

## افزایش بهره‌وری انرژی با اتکا به مکانیزم توسعه پاک

نویسندگان:

عادل پرتوی\*

شرکت انرژیهای تجدید پذیر مهر

\*آدرس: تهران، بلوار میرداماد، خیابان رودبار غربی، کوچه کیوان (۳)، شماره ۵، واحد ۲

تلفاکس: ۴۵۶۰ ۲۲۲۲ تلفن: ۵۹۸۹ ۲۲۹۱

پست الکترونیک: [partovi@mehrenergy.com](mailto:partovi@mehrenergy.com)

### چکیده:

این مقاله به نقش مکانیزم توسعه پاک در تامین مالی پروژه های بخش انرژی و به ویژه پروژه های در رابطه با بهره‌وری انرژی می پردازد و ضمن بررسی و معرفی پروژه های با قابلیت بهره‌گیری از این مکانیزم، آمار این پروژه ها در سطح جهان را بیان نموده و میزان درآمد قابل تحصیل برای آنها را ارائه می نماید. پروژه ها در سه بخش تولید، انتقال و مصرف مورد بررسی قرار گرفته و مثالهای گوناگونی در هر بخش آورده شده است.

واژه های کلیدی: تغییر آب و هوا، پروتکل کیوتو، مکانیزم توسعه پاک، توسعه پایدار، بهره‌وری انرژی

## مقدمه:

کاهش مصرف یا جلوگیری از اصراف یا بهبود تکنولوژی و یا هر دلیل دیگری که ما را به بهینه سازی مصرف انرژی و می دارد، نباید مانع از این باشد که ما از منافع که این امر در توسعه پایدار و یا جلوگیری از تغییر آب و هوا در پی دارد، غافل باشیم. جلوگیری از تغییرات آب و هوا در کشورهای در حال توسعه، مطابق مکانیزم توسعه پاک پروتکل کیوتو کنوانسیون تغییر آب و هوای سازمان ملل متحد، علاوه بر تحقق اهداف جهانی این کنوانسیون، برای این کشورها منافع مادی قابل ملاحظه ای نیز به همراه دارد. روشها و تکنولوژیهای نوین افزایش بهره وری انرژی یا کاهش مصرف انرژی در صنایع مختلف نیازمند جذب منابع مالی است و مکانیزم توسعه پاک، ساز و کاری موثر برای رفع موانع تکنولوژیک و تامین بخشی از نیازهای مالی پروژه های این چنینی در کشورهای در حال توسعه به شمار می رود.

اگر شما طرحی برای کاهش مصرف سوخت دارید، اگر برنامه ای یا استراتژی برای بهره وری انرژی دارید، اگر پروژه ای برای جلوگیری از هدر رفت انرژی دارید یا اگر به فکر تامین انرژی از منابع تجدید پذیر هستید، بی گمان باید به فکر مکانیزم توسعه پاک باشید.

## مکانیزم توسعه پاک:

پیشبینیهای صورت گرفته نشان می دهد که با روند فعلی انتشار گازهای گلخانه ای، دمای زمین از ۱ تا ۳/۵ درجه سانتی گراد تا سال ۲۱۰۰ میلادی افزایش خواهد یافت که معادل افزایش دمای زمین در ۱۰ هزار سال گذشته است. افزایش جمعیت زمین به تغییر کاربری زمین، نابودی جنگلها، افزایش فعالیت های کشاورزی و دامداری، افزایش زایدات جامد و مایع منجر شده است که خود مشکلات زیست محیطی از جمله تغییر آب و هوا را به دنبال داشته و خواهد داشت. از طرفی افزایش روز افزون مصرف انرژی های فسیلی نظیر زغال سنگ، نفت و گاز موجب افزایش انتشار غلظت دی-اکسید کربن در اتمسفر زمین شده و باعث تغییر تعامل انرژی زمین و اتمسفر شده است.

