علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره شانزدهم، شماره سه، پاییز ۹۳

تعیین هزینه های اجتماعی(خارجی) انتشار SO_2، NO_X و CO_2 در بخش انرژی کشور (نیروگاه ها)

نسترن رحیمی*[۱]

r_nastaran@yahoo.com

نرگس کارگری[۲]

حسن صمدیار[۳]

محمد نیکخواه منفرد[٤]

تاریخ دریافت:۸۸/۲/۲۵ **تاریخ پذیرش: ۸۸/۴/۲۷**

چکیده

زمینه و هدف: تولید برق دارای هزینه های خارجی است که عمدتاً این نوع هزینه ها بر افرادی تحمیل می گردد که نقشی در تولید برق ندارند. هزینه های بیرونی یا خارجی زمانی شکل می گیرد که فعالیت های اقتصادی یک یا چند گروه بر گروه یا گروه های دیگر اثر منفی بگذارد. ساخت و بهره برداری از نیروگاه های حرارتی موجب انتشار دی اکسید کربن و اکسید های سولفور و نیتروژن می شود که می تواند بر ابنیه و سلامت انسان ها تأثیر منفی بگذارد. جهت برآورد دقیق هزینه های خارجی نیروگاه ها لازم است تا اثرات آلاینده های مذکور بر محیط زیست شناسایی شوند.

روش بررسی: در این تحقیق برآورد هزینه های اجتماعی انتشار گازهای SO_2، NO_X و CO_2 از نیروگاه های کشور به روش انتقال منافع و با استفاده از تعدیل ضرایب جهانی موجود و مرتبط برای اولین بار در کشور به انجام رسیده است. سناریوهای مورد استفاده در مطالعه شامل سناریوهای تجارت کربن و شاخص های آماری حیات و ... می باشد. ابتدا مطالعه بر روی ۵ نیروگاه در کشور به انجام رسید و سپس نتایج به کل نیروگاه های کشور تعمیم داده شد.

۱- رئیس گروه استانداردهای زیست محیطی و اجتماعی برق و انرژی، دفتر استانداردهای فنی، مهندسی، زیست محیطی و اجتماعی، معاونت امور برق و انرژی و مشاور معاونت برنامه ریزی و امور اقتصادی، وزارت نیرو*(مسئول مکاتبات)

۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان گروه محیط زیست، تاکستان، ایران

۳- کارشناس ارشد دفتر برنامه ریزی کلان آب و آبفا، معاونت امور آب و آبفا، وزارت نیرو

۴- کارشناس عمران شرکت مهندسین مشاور مهاب قدس

یافته ها: میزان هزینه های اجتماعی در این تحقیق به تفکیک گازهای فوق، نوع نیروگاه ها و به ازای یک کیلووات ساعت برق تولیدی محاسبه شده است. نتایج بیان می دارد از میان تمامی سناریوها و اعداد به دست آمده مبلغ ۱۳۳۰ ریال متوسط هزینه اجتماعی انتشار گازهای یاد شده به ازای یک کیلووات ساعت برق تولیدی می باشد.

نتیجه گیری: هزینه های اجتماعی بیانگر این نکته مهم است که قیمت واقعی برق شامل قیمت تمام شده (هزینه عوامل تولید) به علاوه هزینه های محیط زیستی و اجتماعی ناشی از تولید آن می باشد. اگر در محاسبات اقتصادی قیمت واقعی برق لحاظ گردد، استفاده از منابع انرژی های تجدید پذیر از قبیل باد، خورشید و ... دارای توجیه کافی خواهد بود. علاوه بر آن، مقدار انتشار آلاینده های محیط زیست نیز به میزان قابل ملاحظه ای کاهش خواهد یافت.

واژه های کلیدی: هزینه های اجتماعی (خارجی)، نیروگاه ها، ایران، SO_2، NO_X و CO_2

مقدمه

تولید برق دارای هزینه های خارجی است که عمدتاً این نوع هزینه ها بر افرادی تحمیل می گردد که نقشی در تولید برق ندارند. هزینه های بیرونی یا خارجی زمانی شکل می گیرد که فعالیت های اقتصادی یک یا چند گروه بر گروه یا گروه های دیگر اثر منفی بگذارد. ساخت و بهره برداری از نیروگاه های حرارتی موجب انتشار دی اکسید کربن و اکسید های سولفور و نیتروژن می شود که می تواند بر ابنیه و سلامت انسان ها تأثیر منفی بگذارد. جهت برآورد دقیق هزینه های خارجی نیروگاه ها لازم است تا اثرات آلاینده های مذکور بر محیط زیست شناسایی شود.

