حضور بخش خصوصی در تولید انرژی
از منابع انرژی‌های نوین

کد موضوعی: ۳۱۰

شماره مسلسل: ۹۷۸۸

مرداد ماه ۱۳۸۸

دفتر: مطالعات انرژی، صنعت و معدن

به‌نام خدا

فهرست مطالب

چکیده ۱
مقدمه ۱
۱. انرژی‌های تجدیدپذیر ۲
۲. طرح‌های در دست اقدام نیروگاه‌های تجدیدپذیر غیردولتی در ایران ٤
۳. برق و انرژی‌های تجدیدنظر در جهان ۱۱
٤. سرمایه‌گذاری و تولید برق از انرژی‌های نوین در برخی کشورها ۱۳
٥. هزینه تولید برق از انرژی‌های پایدار و فسیلی ۲۰
٦. مقایسه هزینه تولید برق از انرژی‌های فسیلی و پایدار ۲۲
۷. هزینه اجتماعی تولید برق از انرژی فسیلی ۲۲
۸. حرکت به سمت تخصیص بهینه اجتماعی و ترغیب به‌کارگیری انرژی‌های پایدار ۲۳
۹. داخلی کردن آثار خارجی ۲٥
۱۰. طرق جلب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی (و موانع پیش‌رو) ۲٦
۱۱. نگاه موردی (زیست توده زباله) ۳۰
جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۳۰
منابع و مآخذ ۳۱

حضور بخش خصوصی در تولید انرژی از منابع انرژی‌های نوین

چکیده

به انرژی‌های ناشی از فرایندهای طبیعی که مکرراً تجدید می‌شوند، انرژی تجدیدپذیر گویند. این نوع انرژی‌ها امروزه در دنیا و کشورمان از توجه ویژه‌ای برخوردار شده است. به‌طوری که سالیانه افزایش قابل توجهی از این نوع انرژی‌ها و ظرفیت‌سازی در آن مشاهده می‌شود.

در این گزارش تلاش شده تا تعریفی اجمالی از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر ارائه شده و با تقسیم‌بندی آن به سه گروه به بررسی آن پرداخته شود. سپس ظرفیت‌های در دست اقدام نیروگاه‌های تجدیدپذیر غیردولتی و جدول پیشرفت کار این پروژه‌ها ارائه شده است. در ادامه به نقش این انرژی‌ها در جهان و کشورهای پیشرفته اشاره شده و در نهایت طرق جلب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و موانع پیش‌رو مورد توجه قرار گرفته است که از آن جمله اصلاح قانون، تعرفه‌ها، تسهیلات بانکی و ... مورد توجه و تبیین قرار گرفته است.

مقدمه

پیش از کشف و به خدمت‌گیری منابع انرژی فسیلی، انسان عمدتاً نیاز خود به انرژی را از منابعی تأمین می‌کرد که امروزه انرژی‌های تجدیدپذیر یا نوین‌خوانده می‌شوند. در گذشته استفاده از قایق‌ها و کشتی‌های بادبانی و آسیاب‌های بادی و آبی، بهره‌برداری گسترده و وسیع از انرژی آفتاب در مقاصد گرمایش و سوزاندن چوب و امثالهم برای تولید حرارت، تعبیه بادگیرهای طبیعی برای سرمایش اماکن مسکونی و بسیاری موارد دیگر از جمله مثال‌های بارز استفاده از منابع انرژی‌های طبیعی بوده‌اند.

به مرور گذشت زمان و در اثر رشد جوامع و پیچیده‌تر شدن صنعت و فناوری، نیاز بشر به منابع انرژی تشدید شد و کشف و بهره‌برداری وسیع از منابع فسیلی بناچار در دستور کار قرار گرفت. در دنیای امروز، انفجار جمعیت و ارتقاء سطح زندگی و رفاه انسان‌ها که نیاز به منابع انرژی را بیش از پیش شدت بخشیده است و پذیرفتن این واقعیت که منابع انرژی تجدیدناپذیر در آینده‌ای نه‌چندان دور پایان خواهند پذیرفت از یک طرف و آسیب‌ها و تهدیدات روزافزونی که استفاده بی‌رویه از انرژی‌های فسیلی به طبیعت و محیط‌زیست وارد کرده و می‌کند از طرف دیگر، ادامه این روند را غیرممکن ساخته است، به‌طوری که شوک‌های نفتی، لزوم توجه به منابع جایگزین را بیش

از پیش برای سیاست‌گذاران انرژی کشورهای صنعتی مطرح ساخته است.

بشر با نگاهی دوباره به خورشید، باد، امواج و سایر منابع طبیعی پاک و لایزال، سعی کرده است که وابستگی خود به منابع فسیلی را تا حد امکان کاهش دهد. روند پرشتاب استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در چند سال گذشته و نیز برنامه‌های آتی کشورهای صنعتی که در پی آنند تا سهم منابع تجدیدپذیر را در سبد انرژی خود بیشتر و بیشتر کنند، گواه این مدعاست.

کشور ما نیز از این قاعده مستثنا نیست و محدودیت‌های کنونی و آینده، ضرورت توجه به انرژی‌های نوین را بیشتر متذکر می‌شود و در این راه جلب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و ترغیب این بخش به حضور در این عرصه بیش از پیش اهمیت دارد.

۱. انرژی‌های تجدیدپذیر

به انرژی‌های ناشی از فرایندهای طبیعی که مکرراً تجدید می‌شوند، انرژی تجدیدپذیر[۱] گویند. اشکال مختلف این انرژی به‌طورمستقیم یا غیرمستقیم از خورشید یا از حرارت ایجاد شده در اعماق زمین نشئت می‌گیرد. به‌عبارت دیگر، انرژی حاصل از خورشید، باد، زیست توده، زمین گرمایی، انرژی آبی، امواج و جزر و مد، بیوماس جامد، بیوگاز و سوخت‌های زیستی[۲] مایع از جمله انرژی‌های تجدیدپذیر به‌شمار می‌روند. همچنین به سوخت‌های حاصل از احتراق مواد صنعتی، ضایعات شهری، بیمارستانی و زباله‌های خانگی نظیر لاستیک، پلاستیک، ضایعات مواد نفتی و دیگر کالاهای مشابه، ضایعات گویند. این سوخت‌ها می‌توانند به شکل مایع یا جامد، تجدیدپذیر یا تجدیدناپذیر باشند. به‌طور کلی می‌توان گفت تجدیدپذیرها و ضایعات به سه گروه تقسیم می‌شوند:

گروه اول: شامل فراورده‌هایی هستند که استفاده از آنها مستلزم تبدیل آنها به برق است.

گروه دوم: شامل فراورده‌هایی هستند که ابتدا ایجاد (حاصل) شده و سپس می‌توان از آنها برای استفاده‌های مختلفی در بخش‌های مصرف نهایی و تبدیلات بهره گرفت. مانند حرارت خورشید و زمین گرمایی. این فراورده‌ها را به‌علت ماهیتی که دارند، نمی‌توان به شکل‌ها و روش‌های معمول ذخیره و به همین ترتیب نمی‌توان برای آنها اطلاعات تغییر در موجودی ارائه کرد.

گروه سوم: شامل فراورده‌هایی هستند که تولید شده و برای اهداف مختلفی در بخش‌های مصرف نهایی و تبدیلات، مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ نظیر ضایعات، سوخت‌های جنگلی، سوخت‌های جامد، بیوگاز، زیست توده و سوخت‌های زیستی مایع. این فراورده‌ها را می‌توان به

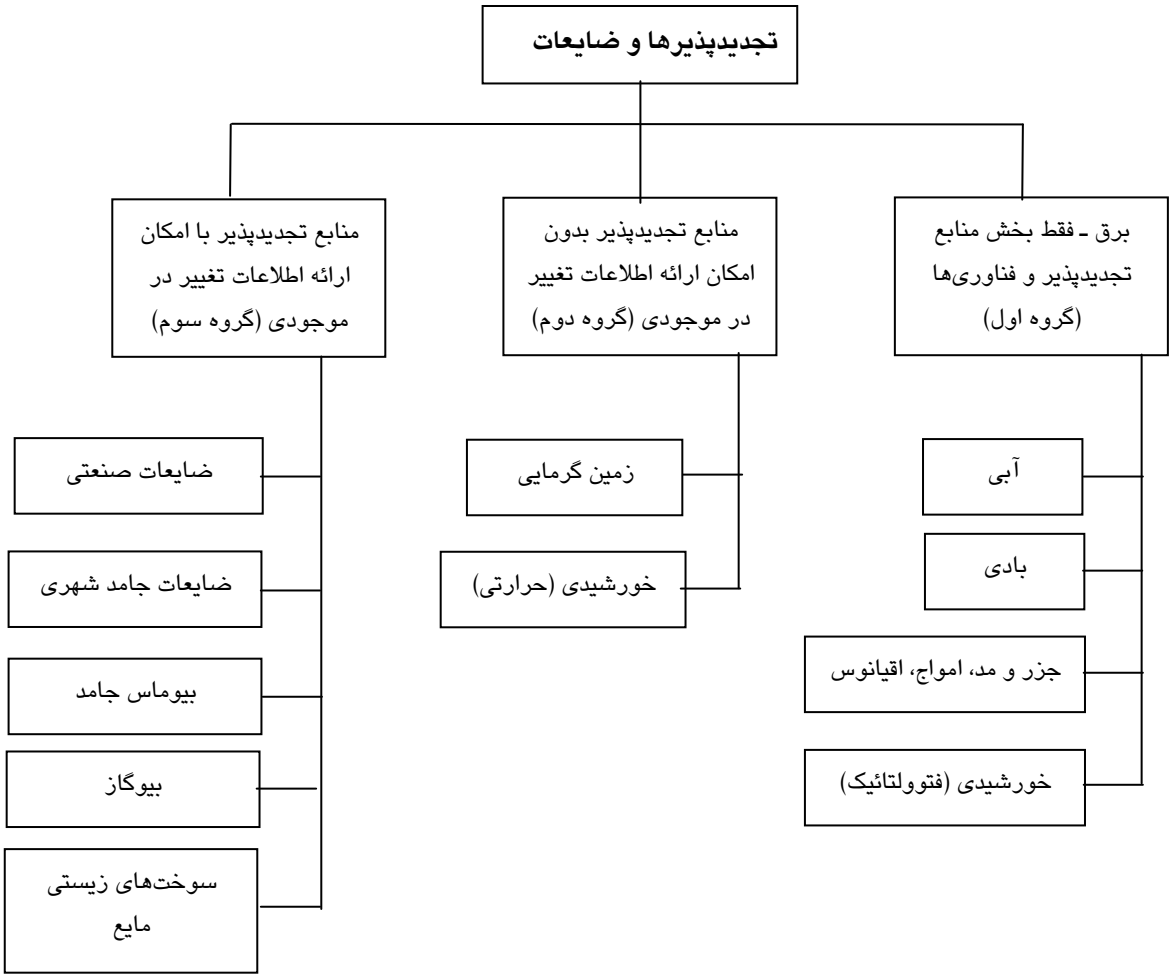
---

۱. در ادبیات انرژی تعاریف مختلفی برای انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد.

2. Biofuels

طرق معمول ذخیره کرد و لذا ارائه اطلاعات تغییر در موجودی آنها امکان‌پذیر است.

