

آخرین وضعیت انرژی‌های نو در ایران

کد موضوعی: ۳۱۰

شماره مسلسل: ۱۲۰۸۶

دفتر: مطالعات انرژی، صنعت و معدن

آذرماه ۱۳۹۰

به نام خدا

فهرست مطالب

۱	چکیده
۲	مقدمه
۳	۱. انرژی برق بادی
۷	۲. انرژی خورشیدی
۱۱	۳. انرژی زمین گرمایی
۱۳	۴. بیوماس و بيو گاز
۱۷	۵. پيل سوختی و هیدروژن
۲۰	۶. پروژه های نیروگاهی برق تجدیدپذیر غیردولتی
۲۱	نتیجه گیری و پیشنهاد
۲۱	منابع و مأخذ



آخرین وضعیت انرژی‌های نو در ایران

چکیده

استفاده از منابع جدید انرژی به جای منابع فسیلی امری الزامی است. سیستم‌های جدید انرژی در آینده باید متکی به تغییرات ساختاری و بنیادی باشد که در آن منابع انرژی بدون کربن نظیر انرژی خورشیدی و بادی و زمین گرمایی و کربن خنثی مانند انرژی بیوماس^۱ مورد استفاده قرار می‌گیرند. بدون تردید انرژی‌های تجدیدپذیر با توجه به سادگی فناوری‌شان در مقابل فناوری انرژی هسته‌ای از یک طرف و نیز به دلیل عدم ایجاد مشکلاتی نظیر زباله‌های اتمی از طرف دیگر نقش مهمی در سیستم‌های جدید انرژی در جهان ایفا می‌کنند. در هر حال باید اذعان داشت که در عمل عوامل متعددی به‌ویژه هزینه اولیه و قیمت تمام شده بالا، عدم سرمایه‌گذاری کافی برای بومی کردن و بهبود کارایی تکنولوژی‌های مربوطه، به حساب نیامدن هزینه‌های خارجی در معادلات اقتصادی، نبود سیاست‌های حمایتی در سطح جهانی، منطقه‌ای و محلی، نفوذ و توسعه انرژی‌های نو را بسیار کند و محدود ساخته است. ولی پژوهشگران و صنعتگران همواره تلاش خود را جهت رفع این مشکلات مبذول می‌دارند.

با توجه به وجود مناطق بادخیز در ایران، طراحی و ساخت آسیاب‌های بادی از ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح رایج بوده و هم‌اکنون نیز بستر مناسبی جهت گسترش بهره‌برداری از توربین‌های بادی فراهم می‌باشد. مولدهای برق بادی می‌تواند جایگزین مناسبی برای نیروگاه‌های گازی و بخاری باشند. مطالعات و محاسبات انجام شده در زمینه تخمین پتانسیل انرژی باد در ایران نشان داده‌اند که تنها در ۲۶ منطقه از کشور (شامل بیش از ۴۵ سایت مناسب) میزان ظرفیت اسمی سایت‌ها، با در نظر گرفتن یک راندمان کلی ۳۳ درصد، در حدود ۶۵۰۰ مگاوات می‌باشد و این در شرایطی است که ظرفیت اسمی کل نیروگاه‌های برق کشور، (در حال حاضر) ۶۰۰۰۰ مگاوات می‌باشد. در توربین‌های بادی، انرژی جنبشی باد به انرژی مکانیکی و سپس به انرژی الکتریکی تبدیل می‌گردد.

در زمینه انرژی خورشیدی، در کل کشور ۱۱ پروژه در حال بهره‌برداری و یا در حال اجرای مربوط به انرژی خورشیدی از طرف وزارت نیرو وجود دارد. جمع تولید برق خورشیدی کشور در

سال ۱۳۸۳، معادل ۱۴۰۲۰ کیلو وات بوده که این میزان تا پایان سال ۱۳۸۹ به ۶۷۰۰۰ کیلو وات رسیده است.

در حال حاضر ۲ پروژه زمین گرمایی در استان اردبیل در حال ساخت است که تا پایان سال ۱۳۸۹ پروژه نیروگاه زمین گرمایی مشکین شهر، ۵۰ درصد و پروژه احداث پکیج در اردبیل ۳۲ درصد پیشرفت داشته است. ساخت این دو پروژه از سال ۱۳۸۴ آغاز شده که به علت کمبود اعتبارات مورد نیاز در برنامه چهارم این پروژه تا پایان برنامه پنجم تمدید شد.

در حال حاضر کل ظرفیت اسمی نیروگاه های بیوگاز کشور ۱۸۶۰ کیلو وات، کل ظرفیت عملی ۱۶۶۵ کیلووات و تولید ناویژه ۵,۹۶۷ گیگاوات ساعت است.

مقدمه

طبق آمارهای به ثبت رسیده طی ۳۰ سال گذشته احتیاجات انرژی جهان به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. در سال ۱۹۶۰ مصرف انرژی جهان معادل $3/3 \text{ Gtoe}$ ^۱ بوده است. در سال ۱۹۹۰ این رقم به $8/8 \text{ Gtoe}$ بالغ شد که دارای رشد متوسط سالیانه $3/3$ درصد است و در مجموع ۱۶۶ درصد افزایش نشان می‌دهد و در حال حاضر مصرف انرژی جهان 10 Gtoe/Year بوده و پیش‌بینی می‌شود این رقم در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ به ۱۲ و ۱۴ Gtoe/Year افزایش یابد. این ارقام نشان می‌دهند که میزان مصرف انرژی جهان در قرن آینده بالاست و بالطبع این سؤال مهم مطرح است که آیا منابع انرژی‌های فسیلی در قرن‌های آینده، جوابگوی نیاز انرژی جهان برای بقا، تکامل و توسعه خواهند بود یا خیر؟

حداقل به دو دلیل عمده پاسخ این سؤال منفی است و باید منابع جدید انرژی را جایگزین این منابع کرد. این دلایل عبارتند از:

- محدودیت و در عین حال مرغوبیت انرژی‌های فسیلی، زیرا این سوخت‌ها از نوع انرژی شیمیایی متمرکز بوده و مسلماً کاربردهایی بهتر از احتراق دارند.
- مسائل و مشکلات زیست‌محیطی به‌طوری که امروزه حفظ سلامت لایه‌های جو به‌خصوص اتمسفر از مهمترین پیش‌شرط‌های توسعه اقتصادی پایدار جهانی به‌شمار می‌آید. از این رو دهه‌های آینده به‌عنوان سال‌های تلاش مشترک جامعه انسانی برای کنترل انتشار اکسید کربن، کنترل محیط زیست و در واقع تلاش برای تداوم انسان بر روی کره زمین خواهد بود.
- بنابراین استفاده از منابع جدید انرژی به جای منابع فسیلی امری الزامی است. سیستم‌های

1. Gigatone of Oil Enquiralent (Gtoe)



جدید انرژی در آینده باید متکی به تغییرات ساختاری و بنیادی باشد که در آن منابع انرژی بدون اکسید کربن نظیر انرژی خورشیدی و بادی و زمین‌گرمایی و مواد آلی خنثی مانند انرژی بیوماس مورد استفاده قرار می‌گیرند. بدون تردید انرژی‌های تجدیدپذیر با توجه به سادگی فناوری‌شان در مقابل فناوری انرژی هسته‌ای از یک طرف و نیز به دلیل عدم ایجاد مشکلاتی نظیر زباله‌های اتمی از طرف دیگر نقش مهمی در سیستم‌های جدید انرژی در جهان ایفا می‌کنند. در هر حال باید اذعان داشت که در عمل عوامل متعددی به‌ویژه هزینه اولیه و قیمت تمام شده بالا، عدم سرمایه‌گذاری کافی برای بومی کردن و بهبود کارایی تکنولوژی‌های مربوطه، به حساب نیامدن هزینه‌های خارجی در معادلات اقتصادی، نبود سیاست‌های حمایتی در سطح جهانی، منطقه‌ای و محلی، نفوذ و توسعه انرژی‌های نو را بسیار کند و محدود ساخته است. ولی پژوهشگران و صنعتگران همواره تلاش خود را جهت رفع این مشکلات مبذول می‌دارند.

