذیر:
.....	جدول دروس کارشناسی ارشد انرژی های تجدید پذیر- دانشکده علوم فناوری های نوین- دانشگاه اصفهان
.....8	مبانی انرژیهای تجدیدپذیر
.....10	پدیده‌های انتقال
.....12	ریاضیات مهندسی پیشرفته
.....14	طراحی آزمایش‌ها و تحلیل داده‌ها
.....16	مدلسازی سیستمهای انرژی
.....17	آزمایشگاه انرژیهای تجدیدپذیر
.....19	تبدیل و ذخیره سازی انرژی
.....20	مدیریت و اقتصاد انرژی
.....	انرژی خورشیدی
.....23	انرژی امواج و دریاها
.....25	انرژی آبی
.....27	انرژی بادی
.....29	زیست انرژی
.....31	طراحی سیستم های انرژی تجدیدپذیر
.....33	هیدروژن و پیل های سوختی
.....35	انرژی، محیط زیست و توسعه پایدار
.....37	انرژی زمین گرمایی
.....39	اکتشاف انرژی زمین گرمایی
.....41	ارزیابی و بهره برداری از منابع زمین گرمایی
.....43	الکتروشیمی برای کاربردهای مرتبط با انرژی
.....45	کاتالیزورهای پیل‌های سوختی



.....46	تحلیل سیستمها و ممیزی انرژی
.....48	باتریها
.....50	مباحث نوین در انرژیهای تجدیدپذیر
.....51	سمینار (1) مهندسی انرژی های تجدید پذیر
.....51	سمینار (2) مهندسی انرژی های تجدید پذیر

## 1- مشخصات کلی

نام رشته: کارشناسی ارشد مهندسی انرژی های تجدید پذیر  
هدف تاسیس رشته: تربیت نیروی انسانی متخصص در رشته مهندسی انرژی های تجدید پذیر و بر آورده کردن نیاز صنایع کشور.

## 2- اهمیت رشته:

انرژیهای تجدیدپذیر از علوم نوپایی است که به دلیل کاربردهای وسیع و متنوع آن در پاسخگویی به نیازهای جامعه در کشورهای پیشرفته صنعتی به سرعت در حال رشد و استفاده است و در دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی آن کشورها مورد توجه خاص میباشد. در کشور ما ایران، به دلیل جدیدبودن این فناوری و نیز عزم دولت محترم بر توسعه انرژیهای تجدیدپذیر و تشویق مردم به استفاده از این انرژیها در مصارف صنعتی، خانگی و غیره سبب میشود که چشمانداز خوبی از بازارکار این رشته در آینده متصور شود. همچنین تنوع منابع و کاربردهای انرژیهای تجدیدپذیر اطمینان از داشتن بازارکار خوب در آینده را بیشتر مینماید. برای مثال در شهر فرایبورگ کشور آلمان در راه استفاده از تنها انرژی خورشیدی، حداقل 1200 فرصت شغلی ایجاد شده است. همچنین در سایر انرژیهای تجدیدپذیر نظیر باد، انرژی امواج دریا، زمینگرمایی، زیستتوده، بیلهای هیدروژنی و

غیره و نیز کاربردهای متنوع این انرژیها مثلاً استفاده از انرژی خورشیدی جهت تولید برق (برای مصارف صنعتی، خانگی، حمل و نقل، ماهوارهها و...)، تولید حرارت (آب گرمکنهای خورشیدی، اجاقهای خورشیدی، خشککنهای خورشیدی، آبشیرینکنها و...) و غیره اطمینان خوبی را از داشتن بازار کار مناسب در آینده فراهم مینماید. لذا با توجه به اهمیت استراتژیک این علوم در عرصه صنعت و فناوری به خصوص چشمانداز 20 ساله پرورش متخصص در آن يك امر ضروري و استراتژیک جهت پاسخ به نیازهای ملی کشور در زمینه تولید انرژی، ارتقاء محیط زیست، و ... میباشد.

### 3- مهارت های دانش آموختگان رشته:

دانشجویان این دوره براساس ضوابط و مقررات سازمان سنجش و آموزش کشور از طریق آزمون ورودی انتخاب میشوند. کلیه دارندگان مدرک کارشناسی در یکی از رشتههای مهندسی مکانیک، مهندسی شیمی، مهندسی برق، و یا سایر گرایشهای مهندسی و فیزیک از یکی از دانشگاههای معتبر داخل یا خارج از کشور که مورد تایید وزارت علوم، تحقیقات و فناوری باشند میتوانند از طریق شرکت و قبولی در آزمون ورودی و یا از طریق قوانین جذب بدون شرکت در آزمون ورودی (پذیرش از طریق مصاحبه حضوری) میتوانند در این دوره تحصیل نمایند. با این وجود و در نظر گرفتن امکانات آموزشی و پژوهشی دانشگاه اصفهان دانشجویان کارشناسی مهندسی برق، مهندسی مکانیک، مهندسی شیمی و فیزیک جهت ادامه تحصیل در این رشته موفقتر میباشدند.

هدف اساسی از این دوره تربیت نیروی انسانی متخصص، خلاق و صاحب نظری است که دانش و تجربیات لازم در انجام امور پژوهشی و آموزشی در زمینههای مختلف انرژی های نوین و تجدیدپذیر را داشته و قادر به

تولید دانش فنی و کاربرد آن در جنبههای مختلف بویژه مهندسی انرژیهای تجدیدپذیر باشد. علاوه بر این تربیت متخصصین آشنا به مطالب و موضوعات انرژی در راستای چشم انداز برنامه بیست ساله کشور جهت تامین انرژی مصرفی و دستیابی به بالاترین قلههای علمی در این زمینه از دیگر اهداف تاسیس این رشته خواهد بود.

فارغالتحصیلان این رشته میتوانند در زمینههایی همچون تولید برق توسط سلولهای خورشیدی، استفاده از انرژی گرمایی خورشید در آبگرمکنهای خورشیدی، اجاقهای خورشیدی، خشککنهای خورشیدی، دستگاههای آب شیرینکن و غیره، همچنین تولید برق توسط انرژی باد، زمین گرمایی، امواج اقیانوسها و دریاها، زیست تودهها، و ... در مراکز آموزشی و تحقیقاتی- پژوهشی کشور مرتبط با این فناوریها از جمله وزارت نیرو، سازمان انرژیهای نو ایران (سانا) و شرکتهای وابسته و مرتبط با آن سازمان، صنایع خودکفایی نیروهای مسلح، صنایع هوا فضا و مراکز تحقیقاتی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح و شرکتهای خصوصی نظیر شرکت فیبر نوری ایران جذب بازار کار شوند.

**4- برنامه دروس کارشناسی ارشد مهندسی انرژی های تجدید پذیر:**  
دانشجویان برای دریافت مدرک این رشته جمعا 30 واحد به شرح جدول زیر می گذرانند.

تعداد واحد	نوع درس
18	اصلی
8	اختیاری
6	پایان نامه



جدول دروس کارشناسی ارشد انرژی های تجدید پذیر

دروس اصلی - تخصصی				
ردیف	نام درس	نوع درس	تعداد واحد	
			نظری	عملی
1	مبانی انرژیهای تجدیدپذیر	اصلی-	3	
2	پدیدههای انتقال	اصلی-	3	
3	ریاضیات مهندسی پیشرفته	اصلی -	3	
4	طراحی آزمایش ها و تحلیل داده	اصلی-	2	
5	مدل سازی سیستم های انرژی	اصلی-	2	
6	آزمایشگاه انرژی های تجدید	اصلی-		1
7	تبدیل و ذخیره سازی انرژی	اصلی-	3	
8	سمینار 1	اصلی-	1	
9	پایان نامه	اصلی-	6	
	جمع واحد ها		18+6	



دروس اختیاری				
دروس جدید				
نوع درس	تعداد واحد		نام درس	ردیف
	عمل	نظر		
اختیاری		2	مدیریت و اقتصاد انرژی	1
اختیاری		2	انرژی خورشیدی	2
اختیاری		2	انرژی امواج دریا ها	3
اختیاری		2	انرژی آبی	4
اختیاری		2	انرژی بادی	5
اختیاری		2	زیست انرژی	6
اختیاری		2	طراحی سیستم های انرژی تجدید	7
اختیاری		2	هیدروژن و پیل سوختی	8
اختیاری		2	انرژی محیط زیست و توسعه پایدار	9
اختیاری		2	انرژی زمین گرمایی	10
اختیاری		2	اکتشاف انرژی زمین گرمایی	11
اختیاری		2	ارزیابی و بهره برداری از منابع	12
اختیاری		2	الکتروشمی برای کاربردهای مرتبط	13
اختیاری		2	کاتالیزورهای پیلهای سوختی	14
اختیاری		2	تحلیل سیستمها و ممیزی انرژی	15
اختیاری		2	باتری ها	16
اختیاری		2	مباحث نوین در انرژیهای تجدیدپذیر	17
اختیاری		2	سمینار (2)	18
-		-	-	19

دانشجو می تواند به پیشنهاد استاد راهنما و تائید کمیته تحصیلات تکمیلی گروه یک تا دو درس از سایر رشته ها و گرایش ها مرتبط با رشته انرژی در دانشگاه اخذ نماید



## مبانی انرژیهای تجدیدپذیر Fundamentals of Renewable Energies

تعداد واحد نظری: 3	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اصلی-تخصصی	پیشنیاز: -

### هدف درس:

این درس مرور کلی بر موضوع بحث و ارزیابی ها و پیش بینی های انواع منابع انرژی تجدیدپذیر دارد و دانشجویان را با مفاهیم و اصول مربوط به این منابع را فرا میگیرند.