شکل ۱. طبقه‌بندی تجدیدپذیرها و ضایعات به سه گروه



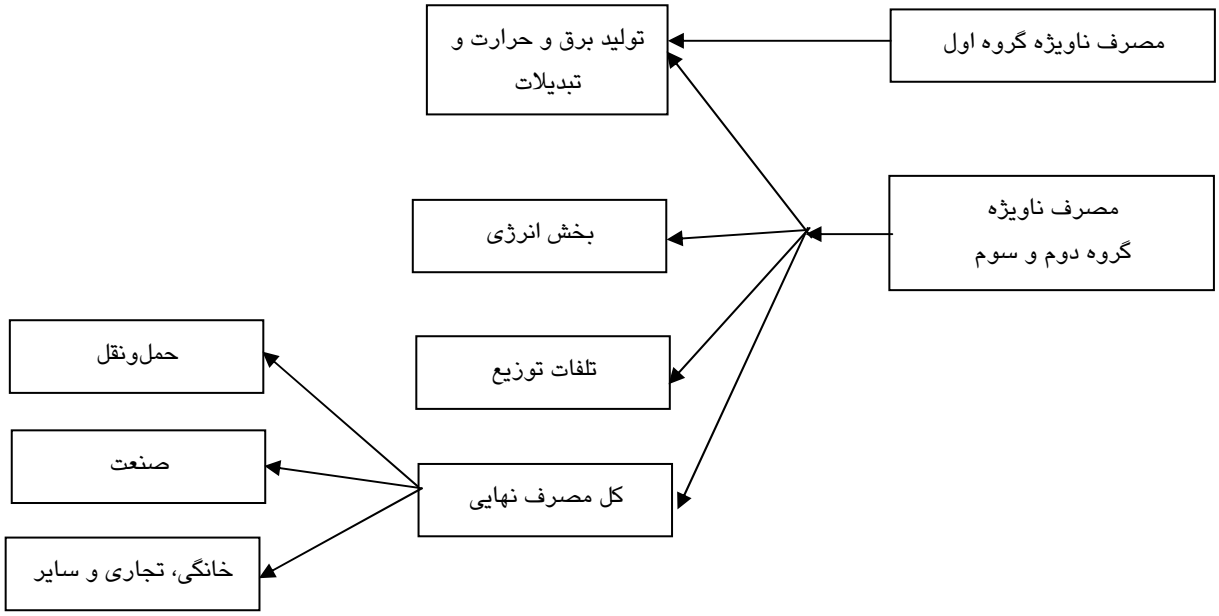
براساس تعاریف آژانس بین‌المللی انرژی، OECD و مرکز آمار اتحادیه اروپا در محاسبات تراز انرژی موارد زیر مورد نظر قرار می‌گیرند:

تولید: تولید در گروه اول تنها منحصر به تولید برق و حرارت می‌شود. در گروه دوم تولید شامل کسب انرژی حرارتی از لایه‌های درونی زمین یا تابش خورشید می‌شود. نمونه بارز این نوع انرژی‌ها، استفاده از انرژی زمین گرمایی در واحدهای تولید بخار یا فناوری بازیافت آب گرم یا انرژی خورشیدی جذب شده توسط کلکتورهای خورشیدی و تبدیل به حرارت و استفاده از این حرارت در مصارف مختلف است. در گروه سوم بسته به تجزیه‌پذیری یا تجزیه‌ناپذیری، مواد زیست توده اولیه یا مواد تجزیه‌پذیر اولیه که از چرخه ضایعات شهری و صنعتی به‌دست آمده‌اند، به محصولات انرژی ثانویه تبدیل می‌شوند. به‌طور مثال سوخت‌های جنگلی می‌توانند در یک نیروگاه حرارتی جهت تولید برق و حرارت سوزانده شده، یا به زغال چوب تبدیل شوند یا در یک

کوره سنگی جهت پخت و پز مورد استفاده قرار گیرند.

مصرف: فراورده‌های گروه اول به تولید مستقیم برق و حرارت منجر می‌شوند. در نتیجه مصرف این فراورده‌ها تحت عنوان مصرف تجدیدپذیرها و ضایعات قرار نمی‌گیرند، بلکه در مجموع مصرف برق و حرارت به حساب می‌آیند. در صورتی که مصرف در گروه‌های دوم و سوم در بخش‌های مختلفی صورت می‌گیرد که می‌توان به بخش تبدیلات، صنایع انرژی و بخش‌های مختلفی از مصرف نهایی از جمله: (صنعت، حمل‌ونقل، خانگی، خدمات، کشاورزی و غیره) اشاره کرد.

شکل ۲. مصرف تجدیدپذیرها و ضایعات به تفکیک بخش‌ها



۲. طرح‌های در دست اقدام نیروگاه‌های تجدیدپذیر غیردولتی در ایران

جدول ۱. ظرفیت طرح‌های در دست اقدام نیروگاه‌های تجدیدپذیر غیردولتی در ایران

(برحسب MW)

نوع نیروگاه / مرحله پیشرفت	نیروگاه بادی	نیروگاه زیست توده (زباله شهری)	نیروگاه برقابی کوچک	نیروگاه خورشیدی (PV)	جمع
مجوز مطالعه صادر شده	۱۱۴۵	۶۴/۲	۱۲/۸	۰/۰۱۵	۱۲۲۵
مطالعه شده	۷۴۲	۲۵/۱	۰	۰/۰۱۵	۷۶۷
ظرفیت دارای مجوز احداث	۷۱۲	۲۵/۱	۰	۰/۰۱۵	۷۳۷
ظرفیت تأمین اعتبار شده	۶۱۲	۲۵/۱	۰	۰	۶۳۷
قرارداد مبادله شده	۴۳۹	۱۳/۶	۰	۰	۴۵۳

مأخذ: سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا)، بهار ۱۳۸۸.

جدول ۲. پیشرفت کار پروژه‌های نیروگاهی برق تجدیدپذیر غیردولتی

قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت

ردیف	مشخصات پروژه			مراحل پیشرفت پروژه							
	نام شرکت متقاضی	ظرفیت پیشنهادی (MW)	محل احداث و استان نیروگاه	تشکیل پرونده	انجام مطالعه امکان‌سنجی	بررسی و تأیید گزارش مطالعه	پیگیری صدور مجوز احداث	پیگیری تأمین اعتبار	تنظیم و مبادله قرارداد	دوره احداث نیروگاه	دوره بهره‌برداری تجاری
الف) نیروگاه‌های بادی											
۱	برق قائم (فاز ۱)	۱۰۰	جرندق ـ قزوین	√	√	√	√	√	√	*	
۲	برق قائم (فاز ۲)	۱۰۰	بینالود ـ خراسان رضوی	√	√	√	√	√	√	*	
۳	آرین ماهتاب گستر	۱۲۳	سیاهپوش ـ قزوین	√	√	√	√	√	*		
۴	نیروگاه بادی رویان	۱۰۰	بینالود ـ خراسان رضوی	√	√	√	√	√	√	*	
۵	نیروگاه بادی ارگ جم	۹	رودبار ـ گیلان	√	√	√	√	√	√	*	
۶	شرکت توسعه توان پایدار (فاز ۱)	۲۰	بام سیاهپوش ـ قزوین	√	√	√	√	√	*		
۷	فجر سدید نهبندان	۱۰	نهبندان ـ خراسان جنوبی	√	√	√	√	√	√	*	
۸	شهد جنوب منطقه آزاد چابهار	۱۰	چابهار ـ سیستان و بلوچستان	√	√	√	√	√	√	*	
۹	فراگامان (فاز ۱)	۱۰	نصرت‌آباد سیستان و بلوچستان	√	√	√	√	√	√	*	

مأخذ: سازمان انرژی‌های نو ایران، بهار ۱۳۸۸

۱. علامت √ یعنی این مرحله تکمیل شده است و علامت * یعنی این مرحله در حال انجام است.

ردیف	مشخصات پروژه			مراحل پیشرفت پروژه							
	نام شرکت متقاضی	ظرفیت پیشنهادی (MW)	محل احداث و استان نیروگاه	تشکیل پرونده	انجام مطالعه امکان‌سنجی	بررسی و تأیید گزارش مطالعه	پیگیری صدور مجوز احداث	پیگیری تأمین اعتبار	تنظیم و مبادله قرارداد	دوره احداث نیروگاه	دوره بهره‌برداری تجاری
الف) نیروگاه‌های بادی											
۱۰	تیز باد نیرو	۱۰۰	خواف ـ خراسان رضوی	√	√	√	√	√	√	*	
۱۱	شرکت توربین بادی آبان	۳۰	خورهشت تاکستان ـ قزوین	√	√	√	√	√	*		
۱۲	کهربای بیرجند	۱۰	خوسف ـ خراسان جنوبی	√	√	√	*				
۱۳	شرکت توسعه انرژی متین تام	۱۰۰	منجیل ـ گیلان	√	√	√	√	*			
۱۴	افزا محیط	۱۰	ده ملا ـ سمنان	√	√	√	*				
۱۵	شرکت پویش انرژی نیرو	۱۰	لوتک ـ هرمزگان	√	√	*					
۱۶	توسعه و عمران فردوس (فاز ۱)	۱۰	بسطاق ـ خراسان رضوی	√	*						
۱۷	صبا نیرو	۱۰۰	صایین ـ اردبیل ـ خواف	√	*						
۱۸	شرکت نیروگاه پارس نیرو دامغان	۱۰۰	ده ملا شاهرود ـ سمنان	√	*						
۱۹	شرکت پارس قائم گستر	۱۰	رستم‌آباد ـ گیلان	√	√	√	*				
۲۰	شرکت متین نیرو	۱۰	خوسف ـ خراسان جنوبی	√	*						
۲۱	شرکت نوین تحرک خراسان	۱۰	نهبندان ـ خراسان جنوبی	√	*						

ردیف	مشخصات پروژه			مراحل پیشرفت پروژه							
	نام شرکت متقاضی	ظرفیت پیشنهادی (MW)	محل احداث و استان نیروگاه	تشکیل پرونده	انجام مطالعه امکان‌سنجی	بررسی و تأیید گزارش مطالعه	پیگیری صدور مجوز احداث	پیگیری تأمین اعتبار	تنظیم و مبادله قرارداد	دوره احداث نیروگاه	دوره بهره‌برداری تجاری
الف) نیروگاه‌های بادی											
۲۲	شرکت برق گستر زاجگان	۵۰	منجیل ـ گیلان	√	*						
۲۳	رعد نیشابور	۲۰	دیزباد ـ خراسان رضوی	√	√	*					
۲۴	شیلان گام	۳	اشتهارد ماهدشت ـ تهران	√	*						
۲۵	مرکز تحقیقات و مطالعات انرژی	۱۰۰	رستم‌آباد ـ گیلان	√	*						
۲۶	توسعه توان پایدار (فاز ۲)	۳۰۰	بام سیاهپوش ـ قزوین	√	√	*					
۲۷	شرکت فرآب	۲۰۰	کلاته ملا ـ سمنان	√	*						
۲۸	شرکت سداد ماشین	۳	منجیل ـ گیلان	√	√	*					
۲۹	آویژه سبز	۱۰	قروه ـ کردستان	√	*						
۳۰	نازدشت	۱۰	قزوین ـ تاکستان	√	*						
۳۱	پرین بتون آمود	۱۵	نیشابور ـ خراسان رضوی	√	*						
۳۲	شرکت انرژی سبز اطلس	۱۰	آذربایجان شرقی ـ سراب	√	*						
۳۳	شرکت سرمایه‌گذاری نیرو	۲۰۰۲	خراسان شمالی ـ شیرم	√	*						
۳۴	شرکت توسعه انرژی‌های نوالبرز	۲۰	گیلان ـ رودبار	√	*						
۳۵	شرکت کابل متال	۱۰	خراسان رضوی	√	*						