به‌طور کلی عمده فعالیت‌های مربوط به احداث پایلوت‌های سازگار با محیط زیست در ایران با به کار بردن منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و اجرای پروژه‌های مهندسی و انجام خدمات مشاوره‌ای و مدیریت بر طرح‌ها، در چند بخش ذیل متمرکز شده است که در ادامه به توضیح اجمالی هر یک پرداخته می‌شود.

۱. انرژی برق بادی

به‌منظور شناخت دقیق محدودیت‌ها، موانع و امکانات موجود در جهت استفاده از منابع انرژی در کشور، ضروری است. میزان بهره‌برداری از پتانسیل‌های موجود انرژی و روند تحولات حامل‌های انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور نیز به روش علمی و دقیق محاسبه و ارزیابی گردد.

کشور ایران از لحاظ منابع مختلف انرژی یکی از غنی‌ترین کشورهای جهان محسوب می‌شود، زیرا از یک‌سو دارای منابع گسترده سوخت‌های فسیلی نظیر نفت و گاز است و از سوی دیگر دارای پتانسیل فراوان انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله باد است.

با توسعه نگرش‌های زیست‌محیطی و راهبردهای صرفه‌جویانه در بهره‌برداری از منابع انرژی‌های تجدیدناپذیر، استفاده از انرژی باد در مقایسه با سایر منابع انرژی مطرح در بسیاری از کشورهای جهان رو به فزونی گذاشته است. استفاده از تکنولوژی توربین‌های بادی به دلایل زیر می‌تواند یک انتخاب مناسب در مقایسه با سایر منابع انرژی تجدیدپذیر باشد:

۱-۱. قیمت پایین توربین‌های برق بادی در مقایسه با دیگر صور انرژی‌های نو

کمک در جهت ایجاد اشتغال در کشور

عدم آلودگی محیط زیست در کشورهای پیشرفته نظیر آلمان، دانمارک، آمریکا، اسپانیا، انگلستان و بسیاری کشورهای دیگر، توربین‌های بادی بزرگ و کوچک ساخته شده است و برنامه‌هایی نیز جهت ادامه پژوهش‌ها و استفاده بیشتر از انرژی باد جهت تولید برق در واحدهایی با توان چند مگاواتی مورد مطالعه است.

در ایران نیز با توجه به وجود مناطق بادخیز، طراحی و ساخت آسیاب‌های بادی از ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح رایج بوده و هم‌اکنون نیز بستر مناسبی جهت گسترش بهره‌برداری از توربین‌های بادی فراهم است. مولدهای برق بادی می‌تواند جایگزین مناسبی برای نیروگاه‌های گازی و بخاری باشند. مطالعات و محاسبات انجام شده در زمینه تخمین پتانسیل انرژی باد در ایران نشان داده‌اند که تنها در ۲۶ منطقه از کشور (شامل بیش از ۴۵ سایت مناسب) میزان ظرفیت اسمی سایت‌ها، با در نظر گرفتن یک راندمان کلی ۳۳ درصد، در حدود ۶۵۰۰ مگاوات است و این در شرایطی است که ظرفیت اسمی کل نیروگاه‌های برق کشور، (در حال حاضر) ۶۰,۰۰۰ مگاوات است. در توربین‌های بادی، انرژی به انرژی مکانیکی و سپس به انرژی الکتریکی تبدیل می‌گردد.

از مزایای استفاده از این انرژی عدم نیاز توربین بادی به سوخت، تأمین بخشی از تقاضاهای انرژی برق، تنوع بخشیدن به منابع انرژی و ایجاد سیستم پایدار انرژی، قدرت مانور زیاد در بهره‌برداری (از چند وات تا چندین مگاوات)، عدم نیاز به آب و نداشتن آلودگی محیط زیست است. طبق جدول، ظرفیت توربین‌های نصب شده در کل کشور از ۱۶۳ توربین بادی، ۹۲۴۷۰ کیلووات است. بیشترین تعداد و ظرفیت نصب شده توربین‌های بادی در استان گیلان، شهرستان منجیل به میزان ۶۱۱۸۰ کیلووات است. براساس جدول میزان تولید برق از نیروگاه‌های بادی از ۴۶,۵۱۱,۴۷۱ کیلووات با ۵۶ توربین به ۱۶۲,۹۵۵,۰۰۰ کیلووات با ۱۶۰ توربین رسیده است.



جدول ۱. مشخصات سایت‌های توربین‌های بادی نصب شده کشور

نیروگاه بادی	سایت	استان	شهرستان	توربین‌های نصب شده	
				تعداد	ظرفیت (کیلووات)
منجیل	بابائیان*	گیلان	رودبار	۱	۶۰۰
	پسکولان	گیلان	رودبار	۲۲	۱۴۵۲۰
	رودبار	گیلان	رودبار	۴	۲۱۵۰
	سیاهپوش	گیلان	رودبار	۲۶	۱۷۱۶۰
	منجیل	گیلان	رودبار	۳۱	۱۳۲۵۰
	هرزویل	گیلان	رودبار	۲۷	۱۳۵۰۰
بینالود		خراسان	نیشابور	۴۳	۲۸۳۸۰
ونتیس (دیزباد)		خراسان	نیشابور	۲	۲۶۰
سهند	دانشگاه سهند تبریز	آذربایجان شرقی	تبریز	۱	۱۰
عون ابن علی	تبریز	آذربایجان شرقی	تبریز	۳	۶۶۰
لوتک	زابل	سیستان و بلوچستان	زابل	۱	۶۶۰
باباکوهی شیراز	باباکوهی	فارس	شیراز	۱	۶۶۰
ماهشهر خوزستان	ماهشهر	خوزستان	ماهشهر	۱	۶۶۰
جمع		-	-	۱۶۳	۹۲۴۷۰

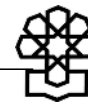
* توربین ۶۰۰ کامی به دلیل Overhall جمع‌آوری شده و در کارخانه است. لذا در جمع تعداد توربین‌ها و ظرفیت توربین‌های نصب شده لحاظ نشده است.

جدول ۲. تولید برق از نیروگاه‌های برق بادی طی سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۸۹ (کیلووات ساعت)

