Archive of SID

امکان و لزوم استفاده از بیو گاز در ساختمان

سید علی اکبر موسویان[1]، مهرداد جوادی[2]، محمد میرزائی، امین غلامی

تحت حمایت شرکت بهینه سازی مصرف سوخت

دانشگاه آزاد اسلامی-واحد تهران جنوب

چکیده:

با توجه به رشد جمعیت، رشد صعودی مصرف انرژی، محدودبودن منابع انرژی، افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای و پیامدهای آن بر محیطزیست لزوم استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر بر کسی پوشیده نیست. ساختمان به عنوان یکی از مصرف‌کنندگان عمده انرژی که حدود ۴۰٪ از انرژی تولیدی کشور در آن مصرف می‌شود، از این امر مستثنی نیست. در این مقاله تلاش شده است، زیست‌توده و بیوگاز و تکنولوژی استفاده از آن معرفی شود. با توجه به تکنولوژی ساده بیوگاز نسبت به سایر انرژی‌های تجدیدپذیر و همچنین وجود مواد اولیه آن در کشور پتانسیل استفاده از بیوگاز بررسی می‌شود. در ادامه امکان استفاده از انرژی‌های بیوگاز در ساختمان بررسی و شیوه‌های قابل استفاده معرفی می‌گردد. نمونه‌ای از استفاده از بیوگاز در یک ساختمان در ایالات متحده ارائه و بررسی می‌گردد. در آخر با توجه به مطالب ارائه شده می‌توان نتیجه که گرفت استفاده از بیوگاز از اولویت‌های انرژهای تجدیدپذیر در ساختمان می‌باشند.

کلمات کلیدی: انرژی تجدیدپذیر، ساختمان، بیوگاز، انرژی خورشیدی

سید علی اکبر موسویان، استاد دانشگاه‌صنعتی‌خواجه‌نصیرالدین‌طوسی، دکترا.
مهرداد جوادی، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی- واحد تهران‌جنوب، دکترا.

www.SID.ir

Archive of SID

۱-مقدمه:

باتوجه به رشد جمعیت، رشد صعودی مصرف انرژی، محدودبودن منابع انرژی، افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای و پیامدهای آن بر محیط‌زیست لزوم استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر برکسی پوشیده نیست. بنابراین بشر همواره به دنبال استفاده از روش‌های گوناگونی در تولید و ذخیره انرژی‌های تجدیدپذیر بوده و به طور سنتی و ابتدائی از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده کرده است. با رشد علم و پیشرفت تکنولوژی استفاده از آن ابعاد جدید و وسیعی به خود گرفته است.

به طورخلاصه می‌توان از روش‌های زیر جهت تولید و ذخیره انرژی‌های تجدیدپذیر نام برد:۱-زیست‌توده۲-انرژی خورشیدی ۳-جزر و مد ۴-پیل‌سوختی ۵-پیزوالکتریک ۶-زمین‌گرمائی ۷-انرژی بادی ۸-پمپ حرارتی با منبع زمینی ۹-نیروگاه اسمزی و ... بر اساس آمارهای موجود ۱۳,۳٪ از انرژی اولیه جهانی در سال ۲۰۰۵ از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر تامین شده است که در این میان سهم انرژی زیست‌توده ۷۹,۹٪، انرژی برق آبی ۱۶,۵٪، انرژی زمین گرمایی ۳,۱٪، انرژی خورشیدی ۰,۲۹٪، انرژی‌بادی ۰,۴۸٪ در کنار سهم ناچیزی برای انرژی جزرومد و امواج بوده است. همچنین در آن سال انرژی تجدیدپذیر دومین منبع تامین‌کننده برق جهان با ۱۷,۹٪ سهم بوده است که ۱۶,۱٪ از برق جهان با برق آبی، ۱٪ با زیست‌توده و ۰,۸٪ توسط سایر منابع تجدیدپذیر تامین شده است. در سال ۲۰۰۵ مجموع ظرفیت نصب شده انواع نیروگاه‌های زیست‌توده در جهان به بیش از ۴۴۰۰۰ مگاوات و میزان برق تولیدی نیز بیش از ۲۵۰ تراوات ساعت رسیده است؛[۱].

