بررسی هزینه‌های خارجی تولید برق در ایران (مطالعه موردی: نیروگاه برق شهید رجایی با تاکید بر آلاینده‌های SO_2 و NO_2)

مهدی صادقی
استاد یار دانشکدهٔ اقتصاد، دانشگاه امام صادق(ع) **sadeghi@isu.ec.ir**

معصومه ترکی
کارشناسی ارشد اقتصاد محیط زیست دانشکدهٔ محیط زیست و انرژی، واحد علوم تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی **massoumehtorki@yahoo.com**

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۳/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱/۲۷

چکیده

بسیاري از گزارشاتي که در ۲۰ سال اخیر ارائه شده‌اند، نشان مي‌دهند که آلودگي هوا سبب صدماتي به سلامت انسان و محیط‌زیست شده است. تولید برق از سوخت‌هاي فسیلي نیز یکي از مهم‌ترین منابع آلودگي و بخش قابل توجهي از این صدمات هستند.

قیمت برق در ایران مانند سایر کشورها، فقط شامل بخشي از هزینه‌هاي خصوصي تولید برق است و از اثرات خارجي اقتصادي در آن صرفه نظر شده است. در این تحقیق، هزینه‌هاي خارجي SO_2 و NO_2 منتشره از نیروگاه برق شهید رجایي محاسبه شده است.

نیروگاه برق شهید رجایي در بزرگراه تهران – قزوین واقع شده است. سیستم تولید برق این نیروگاه با سوخت فسیلي است و کاملا" وابسته به گاز طبیعي، گازوئیل و مازوت و ظرفیت تولیدي آن ۲۰۰۰ مگا وات است. سیستم بر اساس نیروگاه برق فسیلي در ۱۳ واحد پایه‌ریزي شده است. تعداد و نوع آن‌ها شامل واحدهاي بخاري و سیکل ترکیبي است و از ۴ توربین بخاري با ظرفیت ۱۰۰۰ مگا وات، ۶ توربین گازي با ظرفیت ۶۴۰ مگا وات و ۳ واحد بخاري با ظرفیت ۳۷۵ مگا وات تشکیل شده است.

در این مقاله، هزینه‌هاي خارجي براي واحد بخاري نیروگاه محاسبه شده است. دي‌اکسید گوگرد و دي‌اکسید نیتروژن منتشر شده ازنیروگاه مزبور، با استاندارد بین‌المللي هواي آزاد در دو وضعیت عادي و حداکثر بار و در چهار فصل سال مقایسه شده و هزینه‌هاي خارجي SO2 و NO_2 براي واحد بخاري، برابر ۴۴۴/۲۲۶ و ۲۷۶/۰۶۹ ریال بر کیلو وات ساعت محاسبه شده است. نتایج نشان مي‌دهند که هزینه خارجي SO_2 منتشره در دو فصل پاییز و زمستان، به‌دلیل بالا بودن مصرف سوخت مازوت در این دو فصل بیشتر است.

طبقه‌بندي **JEL**: F18
کلید واژه: نیروگاه برق، هزینة خارجي، SO2، NO2، سلامتي

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

موضوع آلودگی و حفاظت از محیط‌زیست یک مسئلهٔ جهانی است، که امروزه حتی در امور سیاسی کشورها هم وارد شده است. تمام کشورها از کشورهای صنعتی و پیشرفته گرفته، تا کشورهای در حال توسعه، همه باید در امر کنترل آلودگی سهیم باشند، چرا که آلودگی یک اثر جانبی سیال است و از یک مکان به مکان دیگر منتقل می‌شود. لذا اثر منفی آن شامل همگان می‌شود.

نیروگاه‌های تولیدکننده برق یکی از مهم‌ترین محورهایی‌اند که اقتصاد کشور با تکیه بر آن‌ها توسعه می‌یابد. نیروگاه‌ها به‌عنوان قلب تپندهٔ صنعت برق کشور با فعالیت شبانه‌روزی و بدون وقفهٔ خود، نیروی برق را که نقش حیاتی و تعیین‌کننده در ادامهٔ حیات صنعتی و اقتصادی کشور دارد، در شریانی بسیار گسترده از شبکهٔ پیچیدهٔ برق سراسر کشور به حرکت در می‌آورند.

سوخت‌های اولیه و مورد نیاز نیروگاه‌ها در جریان تبدیل به انرژی سبب متصاعد شدن آلاینده‌هایی به محیط‌زیست پیرامون شده و خسارات قابل توجهی را به کشاورزی، محیط‌زیست و به ویژه سلامت انسان وارد می‌کنند. این اثرات خارجی منفی و خسارت‌های وارده، با عنوان هزینهٔ خارجی منفی معرفی می‌شوند. اثرات خارجی منفی در حقیقت اثرات منفی مربوط به تولید یا مصرف کالا و خدمات‌اند که بر شخص سوم خارج از بازار اثر می‌گذارد. این هزینه‌های خارجی توسط هیچ یک از گروه‌های تولیدکننده و مصرف‌کنندهٔ کالا و خدمات پرداخت نمی‌شوند. اقتصاددانان محیط‌زیست مدت‌هاست به‌دنبال روش‌هایی هستند تا بتوانند این هزینه‌ها را محاسبه کرده و به قیمت کالا و خدمات اضافه کنند. با محاسبهٔ هزینه‌های خارجی و تعیین قیمت نهایی تولید برق، می‌توان توجیه اقتصادی هزینه‌های کنترل بر آلودگی را بر مدیران معلوم کرد، به‌عبارت دیگر، با دیدی وسیع‌تر به کل جامعه معلوم می‌شود که اگر منافع کنترل آلودگی بیش از هزینهٔ کنترل نباشد لااقل نزدیک به آن است و سبب عرضهٔ انرژی پایدار شده و در مصرف آن صرفه‌جویی می‌شود. در این مقاله، اثرات آلاینده‌ها با تاکید بر اثرات بهداشتی (سلامت انسان) یا محیط‌زیست انسانی ذکر شده است.

۲- پیشینهٔ تحقیقات

با توجه به اهمیت روز افزون تولید برق از نیروگاه‌های برق فسیلی و انتشار آلودگی توسط آن‌ها، مطالعاتی در زمینهٔ انتشار آلاینده‌ها، اثرات و هزینهٔ خارجی منفی آن‌ها انجام گرفته است. در مطالعه‌ای با عنوان بررسی هزینهٔ خارجی تولید برق از نیروگاه‌های برق فسیلی در کشور روسیه، هزینهٔ خارجی گازهای (SO_2 و NO_2 و CO_2) منتشره از نیروگاه‌های برق فسیلی، با

Archive of SID

www.SID.ir

تاکید بر صدمات وارده به سلامت انسان در کشور روسیه، تعیین ارزش شدند. این آلاینده‌های منتشر شده از نیروگاه، طی یک‌سری فعل و انفعالات شیمیایی در اتمسفر، صدمات جبران ناپذیری به محیط‌زیست و سلامت انسان وارد می‌کنند. در این مطالعه، در همهٔ نقاطی که نیروگاه‌های با سوخت فسیلی مستقر بودند نوع و میزان آلاینده‌ها بررسی شد. تراکم جمعیت نیز در این نقاط تعیین شد. با استفاده از GIS[۱] نیروگاه‌های منطقه مکان‌یابی شده، غلظت و پراکنش آلاینده‌ها در نقاط مختلف کشور مزبور تعیین مقدار شده، سپس با تعیین تراکم جمعیت در نقاط مختلف و ازروی‌هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی، نقشهٔ نهایی با اطلاعات مکانی نیروگاه، تراکم جمعیت و میزان غلظت آلاینده‌ها تعیین شد. ارزش‌گذاری مالی صدمات وارده به سلامت انسان که تحت عنوان هزینه‌های خارجی منفی معرفی شده است کاملاً وابسته به مطالعات انجام شده درامریکا و اروپا بود. در این کشورها یک‌سری مطالعاتی در زمینهٔ ارزش‌گذاری اثرات مرگ و میر و علائم و نشانه‌های بیماری انجام گرفته است. بر اساس این مطالعات، هزینه‌های خارجی مربوط به سلامتی در این کشور تخمین زده شد، که در جدول ۱ ارائه شده‌اند.[۲]