سال	منطقه	کل ظرفیت اسمی (کیلووات)	تعداد توربین	تولید ناویژه برق (کیلووات ساعت)
۱۳۸۳	گیلان و خراسان	۲۴۸۸۰	۵۶	۴۶۵۱۱۴۷۱
۱۳۸۴	گیلان و خراسان	۴۷۵۸۰	۹۲	۷۰۹۰۲۱۹۶
۱۳۸۵	گیلان، خراسان و تبریز	۵۸۸۱۰	۱۱۰	۱۲۵۳۱۳۶۴۶/۰۰۰
۱۳۸۶	گیلان، منجیل	۴۵۳۴۰	۸۷	۱۱۸۷۱۵۶۳۸
	خراسان، بینالود	۲۸۳۸۰	۴۳	۲۴۶۳۹۰۴۵
	خراسان، ونتیس*	۲۶۰	۲	NA
	سهند تبریز	۱۰	۱	NA
	جمع	۷۳۹۹۰	۱۳۳	۱۴۳۳۵۴۶۸۳
۱۳۸۷	گیلان، منجیل	۶۱۱۸۰	۱۱۱	۱۳۹۸۳۸۹۸۰
	خراسان، بینالود	۲۸۳۸۰	۴۳	۵۶۴۷۲۲۱۲
	خراسان، ونتیس**	۲۶۰	۲	
	سهند تبریز	۱۰	۱	NA
	جمع	۸۹۸۳۰	۱۵۷	۱۹۶۳۱۱۱۹۲
۱۳۸۸	گیلان، منجیل	۶۰۵۸۰	۱۱۰	۱۷۰۲۰۹۲۸۲
	خراسان، بینالود	۲۸۳۸۰	۴۳	۵۳۸۰۳۵۹۳
	سهند تبریز	۱۰	۱	NA
	عون ابن علی تبریز	۶۶۰	۱	۱۰۰۰۰۰
	لوتک زابل	۶۶۰	۱	۴۹۸۳۵۵
	جمع	۹۰۲۹۰	۱۵۶	۲۲۴۶۱۱۲۳۰
۱۳۸۹	گیلان، منجیل	۶۰۵۸۰	۱۱۰	۱۰۹۶۶۵۰۵۰
	خراسان، بینالود	۲۸۳۸۰	۴۳	۵۰۵۵۷۶۳۳
	سهند تبریز	۱۰	۱	NA
	عون ابن علی تبریز	۱۹۸۰	۳	۱۱۷۹۸۹۱
	لوتک زابل	۶۶۰	۱	۱۰۵۵۳۳۹
	باباکوهی شیراز	۶۶۰	۱	۹۳۰۰۰
	ماهشهر خوزستان	۶۶۰	۱	۴۴۵۸۷
	جمع	۹۲۹۳۰	۱۶۰	۱۶۲۵۹۵۵۰۰

* رقم ناچیز است.

** پروژه به صورت تحقیقاتی بوده و به علت تولید پایین به شبکه برق سراسری متصل نیست.



۲. انرژی خورشیدی

انرژی خورشیدی عظیم‌ترین منبع انرژی در جهان است. این انرژی پاک، ارزان و بی‌پایان بوده و در بیشتر مناطق کره زمین قابل استحصال است. محدودیت منابع فسیلی و پیامدهای حاصل از تغییرات زیست‌محیطی و آب و هوای جهانی، فرصت‌های مناسبی را برای رقابت انرژی خورشیدی با انرژی‌های فسیلی خصوصاً در کشورهایی با پتانسیل بالای تابش ایجاد کرده است.

سیستم‌های انرژی خورشیدی، فناوری‌های جدیدی هستند که برای تأمین گرما، آب گرم، الکتریسیته و حتی سرمایش منازل مسکونی، مراکز تجاری و صنعتی به‌کار می‌روند.

فناوری‌های حرارتی خورشیدی به دو بخش نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی و کاربردهای غیرنیروگاهی سیستم‌های خورشیدی تقسیم‌بندی می‌شوند.

نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی از تابش مستقیم خورشید (DNI) استفاده می‌کنند. این بخش از تابش خورشید توسط ابرها، دود یا گرد و غبار منحرف نمی‌شود. بنابراین، نیروگاه‌های حرارتی - خورشیدی باید در مناطقی که از تابش مناسب خورشید برخوردار هستند ساخته شوند. سایت‌های مناسب برای ساخت نیروگاه‌های خورشیدی از تابش خورشید ۲۰۰۰ کیلووات ساعت بر هر مترمربع ($\text{kWh/m}^2\text{y}$) در سال برخوردار هستند، مناطق مناسب‌تر جهت احداث این نوع نیروگاه‌ها از تابشی بیش از ۲۸۰۰ کیلووات ساعت بر هر مترمربع ($\text{kWh/m}^2\text{y}$) در سال برخوردار هستند. به‌طور معمول نقاطی برای این سایت‌ها مناسب هستند که آب‌وهوا و گیاهان منطقه رطوبت و گرد و غبار زیادی را در اتمسفر ایجاد نمی‌کنند مانند استپ‌ها، بوته‌زار، صحرای نیمه‌خشک و صحرای که به‌طور معمول در عرض جغرافیایی شمال یا جنوب کمتر از ۴۰ درجه قرار دارند.

از مناطق مستعد می‌توان به جنوب غربی ایالات متحده آمریکا، کشورهای مدیترانه‌ای اروپا، خاورمیانه و خاور نزدیک، ایران و صحرای هند، پاکستان، چین و استرالیا اشاره کرد.

در بسیاری از مناطق جهان می‌توان با استفاده از تکنولوژی‌های حرارتی - خورشیدی در مساحت یک کیلومتر مربع از زمین، ۱۰۰ الی ۳۰۰ گیگاوات ساعت الکتریسیته خورشیدی تولید کرد. این مقدار معادل تولید سالیانه نیروگاه‌های متداول فسیلی، زغال سنگ یا گازی با ظرفیت ۵۰ مگاوات در بار متوسط است.

یک نیروگاه خورشیدی شامل تأسیساتی است که انرژی تابشی خورشید را جمع کرده و با متمرکز کردن آن، درجه حرارت‌های بالا ایجاد می‌کند. انرژی جمع‌آوری شده از طریق مبدل‌های حرارتی، توربین ژنراتورها و یا موتورهای بخار به انرژی الکتریکی تبدیل خواهد شد. نیروگاه‌های خورشیدی براساس نوع متمرکزکننده‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۲-۱. نیروگاه سهموی خطی^۱

نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی از نوع سیستم کلکتور سهموی خطی شامل ردیف‌های موازی و طولانی از متمرکزکننده‌هاست. بخش متمرکزکننده شامل سطوح انعکاسی سهموی است که از جنس آینه‌های شیشه‌ای هستند و روی یک سازه نگهدارنده قرار می‌گیرند. دریافت‌کننده انرژی شامل لوله‌های جاذب استوانه‌ای شکل با پوشش انتخابی هستند که به وسیله شیشه پیرکس پوشانده می‌شوند و در طول خط کانونی قرار می‌گیرند. بخش دریافت‌کننده در قسمت‌های انتهایی روی دو تکیه‌گاه قرار گرفته‌اند که این مجموعه روی تیرک‌های اصلی سازه سوار است. سیستم ردیابی در این دستگاه‌ها تک‌محوره بوده و ردیابی خورشید از شرق به غرب بر روی تک‌محور دورانی انجام می‌گیرد به گونه‌ای که پرتوهای خورشیدی در تمام مدت ردیابی بر روی لوله‌های جذب‌کننده کانونی می‌شوند. یک سیال انتقال حرارت، به‌طور مشخص روغن، در دمای بیش از ۴۰۰ درجه سانتیگراد از میان لوله‌های جاذب در جریان است و روغن داغ در مبدل‌های حرارتی، آب را به بخار تبدیل می‌کند و بخار فوق داغ طی سیکل از توربین و ژنراتور انرژی الکتریکی تولید می‌کند.

۲-۲. نیروگاه دریافت‌کننده مرکزی^۲

نیروگاه حرارتی خورشیدی از نوع برج دریافت‌کننده مرکزی با متمرکز کردن پرتوهای تابش خورشید روی برج دریافت‌کننده انرژی الکتریکی تولید می‌کند. این سیستم از مجموعه‌ای از آینه‌ها که هر یک به‌طور جداگانه خورشید را ردیابی می‌کنند تشکیل شده تعداد این آینه‌ها در یک نیروگاه به صدها و هزاران عدد می‌رسد که هلیوستات نامیده می‌شود. سطوح متمرکزکننده طوری تنظیم می‌شود که همواره پرتوها را روی دریافت‌کننده ثابتی منعکس کند که همان برج مرکزی است.