دی اکسید کربن (گازهای گلخانه ای) بخشی از انرژی ساطع شده از زمین به فضا را جذب و آن را مجدداً به سطح زمین منعکس می کند. این امر موجب تعادل زمین و اتمسفر می شود. چنانچه گازهای گلخانه ای به کلی از بین بروند، دمای زمین حدود ۱۵/۵ درجه سانتی گراد سرد می شود و این به معنی وقوع یک عصر یخبندان دیگر است. از سوی دیگر تجمع بیش از حد گازهای گلخانه ای موجب جذب بیشتر انرژی ساطع شده از زمین به فضا شده و باعث گرم شدن زمین می شود. گازهای گلخانه ای شامل بخار آب، دی اکسید کربن، اکسید نیترو، متان، ازن سطحی، کلروفلوروکربن ها، هیدروفلوروکربن ها و پرفلوروکربن ها هستند. بیش از ۹۰ درصد اثر گلخانه ای ناشی از بخار آب و دی اکسید کربن است.

در دسامبر ۱۹۹۷ در کیوتو ژاپن پروتکلی برای تقویت مکانیسم های اجرایی کنوانسیون تغییر آب و هوای سازمان ملل متحد به تصویب رسید که به پروتکل کیوتو معروف شد. مطابق این پروتکل، هر یک از ۳۹ عضو ضمیمه یک (کشورهای

توسعه یافته) مکلف به کاهش میزان انتشار به حد معینی شدند، بطوری که میانگین انتشار گازهای گلخانه‌ای کشورهای ضمیمه یک در محدوده سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ به ۵/۲ درصد کمتر از میزان انتشار این گازها در سال ۱۹۹۰ میلادی برسد.

از آنجا که پدیده گرمایش زمین، یک مسأله جهانی است، پروتکل کیوتو به نحو انعطاف‌پذیری تنظیم شده است که این مسأله را به صورت جهانی حل کند و لذا کشورهای توسعه یافته متعهد می‌توانند تعهد خود را برای کاهش انتشار در یک کشور ثالث هم انجام دهند، به این معنی که یک کشور متعهد می‌تواند فعالیت‌های خود را در کشوری که تعهدی به کاهش انتشار ندارد انجام دهد و گواهی کاهش انتشار دریافت و آن را به جای تعهد خود به دبیرخانه کنوانسیون تغییر آب و هوا ارائه کند، چرا که انتشار و عدم انتشار گاز گلخانه‌ای در اروپا یا آسیا یا هر نقطه‌ای از زمین از دیدگاه جهانی فرق چندانی ندارد.

با توجه به این امکان که تحت مکانیسم توسعه پاک (CDM) پروتکل کیوتو صورت می‌گیرد و از آنجا که عموماً جلوگیری و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای در حال توسعه با هزینه پایین‌تری در مقایسه با کشورهای توسعه یافته قابل انجام است، بسیاری از کشورهای توسعه یافته علاقه‌مند به اجرای این پروژه‌ها در کشورهای در حال توسعه هستند. همچنین از قبال فروش گواهی کاهش انتشار و نیز کاهش هزینه‌های سوخت و مواد مصرفی درآمدهایی عاید کشور در حال توسعه می‌شود.

به این ترتیب کشور سرمایه‌گذار با میزان سرمایه‌گذاری کمتری به تعهد خود عمل کرده و کشور سرمایه‌پذیر علاوه بر تحصیل فناوری‌های نو و دوستدار محیط زیست، درآمندی را نیز کسب کرده است.

### نقش مکانیزم توسعه پاک در تامین مالی پروژه‌ها

مکانیزم توسعه پاک پروتکل کیوتو (و کلاً کنوانسیون تغییر آب و هوای سازمان ملل متحد) برای کاهش گازهای گلخانه‌ای که موجب اثر گلخانه‌ای و گرمایش زمین هستند، بوده و نباید با سایر پروتکل‌ها و کنوانسیون‌هایی که برای کنترل آلودگی هوا مطرح هستند اشتباه گرفته شود. در واقع آنها ارتباط پندانی به هم ندارند. گازهای گلخانه‌ای مورد نظر پروتکل کیوتو عبارتند از دی‌اکسیدکربن، متان، اکسید نیترو، هگزا فلورید گوگرد، کلرو فلورو کربنها و پرفلورو کربنها. هر پروژه‌ای که به نحوی موجب کاهش یکی از گازهای فوق شود، از مصادیق پروژه‌های مکانیزم توسعه پاک می‌باشد.