جدول ۱- برآورد هزینه‌های بهداشتی ناشی از آلودگی در کشور یونان در سال ۱۹۹۷

بیماری‌ها	*هزینه (دلار امریکا ۱۹۹۵)*
مرگ و میر حاد[۳]	۵۰۰،۱۴۸
مرگ و میر مزمن[۴]	۱،۳۷۵،۰۰۰
مشکل تنفسی	۱۰،۳۰۰
بیماری عروقی	۱۰،۳۰۰
نارسایی قلبی	۱۰،۳۰۰
برونشیت مزمن در بچه‌ها	۳۰۰
برونشیت مزمن در جوانان	۱۳۸،۰۰۰
سرفه مزمن در بچه‌ها	۳۰۰
کاهش فعالیت روزانه	۱۰۰

ماخذ: [Bozicevic,M.etal.,2005]

۱- سیستم اطلاع رسانی جغرافیایی.

2- Bozicevic,M.etal.,2005.
3- Acute mortality.
4 -Chronic mortality.

Archive of SID

www.SID.ir

در مطالعهٔ دیگری باعنوان مقایسهٔ هزینه‌های اجتماعی نیروگاه‌های برق با انرژی‌های تجدیدپذیر و فسیلی که درجزیرهٔ ایسلند انجام شده بود، به‌دلیل توریستی بودن منطقه و افزایش روز افزون تقاضای برق، مسئولان تصمیم‌گرفتند که برای توسعهٔ برق در این منطقه، انواع مختلف نیروگاه‌های تولیدکننده برق را با توجه به هزینه‌های خصوصی و خارجی آن‌ها، بررسی و مقایسه کنند و ازمیان آن‌ها نیروگاهی با راندمان بالا و هزینهٔ خصوصی و خارجی پایین را برای منطقه انتخاب کنند. به‌دنبال این هدف، ۳ گزینه (نیروگاه‌های فسیلی، نیروگاه‌های با انرژی تجدیدپذیر محدود[۱] و نیروگاه‌های با انرژی تجدید پذیر متمرکز[۲]) را تعریف کردند و هزینه‌های خصوصی و خارجی هر یک از آن‌ها را با توجه به مشخصه و ویژگی‌هایی که داشتند، تعیین ارزش کردند.

هزینه‌های اجتماعی نیروگاه‌ها ناشی از گازهای آلاینده معمولاً به‌صورت هزینه‌های زیست‌محیطی و هزینه‌های سلامت انسان منعکس می‌شود، به‌منظور محاسبه این هزینه از روش زیر استفاده می‌شود:

$$SC^{۳} = PC^{۴} + EC^{۵} \Rightarrow \sum Ei(Ci + Di)$$

و به این مفهوم است که هزینه‌های اجتماعی برابر است با مجموع هزینه‌های خارجی و هزینه‌های خصوصی. Ci مجموع هزینه‌های خصوصی در هر واحد انرژی برای یک نیروگاه تولیدکننده است و Di صدمات وارده به محیط‌زیست و سلامت انسان است و تحت عنوان هزینهٔ خارجی مطرح می‌شوند[۳]

هزینه‌های خصوصی نیروگاه‌ها از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$C = \frac{F + M + I}{E}$$

C هزینه‌های خصوصی نیروگاه است که از مجموع F هزینهٔ سوخت مصرفی، M هزینهٔ تعمیرات و نگهداری، I هزینهٔ سرمایه‌گذاری و E میزان تولید برق در طول یک دورهٔ زمانی معین می‌باشد. هزینهٔ خارجی را می‌توان بر اساس روش‌های مستقیم (هزینهٔ کاهش) و غیرمستقیم (هزینهٔ تخریب)، مثل ارزش‌گذاری آمار حیاتی، ارزش‌گذاری ترجیحی و هزینه‌های درمان به‌دست آورد. در این مورد، هزینه‌های خصوصی با توجه به هزینه‌های تعمیر و نگهداری، هزینه‌های سوخت مصرفی و هزینه‌های سرمایه‌گذاری و هزینه‌های خارجی، براساس اثرات گرمایش جهانی و هزینه‌های مرگ و میر با روش‌های ارزش‌گذاری آمار حیاتی و سال‌های عمر

۱- منظور استفادهٔ حداکثر از نیروگاه‌های فسیلی و استفادهٔ محدود از نیروگاه‌های با انرژی تجدید پذیر.

۲- منظور استفادهٔ حداکثر و متمرکز از نیروگاه‌های با انرژی تجدیدپذیر و استفادهٔ محدود از نیروگاه‌های فسیلی.

3- Mirasgedis,S.et al.,2000.

Archive of SID

www.SID.ir

از دست رفته، تعیین ارزش شدند. جدول ۲ هزینه‌های خصوصی و خارجی گزینه‌ها را نشان می‌دهد.

مقایسهٔ هزینهٔ اجتماعی گزینه‌ها، نشان می‌دهد که هزینهٔ اجتماعی سالانهٔ تولید برق در گزینهٔ فسیلی ۱۲/۶ میلیون یورو بیشتر از گزینهٔ محدود و در گزینهٔ محدود، ۱۷/۳۵ میلیون یورو بیشتر از گزینهٔ متمرکز است. مقایسه این مقدار در میزان برق تولیدی پایه، نشان می‌دهد که هزینهٔ اجتماعی گزینهٔ فسیلی حدود $۵ - ۶/۸ * ۱۰^{-۳}$ یورو بر کیلو وات ساعت از دو گزینهٔ دیگر بیشتر است. این هزینه‌ها بر اساس اثرات مر گ و میر و پدیدهٔ گرمایش جهانی به‌دست آمده‌اند. هم‌چنین در کنار این ارزش گذاری، هزینه‌های خارجی تولید برق با تکنولوژی در دو سناریوی مختلف تعریف شده است:

سناریوی اول: تخمین هزینه‌های مرگ و میر و اثرات گرمایش جهانی بر اساس روش سال‌های عمر از دست رفته[1]، نرخ تنزیل ۳ درصد و ۳/۸ یورو به‌ازای یک تن دی‌اکسیدکربن منتشره.

سناریوی دوم: تخمین هزینه‌های مرگ و میر و اثرات گرمایش جهانی بر اساس روش ارزش‌گذاری آمار حیاتی[2] و ۱۳۹ یورو به‌ازای یک تن دی‌اکسیدکربن منتشره.