۲-۳. نیروگاه دیش استرلینگ^۳

موتور استرلینگ موتورهای گرما - کاری هستند که حرارت را تبدیل به جنبش می‌کنند و نسبت به موتور بنزینی و دیزلی کارایی بیشتری دارند. امروزه چنین موتورهایی برای موردهای خاص استفاده می‌شوند. موتورهای استرلینگ از چرخه استرلینگ استفاده می‌کنند که با چرخه‌های استفاده شده در موتورهای احتراق داخلی متفاوت است. چرخه استرلینگ از یک منبع حرارتی خارجی مانند بنزین، انرژی خورشیدی یا گازهای بیومس استفاده می‌کند و هیچ احتراقی داخل سیلندرهای موتور رخ نمی‌دهد. برای تأمین انرژی مورد نیاز این موتور از یک دیش منعکس‌کننده

1. Parabolic Trough Concentrator

2. Power Tower

3. Dish Stirling



استفاده می‌شود. این دیش انرژی حرارتی خورشید را مستقیماً به روی موتور منعکس می‌کند و موتور، تولید برق را شروع می‌کند.

از انرژی حرارتی خورشید علاوه بر استفاده نیروگاهی، می‌توان در زمینه‌های زیر به صورت صنعتی، تجاری و خانگی استفاده کرد:

۴-۲. گرمایش آب مصرفی (آبگرمکن‌های خورشیدی برای منازل، ساختمان‌ها، کارخانجات و استخرها)

آبگرمکن‌های خورشیدی به طوری که از نام آنها پیداست از طریق جذب انرژی تابش خورشید توسط صفحات جاذب (کلکتور) عمل می‌نمایند و راندمان گرمایشی آنها در فصول مختلف سال و بر حسب موقعیت‌های جغرافیایی متفاوت است. مخزن آبگرم به گونه‌ای طراحی شده که آبگرم را به طور ذخیره در شبانه‌روز مهیا نماید و تلفات حرارتی آن تا صبح روز بعد و طلوع مجدد بسیار ناچیز باشد.

با استفاده از این سیستم می‌توان هزینه‌های مصرف گاز - گازوئیل و برق را به طور چشمگیری کاهش داد که این امر در پروژه‌های بزرگ ملموس‌تر خواهد بود، به طوری که بعد از گذشت حدود ۴ الی ۵ سال می‌توان با صرفه‌جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی سرمایه‌گذاری اولیه را مستهلک کرد. هزینه‌های نگهداری و تعمیرات این سیستم‌ها بسیار پایین است. طول عمر کارکرد سیستم‌های استاندارد و با کیفیت فنی بالا تا ۱۵ سال هم می‌رسد.

۵-۲. گرمایش فضای داخلی ساختمان‌ها

گرمایش ساختمان توسط خورشید، اولین و اصلی‌ترین کاربرد انرژی خورشیدی در بخش ساختمان است. سیستم‌های گرمایش خورشیدی بر مبنای نوع سیال هوا یا مایع که در کلکتورهای خورشیدی گرم می‌شود، به دو نوع عمده تقسیم‌بندی می‌شوند. هر دو نوع از این سیستم‌ها تابش خورشید را جمع‌آوری و جذب کرده و حرارت به دست آمده از خورشید را جهت تأمین بار گرمایش مستقیماً به فضاهای داخلی ساختمان‌ها انتقال می‌دهد. استفاده از این سیستم‌ها از منبع انرژی بی‌پایان و ارزان خورشیدی یکی از مزایای سیستم‌های خورشیدی است و از همه مهمتر این سیستم‌ها برخلاف سوخت‌های فسیلی تهدیدی برای محیط زیست به شمار نمی‌روند.

در کل کشور ۱۱ پروژه در حال بهره‌برداری و یا در حال اجرای مربوط به انرژی خورشیدی از طرف وزارت نیرو وجود دارد. جمع تولید برق خورشیدی کشور در سال ۱۳۸۳، معادل ۱۴۰۲۰۰ کیلووات ساعت بوده که این میزان تا پایان سال ۱۳۸۹ به ۶۷۰۰۰ کیلووات ساعت رسیده است.

جدول ۳. مشخصات پروژه‌های در حال بهره‌برداری و در حال اجرای مربوط

به انرژی خورشیدی وزارت نیرو

نام پروژه	منطقه پروژه (استان)	سال شروع	سال بهره‌برداری	درصد پیشرفت کار تا پایان سال ۱۳۸۹	ظرفیت طرح (کیلووات)	عمر مفید (سال)	نوع اتصال به شبکه
توسعه نیروگاه دربید یزد	یزد	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۰۰	۱۲	۲۵	خارج از شبکه
توسعه نیروگاه سر کویر سمنان	سمنان	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۰۰	۱۵	۲۵	متصل به شبکه
۳۰ کیلووات	تهران، طالقان	۱۳۷۹	۱۳۸۱	۱۰۰	۳۰	۲۵	متصل به شبکه
آبگرمکن خورشیدی ^(۱)	یزد، خراسان، سیستان و اصفهان	۱۳۷۹	۱۳۸۱	۱۰۰	۴۱۳۲	۲۰	-
برق‌رسانی به ۶۰ خانوار روستایی ^(۲)		۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۰۰	۵۰	۲۰	خارج از شبکه
۶ کیلووات هیبرید (باد و خورشید) ^(۳)	تهران، ساختمان معاونت امور انرژی	۱۳۸۵	۱۳۸۷	۱۰۰	۶	۱۵	خارج از شبکه
۱۰ کیلووات فتوولتائیک ^(۳)	تهران، طالقان	۱۳۸۳	۱۳۸۷	۱۰۰	۱۰	۲۵	خارج از شبکه
نیروگاه خورشیدی شیراز (فاز بخار)	فارس	۱۳۷۸	۱۳۸۷	۱۰۰	۲۵۰	۲۰	خارج از شبکه
پارک خورشیدی (خرید، ساخت و نصب تجهیزات به‌منظور انجام تحقیقات حرارتی خورشیدی)	البرز، طالقان	۱۳۸۴	۱۳۸۸	۱۰۰	-	-	خارج از شبکه
خورشیدی تبریز	آذربایجان شرقی						
برق‌رسانی به ۶۳۴ خانوار روستایی ^(۴)	سراسر کشور	۱۳۸۷	۱۳۸۹	۳۱	۶۵۰	۲۰	خارج از شبکه

(۱) لازم به ذکر است در سال ۱۳۸۹ فعالیتی درخصوص حمام خورشیدی و آبگرمکن خورشیدی صورت نگرفته است.

(۲) برق‌رسانی به روستاهای فاقد برق در سال ۱۳۸۹ در استان‌های خوزستان، فارس، اردبیل، لرستان و مازندران انجام شده است.

(۳) در حال حاضر برق‌رسانی به‌صورت پکیج صورت می‌گیرد و به علت عدم نصب کنتور ارقام تولید آن در دسترس نیست.

(۴) پروژه برق‌رسانی به ۶۳۴ خانوار روستایی در دو مرحله اجرا خواهد شد. فاز اول آن ۳۰۰ خانوار و فاز دوم ۳۳۴ خانوار را تحت پوشش قرار می‌دهد. همچنین بازبینی مناطق جهت روستاهای جدید نیز انجام خواهد شد.

