

امکان سنجی تشکیل بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی مطالعه‌ی موردی صنعت آجر

حسین صادقی*

استادیار دانشکده اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس sadeghih@modares.ac.ir

سارا عظیمی

کارشناس ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه تربیت مدرس azimit@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۲۶ تاریخ پذیرش: ۸۹/۹/۳۰

چکیده

هدف این پژوهش مطرح کردن ایده‌ی تشکیل بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی به عنوان سازوکاری که علاوه بر افزایش بهره‌وری انرژی، می‌تواند هزینه‌های صرفه‌جویی انرژی را کاهش دهد، می‌باشد. بدین منظور از "تئوری بازار مجوزها" و "بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی" جهت تبیین سازوکار تشکیل چنین بازاری استفاده می‌شود. در این تحقیق با استناد به ایجاد بازار مجوزها در زمینه‌های گوناگون و ایجاد بازار اعتبارات انرژی‌های تجدیدپذیر و بازار اعتبارات سفید در کشورهای پیشرفته به دنبال توضیح چنین بازاری برای بهره‌وری انرژی در کشورمان ایران هستیم. بدین ترتیب که یک سبد استاندارد برای بهره‌وری انرژی در بخش‌های مختلف تعریف می‌شود و بنگاه‌ها ملزم به دستیابی به استاندارد تعیین شده برای بهره‌وری انرژی هستند. باتشکیل بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی، بنگاه‌ها به مبادله‌ی اعتبارات پرداخته و می‌توانند هزینه‌های صرفه‌جویی انرژی در سطح ملی و در واحد خود را حداقل کنند. با توجه به هزینه‌های برآورد شده در گزارشات ممیزی انرژی انجام شده در واحدهای تولیدی صنعت آجر، جمع هزینه‌های ملی برای دستیابی به استاندارد مصرف سوخت در حالت مبادله‌ی مجوزهای بهره‌وری ۲۰۸۴۷/۳۵۵ ریال به ازای هر تن تولید در این واحدهاست در حالی که در حالت عدم وجود بازار تلاش واحدها برای دستیابی به استانداردهای تعیین شده هزینه‌ای برابر با ۳۲۰۰۳/۷۸۵ ریال به ازای هر تن به آن‌ها تحمیل می‌کند، بنابراین واحدهای تولیدی با مبادله‌ی اعتبارات در این بازار، می‌توانند هزینه‌ی صرفه‌جویی انرژی خود را کاهش دهند.

طبقه‌بندی: Q49 , Q50, O49

کلید واژه: بهره‌وری انرژی، بازار مجوزها، اعتبارات سفید، بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی (بازار اعتبارات سفید)، صرفه‌جویی انرژی، صنعت آجر

۱- مقدمه

تقاضای انرژی در دهه‌های گذشته در اثر توسعه‌ی اقتصادی، افزایش جمعیت و تغییر ساختار اقتصادی و اجتماعی کشورها رو به افزایش بوده است، به‌گونه‌ای که تقاضای انرژی اولیه از ۳۸۲۰ میلیون تن معادل نفت‌خام در سال ۱۹۶۵، به ۱۱۶۴/۳ میلیون تن معادل نفت‌خام در سال ۲۰۰۹ رسیده است، یعنی طی ۴۴ سال، تقاضا برای انرژی‌های اولیه ۳ برابر شده است^۱. فزاینده بودن تقاضای انرژی در سطح جهانی علاوه بر مشکلات عمده مربوط به تأمین تقاضای انرژی، مسئله‌ی آلودگی زیست محیطی که بر اثر انتشار گازهای گلخانه‌ای به وجود آمده را نیز به عنوان یک معضل جهانی مطرح می‌کند، لذا در سال‌های اخیر تلاش فراوانی برای کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق کاهش مصرف انرژی‌های فسیلی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و تلاش برای تشکیل بازار انرژی‌های تجدیدپذیر در راستای گسترش این نوع از انرژی‌ها و افزایش بهره‌وری انرژی و هم‌چنین افزایش صرفه‌جویی انرژی با شکل‌گیری بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی و استفاده از مکانیزم‌های انگیزشی جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای مانند بازار سقف انتشار و مبادله انجام گرفته است. در این میان افزایش بهره‌وری انرژی و هم‌چنین صرفه‌جویی در آن تأثیر قابل ملاحظه‌ای در بهبود شرایط محیط زیست منطقه‌ای و جهانی خواهد داشت. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد در مناطق مختلف جهان پتانسیل قابل توجهی برای بهبود بهره‌وری انرژی وجود دارد، اما دستیابی به کارایی بیش‌تر در مصرف انرژی نیازمند سرمایه‌گذاری قابل ملاحظه در کارخانجات و صنایع قدیمی و سرمایه‌گذاری در جایگزینی سوخت‌ها و دیگر اقدامات می‌باشد. علاوه بر این گسترش سیستم‌های انرژی و کاربرد روش‌های فنی موجود برای تأمین انرژی و بهبود کارایی انرژی، نیازمند سرمایه‌گذاری قابل توجه است و تأمین سرمایه مورد نیاز در بخش انرژی از جمله مسائلی است که دولت‌ها با آن روبرو هستند. در حال حاضر با توجه به روند رو به رشد مصرف انرژی در ایران (مصرف انرژی‌های اولیه در سال ۱۹۹۹ معادل ۱۱۳/۵ میلیون تن معادل نفت‌خام بوده، که در سال ۲۰۰۹ به ۲۰۴/۸ میلیون تن معادل نفت‌خام افزایش یافته است^۲) و محدودیت‌های ذخایر و تولید، برنامه‌ریزی مناسب در روند مصرف انرژی ضروری است. بررسی‌ها نشان می‌دهد بهبود کارایی فرایندهای

1- Primary energy: Consumption . BP Statistical Review of World Energy.2009 &2010.

2- Primary energy: Consumption . BP Statistical Review of World Energy.2010.

صنعتی و بازدهی تجهیزات و وسائل تبدیل انرژی و اجرای برنامه‌های مدیریت انرژی و ایجاد سازو کارهای متفاوت برای منطقی کردن مصرف انرژی از جمله اقداماتی است که در زمینه‌ی صرفه‌جویی انرژی در جهان در حال انجام است. یکی از راهکارهایی که جهت افزایش بهره‌وری انرژی در سطح جهانی در دست مطالعه می‌باشد، بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی است که در این پژوهش به عنوان یکی از راهکارهای صرفه‌جویی انرژی، پیشنهاد می‌شود.

در بخش دوم این پژوهش مسئله‌ی بهره‌وری انرژی در اقتصاد ایران مورد بررسی قرار می‌گیرد و با استناد به شاخص‌های عمده‌ی بخش انرژی و مقایسه‌ی آن‌ها با دیگر کشورها، وضعیت کلی مصرف انرژی و بهره‌وری انرژی ترسیم می‌شود. سپس در بخش سوم، از میان بخش‌های عمده‌ی مصرف‌کننده‌ی انرژی، بخش صنعت از نظر اهمیت و هم‌چنین ارتباط عمیق آن با دیگر بخش‌ها، انتخاب و پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی در این بخش مطرح می‌شود. در بخش چهارم، تئوری بازار مجوزها توضیح داده شده و در ادامه بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی معرفی می‌شود. در انتها تشکیل بازار بهره‌وری انرژی، به‌عنوان یکی از راهکارهای افزایش بهره‌وری انرژی (کاهش مصرف انرژی) در صنعت آجر پیشنهاد می‌شود. اطلاعات موجود در این پژوهش با حمایت شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت و با توجه به گزارش‌های ممیزی انرژی انجام گرفته در صنایع آجر کشور به‌دست آمده است.

۲- بهره‌وری انرژی

اهمیت انرژی به عنوان شاه‌رگ حیات اقتصادی در تمام جوامع جهان روشن و مشخص است. در اقتصاد ایران اهمیت بخش انرژی به دلیل به هدر رفتن منابع انرژی در بیش‌تر بخش‌های اقتصادی به مراتب بیش‌تر می‌باشد. در سال ۲۰۰۷، در سطح جهان به طور متوسط برای تولید یک میلیون دلار ارزش افزوده، ۱۲۲/۴ تن معادل نفت خام انرژی مصرف شده، درحالی‌که این رقم در ایران نزدیک به دو برابر مقدار متوسط جهانی است^۱، که این مسئله ائتلاف انرژی در بسیاری از بخش‌های اقتصادی کشور و لزوم توجه به بهره‌وری انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی را آشکار می‌کند. به‌طور کلی وضعیت

کشورهای مختلف جهان از نظر چگونگی مصرف انرژی و میزان اثربخشی آن بر توسعه‌ی اقتصادی، غالباً با استفاده از شاخص‌های کلان اقتصاد انرژی نمایش داده می‌شود. در این راستا مطالعه‌ی شاخص بهره‌وری انرژی (عکس شدت انرژی) نشان می‌دهد، دست کم در دهه‌ی اخیر شاخص بهره‌وری انرژی در کشور از تغییرات قابل ملاحظه‌ای برخوردار نبوده، ولی این شاخص نسبت به سال گذشته با ۱/۶ درصد کاهش به ۵۰۳/۲ هزار ریال به ازای هر بشکه رسیده است. به عبارت دیگر برای به دست آوردن هزار ریال تولید ناخالص داخلی (خروجی)، انرژی (ورودی) بیش‌تری نسبت به سال گذشته به کار گرفته شده و در نتیجه مقدار بهره‌وری انرژی کاهش یافته است.^۱ با بررسی شاخص بهره‌وری انرژی و دیگر شاخص‌ها مانند شدت انرژی، ضریب انرژی و مصرف سرانه‌ی انرژی در کشور و مقایسه‌ی آن‌ها با کشورهای توسعه یافته، ضرورت بهبود بهره‌وری انرژی در کشور بیش از پیش آشکار می‌شود.