جدول ۳، نتایج دو سناریوی مزبور به‌منظور تعیین هزینهٔ خارجی برای تکنولوژی‌های مختلف تعیین شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در این دو سناریو، تفاوت‌های قابل

جدول ۲- هزینه‌های تولید برق در ایسلند در سال ۲۰۰۵

طرح‌ها	هزینه‌های خصوصی	هزینه‌های خارجی	هزینه‌های اجتماعی
هزینه‌ها در طول یک‌سال (10^6 EURO)			
فسیلی	۱۵۶/۸۴	۱۰۶/۸۲	۲۶۳/۶۶
انرژی تجدید پذیر محدود	۱۶۴/۰۴	۸۷/۰۲	۲۵۱/۰۶
انرژی تجدید پذیر متمرکز	۱۷۱/۷۱	۷۴/۶۰	۲۴۶/۳۱
هزینهٔ تولید برق (centEuro/kWh) فسیلی	۶/۱	۴/۱	۱۰/۲
انرژی تجدید پذیر محدود	۶/۴	۳/۳	۹/۷
انرژی تجدید پذیر متمرکز	۶/۷	۲/۸	۹/۵

ماخذ: [Mirasgedis,s.et al.,2000]

1- Years of life lost.
2- Value statistical life.

Archive of SID

www.SID.ir

توجهی در میان تکنولوژی‌های مختلف تولید برق ارائه شده‌اند و کاملا" واضح است کـه در هـر دو سناریو مقدار هزینهٔ خارجی در گزینهٔ فسیلی بالا است و این نشان دهنده جاذبه خیلـی کـم گزینهٔ فسیلی در توسعهٔ سیستم برق درمنطقهٔ ایسلند است. بنابراین، ازمیان آن‌ها، نیروگاه‌هـای فسیلی و تجدیدپذیر متمرکز انتخاب شدند.[1]

جدول ۳- هزینه‌های خارجی تولید برق با تکنولوژی‌ها و سناریوهای مختلف در منطقهٔ ایسلند (centEuro/kWh)

واحدهای تولیدکننده برق	سناریوی شماره ۱	سناریوی شماره ۲
دیزلی	۳/۷۳	۲۰/۱۴
بخاری	۶/۱۷	۳۱/۱۵
سیکل ترکیبی	۱/۸۵	۱۳/۹۷
توربین گازی (قدیمی)	۱/۵۵	۲۳/۴۱
توربین گازی (جدید)	۱/۷۲	۱۳ /۱۹
بادی	۰/۱۸۳	۰/۱۸۳
زیست توده	۰/۳ ۱	۰/۳۱
آبی	۰/۲۶	۰/ ۲۶

ماخذ: [Mirasgedis,s.et al.,2000]

در پروژه‌ای با عنوان ارزیابی اقتصادی خسارت وارده بر سلامتی، حاصل از آلـودگی هـوای تهران، علائم، شکایات بیمـاری و مـرگ و میـر زودرس ناشـی از آلـودگی هـوای تهـران بـزرگ ارزش‌گذاری اقتصادی شده است. در این طرح، علائم ناخوشی و شکایات، شـامل سـرفه، خلـط، تنگی نفس، درد سینه هنگام تنفس، طپش قلب، تهوع، سـردرد، سـوزش گلـو، سـوزش چـشم، بی‌حوصلگی و اختلال عملکرد و هم‌چنین مـرگ و میرهـای زودرس ناشـی از آلـودگی هـوا، بـا استفاده از روش‌های ارزش‌گذاری مشروط[2] و ارزش‌گذاری آمار حیاتی تعیین ارزش شده‌انـد. در این روش‌ها نیاز مراجعه به افراد، به‌منظور تعیین ارزش‌گذاری، ضروری است. با در نظـر گـرفتن این روش‌ها، از پرسش‌نامه و مشاهدهٔ رفتار افراد، میزان تمایل به پرداخت آن‌هـا تعیـین مقـدار می‌شود. بنابراین، با آگاهی دادن به مردم، ایجاد بازار فرضی، تعیین میـزان پرداخـت، بـه‌دسـت

2- Mirasgedis, S.et al.,2000.
1- Contingent Valuation Method.

Archive of SID

www.SID.ir

آوردن قیمت پیشنهادی، تخمین تمایل به پرداخت[1]، برآورد منحنی‌های پیشنهاد قیمت و جمع‌بندی داده‌ها، مقدار ریالی برای گازهای آلایندهٔ SO_2، NO_2، CO و PM_{10} ، حدود ۵۳۱۰۲۱۰۲۰۸۰۰۰ ریال برآورد شده است. [وزارت بهداشت،۱۳۸۲]

۳- مبانی نظری هزینه‌های خارجی

هزینه‌های متعددی در تولید کالا و خدمات در نظر گرفته می‌شوند، یکی از آن‌ها هزینه‌های خصوصی است که در محاسبات وارد شده و در برگیرندهٔ تولید تا مرحلهٔ توزیع کالا است. از دیگر هزینه‌هایی که در بخش تولید کالا و خدمات وجود دارند ولی در هزینه‌های خصوصی وارد نشده‌اند و به‌عبارتی داخلی[2] نمی‌شوند، هزینه‌های خارجی منفی است. این هزینه‌ها به‌صورت اثرات منفی ظاهر می‌شوند و قیمتی برای آن‌ها وجود ندارد. قیمت مهم‌ترین مکانیسم فرایند بازار است، که به‌وسیلهٔ عرضه و تقاضا مشخص می‌شود. مزیت اصلی مکانیسم قیمت، این است که مصرف‌کنندگان را متوجه هزینه‌های تولید کالا و تولیدکنندگان را از ارزش‌گذاری‌های نسبی مصرف کنندگان آگاه می‌کند. ولی هنگامی که قیمت نتواند تمامی هزینه‌ها و مزایای مربوط به مبادلهٔ یک کالا را در بازار نشان دهد با شکست بازار مواجه می‌شود و این شکست بازار زمانی رخ می‌دهد که شخص سومی در اثر تولید یا مصرف کالا تحت تأثیرات خارجی قرار گیرد، که اگر تولید هزینه کند، با عنوان اثرات خارجی منفی معرفی می‌شود. بنابراین، برای محاسبهٔ قیمت تعادلی، باید هزینه‌های خارجی نهایی[3] به هزینه‌های خصوصی نهایی[4] اضافه شوند، تا هزینهٔ جدیدی به نام هزینهٔ اجتماعی نهایی[5] حاصل شود. این هزینه نشان‌دهندهٔ هزینهٔ خصوصی نهایی تولید و هزینهٔ تخریب محیط‌زیست و به‌عبارتی، هزینهٔ خارجی منفی است.[6]

هزینه‌های خارجی، یک اثر خارجی منفی‌اند که در نتیجهٔ فعالیت اقتصادی یا اجتماعی یک گروه از افراد و یا بنگاه تولیدی ایجاد می‌شوند و روی گروه دیگر اثر می‌گذارند. در حالی‌که یا این اثرات به‌طور کامل محاسبه نمی‌شوند و یا توسط گروه اول غرامتی پرداخت نمی‌شود. آلاینده‌هایی که از نیروگاه‌های برق با سوخت فسیلی منتشر می‌شوند، هزینه‌های خارجی منفی را به‌صورت صدماتی به ساختمان، مواد و سلامتی انسان تحمیل می‌کنند که درمحاسبات وارد

1- Willingness to Pay.
2- Internalize.
3- Marginal External Cost.
4- Marginal Private Cost .
5- Marginal Social Cost.
6- Hohmeyer, O, 1992 .