جدول ۴. تولید برق خورشیدی کشور طی سال‌های ۸۹-۱۳۸۳^(۱)

(کیلووات ساعت)

سال / شرح	۶ کیلووات هیبرید (باد و خورشید)*	۳۰ کیلووات فتوولتائیک	نیروگاه		خورشیدی تبریز	جمع
			دریید یزد	سرکوی سمنان		
۱۳۸۳	۳۰۰۰	۴۵۰۰۰	۸۹۰۰	۸۳۳۰۰	-	۱۴۰۲۰۰
۱۳۸۴	-	**۱۰۰۰۰	۱۸۰۰۰	**۲۵۰۰۰	-	۵۳۰۰۰
۱۳۸۵	-	۴۲۰۰۰	۱۷۰۰۰	۲۰۰۰۰	-	۷۹۰۰۰
۱۳۸۶	-	۳۲۰۰۰	۱۵۰۰۰	۲۴۰۰۰	-	۷۱۰۰۰
۱۳۸۷	-	۳۵۰۰۰	۱۹۰۰۰	۲۱۰۰۰	-	۷۵۰۰۰
۱۳۸۸	-	۳۱۰۰۰	۱۵۰۰۰	۲۱۰۰۰	۵۰۰۰	۷۲۰۰۰
۱۳۸۹	-	۳۲۰۰۰	۱۷۰۰۰	۱۸۰۰۰	-	۶۷۰۰۰

* به دلیل تغییرات دستگاه‌های قدیمی و اصلاحات در نیروگاه.

** به دلیل تست آزمایش و تعمیر، مقداری از برق تولیدی ثبت نشده است.

۳. انرژی زمین‌گرمایی

انرژی زمین‌گرمایی انرژی حرارتی موجود در مرکز زمین است. این انرژی در امتداد مرزهای صفحات تکتونیکی، در نواحی شناخته شده آتشفشانی و زلزله‌خیز که دارای شکستگی‌ها و گسل‌های فراوانی هستند، از تمرکز بیشتری برخوردار است. به‌طور کلی هرچه از سطح زمین به سمت عمق پیش برویم، درجه حرارت افزایش می‌یابد و به‌طور متوسط به ازای هر ۱۰۰ متر عمق، ۳ درجه سانتیگراد دما بالا می‌رود. به عبارت دیگر در عمق ۲ کیلومتری سطح زمین، درجه حرارت حدود ۷۰ درجه سانتیگراد می‌باشد، اما در بعضی نقاط، فعالیت‌های تکتونیکی باعث جاری شدن گدازه‌های داغ یا مذاب به سمت سطح زمین و در نهایت تشکیل منابعی با درجه حرارت بالا در سطح قابل دسترس از زمین می‌شود.

انرژی زمین‌گرمایی در واقع انرژی تجدیدپذیری است که از گرمای ماگمای داغ و تخریب مواد موجود در رادیواکتیو موجود در اعماق زمین به‌دست می‌آید. با قرار گرفتن لایه‌های حاوی منابع آب‌های زیرزمینی در جوار لایه‌های حاوی گدازه‌های داغ، حرارت به منبع آب زیرزمینی منتقل شده و سپس این منابع آب‌داغ یا از طریق گسل‌ها و شکستگی‌های فراوان و مرتبط به هم مستقیماً به‌صورت چشمه‌های طبیعی آب یا بخار داغ و بعضاً در فشارهای بالای مخازن به‌صورت آبفشان و یا فومرول (دودخان) در سطح زمین ظاهر می‌شوند و یا اینکه از طریق حفاری چاه‌های اکتشافی،

۱. از آنجا که برق‌رسانی از طریق پروژه ۱۰ کیلووات فتوولتائیک تهران به‌صورت پکیج صورت گرفته و کنتور جهت ثبت ارقام تولید آن نصب نشده، در جمع، تولید این پروژه لحاظ نشده است.

می‌توان به آب یا بخار داغ محصور در اعماق دسترسی پیدا کرد و از آن در تولید برق بهره‌برداری کرد. البته پس از استحصال حرارت از آب داغ، آب سرد باقی‌مانده از طریق چاه تزریقی وارد زمین شده و این چرخه مجدداً تکرار می‌شود.

شایان ذکر است که نباید از انرژی زمین‌گرمایی بیش از مقدار بازیابی آن بهره‌برداری کرد تا عواقب زیست‌محیطی منفی در پی نداشته باشد. بهره‌برداری از انرژی زمین‌گرمایی اندیشه جدیدی نیست و از ابتدای قرن حاضر تلاش‌های زیادی به‌منظور تبدیل این انرژی به برق صورت گرفته است، اما انگیزه واقعی بهره‌برداری از این نوع انرژی به بعد از سال‌های ۱۹۷۳-۱۹۷۴ برمی‌گردد.

در سیستم زمین‌گرمایی هیدروترمال اساس کار مشابه صنعت نفت است. بدین معنی که در مناطقی از زمین مخازن آب‌داغی وجود دارد که باید اکتشاف و استخراج گردد. آب‌داغ استخراج شده بسته به کیفیت منبع و دمای آب و فشار مخزن می‌تواند جهت تولید برق یا کاربردهای گرمایشی استفاده شود. درحال حاضر مخازن زمین‌گرمایی به سه گروه تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱-۳. **دسته اول:** مخازن دما بالا با دمای بالاتر از ۱۵۰ درجه سانتیگراد که مناسب برای تولید برق با تکنیک‌های معمولی است.

۲-۳. **دسته دوم:** مخازن با دمای بین ۱۰۰ الی ۱۵۰ درجه سانتیگراد که مناسب برای تولید برق با تکنیک‌های پیشرفته‌تر هستند.

۳-۳. **دسته سوم:** مخازن دما پایین با دمای کمتر از ۱۰۰ درجه سانتیگراد که برای کاربردهای مستقیم مناسب هستند.

در ایران نیز با مطالعات انجام شده از طریق چاه پیمایی، ۱۴ منطقه مستعد تعیین شده که تنها در یک منطقه اکتشاف با حفر سه حلقه چاه ظرفیت ۲۵۰ MW به‌دست آمده است.

درحال حاضر دو پروژه زمین‌گرمایی در استان اردبیل درحال ساخت است که پروژه نیروگاه زمین‌گرمایی مشکین‌شهر تا پایان سال ۱۳۸۹، ۵۱ درصد و پروژه احداث در اردبیل ۳۲ درصد پیشرفت داشته است. ساخت این دو پروژه از سال ۱۳۸۴ آغاز شده که به علت کمبود اعتبارات مورد نیاز در برنامه چهارم این پروژه تا پایان برنامه پنجم تمدید شد.



جدول ۵. مشخصات پروژه‌های اجرایی مربوط به انرژی زمین‌گرمایی

نام پروژه	استان	سال شروع	سال بهره‌برداری	درصد پیشرفت کار تا پایان سال ۱۳۸۹	ظرفیت طرح (مگاوات)	قابلیت تولید سالیانه انرژی (گیگاوات ساعت)	نوع اتصال به شبکه
نیروگاه زمین‌گرمایی مشکین شهر (انجام حفاری‌های اکتشافی، تولیدی و تزریقی)	اردبیل	۱۳۸۴	*۱۳۹۳	۵۱	۵۰	۳۷۰	متصل به شبکه
احداث پکیج ۳-۵ مگاوات	اردبیل	۱۳۸۴	*۱۳۹۳	۳۲	۳-۵	**۴۰	متصل به شبکه

* به علت کمبود اعتبارات مورد نیاز در برنامه چهارم این پروژه تا پایان برنامه پنجم تمدید شد.

**میزان تولید با فرض ظرفیت ۵ مگاوات محاسبه شده است.

۴. بیوماس و بيو گاز

زیست‌توده ترجمه لغت انگلیسی بیوماس است. برای زیست‌توده تعاریف مختلف و متنوعی در جهان مطرح است. به‌عنوان یک تعریف ساده می‌توان گفت: زیست‌توده شامل کلیه موادی که در طبیعت در اثر گذشت زمان تجزیه شده و به مواد عالی به‌صورت $C_xH_yCO_2$ تبدیل می‌شود. می‌دانیم که منشأ منابع فسیلی نیز منابع زیست‌توده است، ولی تفاوت آنها در این است که منابع فسیلی از منابع زیست‌توده که در گذشته بسیار دور زنده بوده و تحت شرایط فشار و دمای خاص حاصل شده‌اند (ده‌ها میلیون سال پیش).