اثرات خارجی یک اصطلاح کلی است که در بردارنده هزینه ها و منافعی است که در قیمت های معمول بازار منعکس نمی شود. این هزینه ها و منافع برای برنامه ریزی بخش انرژی در طولانی مدت بسیار مهم است.

اثرات خارجی منفی یا هزینه های خارجی (بیرونی) نشان دهنده آن است که شخص یا مجموعه ای ضرری ایجاد می نمایند بدون آن که نتایج آن را بر دیگران مورد توجه و ملاحظه قرار دهند. تخریب و آلودگی محیط زیست در اثر تولید انرژی یکی از این اثرات خارجی منفی است .

هزینه های آشکار محیط زیستی، هزینه های آشکار اجرای یک سیاست محیط زیستی شامل هزینه های مدیریتی، نظارتی و اجرایی آن است که توسط بخش عمومی پرداخت می شود. به علاوه هزینه های مربوط به رعایت مقررات مورد قبول که توسط همه بخش ها پرداخت می شود. هزینه های سرمایه ای[1] شامل تمامی هزینه های ثابت برای تجهیزات، تاسیسات، ساخت و سازهای در دست انجام و تغییرات فرآیند هاست که به منظور کاهش آلودگی انجام می شود. هزینه های عملیاتی[2] شامل هزینه هایی هستند که حاصل از عملیات و نگه داری مربوط به کاهش آلودگی می باشند، مانند هزینه های مواد، قطعات، سوخت، تحقیق و توسعه. به منظور ارزیابی بنیادی هزینه های محیط زیستی از مفهوم هزینه های اجتماعی[3] استفاده می شود. هزینه های اجتماعی، مخارج مورد نیاز برای جبران منابع مورد استفاده جامعه است به گونه ای که سطح مطلوبیت جامعه ثابت باقی بماند. در این مطالعات از مفهوم هزینه اجتماعی برای بیان کل هزینه های مستقیم و غیر مستقیم تولید انرژی برق استفاده شده است (۱-۹). به عبارت روشن تر باید گفت که هزینه اجتماعی از رابطه زیر محاسبه می گردد.

هزینه اجتماعی = هزینه های مستقیم (هزینه عوامل تولید) + هزینه های غیر مستقیم (هزینه های محیط زیستی و سلامتی)

نخستین بار در دهه ۱۹۳۰ هزینه های اجتماعی توسط اقتصاد دان انگلیسی (Pico) مطرح گردید. اما از سال ۱۹۹۰ میلادی، این موضوع به صورت جدی توسط کشورهای اروپایی در دستور

1- Capital Cost
2- Operating Cost
3- Social Cost

کار قرار گرفت (۱۰). مطالعات جهانی حاکی از آن است که عمدتاً این هزینه، بر افرادی تحمیل می گردد که نقشی در تولید برق ندارند. توجه به هزینه های اجتماعی چند سالی است که در کشور نظر برخی از وزارتخانه ها و سازمان هارا به خود جلب کرده است. از مهم ترین مطالعات انجام یافته در این زمینه، می توان به موارد زیر اشاره کرد:

طرح جامع ارزیابی اقتصادی خسارت وارده به سلامتی حاصل از آلودگی هوای شهر تهران، پروژه بازنگری زیست محیطی انرژی در جمهوری اسلامی ایران با هدف تعیین خسارات زیست محیطی ناشی از آلاینده های هوای تهران انجام پذیرفته است.

روش کار

در این پروژه ابتدا مطالعات بر روی ۵ نیروگاه به صورت نمونه (نیروگاه های تهران، یزد، بندرعباس، رشت و اصفهان) به انجام رسید (در شکل ۱ مناطق استقرار نیروگاه ها ارایه شده است) و نتایج به نیروگاه های کشور تعمیم داده شد. سپس هزینه های خارجی گازهای CO_2 ,SO_2 ,NOx با توجه به شاخص های اقتصادی، جمعیتی، اهمیت منطقه از جهت سرمایه اجتماعی و فرهنگی، کیفیت خاک و منابع طبیعی و گازهای گلخانه ای، برآورد گردید .