### رئوس مطالب:

- 1- مقدمهای بر انرژی های تجدیدپذیر
  - 1-1- ویژگیهای منابع انرژی تجدیدپذیر
  - 2-1- فرصتها و محدودیت ها در بکارگیری منابع انرژی تجدیدپذیر
- 2- نگاهی به وضعیت کنونی منابع انرژی
  - 1-2- سوختهای فسیلی
  - 2-2- انرژی هستهای
  - 3-2- سامانههای تبدیل انرژی حرارتی
  - 4-2- مروری بر قوانین ترمودینامیک
  - 5-2- آلودگیهای زیست محیطی و تغییرات اقلیمی
- 3- انرژی خورشیدی
  - 1-3- سامانههای خورشیدی حرارتی
  - 2-3- سامانههای خورشیدی-الکتریکی
  - 3-3- سازههای سبز
- 4- انرژی هیدروژن و پیل های سوختی
  - 5- انرژی باد
    - 1-5- توربینهای بادی
    - 2-5- سامانههای ترکیبی باد
- 6- زیست انرژی
- 7- هیدروالکتریسیته
- 8- انرژی زمین گرمایی
- 9- انرژی امواج دریا و جزر و مد
- 10- انتقال انرژی
- 11- ذخیره انرژی
- 12- مصرف بهینه و صرفه جویی در مصرف انرژی
- 13- انرژی در حمل و نقل
- 14- تولید غیرمتمرکز و اتصالات بین شبکههای
- 15- اقتصاد انرژی



16- جنبه‌های حقوقی در زمینه انرژی  
17- آینده انرژی‌های تجدید پذیر

روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: -

منابع اصلی:

- 1- G.Boyle, Renewable Energy: Power for a Sustainable Future, 2<sup>nd</sup> Edition, Oxford Univ. Press, 2004.
- 2- M. Brower, Cool Energy. MIT Press, 1992.
- 3- P. Gipe, Wind Power for Home, Farm & Business, Chelsea Green Pub. Co., 2004.
- 4- M. R. Patel, Wind and Solar Power Systems, 2<sup>nd</sup> Edition, CRC Press, 2005.
- 5- B. Sorensen, Renewable Energy, 4<sup>nd</sup> Edition, Academic Press, 2010.



پدیده‌های انتقال  
Transport Phenomena

تعداد واحد نظری: 3 واحد	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اصلی-تخصصی	پیشنیاز: -

هدف درس:

آشنایی دانشجویان با مکانیک سیالات مقدماتی، انتقال حرارت و انتقال جرم مقدماتی

رئوس مطالب:

- 1- انتقال ممنتوم
  - 1-1- معرفی انتقال ممنتوم
  - 2-1- استاتیک سیالات
  - 3-1- توصیف سیال در حرکت
  - 4-1- پایستاری جرم: رهیافت حجم کنترل
  - 5-1- قانون دوم نیوتن: رهیافت حجم کنترل
  - 6-1- پایستاری انرژی: رهیافت حجم کنترل
  - 7-1- تنش برشی در جریان آرام
  - 8-1- معادلات دیفرانسیل جریان سیال
  - 9-1- جریان سیال غیر لزج
  - 10-1- جریان سیال لزج
- 2- انتقال حرارت
  - 1-2- اصول انتقال حرارت
  - 2-2- معادلات دیفرانسیل انتقال حرارت
  - 3-2- انتقال حرارت هدایتی- حالت دائم
  - 4-2- انتقال حرارت همرفتی
  - 5-2- روابط انتقال حرارت همرفتی
  - 6-2- انتقال حرارت تشعشعی
- 3- انتقال جرم
  - 1-3- اصول انتقال جرم
  - 2-3- معادلات دیفرانسیل انتقال جرم
  - 3-3- نفوذ حالت دائم
  - 4-3- انتقال جرم همرفتی

روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: -

منابع اصلی:

- 1- J. Welty, C. E. Wicks, G. L. Rorrer, R. E. Wilson, Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer, 5<sup>nd</sup> Edition, Wiley, 2008.
- 2- T. L. Bergman, A. S. Lavine, F. P. Incropera, D. P. DeWitt, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Wiley, 2011
- 3- R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot, Transport Phenomena, 2<sup>nd</sup> Edition, Wiley, 2001



ریاضیات مهندسی پیشرفته  
Advanced Engineering Mathematics

تعداد واحد نظری: 3	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اصلی-تخصصی	پیشنیاز: -

**هدف درس:**

تسلط بر روشهای حل معادلات دیفرانسیل به صورت تحلیلی و عددی و به کارگیری آنها در حل بعضی از مسائل معمول مهندسی

**رئوس مطالب:**

1- مقدمه

1-1- طبقه بندی معادلات دیفرانسیل.

2-1- مروری بر روش های حل تحلیلی معادلات دیفرانسیل معمولی (ODE's).

3-1- آنالیز برداری حساب دیفرانسیل برداری.

4-1- استخراج معادلات لاپلاسین در مختصات مختلف و مفهوم فیزیکی لاپلاسین.

2 - معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی (PDE's) :

1-2- معرفی انواع PDE ها.

استخراج معادلات نفوذی و بی بعد کردن مسائل در مهندسی شیمی.

2-2- روش های حل تحلیلی PDE ها:

جداسازی متغیرها، حل معادلات سهموی و بیضوی.

بسط به کمک توابع ویژه.

تبدیلات انتگرالی (تبدیل لاپلاس - انواع تبدیلات فوریه).

روش تابع گرین.

اصل دو هامل.

استفاده از اصل برهمنش در حل PDE ها.

3- روش های حل عددی معادلات دیفرانسیل :

1-3- بحث خطاها.

2-3- روش های حل عددی ODE ها:

مسائل مقدار اولیه: روش نیلور، روش اولر، روش رانگ-کوتا، سابی روش ها.

مسائل مقدار مرزی: روش پرتابی، روش تفاضل محدود.

3-3- روش های حل عددی PDE ها:

روش های تفاضل محدود: تقریب مشتق ها، روش صر ج، روش ضمنی، روش کرانک-

نیلسون، حل در مختصات استوانه ای و قطبی، روش ADI، روش SOR، روش خط،

روش های تکرار پذیری ژاکوبی و گوس-سایجل.

روش‌های اجزاء محدود: فرمولاسیون Variational، روش‌های Collocation،  
Penalty، Galerkin، Ritz، Least square، Moment

روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: -

منابع اصلی:

- 1- W.E. Boyce, R.C. DiPrima, Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems, 9<sup>th</sup> Edition, John Wiley, 2009.
- 2- S.J. Farlow, Partial Differential Equations for Scientists and Engineers, Dover Publications, 1998.
- 3- C.F. Gerald, P.O. Wheatly, Applied Numerical Analysis, 6<sup>th</sup> Edition, Addison-Wesley Longman Inc., 1997.
- 4- E. Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, 9<sup>th</sup> Edition, John Wiley, 2006.
- 5- A.Varma, M. Morbidelli, Mathematical Methods in Chemical Engineering, Oxford University Publisher, 1997.
- 6- D.G. Zill, W.S. Wright, Advanced Engineering Mathematics, 4<sup>th</sup> Edition, Jones and Bartlett Publishers, 2011.



طراحی آزمایش ها و تحلیل داده ها  
Experimental Design and Data Analysis

تعداد واحد نظری: 2	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اصلی- تخصصی	پیشنیاز: -

**هدف درس:**

تعیین شرایط و حداقل تعداد آزمایش های لازم برای بررسی تأثیر عوامل مختلف بر عملکرد فرایند، مشخص نمودن عوامل موثر و نیز استخراج حداکثر اطلاعات حاصل از نتایج آزمایش های طراحی شده

**رئوس مطالب:**

1- مقدمه:

تاریخچه، کاربردهای طراحی آزمایش ها، مفهوم متغیر، پاسخ، سطح، سیگنال، عوامل غیر قابل کنترل (noise)، روش های محاسبه اثر عوامل، نمودار پارتو (Pareto Chart).

2- روش های طراحی آزمایش ها:

روش يك عامل در يك زمان، روش فاکتوریل کامل، روش فاکتوریل کسری، روش پلاکت-بورمن، روش تاگوشی، آزمایش های غربالی و بهینه سازی، طراحی آزمایش ها با سطوح مختلط، مفهوم اختلاط اثرها (Confounding)، وضوح (Resolution)، بر همکنش اثرها (Interaction)، تصادفی کردن و دسته بندی کردن آزمایش ها (Randomization and Blocking).