عمده‌ترین گاز این مجموعه دی‌اکسید کربن است که به انحاء مختلف قابل کاهش است. کاهش مصرف انرژی (سوخت و برق و ...)، افزایش راندمان مصرف انرژی، بازیابی انرژی اتلافی، استفاده از انرژی‌های نوین جایگزین مثل نیروگاههای بادی و خورشیدی استفاده از سوخته‌های پاک (با هیدرو کربن معادل پایینتر از وضعیت قبلی)، بازیابی گاز دی‌اکسید

کربن، جلوگیری از نشت (و سوزاندن) گازهای همراه در میادین نفت و گاز و پالایشگاهها، جنگل کاری و احیاء جنگلها و بسیاری موارد دیگر.

چنانچه فرصت پروژه ای در یک شرکت کشور در حال توسعه وجود داشته باشد که در نهایت منجر به کاهش گازهای گلخانه ای شود، این شرکت می تواند با معرفی این پروژه به شرکتهای کشورهای توسعه یافته، حمایت یکی از آنها را برای تامین مالی پروژه جلب نماید یا اینکه راسا پروژه را تحت مکانیزم توسعه پاک انجام داده و درآمد از محل آن را کسب نماید. معمولاً در این پروژه ها هدف چیزی غیر از دریافت سرمایه گذاری یا درآمدهای مکانیزم توسعه پاک می باشد لیکن درآمدهای حاصل از آن بعنوان یک پارامتر تاثیرگذار در نرخ بازگشت سرمایه طرح مطرح است. بعنوان مثال اگر کشوری (یا شرکتی در یک کشور) در حال توسعه فرصتی برای کاهش مصرف سوخت دارد ( و برای آن نیاز به یک تکنولوژی بالاتر دارد)، هدف اصلی در این پروژه کاهش مصرف سوخت می باشد ولی در کنار آن این شرکت می تواند درآمدهای مکانیزم توسعه پاک را نیز بدست آورد و یا برای تامین تکنولوژی بالاتر از شرکتی خارجی کمک بگیرد.

درآمد حاصل از کاهش گازهای گلخانه ای بسته به نوع و اندازه طرح دارد لیکن بطور متوسط می توان چنین بیان کرد که به ازای کاهش هر تن دی اکسید کربن (و یا عبارتی برای کاهش مصرف هر ۱/۵ مگاوات ساعت برق در ایران و یا کاهش مصرف هر ۴۲۰ مترمکعب گاز طبیعی) حدود ۱۰ دلار درآمد نصیب پروژه می شود.

در صورتیکه درآمد حاصل از کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در یک طرح بیش از سه برابر حجم سرمایه گذاری اولیه مورد نیاز آن باشد، در این صورت می توان یک طرف خارجی پیدا کرد که تمام سرمایه گذاری اولیه لازم برای پروژه را تامین نماید. لیکن اگر این نسبت کاهش یابد، جذابیت آن برای سرمایه گذار خارجی که فقط از درآمدهای حاصل از کاهش انتشار سود میبرد، از بین خواهد رفت. در این صورت فقط می توان از درآمد حاصل از فروش گواهی های کاهش انتشار (که حدود ۱۰ دلار برای هر گواهی میباشد و هر گواهی معادل کاهش یک تن دی اکسید کربن است) برای افزایش نرخ بازدهی سرمایه خود بهره مند شد.