در این مطالعه از نرم افزار AIRPACT برای تخمین میزان غلظت گازهای فوق در هر نیروگاه استفاده شده و بررسی اثرات آلاینده های خروجی نیروگاه‌ها، برای تعیین آثار محلی تا شعاع ۲۰ و کلیه آثار تا شعاع ۵۰ کیلومتری به انجام رسیده است. پس از تخمین غلظت آلاینده مورد نظر در منطقه نیروگاه، با توجه به اطلاعات جمعیتی و غلظت آلاینده، میزان تاثیر سلامتی بر حسب مورد ابتلا و... تعیین و میزان مرگ و میر و بیماری های مرتبط به کمیت های اقتصادی تبدیل شده است. با توجه به این که شاخص دالی بر اساس ارزش آماری حیات مطالعه شده در کشور به واحد اقتصادی تبدیل گردیده ، در نهایت خسارات کل ناشی از انتشار گازهای مذکور محاسبه شده است . میزان خسارات محاسبه شده بر اساس دلار سال پایه بر اساس نرخ تورم جهانی دلار می تواند به روزرسانی شود.

در این مرحله به این علت که ارزش آماری حیات مورد استفاده در مطالعه از ضرایب توابع تمایل به پرداخت کشور متاثر است، در عمل، تعدیل شاخص ها بر اساس سطح درآمد داخلی و سایر متغیرهای موثر بر تمایل به پرداخت داخلی صورت گرفته است (۱۱).

با توجه به میزان برق تولیدی نیروگاه، میزان انتشار و میزان خسارت اطلاعات ترکیبی شامل هزینه متوسط خسارات محیط زیستی ناشی از تولید یک کیلووات ساعت برق، هزینه خسارات هر تن آلاینده در منطقه مزبور و هزینه کل خسارات هر آلاینده و ... محاسبه شده است.

برای گسترش مدل مورد مطالعه به کل کشور با توجه به نسبت وزنی سوخت مصرفی کشور و نیروگاه های نمونه، ضرایب انتشار و همچنین میانگین وزنی تراکم جمعیتی در مناطق تحت تاثیر نیروگاه‌های نمونه و میانگین تراکم جمعیتی کشور، هزینه های خسارت حاصل به کل کشور تعمیم یافته است.

مطالعات بسیاری در خصوص تخمین هزینه های خسارت انتشار آلاینده ها بر گیاهان، کشاورزی، ابنیه و تاسیسات فیزیکی به عنوان درصدی از خسارات بر سلامتی افراد انجام یافته است که با توجه به وضعیت منابع طبیعی کشور و سایر پارامترهای حساس، نسبت هزینه های خسارت فیزیکی، ابنیه، کشاورزی و گیاهان بر اساس درصدی از خسارات سلامتی در چند سناریو محاسبه می‌گردد (۱۲).

در این مطالعه از روش انتقال منافع استفاده شده است. انتقال منافع روشی است تا به وسیله آن بتوان هزینه های اقتصادی انجام مطالعات ارزش گذاری کالاهای غیر بازاری را با استفاده از مطالعات صورت گرفته در مکان مطالعات مشابه، به صورت مقرون به صرفه تعمیم و برای مکان های بیشتری مورد استفاده قرار داد. در حقیقت این روش راهی است تا بتوان منافع و ارزش‌های اقتصادی مطالعات مورد اطمینان در یک کشور را از محل مطالعه به محل سیاست‌گذاری منتقل نمود.

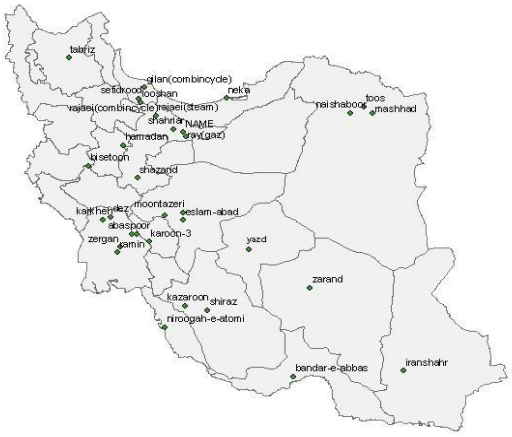
سناریوها

در این تحقیق سناریوهای مختلفی به شرح زیر مورد استفاده قرار گرفته است. در صورتی که هزینه خسارت محیط زیستی

دی‌اکسیدکربن برابر هزینه فرصت مشارکت در تجارت کربن برای کاهش انتشار شناخته شود، ارزش‌های متفاوتی برای آن قابل ارایه خواهد بود.