3- تحلیل آماری داده ها:

مفهوم پارامترهای آماری، انواع نمودارهای آماری، خطاها، درجات آزادی، آنالیز واریانس و مقایسه خطاها، محدوده اطمینان، آزمون فرضیه، آزمون t، آزمون F، مقدار P، جدول تحلیل واریانس (ANOVA)، تعیین شرایط بهینه، تخمین سهم اثر هر یک از عوامل بر روی پاسخ، تخمین پاسخ تحت شرایط بهینه.

4- مدل سازی و بهینه سازی عملکرد سیستم:

انواع مدل های ریاضی و آماری برای بیان رفتار سیستم، نمودارهای کانتور (Contour plot) سطح پاسخ (Response Surface)، روش های بهینه سازی عملکرد سیستم، بهینه سازی آزمایش ها با چند پاسخ.

5 - اجرای عملی روش های آزمایشگاهی:

معرفی نرم افزارهای موجود و نحوه کاربری آنها، انجام پروژه های کاربردی.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
----------------	----------	-------------	-------

+	+	+	+
---	---	---	---

بازدید: -

منابع اصلی:

- 1- G.E.P. Box, J.S. Hunter, W.G. Hunter, Statistics for Experimenters: Design, Innovation, and Discovery, 2<sup>nd</sup> Edition, Wiley-Interscience, 2005.
- 2- S.N. Deming, S.L. Morgan, Experimental Design: A Chemometric Approach, Elsevier, 1993.
- 3- W.J. Diamond, Practical Experiment Designs for Engineers and Scientists, John Wiley, 2001.
- 4- L. Eriksson, E. Johansson, N. Kettaneh-Wold, C. Wikstrom, S. Wold, Design of Experiments: Principles and Applications, 3<sup>rd</sup> Edition, UMETRICS, 2008.
- 5- P. D. Haland, Experimental Design in Biotechnology, Marcel Dekker Inc., 1989.
- 6- Z.R. Lazic, Design of Experiments in Chemical Engineering, Wiley – VCH, 2004.
- 7- D. C. Montgomery, Design and Analysis of Experiments, 7<sup>th</sup> Edition, John Wiley, 2008.
- 8- R.K. Roy, Design of Experiments Using Taguchi Approach, John Wiley, 2001.
- 9- R.K. Roy, A Primer on the Taguchi Method, Van Nostrand Reinhold, 1990.



مدلسازی سیستمهای انرژی  
Modeling of energy systems

تعداد واحد نظری: 2	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اصلی-تخصصی	پیشنیاز: -

**هدف درس:**

فراگیری مفاهیم بنیادی و آشنایی با نرمافزارهای مدلسازی و شبیهسازی سیستمهای تولید و مصرف انرژی

**رئوس مطالب:**

- 1- آشنایی با مدلسازی: طراحی، شبیهسازی، برآورد پارامترها و بهینهسازی
- 2- ساختار يك مدل ریاضی
- 1-2- مدلسازی تحلیلی
- 2-2- مدلسازی عددی
- 3- شرایط مرزی در مدلسازی
- 4- روشهای ارزیابی و آنالیز عملکرد مدلها: آشنایی با مدلهاي ورودی-خروجی، آنالیز
- 5- آشنایی با بستههای نرم افزاری شبیهسازی و مدلسازی
- 1-5- FORTRAN
- 2-5- MATLAB
- 3-5- gPROMS
- 4-5- CADSIMPLUS
- 5-5- ASPEN PLUS
- 6-5- FLUENT
- 7-5- COMSOL
- 8-5- SIMULINK
- 6- مروری بر معادلات کلی انتقال (جرم، حرارت و مومنتوم)
- 7- مدلسازی سیستمهای مولد، مبدل، ذخیره و مصرفکننده انرژی: (استخراج معادلات حاکم و بیان روش حل) بصورت مطالعه موردی شامل:

1-7- برج تقطیر

- 2-7- موازنه جرم و انرژی روی سیستمهای دریافت و توزیع انرژی (Utilities)
- 3-7- سیستم بخار (LP-MP-HP)، سیستم آب گرم، سیستم آب خنک کننده
- 4-7- شبیهسازی سیکل تولید الکتریسیته و تولید بخار (Cogeneration)
- 5-7- خازن (الکترواستاتیک و توزیع دانسیته بار الکتریکی)
- 6-7- مدلسازی پیل سوختی
- 8- پروژه درس: مدلسازی و شبیهسازی انرژی یک سیستم موجود





روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	نهایی	پروژه
+	+	-	+

بازدید: -

منابع اصلی:

- 1- J. A. Clarke, Energy Simulation in Building Design, 2<sup>nd</sup> Edition, Butterworth-Heinemann, 2001.
- 2- F. C. Knopf, Modeling, Analysis and Optimization of Process and Energy Systems, Wiley; 1<sup>st</sup> Edition, 2012.
- 3- T. Agami Reddy, Applied Data Analysis and Modeling for Energy Engineers and Scientists, 1<sup>st</sup> Edition, Springer, 2011.
- 4- J. Welty, C. E. Wicks, G. L. Rorrer, R. E. Wilson, Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer, Wiley, 2007.
- 5- J. M. Smith, H. C. Van Ness, M. M. Abbot, Chemical Engineering Thermodynamics, 7<sup>th</sup> edition, McGraHill.
- 6- <http://www.aurelsystems.com/csplus.htm>
- 7- <http://www.psenterprise.com/company/index.html>
- 8- <http://www.ansys.com/Products/Simulation+Technology/Fluid+Dynamics/ANSYS+Fluent>
- 9- <http://www.aspentech.com/products/aspem-plus.aspx>

آزمایشگاه انرژیهای تجدیدپذیر  
Renewable energy laboratory

تعداد واحد نظری: -	تعداد واحد عملی: 1
نوع درس: اصلی-تخصصی	حل تمرین: - پیشنیاز: -

هدف درس:

بررسی روشهای اندازه گیری کمیت های فیزیکی مرتبط با انرژی، دستگاه ها و تجهیزات اندازه گیری آنها.

رئوس مطالب:

- 1- آشنایی با سایت ها و مراکز مرتبط با انرژی های تجدیدپذیر در ایران و جهان
- 2- طرز استفاده از وسایل اندازه گیری

- 1-2- پایرونومتر  
 2-2- بادسنج  
 3-2- ترموکوپل  
 3- اندازه‌گیری راندمان کلکتورهای تخت هوایی و آبی  
 4- تعیین ضریب تمرکز و راندمان کلکتورهای متمرکز کننده  
 5- تعیین پارامترهای الکتریکی مازول فتوولتا ئیک  
 1-5- ولتاژ  
 2-5- جریان  
 3-5- توان  
 6- تعیین راندمان پیل های سوختی  
 7- آزمایش تبدیل انرژی امواج آبی به برق  
 8- بازدید از برخی نیروگاهها و تهیه گزارش.  
 1-8- بادی  
 2-8- خورشیدی  
 3-8- فتوولتایی  
 4-8- زمین گرمایی  
 9- ممیزی انرژی

**روش ارزیابی:**

ارزیابی مستمر	میان ترم	نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: -

**منابع اصلی:**

- ۱- آزمایش های عملی انرژی های نو، ع. کعبی نژادیان، 1380  
 2- J. Shariff, 50 Green Projects for the Evil Genius, McGraw-Hill Companies, 2009.  
 3- B. Bonnet, D. Keen, 46 Science Fair Projects for the Evil Genius, McGraw-Hill Companies, 2009.



## تبدیل و ذخیره سازی انرژی Energy Conversion & Storage

تعداد واحد نظری: 3	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اصلی-تخصصی	پیشنیاز: -

### اهداف درس:

فراگیری روشهای تبدیل انرژی های تجدیدپذیر به سایر انرژی ها و نحوه ذخیره آنان

### رنوس مطالب:

- ۱ طبقه بندی حامل های انرژی ( شامل انرژی اولیه و ثانویه)
- ۲ منابع اصلی انرژی سخت های فسیلی و گاز- انرژی خورشیدی.
- ۳ تولید انرژی گرمایی ( تبدیل انرژی مکانیکی – تبدیل انرژی الکتریکی ) ( محاسبات و نظری)
- ۴ تولید انرژی مکانیکی: تبدیل انرژی گرمایی ( سیکل قدرت و مبدلهای الکترومکانیکی )
- ۵ تولید انرژی الکتریکی: تبدیل انرژی گرمایی – تبدیل انرژی مکانیکی .
- ۶ ذخیره سازی انرژی : ذخیره سازی انرژی گرمایی – مکانیکی – الکتریکی
- ۷ ذخیره سازی انرژی در کاربردهای صنعتی و نیروگاهی
- ۸ تبدیل و ذخیره سازی انرژی الکتریکی موجود در جو

### روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	نهایی	پروژه
+	+	+	-

### بازدید: -

### منابع اصلی:

- ۱ -منابع انرژی تجدید پذیر نوین ،شورای جهانی انرژی ، ترجمه الف . کهربائیان، وزارت نیرو،دفتر انرژیهای تجدید پذیر ، 1375.
- 2- M. M. El-Wakil, Powerplant Technology, McGraw- Hill, 2002.
- 3- B. Sorensen, Renewable Energy, 4<sup>nd</sup> Edition, Academic press, 2011.