۳- پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی در صنعت و لزوم بهینه‌سازی انرژی در این بخش

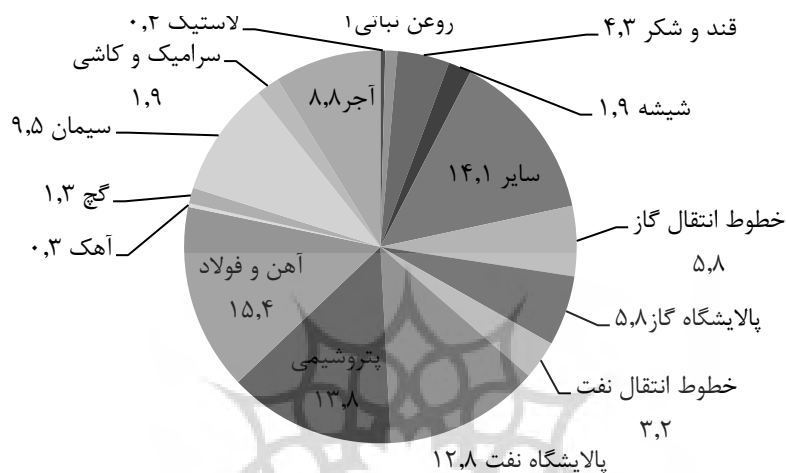
بهینه‌سازی انرژی به معنای انتخاب الگوی صحیح در تولید و مصرف انرژی به نحوی است که علاوه بر تضمین استمرار رشد اقتصادی، موجب کاهش تخریب منابع انرژی و نیز کاهش اثرات سوء ناشی از استفاده‌ی ناصحیح از انرژی بر محیط زیست و جامعه شود. شدت انرژی هر بخش اقتصاد با تقسیم کل مصرف انرژی در آن بخش بر ارزش افزوده‌ی آن بخش به دست می‌آید. شدت انرژی در بخش صنعت با میانگین ۳ بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال، از شدت انرژی در بخش خدمات و ساختمان با میانگین ۱/۴۷ و شدت انرژی در بخش کشاورزی با میانگین ۰/۶۲ بیش‌تر می‌باشد. بیش‌تر بودن شدت انرژی در بخش صنعت چندان دور از انتظار نیست، چراکه بسیاری از صنایع انرژی بر که بازدهی انرژی پایینی دارند، در این بخش هستند.^۲ عدم کارایی فنی مصرف انرژی، به هدر رفتن انرژی در برخی از فرآیندهای صنعتی و صدمات وارده به محیط زیست، ضرورت بهینه‌سازی مصرف انرژی در این بخش را آشکار می‌سازد.

در شکل زیر همان‌طور که ملاحظه می‌شود صنعت آهن و فولاد با ۱۵/۴ درصد از مصرف انرژی در رتبه‌ی اول، صنعت پتروشیمی با ۱۳/۸ درصد در رتبه‌ی دوم،

۱- ماخذ: ترازنامه‌ی انرژی سال ۸۷.

۲- ترازنامه‌ی انرژی سال ۸۶.

پالایشگاه‌های نفت با ۱۲/۸ درصد از کل مصرف انرژی در رتبه‌ی سوم، سیمان با ۹/۵ درصد از کل مصرف انرژی در رتبه‌ی چهارم و صنعت آجر با ۸/۸٪ در رتبه‌ی پنجم از نظر مصرف انرژی قرار دارند. سایر صنایع در رتبه‌های بعدی در مصرف انرژی قرار گرفته‌اند.



ماخذ: بهینه سازی مصرف سوخت - سال ۸۷

شکل ۱- سهم صنایع مختلف از مصرف سوخت (به جز نیروگاه‌ها) ارقام بر حسب درصد می‌باشد.

طبق اطلاعات ترازنامه‌ی انرژی سال ۱۳۸۷، کل پتانسیل صرفه‌جویی انرژی در کارخانجات ممیزی شده طی سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۷ برای صنایع مختلف که جمعاً ۴۶۱ کارخانه هستند برابر ۲۸۴۳۱۱۰۵ گیگاژول در سال می‌باشد. علاوه بر این میزان صرفه‌جویی حاصل از اجرای استانداردهای مصرف انرژی در برخی از فرآیندهای صنعتی تا سال ۱۳۹۰، جمعاً ۸۷۴۹۲۸۷ بشکه معادل نفت خام برآورد شده است که از این میزان تنها ۲۳ درصد صرفه‌جویی انرژی در صنعت سیمان، ۲۲/۵ درصد در صنعت آهن و فولاد، ۱۷ درصد در صنعت قند و شکر، حدود ۱۰ درصد در صنعت ریخته‌گری، حدود ۷ درصد در صنعت آلومینیوم، ۶ درصد در صنعت آجرماشینی و کاشی - سرامیک، پیش‌بینی شده است و مابقی صرفه‌جویی انرژی مربوط به سایر صنایع می‌باشد. در این پژوهش با توجه به پتانسیل بالای بخش صنعت در صرفه‌جویی انرژی و ارتباط این

بخش با سایر بخش‌های تولیدی، بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی در صنعت توضیح داده خواهد شد. هم‌چنین در این پژوهش صنعت آجر به عنوان مورد مطالعاتی انتخاب شده است که در ادامه به اهمیت بهینه‌سازی انرژی در این صنعت اشاره می‌شود.

مصرف ویژه‌ی انرژی حرارتی در کارخانجات تولید آجر کشور بسته به قدمت تکنولوژی و ماشین‌آلات موجود، بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوکالری به ازای یک کیلوگرم آجر تولیدی یا معادل ۴-۸ مگاژول به ازای یک کیلوگرم آجر تولیدی می‌باشد که در مقایسه با متوسط جهانی (حدود ۶۰۰-۴۰۰ کیلوکالری به ازای یک کیلوگرم آجر تولیدی یا معادل ۲/۵-۱/۷ مگاژول به ازای یک کیلوگرم آجر تولیدی)، مقادیر بالایی را نشان می‌دهد (شدت مصرف انرژی در کارخانجات آجر ایران بسیار بالاتر از متوسط شدت مصرف انرژی صنعت آجر در دنیا می‌باشد). هم‌چنین شاخص حدودی مصرف انرژی الکتریکی در کارخانجات کشور بین ۸۰-۱۲۰ کیلووات ساعت به ازای یک تن تولید آجر است، که در مقایسه با متوسط جهانی که حدود ۳۵-۵۵ کیلووات ساعت به ازای یک تن تولید آجر می‌باشد، بسیار بالاست.

علاوه بر این در بیش‌تر کارخانجات تولیدی آجر کشور، پتانسیل تقریبی صرفه‌جویی انرژی بیش از ۵۰ درصد وجود دارد که این خود بیانگر وضعیت نادرست مصرف انرژی در این صنعت و نیاز به بهینه‌سازی انرژی در صنعت آجر می‌باشد.

۴- معرفی بازارسقف انتشار و مبادله^۱ و بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی (بازار اعتبارات سفید)^۲

در این تحقیق با استناد به ایجاد بازار مجوزها در زمینه‌های گوناگون، اعم از بازار مجوزهای انتشار گازهای آلوده‌کننده‌ی هوا، آلودگی آب‌ها، بازار انرژی‌های تجدیدپذیر^۳ و بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی در کشورهای پیشرفته، به دنبال توضیح چنین بازاری برای بهره‌وری انرژی در بخش‌های اقتصادی کشور هستیم. در این پژوهش ابتدا به تئوری بازار سقف انتشار و مبادله به عنوان مهم‌ترین بازار از انواع بازار مجوز پرداخته شده و سپس سازوکار بازار بهره‌وری انرژی که مشابه آن است توضیح داده می‌شود.

1- Cap and Trade Market.

2- Energy Efficiency Certificate Market.

3- Renewable Energy Certificate(REC).

۴- بازار مجوزها

اگر فعالیت خارجی فرد یا مؤسسه‌ای برای دیگران زیان آور باشد، بدون آن که مجبور باشد هزینه‌ی فرصت مناسب آن را به حساب آورد با مفهوم عوامل خارجی منفی مواجهیم. آلودگی محیط زیست از نمونه‌ی این فعالیت‌هاست.

در نظریه‌ی مجوزها سعی بر آن است تا با طراحی مکانیزم مشخصی، عوامل تولیدکننده‌ی این اثرات خارجی مجبور به پرداخت هزینه‌ی فرصت آلودگی‌ای که ایجاد کرده‌اند شوند. چرا که در چنین مواردی عوامل ایجاد کننده‌ی چنین زیان‌هایی فعالیت خود را به گونه‌ای انجام می‌دهند که فایده نهایی مساوی با هزینه‌ی نهایی باشد و در این میان هزینه‌ای را که به جامعه تحمیل می‌کنند، نادیده می‌گیرند. نظریه‌ی مجوزها برای پایه استوار است که دولت با ایجاد و برقراری سازوکاری می‌بایست تولیدکنندگان آلودگی هوا و محیط زیست را وادار به پرداخت هزینه‌های آلودگی‌شان کند. این نظریه در سه بخش به هم پیوسته و یا سه مرحله قابل توضیح است:

۱- ابتدا یک سقف برای انتشار دی اکسید کربن تعیین می‌شود. این سقف همان مفهوم عملی جیره‌بندی کالای x می‌باشد (به این معنی که انتشار گازهای آلوده کننده هوا جیره‌بندی می‌شوند). یعنی سقفی برای انتشار دی اکسید کربن که آلوده کننده‌ی مؤثر هواست، تعیین می‌شود و تمام تولیدکنندگان این گاز ملزم به تولید این گاز تنها تا سقف تعیین شده می‌باشند.

۲- سپس حق انتشار CO_2 با تعریف مجوزهای انتشار^۱ و فروش این مجوزها به آلوده‌کنندگان هوا ارتباط پیدا می‌کند، یعنی تمام سازمان‌های آلوده کننده می‌بایست به‌ازای مقدار مشخصی آلودگی، تعداد معینی از مجوزها را که توسط دولت تعیین می‌گردد ارائه دهند.

۳- مجوزها قابلیت خرید و فروش بین گروه‌ها و نهادهای آلوده کننده را دارند. بدین ترتیب بازاری برای مجوزهای انتشار آلودگی شکل می‌گیرد که در این بازار، تولیدکنندگانی که بیش‌تر از سقف تعیین شده برای انتشار آلودگی به انتشار می‌پردازند، ملزم به خرید مجوزهایی هستند که با میزان انتشارشان مطابقت دارند، و آنان که کم‌تر از سقف تعیین شده به انتشار می‌پردازند، بتوانند مجوزهای مازاد خود را در بازار به فروش برسانند. با این مکانیزم انگیزه‌ی کاهش آلودگی و تلاش برای بهبود راندمان

1- Allowances.

وسایل انرژی بر و جایگزینی سوخت‌ها تقویت می‌شود. چنین بازاری نخست در ایالات متحده و سپس در اتحادیه‌ی اروپا شکل گرفته است و روز به روز در حال تکامل می‌باشد.

برنامه‌های مهم به اجرا در آمده در ارتباط با سیستم "سقف و مبادله انتشار"

۱- برنامه‌ی باران اسیدی^۱ که در اصلاحیه‌ی قانون هوای پاک در سال ۱۹۹۰ دیده شده بود.

۲- برنامه‌ی اجرای قانون اکسیدهای نیتروژن^۲ (۱۹۹۸) که به نام "برنامه‌ی اعتبار اکسیدهای نیتروژن" یا "برنامه‌ی مبادله‌ی اعتبار اکسیدهای نیتروژن"^۳ نیز شهرت یافت.

۳- برنامه‌ی کمیته‌ی حمل و نقل ازن^۴ در سال ۱۹۹۹

۴- برنامه‌ی مبادله‌ی انتشار اتحادیه‌ی اروپا^۵ در سال ۲۰۰۵

۵- قانون بین ایالتی هوای پاک^۶ در سال ۲۰۰۹

پیشینه‌ی بازار سقف انتشار و مبادله

کوشش‌های تئوریک کوز (۱۹۶۰) و دالس (۱۹۶۸) برای اولین بار تأثیر استفاده از مجوزهای قابل مبادله را برای مواجهه با مشکلات زیست محیطی آشکار کرد. سپس مونتگومری^۷ (۱۹۷۲) و تیتنبرگ^۸ (۱۹۷۴)، تئوری اقتصادی برنامه‌ی سقف انتشار و مبادله را توضیح دادند.