باید توجه نمود که ارزش گذاری اثرات گازهای گلخانه ای موضوعی پیچیده است که هنوز بر سر آن اجماعی جهانی صورت نپذیرفته اما معمولا از سه ارزش ذیل تحت سه سناریو استفاده می‌شود:

- اثرات کم گازهای گلخانه ای (سناریوی۱): صندوق نمونه کربن (PCF) با توجه به تجارت صورت گرفته بر روی دی‌اکسیدکربن ، قیمت هر تن را ۳ دلار محاسبه نموده است. هرچند این قیمت های تجاری الزاما به معنای هزینه های خسارت نیستند ولی با این حال نشان دهنده این مطلب هستند که در صورت کاهش انتشار گازهای گلخانه ای توسط ایران در بازار تجارت کربن، احتمالا چه میزان درآمد از طریق سامانه محدود تجارت کربن حاصل می‌شود. این سناریو به عنوان سناریوی پایه و شماره ۱ بررسی می‌گردد (۱۰).



شکل ۱- پراکندگی نیروگاه های کشور

- اثرات متوسط گازهای گلخانه ای (سناریوی ۲): در این سناریو، تخمین بر اساس تصویری از قیمت ها در بازار آینده تجارت کربن (طی ۱۰ سال آینده) بنا شده و این تخمین برابر ۱۰ دلار به ازای هر تن است. این میزان درصورت پیوستن ایالات متحده به پروتکل کیوتو افزایش می یابد و در صورت افزایش عرضه مجوز کربن کاهش می‌یابد (۱۳).
- اثرات زیاد گازهای گلخانه ای (سناریوی ۳): بر اساس تخمین های موسسه IPCC که مبتنی بر هزینه خسارات است، ارزش ۸۰ دلار بر تن حاصل شده است (۱۱).

با توجه به شرایط موجود در طول مدت تحقیق و بر اساس نظر کارشناسان، مناسب ترین سناریو، سناریوی اثرات کم گازهای گلخانه ای (سناریوی ۱) است، زیرا احتمال اندکی برای مشارکت قریب الوقوع ایران در تجارت کربن و یا پیوستن آمریکا به پروتکل کیوتو وجود دارد.

در مطالعه حاضر تلاش اصلی بر مطالعه و برآورد هزینه‌های ناشی از آثار منفی بر سلامتی متمرکز شده است. واقعیت آن است که بر اساس نتایج اکثر مطالعات، هزینه های سلامتی حدود ۸۰٪ از کل هزینه‌های آلودگی هوا را تشکیل می دهند. هولند و کرویت در سال ۱۹۹۶ سهم آثار سلامتی در کل هزینه های آلودگی هوا را بین ۸۶ تا ۹۴٪ تخمین زدند(۱۴). کل آثار حاصله در این مطالعه، ترکیبی بود از آثار سلامتی، آثار بر گیاهان و کشاورزی و آثار بر ابنیه و تاسیسات فیزیکی که مهم ترین اجزای فهرست آثار منفی آلودگی هوا را تشکیل می‌دهند. موسسه AEA نیز در مطالعه‌ای در سال ۱۹۹۸، این

آثار را بین ۸۰ تا ۹۳٪ از کل آثار تخمین زد (۱۵ و ۱۶). همچنین مطالعات دیگری نیز نتایج مشابهی با حدود تقریبی ۸۰٪ برای سهم آثار سلامتی از کل آثار به دست آورده‌اند.

بنابراین بر اساس مطالعات موجود، دامنه بالا و پایین ۹۵ و ۷۵٪ به عنوان حدود بالا و پایین اثرات سلامتی در نظر گرفته می شود. همچنین حالت میانه ۸۵ درصد نیز به عنوان سناریوی میانه برای بسط آثار انتخاب می گردد. انجام این روش برای بسط هزینه های سلامتی و رسیدن به کل آثار و در نبود آمارهای میدانی تحقیقات جامع چندین میلیون دلاری، تنها راه قابل قبول حصول به جمیع آثار آلودگی و تغییرات است (۱۷). بر پایه روش‌های سه گانه مبتنی بر شاخص آماری حیات، سه هزینه خسارت محاسبه گردیده است.