بعنوان نمونه یک نیروگاه بادی یا برقی ۱۰۰ مگاواتی امکان جذب سرمایه گذار خارجی ( که فقط از درآمد مکانیزم توسعه پاک منتفع شود) ندارد لیکن صاحب چنین نیروگاهی می تواند با توسعه طرح مکانیزم توسعه پاک در آمد سالیانه حدود ۱،۴۰۰،۰۰۰ دلار کسب نماید و این علاوه بر درآمد فروش برق می باشد. این درآمد شامل واحدهای تولید برق خورشیدی، زمین گرمایی، زیست توده، بیوگاز، بازیابی انرژی اتلافی و ... نیز میشود. اگر شما بتوانید مصرف سوخت کارخانه خود را که سالیانه ۱۰۰ میلیون لیتر نفت کوره مصرف می کند، ۱۰ درصد کاهش دهید، شما می توانید از محل اجرای طرح مکانیزم توسعه پاک، سالیانه درآمدی حدود ۳۰۰،۰۰۰ دلار کسب نمائید. این درآمد علاوه بر هزینه صرفه جویی شده ۱۰ درصدی سوخت می باشد. علاوه بر آن شما حتما تکنولوژی بالاتری بکار برده اید، در توسعه پایدار و حفظ محیط زیست منطقه کوشا بوده اید و منافع جنبی نظیر اشتغال ایجاد نموده اید. منافع سالیانه یک واحد یک مگاواتی تولید برق و حرارت همزمان (CHP) از محل مکانیزم توسعه پاک حدود ۴۵ هزار دلار برآورد شده است.

نکته مهمی که باید ذکر شود اینکه مطابق قوانین مکانیزم توسعه پاک، استفاده از درآمدهای مکانیزم توسعه پاک میبایست در مرحله تهیه طرح مالی پروژه یا طرح امکانسنجی فنی و اقتصادی لحاظ شود.

## مکانیزم توسعه پاک و بهره وری انرژی

این نوشتار نه به روش کاهش مصرف یا بهره وری انرژی و جزئیات آن می پردازد و نه به جزئیات و الزامات مکانیزم توسعه پاک، بلکه سعی دارد تا متولیان انجام پروژه های فوق را از فرصت بی بدیل موجود آگاه سازد.

امروزه با افزایش قیمت سوختهای فسیلی و گرانتز شدن بهای انرژی، طرحهای زیادی برای کاهش مصرف انرژی یا بهینه سازی مصرف آن تعریف می شوند. هر یک از این طرحها، می توانند تحت مکانیزم توسعه پاک در سازمان ملل به ثبت رسیده و در آمد قابل ملاحظه ای را در دوره کارکرد طرح دریافت نمایند.

پروژه هایی نظیر کاهش تلفات توزیع برق، جلوگیری از نشت گاز در خطوط انتقال، تولید برق با استفاده از تکنولوژیهای با راندمان بالا (همانند تولید همزمان برق و حرارت یا نیروگاههای سیکل ترکیبی)، استفاده از تکنولوژیهای مدرن برای کاهش مصرف سوخت یا برق، تولید انرژی با استفاده از منابع غیر فسیلی نظیر زیست توده و بیوگاز، جایگزینی سوختهای پاکتر (مثل گاز طبیعی) با سوختهای فسیلی سنگین (مثل نفت کوره)، بازیابی حرارت اتلافی کوره ها و دودکش های احتراقی، استفاده از تجهیزات با راندمان انرژی بالاتر (مثل لامپهای کم مصرف یا مشعل های راندمان بالا) ... مصداق پروژه های بهره وری انرژی می باشند که در قالب مکانیزم توسعه پاک درآمدهای ارزی کلانی را دریافت می نمایند. اگر شما چنین پروژه هایی دارید و توجیه اقتصادی این طرحها پایین است، سریعاً برای کسب درآمدهای مکانیزم توسعه پاک اقدام نمایید. این اقدام باید از مرحله طراحی مالی پروژه ها شروع شود وگرنه این فرصت از دست خواهد رفت.

اخیراً تحرک زیادی در بخش انرژی چه در بخش تامین، چه در بخش توزیع و چه در بخش مصرف برای افزایش راندمان (بهره وری انرژی) دیده می شود. در بخش تامین سعی می شود با تامین انرژی با راندمان بالاتر یا با استفاده از منابع نوین، هزینه تمام شده انرژی پایین آورده شود. طرحهایی نظیر مولدهای کوچک (پراکنده)، نیروگاههای تولید برق و حرارت همزمان (CHP)، نیروگاههای سیکل ترکیبی، نیروگاههای انرژیهای تجدید پذیر مثل بادی، خورشیدی، برقایی، زمین گرمایی، زیست توده، بیوگاز، تولید برق در ایستگاههای تقلیل فشار گاز و ... در این راستا می باشند.

در بخش توزیع نیز همواره سعی می شود با افزایش راندمان توزیع، تلفات کاهش یابد.