Archive of SID

www.SID.ir

نمی‌شوند، بنابراین، هزینه‌های زیست‌محیطی در اصل یک هزینهٔ خارجی منفی و یک هزینهٔ واقعی برای اعضای جامعه‌اند، که دارندگان نیروگاه‌ها آن‌ها را در محاسبات وارد نمی‌کنند.[1]

آلاینده‌های منتشره از نیروگاه‌ها دارای اثرات مستقیم و غیرمستقیم بسیاری بر روی گیاهان، جانوران، اشیاء وسلامت انسآن‌ها دارند. اثرات این آلاینده‌ها را اثرات خارجی منفی می‌نامند. در حقیقت این اثرات دارای هزینه‌هایی‌اند که به‌علت استفاده از سوخت‌های فسیلی به جامعه تحمیل می‌شوند. یک بنگاه تولیدکنندهٔ کالا که به تولید محصولی می‌پردازد، هزینه‌ای را صرف تولید کالا می‌کند که با عنوان هزینهٔ خصوصی مطرح می‌شود از طرفی هزینه‌هایی را به‌صورت انتشار آلودگی به محیط تحمیل می‌کند، که بابت آن غرامتی پرداخت نمی‌کند.[2]

هزینه‌های خارجی منفی زمانی ایجاد می‌شود که محاسبهٔ هزینه و فایدهٔ خصوصی، کاملا" متفاوت و جدای از هزینه و فایدهٔ ارزش‌گذاری جامعه است. آلاینده‌ها به‌دلیل صدماتی که به جامعه وارد می‌کنند، هزینهٔ خارجی ایجاد می‌کنند، در حالی‌که در دادو ستدهای بازاری منعکس نمی‌شوند.[3]

هر نوع فعالیتی که روی محیط‌زیست و سایر عوامل تأثیر بگذارد، با عنوان اثر خارجی منفی معرفی می‌شود. اثرات خارجی به دلیل فعالیت سایر مصرف‌کنندگان، تأثیر مستقیم روی مطلوبیت مصرف‌کننده به‌جای می‌گذارند، به‌عنوان مثال، بعضی مصرف‌کنندگان تحت تأثیر مصرف تنباکو، الکل، صدای بلند موسیقی، و سایر موارد دیگران قرار می‌گیرند. هم‌چنین اثرات منفی تولیدات یک بنگاه تولیدی آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

دولت در بعضی مواقع به بهبود بازار کمک می‌کند اما بعضی وقت‌ها کارایی تخصیص منابع در بازار با نقص همراه است. این نقص در بازار به‌دلیل وجود هزینه‌های خارجی است، که بابت این هزینه‌ها غرامتی پرداخت نمی‌شود. این هزینه‌ها اگر با تأثیر مثبت همراه باشند، با عنوان هزینهٔ خارجی مثبت و اگر با تأثیر منفی همراه باشند تحت عنوان هزینهٔ خارجی منفی مطرح می‌شوند. تولیدکنندگان زمانی‌که تصمیم دارند کالای خود را به بازار عرضه کنند، باید هزینه‌های آلودگی را نیز در داخل محاسبات وارد کنند، که تحت عنوان هزینهٔ اجتماعی مطرح می‌شوند.[4]

ایستگاه برقی که تولید SO_2 می‌کند و سبب صدماتی به ساختمان، مواد و سلامتی انسان وارد می‌کند، یک هزینهٔ خارجی تحمیل می‌کند. این بدین علت است که تولیدکنندگان برق اثراتی راکه به مالکان ساختمان‌ها وارد می‌شود و یا سبب صدماتی به سلامتی انسان می‌شوند و

1- koomy.J, et al.,1997 .
2- Dalianis,D.et al.,2002 .
3- Mirasgedis,S.et al.,2000 .
4- Varian H.R, 1992 .

Archive of SID

www.SID.ir

آن‌ها را ناراحت می‌کنند، وارد محاسبات نمی‌کنند. بنابراین، هزینه‌های زیست‌محیطی در اصل یک هزینهٔ خارجی و یک هزینهٔ واقعی برای اعضای جامعه محسوب می‌شوند که مالکان برق آن‌ها را در داخل محاسبات وارد نمی‌کنند. راه‌های مختلفی برای محاسبه هزینه‌های مربوط به محیط‌زیست، سلامت و درونی کردن هزینه‌های خارجی وجود دارد که مالیات بر آلودگی یکی از آن‌ها است. مالیات بستن به صدمات وارده توسط سوخت‌ها و تکنولوژی‌هایی که سبب هزینه‌های خارجی می‌شوند، به‌عنوان مثال اگر هزینه‌های خارجی تولید برق از زغال سنگ به فاکتورها و صورت‌حساب‌های برق اضافه شود، در این صورت مبلغ نهایی تولید برق به ۲ تا ۷ سنت یورو بر کیلو وات ساعت خواهد رسید. از جمله راه‌های دیگر استفاده از تکنولوژی‌های پاک، به‌منظور اجتناب از هزینه‌های زیست‌محیطی و اجتماعی است. که در این حالت، نیروگاه‌های جدید با انرژی‌های تجدید پذیرمحاسبه می‌شوند. در بسیاری موارد از متدهای ارزش‌گذاری، مثل حسابداری سبز، تحلیل چرخهٔ حیات و روش ارزش‌گذاری ترجیحی استفاده می‌شود که هزینهٔ خارجی را به‌صورت کمی درمی‌آورند و هم‌چنین در گاهی اوقات از محاسبات و تخمین‌های کشورهای دیگر طی یک‌سری تبدیلات برای محاسبه در کشور استفاده می‌شود[۱].

هزینهٔ خارجی یک تئوری اقتصادی است، که توسط بنگاه‌های تولیدکننده ایجاد می‌شود. هزینه‌های خارجی در بازار عادی وارد نمی‌شوند. بازار تعادلی از برخورد بین عرضه و تقاضا ایجاد می‌شود. تولیدکننده برای تولید کالا متحمل هزینه‌هایی می‌شود تا آن را به بازار عرضه کند که با عنوان هزینه‌های خصوصی مطرح می‌شوند و در کنار آن هزینه‌های خارجی نیز ایجاد می‌شود، این هزینه‌ها به دوشکل هزینه‌های خارجی مثبت و منفی مطرح‌اند.[۲]