اتحادیه اروپا مطابق ابلاغیه EC/۱۷۷/۲۰۰۰ جهت توسعه استفاده از زیست‌توده در تولید برق در بازار داخلی اروپا تعریف زیست‌توده را به شکل ذیل مطرح کرد: زیست‌توده کلیه اجزای قابل تجزیه زیستی از محصولات، فاضلاب‌ها و زایدات کشاورزی (شامل مواد گیاهی و حیوانی)، صنایع جنگلی و سایر صنایع مرتبط، فاضلاب‌ها و زباله‌های تجزیه‌پذیر زیستی شهری و صنعتی است.

۴-۱. تاریخچه بهره‌برداری زیست‌توده

از نظر تاریخی استفاده از انرژی زیست‌توده به ابتدایی‌ترین دوره‌های تاریخ بازمی‌گردد از زمانی که آتش شناخته شد، انسان نخستین همواره چوب و برگ خشک درختان را به‌عنوان سوخت استفاده می‌کرده و این چرخه تا قرن حاضر نیز ادامه پیدا کرده است.

درخصوص بیوگاز، قدیمی‌ترین مورد خروج گاز و اشتعال ناقص آن به وسیله دفن زباله در طبقات زیرین زمین توسط پیلانی روس گزارش شده است. وی خروج گاه‌به‌گاه گاز طبیعی و

اشتعال ناقص آن را از طبقات زیرین زمین مشاهده کرد، ولی وان هلمونت در سال ۱۶۳۰ شناسایی و اشتعال این گاز را رسماً اعلام کرد. در ایران نیز استفاده از بیوگاز سابقه‌ای قابل توجه دارد. محمدبن حسین عاملی معروف به شیخ بهائی (۱۰۳۱-۹۳۵ ه. ق) نخستین کسی است که براساس منابع تاریخی این منبع انرژی را به‌عنوان سوخت یک حمام در اصفهان به کار برده است. اولین هاضم تولید گاز متان در ایران در روستای نیاز آباد لرستان در سال ۱۳۵۴ ساخته شده است. این دستگاه به گنجایش ۵ مترمکعب فضولات گاوی روستا را مورد استفاده قرار داده و بیوگاز مصرفی حمام مجاور را تأمین می‌کرد.

۲-۴. وضعیت فعلی بهره‌برداری از زیست‌توده در جهان

امروزه منابع مفید و کاربردی زیست‌توده تنها به چوب و برگ خشک محدود نمی‌شود و طیف وسیعی از مواد از جمله پسماندهای جامد و مایع شهری و پسماندهای صنعتی و غیره را نیز دربرمی‌گیرد.

منابع انرژی تجدیدپذیر پس از زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی، چهارمین منبع بزرگ انرژی در دنیا هستند. این منبع حدود ۱۴ درصد از انرژی اولیه جهان را تأمین می‌کند و درحال حاضر بیش از ۱۱/۵ درصد از انرژی اولیه جهان توسط منابع زیست‌توده تأمین می‌شود. و این درحالی است که در ایالات متحده آمریکا ۳-۴ درصد از انرژی اولیه مورد نیاز فقط از منابع زیست‌توده تأمین می‌شود. قابلیت‌های زیست‌توده تنها در تولید حرارت نیست، بلکه در تولید سرما، سوخت‌های مورد نیاز برای حمل‌ونقل و تولید انرژی الکتریکی نیز استفاده دارد. در سال ۲۰۰۵ حدود ۴۴۰۰۰ مگاوات نیروگاه تولید برق (با انواع فناوری‌ها) و ۲۲۵۰۰۰ مگاوات حرارتی نیروگاه مدرن تولید حرارت با منبع زیست‌توده احداث شده است که حدود ۱۰۰۰۰ مگاوات آن فقط در ایالات متحده بوده است (حدود ۵۸ درصد از بازار تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر در آمریکا). همچنین بیش از ۵۰ میلیارد لیتر سوخت تجدیدپذیر از منابع زیست‌توده تولید و مصرف می‌شود.

برمبنای مطالعات انجام شده، منابع زیست‌توده حدود ۶۴ درصد از منابع اولیه انرژی‌های نو در اتحادیه اروپا را به خود اختصاص داده است و حدود ۹ درصد از انرژی الکتریکی تولیدی و ۹۸ درصد از انرژی حرارتی تولیدی از طریق منابع انرژی‌های نو، به منابع انرژی زیست‌توده متعلق است (با در نظر گرفتن منابع برقایی).

انرژی زیست‌توده تنها منبع انرژی تجدیدپذیر است که انرژی را به فرم‌های برق، حرارت، سرما و سوخت خودرو به اشکال جامد، مایع و گاز تحویل می‌نماید. به‌علاوه مواد زیستی جایگزین خوراک پتروشیمی و... نیز از محصولات دیگر آن است.



در حال حاضر کل ظرفیت اسمی نیروگاه‌های بیوگاز کشور ۱۸۶۰ کیلووات، کل ظرفیت عملی ۱۶۶۵ کیلووات و تولید ناویژه ۵/۹۶۷ گیگاوات ساعت است.

برمبنای پتانسیل سنجی‌های انجام شده ظرفیت قابل نصب در محل دفن جامد شهری شیراز برابر ۱۰۶۰ کیلووات است، ولی با توجه به موقعیت و مشخصات دفن زائدات در طول سالیان گذشته، هم اکنون ظرفیت بهره‌برداری از محل دفن این شهر (شیراز) ۴۵۰ کیلووات است.

میزان واقعی تولید انرژی الکتریکی از محل دفن زائدات جامد شهر مشهد برمبنای تجهیزات نصب شده حدود ۴۵۶ مگاوات ساعت در ماه است که البته در صورت احداث یک دفن‌گاه مهندسی و نصب تجهیزات کامل، میزان استحصال انرژی از این مقدار بسیار فراتر خواهد بود.

جدول ۶. مشخصات پروژه‌های انرژی و انادیمی، پسماندهای جامد و مایع شهری (بیوماس) و بیوگاز وزارت نیرو

نام پروژه	نوع فناوری	منطقه پروژه	سال شروع	سال بهره‌برداری	درصد پیشرفت کار تا پایان سال ۱۳۸۹	ظرفیت طرح (کیلووات)	عمر مفید (سال)
ساخت سیستم ذخیره‌سازی انرژی و انادیمی (تک سل)	ذخیره انرژی	البرز، طالقان	۱۳۸۱	۱۳۸۴	۱۰۰	۰/۰۱	> ۲۰
ساخت استک نیمه صنعتی باتری اکسایشی کاهشی و انادیم	ذخیره انرژی	البرز، طالقان	۱۳۸۴	۱۳۸۷	۱۰۰	۱	> ۲۰
پتانسیل سنجی ۵ منبع زیست‌توده در کشور	پتانسیل سنجی	کل کشور	۱۳۷۷	۱۳۷۹	۱۰۰	-	-
امکان‌سنجی نصب نیروگاه زیست‌توده در ۲ منطقه کشور	پتانسیل سنجی - دفنگاه	فارس، شیراز	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۰۰	۱۰۶۰ ^(۱)	۱۳
		خراسان، مشهد	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۰۰	۶۵۰ ^(۲)	۱۳
احداث نیروگاه زیست‌توده در شیراز	دفنگاه	فارس	۱۳۸۸	۱۳۸۸	۱۰۰	۱۲۰۰	-
احداث نیروگاه زیست‌توده در مشهد	دفنگاه	خراسان	۱۳۸۸	۱۳۸۸	۱۰۰	۶۶۰	-
انجام مطالعات به‌منظور احداث نیروگاه زیست‌توده	پتانسیل سنجی (مواد زائد جامد شهری)	کل کشور	۱۳۸۵	۱۳۹۰ ^(۳)	۷۵	۱۰۰۰۰	حد اقل ۲۰
پتانسیل سنجی منابع زیست‌توده (منبع پسماندهای مایع شهری) ^(۴)	پتانسیل سنجی	کل کشور	۱۳۸۴	۱۳۹۰ ^(۳)	۴۶	-	-
امکان‌سنجی تولید بیوگاز در ساوه	مطالعه	مرکزی	۱۳۸۶	۱۳۹۰ ^(۳)	۸۸	۶۰۰	-
احداث پابلوت تولید بیودیزل	مطالعه، طراحی و ساخت	مرکزی	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۰۰	۷۰ (لیتر در ساعت)	۱۰