طرحهایی همانند کاهش تلفات شبکه برق، تعویض ترانسفورماتورهای با راندمان پایین، کاهش (یا جلوگیری) نشت گاز در شبکه توزیع (خطوط لوله) گاز، طرحهای نوین تولید توسط مصرف کننده مثل خرید برق از منازل، تولید برق و حرارت در مناطق دور افتاده با استفاده از انرژی باد و خورشید، تشویق مصرف کنندگان عمده به تولید برق و ... از جمله طرحهای در بخش افزایش راندمان انتقال می باشد.

بهره وری انرژی در بخش مصرف اگر چه از نظر میزان بهره وری و فرصتهای آن به اندازه دو بخش قبلی نیست، لیکن از جهت ایجاد انگیزش و فرهنگ سازی برای تفکر در خصوص انرژی و نحوه استفاده از آن، حتی محرک دو بخش قبلی نیز می باشد و لذا از اهمیت خاصی برخوردار است.

برعکس دو بخش قبلی، بخش مصرف متولی خاصی ندارد و اصولاً فقط اقتصاد بازار روابط آنرا شکل می دهد. از این رو است که در اقتصاد ایران گرچه دولت بعنوان متولی اصلی دو بخش تولید و توزیع برنامه هایی را برای افزایش بهره وری انرژی در این دو بخش انجام داده است لیکن برنامه های زیادی در بخش مصرف انجام نشده است. با گرانت شدن انرژی برای مصرف کنندگان، فعاليتها برای افزایش بهره وری انرژی در بخش مصرف بخودی خود شروع و روز بروز بیشتر و عمیقتر خواهد شد.

پروژه هایی نظیر استفاده از لامپهای کم مصرف، کاهش مصرف سوخت (انرژی)، افزایش راندمان انرژی، استفاده از تکنولوژیهای نوین با مصرف انرژی پایین، بازیابی انرژی اتلافی نظیر بازیابی حرارت اتلافی در صنایع سیمان برای تولید برق، بازیابی گازهای مشعل در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی، بازیابی انرژی اتلافی در صنایع پر مصرف همچون شیشه، آجر، آهن و فولاد و .... حذف مصرف انرژیهای با منبع فسیلی با استفاده از انرژیهای تجدید پذیر همچون استفاده از انرژی بادی و خورشیدی برای تامین الکتریسیته، استفاده از زباله و زیست توده برای تامین انرژی حرارتی و یا الکتریسیته و .... از جمله پروژه های در بخش مصرف هستند که می توانند از منافع مکانیزم توسعه پاک بهره مند شوند.

#### جدول ۱ - سهم بخش های مختلف انرژی از پروژه های مکانیزم توسعه پاک (تا پایان ۲۰۱۰)

نوع پروژه	تعداد	تعداد بزرگ	تعداد کوچک	متوسط کاهش انتشار سالانه (KtCO <sub>2</sub> e)	کل کاهش انتشار تا پایان ۲۰۱۲ (MtCO <sub>2</sub> e)	کل کاهش انتشار تا پایان ۲۰۲۰ (MtCO <sub>2</sub> e)	تعداد CER صادر
							تعداد
بیوگاز	۳۴۳	۸۰	۲۶۳	۳۸/۵	۷۰	۱۴۸	۷
زیست توده	۳۶۸	۱۵۵	۲۱۳	۶۲/۲	۱۱۳	۲۷۲	۱۵
برقابی	۹۱۳	۴۳۰	۴۸۳	۹۶/۸	۳۰۳	۹۹۴	۲۶
بادی	۶۰۴	۴۵۴	۱۵۰	۹۸/۲	۲۱۱	۶۶۹	۲۷
سایر انرژیهای نو	۴۹	۱۷	۳۲	۸۷/۲	۱۸	۵۰	۱
بازیابی متان و بهره گیری آن	۲۱۸	۲۰۱	۱۷	۲۵۳/۸	۲۵۴	۶۵۱	۱۵
بازیابی حرارت/گاز و بهره گیری آن	۲۳۶	۲۱۰	۲۶	۱۹۷/۸	۲۲۷	۵۰۰	۲۷
بهره وری انرژی (در بخش مصرف)	۱۲۲	۲۵	۹۷	۱۰۲/۸	۳۸	۱۳۱	۲
کل	۲۸۵۳	۱۵۷۲	۱۲۸۱	۱۵۴/۲	۱۲۳۴	۳۴۱۵	۱۲۰