نحوه محاسبه

در این مطالعه، مراحل اصلی انجام کار به شرح زیر بوده است:

۱- پس از تخمین غلظت آلاینده مورد نظر در منطقه نیروگاه، با توجه به اطلاعات جمعیتی و غلظت آلاینده، میزان تاثیر سلامتی بر حسب مورد ابتلا و... تعیین می‌گردد.

۲- در گام بعدی لازم است تا میزان مرگ و میر و بیماری های مرتبط، به کمیت های اقتصادی تبدیل شود. بر اساس ضرایب محاسبه شده و مقبول، میزان کلیه موارد بیماری، مرگ و میر و روزهای کاری از دست رفته با واحد دالی بیان می‌گردد. با توجه به این که شاخص دالی بر اساس ارزش آماری حیات مطالعه شده در کشور به واحد اقتصادی تبدیل شده است، در نهایت می‌توان خسارات کل انتشار گازهای مذکور را محاسبه نمود. در این مرحله به این علت که ارزش آماری حیات استفاده شده در مطالعه از ضرایب توابع تمایل به پرداخت کشور متاثر می‌باشد، در عمل تعدیل شاخص ها بر اساس سطح درآمد داخلی و سایر متغیرهای موثر بر تمایل به پرداخت داخلی صورت گرفته است.

۳- با توجه به میزان برق تولیدی نیروگاه، میزان انتشار و میزان خسارت، می‌توان اطلاعات ترکیبی شامل هزینه متوسط خسارات محیط زیستی ناشی از تولید یک کیلووات ساعت برق، هزینه خسارات هر تن گاز در منطقه مزبور و هزینه کل خسارات هر گاز را محاسبه نمود.

۴- برای گسترش مدل مورد مطالعه به کل کشور می بایست با توجه به نسبت وزنی سوخت مصرفی کشور و نیروگاه های نمونه، توجه به ضرایب انتشار و همچنین میانگین وزنی تراکم جمعیتی در مناطق تحت تأثیر نیروگاه‌های نمونه و میانگین تراکم جمعیتی کشور، هزینه های خسارت حاصل را به کل کشور تعمیم داد.

مهم ترین اطلاعات و داده های اولیه مورد نیاز برای انجام محاسبات هزینه های خارجی عبارتند از:

- شاخص های موثر در غلظت آلاینده.
- شاخص های اقتصادی و اجتماعی.
- شاخص های تعیین کننده رابطه میان اولویت ذهنی و عملی محیط زیست در میزان تمایل به پرداخت.
- شاخص های نشان دهنده اهمیت منطقه از جهت سرمایه اجتماعی و فرهنگی.
- شاخص‌های حفظ تنوع زیستی در منطقه تحت تأثیر.
- شاخص های مرتبط با کیفیت خاک و منابع طبیعی.
- شاخص های مرتبط با گازهای گلخانه‌ای.

هزینه های اجتماعی(خارجی) تولید یک کیلووات ساعت برق

با توجه به وجود ضرایب متفاوت انتشار آلودگی برای انواع نیروگاه های حرارتی، هزینه های انتشار بر حسب سنت بر کیلووات ساعت برای هر یک از انواع نیروگاه ها در این پروژه محاسبه شده است. بر اساس محاسبات انجام شده، هزینه غیر مستقیم یا محیط زیستی (شامل هزینه های سلامتی) تولید یک کیلووات ساعت برق بر اساس روش های متفاوت بین ۱/۹ تا ۸/۹۹ سنت (بر اساس دلار سال ۲۰۰۷) متغیر می باشد.

سپس با لحاظ نمودن قیمت تمام شده حاصل از تحلیل هزینه فایده اقتصادی نیروگاه ها، مجموع هزینه های نیروگاه‌های مختلف محاسبه شد. بر اساس جدول ۱، با در نظر گرفتن دو سناریوی نسبت آثار سلامتی به کل اثرات (۸۵٪ و ۷۵٪) تولید یک کیلووات ساعت برق از نیروگاه های بخاری بین ۶/۸۷ تا ۱۱/۲۵ سنت، نیروگاه گازی بین ۷/۳۷ تا ۱۲/۷۵ سنت و نیروگاه سیکل ترکیبی بین ۵/۰۳ تا ۷/۸۲ سنت، هزینه غیر مستقیم (محیط زیستی) دارد.