ردیف	مشخصات پروژه			مراحل پیشرفت پروژه							
	نام شرکت متقاضی	ظرفیت پیشنهادی (MW)	محل احداث و استان نیروگاه	تشکیل پرونده	انجام مطالعه امکان‌سنجی	بررسی و تأیید گزارش مطالعه	پیگیری صدور مجوز احداث	پیگیری تأمین اعتبار	تنظیم و مبادله قرارداد	دوره احداث نیروگاه	دوره بهره‌برداری تجاری
الف) نیروگاه‌های بادی											
۳۶	شرکت کشت و صنعت یاملی	۱۰	قزوین ـ بوئین زهرا	√	*						
۳۷	شرکت آتیه‌سازان	۵	مرکزی ـ سلفچگان	√	*						
۳۸	عصر نوین داماش	۱۲	جیرنده ـ گیلان	√	√	*					
۳۹	انرژی البرز	۲۰	جوبن ـ گیلان	√	*						
۴۰	شرکت توانا (توان نیروی آراد)	۳۰۰	در دست مطالعه	*							
خلاصه: ■ ظرفیت در دست مطالعه ۱۱۴۴/۵ مگاوات (مطالعه شده ۷۴۲ مگاوات) ■ ظرفیت دارای مجوز احداث: ۷۱۲ مگاوات ■ ظرفیت تأمین اعتبار شده: ۶۱۲ مگاوات ■ قرارداد مبادله شده: ۴۳۹ مگاوات											
ب) نیروگاه‌های زیست‌توده											
۱	کارآوران ـ انرژی تجدیدپذیر شرق	۱۱/۵	ساری ـ مازندران	√	√	√	√	√	*		
۲	شهرداری مشهد ـ سازمان بازیافت و تبدیل مواد	۰/۶	مشهد ـ خراسان رضوی	√	√	√	√	√	√	*	
۳	نیرو سابین آریا	۱/۰	شیراز ـ فارس	√	√	√	√	√	√	*	
۴	فناوران انرژی پاک آسیا	۱۲	ساری ـ مازندران	√	√	√	√	√	√	*	
۵	پارس انرژی سپیدان آریا شرق	۲/۴	اصفهان ـ اصفهان	√	*						

ردیف	مشخصات پروژه			مراحل پیشرفت پروژه							
	نام شرکت متقاضی	ظرفیت پیشنهادی (MW)	محل احداث و استان نیروگاه	تشکیل پرونده	انجام مطالعه امکان‌سنجی	بررسی و تأیید گزارش مطالعه	پیگیری صدور مجوز احداث	پیگیری تأمین اعتبار	تنظیم و مبادله قرارداد	دوره احداث نیروگاه	دوره بهره‌برداری تجاری
ب) نیروگاه‌های زیست توده											
۶	شرکت صنعت محیط سبز پارسیان	۱۱/۸	رشت ـ گیلان	√	*						
۷	اوکسین صنعت	۵۰	تهران ـ تهران	√	*						
۸	جمکو ـ سلکو	نامشخص	تبریز ـ آذربایجان شرقی	*							
خلاصه: ■ ظرفیت در دست مطالعه ۶۴/۲ مگاوات (مطالعه شده: ۲۵/۱ مگاوات) ■ ظرفیت دارای مجوز احداث: ۲۵/۱ مگاوات ■ ظرفیت تأمین اعتبار شده: ۲۵/۱ مگاوات ■ قرارداد مبادله شده: ۱۳/۶ مگاوات											
ج) نیروگاه‌های برق آبی											
۱	شرکت ساختمانی و تأسیساتی طهماسب‌سازه جنوب	۹/۶	ایذه ـ خوزستان	√	√	*					
۲	بازسازان صنعت تهران	۰/۵	تهران ـ فیروزکوه	√	√	*					
۳	انرژی پاک	۰/۴	سی سخت ـ پل کلو ـ ایلام	√	*						
۴	محمدجواد عابدی	۰/۲	بروجرد ـ لرستان	√	*						
۵	مهندسین مشاور طرح نو	۰/۲	اردبیل ـ آستارا ـ حیران	*	*						
۶	علی اوسط کلیج (شخص حقیقی)	۲	شهر زیرآب ـ مازندران	√	*						

ردیف	مشخصات پروژه			مراحل پیشرفت پروژه							
	نام شرکت متقاضی	ظرفیت پیشنهادی (MW)	محل احداث و استان نیروگاه	تشکیل پرونده	انجام مطالعه امکان‌سنجی	بررسی و تأیید گزارش مطالعه	پیگیری صدور مجوز احداث	پیگیری تأمین اعتبار	تنظیم و مبادله قرارداد	دوره احداث نیروگاه	دوره بهره‌برداری تجاری
ج) نیروگاه‌های برق آبی											
۷	ساختمانی تأسیساتی آتیه‌سازان لار	۵	مرکزی ـ خلجستان ـ سلفچگان	*	*						
خلاصه: ■ ظرفیت در دست مطالعه: ۱۲/۸ مگاوات (مطالعه شده: صفر مگاوات) ■ ظرفیت دارای مجوز احداث: صفر مگاوات											
د) سایر نیروگاه‌های تجدیدپذیر											
۱	مؤسسه آموزشی فرهنگی ربانی (فتولتاییک)	۱۵ کیلووات	تهران ـ تهران	√	√	√	√	*			
خلاصه: ■ ظرفیت مطالعه شده: ۱۵ کیلووات ■ ظرفیت دارای مجوز احداث: ۱۵ کیلووات ■ ظرفیت تأمین اعتبار شده: صفر مگاوات											

۳. برق و انرژی‌های تجدیدنظر در جهان

۳-۱. نیروگاه بادی

کل ظرفیت نصب شده توربین‌های بادی جهان در سال ۲۰۰۷ میلادی با ۲۶/۵ درصد افزایش نسبت به سال پیش از آن به ۹۴۰۰۵ مگاوات رسیده و در حال حاضر سهم مناطق مختلف جهان از ظرفیت نصب شده توربین‌های بادی به‌شرح ذیل است: آمریکای شمالی ۲۰/۰ درصد، آمریکای مرکزی و جنوبی ۰/۶ درصد، اروپا و اوراسیا ۶۰/۵ درصد، آفریقا ۰/۵ درصد، خاورمیانه ۰/۱ درصد و آسیا و اقیانوسیه ۱۸/۳ درصد. پنج کشور آلمان، ایالات متحده آمریکا، اسپانیا، هند و چین به‌ترتیب با ۲۳/۷، ۱۸/۰، ۱۵/۷، ۸/۳ و ۶/۲ درصد بیشترین سهم از ظرفیت نصب شده نیروگاه‌های بادی جهان را به‌خود اختصاص دادند.

جدول ۳. سهم مناطق مختلف جهان از ظرفیت نصب شده توربین‌های بادی (۲۰۰۷) (درصد)

آمریکای شمالی	۲۰
آمریکای مرکزی و جنوبی	۰/۶
اروپا و اوراسیا	۶۰/۵
آفریقا	۰/۵
خاورمیانه	۰/۱
آسیا و اقیانوسیه	۱۸/۳
آلمان	۲۳/۷
ایالات متحده آمریکا	۱۸
اسپانیا	۱۵/۷
هندوستان	۸/۳
چین	۶/۲

مأخذ: سایت انرژی‌های نو آمریکا.

۳-۲. نیروگاه‌های خورشیدی

در حال حاضر نیروگاه‌های خورشیدی عمدتاً فتوولتائیک بوده و ظرفیت نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی تنها ۰/۱ درصد از کل ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر است، در حالی که ظرفیت نصب شده نیروگاه‌های فتوولتائیک در جهان در سال ۲۰۰۷ با ۴۰/۴ درصد افزایش نسبت به سال قبل از آن به ۷۸۴۰/۸ مگاوات بالغ شده است، در حال حاضر سهم مناطق مختلف دنیا از کل ظرفیت نصب شده فتوولتائیک به‌شرح ذیل است: آمریکای شمالی ۱۱/۲ درصد، اروپا ۶۲/۳ درصد، آسیا و

اقیانوسیه ۲۶/۵ درصد و خاورمیانه ۰/۰۲ درصد.

ایالات متحده با دارا بودن ۸۳۰/۵ مگاوات ظرفیت نصب شده ۹۴/۷ درصد از کل ظرفیت نصب شده منطقه آمریکای شمالی را به‌خود اختصاص داده است. ظرفیت نصب شده سرانه این نوع نیروگاه‌ها در این کشور در حال حاضر ۲/۸ وات بر هر نفر است. در سال مورد بررسی در مجموع ۲۰۶/۵ مگاوات به ظرفیت نصب شده این کشور اضافه شده که از این میزان ۱۵۱/۵ مگاوات متصل به شبکه بوده است. در اروپا، آلمان به‌تنهایی ۷۹/۱ درصد از کل ظرفیت نصب شده این منطقه را به‌خود اختصاص می‌دهد. ظرفیت نصب شده این کشور در سال ۲۰۰۷ نسبت به سال قبل از آن ۴۱/۶ درصد رشد داشت و به ۳۸۶۲/۰ مگاوات رسید. بدین‌ترتیب این کشور بیشترین ظرفیت نصب شده نیروگاه‌های فتوولتائیک در جهان را به‌خود اختصاص داد. ظرفیت نصب شده سرانه در این کشور در حال حاضر ۴۶/۸ وات بر هر نفر است. ژاپن با دارا بودن ۱۹۱۸/۹ مگاوات ظرفیت نصب شده ۹۲/۳ درصد از کل ظرفیت نصب شده منطقه آسیا و اقیانوسیه را به‌خود اختصاص داده است. ظرفیت نصب شده سرانه در این کشور در حال حاضر ۱۵/۰ وات بر نفر است. در سال ۲۰۰۷ در مجموع ۲۱۰/۴ مگاوات به ظرفیت نصب شده این کشور اضافه شده که از این میزان، ۲۰۸/۸ مگاوات متصل به شبکه بوده است.

جدول ۴. مناطق مختلف دنیا از کل ظرفیت نصب شده فتوولتائیک (درصد)

آمریکای شمالی	۱۱/۲
اروپا	۶۲/۳
آسیا و اقیانوسیه	۲۶/۵
خاورمیانه	۰/۰۲

مأخذ: سایت انرژی‌های نو آمریکا.

۳-۳. نیروگاه‌های زمین گرمایی

ظرفیت نصب شده انرژی زمین گرمایی در پایان سال ۲۰۰۶ میلادی در کشورهای OECD به ۵۳۵۴ مگاوات بالغ شده است. در حال حاضر از میان کشورهای OECD پنج کشور ایالات متحده، مکزیک، ایتالیا، ژاپن و زلاندنو به‌ترتیب با دارا بودن ۲۲۷۴، ۹۶۰، ۶۷۱، ۵۳۲ و ۴۴۶ مگاوات ظرفیت نصب شده، بالاترین سهم را دارا هستند.

۴-۳. نیروگاه‌های هسته‌ای

ظرفیت نیروگاه‌های هسته‌ای جهان در پایان سال ۲۰۰۶ معادل ۳۷۷/۰ گیگاوات بوده که سهم مناطق مختلف جهان از کل ظرفیت نصب شده نیروگاه‌های هسته‌ای به‌ترتیب شامل اروپا و اوراسیا ۴۵/۸ درصد، آمریکای شمالی ۳۰/۶ درصد، آسیا و اقیانوسیه ۲۲/۴ درصد، آمریکای مرکزی و جنوبی ۰/۸ درصد، آفریقا ۰/۵ درصد و خاورمیانه صفر اعلام شده است.

