سال سوم، شماره اول، تابستان ۱۳۹۵، ص ص ۵۷ - ۶۳
فصل‌نامه علمی – ترویجی انرژی‌های تجدیدپذیر و نو
renemag.ir

مقاله
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۲۷

آموزش دانشگاهی انرژی‌های تجدیدپذیر

کبری قرئلی و همکاران (به شرح پانوشت)

استادیار، مهندسی مکانیک، دانشگاه تهران، تهران
* تهران، 1439955961، kgharali@ut.ac.ir

چکیده

مصرف روز افزون انرژی با توجه به روند رو به رشد صنعتی شدن کشورها به همراه مشکلات زیست محیطی ناشی از این روند و همچنین نرخ بالای کاهش منابع فسیلی، همه و همه دست به دست هم داده اند تا بهره گیری از انرژی های تجدیدپذیر به عنوان راهکاری موثر مطرح گردد. تامین انرژی مورد نیاز از منابع تجدید پذیر عزمی ملی می‌طلبد که این مهم نیازمند فعالیتهای زیر بنایی فرهنگی از جمله آموزش در تمام سطوح جامعه می‌باشد. این مقاله نگاهی دارد بر فعالیتهای آموزش فنی در حوزه تجدید پذیر با بهره گیری از تجارب پنج کشور پیشرو (آلمان، چین، آمریکا، کانادا و نروژ) در این زمینه. بررسی‌های انجام شده موید این مطلب است که در کنار آموزش های تئوری، جنبه های عملی آموزش بسیار حائز اهمیت می‌باشد. امکان استفاده از آزمایشگاه‌ها، شرکت در دوره ها و کارگاه‌های تخصصی و امکان همکاری با صنعت در دوره‌های کارآموزی و کارورزی حرفه ای نه تنها به ارتقائ سطح علمی دانشجویان کمک کرده بلکه فرهنگ استفاده از انرژی های تجدید پذیر را در ذهن دانشجویان به یک باور انکار ناپذیر تبدیل می‌نماید. افراد در آینده حرفه ای خویش، نگاه ویژه ای به استفاده از این مفاهیم در طرحها، برنامه‌ریزیها و تجربیات خود خواهند داشت. این نگاه ویژه در نسل آینده مهندسان و طراحان سر آغاز فصل نوینی از استفاده عمومی از این منبع پاک در سطح جامعه خواهد بود.

کلیدواژگان: انرژی، تجدیدپذیر، آموزش، آزمایشگاه، کارآموزی، کارورزی

Academia training in Renewable Energy field

Kobra Gharali* et al.
School of Mechanical Engineering, college of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran
* P.O.B. 1439955961 Tehran, Iran, kgharali@ut.ac.ir
Received: 19 June 2016 Accepted: 17 August 2016

Abstract

The Renewable Energy sources are replacing the fossil fuels since the demand of the energy is growing while the fossil fuel sources are disappearing rapidly. One of the key factors of making the Renewable Energy sources popular is finding a proper training method, in particular for undergrads. Five countries (Germany, China, USA, Canada and Norway) with high installed capacities for renewable electricity generation have been chosen as the case studies. The study shows that the training methods in the selected countries have a strong connection with the industry and also professional labs. Students have a chance to work with the Renewable energy companies for their co-up and internship program. The graduated students with strong background in this field can work more professionally and also will affect the society to accept the Renewable Energy as a proper energy for their county.

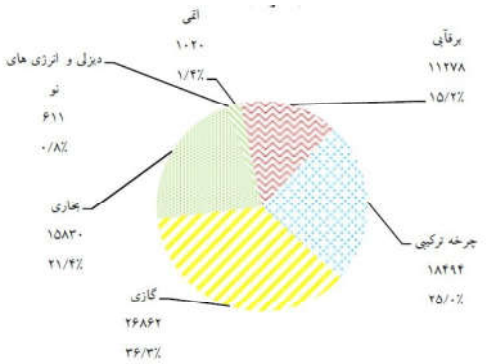
اسامی نویسندگان مقاله:

کبری قرئلی، پرهام آذری[۲]، میلاد ارزانی[۲**]، رئوف اکبر زاده[۲**]، پویا بهروزی[۲**]، ارسطو پورناد علی خمسه[۲**]، حسین پیش بین[۲**]، سید محمد علی پیش بین[۲**]، امیر حسین توکل افشاری[۲**]، سروش حبیبی[۲**]، زهرا خدابخشی فرد[۲**]، مرتضی رحیمی[۲**]، علی روزخیزان[۲**]، یاسین ساقیان[۲**]، سید محمد سجاد سیفی[3**]، محمد امین شادی دیزناب[۲**]، محمد سجاد شاکری[۲**]، کامران شیرزاد[3**]، سید علی طباطبایی[۲**]، مهرپویا عابدینی نسب[۲**]، سروش عبادی[۲**]، علی عبدی[۲**]، محمدرضا علیزاده[۲**]، عرفان قارونی رحمتی[۲**]، امین کوثری[۲**]، سینا مبصری[۲**]، مهیار مجاهد[4**]، سهیل مزدارانی[۲**]، حسین مقیمی فام[۲**]، مائده منتظری[۲**]**

۲- دانشجوکارشناسی، مهندسی مکانیک، دانشگاه تهران، تهران
۳-دانشجو کارشناسی، مهندسی مکانیک، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
۴-دانشجو کارشناسی، مهندسی مکانیک(سیستم های انرژی)، دانشگاه اف-اچ آخن، آلمان
**#اسامی ۲، ۳ و ۴ بر اساس حروف الفبا بوده و افراد سهم مشترکی داشته اند.