(۱) بر مبنای پتانسیل سنجی‌های انجام شده ظرفیت قابل نصب در محل دفن زائدات جامد شهری شیراز برابر ۱۰۶۰ کیلووات است، ولی با توجه به موقعیت و مشخصات دفن زائدات در طول سالیان گذشته، هم اکنون ظرفیت بهره‌برداری از محل دفن این شهر ۴۵۰ کیلووات است.

(۲) میزان واقعی تولید انرژی الکتریکی از محل دفن زائدات جامد شهر مشهد بر مبنای تجهیزات نصب شده حدود ۴۵۶ مگاوات ساعت در ماه است که البته در صورت احداث یک دفنگاه مهندسی و نصب تجهیزات کامل، میزان استحصال انرژی از این مقدار بسیار فراتر خواهد بود.

(۳) به علت کمبود اعتبارات مورد نیاز در برنامه چهارم و تغییر شرح خدمات، زمان پایان این پروژه افزایش یافته است.

(۴) منبع فاضلاب شهری.



جدول ۷. ظرفیت، تولید و مصرف داخلی برق از نیروگاه‌های بیوگازسوز کشور

منطقه	کل ظرفیت اسمی (کیلووات)	کل ظرفیت عملی (کیلووات)	تولید ناویژه برق (کیگاوات ساعت)	مصرف داخلی (کیلووات ساعت)
نیروگاه بیوگازسوز شیراز*	۱۲۰۰	۱۰۶۵	۲/۱۷۸	***
نیروگاه بیوگازسوز مشهد**	۶۶۰	۶۰۰	۳/۷۸۹	***

* بر مبنای پتانسیل سنجی‌های انجام شده ظرفیت قابل نصب در محل دفن زائدات جامد شهری شیراز برابر ۱۰۶۰ کیلووات است ولی با توجه به موقعیت و مشخصات دفن زائدات در طول سالیان گذشته، هم اکنون ظرفیت بهره‌برداری از محل دفن این شهر ۴۵۰ کیلووات است.

** میزان واقعی تولید انرژی الکتریکی از محل دفن زائدات جامد شهر مشهد بر مبنای تجهیزات نصب شده حدود ۴۵۶ مگاوات ساعت در ماه است که البته در صورت احداث یک دفن‌گاه مهندسی و نصب تجهیزات کامل، میزان استحصال انرژی از این مقدار بسیار فراتر خواهد بود.

*** میزان مصرف داخلی تاکنون از سوی شرکت‌های مربوطه اعلام نشده است

۵. پیل سوختی و هیدروژن

مجموعه‌ای از عوامل مختلف از جمله محدودیت منابع فسیلی، تأثیرات منفی زیست‌محیطی، بهره‌گیری از منابع هیدروکربنی، افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی، منازعات سیاسی و تأثیرات آن بر روی ارائه انرژی پایدار از جمله دلایلی هستند که بسیاری از سیاستمداران و متخصصین مباحث انرژی و محیط زیست را در حرکت به سوی ایجاد ساختاری نوین مبتنی بر امنیت ارائه انرژی، حفظ محیط زیست و ارتقای کارایی سیستم انرژی وادار کرده است. بر این اساس هیدروژن یکی از بهترین گزینه‌ها جهت ایفای نقش حامل انرژی در این سیستم جدید ارائه انرژی است.

هیدروژن به‌عنوان فراوان‌ترین عنصر موجود در سطح زمین به روش‌های مختلف قابل تولید است. در یک سیستم ایدئال انرژی بر پایه هیدروژن، هیدروژن از الکتریسیته تولیدی منابع تجدیدپذیر نظیر باد، خورشید، زمین‌گرمایی و نظایر آن تولید شده و پس از ذخیره‌سازی و انتقال به محل‌های مصرف، کاربردهای گوناگونی از جمله در زمینه‌های تجهیزات الکترونیکی کوچک (میلی‌وات)، صنعت حمل‌ونقل و صنایع نیروگاهی خواهد داشت. با این رویکرد بسیاری بر این باورند که سوخت نهایی بشر هیدروژن بوده و بشر در آینده‌ای نه چندان دور عصر هیدروژن را تجربه خواهد کرد.

از جمله ویژگی‌هایی که هیدروژن را از سایر گزینه‌های مطرح سوختی متمایز می‌کند، می‌توان به فراوانی، مصرف تقریباً منحصر به فرد، انتشار بسیار ناچیز آلاینده‌ها، برگشت‌پذیر بودن چرخه تولید آن و کاهش آثار گلخانه‌ای اشاره کرد. سیستم انرژی هیدروژنی به دلیل استقلال از منابع اولیه انرژی، سیستمی دائمی، پایدار، فناپذیر، فراگیر و تجدیدپذیر است و پیش‌بینی می‌شود که در

آینده‌ای نه‌چندان دور تولید و مصرف آن به‌عنوان حامل انرژی به سراسر اقتصاد جهانی سرایت کرده و اقتصاد هیدروژنی تثبیت شود؛ با وجود این نباید انتظار داشت که هیدروژن در بدو ورود از نظر قیمتی بتواند با سایر حامل‌های انرژی رقابت کند. در آینده هیدروژن و پیل‌های سوختی می‌توانند نقش محوری و کنترل‌کنندگی در آلودگی شهرها داشته باشند. عمل تبدیل انرژی شیمیایی موجود در هیدروژن به انرژی الکتریکی توسط پیل سوختی انجام می‌شود که متناسب با کاربرد و خواص ساختاری آنها، پیل‌های سوختی خود به انواع مختلف تقسیم می‌شوند. در واقع اهمیت فناوری پیل سوختی در یک سیستم انرژی بر پایه هیدروژن (عصر هیدروژن) به‌گونه‌ای است که بسیاری آن را به لوکوموتیو قطار توسعه عصر هیدروژن تشبیه کرده‌اند. علاوه بر فناوری پیل سوختی به‌عنوان مصرف‌کننده هیدروژن در عصر هیدروژن، فناوری‌های تولید، ذخیره‌سازی، عرضه و انتقال هیدروژن نیز از اجزای اصلی ساختار انرژی این عصر خواهند بود.