در منطقه آمریکای شمالی بیشترین ظرفیت نصب شده متعلق به کشور آمریکا به میزان ۱۰۰/۶ گیگاوات است.

در منطقه آمریکای مرکزی و جنوبی تنها دو کشور دارای ظرفیت نیروگاه هسته‌ای هستند که به‌ترتیب شامل کشور برزیل با ۲/۰ گیگاوات و آرژانتین با ۱/۰ گیگاوات است.

در منطقه اروپا و اوراسیا حدود ۶۲ درصد از نیروگاه‌های هسته‌ای منطقه متعلق به فرانسه، فدراسیون روسیه و آلمان است که در این میان ظرفیت نیروگاه‌های هسته‌ای فرانسه ۶۳/۳ گیگاوات، فدراسیون روسیه با ۲۳/۲ گیگاوات و آلمان با ۲۰/۲ گیگاوات است.

در منطقه آفریقا فقط کشور آفریقای جنوبی دارای چند نیروگاه هسته‌ای است که مجموع ظرفیت آنها معادل ۱/۸ گیگاوات است

در منطقه آسیا و اقیانوسیه حدود ۸۰ درصد ظرفیت نصب شده نیروگاه‌های هسته‌ای در دو کشور ژاپن و کره جنوبی واقع گردیده که ظرفیت آنها به‌ترتیب ۴۹/۵ و ۱۷/۷ گیگاوات است.

۴. سرمایه‌گذاری و تولید برق از انرژی‌های نوین در برخی کشورها

«انرژی سبز» اصطلاحی است که معمولاً برای تولید الکتریسیته از منابع تجدیدپذیر (Renewable) مانند باد، انرژی خورشیدی، زمین‌گرمایی و انواع مختلف زیست توده، به‌کار می‌رود.

به‌جز منابع زیست توده، اکثر سوخت‌های تجدیدپذیر، رایگان هستند و هزینه متحمل شده در عملکرد نیروگاه‌ها، شامل هزینه‌های عملیاتی، تعمیرات و نگهداری و به‌خصوص هزینه تجهیزاتی که این انرژی‌ها را جمع‌آوری کرده و به برق تبدیل می‌کنند، می‌شود.

بنابراین با صرف‌نظر از هزینه‌های احداث نیروگاه می‌توان قیمت برق تولیدی را در یک دوره زمانی ثابت در نظر گرفت و آن را پیش‌بینی و ارزیابی کرد.

به‌طور عمده می‌توان هزینه‌های زیر را جهت تولید برق از یک منبع تجدیدپذیر متصور شد:

۱. هزینه منابع تجدیدپذیر (که به‌جز زیست‌توده و برخی دیگر از منابع، می‌توان آنها را رایگان به‌دست آورد).

۲. هزینه‌های مهندسی و اجرایی طرح‌های نیروگاهی.

۳. هزینه تجهیزات اصلی و کمکی.

۴. هزینه‌های انتقال برق.

۵. هزینه‌های تعمیرات و نگهداری، بهره‌وری، تحقیق و توسعه و ... .

۶. سایر هزینه‌ها شامل بازاریابی، فروش، پرسنلی و غیره.

۱-۴. انرژی‌های آبی[1]

بهره‌برداری از انرژی آب جهت مصارف بشری به ۲۰۰۰ سال پیش برمی‌گردد. اولین کاربردهای انرژی آبی در آسیاب‌های آبی به‌منظور آرد کردن گندم بوده است.

نیروگاه‌های بزرگ آبی و مدرن، اولین بار (پس از ابداع توربین‌های آبی در سال ۱۸۲۷ در فرانسه) در سال ۱۸۸۰ به تولید برق پرداختند. اکثر پیشرفت‌های حاصل در زمینه نیروگاه‌های آبی، پس از مشارکت دولت‌ها در احداث سدهای بزرگ و چندمنظوره حاصل شد.

به‌طور کلی می‌توان گفت که نیروگاه‌های آبی به دو دسته عمده نیروگاه‌های آبی بزرگ و کوچک تقسیم‌بندی می‌شوند. نیروگاه‌های آبی کوچک دارای توان و قدرت خروجی بین ۲/۵ مگاوات و ۳۰ مگاوات هستند ولی به‌طور کلی ظرفیت تولیدی آنها را حدود ۱۰ مگاوات در نظر می‌گیرند. از طرفی نیروگاه‌های آبی کوچک به سه دسته نیروگاه آبی خُرد (با ظرفیت زیر ۱۰ مگاوات) نیروگاه آبی مینی (ظرفیت بین ۱ مگاوات و ۱۰۰ کیلووات) و نیروگاه آبی میکرو (با ظرفیت کمتر از ۱۰۰ کیلووات) تقسیم‌بندی می‌شوند.

در نیروگاه‌های آبی بزرگ استفاده از انرژی‌های آبی یکی از مناسب‌ترین راهکارها برای کاهش قیمت تمام شده انرژی الکتریکی است. مکان‌های احداث نیروگاه‌های انرژی‌های نو در کشورهای عضو IEA[2] اندک و قلیل هستند ولی اگر مکانی جدید و مناسب جهت ایجاد نیروگاه از لحاظ فنی و اقتصادی توجیه داشته باشد، دارای هزینه سرمایه‌گذاری در حدود ۲۴۰۰ دلار بر هر کیلووات و هزینه تولید برق در آن، بین ۰/۰۳ الی ۰/۰۴ دلار بر هر کیلووات ساعت است. در شرایط مطلوب و ایدئال، هزینه نیروگاه‌های آبی کوچک در تولید برق باید به کمتر از ۰/۰۲ دلار بر هر کیلووات ساعت برسد و این در حالی است که هزینه متداول تولید برق در نیروگاه‌های آبی کوچک به‌طور معمول بین ۰/۰۴ الی ۰/۰۶ دلار بر هر کیلووات ساعت برق است. مزیت اصلی نیروگاه‌های آبی کوچک که استفاده از آنها را مقرون به‌صرفه می‌کند، عمر درازمدت تجهیزات، هزینه عملیاتی اندک و هزینه

1. Hydropower

۲. آژانس بین‌المللی انرژی (International Energy Agency).

تعمیرات و نگهداری پایین است که در یک دوره زمانی بیش از ۵۰ سال در نظر گرفته می‌شود. موفق‌ترین کشور در مورد استفاده از منابع آبی کوچک کشور چین است

۲-۴. زیست‌توده جامد[1]

در استفاده از زیست‌توده‌ها، هزینه تولید برق به نوع زیست‌توده که برمبنای آن سرمایه‌گذاری شده است و خروجی سالیانه برق، بستگی دارد. سامانه‌های با هزینه بسیار اندک که همراه با بخش دوگانه‌سوزی (Co – Firing) عمل می‌کنند، هزینه تولید برقی در حدود ۰/۰۲ دلار بر هر کیلووات ساعت دارند که در این حالت سرمایه‌گذاری اضافی و اولیه جهت تجهیز نیروگاه با سامانه‌های دوگانه‌سوز مورد نیاز است. هزینه تولید برق در نیروگاه‌هایی که برمبنای فرایندهای تخمیری و تولید گاز هستند، نسبتاً بالاتر و در حدود ۰/۱۰ الی ۰/۱۵ دلار بر هرکیلووات ساعت است.

هزینه تولید برق برمبنای استفاده از سوخت‌های زیست‌توده جامد، بستگی به نوع تکنولوژی، هزینه سوخت و کیفیت سوخت دارد. این نیروگاه‌ها روز به روز کوچک‌تر می‌شوند و به حدود تولید ۲۰MWe[2] یا کمتر می‌رسند.

۳-۴. انرژی‌های زمین‌گرمایی

هزینه سامانه‌های زمین‌گرمایی در تولید انرژی الکتریکی روزبه‌روز در حال کاهش است. معمولاً در این سامانه‌ها هزینه‌های اولیه سرمایه‌گذاری بالاست. در استفاده از انرژی‌های زمین‌گرمایی نوع منبع (بخار یا آب داغ) و دما، تعیین‌کننده تعداد حفره و چاه‌های مورد نیاز جهت تأمین منابع حرارتی است.

معمولاً هزینه احداث و حفره چاه با توجه به عمق آن متغیر است؛ ولی می‌توان آن را در محدوده ۱۰۰ الی ۴۰۰ دلار در هر کیلووات نیروگاهی در نظر گرفت.

اندازه نیروگاه (نرخ تولید انرژی) و نوع آن (تک فلاش یا دوگانه) و سطح در نظر گرفتن قوانین زیست‌محیطی، هزینه سرمایه‌گذاری در تأمین انرژی را تعیین می‌کنند. در این حالت، هزینه شدیداً به خصوصیات منابع محلی بستگی دارد و به‌طور کلی نمی‌توان گفت که سطح درآمدها در این سامانه‌ها مشخص و قطعی است.

درخصوص منابع و خصوصیات آن می‌توان گفت که دمای سیال (که اندازه توربین‌ها را مشخص می‌کند)، مبدل‌های حرارتی و سیستم‌های خنک‌کاری نیز از دیگر عوامل تعیین‌کننده هزینه

1. Solid Biomass

۲. مگاوات (Megawatts).

هستند. سازمان‌های اطلاعاتی آمریکا گزارش داده‌اند که هزینه‌های جاری تأمین برق در کمترین مقدار خود بین ۰/۰۱۵ الی ۰/۰۲۵ دلار در هر کیلووات ساعت در نوع Geysers، ۰/۰۲ الی ۰/۰۴ دلار در هر کیلووات ساعت برای سامانه‌های تک‌فلاشی (Single Flash) و ۰/۰۳ الی ۰/۰۵ دلار در هر کیلووات ساعت در سیستم‌های دوگانه است. اطلاعات مشابهی در اروپا گزارش شده است که هزینه تولید برق در نیروگاه‌های سنتی (منابع بخار ـ آبی) بین ۰/۰۵ الی ۰/۰۹ یورو در هر کیلووات ساعت و در سامانه‌های Hot Dry Rock (HDR) بین ۰/۲ الی ۰/۳ یورو بر هر کیلووات ساعت است.

۴-۴. سامانه‌های فتوولتائیک خورشیدی[1]

هزینه سامانه‌های فتوولتائیک خورشید به‌طور عمده به اندازه سلول‌ها، مکان نصب آنها، نوع مشتری و مصرف‌کننده آن، اتصالات شبکه‌ای و مشخصات فنی بستگی دارد. میانگین هزینه نصب در حدود ۵ الی ۹ دلار در هر وات جهت مصارف خانگی تا تولیدات شبکه‌ای است.

۴-۵. انرژی‌های خورشیدی ـ حرارتی[2]

هزینه برق تولیدی در نیروگاه نوادا در حدود ۰/۱۲ الی ۰/۱۴ دلار بر هر کیلووات ساعت و در نیروگاهی در اسپانیا ۰/۱۵ یورو در هر کیلووات ساعت برق تولیدی است.

۴-۶. باد[3]

هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه در نیروگاه‌های بادی نسبت به نیروگاه‌های با سوخت فسیلی و نیروگاه‌های با گاز طبیعی بالاست ولی با در نظر گرفتن هزینه رایگان سوخت (باد)، می‌توان هزینه تولید برق در آنها را نسبت به دیگر نیروگاه‌ها، رقابتی دانست.