در آمریکا، دولت فدرال یک سری قوانین هوای پاک^۹ را به تصویب رساند. آغاز آن با قانون کنترل آلودگی هوای ۱۹۵۵^{۱۰} بود و با قانون هوای پاک ۱۹۶۳^{۱۱}، قانون کیفیت

1- The Acid Rain Program(ARP).
2- The NOX State Implementation Plan.
3- The NOX Budget Trading Program(NBTP).
4- The Ozone Transport Commission(OTC).
5- EU ETS: EU Emission Trading System.
6- The Clean Air Interstate Rule (CAIR).
7- Montgomery.
8- Tietenburg.
9- Clean Air Acts.
10- Air Pollution Control Act 1955.
11- Clean Air Act of 1963.

هوای ۱۹۶۷^۱، تمدید قانون هوای پاک ۱۹۷۰^۲ و اصلاحیه‌ی قانون هوای پاک ۱۹۷۷ و ۱۹۹۰^۳ ادامه یافت. اصلاحیه قانون هوای پاک ۱۹۹۰^۴ برنامه‌ی سقف و مبادله‌ی انتشار را به‌طور گسترده‌ای برای صنایع آمریکا پیشنهاد کرد.

پویات و مک گلینچ^۵ (۱۹۹۸)، در تحقیقات خود با توجه به انتشار بالای گازهای دی اکسید سولفور و اکسیدهای نیتروژن با وجود تصویب قانون اصلاحیه هوای پاک ۱۹۹۰ به این نتیجه رسیده‌اند که این برنامه به منظور بهبود اکو سیستم های حساس به رسوب های اسیدی ناشی از این گازها ناکافی بوده است، بنابراین به معرفی قانون کنترل رسوب اسیدی ۱۹۹۷^۶ پرداخته‌اند که این قانون خواستار کاهش بیش از ۵۰ درصد در انتشار دی اکسید سولفور و ۷۰ درصد کاهش در سطوح انتشار اکسیدهای نیتروژن می‌باشد. هم‌چنین در این تحقیق کاهش سقف انتشار دی اکسید سولفور با آغاز برنامه‌ی سقف مبادله و انتشار جدید برای اکسیدهای نیتروژن وسیله‌ای جهت دست یابی به کاهش انتشار خواسته شده در قانون کنترل رسوب اسیدی دانسته شده است.

فارل^۷ (۲۰۰۰)، برنامه‌ی "اعتبار اکسیدهای نیتروژن" را در ارتباط با برنامه‌ی سقف و مبادله‌ی انتشار توضیح داده است. او در این مقاله توضیح می‌دهد که سقف انتشار تعیین شده در این برنامه برای نیروگاه‌های موجود در ۲۲ ایالت به کار گرفته شده است و با توجه به تجربه‌های حاصل از اجرای آن، برنامه‌ی فوق را علاوه بر این که راهی کم هزینه جهت کاهش انتشار اکسیدهای نیتروژن می‌داند، آن را مسبب ایجاد نوآوری و رقابت در صنایع متعهد به سقف انتشار نیز تلقی می‌کند.

ویگنر و همکاران^۸ (۲۰۰۳)، تأثیر پیمان کیوتو بر کشورهای عضو را سنجیده و تأثیر برنامه‌ی سقف و مبادله در هریک از کشورهای عضو را به‌صورت جداگانه بررسی کردند، آن‌ها برای سنجش این تأثیر از مدل تحلیل سیاست گذاری و پیش بینی انتشار استفاده کرده‌اند و نتایج آن را با مدل اقتصاد انرژی که در تحلیل‌های سیاست گذاری تغییرات آب و هوایی اروپا آمده است، مقایسه نموده‌اند. هم‌چنین آن‌ها مواردی را که اعضای

1- Air Quality Act of 1967.
 2- Clean Air Act Extension of 1970.
 3- Clean Air Act Amedments in 1977 & 1990.
 4- Clean Air Act Amendment.
 5- Pouyat and Mac Glinch.
 6- Acid Deposition Control Act of 1997.
 7 -Farrell.
 8- Viguier et al.

اتحادیه‌ی اروپا هر کدام بدون مبادله‌ی انتشار با کشورهای دیگر تنها به کاهش انتشار در درون کشور خود بپردازند را نیز بررسی کرده‌اند.

الرمین و جاکوبی^۱ (۲۰۰۴)، فروش مجوزهای انتشار به صورت نامحدود را سوپاپ اطمینانی برای برنامه‌های "سقف و مبادله‌ی انتشار" معرفی کرده و فروش نامحدود مجوزها را همراه با کاهش هزینه‌های دست‌یابی به سقف انتشار، برای واحدهای تولیدی دانسته‌اند.

کانسیدین و لارون^۲ (۲۰۰۶)، انتشار گاز، سوخت و نیروی کار را به عنوان متغیر و حجم مجوز و سرمایه را به عنوان متغیرهای ثابت مدل در نظر گرفته و در نهایت امکان جایگزینی بین متغیر محیط زیست به عنوان یک نهاد با دیگر نهادهای تولیدی در مدل را بررسی کرده‌اند. نتایج این مدل یک سیستم سقف و مبادله را به عنوان سیستمی که هزینه‌های دست‌یابی به اهداف زیست محیطی را می‌کاهد، معرفی کرده است.

کاکر و همکاران^۳ (۲۰۰۹)، به برنامه‌ی سقف و مبادله در "سیستم مبادله انتشار"^۴ اتحادیه‌ی اروپا که برای مدیریت انتشار دی‌اکسید کربن طراحی شده بود اشاره کرده‌اند. در این مقاله آن‌ها توضیح می‌دهند که چون تولیدکنندگان مقید به تعهد کاهش انتشار هستند، متأثر از برنامه‌ی مبادله‌ی انتشار شده و سطح درآمد آن‌ها نیز تحت تأثیر قرار خواهد گرفت، لذا آن بخش از مجوزهای انتشاری که به صورت مجانی تخصیص یافته‌اند، می‌بایست توسط تولیدکنندگان به بهترین و سودآورترین روش مورد استفاده قرار گیرند. در این مقاله علاوه بر سنجش تأثیر این برنامه بر درآمد تولیدکنندگان با توجه به نوع تخصیص مجوزها، با استفاده از یک مدل ۵ بخشی چگونگی تأثیر قیمت‌های بازاری مجوزها بر سطح درآمد تولیدکنندگان نیز بررسی شده است.

بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی^۵

با شروع برنامه‌ی مبادله‌ی انتشار اتحادیه‌ی اروپا در سال ۲۰۰۵، برنامه‌ی اعتبارات سفید^۶ به صورت جدی‌تری مطرح شد. اعتبار بهره‌وری انرژی^۷ یا اعتبار سفید، عموماً

1- Jcoby.

2- Considine and Laron.

3- Kockar et al.

4- Emission Trading System (ETS).

5- Energy Efficiency Certificate Market.

6- White Certificat (WHC).

7- Energy Efficiency Certificate ("White Tag")، White Certificate.

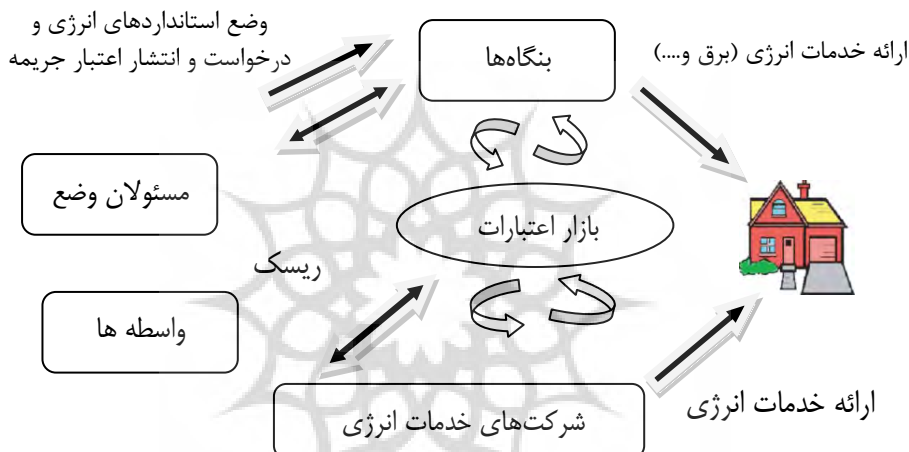
مبین یک مگاوات ساعت صرفه‌جویی انرژی است (یک سند است که به سادگی مقدار مشخصی از کاهش در مصرف انرژی را تصدیق می‌کند). با اعمال یک سبب استاندارد انرژی برای واحدهای تولیدی، به ازای هر مگاوات ساعت صرفه‌جویی انرژی، یک اعتبار سفید (که قابل مبادله می‌باشد) به تولیدکنندگان تخصیص می‌یابد، یا این‌که معادل هر واحد مصرف سوخت بیش‌تر از استاندارد، می‌بایست یک اعتبار سفید به مقامات تسلیم شود، لذا واحدهایی که بیش از استاندارد مصرف انرژی دارند، ملزم به خرید اعتبارات سفید از واحدهایی هستند که با صرفه‌جویی مصرف سوخت (بیش از استاندارد تعیین شده) این اعتبارات را از مقامات مسئول این بازار دریافت کرده‌اند. مبادله اعتبارات سفید در بازاری با عنوان بازار اعتبارات سفید یا بازار بهره‌وری انرژی قادر به کاهش هزینه‌های صرفه‌جویی انرژی در سطح ملی است، چراکه واحدهایی که به منظور صرفه‌جویی انرژی می‌بایست هزینه‌ای بالا متقبل شوند، با خرید این اعتبارات از بازار از هزینه‌های بسیار بالای صرفه‌جویی انرژی واحد خود می‌کاهند و در عوض واحدهای کم هزینه با کاهش مصرف سوخت بیش از استاندارد تعیین شده به صرفه‌جویی انرژی به میزان تعیین شده هم برای واحد خود و هم برای واحدهای پرهزینه می‌پردازند و در عوض اعتبارات سفید را در بازار به فروش رسانده و سود بالایی برای واحد خود به دست می‌آورند.

برای درست عمل کردن بازار اعتبارات سفید، سیستم تخصیص تطابق تعهدات و قوانین می‌بایستی طراحی شود. عنصر اصلی این سیستم، وجود جرایمی برای تهیه کنندگان انرژی است که تعهدات و وظایف محوله را به خوبی انجام نمی‌دهند. از جمله اصولی که باید رعایت شود این است که جرایم باید بیش‌تر از سرمایه‌گذاری لازم جهت جبران عدم اجرای تعهدات باشند. یعنی عدم انجام تعهدات باید با عوارض و خسارت‌های فراوانی همراه بوده و به هیچ وجه شکل یک امتیاز مثبت برای فرد خاطی پیدا نکند.