مدیریت و اقتصاد انرژی  
Management & Energy Economic

تعداد واحد نظري: 2	تعداد واحد عملي: - حل تمرين: -
نوع درس: اختياری	پيشنياز: -

**هدف درس:**

بررسی مسائل اقتصادي و نحوه مدیریت انرژی

**رئوس مطالب:**

- 1- تقاضاي انرژي
  - 1-2- تقاضاي انرژي در بخش صنعت
  - 1-3- تقاضاي انرژي در بخش خانگي
  - 1-4- روند تقاضاي انرژي در ايران
  - 1-5- کاربرد منطقي انرژي
- 2- عرضه انرژي
  - 2-1- ساختار عرضه سيستم انرژي
  - 2-2- روش تحليل سيستم عرضه انرژي
  - 2-3- تجارت جهاني انرژي
  - 2-4- مصرف انرژي اوليه در ايران
- 3- محاسبات اقتصادي مهندسي در بخش انرژي
  - 3-1- روش محاسبات ايستا
  - 3-2- روش محاسبات پويا
  - 3-3- تعيين بازگشت سرمايه
- 4- بررسی مدلهاي برنامه ريزي انرژي

**روش ارزيابي:**

ارزيابي مستمر	ميان ترم	نهايي	پروژه
+	+	+	-

**بازديد: -**

**منابع اصلي:**

- 1- انرژي در ساختمان، م. صالحی، 1372.
- 2- پهنه بندي و راهنماي طراحي اقليمي، م. کسمائي، مرکز تحقيقات ساختمان و مسکن، 1379.
- 3- B. Sorensen , Renewable Energy, 4<sup>nd</sup> Edition, Academic Press, 2010.

4- M Russell, Energy, Economics and The Environment, Prentice-Hall, Inc, 1985.



## انرژی خورشیدی Solar Energy

تعداد واحد نظري: 2	تعداد واحد عملي: - حل تمرين: -
نوع درس: اختیاری	پيشنياز: -

### اهداف:

دانشجویان با اصول اولیه انرژی خورشیدی را فرا میگیرند.

### رئوس مطالب:

۱- مقدمه

1-2- مقدمه ای بر تابش خورشیدی

2-2- معرفی پارامترهای خورشیدی

2-3- انواع تابش خورشیدی

2-4- تابش خورشیدی بر روی افقی و مورب

۲- تابش خورشیدی

1-2- اندازه گیری تابش خورشیدی

2-2- پیش بینی تابش خورشیدی متوسط

2-3- تابش خورشیدی در آسمان صاف

4-2- مولفه های مستقیم و پراکنده تابش خورشیدی بر روی صفحات افقی و مورب

۳- بررسی مدل‌های مختلف محاسبه تابش خورشیدی (مدل Barbaro ، مدل Kasten ، مدل

Murno ، مدل Adnat و غیره)

۴- خصوصیت اپتیکی با کاربردهای انرژی خورشیدی

۵- آشنایی با کاربردهای انرژی خورشیدی

5-1- سیستم های آب گرم کن خورشیدی

5-2- سیستم های گرمایش فعال و غیر فعال

5-3- سیستم های تبرید خورشیدی

5-4- فرآیند صنعتی گرمایش خورشیدی

5-5- استخرهای خورشیدی

۶- تبدیل مستقیم نور خورشید به برق (فتوولتائیک)

6-1- نیمه هادیها

6-2- چگونگی عملکرد سلولهای خورشیدی

6-3- طراحی و ساخت سلولهای خورشیدی

6-4- ارزیابی و مشخصه‌یابی سلول خورشیدی

6-5- آرایه‌ها، ماژولها و اجزاء سیستم فتوولتائیک

۷- گرمایش و سرمایش طبیعی ساختمان با استفاده از انرژی خورشیدی

۸- مروری بر برخی از سیستم های خورشیدی نصب شده در جهان و ایران



روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: -

منابع اصلی:

- ۱- مبانی انرژی خورشیدی، ع. آزاد، ح. پناهنده، گ. فرزاد، ج. قائم مقامی، جلد اول، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، 1366.
- ۲- اصول و کاربرد انرژی خورشیدی، الف. حاج سقطی، دانشگاه علم و صنعت ایران، 1380.
- ۳- راهنمای طرح های انرژی خورشیدی در ایران، الف حاج سقطی، سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران، 1370.
- ۴- آشنایی اولیه با ساخت آبگرمکن خورشیدی، ع. کعبی نژادیان، 1381.
- ۵- مقدمه ای بر انرژی خورشیدی برای محققان و مهندسان، س. الف. نوقایی، معاونت استان قدس رضوی.
- 6- J. A. Duffie, W. A. Beckman, Solar Engineering of Thermal Processes, 3<sup>rd</sup> Edition, John Wiley, 2008.
- 7- S. P. Sukhatme, J. K. Nayak, Solar Energy Principals of Thermal Collection and Storage, 3<sup>rd</sup> Edition, Tata McGraw-Hill, 2009.

انرژی امواج و دریاها  
Ocean-wave Energy

تعداد واحد نظری: 2	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: -

اهداف درس:

در این درس دانشجویان منابع و مفاهیم مربوط به انواع منابع انرژی در دریا و فناوری های رایج در استخراج این منابع را میآموزند.

رئوس مطالب:

- 1- تاریخچه انرژی امواج و دریاها
- 2- انرژی امواج و فناوری های اساسی در تبدیل انرژی امواج

- 1-2 شناوري هاي تجديد پذير سان كننده عمودي و زاويه اي
- 2-2- تجديد پذير سان كننده هاي مخزني
- 2-3- محفظه هاي تحت فشار
- 2-4- مبدل هاي رفت و برگشتي ضربه گير
- 2-5- مبدل هاي پروانه اي ضربه گير
- 3- ناوري هاي پيشرفته در تبديل امواج انرژي
- 3-1- روش بادامك هاي سالتري
- 3-2- تخته شناورهاي كالريل
- 3-3- يكسو كننده هاي راسل
- 3-4- فناوري هاي تمرکز امواج
- 4- شيوه هاي انتقال و تبديل انرژي امواج
- 5- انرژي جزر و مد
- 6- پتانسيل انرژي امواج و درياها در ايران و جهان

#### روش ارزيابي:

ارزيابي مستمر	ميان ترم	نهايي	پروژه
+	+	+	-

بازديد: -

#### منابع اصلي:

- 1 - منابع انرژي تجديد پذير نوين، شوراي جهاني، ترجمه الف. كهربائيان، وزارت نيرو، دفتر انرژي هاي تجديد پذير، 1375.
- 2- G. Hageman, T. Heller, Wave Energy, a Source, the International Renewable Energy Conference, Hawaii, 1988.
- 3- B. LeMauter, An Introduction to Hydrodynamics and water waves, springer- verlage, 1976.
- 4- M. E. McCormick, Ocean Wave Energy Conversion, John Wiley, 2007 .
- 5- M. E. McCormick, C.Y. Kim (Eds), Utilization of Ocean Waves – Waves to Energy Conversion, Proceeding of an International Symposium, A.Sc.Eng. 1986.
- 6- B. LeMauter, An Introduction to Hydrodynamics and water waves, springer- verlage, 1976.
- 7- B. Sorensen, Renewable Energy, 4<sup>nd</sup> Edition, Academic Press, 2010.





## انرژی آبی Hydro Energy

تعداد واحد نظری: 2	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: -

### اهداف درس:

در این درس دانشجویان منابع انرژی آبی و نحوه استفاده از این انرژی را فرا میگیرند.

### رئوس مطالب:

- ۱- مقدمه، تاریخچه و اهمیت انرژی آبی در تولید الکتریسیته
- ۲- منابع آبی:
  - 1-2- انرژی آبی
  - 2-2- منابع آبی
  - 3-2- پتانسل انرژی ذخیره شده
  - 4-2- فشار و میزان دبی جریان آب
  - 5-2- منابع آبی در جهان و ایران
  - 6-2- وضعیت فعلی تولیدی انرژی آب در ایران و جهان
- ۳- تاریخچه مختصر از انرژی آبی
  - 1-3- محرك های اولیه
  - 2-3- چرخ آبی و اتجدید پذیراع آن
  - 4- انواع تأسیسات الکتریسیته آبی
- 1-4- طبقه بندی بر اساس ارتفاع معادل فشار
- 2-4- ظرفیت
- 5- انواع سیستم های انرژی آبی
- 6- ملاحظات زیست محیطی: اثرات هیدرولوژی، سدها و سایر اثرات، اثرات اجتماعی
- 7- تحقیقات در الکتریسیته آبی و پیشرفت های مربوطه

8- پتانسیل استفاده از انرژی آبی در ایران .

روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: -

منابع اصلی:

- 1- منابع انرژی تجدیدپذیر نوین، شورای جهانی انرژی، ترجمه الف. کهربائیان، وزارت نیرو، دفتر انرژیهای تجدیدپذیر، 1375.
- 2- G. Boyle, Renewable Energy, 2<sup>nd</sup> Edition, The Open University, 2004.
- 3- K. Goldsmith, Future Prospect of Hydropower, Water Power and Dam Construction, U.K. Reed Publishing Group, 1992.