۱- مقدمه

آنچه مسلم است، منابع فسیلی رو به اتمام است. آمار ۴۰ سال نفت باقیمانده نشان از روند سریع رو به تنازل این طلای نهفته در اعماق زمین دارد. اهمیت این روند کاهش در کشورهای نفتخیز به دلیل آنکه زیر بنای اقتصادیشان بر فروش نفت نهاده شده است باید که مورد توجه ویژه قرار گیرد. در شکل ۱ مقدار و سهم ظرفیت نامی انواع نیروگاه های بهره برداري شده درایران، در پایان ۱۳۹۴نشان داده شده است[1] . کمتر از ۶ درصد از توان الکتریکی مورد نیاز کشور سهم منابع پاک و تجدیدپذیر می‌باشد. این در حالی است که امکان تامین بخش عظیمی از انرژی مورد نیاز کشور به وسیله بهره برداری از منابع تجدید پذیر وجود دارد. کشور ایران از لحاظ برخورداری از منابع انرژی تجدیدپذیر یکی از غنی‌ترین کشورهای جهان به شمار آمده و دارای پتانسیل انرژی خورشیدی، بادی، زیست توده و زمین گرمایی در سطح وسیعی می‌باشد [۲]. از این لحاظ در یکی از بهترین نقاط کره زمین واقع شده است به عنوان مثال به طور متوسط از ۲۸۰ روز آفتابی برخوردار است [۳] و همچنین بالغ بر ۱۰۰ هزار مگاوات پتانسیل انرژی بادی در این کشور تخمین زده شده است [۲]. یکی از موثرترین گامها در جهت این مهم، ایجاد فرهنگ تجدید پذیر می‌باشد. فرهنگ سازی در قالب آموزش خصوصاً در سنین پایین بسیار کارامد می‌باشد . از دیدگاه فنی، اساتید ارجمند درک مطلب را سنجیده و درس تجدید پذیر را در بین دروس ارائه شده در سطح کارشناسی معرفی نموده اند . این مقاله نتیجه تحقیقات کلاس تجدید پذیر در رشته فنی (مکانیک دانشگاه تهران) می‌باشد. در طی کلاس همواره این سوال مطرح بود که این درس با دیدگاه صرفاً تئوری، آیا می تواند دیدگاه تجدید پذیر را در فرهنگ دانشجویان کلاس نهادینه نماید. در راستای پاسخ به این سئوال پنج کشور پیشرو در زمینه انرژی های تجدید پذیر (آلمان، چین، آمریکا، کانادا و نروژ) انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفت. آموزش در کشورهای ارائه شده، از دیدگاه تئوری، آزمایشگاهها و دوره های حرفه ای کارآموزی و کارورزی مورد مطالعه قرار گرفت. در این مقاله نتایج حاصل از این تحقیق ارائه شده و ارتباط معنی داری بین روشهای تئوری و عملی بیان می نماید. هدف آن است تا با بهره گیری از تجارب کشورهای پیشرو، روشهای کارآمد در زمینه آموزش و به طبع آن گسترش فرهنگ تجدید پذیر ارائه گردد.



شکل ۱ مقدار و سهم ظرفیت نامی انواع نیروگاه های بهره برداری شده درایران، پایان۱۳۹۴ [1]

۲- معرفی پنج کشور پیشرو در انرژی های تجدید پذیر

۲-۱-کشور آلمان

آلمان به عنوان اقتصاد بزرگ در صنعت انرژی‌های تجدید پذیر شناخته شده است . بنابر قراردادی بین کشورهای عضو اتحادیه اروپا که در سال ۱۹۹۷ منعقد شد این کشورها موظف بودند تا سهم تولید انرژی الکتریکی از منابع تجدید پذیر را به ۱۲٪ ازکل انرژی تولیدی برسانند ,که کشور المان در سال ۲۰۰۷ به این مهم دست یافت[4] . در این میان یکی از اهداف مهم این کشور، تولید ۸۰٪ از انرژی الکتریکی مصرفی خود از طریق انرژی‌های تجدیدپذیر تا سال ۲۰۵۰ می باشد [5] . نکته قابل تامل تنوع در استفاده از منابع تجدید پذیر در این کشور می باشد. در حال حاضر در کشور المان توربین‌های بادی بیشترین سهم از تولید انرژی الکتریکی به روش تجدیدپذیر را دارا می باشند که این مقدار معادل۳۳٪ کل انرژی‌های تجدیدپذیر تولید شده در این کشور می‌باشد. در سال ۲۰۱۳، ۵۳ TWh میزان انرژی الکتریکی تولید شده توسط این توربین‌ها بود که تعداد آن‌ها به۲۲۰۰۰ توربین می‌رسید [6]. آلمان به عنوان کشوری پیشرو در صنعت تولید پنل‌های خورشیدی همواره در تلاش بوده با سرمایه گذاری در این بخش, راندمان این پنل‌ها را افزایش بدهد. به علاوه در طول سال‌های اخیر با توجه به اقدامات دولت قیمت این پنل‌ها به کمتر از نصف کاهش پیدا کرده است. چنین براورد می شود که در سال ۲۰۵۰ سهم تولید انرژی الکتریکی از طریق خورشید, به ۲۵٪ خواهد رسید[7]. در کشور المان حدود ۳۰٪ از انرژی الکتریکی تجدیدپذیر از زیست گاز بدست می‌اید که بعد از انرژی باد مقام دوم را در این امر داراست. همچنین این کشور در نظر دارد تا با مخلوط کردن این سوخت با بنزین و گازوییل , سوخت پاک تری را برای خودروها فراهم سازد [8].