بازیگران کلیدی و اصلی در سیستم اعتبارات سفید، که وظیفه‌ی ذخیره‌ی انرژی را به عهده دارند، بر حسب این‌که آیا تعهدی را می‌پذیرند یا خیر، به دو گروه تقسیم می‌شوند. بازیگران کلیدی و اصلی موارد زیر هستند:

- تولید کنندگان گاز و برق، وظایف و تعهداتی دارند که توسط مراجع و مقامات مسئول، تعیین می‌شوند، این تولیدکنندگان باید مقدار معین انرژی را در دوره‌ی معینی

ذخیره کنند. برای نیل به این هدف، تولیدکنندگان باید طرح‌های بهره‌وری انرژی ویژه‌ای را برای مصرف‌کنندگان مربوطه به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، افزایش دهند - دومین گروه بازیگران، شرکت‌های مستقلی هستند که خدمات مدیریت انرژی را، تهیه و تدارک می‌بینند. عموماً تعهدی برای صرفه‌جویی انرژی بر این شرکت‌ها وضع نمی‌شود، اما آن‌ها امکان شرکت در طرح تجاری اعتبارات سفید را دارند، البته بعد از این‌که صرفه‌جویی انرژی را انجام دادند. ساختار کلی بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی، به صورت زیر است:



منبع: V. Oikonomou et al. / Energy Policy 35 (2007) 1147-116
 شکل ۲- ساختار بازار اعتبارات سفید

برای تعریف کارکرد بازار بهره‌وری انرژی با توجه به شکل بالا، اجرای ۳ اقدام مقدماتی ضروری می‌باشد:

۱- تدوین استانداردها و معیارهای مصرف انرژی توسط مسئولان و ابلاغ آن‌ها به واحدهای تولیدی:

از جمله اقدامات اصولی در جهت نهادینه کردن فرایند بهینه‌سازی مصرف انرژی در کشور، تدوین و اجرای معیارها و استانداردهای مصرف انرژی در تمامی زیر بخش‌های اقتصادی یک کشور می‌باشد. علاوه بر این مسئولان می‌بایست به وضع جریمه از واحدهایی که معیار مصرف سوخت را رعایت نمی‌کنند، بپردازند.

۲- ممیزی انرژی^۱: ممیزی انرژی از جمله فعالیت‌های اساسی هر سازمانی است که مایل به کنترل انرژی و هزینه‌های مربوطه می‌باشد. ممیزی انرژی مجموعه اقداماتی است که جهت شناسائی، چگونگی، مقادیر و موقعیت‌های مصرف انرژی در یک فعالیت یا فرایند، انجام و در طی آن فرصت‌ها و امکانات صرفه‌جویی انرژی مشخص شده و ارزیابی می‌شود. هدف ممیزی انرژی تعیین راه‌حلهایی برای کاهش مصرف انرژی و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری در واحد تولیدی می‌باشد. واژه‌ی ممیزی انرژی در فرهنگ لغت "یک نمونه‌گیری برنامه‌ریزی شده و بهبود هزینه‌های جاری" تعریف شده است.

۳- ایجاد شرکت‌های خدمات انرژی^۲: تعریف و ایجاد شرکت‌هایی مستقل برای انجام مدیریت انرژی و اجرای راه‌کارهای صرفه‌جویی انرژی در واحدهای تولیدی.

مطالعات پیشین در زمینه‌ی بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی

برتولدی و هالد^۳ (۲۰۰۶)، و برنامه‌ی اعتبارات سفید و اعتبارات سبز را در اروپا بررسی کرده و امکان تلفیق این دو برنامه در یک سیستم مبتنی بر اینترنت را توضیح داده‌اند.

لانگنیس و پراتوریس^۴ (۲۰۰۶)، به مسائلی که برنامه‌ی اعتبارات سفید را با چالش مواجه می‌کنند پرداخته‌اند (از جمله سازگاری این برنامه با برنامه‌ی مبادله‌ی انتشار اتحادیه‌ی اروپا و مشخص کردن گروه هدف مورد نظر برنامه و...) و مبحث هزینه‌های مبادله^۵ را برای توضیح آن‌ها استفاده کرده‌اند.

اکونامو و همکاران^۶ (۲۰۰۷)، بر اثرات گسترش بهره‌وری انرژی بر رفتار مصرف‌کننده نهایی پرداخته و اثرات احتمالی برنامه‌ی اعتبارات سفید در هلند را مورد بررسی قرار داده‌اند.

همرین و واین^۷ (۲۰۰۸)، یافته‌های تجربی برنامه‌ی اعتبارات سفید و فرصت‌های بالقوه‌ی اجرای این برنامه در آمریکا را بررسی کرده‌اند.

1- Energy Audit.
 2- (Energy Service Companies) ESCO.
 3- Bertoldi and Huld.
 4- Langniss and Praetorius.
 5- Transaction Cost.
 6- Oikonomou et al.
 7- Hamrin and Vine.

اکونامو و همکاران (۲۰۰۸)، اثر متقابل دو ابزار سیاستی انرژی شامل برنامه‌ی اعتبارات سفید و مالیات بر انرژی در بخش برق را بررسی کرده و نتیجه‌گیری کرده‌اند که برنامه اعتبارات سفید تا حدود زیادی قادر به کاهش هزینه‌های صرفه‌جویی سوخت می‌باشد.

سورل و همکاران^۱ (۲۰۰۹)، اثرات زیست محیطی و اقتصادی برنامه‌ی اعتبارات سفید را مورد بررسی قرار داده و این مسئله که آیا برنامه‌ی فوق اثر کاهنده یا فزاینده یا نامعلوم بر تقاضای برق، قیمت‌های عمده‌ی خرده فروشی و عمده فروشی برق، انتشار کربن و سرمایه‌گذاری در اقدامات بهره‌وری انرژی دارند را مورد آزمون قرار داده‌اند.

مونداکا^۲ (۲۰۰۹)، در مقاله‌ای یک چارچوب چند معیاره برای ارزیابی برنامه‌ی اعتبارات سفید ارائه داده و مسئله‌ی اثر بخشی هزینه‌ای (کاهش هزینه‌ها) در برنامه‌ی اعتبارات سفید اجرا شده در انگلستان را مورد حمایت قرار داده است.

اکونامو (۲۰۰۹)، در مقاله‌ای، ترکیبی از دو برنامه‌ی توافقات داوطلبانه^۳ و اعتبارات سفید را برای اجرا آزمون و برنامه‌ی اعتبارات سفید را همراه با کاهش هزینه‌ها برآورد کرده است.

برتودلی و همکاران (۲۰۱۰)، در مقاله‌ای، تحلیلی کامل از نتایج برنامه‌ی اعتبارات سفید در اتحادیه‌ی اروپا را بررسی کرده و نشان داده‌اند که صرفه‌جویی سوخت و کاهش هزینه‌ی ناشی از اجرای این برنامه بیش از میزان برآورد شده بوده است.

تجارب و نتایج کلی اجرای طرح بازار اعتبارات سفید در چند کشور

۱- در برخی ایالات آمریکا یک سبد استانداردسازی برای بهره‌وری انرژی پیشنهاد شده است که تمام صنایع می‌بایست تمام نیازهای انرژی خود را در راستای بهبود بهره‌وری انرژی و طبق استاندارد تعیین شده به انجام رسانند. تحت قوانین و مقررات مشخص، یک صنعت فرصت کاهش مصرف انرژی تا رسیدن به استاندارد مرتبط با صنعت خود را در اختیار دارد و در عین حال می‌تواند اعتبارات بهره‌وری انرژی را (مانند خریداری مجوزها در بازار مجوزها) برای دست یابی به تعهداتش خریداری کند. استانداردهای مرتبط با اعتبارات بهره‌وری انرژی و خرید و فروش و مبادله‌ی اعتبارات

1- Sorrell et al.

2- Mundaca.

3- Voluntary Agreements.

مانند استانداردهای انرژی سبز هستند که در ۲۰ ایالت به کار گرفته شده‌اند. به تازگی چند ایالت در آمریکا از جمله نوادا و پنسلوانیا، مبادله‌ی اعتبار بهره‌وری انرژی را به اجرا درآورده‌اند. هم‌چنین برخی از شرکت‌های بزرگ مثل نایک، اعتبارات سفید را به منظور دستیابی به تعهداتشان مبنی بر کاهش انتشار کربن خریداری کرده‌اند.

۲- بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی در ایتالیا در ۲ بخش قانونی توسط وزارت صنایع این کشور در سال ۲۰۰۱ معرفی شده و تصمیم بر آن بوده است تا سال ۲۰۰۲ به اجرا گذاشته شود، اما اهداف کمی مرتبط با این بازار براساس واحدهای انرژی اولیه (MTOE)^۱ در دوره‌ی ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶ مطرح شده‌اند. به‌طور کلی در ایتالیا پروژه‌های بهره‌وری انرژی برای توزیع کنندگان برق و گاز تنظیم شده است. (به عبارتی گروه‌های هدف که مجبور به رعایت استاندارد تعیین شده‌اند، توزیع کنندگان برق و گاز می‌باشند). اهداف ملی این طرح برای هر توزیع کننده‌ی گاز و برقی که بیش از ۱۰۰۰۰۰ مشترک داشته باشد قابل اجرا خواهد بود. (مصوب ۳۱.۱۲.۲۰۰۱) به‌طور جزئی تر بخش‌های زیر مکلف به رعایت الگوی تعیین شده می‌باشند: بخش گاز: ۲۲ توزیع کننده با ۹۶۳۰۰۰۰ مشترک از کل ۱۶۰۰۰۰۰۰ مشترک و بخش برق: ۸ توزیع کننده که تقریباً ۹۸ درصد کل عرضه‌ی این بخش را دارا می‌باشد.

در ایتالیا برنامه‌ی فوق از ژانویه‌ی ۲۰۰۵ عملیاتی شده است. فاز اول این برنامه دوره‌ی (۲۰۰۵-۲۰۰۹) بوده است. هدف گذاری صرفه‌جویی انرژی در این دوره ۵/۸ میلیون تن معادل نفت خام (MTOE) بوده است. بدین ترتیب بخش‌های مکلف در صنعت گاز در دوره‌ی ۵ ساله‌ی فوق می‌بایست در کل ۲/۷ میلیون بشکه معادل نفت خام یا ۱۱۳ پتاژول صرفه‌جویی انرژی انجام می‌دادند. بخش‌های مکلف در صنعت برق نیز ملزم به صرفه‌جویی انرژی به میزان ۳/۱ میلیون بشکه معادل نفت خام (۱۲۹/۸ پتاژول) شده‌اند.

در اولین سال اجرای فاز اول این برنامه (۲۰۰۵-۲۰۰۹) حدود ۸۶ مگاوات ساعت یا حدود ۱ میلیون تن معادل نفت خام صرفه‌جویی انرژی انجام گرفته است (هدف گذاری صرفه‌جویی انرژی در این دوره، ۵/۸ میلیون تن معادل نفت خام (MTOE) بوده است).