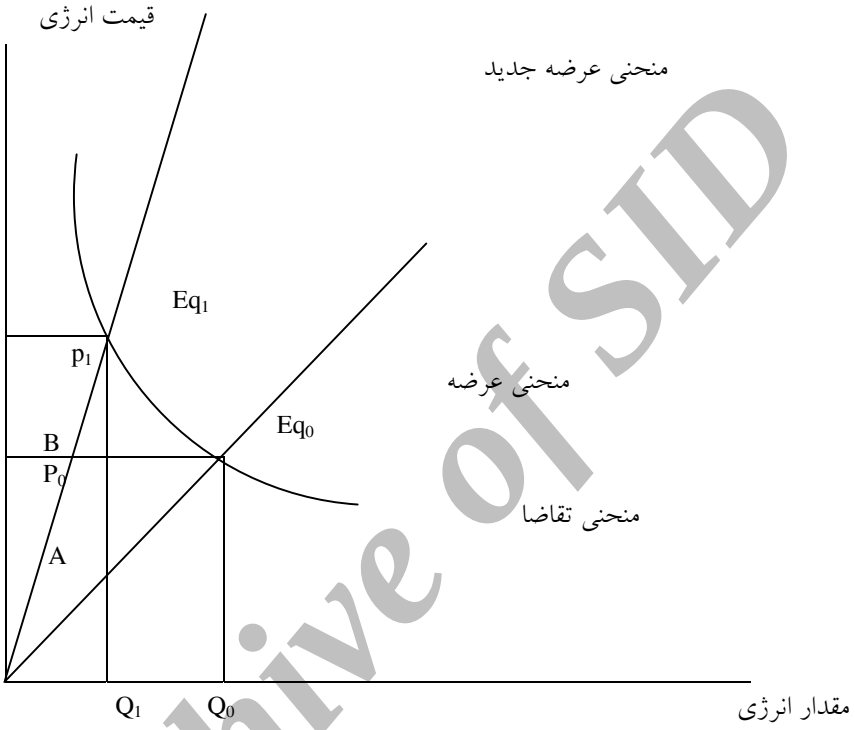
درونی کردن هزینه‌های خارجی در داخل هزینه‌های تولید برق، یک ابزار سیاسی با کارایی بالا است، تا بر اساس آن اثرات خارجی کاهش پیدا کند و عرضهٔ انرژی پایدار افزایش یابد. وارد کردن هزینه‌های خارجی به هزینه‌های تولید برق، رویکردی است که می‌توان آن را به‌عنوان یک عامل در جهت ارزش‌گذاری اقتصادی مطرح و هزینه‌های اجتماعی انرژی را منعکس کرد. شکل(۱)، رابطهٔ بین عرضه و تقاضای انرژی را نشان می‌دهد. Eq_0، نقطهٔ تعادلی بین تقاضا Q_0 و قیمت اولیه P_0 است. زمانی‌که هزینهٔ خارجی به قیمت هزینهٔ عرضه برق اضافه شود، در این صورت قیمت جدید به نقطهٔ P_1 حرکت می‌کند و منحنی به‌سمتEq_1 شیفت پیدا می‌کند. در حقیقت، Eq_1، محل تقاطع Q_1 و P_1 جدید است، که در آن عرضهٔ جدید انرژی با این

1- Commission European Energy, 2003 .
2- Parker Down. C, 2004 .

Archive of SID

www.SID.ir

قیمت وارد بازار انرژی می‌شود. در منطقهٔ A، فقط تولیدکننده نقش دارد و در منطقهٔ B، مصرف کننده نیز نقش خود را نشان می‌دهد[1].



نمودار ۱- منحنی عرضه و تقاضای انرژی با احتساب هزینه‌های خارجی [Rafaj,P.et al.,2004]

۴- روش شناسی تحقیق

پارامترهایی پیرامون ارزیابی اقتصادی خسارت وارده بر سلامتی حاصل از آلودگی هوا، مورد ارزش‌گذاری قرار می‌گیرند: علائم بیماری و شکایات مرتبط با آن‌ها، هزینه‌های بیماری و مرگ و میرزودرس که برای هر یک از روش‌های ویژهٔ ارزش‌گذاری (ترجیحی، هزینهٔ بیماری و آمار حیاتی)، استفاده می‌شوند.

ارزش‌گذاری علائم بیماری و شکایات، شامل سرفه، خلط، تنگی نفس، درد سینه هنگام تنفس، طپش قلب، تهوع، سردرد، سوزش گلو، سوزش چشم، بی‌حوصلگی و اختلال عملکرد

1- Rafaj,P.et al.,2004.

Archive of SID

www.SID.ir

است. برای ارزیابی اقتصادی این علائم از روش ارزش‌گذاری مشروط استفاده می‌شود. در این روش، برای ارزش‌گذاری اقتصادی این علائم از پرسش‌نامه استفاده شده است که پس از تهیه و انجام مطالعات، با توجه به این‌که میزان شیوع کم‌ترین شاخص علائم و شکایات مورد مطالعه P = ۰/۰۲ بوده است و با حدود اطمینان ۹۵ ٪ و دقت d = ۰/۰۵ حجم نمونه ۳۰۰۰ عدد برآورد گردیده و مورد مصاحبه قرار گرفته‌اند. نتایج مصاحبه و بررسی نشان داده است که بالاترین میزان شکایات از بی‌حوصلگی، با ۵۶ درصد و کم‌ترین میزان شکایات از تهوع، با ۷/۸ درصد گزارش شده است و هم‌چنین ۹/۴ درصد افراد شکایت و اظهار ناراحتی نداشته‌اند. براورد تمایل افراد به پرداخت برای هر یک از شکایات و علائم ناخوشی پس از آنالیز ۳۰۰۰ پرسش‌نامه و با استفاده از نرم افزارهای آماری، انجام شده است.

در روش هزینهٔ بیماری، تعداد معینی از بیمارستان‌های عمومی با توجه به درجهٔ آن‌ها که دارای سیستم کد گذاری باشند، انتخاب می‌شوند. سپس درصدی از پرونده‌های مرتبط با بیماری‌های ناشی از آلودگی هوا انتخاب و اطلاعات لازم و هزینهٔ کل از پرونده‌ها استخراج می‌شوند و در پایان با استفاده از نرم افزارهای آماری، متوسط هزینه‌های کل هر یک از بیماری‌ها به‌دست می‌آید.

محاسبه هزینه‌های مرگ و میر، براساس میزان تمایل به پرداخت برای علائم و شکایات ناشی از آلودگی هوا بوده است. این روش بر اساس رویکرد ارزش‌گذاری آمار حیاتی می‌باشد. به کمک این روش و با استفاده از تمایل افراد به پرداخت برای علائم و شکایاتی نظیر سرفه، سردرد، تنگی نفس، درد سینه هنگام تنفس، طپش قلب، تهوع، سردرد، سوزش چشم، بی‌حوصلگی، و اختلال عملکرد و سوزش گلو، ارزش آمار حیاتی محاسبه شده است. با توجه به برآورد خسارت‌های وارده بر سلامتی ناشی از آلودگی هوا در بخش‌های علائم بیماری، شکایات، بستری‌ها و مرگ و میر، مجموع خسارت‌های وارده بر سلامتی شهروندان، به‌ازاء افزایش یک واحد آلاینده از حد استاندارد در روز برای گازهای آلایندهٔ NO_2, SO_2 به‌ترتیب معادل ۶۱۹۱۱۳۹۵ و ۱۵۴۱۸۰۹۵ریال برآورد شده است. این مقدار عددی برای SO_2 و NO_2، منتشره در شهر تهران تخمین زده شده است، که طی یکسری عملیاتی برای محاسبهٔ هزینهٔ خارجی NO_2 و SO_2 منتشره در نیروگاه برق شهید رجایی استفاده می‌شود. [وزارت بهداشت – ۱۳۸۲]

با توجه به میزان غلظت SO_2 و NO_2 منتشره از نیروگاه، مساحت شهر تهران، مساحت محوطه اطراف نیروگاه، فاصله با غلظت حداکثر، قیمت واقعی دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن در محوطه اطراف نیروگاه، به‌ترتیب معادل ۶۴۴۹۱۰ و ۱۶۰۶۰۵ ریال محاسبه شد. میزان غلظت SO_2 و NO_2 منتشره از واحد بخاری نیروگاه در چهار فصل در فواصل ۵۰۰ الی

Archive of SID

www.SID.ir

۵۰۰۰ متر، با دستگاه سنجش TESTO و با استفاده از نرم افزار SCREEN اندازه‌گیری شده و با مقادیر استاندارد هوای آزاد مقایسه و سپس با توجه به میزان برق تولیدی روزانه، هزینهٔ خارجی بر حسب ریال بر کیلو وات ساعت برآورد شده است.