در بخش‌های بعدی به اختصار در زمینه نحوه کارکرد و پتانسیل استفاده از آن بحث می‌شود. و امکان استفاده از آن‌ها در ساختمان‌ها بررسی می‌شود. با توجه به مباحث مطرح شده می‌توان نتیجه گرفت پتانسیل استفاده از زیست‌توده بیشتر از سایر انرژی‌های تجدیدپذیر است.

۲-زیست توده (Biomass):

بطورکلی کلیه زباله‌هایی که منشاءزیستی داشته باشند و از تکثیر سلولی پدید آمده باشند بیوماس نامیده می‌شوند. به عنوان نمونه می‌توان به ضایعات کشاورزی، زباله‌های شهری، فاضلاب‌های شهری، بسیاری از فاضلاب‌های صنعتی و فضولات دامی اشاره نمود؛[۲]. بیوماس بزرگترین منبع بالقوه انرژی تجدیدپذیر می‌باشد. فراوانی مناسب، دسترسی آسان و مزایای اقتصادی-زیست‌محیطی باعث شده است که زیست‌توده جایگاه مناسبی را در میان انرژی‌های‌نو در جهان داشته باشد؛[۳]. بر مبنای آخرین آمار ارائه شده (۲۰۰۹م) کشورهای برتر تولیدکننده انرژی از منابع زیست‌توده عبارتند از: آمریکا، برزیل، فیلیپین، آلمان، سوئد و فنلاند. زیست‌توده همچنین در تولید سرما، سوخت‌های موردنیاز برای حمل‌ونقل و تولید انرژی‌الکتریکی نیز استفاده دارد. مجموع تولید انرژی الکتریکی در پایان سال ۲۰۰۷ م از منابع زیست‌توده در کل کشورهای جهان به حدود بیش از ۵۲ گیگاوات تولید انرژی الکتریکی با رشدی برابر ۲ گیگاوات نسبت به سال ۲۰۰۸، بالغ گردیده است. هم اکنون حدود۱۵میلیون سامانه کوچک خانگی در چین و حدود ۳,۵میلیون از این دست در هند، نیازهای مردم این کشورها را از بیوگاز تولید شده از سامانه‌های کوچک جهت رفع نیازها برای پخت‌وپز تا سوخت مورد نیاز به منظور تامین روشنایی محدود منازل و گرمایش را مرتفع می‌نماید. با بهره‌گیری از روش‌های مختلف می‌توان از منابع زیست‌توده انرژی تولید کرد که از آن جمله می‌توان به روش‌های زیر اشاره کرد. براساس بررسی‌های صورت گرفته توسط وزارت نیرو در سال ۲۰۰۲م، پتانسیل منابع زیست‌توده کشور به میزان ۱۳۲میلیون بشکه معادل نفت خام محاسبه گردیده که زائدات کشاورزی-جنگلی، فضولات‌دامی، زباله‌های شهری، پسماندهای صنایع و فاضلاب‌ها به ترتیب اولویت قرار دارند. موسسه DLR آلمان نیز پتانسیل اقتصادی زیست‌توده برای تولید برق را تا سال ۲۰۵۰م، به میزان ۳۵۰۰ مگاوات محاسبه و ارائه نموده است؛[۴].

www.SID.ir

Archive of SID

با بهره‌گیری از روش‌های مختلف می‌توان از منابع زیست‌توده انرژی تولید کرد که از آن جمله می‌توان به روش‌های زیر اشاره کرد.

- **پیرولیز:** در این فرایند زیست‌توده را به دور از هوا یا در مجاورت هوای کم حرارت می‌دهند، حاصل آن زغال، سوخت مایع و گازهای قابل سوختن می‌باشد.
- **احتراق مستقیم:** سوزاندن زیست‌توده و استفاده از حرارت شعلهٔ گازهای حاصل از احتراق
- گازی سازی: زیست‌توده را در مجاورت هوای کافی حرارت می‌دهند که منجر به تولید گاز مصنوعی می‌شود.
- **سوخت‌زیستی(biofuels):** این سوخت در فرایندی خاص از منابع زیست‌توده سلولزی (ضایعات کشاورزی، پسماندهای جنگلی، گیاهان چوبی، دانه های گیاهی و زباله های جامد) تولید می‌شود تا بعنوان سوخت مورد استفاده قرار گیرند.
- **هضم بیهوازی:** در این فرایند مولکولهای آلی درشت زنجیر توسط میکروارگانیسمهای بی‌هوازی شکسته شده و به مولکول‌های ساده‌تر تبدیل می گردد. حاصل نهایی این فرایند گازی است قابل اشتعال که بیوگاز نام دارد؛[۵].