امروزه نوع تکنولوژی توربین‌های بادی به‌گونه‌ای است که طول پره‌های توربین آنها به ۸۰ متر با توان و قوای تولیدی متغیر ساخته می‌شود. روند پیشروی تکنولوژی به‌گونه‌ای است که روزبه‌روز به قطر روتورهای توربین‌ها به‌منظور افزایش کاربردهای فراساحلی، اضافه می‌شود.

روند کاهش روزبه‌روز قیمت برق تولیدی نیروگاه‌های بادی همچنان ادامه دارد و امروزه به‌گونه‌ای است که قیمت تولید برق در حدود ۰/۰۳۵ الی ۰/۰۴ دلار در هرکیلووات در بهترین مکان نیروگاهی می‌رسد.

---

1. Solar Photovoltaic
2. Solar Thermal Electricity
3. Wind

ظرفیت تولید نیروگاه‌های بادی عمدتاً به سطح روش روتورها و شرایط اقلیمی از لحاظ وزش باد بستگی دارد. هزینه کلی نصب نیروگاه‌های بادی در خشکی در حدود ۴۰۰ دلار در هر مترمربع روبش هوا یا ۸۵۰ الی ۹۵۰ دلار در هر کیلووات برق تولیدی است.

هزینه‌های سرمایه‌گذاری در کاربردهای خشکی و فراساحلی (Offshore) به‌طور نسبی و مطلق متفاوت است در نصب‌های فراساحلی هزینه فونداسیون حدود یک سوم (یا بیشتر) هزینه توربین است. هزینه نصب یک نیروگاه متداول در فراساحل بین ۱۱۰۰ تا ۲۰۰۰ دلار در هر کیلووات برق تولیدی است به‌عبارتی دیگر ۳۵ الی ۱۰۰ درصد از نیروگاه‌های خشکی هزینه‌برتر است.

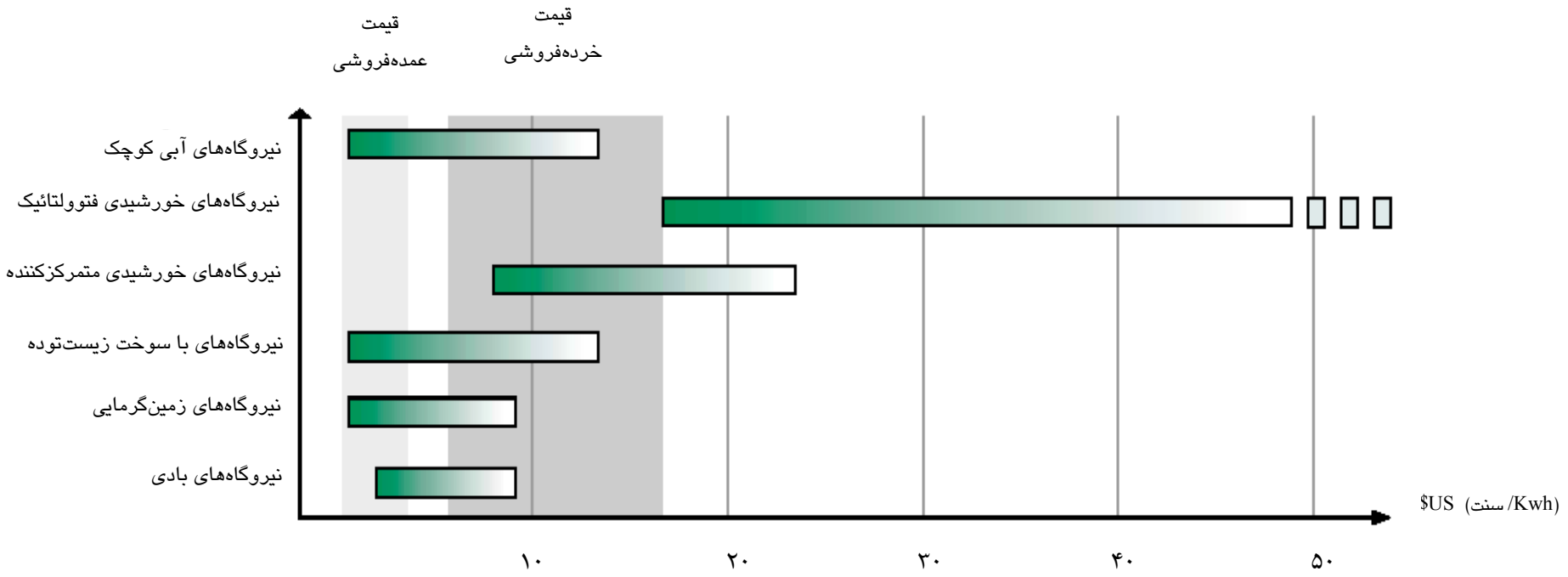
هزینه توربین‌های خشکی (Onshore Turbine) ۱/۲ میلیون دلار در هر مگاوات برق تولیدی در آمریکا تا ۱/۸ میلیون دلار در هر مگاوات برق تولیدی در ایتالیا متفاوت است.

مقدار هزینه کلی که شامل نصب و توربین می‌باشد از ۱/۴ میلیون دلار در اروپا تا ۲/۷ میلیون دلار در آمریکا در هر مگاوات برق تولیدی متفاوت است.

درخصوص هزینه‌های تعمیرات و نگهداری واحدهای نیروگاهی بادی می‌توان گفت که هزینه بیمه، تعمیرات و نگهداری برنامه‌ریزی شده، قطعات یدکی، نظارت و بازرسی از ۱۴ دلار الی ۲۶ دلار در هر مگاوات ساعت برق تولیدی متفاوت است. این هزینه‌ها در توربین‌های فراساحلی به‌مراتب بیشتر است.

هزینه تولید نیرو با توجه به برخی انرژی‌های نوین به‌صورت مقایسه‌ای در نمودار ۱ و جدول ۳ آورده شده است.

نمودار ۱. هزینه تولید نیرو



ارقام فوق با توجه به تخفیف ۶ درصد و بازپرداخت قسط‌های ۱۵ الی ۲۰ ساله و تولید در شرایط بهینه محاسبه شده است.

Source: International Energy Agency, Renewable Energy, Market and Policy Trends in IEA Courtiers, 2004.

جدول ۳. هزینه تولید برق، زیرساخت‌ها و غیره در انواع مختلف نیروگاه‌ها با انرژی‌های نوین

نوع نیروگاه	مشخصات	هزینه
آبی	بزرگ	تأسیس ۲۴۰۰/KW دلار تولید ۰/۰۴/kwh – ۰/۰۳ درصد دلار
	کوچک (ایدئال) کوچک (متداول)	تولید ۰/۰۲/kwh دلار تولید ۰/۰۶/kwh – ۰/۰۴دلار
زیست‌توده جامد	بهینه و با راندمان بالا هزینه‌بر	۰/۲/Kwh دلار ۰/۱۵/Kw – ۰/۱ دلار
زمین گرمایی	Single – Flash (حفر چاه) Singel – Flash (تولید برق) سیستم‌های دوگانه اروپایی ـ سنتی HDR	۱۰۰/kwh–۴۰۰ دلار ۰/۰۴ /Kwh – ۰/۰۲دلار ۰/۰۵ Kwh – ۰/۰۳ دلار ۰/۰۹ /Kwh–۰/۰۵ یورو ۰/۳ /Kwh – ۰/۲ یورو
خورشیدی	پیل خورشیدی الکتریکی (Salar Photovataic) سیستم خانگی انرژی گرمایی خورشیدی نوادا اسپانیا	۹–۵ دلار /w ۰/۱۴ /Kw – ۰/۱۲ دلار ۰/۱۵ /Kw دلار
باد	تولید برق بهترین نیروگاه تولید برق نیروگاه با راندمان کم هزینه تأسیس نیروگاه هزینه تولید برق نیروگاه‌های بادی فراساحلی سوئد و انگلیس	۰/۰۴/Kw – ۰/۰۳۵ دلار ۰/۰۹۷/Kw دلار ۴۰۰ دلار در هر مترمربع روش هوا ۹۰۰/Kwh–۸۵۰ دلار توربین‌های بادی خشکی ۲۰۰۰/Kw – ۱۱۰۰ توربین‌های فراساحلی ۳۷۰۰/Kw–۲۵۰۰ توربین‌های بادی فراساحلی سوئد و انگلیس ۰/۱۰۵ /Kwh – ۰/۰۸۵ دلار

Source: International Energy Agency, Renewable Energy Essentials: Wind, 2008.
International Energy Agency, Renewable Energy, Market and Policy Trends in IEA Countries, 2004.

۵. هزینه تولید برق از انرژی‌های پایدار و فسیلی

تاکنون در ایران حدود ۶۵۰۰ مگاوات پتانسیل انرژی بادی، سایت‌یابی شده که حدود ۲۸ درصد ظرفیت اسمی تولید فعلی برق کشور است. طی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۶ به‌منظور حفظ و مدیریت مراتع کشور حدود ۵۴ پمپ بادی جهت استخراج آب نصب شده است. همچنین طی سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۶، تعداد ۱۱ واحد توربین بادی با قدرت اسمی ۳۰۰ تا ۵۵۰ کیلووات، مجموعاً به میزان ۴ مگاوات در منطقه منجیل نصب شده است. علاوه‌بر تولید برق از انرژی باد و خورشیدی کاربردهای دیگری نیز وجود دارد که در ایران تجربه ایجاد آبگرمکن‌های خورشیدی، حمام خورشیدی و نیز استخراج آب به‌وسیله توربین‌های بادی از این جمله‌اند. جدول ذیل مقایسه هزینه‌های خصوصی تولید برق از نیروگاه‌های فسیلی، هسته‌ای، خورشیدی و بادی را نشان می‌دهد که به‌وسیله محققین مختلف ارائه شده است. همان‌طور که اطلاعات جداول نشان می‌دهد متوسط هزینه تولید برق به‌وسیله انرژی‌های فسیلی و پایدار در دامنه نسبتاً بزرگی حاصل شده‌اند. مثلاً هزینه تولید هر کیلووات ساعت برق بادی در دامنه ۸۳ تا ۳۹۰ ریال در هر کیلووات ساعت قرار دارد.