۲-۲-کشور چین

در سال ۲۰۱۳ میلادی، کشور چین با ظرفیت کلی ۳۷۸ گیگاوات به اولین کشور از لحاظ میزان تولید انرژی تجدید پذیر در دنیا تبدیل شد. سهم عمده این انرژی از انرژی برق-آبی و انرژی باد گرفته می شود[9]. در سال ۲۰۱۴ میزان تولید انرژی پاک چین از منابع آب، باد و خورشید، از تمامی انرژی‌های تولیدی در نیروگاه های آلمان و فرانسه بیشتر شد. در سال جاری میلادی، چین به بزرگترین تولید کننده صفحات فوتو ولتائیک تبدیل شده است و ظرفیت نصب شده در این کشور چیزی در حدود ۴۳ گیگا وات می‌باشد[10]. حکومت چین سیاست های متنوعی برای ارتقا انرژی های تجدید پذیر اجرا کرده است. این کشور از سال ۲۰۰۸ تا سال ۲۰۱۲ رتبه اول سرمایه گذاری در زمینه انرژی تجدید پذیر در دنیا را به دست اورد[11]. همچنین برنامه فعلی حکومت چین که به برنامه دوازدهم ۵ ساله موسوم است، تاکید بسیار زیادی بر استفاده از انرژی های سبز دارد.

از سال ۲۰۰۵ میزان تولید سلول های خورشیدی در چین ۱۰۰ برابر شده است. در واقع طی سال های گذشته، به واسطه افزایش تولید انرژی های تجدید پذیر، قیمت تکنولوژی های مربوط به آن با کاهش چشمگیری روبه رو بوده است. اگرچه نوآوری و تکنولوژی های جدید به این روند کمک کرده است، ولی عامل اصلی این کاهش گسترش بازار عرضه و تقاضا در چین بوده است[12] . نکته جالب در مورد انرژی خورشیدی در چین این است که این کشور ۶۳ درصد از تمامی فوتو ولتائیک های خورشیدی را در دنیا تولید می‌کند[13]

انرژی برق-آبی نیز در چین سابقه طولانی دارد. در سال ۲۰۱۴، بیش از ۲۸۲ گیگاوات انرژی توسط سد ها و توربین های آبی تولید شد و طبق برنامه این میزان تا سال ۲۰۲۰ به ۳۵۰ گیگاوات می رسد [14].

۲-۳-کشور آمریکا

ظرفیت ایالات متحده برای نصب توربین باد در حال حاضر بیش از 60007 مگاوات است که در این زمینه رتبه دوم دنیا را بعد از چین دارد. مرکز انرژی باد آلتا با ظرفیت 1320 مگاوات بزرگترین مزرعه بادی در جهان است در سال ۲۰۱۳ این انرژی 5936 میلیون دلار از بودجه فدرال را به خود اختصاص داده است که ۳۷٪ از تمام بودجه فدرال برای تولید برق است [15]. شش ایالت جنوب غربی(آریزونا، کالیفرنیا، کلرادو، نوادا، نیومکزیکو، یوتا) پتانسیل استفاده از انرژی خورشیدی را به مقدار زیادی دارا می باشند. برای مثال یک مرکز در نوادا 64 مگاوات برق تولید می کند که توسط وزارت انرژی ایالات متحده[1] ، آزمایشگاه ملی انرژی تجدید[2] ساخته شده است . همچنین مرکز Ivanpah 392 مگاوات انرژی خورشیدی تولید می کند و در جنوب شرقی کالیفرنیا واقع شده است [16]. انرژی برق-آبی بیشترین نوع انرژی تجدید پذیر است که در ایالات متحده تولید می شود بطوری که حدود 6.3 درصد از کل برق این کشور در سال ۲۰۱۵ بصورت برق-آبی تولید شده است. این مقدار 51.5 درصد از کل انرژی تجدید پذیر در ایالات متحده محسوب می شود[17]. بیشترین ظرفیت انرژی زمین گرمایی در دنیا متعلق به آمریکا است. تولید برق از این انرژی حدود ۱۶ میلیون کیلووات ساعت است که 0.31٪ از مصرف برق در ایالات متحده محسوب می شود.این ظرفیت برای پنج ایالت آلاسکا، کالیفرنیا، هاوایی، نوادا و یوتا می باشد. این کشور با استفاده از زیست توده 57 میلیون مگاوات ساعت انرژی تولید می کند که این مقدار 1.4٪ از مجموع برق ایالات متحده در سال ۲۰۱۳ بوده است. این منبع بزرگترین منبع انرژی تجدید پذیر در ایالات متحده و سومین تولید کننده انرژی الکتریکی در ایالات متحده، پس از برقی-آبی و بادی است. انرژی موج در حال حاضر در مرحله تحقیقات قرار دارد. پتانسیل این انرژی بیشتر در سواحل شرقی و غربی و همچنین هاوایی می باشد. مهمترین ویژگی این نوع انرژی این است که قدرت خروجی از آن در طول روز و سال تقریبا ثابت است . سرمایه گذاری آمریکا در این بخش قابل توجه است و امید است که در چند سال آینده مورد بهره برداری قرار بگیرد [18].