۵- محاسبهٔ هزینهٔ خارجی SO_2 و NO_2 منتشره از نیروگاه برق شهید رجایی

آلاینده‌های حاصل از تولید برق توسط نیروگاه‌ها نتیجهٔ مصرف سوخت‌های فسیلی می‌باشد. سوخت مصرفی نیروگاه‌ها از انواع مختلف است، که در میان آن‌ها سوخت‌های فسیلی زغال سنگ و مازوت حاوی بیشترین مقدار ترکیبات گوگردی‌اند. مازوت به دلیل وجود منابع وسیع نفت و پالایشگاه‌های متعدد در ایران، ارزان بوده و مقدار آن افزون بر نیاز مصرف داخلی است، صادرات آن اقتصادی نیست، زیرا هزینهٔ حمل و نقل آن در کنار هزینهٔ تولید و استخراج، بالاتر از قیمت فروش آن خواهد بود. در حالی که با تبدیل آن به نیروی برق، ارزش افزودهٔ آن بسیار بالا خواهد رفت و این امر به افزایش انتشار آلاینده‌ها به ویژه SO2، از نیروگاه‌ها کمک می‌کند. SO2 وNO2 منتشره از نیروگاه‌ها اثرات منفی متعددی دارند ولیکن غالب تأثیرات آن روی سلامتی انسان، به ناراحتی‌های تنفسی منجر می‌شود. در غلظت‌های پایین، تأثیر شدید آن به‌طور عمده به‌سطوح فوقانی تنفسی و چشم‌ها محدود می‌شود و علائمی مثل سردرد، سوزش چشم، سوزش گلو، خلط، بی‌حوصلگی و غیره... از خود نشان می‌دهد و در غلظت‌های بالا که طی حوادث ناگواری اتفاق می‌افتد، تغییرات شدیدی در سلامتی انسان بروز می‌کند و مرگ ومیرهای فوری رخ می‌دهد. هم‌چنین اثرات آن‌ها برای افراد با زمینهٔ بیماری و گروه‌ها سنی مختلف، متفاوت است و با شدت‌های مختلف ظاهر می‌شود.

برای اندازه‌گیری گازهای آلاینده خروجی از دودکش (SO_2 و NO_2)، از دستگاه سنجش TESTO استفاده شد. برای محاسبهٔ انتشار این آلاینده‌ها از دودکش نیروگاه در محوطهٔ اطراف نیروگاه، از نرم‌افزار SCREEN که بر اساس مدل گوس طراحی شده، استفاده گردیده است. برای انجام این کار از اطلاعات هواشناسی (سرعت باد، دمای هوا) و هم‌چنین اطلاعات و مشخصات دودکش، سرعت و مقدار گاز خروجی استفاده شده و بعد از انجام محاسبات، نحوهٔ انتشار و میزان SO_2 و NO_2 در اطراف محوطهٔ نیروگاه برای فواصل ۵۰۰ الی ۵۰۰۰ متری، از دودکش در شرایط عادی، حداکثر بار، بحرانی و کلاس‌های محتمل هوا در چهار فصل سال تعیین شد.

از آن‌جایی‌که سیکل ترکیبی سوخت غالب مصرفی نیروگاه، گازطبیعی است و از گازوئیل به مقدار خیلی کم و در فصول سرد سال استفاده می‌کند، مقایسهٔ غلظت آلاینده‌های مورد نظر

Archive of SID

www.SID.ir

با استاندارد هوا، مقادیر پایینی را نشان داد، لذا این نیروگاه در ارتباط با SO_2 و NO_2 منتشره فاقد هزینهٔ خارجی بوده است. بدین‌ترتیب، واحد بخاری به‌دلیل استفاده عمده از سوخت مازوت، به‌ویژه در فصول سرد سال و بالا بودن NO_2 منتشره در شرایط بحرانی در نظر گرفته شده است. جدول ۴، آنالیز SO_2 و NO_2 منتشره از واحد بخاری در چهار فصل را نشان می‌دهد. [گزارش عملکرد نیروگاه-۱۳۸۴]

جدول ۴- نتایج آنالیز SO_2 و NO_2 منتشره از واحد بخاری نیروگاه برق شهید رجایی

فصل	*حداکثر غلظت آلاینده (میکروگرم بر متر مکعب)*				*فاصله محل برخورد آلاینده به زمین تا دود کش نیروگاه (متر)*			
	شرایط عادی		حداکثر بار		شرایط عادی		حداکثر بار	
	SO_2	NO_2	SO_2	NO_2	SO_2	NO_2	SO_2	NO_2
بهار	۳۴۹/۴	۴۳/۵۸	۳۶۰/۷	۵۱/۶۱	۵۹۷۲	۲۶۶۴	۶۸۵۳	۲۹۷۶
تابستان	۳۳۹	۴۴/۹۸	۳۵۵/۲	۵۳/۱۱	۵۹۷۲	۲۶۹۹	۶۵۸۲	۳۰۲۴
پاییز	۵۱۲/۹	۲۹/۶۹	۶۰۷/۱	۳۴/۳۲	۵۷۷۷	۵۹۷۲	۲۹۷۶	۶۸۵۳
زمستان	۵۲۹/۳	۲۱/۸۱	۶۲۴/۷	۳۳/۵۱	۲۶۶۴	۵۷۷۷	۳۰۲۴	۶۵۸۳
شرایط بحرانی	-	۱۷۰/۹	-	۲۰۸/۶	-	۱۰۹۶	-	۱۱۴۱

ماخذ: [گزارش عملکرد نیروگاه -۱۳۸۴]

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، نتایج آنالیز SO_2 منتشره از واحد بخاری نشان می‌دهد که این غلظت در فصول پاییز و زمستان، در دو شرایط عادی و حداکثر بار و در فاصلهٔ ۳۰۰۰ متری از نیروگاه، دارای بالاترین مقدار است، به‌طوری‌که این میزان غلظت با افزایش فاصله از منبع انتشار آلودگی کاهش می‌یابد. بررسی روستاهای اطراف نیروگاه تا فاصلهٔ ۱۰ کیلو متری نشان داده است که تنها روستای نزدیک به این فاصله روستای اسدآباد است که آن هم خالی از سکنه است. [نوری، محسن، ۱۳۸۲]. غلظت NO_2 در محوطهٔ اطراف نیروگاه در چهار فصل کم‌تر از مقادیر استاندارد بین‌المللی هوای آزاد می‌باشد، ولی در شرایط بحرانی و در دو وضعیت عادی و حداکثر بار و در فاصلهٔ یک کیلو متری از منبع انتشار، بیشترین غلظت را داراست.

در جدول ۵، آلاینده‌های منتشره در دو حالت عادی و حداکثر بار و شرایط بحرانی، با استاندارد بین‌المللی هوای ازاد مقایسه شده‌اند. استانداردهای بین‌المللی هوای آزاد شامل استانداردهای اولیه و استانداردهای ثانویه‌اند، که برای مقایسه، از استانداردهای اولیه که مربوط به بهداشت عمومی‌اند، استفاده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسهٔ خروجی‌ها با استاندارد هوای آزاد، نشان می‌دهد که در هر دوحالت بالاترین غلظت SO_2 منتشره مربوط به دو فصل پاییز و زمستان و بالاترین غلظت NO_2 منتشره در شرایط بحرانی است.