## انرژی بادی Wind Energy

تعداد واحد نظری: 2	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: -

### اهداف درس:

در این درس دانشجویان اصول انرژی باد و کاربرد آن در تولید الکتریسیته را میآموزند.

### رئوس مطالب:

- ۱ - نگاهی به تاریخچه و آمار جهانی رشد توربین های بادی .
- ۲ - روش های برآورد پتانسیل منابع با د ( منحنی های گلباد و قدرت تداوم باد)
- ۳ - باد سنجی و توابع آماری ویبول و رایلی، تعیین چگالی انرژی بادی
- ۴ - معرفی انواع توربین های بادی
- 4-1- سیستم های جنبی ( برج- ژنراتور)
- 4-2- سیستم های کنترل توربین
- ۵ - آئرو دینامیک توربین های بادی
- ۶ - روش برآورد عملکرد توربین و تولید انرژی
- ۷ - انواع نیروگاه های بادی
- ۸ - نحوه چیدن و بهره برداری مزرعه بادی
- ۹ - پتانسیل استفاده از انرژی باد در ایران
- ۱۰ - آشنایی با نرم افزار های مرتبط با انرژی باد

### روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	نهایی	پروژه
+	+	+	-

### بازدید: -

### منابع اصلی:

- ۱ - آشنایی با بادیسنجی و نیروگاه بادی ، انتشارات توانیر، 1383.
- ۲ - انرژی بادی و کاربرد آن در کشاورزی، م. ثقفی، انتشارات دانشگاه تهران، 1372.
- ۳ - انرژی های تجدیدپذیر نوین، م. ثقفی، انتشارات دانشگاه تهران، 1382.
- ۴ - منابع تولید انرژی الکتریکی در قرن بیست و یکم، س. م. مقدس تفرشی، 1384.

- 1- T. Burton et al., Wind Energy Handbook, 2nd Edition, John Wiley, 2011.
- 2- G. L. Johnson, Wind Energy System, John Wiley 1994.
- 3- J. F. Manwell et al., Wind Energy Explained, John Wiley, 2010.
- 4- J.F. Walker, N. Jenkins, Wind Energy Technology, UNESCO , John Wiley, 1997.



## زیست انرژی Bioenergy

تعداد واحد نظری: 2	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: -

### هدف درس:

در این درس انواع منابع زیست توده، ساختار زیست توده و روش های تبدیل آن به منابع انرژی مختلف بررسی خواهد شد.

### رئوس مطالب:

- ۱ - مفاهیم اولیه، توزیع منابع کربنی تجدیدپذیر در جهان، انواع منابع زیست توده
- ۲ - منابع زیست توده با منشاء گیاهی شامل منابع نشاسته‌ای، منابع قندی، منابع لیگنوسلولزی، روغن های گیاهی
- ۳ - منابع زیست توده ضایعاتی شامل زباله‌ها، پسماندهای واحدهای تصفیه فاضلاب شهری، ضایعات جامد کشاورزی، ضایعات جنگلی، ضایعات صنعتی، نقش زیست توده ضایعاتی به عنوان منبع زیست انرژی در آینده
- ۴ - ساختار و خصوصیات پلیمرهای موجود در دیواره سلول های گیاهی شامل سلولز، همی سلولز، پکتین، لیگنین و ...
- ۵ - تبدیل حرارتی زیست توده از طریق احتراق، پیرولیز، مایع سازی (Liquefaction)، گازی سازی (Gasification)
- ۶ - انواع سوخت های زیستی شامل اتانول، دیزل، روغن و گاز های زیستی، پیل های سوختی - زیستی، کاربردها، معایب و مزایای هر یک
- ۷ - فرایند تولید اتانول زیستی از زیست توده های قندی، نشاسته‌ای و سلولزی شامل مراحل پیش‌فرآوری، هیدرولیز، تخمیر و تقطیر
- ۸ - فرایند تولید گاز زیستی از زیست توده های ضایعاتی، معرفی بیوشیمی و میکروبیولوژی تولید زیستگاز، معرفی انواع هاضم های بی هوازی و شرایط عملیاتی آنها

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

بازدید: -

منابع اصلی:

- 1- R.C. Brown, "Thermochemical Processing of Biomass Conversion into Fuels, Chemicals and Power", Wiley, 2011.
- 2- F.R. Calle, P. de Groot, S.L. Hemstock, J. Woods, "The Biomass Assessment Handbook- Bioenergy for a Sustainable Environment", Earthscan, 2007.
- 3- A. Demirbas, "Biorefineries for Biomass Upgrading Facilities", Springer, 2010.
- 4- D. Deublein, A. Steinhauser, "Biogas from Waste and Renewable Resources: An Introduction", 2<sup>nd</sup> Edition., Wiley-VCH, 2008.
- 5- D.W. House, "The Complete Biogas Handbook", Peace Press, 2010
- 6- S.K. Khanal, R.Y. Surampalli, T.C. Zhang, B.P. Lamsal, R.D. Tyagi, C.M. Kao, "Bioenergy and Biofuel from Biowastes and Biomass", American Society of Civil Engineers, 2010.
- 7- D.L. Klass, "Biomass for Renewable Energy, Fuels and Chemicals", Academic Press, 1998.
- 8- P. Quaak, H. Knoef, H. Stassen, "Energy from Biomass: A Review of Gasification and Combustion Technologies", The International Bank for Reconstruction and Development/World Bank, 1999.
- 9- A.A. Vertes, N. Qureshi, H.P. Blaschek, H. Yukawa, "Biomass to Biofuels: Strategies for Global Industries", Wiley, 2010



طراحی سیستم های انرژی تجدیدپذیر  
Renewable Energy System Design

تعداد واحد نظری: 2	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: - پیشنیاز: -
نوع درس: اصلی	

اهداف درس:

دانشجویان اصول طراحی سیستم های تجدیدپذیر را فرا میگیرند..

رئوس مطالب:

1- بخش تئوری

- 1-1- توسعه و اجرای پروژه انرژی های تجدیدپذیر
- 1-2- بررسی چند نمونه از پروژه های انجام شده در کشورهای مختلف و ایران ( از هر یک از انرژی های خورشیدی، باد، زیستی)
- 1-3- آشنایی با نرم افزارهایی مرتبط
- 1-4- اصول طراحی سیستم های تجدیدپذیر
- 2- کارنهایی
- 1-2- انجام یک پروژه درسی از طراحی سیستم های تجدیدپذیر به انتخاب استاد راهنما

روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: -

منابع اصلی:

- ۱ - طرح خانه های اقتصادی از نظر انرژی برای مناطق معتدل، کمیسیون سرمایه های ملی استرالیا، ترجمه ه. نجفی امین، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ، 1371.
- 2- D., Backman, Solar Engineering of Thermal Processes, 3<sup>nd</sup> Edition, John Wiley, 2006.
- 3- J. E. Baily, Advanced biochemical Engineering, McGraw- Hill, 1994.
- 4- G. Boyle, Renewable Energy Power for a Sustainable Future, 2<sup>nd</sup> Edition, The Open University of Oxford, 2004.

- 5- M. H Dickson, M. Fanelli, Geothermal Energy: Utilization and Technology, Earthscan, 2005.
- 6- H. K. Gupta, S. Roy, Geothermal Energy: Alternative Resource for the 21 st Century, Elsevier 7 Techno, 2006.
- 7- G. G. Lof, Active Solar Thermal Design Manual, ASHREA, 1997.
- 8- D. S. Ward, H. S. Oberi, Handbook of Experience in the Design & Installation of Solar Heating and Cooling System, CSU, 1980.





## هیدروژن و پیل های سوختی Hydrogen and fuel cells

تعداد واحد نظري: 2	تعداد واحد عملي: - حل تمرين: -
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: -

### هدف درس:

در این درس دانشجویان روشهای تولید و ذخیرهسازی هیدروژن به عنوان منبع سوخت پیل-های سوختی و همچنین اصول عملکرد، انواع و کاربرد پیلهای سوختی را فرا میگیرند.

### رئوس مطالب:

#### ۱- هیدروژن

- 1-1- مقدمه و تاریخچه
- 2-1- شایستگی های هیدروژن به عنوان يك سوخت
- 3-1- خواص
- 4-1- روش های تولید: سوخت های فسیلي، الكترولیز، تجزیه حرارتي، روش های فتوشیمیایی و فوتوکاتالیتیکی، ...
- 5-1- روش های ذخیره سازی: هیدریدهای فلزي، هیدرید آلژهای فلزي، نانولوله های کربني، ...