در گزارش ارائه شده از سال سوم برنامه در ایتالیا^۱ صرفه‌جویی انرژی بیش از ۲ میلیون تن معادل نفت‌خام تا پایان سال ۲۰۰۸ ثبت شده، که صرفه‌جویی کربن معادل ۵ میلیون تن را سبب شده است.

و در گزارش چهارم برنامه آمده است: در کم‌تر از ۵ سال (ژانویه ۲۰۰۵ تا نوامبر ۲۰۰۹)، به دلیل استفاده مناسب از اعتبارات سفید، بیش از ۵ میلیون تن معادل نفت‌خام صرفه‌جویی انجام شده، به‌ویژه در سال گذشته شتاب بهبود بهره‌وری افزایش یافته است. بیش از ۲ میلیون تن معادل نفت‌خام صرفه‌جویی به دوره‌ی ژوئن ۲۰۰۸ تا می ۲۰۰۹ مربوط است. که در آن تقریباً نیمی از کل صرفه‌جویی‌ها انجام گرفته است. و این بدان معناست که ۲ نیروگاه با قدرت ۶۰۰ مگاواتی، به مدت یک سال کامل خاموش شده اند.

۳- در انگلستان تنها تولیدکنندگان برق و گاز متعهد به کاهش مصرف انرژی می‌باشند. اما تعهد تولیدکنندگان برق و گاز مبنی بر کاهش مصرف انرژی تنها محدود به بخش خانوارهاست. بدین معنا که آن دسته از تولیدکنندگانی که بیش از ۱۵۰۰۰ مشترک داشته باشند در برنامه متعهد می‌شوند تا اقدامات صرفه‌جویی انرژی را در بخش خانوارها به انجام رسانند. در کل ۱۱ تولیدکننده در انگلستان که ۹۹ درصد بازار انرژی را پوشش می‌دهند، در این برنامه متعهد می‌شوند.

در این برنامه خانوارها به ۲ گروه تقسیم می‌شوند: گروه اول، "گروه ارجح"^۲ نامیده می‌شوند که شامل ۲ بخش اند که اولین بخش ۷.۷ میلیون خانوار از جمله (بازنشستگان، سنین ۶۰ به بالا، ساکنان خانه‌های اجتماعی، دریافت کنندگان مزایای ناتوانی) را شامل می‌شود و بخش دوم اقدامات سیاستی انگلستان علیه فقر سوختی است (اشاره دارد به افرادی که بیش از ۱۰ درصد درآمدشان را صرف گرمایش داخلی می‌کنند، این گروه تقریباً ۳۳ درصد کل خانوارها است) و گروه دوم نیز شامل دیگر مشترکان می‌باشد.

تولیدکنندگان می‌توانند دو نوع اقدام برای صرفه‌جویی انرژی شامل اقدامات ساختاری و غیرساختاری در بخش خانگی به انجام رسانند. اقدامات غیرساختاری نظیر جایگزینی لوازم و به‌کارگیری چراغ‌های برق با بازدهی می‌باشد و اقدامات ساختاری

1- (AEEG 2008).

2- Priority Group.

شامل عایق بندی و تنظیم گرمایش بخش خانگی است. تولیدکنندگان برق ملزم به اجرای دست کم ۵۰ درصد از تعهد صرفه‌جویی انرژی خود در گروه ارجح هستند، یعنی دست کم ۵۰ درصد اقدامات فوق می‌بایست در خانوارهای کم درآمد انجام پذیرد، بنابراین بازار مرتبط با این گونه اقدامات به دو بخش خانوارهای کم درآمد و دیگر خانوارها تقسیم می‌شود. در این راستا، به‌طور متوسط تولیدکنندگان، ۸۰ درصد هزینه‌ی اقدامات ساختاری برای گروه ارجح را پوشش می‌دهند. سطح مشارکت متوسط تولیدکنندگان بیش از ۵۰ درصد برای اقدامات غیرساختاری و نزدیک ۴۰ درصد برای اقدامات ساختاری تخمین زده می‌شود.

در انگلستان کل هدف گذاری برای صرفه‌جویی انرژی در فاز اول این برنامه (۲۰۰۵-۲۰۰۲) برابر ۶۲ تراوات ساعت^۱ بوده است که این کشور با صرفه‌جویی ۱۷/۱ تراوات ساعت در سال اول، ۳۰/۲ تراوات ساعت در سال دوم و ۳۹/۵ تراوات ساعت در سال سوم این فاز در کل ۷۶/۸ تراوات ساعت در این دوره‌ی سه ساله صرفه‌جویی کرده، که بیش از میزان صرفه‌جویی انرژی پیش بینی شده در برنامه است.

فاز دوم این برنامه (۲۰۰۵-۲۰۰۸) بوده که صرفه‌جویی انرژی معادل ۱۳۰ تراوات ساعت را پیش بینی کرده، که تنها در سال ۲۰۰۵ بیش از یک چهارم این هدف محقق شده است.

سومین فاز این برنامه در انگلستان با عنوان هدف گذاری کاهش انتشار کربن^۲ از آوریل ۲۰۰۸ تا دسامبر ۲۰۱۲ ادامه دارد و هدفی معادل ۱۸۵ متریک تن معادل دی اکسید کربن^۳ صرفه‌جویی تا سال ۲۰۱۲ را در نظر دارد.

مبانی نظری

مبانی نظری توضیح داده شده در این قسمت برای بازار سقف انتشار و مبادله، بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی و بازار انرژی‌های تجدیدپذیر یکسان می‌باشد. تنها تفاوت آن‌ها در تعریف کالای قابل مبادله در این بازارهاست، که در بازار سقف انتشار و مبادله این کالای قابل مبادله مجوزهای انتشار نامیده می‌شود و مبین میزان مشخصی کاهش

1- TWH.

2- Carbon Emission Reduction Target.

3- Metric Tonne (ton) Carbon Dioxide Equivalent(MTCO₂).

انتشار است، در بازار اعتبارات سفید کالای فوق، اعتبارات سفید که نشان دهنده‌ی میزان مشخصی صرفه‌جویی انرژی است، می‌باشد. در بازار انرژی‌های تجدیدپذیر نیز کالای قابل مبادله اعتبارات سبز یا کارت‌های سبز می‌باشد که مبین تولید میزان مشخصی انرژی از منابع انرژی تجدید پذیر است. بازار سقف و مبادله یا بازار اعتبار بهره‌وری انرژی براین اساس شکل می‌گیرد که هزینه‌ی کاهش انتشار دی اکسید کربن برای نهادها و سازمان‌های مختلف با هم تفاوت دارد، یعنی تعدادی از سازمان‌ها و نهادها با هزینه‌ی کم‌تر و تعدادی با هزینه‌ی بیش‌تر از دیگران قادر به کاهش انتشار می‌باشند، چنین تفاوتی در هزینه‌های کاهش انتشار در بازار سقف و مبادله انعکاس پیدا می‌کند و همان طور که توضیح داده شد، تمام نهادها در تلاش خواهند بود که کم‌ترین هزینه را در رسیدن به سقف انتشار تعیین شده متحمل شوند. مبنای نظری برگرفته از اقتصاد خرد در ارتباط با بازار مجوزها با بحث سهمیه‌بندی یا جیره‌بندی کالای x (در این جا منظور از کالا همان انتشار دی اکسید کربن می‌باشد) ارتباط پیدا می‌کند. در ابتدا دنیایی دوکالایی را فرض می‌کنیم (x, y) . در مباحث نظری اقتصاد خرد، نقطه‌ی بهینه‌ی مصرف کننده، نقطه‌ی تماس خط بودجه‌ی فرد با بالاترین منحنی بی تفاوتی^۱ وی می‌باشد. همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شده است، خط LM ^۲ قبل از اعمال سهمیه‌بندی کالای x ، تنها قید مصرف کننده می‌باشد که همان قید درآمدی اوست. قبل از اعمال سهمیه‌بندی نقطه‌ی E نقطه‌ی تعادل مصرف کننده می‌باشد. حال بنا بر فرض بر کالای x جیره‌بندی انجام گرفته و مقدار آن $X\alpha\alpha$ است. زمانی که بازار سیاه وجود ندارد، فضای قابل حصول برای مصرف کننده بعد از اعمال جیره‌بندی $OLFH$ ^۳ و نقطه‌ی تعادل فرد، F می‌باشد. بعد از اعمال سهمیه‌بندی قید جدیدی علاوه بر قید درآمدی برای فرد به وجود می‌آید. در چنین حالتی مطلوبیت فرد از U_3 به U_1 کاهش می‌یابد.

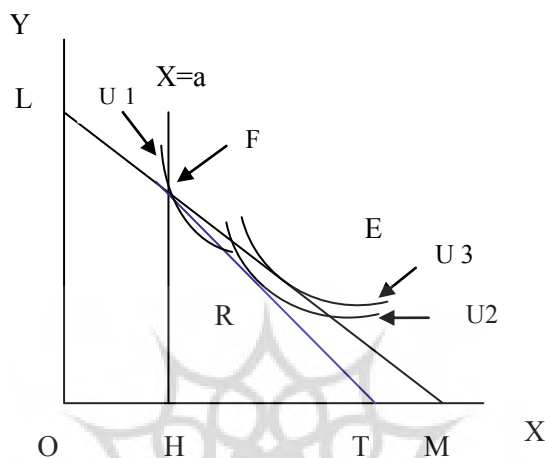
اما اکنون فرض می‌شود در بازار سیاه یا بازار آزاد به وجود آمده در چنین حالتی وی قادر است در صورت نیاز بیش از مقدار سهمیه‌ی تعیین شده به بازار آزاد روی آورد و نیازش را برطرف کند. اما یکی از مشخصه‌های بازار آزاد بالاتر بودن قیمت کالا در آن

1- Utility Curve(U).

۲- خط LM قید درآمدی مصرف کننده می‌باشد.

۳- $OLFH$ فضای قابل حصول برای مصرف کننده بعد از اعمال جیره بندی می‌باشد.

بازار نسبت به بازار رسمی جیره‌بندی می‌باشد. به همین جهت با وجود بازار آزاد، خط بودجه‌ی مصرف کننده در نقطه‌ی F شکسته شده و به طرف داخل از FM ^۱ فاصله می‌گیرد و بدین ترتیب خط بودجه‌ی جدید فرد به صورت شکسته LFT ^۲ در می‌آید.