به طور کلی یکی از عوامل بسیار تاثیر گذار در توسعه زیرساخت های انرژی های نو، سیاست های حمایتی دولتها می‌باشد. یک نمونه موفق از این سیاست ها، برنامه های حمایتی دولتی فدرال و ایالتی در امریکاست. برنامه های تخفیف مالیاتی فدرال روی سرمایه گذاری[3] و تولید[4] که در سال ۱۹۹۲ به تصویب رسیدند در کمتر از ده سال باعث رشد سه تا چهار برابری ظرفیت اضافه شده‌ی سالانه ی تولید توان بادی شد. پس از ده سال ابتدایی اجرای این برنامه، که با مشکلاتی از قبیل منقضی شدن چندین باره آن دراین بازه مواجه بود، سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۳ با اجرای موفق تر آن همراه بود و در این بازه ظرفیت اضافه شده ی سالانه ی انرژی بادی تا ۱۰ برابر افزایش یافت و موجب افزایش چشمگیر سهم انرژی بادی تا ۲۰٪ در ایالت های غربی این کشور شد.

[1] DOE
[2] NREL
[3] ITC
[4] PTC

برنامه ریزی دولت این کشور برای افزایش ظرفیت انرژی های نو است. طبق چشم‌انداز انرژی سال ۲۰۱۴ (که هر سال توسط وزارت انرژی این کشور منتشر می‌شود)، بناست تا سال ۲۰۴۰ ظرفیت تولید انرژی های نو از مقدار فعلی ۲۵۰ میلیارد کیلووات ساعت در سال به ۵۵۰ میلیارد کیلو وات ساعت در سال برسد [19].

۲-۴-کشور کانادا

کانادا رتبه چهارم در تولید برق از طریق انرژی‌های تجدید پذیر در جهان را دارا است و علاقه‌ی روزافزون به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نشان می‌دهد. آب مهم ترین منبع انرژی تجدید پذیر در کاناداست. ظرفیت عظیم برق آبی آن سبب شده که این کشور جزو رتبه‌های اول استفاده‌کننده از انرژی‌های تجدیدپذیر قرار گیرد (سهم ۱۰.۴ درصد کل انرژی برق آبی تولید شده در جهان را دارا می باشد)[20]. سرمایه گذاری روی انرژی های تجدید پذیر در ۵ سال اخیر در کانادا با محوریت بهره گیری از انرژی های ناشی از زیست توده و بادی بوده است. برای تولید انرژی الکتریکی نخستین بار در استان‌های انتاریو، کبک و آلبرتا انرژی باد مورد استفاده قرار گرفت. در طول سال‌های آخر دهه ۱۹۹۰ میلادی و سال‌های آغازین قرن بیست و یکم تمامی استان‌های کانادا طرح استفاده از انرژی باد را جهت تأمین قسمتی از انرژی مورد نیاز شبکه‌شان بررسی نمودند. کانادا در زمینه استفاده از انرژی های زمین گرمایی دارای منابع بزرگی بوده که دولت کانادا در جهت استفاده از آنها برنامه ریزی های موثری داشته است. ایالت های بوکان، بریتیش کولومبیا و آلبرتا دارای پتانسیل استفاده از سیستم زمین گرمایی پیشرفته[5] میباشند. در سال ۲۰۰۷، بیش از نیمی از مصرف ایالت بریتیش کولومبیا از انرژی زمین گرمایی محاسبه گردید. پیشرفته ترین مرکز انرژی زمین گرمایی درمیگر مونتین[6] می باشد که تا ظرفیت 300 - 100مگاوات براورد شده است [21] .

در جهت استفاده از انرژی جذر و مد، مرکزفورس[7] در این کشور با ظرفیت 64 مگاوات یکی از بزرگترین مراکز در دنیا را به خود اختصاص داده است. با توجه به برنامه ریزی های انجام شده ، دولت میزان تولید این انرژی را در سال ۲۰۱۶ به 75 مگاوات ، در سال ۲۰۲۰ به 250 مگاوات و در سال ۲۰۳۰ به 2 گیگاوات تخمین زده است. با توجه به میزان کم روزهای آفتابی در کانادا، رشد سریع گسترش فوتو ولتاییک نیز در نواحی مختلف کانادا قابل توجه می‌باشد[۲۲].

۲-۵-کشور نروژ

نروژ کشوری است که در حوزه ی اسکاندیناوی واقع شده و تقریبا تمام انرژی تولیدی خویش را از نیروگاه های برق آبی بدست می آورد، لذا می توان نروژ را پا کترین تولیدکننده برق جهان دانست. نروژ بزرگترین کشور تولید کننده ی نفت در اروپا و دومین تامین کننده ی گاز طبیعی این قاره می باشد. این کشوربزرگترین ذخائر نفت در غرب اروپا را در اختیار دارد [23]. جالب است بدانیم که این کشور سومین کشور صادر کننده گاز در جهان است[24]. علاوه بر نفت، نروژ یکی از صادرکنندگان بزرگ برق در اروپا نیز می‌باشد.

[5] EGS
[6] Meager Mountain
[7] FORCE

با اینکه آب و هوای این کشور امکان بهره برداری مناسب از انرژی خورشیدی را ندارد، با اینحال به دلیل داشتن معادن غنی از سیلیکن، نروژ یکی از بزرگترین صادرکنندگان صفحات خورشیدی فوتوولتاییک در جهان است.
نکته ی حائز اهمیت در مورد این کشور این است که 96 %از انرژی های تولیدی این کشور از برق آبی و 4% مابقی آن از سوخت های فسیلی و انرژی بادی و زیست توده‌ها می باشد.