جدول ۴. متوسط قیمت تولید برق از انرژی باد و خورشید و برق آبی کوچک (حد پایین و حد بالا)

محققین	ریال ـ کیلووات ساعت	سایر توضیحات
عباس‌پور و سایر همکاران (۱ و ۱۳۷۶)، (انرژی باد)	۵۲/۸۳-۳۹/۷۸	نرخ بازده داخلی ۵ تا ۶/۵ درصد و دوره بازگشت سرمایه ۱۰ تا ۱۲/۵ سال و تعداد توربین‌های بادی بین ۵ تا ۵۰ واحد. نرخ تورم ۱۸ درصد بهره داخلی ۱۶ درصد و نرخ بعد ارزی ۸ درصد در نظر گرفته شده است
وزارت نیرو (۵۷ و ۱۳۷۶) (انرژی بادی)	۲۱۹/۳ ـ ۱۴۴/۶	نیروگاه بادی ساخت داخل، یک عدد توربین، ۶۰۰ کیلووات با هزینه سرمایه‌ای ۱۳۰۰ دلار در هر کیلووات، متوسط هزینه تولید برق هر کیلووات ساعت ۷/۳۱ سنت می‌باشد. برای ۵۰ عدد توربین هزینه سرمایه ۹۹۰ دلار و متوسط هزینه تولید ۴/۸۲ سنت در هر کیلووات ساعت می‌باشد
فسقندیس (۱۳۷ و ۱۳۷۸) بادی ۳۰۰ کیلووات بادی ۵۰۰ کیلووات	۱۶۳/۲ ۱۷۷/۱	نرخ ارز ۳۰۰۰ ریال لحاظ شده است
ترازنامه انرژی (۱۴۳ و ۱۳۷۶) (انرژی بادی)	۳۹۰-۳۱۰	براساس منابع معتبر جهانی قیمت تمام شده تولید برق بادی بین ۷ تا ۱۳ سنت در هر کیلووات ساعت می‌باشد

محققین	ریال ـ کیلووات ساعت	سایر توضیحات
عنایتی (۱۵۳ و ۱۳۷۶) (برق آبی کوچک)	۳۰-۴۴/۵	نیروگاه یاسوج با قدرت نصب شده ۲۵۰۰ کیلووات ساعت و جنت رودبار با ۱۰۰۰ کیلووات دارای هزینه ۳۰ ریال در هر کیلووات ساعت می‌باشد. سال پایه ۱۳۷۳ می‌باشد
کوچری (۱۲۳ و ۱۳۷۶) (خورشیدی) (سیستم‌های فتو ولتایی)	۱۵۶۰-۱۹۹۱	برای نواحی پنج‌گانه خورشیدی ایران بررسی‌های اقتصادی نشان می‌دهد که برای روستاهای با کمتر از ۷ خانوار و در فاصله بیش از ۱۰ کیلومتری شبکه برق اقتصادی است
خادمی (۱۳ و ۱۳۷۶) (خورشید ـ سهموی خطی)	۳۹۰-۴۸۰	در مرحله تجاری ـ صنعتی قرار دارد و برای نصب هر کیلووات توان حدود ۲۵۰۰-۳۰۰۰ دلار نیاز می‌باشد بر مبنای دلار ۱۹۹۰ و نرخ‌های بین‌المللی
(دودکش ـ خورشیدی)	۲۹۱-۴۲۰	برآورد هزینه برای ایران انجام شده است. هزینه تولید برای ظرفیت ۳۰ مگاوات حدود ۱۳/۶-۱۴ سنت و ۱۰۰ مگاوات ۹/۹-۹/۷ سنت در هر کیلووات ساعت می‌باشد
(خورشید ـ سهموی خطی) (در ایران)	۲۴۶-۲۵۸	قیمت‌های جهانی برحسب برخی هزینه‌های داخلی تعدیل شده‌اند
عباس‌پور و همکاران (۱ و ۱۳۷۶) (نیروگاه فسیلی)	۱۲۹-۱۶۰/۸	طول عمر ۳۰ سال، قیمت نفت خام بشکه ۱۶ و ۲۰ دلار به‌ترتیب هزینه تولید هر کیلووات ساعت برق ۴/۳ و ۵/۳۶ سنت می‌باشد
خادمی (۱۳ و ۱۳۷۶)	۱۵۰-۲۷۰	هزینه سرمایه‌گذاری اولیه برای بار پیک، با میانی و بار پایه به‌ترتیب ۳۴۰، ۶۲۵ و ۱۵۲۵ دلار آمریکا برای هر کیلووات ظرفیت می‌باشد و متوسط هزینه تولید هر کیلووات ساعت برق به‌ترتیب ۵/۹، ۶ و ۵ سنت می‌باشد
فسقندیس (۱۳۷۸) (فسیلی (با لحاظ هزینه‌های اجتماعی) بخاری مدحج (با لحاظ هزینه‌های اجتماعی)	۱۳۳/۷-۱۸۰/۵ ۱۶۸/۲-۲۱۵/۲	پایین محاسبات هزینه‌های اجتماعی وزارت نیرو و حد بالا محاسبات EPA

ـ پتانسیل نیروگاه‌های برق آبی کوچک در کشور ۴۲۰۰ مگاوات می‌باشد. هزینه احداث هر کیلو برق آبی کوچک در قیمت‌های جهانی ۱۰۰۰ تا ۱۶۰۰ دلار و در ایران ۷۰۰ تا ۸۰۰ دلار می‌باشد.

۶. مقایسه هزینه تولید برق از انرژی‌های فسیلی و پایدار

با توجه به اطلاعاتی که در بخش قبل ارائه گردید می‌توان مقایسه هزینه‌های تولید برق از انرژی‌های فسیلی و پایدار را به انجام رساند. البته قبل از انجام این مقایسه لازم به یادآوری است که محاسبات هزینه‌ها و نیز منافع تولید برق، از انرژی‌های فسیلی یا پایدار تحت تأثیر عوامل متعددی همچون نرخ بهره بین‌المللی، نرخ تورم و نرخ ارز می‌باشند. تکنولوژیکی و ناکارایی تولید، نحوه محاسبه هزینه‌های جنبی، از جمله مواردی هستند که بر محاسبات هزینه‌های اجتماعی تأثیر می‌گذارند.

استفاده از نرخ‌های میانگین (حد پایین و حد بالا) که توسط مطالعات مختلف به‌دست آمده می‌تواند پایداری نسبی محاسبات را برای دامنه‌ای از نرخ‌ها به‌دست دهد. تولید برق فسیلی در دامنه ۱۵۰ تا ۲۷۰ ریال برای هر کیلووات ساعت است و فقط انرژی هسته‌ای و برق آبی قابلیت رقابت را با فسیلی دارا می‌باشند. البته حد پایین هزینه‌های تولید روش سهموی خطی و انرژی باد نیز قابلیت رقابت را نشان می‌دهند. با در نظر گرفتن میانگین هزینه تولید برق به‌وسیله روش‌های مختلف و در نظر گرفتن هزینه تولید برق فسیلی در بار پایه ملاحظه می‌شود که تنها برق آبی کوچک از لحاظ هزینه‌های متوسط تولید قابلیت رقابت را با فسیلی دارا هستند. مقایسه هزینه‌های نشان داد که هنوز بهره‌برداری از انرژی‌های پایدار قابلیت رقابت با انرژی‌های فسیلی را در ایران ندارد.

۷. هزینه اجتماعی تولید برق از انرژی فسیلی

گرچه ارقام دقیق هزینه‌های اجتماعی ناشی از آثار خارجی فعالیت‌های اقتصادی در عمل دشوار و گاهی غیرممکن است؛ اما با استفاده از برخی روش‌های نوآورانه، این هزینه‌ها برآورد می‌گردند. براساس سنجش میزان انتشار آلاینده‌های نیروگاه‌های فسیلی و استفاده از ضرایب مربوط به پولی کردن آثار (مثلاً ضرایبی که EPA برای آمریکا به‌کار می‌گیرد) می‌توان این انتشار را به معادل آن تبدیل نمود. جدول ذیل هزینه‌های زیست‌محیطی مربوط به انتشار آلاینده‌های نیروگاه‌های فسیلی را در سال ۱۳۷۶ نشان می‌دهد.

جدول ۵. شاخص آلودگی و هزینه‌های زیست‌محیطی نیروگاه‌های فسیلی تولیدکننده برق در ایران

نیروگاه	درصد تولید برق	شاخص آلودگی (Cgr/KWh	هزینه زیست‌محیطی ریال-KWh
بخاری	۷۱	۱۶۷	۱۰۳/۹
گازی	۲۱	۲۳۳/۱	۱۱۰/۴
دیزلی	۰/۵	۲۱۴/۱	۱۲۸/۷
برق آبی	۷/۵	۱/۸	۰/۵

مأخذ: محمد مزرعتی، محمدرضا آیت‌اللهی، هزینه‌های اجتماعی و آثار خارجی مصرف سوخت‌های فسیلی، ص ۵۱۲-۵۲۶.

* این هزینه فعلاً مشمول ایران نمی‌شود.

همان‌طور که جدول نشان می‌دهد بیشترین میزان انتشار کربن توسط نیروگاه‌های گازی با ۲۳۳/۱ گرم گازکربنیک در هر کیلووات ساعت و پس از آن نیروگاه‌های دیزلی با ۲۱۴/۱ گرم در هر کیلووات ساعت است و این در حالی است که بالاترین سهم تولید برق به نیروگاه‌های بخاری تعلق دارد و نیروگاه‌های گازی فقط ۲۱ درصد تولید را در اختیار داشته‌اند. هزینه‌های زیست‌محیطی تولید هر کیلووات ساعت برق در نیروگاه‌های دیزلی ۱۲۸/۷ ریال بوده که بالاترین رقم را نشان می‌دهد. میانگین هزینه‌های زیست‌محیطی نیز حدود ۹۷/۵ ریال به ازای هر کیلووات ساعت تولید برق بوده است. متوسط هزینه کل تولید برق از سوخت‌های فسیلی حدود ۲۴۷ ریال در هر کیلووات ساعت است، که در مقایسه با هزینه‌های تولید برق از نیروگاه‌های برق آبی کوچک، انرژی هسته‌ای و بادی بیشتر است. در صورتی‌که دولت در بازار مداخله و هزینه‌های اجتماعی انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی نیروگاه‌های فسیلی را دریافت کند آنگاه بهره‌گیری از انرژی هسته‌ای و بادی نیز اقتصادی می‌شوند.

۸. حرکت به سمت تخصیص بهینه اجتماعی و ترغیب به‌کارگیری انرژی‌های پایدار

با دخالت دولت یا هر نهاد سیاستگذار قانونی دیگر، می‌توان هزینه‌های اجتماعی تولید برق را کاهش داد. از آنجایی که کاهش تولید برق تا سطوحی که مثلاً میزان انتشار آلاینده‌ها به حد استاندارد رسیده و به‌صورت مؤثری نتوانند بر سلامت انسان اثرگذاری نمایند، عملاً ممکن نیست، لذا این امر می‌تواند براساس ابزارهای مبتنی‌بر بازار صورت پذیرد تا بتوان در مسیر افزایش توان تولید انرژی‌های پایدار به‌جای کاهش تولید فعلی از انرژی‌های فسیلی، گام برداشت. در نظر گرفتن مالیات بر آلاینده‌ها یا ایجاد یک بازار برای تجارت آلاینده‌ها می‌تواند ابزاری برای کنترل انتشار آلاینده‌ها و فراهم‌سازی نقدینگی لازم برای توسعه انرژی‌های پایدار باشد. تعیین حد مجاز انتشار آلاینده‌ها و

امکان انتشار بیشتر آلاینده‌ها با خرید مجوزهای آلودگی که از طرف نهاد سیاستگذار به فروش می‌رسد، می‌تواند امکانات فوق را فراهم سازد. در شرایط فعلی که سوخت نیروگاه‌ها به‌صورت یارانه‌ای تأمین می‌شود، قیمت‌های فعلی برق، حاشیه سود مناسبی برای نیروگاه‌ها فراهم آورده است. با توجه به اینکه قیمت‌های بازاری برق و سوخت‌های فسیلی به‌طور همزمان به سمت بالا تعدیل می‌شوند، لذا سودآوری شرکت‌های برق منطقه‌ای را تحت تأثیر چندانی قرار نمی‌دهد. لذا اجرای برنامه مالیات بر انتشار آلاینده‌ها یا فروش مجوزها می‌تواند به نفع توسعه انرژی‌های پایدار عملی شود و این در عمل به معنای حرکت به سمت تخصیص بهینه اجتماعی یعنی تولید بیشتر برق با آلایندگی کمتر و تخریب محیط زیست کمتر است. درواقع با ایجاد این بازار می‌توان سه هدف کاهش انتشار آلاینده‌ها در سطح ملی، بهینه‌سازی مصرف انرژی و ایجاد یک منبع دائمی مالی برای توسعه انرژی‌های پایدار را فراهم ساخت.