بیوگاز: بیوگاز به گازهای تولید شده در اثر تخمیر و تجزیه بی‌هوازی مواد آلی بوسیله باکتری‌های بی‌هوازی بویژه متان‌زا که در یک محفظه تخمیر بوجود می‌آیند، اطلاق می‌شود. بیوگاز سوخت تمیزی است که ایجاد آلودگی زیست‌محیطی نمی‌کند. قسمت اعظم این گاز عموما از متان و گاز کربنیک تشکیل شده است نکته بسیار قابل توجه انرژی حاصله از سوزاندن بیوگاز ۳۰ تا ۴۰ ٪ از انرژی سوزاندن مستقیم موادی که از آنها در بیوگاز تولید می‌گردد بیشتر است و ارزش گرمایی آن ۶۰۰ بی‌تی‌یو بر فوت مکعب(۶,۱ کالری بر لیتر) می باشد. در حال حاضر بیوگاز بعنوان یکی از منابع عمده تأمین انرژی در دنیا مطرح است و این گاز را هم‌بطور مستقیم در تأمین انرژی حرارتی و روشنایی و هم بعنوان یک گزینه مناسب برای استفاده در مولدهای احتراق داخلی، میکروتوربین‌ها، پیل‌های سوختی و... جهت تولید برق مورد استفاده قرار می‌دهند.

انواع اصلی دستگاه‌های بیوگاز عبارتند از:

۱-دستگاه‌های بیوگاز با مخزن شناور گاز که به نوع هندی معروف هستند. در این دستگاه‌ها مخزن گاز بطور مستقیم درون پساب مخزن هاضم شناور است. این دستگاه‌ها معمولاً برای هضم فضولات دامی و انسانی که روزانه به درون دستگاه هاضم وارد می‌گردند، ساخته می‌شوند و نحوه کار با این نوع دستگاه‌ها ساده است. در سقف محفظه جمع‌آوری گاز، شیر برداشت نصب شده و تا محل مصرف لوله‌کشی می‌شود. هزینه ساخت این نوع سیستم ۴۰ ٪ بیشتر از سیستم چینی می‌باشد.

۲-دستگاه‌های با مخزن گنبدی ثابت به نوع چینی معروف هستند و گاز در آن‌ها در بالاترین قسمت مخزن هاضم جمع می‌گردد. زمانی که تولید گاز آغاز می‌گردد، پساب موجود در مخزن هاضم به سوی حوضچه خروجی جابجا می‌شود و هر چه میزان گاز تولیدی بیشتر شود، فشار آن در مخزن افزایش می‌یابد؛[۶].

جدول(۱): دسته بندی بیو ماس موجود در ایران[۶]

ردیف	منبع	معادل میلیون بشکه نفت خام
۱	زائدات کشاورزی و جنگلی	۷۴
۲	زباله‌های شهری	۱۵
۳	فاضلاب شهری	۲

www.SID.ir

Archive of SID

۴	فاضلاب صنعتی	۵,۵
۵	فضولات دامی	۳۶

نتایج اصلی ایجاد دستگاه‌های بیو گاز در سه قسمت اساسی خلاصه می‌گردد:

الف) تولید گاز متان جهت سوخت‌وسوز، روشنایی و تبدیل آن به انرژی‌های مکانیکی و الکتریکی

ب)تهیه کود که از نظر فسفر و پتاسیم و ازت بسیار غنی می‌باشد. و از بسیاری تخم انگل‌ها و بذر علف‌های هرزعاری است.