۳- آموزش دانشگاهی در کشورهای مذکور

طبق بررسی های انجام شده، آموزش انرژی های تجدید پذیر در کشورهای پیشرو بر پایه مشاهدات عملی - آزمایشگاهی و ارتباط با صنعت پایه ریزی شده است . کشورهای پیشرو در صنعت انرژی های تجدید پذیر به خوبی ارزش و اهمیت این مهم را درک نموده اند. لیست ارائه شده در پیوست آ نشان می دهد که کشور های پیشرو به این مهم دست یافته اند که آموزش تجدید پذیر بدون شرایط عملی، بدون آزمایشگاههای قوی و بدون راهنمایی و دستگیری بخش صنعتی با ارائه دوره های حرفه ای کار آموزی و کارورزی تلاشی بی هدف خواهد بود. لذا آموزش دانشگاهی بر اساس مشاهدات در این کشورها را می توان به سه دسته تقسیم نمود.

۳-۱کلاس ها یا دوره های عملی-تئوری

مباحث تجدید پذیر تئوریک خصوصا در سطوح کارشناسی در سطح وسیعی با آموزش عملی ادغام شده است. که این مهم علاوه بر درک درست مفاهیم به تثبیت و کاربردی شدن مطالب کمک خواهد نمود. در این راستا به عنوان نمونه، به مرکز Solar-Institute-Jülich(SIJ) آلمان می‌توان اشاره نمود.

۳-۱-۱-Solar-Institute-Jülich(SIJ) آلمان

این مرکز در سال ۱۹۹۲ به عنوان موسسه علمی مرکزی دانشگاه Fachhochschule Aachen تاسیس شد. هدف این موسسه توسعه راهکارهای فنی و عملی در زمینه های استفاده از انرژی های تجدید پذیر و کارآمد برای دانشجویان مهندسی است. دانشجویان تمام سطوح، به ویژه دوره کارشناسی می توانند از امکانات آزمایشی آن بهره ببرند. در یک دوره عملی که حداکثر به چهار ماه می کشد، دانشجویان در آزمایشگاه های پرتو افکنی خورشید، تولید گرمای خورشیدی، نیروی آبی، فتوولتائیک و نیروی بادی مشغول به کار می شوند.
این آزمایشگاه ها با استفاده از مدل کوچکی از هر نیروگاه درکی کلی از نحوه ی تولید انرژی های پاک و تجدید پذیر می دهد. یادگیری نحوه ی عملی کار کردن هر یک از نیروگاه های بادی و آبی و خورشیدی و استفاده از دانش تئوری در عمل و مشاهده ی بازدهی نیروگاه های پاک با استفاده از انرژیهای رایگان و پاک از نتایج این آزمایشگاه میباشد.

۳ ۲ آزمایشگاهای تحقیقاتی دانشگاهی

آزمایشگاههای حرفه‌ای همواره جایگاهی ویژه‌ای در تفهیم مفاهیم و پایداری مطالب در ذهن کاربر داشته است. لذا زمانی که علم به وادی عمل برسد، پتانسیل اجرایی شدن در صنعت را خواهد یافت. در اینجا صنعت دامنه گسترده‌تری یافته و رده‌های مدیریتی و تصمیم‌گیری را نیز شامل می‌گردد. مدیری که برای صنعت تجدیدپذیر تصمیم‌های اساسی اتخاذ می‌نماید، باید از دانش انرژی های تجدیدپذیر برخوردار باشد. این دانش بدون مشاهدات و جالش‌های عملی کامل نمی‌گردد. اکثریت دانشگاههایی که در حوزه تجدید-پذیر فعالیت می‌کنند، مجهز به آزمایشگاههای تخصصی می‌باشند. نکته قابل تامل در این آزمایشگاهها ایجاد فضای آزمایشگاهی تخصصی برای استفاده مستقیم دانشجویان می‌باشد. چنانچه دانشجویی طرح، ایده و یا هدفی در ذهن داشته باشد، بدون انجام امور اداری وقت‌گیر می‌تواند اجازه ورود به آزمایشگاه را گرفته و به دستاوردهای گران‌بهایی نائل گردد. در ذیل به عنوان نمونه، به آزمایشگاه انرژی باد دانشگاه واترلو (کانادا) اشاره می‌گردد.

۳-۲-۱ آزمایشگاه انرژی باد دانشگاه واترلو کانادا

دانشگاه واترلو واقع در ایالت انتاریو کانادا می‌باشد. گروه انرژی باد این دانشگاه مجهز به تونل بادی است که قابلیت آزمایش‌های توربین باد را دارا می‌باشد. ابعاد این تونل باد به گونه‌ای طراحی شده است که توربین‌های بادی تا ظرفیت ۲ کیلووات را می‌توان برای تست نصب نمود. شش فن، هوای ورودی به تونل باد را تامین می‌کند. توربین باد نصب شده قابل اتصال به وسایل اندازه گیری پیشرفته بوده تا پدیده‌های وابسته به توربین‌های بادی را در ابعاد واقعی سه بعدی مورد آزمایش و بررسی قرار دهد. لذا دانشجویان با واقعیات مربوط به توربین های باد، فراتر از مطالعات تئوری درگیر شده و دیدگاه‌های واقعی و صنعتی می‌یابند.