#### 6-1- روش های انتقال

#### 7-1- جنبه های ایمني و زیست محیطی

#### ۲ پیل سوختی

- 1-2- تعریف، مقدمه و تاریخچه.
- 2-2- ترمودینامیک پیل های سوختی: قوانین اول و دوم ترمودینامیک، بازدهی.
- 3-2- انواع پیل های سوختی: اساس کار، خوراك، معایب و مزایا، عوامل مؤثر بر عملکرد، کاربردها، گلوگاه های تحقیق و توسعه.
- 4-2- الكتروشیمی پیل های سوختی: اکسایش و احیا در سل های الكتروشیمیایی، معادله نرنست، سینتیک واكنش های الكترودي.
- 5-2- روش های عیب یابی و بررسی کارایی پیل های سوختی.
- 6-2- مدل سازی پیل های سوختی: فرایندهای انتقال و الكتروشیمیایی-معادلات حاكم-جریان دوفازی-انتقال بار-انتقال جرم و حرارت-مدل های دقیق سینتیک الكترودي-مدل های غیر همدم و گذرا.
- 7-2- طراحی سامانه پیل های سوختی: طراحی مجتمع-طراحی مسیرها و ورودی-خروجی های عبور جریان سیالات-طراحی مبدل های سوخت

### روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	نهایی	پروژه
---------------	----------	-------	-------

-	+	+	+
---	---	---	---

بازدید: -

منابع اصلی:

- 1- A. J. Bard, L. R. Faulkner, Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, 2<sup>nd</sup> Edition, Wiley, 2000
- 2- R. B. Gupta, Hydrogen fuel: production, transport, and storage, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2009.
- 3- M. Hirscher, Handbook of Hydrogen Storage: New Materials for Future Energy Storage, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2010.
- 4- G. Hoogers, Fuel Cell Technology Handbook, CRC Press LLC, 2003.
- 5- J. Larminie, A. Dicks, Fuel Cell Systems Explained, 2<sup>nd</sup> Edition: John Wiley & Sons, Ltd, 2003.
- 6- K. Rajeshwar, R. McConnell, S. Licht, Solar Hydrogen Generation: Toward a Renewable Energy Future, Springer Science+Business Media, LLC, 2010.
- 7- S. Srinivasan, Fuel Cells: From Fundamentals to Applications, Springer, 2006.
- 8- A. Züttel, A. Borgschulte, L. Schlapbach, Hydrogen as a Future Energy Carrier, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2008.



انرژی، محیط زیست و توسعه پایدار  
Energy, environment, and Sustainable Development

تعداد واحد نظری: 2	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: -

**هدف درس:**

در این درس با اثرات زیست محیطی ناشی از تولید و مصرف انرژی، چگونگی کاهش این اثرات و ارتباط انرژی با توسعه پایدار بررسی خواهند شد.

**رئوس مطالب:**

- 1- انرژی و فعالیت‌های انسانی، انرژی مورد نیاز برای برآوردن نیازهای انسان، مصرف انرژی و سبک زندگی
- 2- دسته‌بندی منابع انرژی، میزان تقاضا برای هریک، روند تقاضا برای انرژی از منابع مختلف
- 3- انرژی و توسعه، تولید ناخالص داخلی (GDP)، تولید خالص داخلی (NNP)، رشد اقتصادی، ضریب توسعه انسانی (HDI)، رابطه بین انرژی و توسعه
- 4- اثرات محیطی ناشی از تولید و مصرف انرژی، آلودگی هوا، آب، خاک، باران‌های اسیدی، آلودگی رادیواکتیو، گازهای گلخانه‌ای و اثر آن بر تغییرات اقلیمی کره زمین
- 5- سیاست‌های کاهش اثرات تخریبی تولید و مصرف انرژی بر محیط زیست، قوانین زیست‌محیطی و انرژی
- 6- مفهوم توسعه پایدار، جامعه پایدار و آینده پایدار، راهکارهای توسعه پایدار در زمینه تولید و مصرف انرژی
- 7- تحلیل چرخه حیات (LCA)، تعریف و منشاء LCA، کاربرد LCA برای سیستم‌های انرژی

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+

بازدید: -

منابع اصلی:

- 1- N. H. Afgan, Z. Bogdan, N. Duic, Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Swets and Zeitlinger, 2004.
- 2- D. Elliott, "Energy, Society and Environment", Routledge, 2<sup>nd</sup> Edition, 2003.
- 3- J. A. Fay, D. S. Golomb, Energy and the Environment, Oxford University Press, 2002.
- 4- J. Goldemberg, O. Lucon, Energy, Environment, and Development, 2<sup>nd</sup> Edition, Earthscan, 2010.
- 5- R. Hinrichs, M. H. Kleinbach, Energy: Its use and the Environment, Thomson Brooks/Cole, 2006.
- 6- P. E. Hodgson, Energy, the Environment and Climate Change, Imperial College Press, 2010.
- 7- B. Sorensen, Life-Cycle Analysis of Energy Systems: From Methodology to Applications, RSC Publishing, 2011.



## انرژی زمین گرمایی Geothermal Energy

تعداد واحد نظری: 2	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: -

### هدف درس:

در این درس دانشجویان منابع انرژی زمین گرمایی و فناوریهای رایج در مورد بهره برداری آنها را فرا میگیرند.

### رئوس مطالب:

- ۱- ماهیت منابع زمین گرمایی و تاریخچه استفاده از آن و نیروگاه های زمین گرمایی
- ۲- منابع و انواع انرژی های زمین گرمایی، عملکرد کره زمین به عنوان یک ماشین حرارتی
- ۳- فیزیک منابع زمین گرمایی، گردابان اولیه درجه حرارت، منابع گرمایی و مواد ناشی از فعالیت های آتشفشانی، اثر فشار و عمق در گردابان درجه حرارت، منابع گرمایی در لایه های رسوبی، صخره ای خشک و داغ، جریان حرارت سطحی.
- ۴- بهره برداری از منابع زمین گرمایی ( تولید برق، کاربردهای حرارتی، ملاحظات اقتصادی انرژی زمین گرمایی)
- ۵- گرمایش و سرمایش محیطی و منطقه ای، فناوری های رایج در به کارگیری زمین گرمایی، منابع در میدان بخار فشار قوی، تأسیسات با بخار خشک، تأسیسات ترکیبی فناوری صخره خشک و داغ .
- ۶- ملاحظات زیست محیطی
- ۷- کاربردهای صنعتی

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	-	+	-

### بازدید: -

### منابع اصلی:

- ۱- انرژی زمین گرمایی منبعی جایگزین برای قرن بیست و یکم، ه. باقری، انتشارات جهاد دانشگاهی، 1390.
- ۲- زمین شناسی فیزیکی، م. فرید، انتشارات دانشگاه شیراز، 1371.
- 3- R. Baria , Hot Dry Rock Geothermal Energy, Roberston Scientific Publications, 1990.
- 4- M. H. Dickson, M. Fanelli, Geothermal Energy: Utilization and Technology, Earthscan, 2005.

- 5- R. DiPippo, Second Law Assessment of Binary Plants Generating Power from Low Temperature Geothermal Fluids. *Geothermics* 2004, 33, 565.
- 6- W.A. Duffield, J.H.Sass, Geothermal Energy, Clean Power from the Earth's Heat. U.S. Geological Survey Circular, 2003, 1249, 36.
- 7- L. Harrison, N. D. Mortimor , O. B.Smarason, Geothermal Heating: A Hand book of Engineering Economics, Pergamon, 1990.
- 8- A. M. Hofmeister, R .E. Criss, Earth's Heat Flux Revised and Linked to Chemistry, *Tectonophysics*, 2005, 395, 159.
- 9- J. W. Lund, D. H. Freeston, Worldwide Direct Uses of Geothermal Energy 2000, *Geothermics*, 2001, 30, 29.
- 10- J. W. Lund, D. H. Freeston, T. L. Boyd, Direct Application of Geothermal Energy: 2005 Worldwide Review, *Geothermics*, 2005, 34, 691.
- 11- D. Pippo, International Developments in Geothermal Power Productions, *Geothermal, Resources council Bulletin*, 17, 1988.



## اکتشاف انرژی زمین گرمایی Exploration of Geothermal Energy

تعداد واحد نظری: 2	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: -

### هدف درس:

- در این درس دانشجویان روش های مختلف اکتشاف منابع انرژی زمین گرمایی را می آموزند.

### رئوس مطالب

- ۱ - مقدمه
  - ۲ - زمین شناسی و ملاحظات اب شناسی
  - ۳ - روش های ژئو شیمیایی
  - ۴ - دما سنج زمین
  - ۵ - روش های ژئو فیزیکی
  - ۶ - روش های سنجش از دور
  - ۷ - حفاری اکتشافی
  - ۸ - آشنائی با نرم افزارهای مورد استفاده در امر اکتشاف
  - ۹ - ارزیابی پروژه های اکتشافی و نحوه تهیه گزارش های اکتشافی
- روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	-	+	-

### بازدید: -

### منابع اصلی:

- 1- انرژی زمین گرمایی منبعی جایگزین برای قرن بیست و یکم، ه. باقری، انتشارات جهاد دانشگاهی، 1390.
- 2- S. Arno´rsson, Isotopic and Chemical Techniques in Geothermal Exploration, Development and Use: Sampling Methods, Data Handling, Interpretation, International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, 2000.