شکل ۳- مبانی نظری بازار سقف انتشار و مبادله

به این ترتیب فضای قابل حصول برای مصرف کننده چهارضلعی $OLFT$ خواهد بود. در این حالت نقطه‌ی تعادل مصرف کننده R می‌باشد و مقدار مطلوبیت او U_2 خواهد بود. مطلوبیت وی در چنین حالتی کم‌تر از میزانی است که سهمیه‌بندی وجود ندارد، اما بیش‌تر از حالتی است که سهمیه‌بندی اعمال شده، اما بازار آزاد وجود ندارد. به هر حال اندازه‌ی فاصله‌ی نقطه T از M بستگی به قیمت کالای X در بازار آزاد دارد، یعنی هرچه قیمت X در بازار آزاد نسبت به قیمت آن به صورت جیره‌بندی (بازار رسمی) بیش‌تر باشد، فاصله‌ی TM بیش‌تر است. حال می‌توان به توضیح ارتباط بین مبحث سهمیه‌بندی کالایی خاص و مبحث بازار مجوزها پرداخت.

در نظریه‌ی بازار مجوزها کالایی که سهمیه‌بندی می‌شود همان انتشار CO_2 است. طوری که سقف انتشار این گاز تعیین می‌شود (سهمیه‌بندی می‌شود) و به بنگاه‌های

۱- خط FM قید بودجه فرد بعد از ایجاد بازار آزاد می‌باشد.

۲- خط بودجه‌ی جدید فرد.

انتشار دهنده اجازه‌ی انتشار بیش‌تر از سقف تعیین شده داده نمی‌شود. در این وضعیت هزینه‌های متفاوتی به بنگاه‌ها تحمیل می‌شود، چراکه هر کدام از آن‌ها باتوجه به میزان تولید CO_2 ای که داشتند، می‌بایست این میزان تولید را به سقف مشخصی از انتشار محدود کنند و این محدودیت برای آن‌ها هزینه آور است. البته بازهم باتوجه به مبانی اقتصاد خرد اگر بازار آزاد تعریف نشود و فقط سقف مشخصی برای انتشار تعیین شود آن تعداد بنگاهی که قبل از جیره‌بندی انتشار CO_2 ، کم‌تر از سقف تعیین شده به انتشار می‌پرداختند از نظر هزینه (تحت تأثیر عمل جیره‌بندی قرار نمی‌گیرند. ولی با تعریف بازار آزاد و اجازه‌ی خرید و فروش مجوزهای انتشار در این بازار، هر دو گروه بنگاه‌ها چه آنان که از سقف انتشار کم‌تر و چه آنان که بیش‌تر به انتشار می‌پرداختند، انگیزه و توان بیش‌تری برای کنترل انتشار به‌دست خواهند آورد. بدین ترتیب که آن بنگاه‌هایی که کم‌تر از سقف تعیین شده به انتشار می‌پردازند، با فروش مجوزهای مازاد خود در بازار منفعت کسب می‌کنند. علاوه بر این، انگیزه‌ی کاهش انتشار و کنترل آن نیز در این بنگاه‌ها تقویت می‌شود و آن دسته از بنگاه‌هایی که بیش‌تر از سقف تعیین شده به انتشار می‌پردازند اگر هزینه‌ی کاهش انتشار آن‌ها بیش‌تر از هزینه‌ی خرید مجوز انتشار از بازار باشد، ترجیح می‌دهند مجوزهای انتشار را از بازار تهیه کنند و اگر هزینه‌ی کنترل انتشار برای آن‌ها کم‌تر از خرید مجوز باشد، به کاهش انتشار از طرق مختلف روی خواهند آورد.

۵- بررسی بازار بهره‌وری انرژی در صنعت آجر

در این بخش، بعد از معرفی اجمالی صنعت آجر در ایران، بازار اعتبار بهره‌وری انرژی در صنعت آجر مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

معرفی اجمالی صنعت آجر

حدود ۷۰۰۰ کارخانه‌ی فعال در صنعت آجر در ایران وجود دارد که میزان تولید اسمی سالیانه آن‌ها بیش از ۵۰ میلیون تن می‌باشد. محصولات بیش‌تر این کارخانجات شامل آجرسنتی، آجرماشینی و بلوک تماما با فن آوری قدیمی تولید می‌شوند که علاوه بر انرژی بزی بسیار بالا در تولید (بیش از ۲ برابر انرژی‌بری تولید آجر با فن‌آوری جدید)، از بسیاری از مزایای نهفته در استفاده از آجرهای جدید بی‌بهره می‌باشند. سهم

۴۵ درصدی هزینه‌های انرژی در تولید آجر از دیدگاه اقتصاد ملی، خود بیانگر شدت انرژی مصرفی بسیار بالا در این صنعت و لزوم توجه به آن می‌باشد.

استاندارد مصرف سوخت در صنعت آجر و وضعیت کنونی این صنعت

دستورالعمل معیار مصرف سوخت برای واحدهای تولیدی آجر که دارای خشک کن هستند، ۸۰ لیتر معادل نفت کوره بر تن آجر تولیدی (معادل ۳/۴۵ مگاژول بر تن) و برای واحدهای تولید کننده‌ی آجر که خشک کن ندارند، ۵۵ لیتر معادل نفت کوره بر تن تولیدی می‌باشد.^۱

در این صنعت، تولیدات استاندارد نبوده و آجرهایی که تولید می‌شوند در برابر زلزله مقاوم نیستند، اتلاف حرارتی بالایی دارند و مصرف آن‌ها در ساختمان سبب اتلاف حرارت تقریباً ۲ برابر، در مقایسه با آجرهای مشابه خارجی می‌شود. بحث اساسی در این میان مقایسه‌ی میزان انرژی‌بری تولیدات است که به‌طور متوسط و بنا بر ممیزی‌های انجام شده به‌طور متوسط ۲ تا ۳ برابر میزان جهانی در صنعت آجر کشور انرژی مصرف می‌شود. هم‌چنین در بیش‌تر کشورهای دنیا هزینه‌های انرژی حدود ۲۳٪ هزینه‌های تولید در صنعت آجر می‌باشد، در حالی که این رقم در ایران به ۴۵٪ می‌رسد. از آن‌جا که بهینه‌سازی کارخانجات قدیمی آجر و اصلاح خطوط تولید آن‌ها سبب کاهش حداقل ۵۰٪ مصرف سوخت در سال می‌شود، لذا می‌توان گفت که با بهینه‌سازی مصرف سوخت در همه‌ی کارخانجات قدیمی کشور، پتانسیل صرفه‌جویی در حدود ۷۰ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال خواهد بود که این خود معادل ۱۵ روز تولید نفت خام کشور است.^۲

تجزیه و تحلیل بازار اعتبار بهره‌وری انرژی در صنعت آجر

برای بررسی بازار اعتبار بهره‌وری انرژی در صنعت آجر، به اطلاعات ۱۵ واحد آجرپزی که در سال ۱۳۸۷ در آن‌ها ممیزی انرژی انجام شده توجه می‌کنیم. جدول زیر شامل اطلاعات کمی (کد آجرپزی، هزینه‌های برآورد شده در ممیزی انرژی هر واحد

۱- "معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی و رتبه‌های انرژی در فرآیند تولید آجر ماشینی و فشاری" که پیش‌نویس آن به وسیله‌ی سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور تهیه و تدوین شده و در جلسه‌ی کمیته‌ی تصویب معیارهای مصرف انرژی در وزارت نفت مورخ ۱۳۸۳/۱۲/۱۱ به تصویب رسیده است.

۲- شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت- صنعت آجر - سال ۸۶.

آجرپزی در سال ۸۷، تولید هر واحد در سال، مصرف ویژه‌ی انرژی هر واحد) می‌باشد. اسامی این واحدها در جدول آورده نمی‌شود و نزد نویسنده محفوظ است.

جدول ۳- مصرف ویژه انرژی، هزینه‌ی استاندارد شده و معیار مصرف سوخت واحدهای اجر سازی

معیار مصرف سوخت	مصرف ویژه‌ی انرژی (معادل لیتر نفت کوره به ازای هر تن)	هزینه/تولید (ریال/تن)	کد آجرپزی
۱/۲۵	۱۰۰	۵۵۷۷/۸۶	۱
۱/۳۷۵	۱۱۰	۴۳۲۰/۹۸	۲
۱/۱۵	۹۲	۴۰۸۴/۹۶	۳
۱/۲۳۷۵	۹۹	۳۵۸۸/۸۶	۴
۱/۱۲۵	۹۰	۳۱۶۴/۵۵	۵
۱/۲۶۲۵	۱۰۱	۲۰۰۱/۴۷	۶
۱/۲۳۷۵	۹۹	۱۸۶۰/۲۶	۷
۱/۴۱۲۵	۱۱۳	۱۵۶۰/۵۴	۸
۱/۱۶۲۵	۹۳	۱۱۵۷/۴۰۷	۹
۰/۹۷۵	۷۸	۷۹۳/۶۵	۱۰
۱	۸۰	۱۳۲/۲۷	۱۱
۱/۴	۱۱۲	۹۵/۷۸۵	۱۲
۰/۶۷	۵۴	۹۲/۵۹	۱۳
۱/۶۲	۱۳۰	۳۷/۰۳۷	۱۴
۱/۲۴	۹۹	۱۸/۲۱	۱۵

منبع: شرکت بهینه سازی مصرف سوخت - سال ۱۳۸۷

در پروژه‌های ممیزی انرژی انجام شده برای واحدهای آجرپزی، هزینه‌ی هر واحد برای رسیدن به سطح استاندارد مصرف سوخت تعیین شده است و هزینه‌های برآورد شده برای هر واحد آجرپزی در جدول بالا به صورت استاندارد درآمده است. (ستون اول) در حقیقت اعداد ستون اول هزینه‌هایی هستند که هر واحد آجرپزی برای دست یابی به استاندارد مصرف سوخت می‌بایست متحمل شود. در مرحله‌ی بعد هزینه‌های استاندارد شده به ترتیب از پرهزینه‌ترین تا کم هزینه‌ترین واحد منظم شده‌اند. با میانگین‌گیری از هزینه‌های استاندارد شده‌ی واحدها، عدد ۱۸۹۹/۰۹ (ریال به ازای هر تن) که در حقیقت در مثال ما قیمت (هزینه) هر واحد مجوز بهره‌وری است، به دست می‌آید.

ستون دوم در جدول فوق، مصرف ویژه انرژی برای هر واحد تولیدی می‌باشد که نشان‌دهنده مصرف سوخت هر واحد به ازای تولید آن واحد است. مثلاً برای واحد ۱ مصرف ویژه انرژی ۱۰۰ معادل لیتر نفت کوره به ازای هرتن می‌باشد که ۲۰ درصد بیش از معیار مصرف سوخت تعیین شده در این صنعت است. (معیار مصرف سوخت در صنعت آجر ۸۰ معادل لیتر نفت کوره به ازای هرتن می‌باشد) یا به عبارتی واحد ۱، ۱/۲۵ برابر معیار تعیین شده، سوخت مصرف می‌کند.