جدول ۱- هزینه های محیط زیستی تولید برق با فن آوری های متفاوت (سنت بر کیلووات ساعت)

نوع نیروگاه	نسبت آثار سلامتی به کل اثرات	سناریوی محاسبه هزینه یا خسارت		
		درآمد سرانه	دالی حد متوسط	دالی حد بالا
بخاری	۰/۷۵	۷/۰۲	۸/۴۰	۱۱/۲۵
	۰/۸۵	۶/۸۷	۸/۰۹	۱۰/۶۰
گازی	۰/۷۵	۷/۵۵	۹/۲۷	۱۲/۷۵
	۰/۸۵	۷/۳۷	۸/۸۹	۱۱/۹۶
چرخه ترکیبی	۰/۷۵	۵/۱۳	۶/۰۳	۷/۸۲
	۰/۸۵	۵/۰۳	۵/۸۳	۷/۴۱

نتایج

نظر به انتخاب نیروگاه هایی از نقاط مختلف کشور به عنوان نمونه هایی از تمامی نیروگاه‌ها، لازم است بر اساس نوع سوخت و ضرایب انتشار نیروگاه های کشور، نسبت به تعمیم نتایج حاصل به کل کشور اقدام نمود. همچنین شایسته است به این نکته اشاره شود که نیروگاه های انتخابی به عنوان نمونه ای از تمامی نقاط زیستی و با تراکم های جمعیتی متفاوت انتخاب شده است.

جداول ۲ تا ۶ نحوه محاسبه هزینه خسارت پنج نیروگاه منتخب را در سناریو های مختلف بیان نموده است که پس از آن لازم است بر اساس میزان ضرایب انتشار نیروگاه های کل کشور و تفاوت آن با ضرایب انتشار نیروگاه های منتخب، نتایج یاد شده تعدیل شود. با توجه به این که لزوما نوع سوخت و فناوری نیروگاه های منتخب با میانگین کشور برابر نیست، لازم است تا تاثیر تغییرات در ضرایب انتشار در تعمیم نتایج لحاظ شود.

از این رو با توجه به حصول ارزش اکسیدهای ازت و اکسیدهای گوگرد در کشور می توان هزینه های محیط زیستی حاصله را به کل کشور تعمیم داد.

بر اساس نتایج مطالعات، میزان انتشار گاز SO_2 از نیروگاه های کشور برابر ۰/۲۷۳ نیروگاه های منتخب بوده است. این شاخص برای NOx برابر ۰/۸۲۱ می باشد. در خصوص دی اکسید کربن با توجه به ارزش جهانی آن احتیاجی به بومی کردن آن بر حسب ضرایب انتشار نبوده و تنها میزان انتشار آن بر حسب کیلووات ساعت تعدیل شده است. ضرایب تعدیل یاد شده، در هزینه خسارات نیروگاه های نمونه ضرب شده و نتایج حاصل، هزینه انتشار تعمیم یافته برای کل کشور را به تفکیک گازهای دوگانه و CO_2 نشان می دهد (جداول۲ و ۳).

جدول ۲- خلاصه نتایج تعمیم ارزشیابی انتشار SO_2 و NOx در سناریوی حد بالای ارزش آماری حیات

هزینه انتشار تعمیم یافته برای کل کشور (دلار به کیلوگرم)	هزینه انتشار پنج نیروگاه (دلار به کیلوگرم)	ضریب تعدیل انتشار به نسبت انتشار کل کشور	ضریب انتشار کل کشور (گرم بر کیلووات ساعت)	ضریب انتشار ۵ نیروگاه منتخب (گرم برکیلو وات ساعت)	آلاینده
۲۶/۴۳۵	۳۵/۳۷	۰/۸۲۱	۰/۷۶۸	۰/۹۴	NOx
۷/۳۴۱	۲۹/۵۲	۰/۲۷۳	۰/۸۶۹	۳/۱۸	SOx

جدول۳- هزینه خسارت انتشار دی اکسید کربن بر حسب سناریو های مختلف انتشار کربن (سنت، سال ۲۰۰۰)

سناریوها	هزینه خسارت	ضریب تعدیل	هزینه خسارت تعمیم یافته	هزینه خسارت انتشار دی اکسید کربن به ازای تولید یک کیلووات ساعت برق در ۵ نیروگاه منتخب (سنت، سال ۲۰۰۰)
سناریوی ۱: (۳$/Ton)	۰/۱۸۱۷	۰/۹۴۰	۰/۱۷۰۸	
سناریوی ۲: (۱۰ $/Ton)	۰/۶۰۵۷	۰/۹۴۰	۰/۵۶۹۴	
سناریوی ۳: (۸۰ $/Ton)	۴/۸۴۵۸	۰/۹۴۰	۴/۵۵۵۱	

جدول ۴ خلاصه نتایج تعمیم ارزش گذاری آلاینده های دوگانه را در سطح کشور، بر اساس تخمین حد بالا از ارزش آماری حیات، نشان می دهد. در این تخمین هزینه محیط زیستی تولید هر کیلووات ساعت برق در کشور برای آلاینده های مذکور برابر ۵/۱۴ سنت حاصل شده است.