- 3- F. Batini, R. Nicholich, The Application of Seismic Reflection Methods to Geothermal Exploration, U.N. Seminar on Utilization of geothermal energy for electric power production and space heating, Florence, Italy, 1984.
- 4- R. Baria , Hot Dry Rock Geothermal Energy, Roberston Scientific Publications, 1990.
- 5- W. M. Calvin, M. Coolbaugh, C. Kratt, R. G. Vaughan, Application of Remote Sensing Technology to Geothermal Exploration, Geological Survey of Nevada, 2005.
- 6- M. F. Coolbaugh, J. V. Taranik, F. A. Kruse, Mapping of Surface Geothermal Anomalies at Steamboat Springs, Nevada Using Thermal Infrared Multispectral Scanner (TIMS) and Advanced Visible and Infrared Imaging Spectrometer (AVIRIS) Data, Proceedings of the 14th Thematic Conference Applied Geologic Remote Sensing, Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, MI, 2000.
- 7- F. D'Amore, Application of Geochemistry in Geothermal Reservoir Development. U.N. Institute for Training and Research, New York, 1992.
- 8- M. H. Dickson, M. Fanelli, Geothermal Energy: Utilization and Technology, Earthscan, 2005.
- 9- A. M. Evans, Introduction to Mineral Exploration, Blackwell Science, 2006.
- 10-L. Harrison, N. D. Mortimor , O. B.Smarason, Geothermal Heating: A Hand Book of Engineering Economics, Pergamon, 1990.





ارزیابی و بهره برداری از منابع زمین گرمایی  
Evaluation and extraction of Geothermal Energy

تعداد واحد نظری: 2	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: -

**هدف درس:**

در این درس دانشجویان روش های مختلف ارزیابی و بهره برداری منابع انرژی زمین گرمایی را فرا میگیرند.

**رنوس مطالب:**

- 1- تکنولوژی حفاری
- ۱-۱ انواع روش های مختلف حفاری
- ۱-۲ فاصله گذاری چاهها
- ۱-۳ تجهیزات
- 2- مهندسی و فیزیک مخزن
- 3- وضعیت زیر زمینی چاه و مخزن
- 4- اندازه گیری های دما
- 5- اندازه گیری های جریان
- 6- مدل سازی مخازن
- 7- تکنولوژی بهره برداری
- 8- سیستم های
- 9- آلودگی های فیزیکی
- 10- آلودگی های حرارتی
- 11- آلودگی های شیمیایی

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	-	+	-

بازدید: -

**منابع اصلی:**

- 1- R. Baria , Hot Dry Rock Geothermal Energy, Roberston Scientific Publications, 1990.
- 2- U. Ciptomulyono, Small Geothermal Development System Using Slimhole-drilling Techniques for Remote Powering,

- Geothermal Energy: The Baseload Renewable Resource, Geothermal Resources Council Transactions, 2002, 26, 183.
- 3- M. H. Dickson, M. Fanelli, Geothermal Energy, Wiley, 1995.
  - 4- M. H. Dickson, M. Fanelli, Geothermal Energy: Utilization and Technology, Earthscan, 2005.
  - 5- L. Harrison, N. D. Mortimor , O. B.Smarason, Geothermal Heating: A Hand book of Engineering Economics, Pergamon, 1990.
  - 6- S. Iwata, Y. Nakano, E. Granados, S. Butler, A. Robertson-Tait, Mitigation of Cyclic Production Behavior in a Geothermal Well at the Uenotai Geothermal Field, Japan, Geothermal Energy: The Baseload Renewable Resource, Geothermal Resources Council Transactions, 2002, 26, 193.
  - 7- H. Kristmannsdóttir, H. A. Ármannsson, Environmental Aspects of Geothermal Energy Utilization, Geothermics, 2003, 32, 451.
  - 8- P. J. Lienau, Data Acquisition for Low-Temperature Geothermal Well Tests and Long-Term Monitoring, U.S. Department of Energy Report, 1992.
  - 9- A. D. Pasternak, Global Energy Futures and Human Development: Framework for Analysis, Lawrence Livermore National Laboratory, U.S. Department of Energy, Report UCRL-ID-140773, 2000.
  - 10- D. Pippo, International Developments in Geothermal Power Productions, Geothermal Resources council Bulletin, 17, 1988.
  - 11- Y. A .Popov, .P. Pimenov, V. Tertychnyi, Developments of Geothermal Investigations of Oil and Gas Fields, Oil-Gas Review, 2001, 2, 4.
  - 12- G. P. Ryan, Equipment Used in Direct Heat Projects, Geothermal Resources Council Transactions, 1981, 5, 483.
  - 13- S. Thorhallsson, Geothermal Well Operation and Maintenance. IGC2003 Short Course, Geothermal Training Program, the United Nations University, Iceland, 2003, September, 195



الکتروشیمی برای کاربردهای مرتبط با انرژی  
Electrochemistry for Energy Applications

تعداد واحد نظری: 3	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: -

**هدف درس:**

یادگیری مبانی الکتروشیمی، تئوری فرایندها و روشهای مختلف الکتروشیمیایی و بکارگیری آن در مطالعه فرایندهای الکتروشیمیایی مرتبط با سیستمهای انرژی الکتروشیمیایی نظیر باتریها و پیلهای سوختی میباشد

**رئوس مطالب:**

- 1- نگاهی کلی به فرایندهای الکتروشیمیایی
  - ۱-۱- فرایندهای غیر فاراده ای
  - ۱-۲- فرایندهای فاراده ای
- 1-3- عوامل موثر بر سرعت فرایندهای الکترودی و جریان
- 1-4- مقدمه ای بر فرایندهای کنترل شده با انتقال جرم
- 2- پتانسیل و ترمودینامیک سل
  - 2-1- اختلاف پتانسیل بین مرزی
  - 2-2- پتانسیل اتصال مایع
  - 3- سینتیک فرایندهای الکترودی
- 3-1- مروری بر سینتیک واکنشهای همگن
- 3-2- مدل باتلر والمر برای سینتیک فرایندهای الکترودی
- 4- انتقال جرم و شرایط مرزی در الکتروشیمی
- 5- روشهای الکتروشیمیایی
  - 5-1- روشهای پله پتانسیل
  - 5-2- روشهای روبش پتانسیل
  - 5-3- روشهای با جریان کنترل شده
  - 5-4- روشهای مبتنی بر الکترولیز توده محلول
  - 5-5- روشهای هیدروپتانسیل
  - 5-6- اسپکتروسکوپی امیدانسان الکتروشیمیایی
- 6- مقدمه ای بر مطالعه مکانیسم واکنشهای الکتروشیمیایی

**روش ارزیابی:**

ارزیابی مستمر	میان ترم	نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: -

منابع اصلی:

- 6- A. J. Bard, L. R. Faulkner, Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, Wiley, 2001
- 7- Southampton Electrochemistry Group, Instrumental methods in electrochemistry, Horwood, 2001
- 8- J. Wang, Analytical Electrochemistry, 3<sup>nd</sup> Edition, VCH. 2006



## کاتالیزورهای پیلهای سوختی Fuel cell catalysts

تعداد واحد نظری: 2	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: -

### هدف درس:

بررسی انواع کاتالیزورهای مورد استفاده در پیلهای سوختی، ساختار، مکانیزم عملکرد و روشهای تهیه

### رئوس مطالب:

- 1- بررسی مکانیزم مهمترین فرایندهای الکترودی در پیلهای سوختی
  - 1-1- واکنش اکسایش هیدروژن
  - 2-1- واکنش اکسایش متانول
  - 3-1- واکنش اکسایش فرمیک اسید
  - 4-1- واکنش احیاء اکسیژن
- 2- انواع کاتالیزورها و روشهای تهیه آنها
  - 1-2- کاتالیزورهای تک فلزی، دو فلزی و آلیاژها
  - 2-2- کاتالیزورهای اکسید فلزی
  - 3-2- سرامیکها
  - 4-2- کاتالیزورهای مبتنی بر کمپلکسهای معدنی
  - 5-2- پلیمرهای رسانای حاوی کمپلکسهای معدنی یا ریز ذرات فلزی
  - 6-2- متالوآنزیمها
  - 7-2- کامپوزیتهای مبتنی بر نانولولههای کربنی و گرافن
- 3- اثر بستر بر فعالیت کاتالیزورها
- 4- ساختارهای پیوسته و بدون بستر

### روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: -

### منابع اصلی:

- 1- J. Bard, L. R. Faulkner, Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, Wiley, 2001



- 2- R. Ferrando, J. Jellinek, R. L. Johnston, Nanoalloys: From Theory to Applications of Alloy Clusters and Nanoparticles, Chem. Rev. 2008, 108, 845
- 3- W. Vielstich, A. Lamm, H. A. Gasteiger, Handbook of fuel cells: fundamentals, technology, and applications. Wiley, 2003
- 4- Z-Y. Zhou, N. Tian, J-T. Li, I. Broadwell, S-G. Sun, Nanomaterials of high surface energy with exceptional properties in catalysis and energy storage, Chem. Soc. Rev. DOI: 10.1039/c0cs00176g