کنگره آمریکا به توصیه اقتصاددانان مبنی‌بر توانایی بازار برای تخصیص کارایی هزینه‌های کاهش آلودگی هوا، لایحه اصلاحی قانون هوای تمیز (CAAA) را در سال ۱۹۹۰ به تصویب رساند. این قانون، بازاری را برای مبادله مجوزهای مربوط به انتشار دی‌اکسید سولفور (SO_2) توسط نیروگاه‌های زغال‌سوز فراهم ساخت. دی‌اکسید سولفور موجود در فضا هنگام نزولات جوی باعث ریزش باران‌های اسیدی می‌شود که هزینه‌های زیادی را به جامعه تحمیل می‌کند.

روش مطروحه در CAAA خاطرنشان کرده است که ایجاد حق مالکیت برای منابع عمومی مانند هوای تمیز و آب تمیز می‌تواند باعث توسعه یک بازار برای این منابع شود. با ایجاد بازار، قیمت‌ها به‌راحتی خواهند توانست به‌صورت کارایی هزینه‌های نگهداشت منابع را بین مصرف‌کنندگان تخصیص دهند. «مونتگومری» نیز ثابت کرده است که در یک محیط رقابتی با اطلاعات کامل، هیچ طرح قانونمند دیگری وجود ندارد که بتواند استانداردهای محیطی مشخص را با هزینه‌ای کمتر از آنچه روش تجارت جوازهای آلودگی به‌دست می‌دهد، ارائه کند.

با توجه به مطالب فوق کنگره آمریکا لایحه (CAAA) را به تصویب رساند و عملاً بازار مبادله جوازهای آلایندگی را ایجاد کرد. بررسی اطلاعات نشان می‌دهد که انتشار SO_2 در سال ۱۹۸۰ در آمریکا در سطح ۲۰ میلیون تن در سال بوده که در سال ۱۹۹۷ به سطح ۱۳/۸ میلیون تن کاهش یافته است. کاهش این رقم به سطح ۸/۹۵ میلیون تن تا سال ۲۰۱۰ در قانون به تصویب رسیده است. طبق قانون، نیروگاه‌ها اجازه دارند که جوازهای آلایندگی خود را به دیگران واگذار یا اینکه آنها را ذخیره کنند و در سال‌های بعدی مورد استفاده قرار داده یا به فروش برسانند. در پایان هر سال مالی، نیروگاه‌ها بایستی دارای جوازهای کافی برای مقدار انتشار آلاینده‌های خود باشند. هزینه هر جواز (یک تن آلاینده SO_2) در سال‌های ۱۹۹۳، ۱۹۹۴ و ۱۹۹۵ را به‌ترتیب ۱۱۵، ۱۵۹ و

۱۳۲ دلار بوده است. نیروگاه‌ها برای خرید و فروش هر مجوز آلودگی در سال ۱۹۹۷ حدود ۱۱۰ دلار پرداخته‌اند. در ایران نیز برای حرکت به سمت تخصیص بهینه اجتماعی در تولید برق فسیلی و لحاظ هزینه‌های مربوط به آثار خارجی منفی، راه‌حلی پیشنهاد می‌شود:

ایجاد بازار خرید و فروش مجوزهای آلایندگی

در ابتدای ایجاد این بازار، بایستی قیمت هر مجوز در سطوح پایینی تعیین شود و به‌علاوه بخشی از افزایش هزینه‌های تولید در نتیجه خرید این مجوزها بتواند در قیمت‌های تجاری و خانگی فروش برق لحاظ شود. بررسی عملکرد دوره اول این بازار، اطلاعات مناسبی را جهت تعیین نرخ جدید مجوزها با توجه به شرایط کلی اقتصادی (مثلاً نرخ تورم، نرخ ارز، رشد قیمت حامل‌های انرژی و...) فراهم می‌سازد. فروش مجوزها توسط دولت (یا مقامات محلی) منابع مالی مناسبی را فراهم می‌سازد که بایستی در اختیار نهاد یا نهادهایی قرار گیرد که وظیفه توسعه انرژی‌های پایدار را برعهده دارند (سازمان انرژی اتمی و وزارت نیرو). همچنین این منابع مالی می‌تواند به شرکت‌های خصوصی و افراد جهت تحقیق و توسعه در زمینه انرژی‌های پایدار یا تولید برق که در نرخ‌های تضمینی خریداری می‌شوند، تخصیص وام‌های کم‌بهره یا بدون بهره، پرداخت یارانه به تولیدکنندگان برق از انرژی پایدار یا خرید تضمینی برق تولیدی از تولیدکنندگان انرژی‌های پایدار و فروش آن به قیمت‌های جاری بازار به شرکت‌های برق منطقه‌ای از محل این وجوه صورت پذیرد.

۹. داخلی کردن آثار خارجی

در صورتی‌که نیروگاه‌ها قانوناً این حق را نداشته باشند که هزینه‌هایی را از طریق انتشار آلاینده‌ها به جامعه تحمیل کنند و نیز امکان مذاکره بین طرفین وجود داشته باشد، می‌توان به تخصیص بهینه اجتماعی دست یافت. اما معمولاً مذاکره بین تعداد زیادی از شهروندان که از آثار خارجی منفی (مثلاً انتشار آلاینده‌ها) زیان می‌بینند بسیار پرهزینه است. یک راه حل عملی، داخلی کردن آثار خارجی است. بدین مفهوم که شرکت‌های برق مطابق قانون هرساله موظف به سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های پایدار باشند. میزان این سرمایه‌گذاری‌ها برابر با مقدار درصدی از هزینه‌های اجتماعی تحمیلی به جامعه است که توسط سیاستگذاران انرژی کشور تعیین می‌شود. در این‌صورت شرکت‌های برق موظف به خرید مجوزها و پرداخت پول نیستند؛ بلکه با سرمایه‌گذاری مشخص در انرژی‌های پایدار یا تولید مشخصی از برق توسط انرژی‌های پایدار، مسئله آثار خارجی را به این شکل حل کرده و در اصطلاح آن را درونی یا داخلی می‌سازند.

بررسی ادبیات آثار خارجی فعالیت‌های اقتصادی نشان می‌دهد که آثار خارجی منفی باعث

تخصیص غیربهینه اجتماعی می‌شود.

همچنین بررسی‌های مختلف در مورد تولید برق از انرژی‌های پایدار و فسیلی نشان می‌دهد که در ایران بدون لحاظ هزینه‌های اجتماعی مربوط به آثار خارجی منفی، فقط تولید برق از پتانسیل‌های کوچک آبی قابلیت رقابت با برق فسیلی را داراست. تولید برق از انرژی‌های برق آبی کوچک، هسته‌ای و بادی به‌ترتیب هزینه کمتری در هر کیلووات ساعت نسبت به برق فسیلی با لحاظ هزینه‌های تولید برق فسیلی دارد. از آنجایی که محاسبات به نرخ‌های بهره، ارز، ضریب بهره‌برداری، نحوه پولی کردن آثار منفی خارجی، لحاظ یا عدم لحاظ هزینه‌های اجتماعی برای انرژی‌های پایدار و ... بستگی دارد، نمی‌توان به یک نتیجه قطعی در مورد هزینه تمام شده هر کیلووات ساعت برق تولیدی از انرژی‌های پایدار و فسیلی دست یافت. برای این منظور از محاسبات مختلف جهت به‌دست آوردن دامنه‌ای از این هزینه‌ها استفاده شد. اما مسئله مهم در این راستا دستیابی به سطوحی از تخصیص بهینه اجتماعی از طریق اعمال روش‌ها یا سیاست‌هایی است که با کمترین هزینه بروکراسی قادر به انجام آن باشد و به همین سبب ایجاد بازار خرید و فروش مجوزهای آلودگی که براساس آن ضمن کنترل سطح انتشار آلاینده و صرفه‌جویی انرژی می‌توان زمینه لازم را جهت توسعه انرژی‌های پایدار فراهم ساخت، پیشنهاد شد. فروش مجوزهای آلودگی می‌تواند تأمین مالی پروژه‌های مربوط به انرژی‌های پایدار را به عهده گیرد.

به‌علاوه داخلی کردن آثار خارجی منفی تولید برق فسیلی به‌عنوان یک شیوه رقیب، پیشنهاد شد. بدین ترتیب شرکت‌های برق طبق قانون موظف خواهند بود که درصد مشخصی از تولید خود را از انرژی‌های پایدار کسب کنند. براساس این پیشنهاد، توسعه انرژی‌های پایدار می‌تواند به‌صورت خوداتکا و مداوم به انجام برسد. مطالعات بیشتر و دقیق آلایندگی هریک از نیروگاه‌ها و آثار اعمال این سیاست بر هزینه‌های تولید و غیره، ضروری به‌نظر می‌رسد.

۱۰. طرق جلب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی (و موانع پیش‌رو)

۱-۱۰. قانون

خوشبختانه ظرفیت قانونی برای توسعه نیروگاه‌های انرژی‌های نو برای بخش خصوصی در کشور وجود دارد.

ماده (۶۲) قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت (مصوب شده در برنامه سوم و تنفیذ شده در برنامه چهارم توسعه اقتصادی ـ اجتماعی کشور) یکی از ظرفیت‌های قانونی است که نیاز است به قانونی دائمی تبدیل شود.

طبق این قانون وزارت نیرو مکلف به خرید برق از نیروگاه‌های تجدیدپذیر غیردولتی به

قیمت‌های بالاتر از آنچه برای برق نیروگاه‌های فسیلی پرداخت می‌شود شده است. لذا زمینه برای توسعه نیروگاه‌های بخش خصوصی از منابع انرژی تجدیدپذیر از چند سال پیش فراهم شده است. البته به‌خاطر فقدان چارچوب‌های قانونی و حمایتی و روشن نبودن جزئیات؛ پیش از تصویب دستورالعمل اجرایی ماده (۶۲)، توسعه مطلوب نیروگاه‌های تجدیدپذیر عملاً غیرممکن بوده است. خوشبختانه با تصویب دستورالعمل اجرایی ماده قانونی یاد شده در پایان سال ۱۳۸۴، هم اینک زمینه بهتری نسبت به پیش از آن برای توسعه نیروگاه‌های خصوصی تجدیدپذیر فراهم شده است.

در زمینه قوانین، آیین‌نامه اجرایی بند «ب» ماده (۲۵) قانون برنامه چهارم توسعه که درخصوص شرایط و تضمین خرید برق سخن می‌گوید در این زمینه راهگشا خواهد بود. با این همه و نکاتی که در ادامه خواهد آمد، شاید تدوین و تصویب قانون جامع انرژی‌های تجدیدپذیر راه حل رفع همه این مشکلات باشد.

۲-۱۰. تعرفه‌ها

طبق ماده (۶۲) قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت، وزارت نیرو مکلف شده است، با توجه به جنبه‌های مثبت زیست‌محیطی و صرفه‌جویی‌های ناشی از عدم مصرف منابع انرژی فسیلی و به‌منظور تشویق سرمایه‌گذاری در این نوع تولید به ازای هر کیلووات ساعت برای ساعات اوج و عادی حداقل ششصدوپنجاه (۶۵۰) ریال و برای ساعات کم باری حداقل چهارصدوپنجاه (۴۵۰) ریال (حداکثر چهار ساعت در شبانه‌روز) در محل تولید مورد عمل قرار گیرد.