۳-۳- دوره های کار آموزی و کارورزی حرفه ای

در راستای آموزش عملی دانشجویان، شرکت ها و مراکز تحقیقاتی حوزه تجدید پذیر اقدام به جذب دانشجویانی در قالب برنامه های کاراموزی می کنند. در این دوره ها، علاوه بر گسترش انرژی های تجدید پذیر، نیازهای تخصصی مراکز و شرکتها براورد می گردد. هدف اصلی این برنامه آن است که افراد دانشگاهی با پیش زمینه تحصیلات دانشگاهی تجربه تحصیل خود را با اجرای کارهای عملی بهبود ببخشند که خود می‌تواند برای سازمان مفید باشد، زیرا کاندیدا هایی از همین افراد می‌نوانند در آینده در زمینه‌های مختلف به سازمان کمک کنند. به طور خلاصه دوره های کار آموزی و کارورزی با اهداف ذیل برای دانشجویان طراحی شده است.

- ایجاد دید تجاری در زمینه نوآوری
- توسعه سریع توانایی در صنعت به شدت در حال توسعه انرژی‌های پاک
- یاد گیری از تیم های محلی و بین المللی مجرب
- همکاری در پروژه‌های محلی و جهانی
- یاری به مدیر پروژه های اجرایی
- افزایش راندمان در کار گروهی و کار مستقل
- تحقیقات عمومی در زمینه انرژی های نو

از آنرو می‌توان این دوره های کارورزی را حرفه ای نامید، که شرکتها و موسسات تضمین کننده افزایش سطح دانش عملی و صنعتی کارورزان می باشند به عنوان مثال می توان به شرکت SgurrEnergy اشاره نمود.

۳-۳-۱- شرکت SgurrEnergy

این سازمان یک مشاور بین المللی در زمینه انرژی تجدید پذیر است و از پیشروان نوآوری در زمینه تکنولوژی‌های باد، خورشید، آب و زیست انرژی است. ولی مهم ترین مشاوره ی این شرکت ارائه ی مشاوره در جهت توربین های قابل نصب در دریا می باشد. علاوه بر این اطلس های بادی محلی مورد

نیاز را نیز ارائه می‌کند. این شرکت مدعی می باشد که کارورزان در این شرکت به تجربیات ذیل دست خواهند یافت:

- مدیر پروژه را در پروژه‌های نصب توربین بادی در خشکی و دریا یاری می‌رساند،
- کار با گروهی مجرب برای ارزیابی جنبه‌های تکنیکی پروژه‌های توربین بادی مانند برآورد هزینه،
- تحلیل و ارزیابی عملکرد مزرعه‌های بادی،
- ارزشیابی باد.

واقعیت آن است که کارآموز حتی اگر در یکی از عناوین ادعا شده کسب تجربه نماید، توانمندی قابل ذکری را در ادامه زندگی حرفه ای خویش رقم زده است. دانش تجدید پذیر، به عنوان دانشی نو پا ولی حیاتی به شدت نیازمند چنین تجربه های گرانبهایی است که به واسطه ارتباط دو جانبه صنعت و دانشگاه ایجاد می گردد.

۴- نتیجه گیری

پنج کشور پیشرو در زمینه انرژی های تجدید پذیر (آلمان، چین، آمریکا، کانادا و نروژ) مورد مطالعه موردی قرار گرفتند. در راستای بحث آموزش و فرهنگ سازی، پاره ای از ویژگیهای کشورهای مطرح در راستای الگو سازی برای ایران در خور تامل می باشد که به پاره ای از آنها می توان اشاره نمود. کشور آلمان با جمعیتی نزدیک به ایران، با مساحتی بسیار کمتر از ایران، و سرزمینی با بهره بسیار کم از آفتاب، پیشرفتی چشمگیر در زمینه استفاده از انرژی پاک خصوصا در زمینه بادی و خورشیدی داشته است. از آنجایی که ایران کشوری کویری و نیمه خشک است (به طوری که برخی از شهرهای ایران پتانسیلی معادل ۲۸۰ روز هوای افتابی دارند)، این کشور می تواند الگوی خوبی از پیشرفت چشم گیر در طی این سال ها به خصوص در زمینه صنعت انرژی های خورشیدی باشد.

کشور چین و آمریکا به واسطه وسعتی که دارند، از لحاظ آب و هوایی دارای تنوع گسترده ای می باشد. این نکته برای کشور ما که به کشوری چهار-فصل شهرت دارد، بسیار حائز اهمیت است. رابطه ی اقتصادی ایران در دنیا با هیچ کشوری به اندازه چین، چه از لحاظ حجم مبادلات و چه از لحاظ تکنولوژی تا این حد قوی نیست. به همین دلیل تبادل تجربیات در زمینه بکار گیری این تکنولو ژی راحتتر و سریع تر صورت می گیرد. ساختار آب و هوایی و گسترده بودن کشور کانادا عاملی در جهت پراکندگی جمعیت در مناطقی با فاصله هایی زیاد از هم شده است. کانادا در راستای استفاده از انرژی های تجدید پذیر در چنین مناطقی پیشرفت چشم گیری داشته است. لذا الگوی مناسبی در جهت انتقال انرژی به مناطق محروم می باشد. نروژ به عنوان کشوری با ذخائر غنی نفت و گاز مطرح می باشد. این کشور به جای استفاده از سوخت های فسیلی و فروش آن به صورت خام، محصولات پتروشیمی را با ارزش افزوده ی بسیار بالاتر از نفت خام صادر می کند وبیشترین انرژی مورد نیاز خود را از نیروگاههایی با سوخت تجدید پذیر تامین می کند. درآمد ناشی از فروش محصولات پتروشیمی در این کشور صرف زیرساخت ها می شود.