ج)کنترل آلودگی‌های زیست محیطی با متمرکز نمودن فضولات انسانی و حیوانی در مخزن تخمیر ؛[۶]

جدول(۲): بررسی پتانسیل تولید بیو گاز از منابع مختلف در کشور[۷]

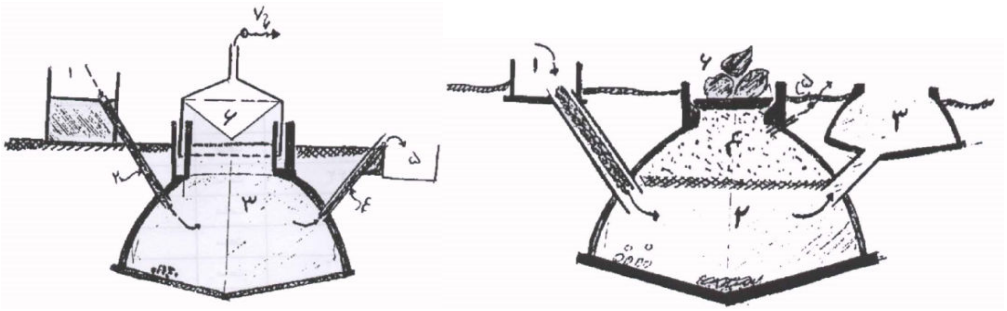
ردیف	نوع	میزان (هزار تن در سال)	پتانسیل تولید انرژی (میلیون متر مکعب)
۱	فضولات دامی	۷۴۹۴۶	۸۶۶۸
۲	زائدات کشاورزی	۲۳۱۴۷	۵۴۷۵
۳	فاضلاب‌های صنعتی	--	۵۸۱۲۷۹
۴	هاضم فرایند لجن فعال(جمعیت بیشتر از ۱۰۰هزار نفر)	--	۹۲۰۱۰۷
۵	تصفیه بی‌هوازی فاضلاب(جمعیت بیشتر از ۱۰۰هزار نفر)	--	۸۱۰۷۲۴۵

بیوگاز را می‌توان از تخمیر سه منبع تولید نمود:

- فضولات دامی و زائدات کشاورزی
- فاضلاب‌های شهری و صنعتی
- زباله‌های شهری؛[۵]

www.SID.ir

Archive of SID



شکل(۱) : دستگاه تولید بیوگاز مدل هندی (مدل سمت راست)- مدل چینی (مدل سمت چپ)

۳- تاریخچه بیوگاز در ایران

در ایران متاسفانه تولید بیوگاز به غیر از احتمالاتی که به سوخت متان در حمام شیخ بهایی اصفهان نسبت داده می‌شود، متاسفانه سابقه دیگر وجود ندارد. البته در سال‌های دهه ۱۳۶۰ توسط سازمان‌های، ارگان‌ها و مراکز آموزشی در این زمینه فعالیت‌هایی بدون پیگیری جدی انجام گرفته است.

تا آنجا که مشخص است اولین هاضم تولید گاز متان در ایران در روستای نیاز آباد لرستان در سال ۱۳۵۴ ساخته شد. این هاضم واحد کوچکی با گنجایش ۵ متر مکعب بود که برای یک خانواده روستایی ساخته شد. در سال ۱۳۵۹، دو هاضم کوچک آزمایشگاهی در دانشگاه بوعلی‌سینا همدان احداث گردید که با فضولات کشتارگاه تغذیه می‌گردید. یک واحد بیوگاز در سال ۱۳۶۱ در دانشگاه صنعتی شریف ساخته شد. حجم آن واحد ۳ مترمکعب بود که با فضولات گاوی تغذیه می‌گردید. پس از برگزاری سمیناری تحت عنوان، بررسی اماکن استفاده از انرژی‌های‌نو در ایران در اردیبهشت سال ۱۳۶۰، بیوگاز مورد توجه قرار گرفت. بنابراین در سال ۱۳۶۲ اولین هاضم‌های روستایی در استان سیستان و بلوچستان، ایلام و کردستان ساخته شد. در استان سیستان و بلوچستان در حدود ۱۰ هاضم با حجم های ۱۲ تا ۱۵ متر مکعب در بعضی از روستاها احداث گردید. اما بعد از چندی به دلیل نبودن برنامه‌ریزی صحیح، عدم همکاری بومیان و در بعضی موارد پایین بودن سطح فرهنگی و سطح زندگی مردم این اقدامات به شکست انجامید و در سال ۱۳۶۵ برنامه‌های بیو گاز تا حدود زیادی متوقف گردید؛[۸].