در این مثال با تعریف دو سناریو نشان خواهیم داد که تشکیل بازار بهره‌وری انرژی هزینه‌های صرفه‌جویی انرژی را کاهش می‌دهد. در سناریوی اول حالت عدم وجود بازار داریم. در این سناریو با توجه به معیار مصرف سوخت تعیین شده برای هر واحد هزینه ملی کاهش مصرف سوخت که از جمع هزینه‌های ملی واحدها برای کاهش مصرف سوخت به دست می‌آید، تعیین می‌شود، یعنی واحدهای آجرپزی ملزم به دست یابی به معیار مصرف سوخت در یک دوره زمانی معین می‌شوند، بدون آن که بازار برای مبادله مجوزهای بهره‌وری داشته باشند. در این حالت هزینه‌های ملی کاهش مصرف سوخت در جدول زیر آمده است. در سناریوی دوم، بازار بهره‌وری انرژی تعریف می‌شود. در این حالت نیز هزینه‌های ملی برای کاهش مصرف سوخت در جدول آورده شده است.

روش‌های متفاوتی برای مبادله اعتبارات بین واحدهای آجرپزی قابل طرح می‌باشد. روشی که در این تحقیق استفاده می‌شود، مبادله بین پرهزینه‌ترین واحد با کم هزینه‌ترین واحد آجرپزی است. (مبادله واحد ۱ با واحد ۱۵، مبادله واحد ۲ با واحد ۱۴ و به همین ترتیب) به عنوان مثال واحد ۱ به میزان ۱/۲۵ برابر معیار تعیین شده برای مصرف سوخت، انرژی مصرف می‌کند. اگر مقامات، با وضع معیار مصرف سوخت برای کوره‌های آجرپزی، آن‌ها را مجبور به دست یابی به این معیار نکنند، ولی امکان مبادله مجوزهای بهره‌وری برای واحدها وجود نداشته باشد، در این حالت هزینه واحد ۱ برای دست‌یابی به استاندارد تعیین شده برابر ۶۹۷۲/۳۲ ریال به ازای هرتن تولید آجر می‌شود.

$$۵۵۷۷/۸۶ \times ۱/۲۵ = ۶۹۷۲/۳۲$$

هزینه واحد ۱۵ (واحد کم هزینه) برای دست‌یابی به معیار مصرف سوخت نیز برابر با ۲۲/۵۸ ریال به ازای هر تن تولید محاسبه شده است:

$$۱۸/۲۱ \times ۱/۲۴ = ۲۲/۵۸$$

که در این حالت جمع هزینه‌های ملی در مبادله‌ی واحد ۱ با واحد ۱۵ برابر ۶۹۹۴/۷۱۵ می‌شود.

حال فرض می‌کنیم بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی شکل می‌گیرد. در این حالت با وضع استاندارد مصرف سوخت اجازه‌ی مبادله‌ی مجوزهای بهره‌وری بین واحدها در بازار داده می‌شود، با به وجود آمدن بازار، هزینه‌های ملی برای صرفه‌جویی انرژی کاهش می‌یابند، بدین ترتیب که واحدهایی که برای صرفه‌جویی انرژی و دستیابی به استاندارد تعیین شده اند باید هزینه‌های بالایی را متحمل شوند، خریداران مجوزهای بهره‌وری، از واحدهای کم هزینه تر، هستند. و در عوض واحدهای کم هزینه با صرفه‌جویی بیش‌تر در مصرف انرژی علاوه بر انجام تعهدات واحد خود در قبال کاهش مصرف سوخت و دستیابی به استاندارد تعیین شده، آن قسمت از تعهدات واحدهای پرهزینه برای دستیابی به استاندارد را نیز انجام می‌دهند و مجوزهای بهره‌وری دریافتی به ازای کاهش واحدهای بیش‌تر در مصرف سوخت را در بازار به واحدهای پرهزینه می‌فروشند و منفعتی بیش‌تر از حالت عدم وجود بازار به دست می‌آورند و در حقیقت فروش این مجوزها انگیزه‌ای بالا در واحدهای فوق مبنی بر کاهش بیش‌تر و بیش‌تر در مصرف سوخت به وجود می‌آورد، چراکه این واحدها هزینه‌ی دستیابی به استاندارد تعیین شده در مصرف سوخت پایینی دارند و به عبارتی پتانسیل صرفه‌جویی آن‌ها بسیار بالاست. در حالت وجود بازار هزینه‌های دستیابی به استاندارد مصرف سوخت بدین شکل به دست می‌آید:

هزینه‌های واحد کم هزینه:

$$1- \text{ هزینه‌ی واحد } 15 \text{ برای دستیابی به تعهدات خود: } 22/58 = 1/24 \times 18/21$$

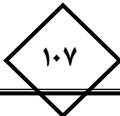
$$2- \text{ هزینه‌ی واحد } 15 \text{ برای فروش مجوزهای بهره‌وری: } 22/76 = 1/25 \times 18/21$$

(دستیابی به استاندارد تعیین شده برای واحد ۱)

واحد ۱۵ با تقبل جمعا $45/34 = (22/76 + 22/58)$ ریال هزینه به ازای هر تن، علاوه بر دستیابی به تعهدات واحد خود قادر است با فروش مجوزهای بهره‌وری (که به علت کاهش مصرف سوخت بیش از تعهد خود انجام داده است) منفعتی نیز کسب کند: درآمد او از فروش این مجوزها به واحد پرهزینه برابر با $2373/86$ ریال به ازای هر تن

$$\text{تولید آجر است: } 1899/09 \times 1/25 = 2373/86$$

در زیر نتایج کمی دو سناریوی مطرح شده آمده است:



امکان سنجی تشکیل بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی: مطالعه موردی صنعت آجر

جدول ۴- محاسبه‌ی هزینه‌های ملی و هزینه‌های واحدهای تولیدی برای دست‌یابی به استاندارد مصرف سوخت

وجود بازار		عدم وجود بازار		مبادله‌ی بین واحد / هزینه
واحد کم هزینه	واحد پرهزینه	واحد کم هزینه	واحد پرهزینه	
				واحد ۱ با واحد ۱۵
۲۲/۵۸		۲۲/۵۸	۶۹۷۲/۳۲	هزینه‌های خود واحد
۲۲/۷۶				هزینه‌ی تقبل شده برای فروش مجوز
۴۵/۳۴	۲۳۷۳/۸۶			جمع
۲۴۱۹/۲		۶۹۹۴/۹		هزینه‌های ملی
				واحد ۲ با واحد ۱۴
۶۰/۱۸		۶۰/۱۸	۵۹۴۱/۳۴	هزینه‌های خود واحد
۵۰/۹۲				هزینه تقبل شده برای فروش مجوز
۱۱۱/۱۰۵	۲۶۱۱/۲۵۶			جمع
۲۷۲۲/۳۶		۶۰۰۱/۵۲		جمع هزینه‌های ملی
				واحد ۳ با واحد ۱۳
.		.	۴۶۹۷/۷۰۴	هزینه‌های خود واحد
۱۰۶/۴۷				هزینه‌ی تقبل شده برای فروش مجوز
۱۰۶/۴۷	۲۱۸۳/۹۶			جمع
۲۲۹۰/۴۳		۴۶۹۷/۷۰۴		هزینه‌های ملی
				واحد ۴ با واحد ۱۲
۱۳۴/۰۹۹		۱۳۴/۰۹۹	۴۴۴۱/۲۱۴	هزینه‌های خود واحد
۱۱۸/۵۳				هزینه‌ی تقبل شده برای فروش مجوز
۲۵۲/۶۲۹	۲۳۵۰/۱۳			جمع
۲۶۰۲/۷۵۹		۴۵۷۵/۳۱۳		هزینه‌های ملی
				واحد ۵ با واحد ۱۱
.		.	۳۵۶۰/۱۱۹	هزینه‌های خود واحد
۱۴۸/۸				هزینه‌ی تقبل شده برای فروش مجوز
۱۴۸/۸	۲۱۳۶/۴۸۲			جمع
۲۲۸۵/۲۸۵		۳۵۶۰/۱۱۹		هزینه‌های ملی
				واحد ۶ با واحد ۱۰
.		.	۸۵۶.۲۵۲۶	هزینه‌های خود واحد
۱۰۰/۱۹۸۳				هزینه‌ی تقبل شده برای فروش مجوز

مبادله‌ی بین واحد / هزینه		عدم وجود بازار		وجود بازار	
واحد پر هزینه	واحد کم هزینه	واحد کم هزینه	واحد پر هزینه	واحد کم هزینه	واحد پر هزینه
				۱۰۰۱/۹۸۳	۲۳۹۷/۶۰۸
جمع				۳۳۹۹/۵۹۱	۲۵۲۶/۸۵۶
هزینه‌های ملی				واحد ۷ با واحد ۹	
				۱۳۴۵/۴۸۶	۲۳۰۲/۰۷۲
هزینه‌های خود واحد				هزینه‌ی تقبل شده برای فروش مجوز	
				۱۴۳۲/۲۹۱	۲۳۵۰/۱۳
جمع				۲۷۷۷/۷۷	۵۱۲۷/۹
هزینه‌های ملی				جمع کل هزینه‌ها	
				۲۰۸۴۷/۳۳۵	۳۶۴۷/۵۵۸
				۳۲۰۰۳/۷۸۵	

منبع: محاسبات تحقیق

همان‌طور که از نتایج جدول بالا مشخص است، جمع هزینه‌های ملی برای دستیابی به استاندارد مصرف سوخت در حالت مبادله‌ی مجوزهای بهره‌وری، ۲۰۸۴۷/۳۳۵ ریال به ازای هر تن تولید است، در حالی که در حالت عدم وجود بازار تلاش واحدها برای دستیابی به استانداردهای تعیین شده، هزینه‌ای برابر با ۳۲۰۰۳/۷۸۵ ریال به ازای هر تن به آن‌ها تحمیل می‌کند. مابه‌التفاوت این دو هزینه، کاهش در هزینه‌های ملی برای صرفه‌جویی انرژی را نشان می‌دهد.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

انرژی یکی از مهم‌ترین عوامل ضروری برای توسعه‌ی کشور می‌باشد. از سوی دیگر مصرف انرژی‌های فسیلی به کاهش و در نهایت اتمام منابع و ذخایر آن‌ها منجر می‌شود. همچنین مصرف انرژی، به‌ویژه سوخت‌های فسیلی، مهم‌ترین عامل آلودگی هوا و تغییرات آب و هوایی می‌باشد. به همین دلیل استفاده‌ی بهینه از انرژی در فرآیند توسعه‌ی اقتصادی همواره به عنوان یک هدف مهم در توسعه‌ی پایدار مدنظر بوده است. در این پژوهش با معرفی بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی به عنوان مکانیزمی که موجب کاهش هزینه‌های صرفه‌جویی انرژی می‌شود، ابزاری سودمند جهت کاهش مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی معرفی شده است.