مطالعات نشان می دهد که همراه با روند رو به رشد صنعت تجدید پذیر در کشورهای مورد مطالعه، فعالیت آزمایشگاه ها و مراکز تحقیقاتی نیز در راستای هدف افزایش ظرفیت تولید گسترش پیدا کرده است. حضور چنین آزمایشکاهها و مراکزی لازمه تثبیت دانش تؤری برای دانشجویان بوده و این توانمندی را به دانشجویان میدهد که مصلت تر و با درک بهتری وارد بازار کار شوند. بررسی کیفیت فعالیتهای آزمایشگاه ها و مراکز موجود بیان کننده آن است که این مراکز نیاز دانشجویان خصوصا در دوره های کارشناسی را به گونه ای بر طرف می نماید که پیوند قوی بین تئوری و عمل را تامین می کند. وجود دوره های حرفه ای کار آموزی و کارورزی نیز نشان می دهد که دوره های عملی پارامتری موثر بر تثبیت داده های علمی می باشد. نتیجه آنکه، مفاهیم فرهنگ تجدید پذیر و ضرورت آن در شخصیت نیروهای مستعد کار نهادینه گشته تا نیازهای آینده انرژی های تجدید پذیر تامین گردد.

پیوست آ

لیست شرکتها، مراکز تحقیقی و آزمایشگاههای صاحب نام که رابطه مستقیم با آموزش انرژی های تجدید پذیر دارد.

آ -۱-کشور آلمان

1- Praktikum im Bereich Online-Marketing & Redaktion[1]
2- International Renewable Energy Agency (IRENA)[2]
3- RWE[3] group[4]
4-Apricum[5]

آ-۲- کشور چین:

1-China energy group
2-Key laboratory of renewable energy Chinese academy of sciences
3-North China Electric Power University
4-China Agricultural University's Energy Engineering and Low Carbon Technology Lab/Renewable Resources Lab
5-Dalian National Laboratory will focus on reducing carbon emissions from coal.
6-Xi'an Jiaotong-Liverpool University
7-Gansu Natural Energy Research Institute

آزمایشگاه های اصلی زیر مجموعه وزارت آموزش چین:

۱- آزمایشگاه اصلی نظارت بر شرایط و کنترل برای تجهیزات نیروگاه ها
۲- مرکز تحقیقات مهندسی ذخیره انرژی
۳- آزمایشگاه های اصلی در سطح ایالتی و مربوط به وزارت خانه ها

[1] مشاوره در زمینه استفاده از انرژی های تجدید پذیر در مصرف ساختمانی و محل کسب و کار ارائه میدهند.

[2] ایرنا یک سازمان دولتی آلمانی است که کشورها را به سمت انرژی تجدید پذیر برای آینده سوق می‌دهد و در این راستا از آن‌ها حمایت می‌کند.

[3] Rheinisch westfalisches elektrizitatswerk

[4] توانایی عملیاتی کردن پروژه ها مانند برنامه ریزی، ساخت و اجرای تاسیساتی که از انرژی‌های تجدیدپذیر تولید قدرت می‌کنند را دارد. هدف اصلی این شرکت گسترش وسیع انرژی تجدیدپذیر در اروپاست.

[5] سازمان مشورتی مدیریت استراتژیک انرژی پاک با تمرکز ویژه در بخش تکنولوژی انرژی‌های تجدیدپذیر که به شرکت‌ها و مخترعین در کل جهان در استراتژی طراحی نیز مشورت می‌دهد.

۴- آزمایشگاه امنیت انرژی و بهره وری پاک پکن
۵- مرکز تحقیقات برای گسترش انرژی پکن
۶- آزمایشگاه اصلی بازبینی نشر و کنترل برای تولید انرژی گرمایی

مراکز و شرکت های فعال در زمینه کارآموزی :

7- CRCC Asia[1]
8- (GI2C) Renewable Energy, Solar Energy
9- Internship Network Asia by Hutong School
10- IRENA
11- SHANGHAI Sustainability and Green Energy Internships

آ-۳- کشور آمریکا:

آزمایشگاه های تحقیقاتی مطرح دانشگاهی در حوزه انرژی های تجدید پذیر:

1-Renewable Energy and Vehicular Technology Lab (REVT)[2]
2-The Living Laboratory[3]
3-Renewable Energy Research Laboratory[4]
4-Renewable Energy Analysis Lab[5]
5-Energy Technology Innovation Lab[6]

آ-۴ کشور کانادا:

آزمایشگاه های تحقیقاتی مطرح دانشگاهی و مراکز تحقیقاتی مرتبط با دانشگاه در حوزه انرژی های تجدید پذیر:

1-CERL(clean energy research laboratory) University of Ontario
2-Western University
3-Office of Energy Research and Development (OERD), National resources
4-University of northern British Columbia (UNBC)
5-Ottawa Research Centre
6-University of Waterloo
7-Clean energy research center (University of Northern British Columbia)
8-Varennes (QC) Research Centre
9-Lambton Energy Research Centre

[1] بیشترین فعالیت در زمینه فرهنگی و جنبه های اقتصادی انرژی پذیررا دارا می باشد.
[2] وابسته به دانشگاه دالاس در تگزاس
[3] در دانشگاه UCLA واقع در لس آنجلس
[4] تکنولوژی های تبدیل، به‌کارگیری و ذخیره انرژی در سیستم های خورشیدی، باد، سلول های سوختی و هیبریدی را در بر می‌گیرد.
[5] متعلق به دانشگاه واشنگتن و در زمینه طراحی بهینه نیروگاه های تجدیدپذیر فعالیت میکند
[6] در دانشگاه ایالتی اورگان آمریکا واقع است.