جدول فوق نشان میدهد که پروژه های فوق ظرفیت درآمدزایی سالیانه ۲ میلیارد دلاری برای صاحبان آنها دارند. این همان انگیزه یا مشوق محرک برای بهره گیری از مکانیزم توسعه پاک در پروژه های بخش انرژی در کشورهای در حال توسعه است که در آن کشورهایی نظیر چین و هند و برزیل ظرف ۵ سال گذشته که مکانیزم توسعه پاک موجودیت یافته است، هزاران پروژه در بخش انرژی در قالب مکانیزم توسعه پاک تعریف نموده اند و بیش از یک میلیارد دلار ظرف ۵ سال گذشته درآمد خالص داشته اند و یک جریان مالی (درآمد) سالیانه چند میلیارد دلاری را نیز تضمین نموده اند.

**جدول ۲ - سهم پنج کشور نخست از پروژه های مکانیزم توسعه پاک در بخش انرژی (تا پایان ۲۰۱۰)**

کشور	تعداد پروژه	تعداد گواهی سالیانه (میلیون CER)	کل گواهی ها تا پایان ۲۰۱۲ (میلیون CER)	کل گواهی ها تا پایان ۲۰۲۰ (میلیون CER)
چین	۱۲۸۸	۱۸۴	۶۳۹	۲۰۵۷
هند	۶۲۸	۳۳/۸	۱۵۹	۳۴۵
برزیل	۱۹۳	۱۶/۵	۱۰۴	۲۲۹
مکزیک	۱۳۱	۸	۳۹	۸۳
مالزی	۷۲	۵	۲۳	۶۲

## نتیجه گیری

منافع مکانیزم توسعه پاک در طول ۱۰ تا ۲۱ سال عمر بهره برداری پروژه های افزایش بهره وری انرژی و بصورت سالیانه به این پروژه ها اختصاص می یابد. نگاهی به آمار و ارقام پروژه های ثبت شده مکانیزم توسعه پاک، نشان می دهد که چین تا پایان سال ۲۰۲۰ میلادی حدود ۲۰ میلیارد دلار برای پروژه های بهره وری انرژی تحت مکانیزم توسعه پاک درآمد خالص خواهد داشت و از این حیث هند با درآمد سه و نیم میلیارد دلاری در رده دوم قرار دارد.

متأسفانه به دلیل عدم اهتمام اقتصاد ایران به افزایش بهره وری انرژی و نیز بدلیل عدم اطلاع کافی صنایع مختلف از فرصت بی بدیل مکانیزم توسعه پاک بخصوص در بخش دولتی، تاکنون قدمهای موثری در جهت بهره گیری از این مکانیزم جهت تقویت و تعمیق فعالیتهای بهره وری انرژی برداشته نشده است و ایران با پتانسیل فراوان در این زمینه علیرغم تمامی تلاشهای برخی بخشهای دولتی نظیر سازمان بهینه سازی مصرف سوخت و سازمان بهره وری انرژی ایران، نتوانسته است آنطور که شایسته این کشور پهناور است از فرصت بین المللی این مکانیزم مغتنم شود. گرچه تعهدات و



هزینه های مرتبط با این مکانیزم و کنوانسیون تغییر آب و هوا را پذیرفته و از همان ۵ سال پیش عضو پروتکل کیوتو بوده است.

انتظار می رود با افزایش بهای انرژی در کشور و اقبال ملی برای بهره وری انرژی، صنایع مختلف و مسئولین دولتی بیش از این فرصتهای ملی برای کسب منافع ملی را هدر نداده و گامهای عملی برای کسب منافع خود و کشور در سطح بین المللی بردارند.

### منابع

وب سایت کنوانسیون تغییر آب و هوا، [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)

مرجع اطلاعاتی پروژه های مکانیزم توسعه پاک، IGES، [www.iges.or.jp](http://www.iges.or.jp)