جدول ۵ - میزان انحراف غلظت دی اکسید گو گرد از استاندارد بین‌المللی هوای آزاد در نیروگاه برق شهید رجایی در شرایط عادی، حداکثر بار و بحرانی

فصول سال	*شرایط عادی*						*شرایط حداکثر بار*					
	حداکثر غلظت (mg/m^3[1])		غلظت استاندارد (mg/m^3)		میزان انحراف از استاندارد (mg/m^3)		حداکثر غلظت (mg/m^3)		غلظت استاندارد (mg/m^3)		میزان انحراف از استاندارد (mg/m^3)	
	SO_2	NO_2	SO_2	NO_2	SO_2	NO_2	SO_2	NO_2	SO_2	NO_2	SO_2	NO_2
بهار	۳۴۹/۴	۴۳/۵۸	**۳۶۵**	**۱۰۰**	مجاز	مجاز	۳۶۰/۷	۵۱/۶۱	**۳۶۵**	**۱۰۰**	مجاز	مجاز
تابستان	۳۳۹	۴۴/۹۸	**۳۶۵**	**۱۰۰**	مجاز	مجاز	۳۵۵/۲	۵۳/۱۱	**۳۶۵**	**۱۰۰**	مجاز	مجاز
پاییز	۵۱۲/۹	۲۹/۶۹	**۳۶۵**	**۱۰۰**	۱۴۷/۹	مجاز	۶۰۷/۱	۳۴/۳۲	**۳۶۵**	**۱۰۰**	۲۴۲/۱	مجاز
زمستان	۵۲۹/۳	۲۱/۸۱	**۳۶۵**	**۱۰۰**	۱۶۴/۳	مجاز	۶۲۴/۷	۳۳/۵۱	**۳۶۵**	**۱۰۰**	۲۵۹/۷	مجاز
شرایط بحرانی	–	۱۷۰/۹	–	**۱۰۰**	–	۷۰/۹	–	۲۰۸/۶	–	**۱۰۰**	–	۱۰۸/۶

ماخذ: [مؤلفان]

۶- نتایج محاسبهٔ هزینهٔ خارجی نیروگاه برق شهید رجایی

نیروگاه برق شهید رجایی توانایی تولید برق با ظرفیت اسمی ۲۰۰۰ مگا وات را داراست و از یک واحد سیکل ترکیبی متشکل از ۶ واحد گازی ۱۱۲ مگا وات و ۳ واحد بخاری ۱۲۵ مگا وات و یک واحد بخاری با ظرفیت ۱۰۰۰ مگا وات، متشکل از ۴ واحد بخاری ۲۵۰ مگا واتی تشکیل شده است. سوخت‌های مصرفی این نیروگاه به‌ترتیب اولویت برای واحد سیکل ترکیبی، گاز طبیعی و گازوئیل و برای واحد بخاری، گاز طبیعی، مازوت و گازوئیل است و میزان برق تولیدی در یک‌سال برای واحد بخاری و واحد سیکل ترکیبی، به‌ترتیب برابر ۶۷۳۰۰۴۵ و ۵۰۵۴۱۳۸ مگا وات ساعت بوده است. [آمار نامهٔ تفصیلی صنعت برق - ۱۳۸۴]

۱- میکروگرم بر متر مکعب (واحد غلظت آلاینده).

Archive of SID

www.SID.ir

برای محاسبهٔ هزینهٔ خارجی، میزان SO_2 و NO_2 منتشره درهمهٔ فصول سال با مقادیر استاندارد مقایسه می‌شوند. نتایج نشان می‌دهند که غلظت در فصول پاییز و زمستان و در شرایط بحرانی، بالاتر از حد استاندارد است. بنابراین، با توجه به میزان انحراف با استاندارد بین‌المللی هوا، ارزش ریالی یک واحد گاز SO_2 و NO_2 و میزان برق تولیدی، هزینه‌های خارجی بر حسب ریال بر کیلو وات ساعت محاسبه می‌شوند.

- نسبت مساحت شهر تهران و مساحت محوطهٔ اطراف نیروگاه: $۹۶\ m^2$
- ارزش ریالی یک واحد گاز SO_2: $\frac{۶۱۹۱۱۳۹۵}{۹۶} = ۶۴۴۹۱۰$
- ارزش ریالی یک واحد گاز NO_2: $\frac{۱۵۴۱۸۰۹۵}{۹۶} = ۱۶۰۶۰۵$
- هزینهٔ خارجی SO_2 در شرایط عادی بر حسب ریال:

$۶۴۴۹۱۰ * ۱۴۷.۹ = ۹۵۳۸۲۲۴۳$
$۶۴۴۹۱۰ * ۱۶۴.۳ = ۱۰۵۹۵۸۷۷۳$

- هزینهٔ خارجی SO_2 در شرایط حداکثر بار بر حسب ریال:

$۶۴۴۹۱۰ * ۲۴۲.۱ = ۱۵۶۱۳۲۷۹۹$
$۶۴۴۹۱۰ * ۲۵۹.۷ = ۱۶۷۴۸۳۲۲۱$

- هزینهٔ خارجی NO_2 در شرایط عادی- بحرانی بر حسب ریال:

$۱۶۰۶۰۵ * ۷۰.۹ = ۱۱۳۸۶۸۹۴$

- هزینهٔ خارجی NO_2 در شرایط عادی بر حسب ریال:

$۱۶۰۶۰۵ * ۱۰۸.۶ = ۱۷۴۴۱۷۰۳$

هزینهٔ خارجی محاسبه شده بر حسب ریال، با توجه به میزان برق تولیدی بر حسب ریال بر کیلو وات ساعت محاسبه می‌شود.

جدول ۶ هزینه‌های خارجی NO_2 وSO_2 منتشره در دو حالت عادی،حداکثر بار و شرایط بحرانی را نشان می‌دهد.

همان‌طور که در جدول ۶ ملاحظه می‌شود، هزینه‌های خارجی برای SO_2 منتشره در دو فصل پاییز و زمستان و در شرایط عادی و حداکثر بار، به‌ترتیب معادل ۱۲۴/۱۵۱ و ۱۳۷/۹۱۸ و ۲۰۳/۲۲۶ و ۲۱۸/۰۰۰ ریال بر کیلو وات ساعت برآورد شده است. NO_2 منتشره در چهار فصل، عاری از هزینهٔ خارجی بوده و فقط در شرایط بحرانی از هزینهٔ خارجی بالایی برخوردار است، که در شرایط عادی و حداکثر بار معادل ۱۵ و ۲۳ ریال بر کیلو وات ساعت محاسبه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- هزینه‌های خارجی گاز SO_2 و NO_2در شرایط عادی، حداکثر بار و بحرانی

فصول سال	هزینهٔ خارجی (ریال بر کیلو وات ساعت)			
	شرایط عادی		شرایط حداکثر بار	
	SO_2	NO_2	SO_2	NO_2
پاییز	۱۲۴/۱۵۱	–	۲۰۳/۲۲۶	–
زمستان	۱۳۷/۹۱۸	–	۲۱۸/۰۰۰	–
شرایط بحرانی	–	۱۵	–	۲۳
جمع کل	۲۷۶/۰۶۹		۴۴۴/۲۲۶	

ماخذ: [**مؤلفان**]

۷- نتیجه گیری و پیشنهادات

واحد سیکل ترکیبی به‌دلیل استفادهٔ کم از سوخت گازوییل و پایین بودن غلظت دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن از استاندارد بین‌المللی هوای آزاد فاقد هزینهٔ خارجی قابل ملاحظه بوده است، در حالی‌که در واحد بخاری نیروگاه، غلظت آلاینده‌های SO_2 و NO_2 منتشره در بعضی از فصول سال و شرایط بالا است.