در این پژوهش باتوجه به هزینه‌های برآورد شده درمیزی انرژی انجام شده در واحدهای تولیدی صنعت آجر و همچنین محاسبه‌ی هزینه‌ی دستیابی به معیار مصرف سوخت برای واحدهای کم هزینه و پرهزینه در این صنعت، نشان داده می‌شود که تشکیل بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی در کاهش هزینه‌های صرفه‌جویی انرژی بسیار مؤثر است. به طوری که جمع هزینه‌های ملی برای دستیابی به استاندارد مصرف سوخت در حالت مبادله مجوزهای بهره‌وری ۲۰۸۴۷/۳۳۵ ریال به ازای هرتن تولید است، در حالی که در حالت عدم وجود بازار، تلاش واحدها برای دستیابی به استانداردهای تعیین شده، هزینه‌ای برابر با ۳۲۰۰۳/۷۸۵ ریال به ازای هرتن به آن‌ها تحمیل می‌کند. از آن‌جا که مصرف انرژی یکی از هزینه‌های عمده‌ی قابل کنترل در بیش‌تر واحدهاست و پتانسیل قابل توجهی در کاهش مصرف و در نتیجه هزینه‌ی مربوطه وجود دارد، با تشکیل این بازار دستیابی به استانداردهای مصوب باکم‌ترین هزینه‌ی ممکن برای واحدهای موجود در صنعت میسر می‌شود.

هم‌چنین باتوجه به کاهش هزینه‌های صرفه‌جویی انرژی در واحدهای صنعت مورد مطالعه (آجر) تشکیل این بازار، انگیزه‌ی کافی جهت کاهش مصرف انرژی یا صرفه‌جویی انرژی را به وجود می‌آورد. انگیزه‌ی کاهش مصرف انرژی زمانی اهمیت و شدت بیش‌تری می‌یابد که قیمت برق و سوخت (انرژی مصرفی کارخانجات صنعتی) معادل جهانی آن‌ها محسوب شود. در حال حاضر بخش صنعت با مصرف ۲۷ درصد از گاز طبیعی، ۳۳ درصد از برق و ۳۸ درصد از نفت کوره‌ی مصرف شده در کل اقتصاد یکی از مصرف‌کنندگان اصلی حامل‌های انرژی در کشور است و یکی از مسائل کلی در ارتباط با بخش صنعت این است که بخش صنعت چگونه از افزایش قیمت حامل‌های انرژی تأثیر می‌پذیرد. براساس بررسی‌های انجام گرفته صنایعی که شدت مصرف انرژی بالایی دارند، ابتدا با یک شوک در هزینه‌ها مواجه می‌شوند. این صنایع عمدتاً شامل سیمان، شیشه، آجر، سرامیک، فولاد، مس، آلومینیوم، مواد شیمیایی اساسی، مواد پلاستیکی، کود شیمیایی و ترکیبات ازت، صنایع چوب و کاغذ بخش قابل توجهی از صنایع غذایی و منسوجات هستند که در صنعت کشور به عنوان لایه‌ی اول تولید محسوب می‌شوند. در میان مدت صنایع به سمت سرمایه‌گذاری بیش‌تر شامل جانشین کردن انرژی با سرمایه و خرید تکنولوژی‌های جدید جهت‌گیری می‌کنند. از لحاظ کمی برآورد می‌شود که افزایش شاخص قیمت انرژی به میزان ۲ تا ۳ برابر، یعنی افزایش

۱۰۰ تا ۲۰۰ درصدی آن سبب افزایش تقاضای سرمایه به میزان ۱۵ تا ۳۰ درصد می‌شود که این خود به معنای تمایل صنایع برای اعمال راهکارهای صرفه‌جویی انرژی با استفاده از تکنولوژی و تجهیزات جدید است^۱. همان‌طور که می‌دانیم اعمال راهکارهای راهکارهای صرفه‌جویی انرژی نیز به نوبه‌ی خود منجر به تحمیل هزینه‌های بالایی به صنایع می‌شود. در این شرایط تشکیل بازار اعتبارات بهره‌وری انرژی با کاهش هزینه‌های صرفه‌جویی انرژی نه تنها ضروری می‌شود، بلکه انگیزه‌ی صنایع برای کاهش مصرف انرژی را افزایش می‌دهد.

۱- برای ایجاد این بازار، نخستین گام تدوین استاندارد و معیار مصرف سوخت در صناعی که این اقدام در آن‌ها انجام نگرفته، می‌باشد، ضمن آنکه پس از طی هر فاز عملیاتی در برنامه‌ی اعتبارات سفید، متصدیان امر مأمور به تعیین و تصویب معیارهای جدید برای فاز بعدی برنامه می‌باشند.

۲- ممیزی انرژی: اقدام بعدی انجام پروژه‌های ممیزی انرژی در صنایع باقی مانده و هم‌چنین به روز کردن اطلاعات پروژه‌های ممیزی انرژی در صناعی که قبلاً ممیزی شده‌اند، می‌باشد.

۳- اعمال مدیریت انرژی به‌منظور کنترل دائمی و پایدار مصرف انرژی در واحدهای صنعتی: مدیریت انرژی در صنعت، واجد بیش‌ترین اهمیت است. اعمال مدیریت و ممیزی انرژی، جزئی از الزامات و ضرورت‌های ایجاد سازوکار بازار اعتبارات سفید در صنعت محسوب می‌شود.

علاوه بر موارد فوق، طراحی و اجرای چند مرحله دیگر نیز ضرورت دارد که در زیر به آن‌ها اشاره‌ای کوتاه خواهد شد:

- ۴- ایجاد سیستم اطلاع‌رسانی و بانک اطلاعات انرژی در صنعت.
- ۵- آموزش نیروی انسانی به‌منظور ایجاد تشکیلات مناسب مدیریت انرژی در صنایع.
- ۶- توسعه‌ی فن‌آوری‌های صرفه‌جویی انرژی.
- ۷- کمک به اجرای طرح‌های صرفه‌جویی و افزایش بازدهی انرژی در صنایع.
- ۸- تبلیغ و ترویج به‌منظور گسترش فرهنگ بهینه‌سازی مصرف سوخت در صنعت.
- ۹- حمایت مالی از اجرای طرح‌های کاهش مصرف انرژی
- ۱۰- ایجاد شرکت‌های خدمات انرژی^۲

۱- طرح مطالعاتی اتاق بازرگانی تهران - ارزیابی پیامدهای اصلاح نظام یارانه‌ی انرژی.

۲- Energy Service Companies (ESCO).

فهرست منابع

وزارت نیرو، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی. ترازنامه‌ی انرژی سال‌های مختلف. قابل دسترسی در: [www. pep. moe. org. ir](http://www.pep.moe.org.ir).

شفیعی، سید رضا. پائیز (۱۳۸۴). اندازه‌گیری رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در سطح اقتصاد کشور و تعیین سهم آن در رشد تولید ناخالص داخلی. مجله‌ی کیفیت و مدیریت.

امینی، علیرضا. (۱۳۸۴). اندازه‌گیری و تحلیل روند بهره‌وری به تفکیک بخش‌های اقتصادی ایران. مجله‌ی برنامه و بودجه، شماره‌ی ۹۳.

پور مقیم، سید جواد. (۱۳۷۸). اقتصاد بخش عمومی. نشر نی.

روزبهان، محمود. راهنمای حل مسائل و مباحث منتخب در اقتصاد خرد. نشرلادن.

امامی میبیدی، علی. (۱۳۸۴). اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری. مؤسسه‌ی مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.

معاونت راهبردی ریاست جمهوری. ترازنامه‌ی هیدروکربوری کشور سال ۱۳۸۶.

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران: [www. tsd. cbi. ir](http://www.tsd.cbi.ir)

Bertoldi, a Paolo. Rezessy, Silvia. (2010). Energy Supplier Obligations and White Certificate Schemes: Comparative Analysis of Experiences in the European Union/Energy Policy 38 , pp.1455–1469. Available at: [www. Elsevier. com/Locate/Enp](http://www.Elsevier.com/Locate/Enp)

Oikonomou, Vlassis. Rietbergen, Martijn. (2007), “an Ex-ante Evaluation of a White Certificates Scheme in the Netherlands: a Case Study for the Household Sector,, Energy Policy 35. pp.1147–1163.

Shammin, Rumi. W. Bullard, Clark. (2009), “Impact of Cap-and-Trade Policies for Reducing Greenhouse Gas Emissions on U. S. Households”. Ecological Economics 68, pp.2432–2438.

V. Pouyat, Richard. A. McGlinch, Margaret. (1998), A Legislative Solution to Acid Deposition. Environmental Science & Policy 1. pp. 249-259.

Fullerton, Don. E. Metcalf, Gilbert. (2002). Cap and Trade Policies in the Presence of Monopoly and Distortionary Taxation. Resource and Energy Economics 24. pp.327–347.

Farrell, Alex. March (2000), “The NOx Budget: a Look at the First Year”. the Electricity Journal.

L. Viguier, Laurent. H. Babiker, Mustafa. M. Reilly, John. (2003), “The Costs of the Kyoto Protocol in the European Union”. Energy Policy 31. pp.459–481.

D. Jacoby, Henry. Ellerman, A. Denny. (2004), “The Safety Valve and Climate Policy”. Energy Policy 32. pp.481–491.

J. Considine, Timothy. F. Larson, Donald. (2006), “The Environment as a Factor of Production”. Journal of Environmental Economics and Management 52. pp.645–662.

Kockar, Ivana. J. Conejo, Antonio. R. McDonald, James. (2009), “Influence of the Emissions Trading Scheme on Generation Scheduling”. Electrical Power and Energy Systems 31. pp.465–473.

United States Environmental Protection Agency, June (2003), “Tools of the Trade, a Guide to Designing and Operating a Cap and Trade Program for Pollution Control”. Office of Air and Radiation. Available at: www.epa.gov/airmarkets

Vine, Edward. Hamrin, Jan. (2008), “Energy Savings Certificates: a Market-Based Tool for Reducing Greenhouse Gas Emissions”. Energy Policy 36. pp.467–476.

Mundaca, Luis. (2008), “Markets for Energy Efficiency: Exploring the Implications of an EU-wide ‘Tradeable Certificate’”. Energy Economics 30. pp.3016–3043.

Sorrell, Steve. Harrison, David. Radov, Daniel. Klevnas, Per. Foss, Andrew. (2009), “White Certificate Schemes: Economic Analysis and Interactions with the EU ETS”. Energy Policy 37. pp.29–42.

Bertoldi, Paolo. Huld, Thomas. (2006), “Tradable Certificates for Renewable Electricity and Energy Savings”. Energy Policy 34, pp.212–222.

Mundaca, Luis. Neij, Lena. (2009a) “Multi-Criteria Evaluation Framework for Tradable White Certificate Schemes”. Energy Policy 37 pp.4557–4573.

Oikonomou, M. K. Patel. W. van der Gaast. M. Rietbergen. (2009), Voluntary Agreements with White Certificates for Energy Efficiency Improvement as a Hybrid Policy Instrument. Energy Policy 37, pp. 1970–1982.

Langniss, Ole. Praetorius. Barbara. (2006), How Much Market Do Market-Based Instruments Create? an Analysis for the Case of “White Certificates”. Energy Policy 34, pp.200–211

MacGregor, Paul. (2007), “Tradeable Certificates - Trading Energy Efficiency as a Commodity”. Available at: www.resnet.us/default.htm