تحلیل سیستمها و ممیزی انرژی  
Energy Auditing & System Analyze

تعداد واحد نظری: 2	تعداد واحد عملی: -
--------------------	--------------------

حل تمرین: -	
پیشنیاز: -	نوع درس: اختیاری

#### اهداف درس:

آشنایی با تحلیل سیستمهای انرژی و روشهای ممیزی انرژی

#### رنوس مطالب:

- ۱- انرژی و اکسرژی
- ۲- روشهای ممیزی انرژی
- ۳- مفاهیم قوانین اول و دوم ترمودینامیک
- ۴- آنالیز پینچ (Pinch analysis)
- 1-4- ترسیم Composition curve برای فرایند
- 2-4- تعیین نقاط Pinch violation
- 3-4-  $\Delta T_{min}$ ، سرمایش و گرمایش (Minimum cooling and heating requirement)
- ۵- سیستم تبرید، سیکلهای قدرت و سرمایش و گرمایش
- ۶- آنالیز اقتصادی (Cost analysis)
- 1-6- زمان برگشت هزینه (Pay back analysis)
- 2-6- آنالیز حساسیت (Sensitivity analysis)
- ۷- مطالعات موردی در سیستمهای خانگی
- ۸- مطالعات موردی در سیستمهای صنعتی

#### روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: -

#### منابع اصلی:

- 1- A. Bejan, Advanced Thermodynamic, 3<sup>nd</sup> Edition, Wiley, 2006.
- 2- Efficiency Use of Energy
- 3- N. Khartchenko, N. V. Khartchenko and V. M. Kharchenko, Advanced Energy Systems, 3<sup>nd</sup> Edition, CRC Press, 2012.
- 4- B. K. Hodge, R. P. Taylor, Analysis and Design of Energy System, , 3<sup>nd</sup> Edition, Prentice Hall, 1999.
- 5- C. B. Smith, Energy Management Principles: Applications, Benefits, Savings, Pergamon Pr, 1981.



## باتریها Batteries

تعداد واحد نظری: 2	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: -

### هدف درس:

در این درس دانشجویان اصول عملکرد، انواع باتریها و کاربردهای آنها را فرا میگیرند.

### رئوس مطالب:

- 1- مقدمات و تعاریف
- 2- پارامترهای باتری
- 3- الکتروشیمی باتری
- 3-1- ترمودینامیک پیل الکتروشیمیایی
- 3-2- فرآیندهای انتقال جرم و الکترون در پیل الکتروشیمیایی
- 3-3- فرآیندهای الکترودی
- 3-4- افت اهمی
- 3-5- پلاریزاسیون
- 3-6- فعالیت داخلی
- 4- طبقه بندی باتری ها
- 4-1- باتری های اولیه
- 4-2- باتریهای ذخیره (Reserve)



- 3-4- باتری های ثانویه
- 5- شارژ باتریها
- 6- نکات ایمنی در رابطه با نگهداری استفاده و کار در حوضه باتری
- 7- کاربردهای باتریها
- 1-7- باتریهای ساکن
- 2-7- باتریهای وسایل نقلیه
- 3-7- باتری های سبک (قابل حمل)
- 8- کارایی باتری ها و ضوابط گزینش باتری مناسب برای کاربردهای مختلف
- 9- خازن ها
- 10- خازن های الکتروشیمیایی
- 1-10- ابر خازن ها (EDLCs)
- 2-10- شبه خازن ها
- 11- مدلسازی باتریها

#### روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان ترم	نهایی	پروژه
+	+	+	-

بازدید: -

#### منابع اصلی:

- 1- A. Bard, L. R. Faulkner. Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, 2<sup>nd</sup> Edition, John Wiley & Sons, 2000.
- 2- D. Linden. Handbook of Batteries, 4<sup>nd</sup> Edition, McGraw-Hill, Inc., 2010.
- 3- J. Newman, K. Thomas-Alyea. Electrochemical Systems, 3<sup>rd</sup> Edition, Wiley-Interscience, 2004.



مباحث نوین در انرژیهای تجدیدپذیر  
(Advanced topics in renewable energy)

تعداد واحد نظري: 2	تعداد واحد عملي: - حل تمرين: -
نوع درس: اختیاری	پیشنیاز: -

**هدف درس:**

بر اساس پیشرفتهای علمی در زمینه های مختلف و مرتبط و بر اساس تشخیص گروه آموزشی و فراخور نیازها این درس ارائه می شود.



سمینار (1) مهندسی انرژی های تجدید پذیر  
Renewable energy engineering seminar (1)

تعداد واحد نظری: 1	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اصلی	پیشنیاز: -

هدف درس:

بررسی آخرین منابع علمی، جمع آوری و ارائه مطالب توسط دانشجویان به صورت سخنرانی

رئوس مطالب:

موضوع پژوهشی مرتبط با رشته مهندسی انرژی های تجدید پذیر با نظر استاد راهنما انتخاب و توسط شورای تحصیلات تکمیلی گروه تصویب می شود. در طی مراحل مختلف پژوهش، دانشجو منابع مختلف اعم از کتاب و مقاله های مرتبط را بررسی نموده و مروری بر مطالعات گذشته و آخرین دستاوردهای موضوع مورد پژوهش را خواهد داشت و در تاریخ معین در حضور داوران نتیجه گردآوری خود را به صورت سخنرانی ارائه می گردد.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	-	-	+

بازدید: -

منابع اصلی:

آخرین یافته ها و مطالب تخصصی از کتب، مجلات معتبر علمی

سمینار (2) مهندسی انرژی های تجدید پذیر  
Renewable energy engineering seminar (2)

تعداد واحد نظری: 2	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اصلی (آموزش محور)	پیشنیاز: -



### هدف درس :

بررسی موضوعی در ارتباط با مهندسی انرژیهای تجدید پذیر و ارائه نتایج آن توسط دانشجو به صورت سخنرانی

### رئوس مطالب:

پژوهشی تخصصیتر در زمینه مهندسی انرژیهای تجدیدپذیر که میتواند بر اساس پژوهش سمینار 1 باشد، با نظر استاد راهنما انتخاب و توسط شورای تحصیلات تکمیلی گروه تصویب میشود. دستاوردهای این سمینار عمدتاً بر مبنای مطالعات عملی و آزمایشگاهی خواهد بود. دانشجو باید نتایج تحقیق را در قالب یک گزارش تهیه و در تاریخ معین در حضور داوران نتایج پژوهش را بصورت سخنرانی ارائه دهد

### روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	-	-	+

بازدید: -

### منابع اصلی :

آخرین یافته ها و مطالب تخصصی از کتب و مجلات معتبر علمی

### جدول تطبیقی دروس کارشناسی ارشد رشته مهندسی انرژی های تجدیدپذیر

دروس اصلی - تخصصی						
دروس جدید				دروس قدیم		
تعداد واحد		نوع درس	نام درس	تعداد واحد		نام درس
عملی	نظر			عملی	نظر	
	3	اصلی	مبانی انرژیهای تجدیدپذیر	3		1
	3	اصلی	پدیدههای انتقال	3		2
	3	اصلی	ریاضیات مهندسی پیشرفته	3		3
	2	اصلی	طراحی آزمایش ها و تحلیل داده	1		4
	2	اصلی	مدل سازی سیستم های انرژی	3		5



1		اصلي	آزمایشگاه انرژی های تجدید	-	-	6
	3	اصلي	تبدیل و ذخیره سازی انرژی	-	-	7
	1	اصلي	سمینار 1	-	-	8
	-	-	-	-	-	9
	-	-	-	3	طراحی سیستم های انرژی	10
	-	-	-	2	انرژی و محیط زیست	11
	6	اصلي	پایان نامه	8	پایان نامه	12
18+6		جمع واحدها		19+8		جمع واحدها

دانشکده علوم و فناوری های نوین  
گروه انرژی های تجدیدپذیر

### دروس اختیاری

دروس جدید			دروس قدیم			
نوع درس	تعداد واحد		نام درس	تعداد واحد		ردیف
	عمل	نظر		عمل	نظر	
اختیاری		2	مدیریت و اقتصاد انرژی	2	انرژی خورشیدی ( مبانی و	1
اختیاری		2	انرژی خورشیدی	2	انرژی باد ( مبانی و	2
اختیاری		2	انرژی امواج دریا ها	2	انرژی آبی	3
اختیاری		2	انرژی آبی	2	انرژی بيو مس و بيو گاز	4
اختیاری		2	انرژی بادی	2	تحلیل سیستم ها و ممیزی	5
اختیاری		2	زیست انرژی	2	مدیریت و اقتصاد انرژی	6
اختیاری		2	طراحی سیستم های انرژی تجدید	2	هیدروژن و پیل های سوختی	7
اختیاری		2	هیدروژن و پیل سوختی	-	-	8
اختیاری		2	انرژی محیط زیست و توسعه پایدار	-	-	9
اختیاری		2	انرژی زمین گرمایی	-	-	10
اختیاری		2	اکتشاف انرژی زمین گرمایی	-	-	11

اختیاری	2	ارزیابی و بهره برداری از منابع	-	-	-	12
اختیاری	2	الکتروشیمی برای کاربردهای مرتبط	-	-	-	13
اختیاری	2	کاتالیزورهای پیل‌های سوختی	-	-	-	14
اختیاری	2	تحلیل سیستمها و ممیزی انرژی	-	-	-	15
اختیاری	2	باتری ها	-	-	-	16
اختیاری	2	مباحث نوین در انرژیهای تجدیدپذیر	-	-	-	17
اختیاری	2	سمینار (2)	-	-	-	18
-	-	-	2		انرژی هسته ای	19
			2		منابع و مصارف انرژی	20