بررسی نتایج محاسبات هزینه‌های خارجی منفی SO_2 و NO_2 منتشره از واحد بخاری در محوطهٔ اطراف نیروگاه نشان می‌دهد:

- غلظت SO_2 منتشره در دو فصل پاییز و زمستان و در دو شرایط عادی و حداکثر بار، بالاتر از استاندارد ۲۴ ساعته (۳۶۵ میکرو گرم بر متر مکعب) است و با توجه به اثرات منفی آن روی سلامتی انسان (بدتر شدن ناراحتی‌های تنفسی در شرایط کوتاه مدت و بروز علائم و عوارض تنفسی نظیر برونشیت مزمن در طولانی مدت)، حداقل و حداکثر هزینه‌های خارجی منفی آن معادل ۱۲۴/۱۵۱ و ۲۱۸/۰۰۰ ریال بر کیلو وات ساعت برآورد شده است، که این مقدار در فاصلهٔ ۳ کیلومتری از منبع انتشار است. هم‌چنین مقایسهٔ این مقادیر نشان می‌دهد که هزینه‌های خارجی منفی در شرایط حداکثر بار از بالاترین مقدار برخورداراست. نمودار شمارهٔ ۱ این تفاوت را نشان می‌دهد.
- غلظت NO_2 منتشره در تمام فصول سال کم‌تر از استاندارد ۲۴ ساعته (۱۰۰ میکرو گرم بر متر مکعب) است و فقط در شرایط بحرانی و در دو حالت عادی و حداکثر بار، بالاتر از مقادیر استاندارد بوده و با توجه به اثرات منفی آن روی سلامتی انسان (تشدید ضایعات ریوی در افرا مبتلا به آسم در شرایط کوتاه مدت)، هزینه‌های خارجی منفی آن معادل۱۵

Archive of SID

www.SID.ir

و۲۳ ریال بر کیلو وات ساعت محاسبه شده است، که این مقدار در فاصلهٔ یک کیلومتری از منبع انتشار می‌باشد.

با توجه به نتیجه‌گیری‌های به‌دست آمده، موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

۱- با توجه به هزینه‌های خارجی ارائه شده، لازم است به انرژی‌های تجدید پذیر مثل بادی، خورشیدی و غیره... توجه شود و تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه انجام گیرد.

۲- با توجه به نتایج ارائه شده در زمینهٔ هزینه‌های خارجی منفی واحدهای بخاری و سیکل‌ترکیبی، واحدهای سیکل ترکیبی از وضعیت مطلوب‌تری برخوردارند، بنابراین لازم است که این واحدها توسعه پیدا کنند.

۳- به‌منظور ارایهٔ عرضهٔ انرژی منطقی، پایدار و صرفه جویی در مصرف آن، لازم است که هزینه‌های خارجی منفی محاسبه و در داخل هزینه‌های خصوصی تولید برق وارد شوند و عنوان مالیات بر آلودگی بگیرند.

۴- ایجاد امکانات لازم برای مطالعه و پژوهش‌های تجربی به‌منظور بهینه کردن مصرف سوخت، اصلاح قیمت نهایی برق تولیدی و بهبود پروسه‌هایی که موجب آلودگی هوا می‌شوند، پیشنهاد می‌شود.

فهرست منابع

۱- شرکت توانیر، ۱۳۸۴، آمار نامهٔ تفصیلی صنعت برق ایران.

۲- شرکت مدیریت تولید برق شهید رجایی، ۱۳۸۴، گزارش عملکرد در سال ۱۳۸۴.

۳- نوری، محسن، ۱۳۸۳، بررسی راه‌های انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در استان قزوین، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران

۴- وزارت بهداشت، ۱۳۸۲، طرح جامع ارزیابی اقتصادی خسارت وارده بر سلامتی حاصل از آلودگی هوای تهران بزرگ، مدیر اجرایی: دکتر داریوش فرهود، مجریان کمیتهٔ اقتصاد: دکتر مرتضی رحمتیان و دکتر حسن کریم‌زادگان.

5- Bozicevic Maja, Zeljko Tomsic,Nenad Debrecin (2005) External Cost of Electricity Generation: case study Croatia, Energy policy,vol. 33, pp.1385-1395 .

6- Dalianis. D, D.Petassis, M.Santamouris, A.Argiriou, C.Cartalis, D.N.A.Simakopoulos (2002) Social Cost of Electricity Generation in Greece, Renewable Energy, vol.12, No.3, pp.281-289 .

7- European Commission Energy, 2003, Research Results on Socio Environmental Damages due to Transport and Electricity.

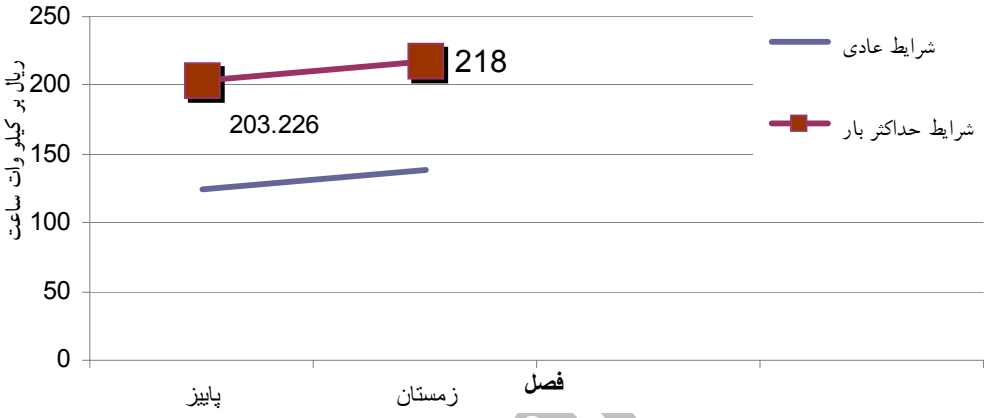
Archive of SID

www.SID.ir

8- Gagnon Lus, Camille Belanger, Yohji Vchiyama (2002) Life – Cycle Assessment of Electricity Generation Option: The Status of Research In year 2002, Energy Policy, vol.30, pp.1267-1278.
9- Hohmeyer Olav (April 1992) Renewable and the Full Costs of Energy, Energy Policy.
10- Koomey Jonathan, Florentine Krause (1997) Introduction to Environmental Externality Costs, Energy Analysis Program .
11- Mirasgedis. S, D.Diakouiaki, L.Papagianakis, A.Zervos (2000) Impact of Social Costing on the Competitiveness of Renewable Energies: the Case of Crete, Energy Policy, vol.28, pp.67-73.
12- Parker down. C (2004) introduction to externalities, George Mason University.
13- Rafaj Peter, Socrates Kyreos (2004) Internalization of External Cost in the Power Generation Sector: Analysis with Global Multi – Regional MARKAL Model, Energy Economics Modeling Group.
14- Varian Hal R., (1992) Microeconomics Analysis, Norton & Company, London, WCIA IPU.

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۱- مقایسهٔ هزینهٔ خارجی SO_2 منتشره از واحد بخاری در شرایط عادی و حداکثر بار

Archive of SID

www.SID.ir