با گذشت چند سال، نرخ مندرج در این قانون دیگر جذاب نبود و بنابراین با برگزاری جلسات هم‌اندیشی دولت و سرمایه‌گذاران بخش خصوصی در انرژی‌های تجدیدپذیر، سال گذشته (۱۳۸۷) توسط هیئت وزیران این نرخ اصلاح شد و به نهصد (۹۰۰) ریال برای ساعات کم‌باری و هزار و سیصد (۱۳۰۰) ریال برای ساعات اوج و عادی افزایش یافت.

همچنین برای حفظ جذابیت این قیمت در سال‌های بعد و عدم نیاز به اصلاح‌های مکرر، فرمولی برای تعدیل سالیانه قیمت با توجه به شاخص‌های تورم و تغییرات نرخ ارز، به تصویب دولت رسید.

اما هنوز نرخ برای انواع منابع تجدیدپذیر و برای همه ظرفیت‌ها یکسان است. در حالی که شرایط سرمایه‌گذاری برای کلیه موارد هرگز یکسان نیست. به‌عنوان مثال با قیمت امروز، نیروگاه‌های خورشیدی توسعه نخواهند یافت.

۳-۱۰. محل تأمین اعتبار

با وجود چندین سال از گذشت فعالیت مطالعاتی و عملیاتی در کشور هنوز مرجع و محل تأمین

اعتبار خرید برق از نیروگاه‌های بخش خصوصی مشخص نیست و لذا در این حوزه یک عدم اطمینان در میان صاحبان سرمایه وجود دارد. در حال حاضر شرکت توانیر، همین مقدار ناچیز برق تولید بخش خصوصی در انرژی‌های نو را خریداری می‌کند؛ لکن هیچ تکلیف قانونی در این زمینه ندارد و لذا در صورتی که مدیران آینده این شرکت معظم، تمایلی به خرید برق از بخش خصوصی در انرژی‌های تجدیدپذیر نداشته باشند، در ادامه سرمایه‌گذاری‌های آینده دچار مشکل خواهیم شد.

در هر صورت شرکت شبکه، مسئولیت بازار برق کشور را برعهده دارد و لذا باید موظف شود برق تولیدی انرژی‌های تجدیدپذیر را خریداری نماید. البته این مهم دارای موانع حقوقی نیز هست چرا که شرکت شبکه، براساس قانون، برق را از طریق بورس خریداری می‌کند لکن برق تولیدی انرژی‌های نو، قیمت تثبیتی دارد و بر همین اساس باید موانع حقوقی آن توسط کارشناسان ذی‌ربط مورد بررسی قرار گیرد.

۴-۱۰. تسهیلات سیستم بانکی

دسترسی عملی به وام ارزان‌قیمت از دیگر مشکلاتی است که بر سر راه سرمایه‌گذاران وجود دارد. برخلاف بسیاری از پروژه‌های عمرانی و توسعه‌ای کشور که سیستم بانکی موظف به ارائه تسهیلات است. در مورد اعطای تسهیلات به بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر، قانون سکوت کرده است. لذا در صورت تصویب یک قانون جامع لازم است مرجعی مشخص شود تا با بررسی امکان‌سنجی، اقتصادی و ... طرح‌های بخش خصوصی در انرژی‌های نو، بانک‌ها مکلف به ارائه تسهیلات در این بخش شوند.

۵-۱۰. ارتباط ساخت داخل و ورود تجهیزات از خارج

برخی قوانین که برای حوزه‌های دیگر اقتصادی و عمرانی کشور مانند حوزه نفت، صنایع مخابرات، پتروشیمی و... ضروری است، متأسفانه در حوزه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر دست و پاگیر شده است. به‌عنوان نمونه قوانین استفاده از ساخت داخل است و این در حالی است که ما به بخش خصوصی، تسهیلاتی از سیستم بانکی پرداخت نمی‌کنیم؛ اما بخش خصوصی خود اقدام به جذب فاینانس خارجی کرده مشروط به اینکه کالای مورد نظر را از همان کشور تهیه نماید که در اینجا قانون ساخت داخل مانع وی می‌شود. بایستی ارتباط ساخت داخل با ورود تجهیزات از خارج در انرژی‌های تجدیدپذیر شفاف گردد.

۱۰-۶. هماهنگی نهادهای خارج از وزارت نیرو

سازمان انرژی‌های نو در اسفندماه ۱۳۷۸ براساس مصوبه هیئت وزیران زیرنظر وزارت نیرو عهده‌دار سیاستگذاری اجرای کلیه طرح‌های انرژی تجدیدپذیر در کشور شده است؛ لکن این هدف مهم به تنهایی امکانپذیر نمی‌شود؛ بلکه هماهنگی با نهادهای خارج از وزارت نیرو نیز کاملاً ضروری است. هماهنگی با شهرداری‌ها در مورد نیروگاه‌های زباله شهری یا امور اراضی وزارت کشاورزی در مورد واگذاری زمین یا اصلاح وضعیت مالیاتی در این بخش با وزارت اقتصاد و دارایی و ... از دیگر ضروریات است.

۱۰-۷. راه‌هایی برای جلب سرمایه

یکی از مشکلات متخصصین بخش خصوصی برای حضور در عرصه تولید انرژی‌های نو، کمبود سرمایه لازم است. دولت می‌تواند با وضع برخی قوانین، تسهیلات لازم را در این زمینه فراهم آورد. نظیر افزایش مبلغی در قبوض مردم به‌عنوان جمع‌آوری و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های نو یا موظف نمودن توانیر به پرداخت یک درصد از درآمد این شرکت به بخش انرژی‌های نو یا درآمدهای ناشی از صرفه‌جویی برق برای سرمایه‌گذاری در این بخش.

همچنین فروش اوراق مشارکت تضمین شده که هیچ‌گونه ریسکی متوجه خریداران نمی‌شود و دولت سود اوراق را تضمین می‌کند.

ایجاد شرکت‌های سرمایه‌گذاری، عرضه پیش سهام از سوی دولت با مباشرت یک بانک تجاری، سرمایه‌گذاری در احداث نیروگاه‌های جدید با روش‌های نظیر BOO، BOT می‌تواند از جمله دیگر شیوه‌های تحقق جذب بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری باشد.

پیشنهاد می‌شود در طرح‌های عمرانی برنامه پنجم توسعه، به‌طور شفاف و روشن، منابع مالی برای انرژی‌های نو پایدار گردد. به‌عبارت دیگر موارد اساسی برای این بخش پیش‌بینی شود.

۱۰-۸. پروژه‌های اول

حوزه انرژی‌های نو خود عرصه جدیدی برای تولید انرژی است؛ لکن پروژه‌هایی نیز که در این حوزه در ابتدای فعالیت خود هستند اهمیت وافری دارند و پشتیبانی دو چندان را می‌طلبد. در صورتی که پروژه‌های اول در این حوزه از حمایت‌های مضاعف برخوردار نشده و به شکست بینجامد، برای شروع پروژه‌های آینده، انگیزه‌ای وجود نخواهد داشت.

۱۱. نگاه موردی (زیست توده زباله)

تولید انرژی (برق) از زباله‌های شهری از جمله دستاوردهای بشر در انرژی‌های تجدیدپذیر است باید توجه داشت که علاوه‌بر تولید برق، از زباله‌های شهر می‌توان در جهت تولید بلوک سبک، آسفالت، کود، اتانول و... بهره‌برداری کرد.

با توجه به جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی در این مورد، وزارت کشاورزی به‌دلیل استفاده از کودهای آلی با کیفیت مرغوب و استاندارد جهانی، وزارت نفت با توجه به بهینه‌سازی مصرف سوخت، وزارت راه و ترابری درخصوص تولید آسفالت بازیافتی و افزایش طول عمر و بالا بردن کیفیت آسفالت، وزارت مسکن و شهرسازی با تولید بلوک بازیافتی و سبک و بالا بردن استحکام ساختمان‌ها در برابر زلزله و رفع معضل نخاله ساختمانی، وزارت کشور به‌دلیل حل معضل انهدام پسمانده توسط شهرداری‌ها و ... با این طلای کثیف (زباله) مرتبط خواهند شد. در حال حاضر تهران بیشترین حجم زباله شهری را تولید می‌کند و سه استان خراسان در مقام دوم قرار دارند که درمجموع بیش از یک میلیون تن زباله تولید می‌کنند.

با اینکه در کشور ما شرکت‌های جوان، متخصص و پرکاری در این زمینه طرح‌های خود را ارائه کرده‌اند؛ لکن از سوی نهادهای ذی‌ربط و در رأس آن شهرداری‌ها با مشکل مواجه شده‌اند، به‌طوری که اکنون این شرکت‌ها با شبکه غیررسمی در شهرداری‌ها که در برخی محافل از آنها به‌عنوان مافیای زباله یاد می‌شود، دست به گریبانند.

برای حل این معضل لازم است، دولت و مجلس محترم با تدوین قانونی، نهادهای ذی‌ربط را موظف به حرکت در جهت استفاده بهینه از زباله‌های شهری کند. در صورتی‌که این معضل با همین شرایط کنونی تداوم یابد با مشکلات زیست‌محیطی، اقتصادی و حتی امنیتی مواجه خواهیم شد.

به‌طور مشخص اکنون دو شرکت متخصص و نوپای فعال در این عرصه در شیراز و رشت دچار مشکلات اساسی هستند.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

محدودیت‌های کنونی و آینده، ضرورت توجه به انرژی‌های نوین را بیشتر متذکر می‌شود و در این راه جلب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و ترغیب این بخش به حضور در این عرصه بیش از همه اهمیت دارد.

در این راه رفع موانع قانونی، تدوین طرح جامع انرژی‌های نوین، اصلاح تعرفه‌ها، تأمین محل

اعتبار پروژه‌ها، تسهیلات سیستم بانکی، ارتباط ساخت داخل و ورود تجهیزات خارجی، هماهنگی نهادهای خارج از وزارت نیرو، توجه بیشتر به پروژه‌های اول و ... از جمله طرق جلب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی می‌تواند مورد توجه تصمیم‌گیران قرار گیرد.

منابع و مآخذ

1. International Energy Agency, Renewable Energy, Market and Policy Trends in IEA Courtries, 2004.
2. International Energy Agency, Renewable Energy Essentials: Wind, 2008. International Energy Agency, Renewable Energy, Market and Policy Trends in IEA Countries, 2004.

۳. محمد مزرعتی، سید محمدرضا آیت‌الهی، هزینه‌های اجتماعی و اثرات خارجی سوخت‌های فسیلی در ایران.

۴. سایت انرژی‌های نو آمریکا (www.nrel.gov).

۵. سایت انرژی‌های نو ایران (www.suna.org.ir).

شناسنامه گزارش	شماره مسلسل: ۹۷۸۸

عنوان گزارش: حضور بخش خصوصی در تولید انرژی از منابع انرژی‌های نوین

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

تهیه و تدوین: مجتبی درویش‌توانگر

همکار: سید مسعود باقری

ناظران علمی: هاشم خویی، محمدرضا محمدخانی

متقاضی: سیدحسین ذوالانوار (نماینده شیراز)

سرویراستار: حسین صدری‌نیا

واژه‌های کلیدی:

۱. باد

۲. زیست‌توده

۳. فتوولتائیک خورشیدی

۴. انرژی زمین‌گرمایی

۵. انرژی آبی

تاریخ انتشار: ۱۳۸۸/۵/۱۴