۴-ضرروت استفاده از بیو گاز در ایران

کمبود انرژی، وفور مواد فساد پذیر اعم از مایع یا جامد از یک سو و سادگی عمل با توجه به هزینه‌های کم و کاربرد متنوع دستگاه‌های بیوگاز از سوی دیگر سبب گردیده است تا ساختمان‌های آن‌ها در بسیاری از کشورها از جمله هند، نپال، ژاپن، چین و بسیار از کشورهای اروپایی به صورت تکنولوژی ساده و سنتی مورد بهره‌برداری قرار گیرد. در کشور ایران، اگر چه منابع انرژی به اندازه فراوان وجود دارد، اما طبیعی است که امکان دسترسی به این منابع در نقاط دور و محروم بدلیل کمبود نیروی ماهر فنی، ماشین آلات، کمبود راه مناسب، سختی حمل و نقل و .... بسیار مشکل است. در بعضی از شهرهای کشور ما نیز با توجه به مشکل دسترسی به نفت و گاز، مبادرت به سوزاندن درختان جنگلی و یا فضولات گاوی می کنند. ایجاد دستگاه‌های بیوگاز می‌تواند جوابگوی بسیاری از معضلات انرژی باشد. بدلیل کمبود و مشکلاتی که در زمینه انرژی‌رسانی روستایی وجود دارد، در روستاهای کشور کمبود انرژی محسوس می‌باشد. دور افتاده بودن و پراکنده بودن اکثر روستاها، وجود راه‌های ارتباطی بسیار ضعیف و صعب‌العبوربودن جاده‌ها در بعضی از نقاط کوهستانی کشور مانع بزرگ در رساندن مکانات به

www.SID.ir

Archive of SID

روستاها محسوب می‌گردد. علی‌الاصول به نظر می‌رسد تامین سوخت نه از طریق درختان جنگلی بلکه با استفاده از نفت و گاز در مرحله اول و ایجاد دستگاه‌های بیوگاز در مراحل بعدی برای مناطق محروم تا تاسیسات صنعتی شهرها می‌توانند به خوبی جوابگوی بسیاری از مشکلات اقتصادی-بهداشتی کشور باشد؛[۶].

۵-روش های استفاده از بیو گاز در ساختمان:

در قسمت‌های قبلی در زمینه روش‌های تولید بیوگاز بحث شد. اما شاید بیوگاز به تنهایی نیازهای انرژی یک ساختمان را تامین نکند. مهمترین عامل در این زمینه امکان ذخیره انرژی تولیدی می‌باشد. در زیر به برخی از این روش‌ها اشاره می‌شود. و در ادامه روش پیشنهادی در مرجع [۱۰]ارائه می‌گردد.

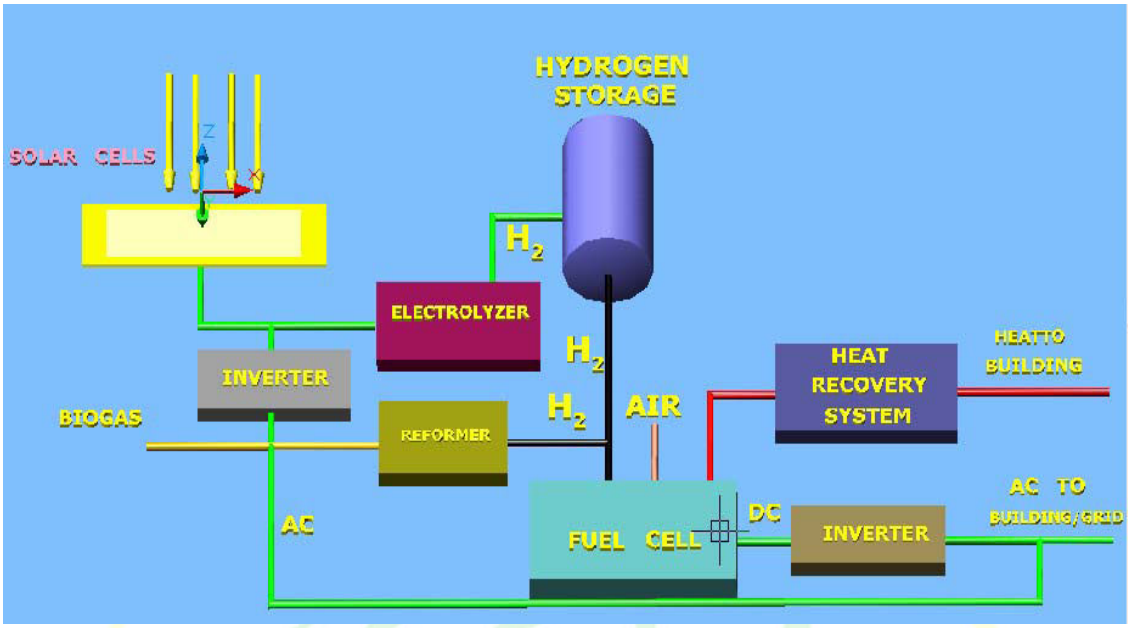
[۹]در کلیه روش‌های تولید انرژی‌های تجدیدپذیر باید به صورتی از انرژی ذخیره شود. فنون و روش‌های موجود یا در دست تحقیق تاکنون عبارتند از:

- روش الکتروشیمیایی در باطری‌ها
- تولید هیدروژن از طریق الکترولیز آب و استفاده از آن به عنوان سوخت بدون آلودگی(پیل سوختی)
- تولید هوای فشرده در یک کپسول
- پمپ ذخیرهٔ برق آبی
- ذخیرهٔ انرژی در چرخ لنگر (فلایویل)
- نمک مذاب
- انباره‌های انرژی مغناطیسی ابررسانا
- هوای مایع یا نیتروژن برودتی

روش‌پیشنهادی: اجزای تشکیل‌دهندهٔ سیستم انرژی جایگزین پیل‌سوختی-بیوگاز-سل خورشید عبارتند از: سیستم پیل‌سوختی، مبدل بیوگاز، مجموعه سل‌خورشیدی فتوولتائیک، الکترولایزر، مخازن ذخیرهٔ هیدروژن، اینورترهای AC/DC و سیستم خنک‌کننده. تصویر شماتیک این سیستم در شکل ۲ نشان داده شده است؛[۱۰].

www.SID.ir

Archive of SID



شکل(۲) : سیستم پیل سوختی- سل خورشیدی- بیوگاز ؛[۱۰]

در این سیستم، بیوگاز از ریفرمر عبور کرده و پس از دفع ناخالصی های آن، هیدروژن استخراج شده جهت تولید انرژی الکتریکی و گرمایی به استک پیل سوختی وارد می شود. اگر مقدار هیدروژن حاصل از فرایند ریفرمینگ بیشتر از مقدار مورد نیاز پیل باشد، هیدروژن اضافی در مخازن ذخیره می شود. از آنجا که برق تولیدی پیل سوختی از نوع مستقیم بوده و ولتاژ آن پایین می باشد. لذا در مسیر برق خروجی یک اینورتر AC/DC قرار داده می شود تا جریان مستقیم به جریان متناوب تبدیل شده و ولتاژ آن به ۲۲۰ ولت تبدیل شود تا قابل استفاده توسط وسایل خانگی باشد. حرارت تولیدی استک پیل سوختی نیز توسط یک سیستم مبدل گرمایی قابل استفاده است. چرخه ذکرشده تا این مرحله کامل بوده و به شرط وجود بیوگاز کافی می تواند برق و حرارت مورد نیاز را تامین نماید. در صورتیکه مقدار بیوگاز کافی نباشد می توان توسط پانلهای خورشیدی الکتریسیته تولید کرده و با استفاده از آن و الکترولایزر، آب را تجزیه کرده و در نهایت هیدروژن تولیدی را جهت مصرف در مواقع ضروری در مخازن ذخیره نمود. همچنین می توان از متان تولید شده نیز در جهت تولید برق و گرما استفاده کرد.