آ-۵- کشور نروژ:

1-**NTNU** (The Norwegian University of Science and Technology)[7]
2-**SFFE** (Centre for Renewable Energy)
3-**SINTEF** (The Foundation for Scientific and Industrial Research)[8]
4-**IFE** (Institute for Energy Technology)[9]

5- منابع و مراجع

[1] آمار تفصیلی صنعت برق ایران، ویژه مدیریت راهبردی در سال ۱۳۹۴، شرکت مادر تخصصی توانیر، معاونت منابع انسانی و تحقیقات، پایگاه خبری صنعت برق

[۲] وزارت نیرو، سازمان انرژی های نو ایران (سانا)

[3] N. Hoshangi, A.A. Allesheikh, H. Helali, Regional Assessment of Solar Radition Potentioal by Evaluation and Optimization of interpolation Methods in Iran, Journal of regional planning, 2015 , Volume 4 , Number 16

[4] Renewable energy sector in the EU: its Employment and Export Potential, A Final Report to DG Environment, ECOTEC Research & Consulting Limited, United Kingdom, 2002

[5] IRENA, REmap 2030: A Renewable Energy Roadmap, June 2014. IRENA, Abu Dhabi. www.irena.org/remap

[6] T. Grigoleit and, D. Lenkeit, The Renewable Energy Industry in Germany A glance at industry promotion policies in selected energy sectors, 2012

[7] B. Burger, Power Generation from Renewable Energy in Germany – Assessment of 2015, FRAUNHOFER institute for solar energy system ISE, 2016.

[8] I. Aigner, S. Gabriel, National Biomass Action Plan for Germany, Biomass and Sustainable Energy Supply,2009.

[9] Rose, A. China's solar capacity overtakes Germany in 2015, industry data show. Reuters, 2016

[7] دانشگاه علم و فناوری نروژ بزرگترین موسسه آموزشی دانشجویان در سطوح بالا در مسائل مرتبط با انرژی در این کشور است. این دانشگاه خود را در به حداقل رساندن اثرات زیست محیطی در توسعه منابع انرژی موجود و به طور عمده، سرمایه گذاری در تحقیقات مرتبط با منابع انرژیهای تجدیدپذیر، راهکار های نگهداری(انباشت) انرژی، مصرف انرژی و انتقال آن متعهد می داند.

[8] مرکز تحقیقات علم و صنعت بزرگترین سازمان تحقیقاتی مستقل در اسکاندیناوی می باشد.

[9] در موسسه فناوری انرژی پروژه های مختلفی در زمینه انرژی های تجدیدپذیر، بخصوص انرژی های بادی و خورشیدی صورت می گیرد. این مرکز تحقیقاتی ارتباط تنگاتنگی با حوزه های صنعتی دارد و هرساله در کنفرانس های بین المللی حضوری فعال از خود نشان داده است.

[10] Timperley, J. Chinese solar capacity outshone Germany's in 2015, Businessgreen, 2016 [http://www.businessgreen.com]
[11] Walker L., US Replaces China as Top Clean Energy Investor, Environmental Leader, 2012.
[12] J. A. Mathews and H. Tan, Economics: Manufacture renewables to build energy security, Nature, 2014
[13] C. Davis., Size key to success in solar panel sector,. New York (China Daily), 2013
[14] DavorH, China – hydropower as the right solution [http://www.our-energy.com/china_hydropower_as_the _right _solution.html], 2015
[15] Independent Statistics & Analysis, Table 1.14.A, www.eia.gov, U.S. Department of Energy Washington, DC 20585, March 2016
[16] S. Mufson, polar power project in Mojave Desert, Washington Post Staff Writer, 2010
[17] Independent Statistics & Analysis, Table 1.10.B, www.eia.gov, U.S. Department of Energy Washington, DC 20585, May 2016
[18] Renewable Energy Sources—hydropower, biomass, ethanol, biodiesel, wind, geothermal, and solar, 2014 [http://www.eia.gov/energyexplained]
[19] G. Bredehoeft, The Outlook for Renewable Electricity in the United States For 2014 EIA Energy Conference, Washington, DC, July 2014
[۲۰] خبرگذاری تسنیم، رشد ۷برابری تولید انرژی برق آبی در ایران نسبت به متوسط جهانی در سال ۲۰۱۲، شناسه خبر: ۷۸۸۳۴ سرویس: اقتصادی خرداد ۱۳۹۲
[21] Skelton, C. Geothermal energy could meet half of B.C.'s electricity needs, researcher says, The Vancouver Sun.
[22] Obermann, E and Kutney T, OES Annual Report, CANADA, Ocean energy policy, 2014
[23] *Oil & Gas Journal*, Worldwide Look at Reserves and Production, p. 32, 2014
[24] Norway Energy Policy, Laws and Regulations Handbook Volume 1, strategic information and basic laws, IBP, Inc. - Business & Economics- 308 pages - 2015