جدول ۸. مشخصات پروژه‌های مربوط به پیل سوختی و هیدروژن وزارت نیرو

نام پروژه	نوع فناوری	منطقه پروژه	سال شروع	سال بهره‌برداری	درصد پیشرفت کار تا پایان سال ۱۳۸۹	ظرفیت طرح (کیلووات)	عمر مفید (سال)
پیک سایی با پیل سوختی	SPE	تهران	۱۳۸۲	۱۳۸۲	۱۰۰	-	-
خرید پیل سوختی ۲/۱ کیلووات	پیل سوختی	البرز، طالقان	۱۳۸۴	۱۳۸۴	۱۰۰	۱/۲	۱۰
احداث پایلوت آزمایشگاهی هیدروژن خورشیدی و پیل سوختی	(۱)	طالقان	۱۳۷۵	۱۳۸۴	۱۰۰	-	۲۰
ساخت صفحات دوقطبی پلیمری ترموپلاستیک برای پیل سوختی پلیمری	ساخت اجزای پیل سوختی	-	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۰۰	-	-
خرید، نصب و راه‌اندازی و بهره‌برداری از پیل سوختی ۲۵ کیلووات پلیمری و تجهیزات جانبی آن	پیل سوختی	البرز، طالقان	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۰۰	۲۵	۱۰
امکان‌سنجی طراحی و ساخت تک سل پیل سوختی اکسید جامد	ذخیره انرژی	طالقان	۱۳۸۴	۱۳۸۶	۱۰۰	۱	> ۲۰
کمیته راهبردی پیل سوختی	(۲)	کل کشور	۱۳۸۱	(۳)	(۴)	-	تحقیقاتی و ترویجی
خرید، نصب و راه‌اندازی سیستم الکترولیز آب ۳۰ نرمال مترمکعب بر ساعت	الکترولیز آب	البرز، طالقان	۱۳۸۶	۱۳۸۸	۱۰۰ ^(۵)	۳۰ hr ^۳ /Nm	۲۰
پروژه پایلوت فناوری هیدروژن در مقیاس نیمه صنعتی	(۶)	البرز، طالقان	۱۳۷۵	۱۳۹۲	۶۵	۲۰۰	۲۰
طراحی و ساخت پیل سوختی پلیمری ۵ کیلووات با هدف دانش فنی	پیل سوختی	اصفهان	۱۳۸۵	۱۳۸۹	۱۰۰	۵	۱۰
مطالعه و امکان‌سنجی ساخت تک سل پیل سوختی اکسید جامد	پیل سوختی	تهران	۱۳۸۶	۱۳۸۹	۱۰۰	-	۱۰

(۱) تولید، مایع‌سازی، ذخیره‌سازی و عرضه هیدروژن و سیستم فتولتائیک.

(۲) این کمیته در سال‌های ۱۳۸۴، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ پیگیری تصویب سند راهبرد ملی توسعه فناوری پیل سوختی و انجام فعالیت‌های

مرتبط با دبیرخانه و همچنین به‌روزرسانی وب سایت و چاپ بولتن را در دست اجرا داشته است.

(۳) برنامه عملیاتی تدوین شده در بازده زمانی ۱۵ ساله (سه برنامه ۵ ساله) از زمان تصویب سند انجام خواهد شد.

(۴) فعالیت‌های مرتبط با کمیته راهبردی پیل سوختی به‌صورت مستمر است.

(۵) تولید، مایع‌سازی، ذخیره‌سازی و عرضه هیدروژن.

(۶) پروژه مایع‌سازی به‌علت عدم تخصیص به‌موقع و کافی اعتبارات متوقف شده است.

۶. پروژه‌های نیروگاهی برق تجدیدپذیر غیردولتی

با توجه به ضرورت توسعه کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور و لزوم رعایت و همسویی با اصل چهل‌وچهارم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، سازمان انرژی‌های نو ایران جلب مشارکت و حمایت از سرمایه‌گذاری بخش غیردولتی را از عمده‌ترین مأموریت‌های خود قرار داده است.

جدول ۹. مشخصات پروژه‌های نیروگاهی برق تجدیدپذیر غیردولتی در سال ۱۳۸۹

در مرحله احداث نیروگاه			
نام شرکت متقاضی	ظرفیت پیشنهادی (مگاوات)	محل احداث نیروگاه	نام استان
نیروگاه‌های بادی			
برق قائم (فاز ۱)	۱۰۰	چرندق	قزوین
برق قائم (فاز ۲)	۱۰۰	بینالود	خراسان رضوی
نیروگاه بادی رویان	۱۰۰	بینالود	خراسان رضوی
نیروگاه بادی ارگ جم	۹	رودبار	گیلان
شرکت توسعه توان پایدار (فاز ۱)	۲۰	بام سیاهپوش	قزوین
فجر سدید نهبدان	۱۰	نهبدان	خراسان جنوبی
شهد جنوب منطقه آزاد چابهار	۱۰	چابهار	سیستان و بلوچستان
تیز باد نیرو	۱۰۰	خواف	خراسان رضوی
شرکت توربین بادی آبان	۳۰	خورهشت تاکستان	قزوین
شرکت توسعه انرژی متین تام	۱۰۰	منجیل	گیلان
شرکت سرمایه‌گذاری نیرو	۱۰	داشلی قلعه	خراسان شمالی
آرین ماهباد گستر (ماهتاب گستر)	۱۲۳	سیاهپوش	قزوین
جمع نیروگاه‌های بادی	۵۷۹		
نیروگاه‌های زیست‌توده			
فن‌آوران انرژی پاک آسیا	۱۲	ساری	ساری
جمع نیروگاه‌های زیست‌توده	۱۲		
نیروگاه‌های خورشیدی			
صنایع الکترونیک‌سازان سمنان	۱۰	سمنان	سمنان
جمع نیروگاه‌های خورشیدی	۱۰		
جمع کل	۶۰۱		



نتیجه‌گیری و پیشنهاد

۱. روند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران نشان می‌دهد که تا ۲۰ سال آینده حداکثر انرژی‌های تجدیدپذیر ۵ درصد نیاز کشور به انرژی برق را تأمین می‌کند.
۲. مصوبات اخیر دولت برای توسعه انرژی‌های نو مورد توجه و اجرا قرار گیرد.
۳. استفاده موردی از انرژی‌های تجدیدپذیر بدون توجه به مسائل اقتصادی پیشنهاد می‌شود که از آن جمله می‌توان به مسائل زیست‌محیطی اشاره کرد.
۴. سهم انرژی‌های نو در سبد انرژی تعیین و برای تحقیق آن برنامه‌ریزی گردد.
۵. منابع لازم برای خرید برق از انرژی‌های نو به نحو مناسبی تحقق یابد، برای این منظور می‌توان گزینه‌های زیر را مطرح کرد.
 - الف) اختصاص بخشی از منابع عمومی در بودجه هر سال برای تضمین خرید برق انرژی‌های تجدیدپذیر.
 - ب) تعیین درصدی از برق مصرفی مشترکین برق (مثلاً یک درصد) و محاسبه بهای آن در صورت حساب مشترک با نرخ‌های تضمینی انرژی‌های تجدیدپذیر.
 - ج) تدوین تعرفه برق سبز و محاسبه بهای برق کلیه نهادهای دولتی با این تعرفه و تبلیغ پذیرش اختیاری آن از سوی مشترکین حامی محیط زیست با حمایت نهادهای غیردولتی طرفدار محیط زیست. واریز منابع حاصل از مصارف بالا به‌طور مستقیم به حساب متمرکزی برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر.
۶. اختصاص بخشی از هزینه‌های احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر از محل کمک بلاعوض دولت و اختصاص سهم معینی جهت بررسی کاهش هزینه احداث این نیروگاه‌ها.

منابع و مأخذ

۱. گزارش معاونت فنی و اجرایی سازمان انرژی‌های نو ایران.
۲. دپارتمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهینه‌سازی آمریکا.



مرکز پژوهش‌ها
مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل: ۱۲۰۸۶

شناسنامه گزارش

عنوان گزارش: آخرین وضعیت انرژی‌های نو در ایران

نام دفتر: مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه انرژی)

تهیه و تدوین: مجتبی درویش‌توانگرریزی

همکار: سمیه‌سادات فانی‌یزدی

ناظر علمی: هاشم خویی

متقاضی: غفار اسماعیلی (نماینده هشت‌رود در مجلس شورای اسلامی)

ویراستار تخصصی: —

ویراستار ادبی: —

واژه‌های کلیدی: —

تاریخ انتشار: ۱۳۹۰/۹/۲۱