۶-نمونه آزمایشگاهی:

دانشگاه میدلبری آمریکا در سال ۲۰۰۴ خود را متعهد ساخت تا ۸٪ از انتشارات کربن خود را کاهش داده و تا سال ۲۰۱۶ این انتشارات را به صفر برساند. در راستای تحقق این هدف، استفاده انرژی زیست توده راه حلی کارا و موثر شناخته شده و بر روی سیستم‌های گرمایش و سرمایش با سوخت زیست‌توده سرمایه‌گذاری به عمل آمد. بعد از انجام مطالعات پتانسیل‌سنجی که توسط مرکز انرژی زیست‌توده انجام شد در سال ۲۰۰۷ دانشگاه میدلبری آمریکا ۱۱میلیون دلار برایساخت نیروگاه تبدیل به گاز زیست توده هزینه کرد. این سیستم گرمایش و سرمایش و همچنین بخشی از برق این کالج را تامین می کند. این کالج در سال ۲۰۰۴ تحقیقات خود را برای بکارگیری انرژی زیست‌توده آغاز نمود و پیش‌بینی‌های انجام شده حاکی از

www.SID.ir

Archive of SID

این بود که با جایگزینی میلیونها تن نفت مصرفی در سیستم گرمایش و سرمایش این کالج با ۲۰تا۲۱هزار تن خرده چوب در سال میزان استفاده از سوخت های فسیلی را به نصف خواهند رساند که به معنی صرفه‌جویی از هزینه‌ای نزدیک به ۲ میلیون دلار است؛[۱۱].

۷-نتیجه گیری:

پتانسیل استفاده از انرژی‌های باد، انرژی جزرومد، انرژی زمین گرمایی در تمام نقاط وجود ندارد. همچنین در مناطق محدودی در ایران که این پتانسیل وجود دارد. دانش، تکنولوژی و هزینه‌های استفاده آن ها بالا می باشد. بنابراین امکان استفاده از آن در مقیاس‌های کوچک و در ساختمان وجود ندارد. همچنین فناوری‌های نیروگاه اسمزی و پیزوالکتریک‌ها بسیارنو می‌باشد. و امکان استفاده آن در ایران تا چندین سال وجود ندارد. اما به دلیل در دسترس بودن مواد اولیه زیست توده و بیوگاز در ایران و تکنولوژی ساده و نسبتا ارزان آن‌ها پتانسیل استفاده از آن‌ها در ساختمان بیشتر از سایر انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد. تلفیق استفاده از انرژی‌های خورشیدی و زیست‌توده و بیوگاز و پمپ‌های‌حرارتی زمینی و سیستم های CHP در تولید الکتریسته و حرارت و همچنین پیل‌سوختی می‌توان صرفه‌جویی مصرف سوخت‌های فسیلی در ساختمان داشت که در حدود ۴۰٪ انرژی مصرفی کشور می‌باشد.

مراجع:

۱- شکیبی،خشایار.شعبانی کیا،اکبر. نظری،علی."بررسی و تعیین قابلیت تولید برق از منابع زیست توده ایران (به روش هضم بیهوازی)"

۲- قربانزاده،داریوش.کارزار جدی،مهدی ،مسعودی،رضا "معرفی نیروگاههای بیوماس و مزایای آنها"

۳- شعبانی کیا، اکبر. نظری،علی "بررسی پتانسیل کیفی استحصال انرژی از منابع زیست‌توده"

۴- نشریه سازمان انرژی های نو ایران سال سوم شماره ۱۵

۵- شعبانی کیا، اکبر. نظری،علی "بررسی فرآیند تولید برق از زائدات میادین میوه و تره بار مطالعهٔ موردی میدان میوه و تره بار مرکزی تهران"

۶- پذیرا،محمد. نجف پور،علی اصغر. کمانی،حسین "لزوم استفاده از بیو گازدر کشور ایران"

۷- قربانزاده،داریوش.کارزار جدی،مهدی ،مسعودی،رضا "معرفی نیروگاههای بیوماس و مزایای آنها"

۸- جعفری، نیلوفر. شیرودی،ابوالفضل سازمان انرژیهای نو ایران(سانا) "بیوگاز بعنوان یک حامل انرژی"

۹- بهنام،سعید. نورتقانی،عبدالمجید "بررسی کارآیی فن آوریهای انرژی خورشیدی در بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان"

۱۰- اصغری، سعید. خراسانی، محمدرضا. دانشمند، سعید. فقیه ایمانی، باقر "بررسی و طراحی سیستم پیل سوختی- بیوگاز – سل خورشیدی"

۱۱- "نشریه سازمان انرژی های نو ایران" سال دوم شماره ۹

www.SID.ir