در جدول ۵، محاسبات جدول ۴ بر اساس تخمین متوسط ارزش آماری حیات نشان داده شده است. بر اساس این محاسبات، هزینه خسارات محیط زیستی انتشار گازهای دوگانه به ازای تولید هر کیلووات ساعت برق در کشور برابر ۲/۲۴ سنت حاصل شده است. سناریوی حداقل نیز بر اساس دالی مبتنی بر درآمد سرانه محاسبه شده است. جدول ۶ هزینه خسارات محیط زیستی انتشار گازهای دوگانه به ازای تولید هر کیلووات ساعت برق در کشور بر اساس این روش را برابر ۰/۸۲ سنت نشان می دهد.

جدول ۴- خلاصه نتایج تعمیم ارزشیابی انتشار SO_2 و NOx در سناریوی تخمین حد بالای ارزش آماری حیات

عنوان	مجموع خسارات پنج نیروگاه (دلار)	هزینه انتشار پنج نیروگاه (دلار به کیلوگرم)	درصد خسارت آلاینده از کل	ضریب تعدیل انتشار به نسبت انتشار کل کشور	خسارت انتشار (سنت بر کیلو وات ساعت)	هزینه انتشار تعمیم یافته برای کل کشور (سنت بر کیلو وات ساعت)
NOx Damage Cost $	۷۲۶,۸۴۸,۰۲۴	۳۵/۳۷	۰/۲۸۴	۰/۸۲۱	۳/۴۱۰	۲/۷۹۹
SOx Damage Cost $	۱,۸۲۸,۳۲۲,۶۸۱	۲۹/۵۲	۰/۷۱۶	۰/۲۷۳	۸/۵۷۸	۲/۳۴۱
جمع	۲,۵۵۵,۱۷۰,۷۰۶		۱/۰۰۰	-	۱۱/۹۹	۵/۱۴۰

جدول ۵- خلاصه نتایج تعمیم ارزشیابی انتشار SO_2 و NOx در سناریوی تخمین حد متوسط ارزش آماری حیات

عنوان	مجموع خسارات پنج نیروگاه (دلار)	خسارت انتشار (سنت بر کیلو وات ساعت) پنج نیروگاه	خسارت انتشار (دلار بر کیلوگرم) پنج نیروگاه	*ضریب تعدیل انتشار به نسبت انتشار کل کشور*	خسارت انتشار کشور (سنت بر کیلو وات ساعت)	هزینه خسارت انتشار در کشور (دلار بر کیلوگرم)
NOx Damage Cost $	۳۱۶,۰۵۲,۳۲۵	۱/۴۸۸	۱۵/۸۴۵	۰/۸۲۱	۱/۲۱۷	۱۳/۰۰۸
SOx Damage Cost $	۷۹۵,۰۰۲,۰۰۱	۳/۷۳۰	۱۱/۷۲۱	۰/۲۷۳	۱/۰۱۸	۳/۱۹۹
جمع	۱۱۱۱,۰۵۴,۳۲۷	۵/۲۱۸	--	-	۲/۲۳۵	_

جدول ۶- خلاصه نتایج تعمیم ارزشیابی انتشار SO_2 و NOx به دست آمده از روش درآمد سرانه

عنوان	مجموع خسارات پنج نیروگاه (دلار)	خسارت انتشار (سنت بر کیلو وات ساعت) پنج نیروگاه	خسارت انتشار (دلار بر کیلوگرم) پنج نیروگاه	ضریب تعدیل انتشار به نسبت انتشار کل کشور	خسارت انتشار کشور (سنت بر کیلو وات ساعت)	هزینه خسارت انتشار در کشور (دلار بر کیلوگرم)
NOx Damage Cost $	۱۰۸,۶۵۸,۵۱۰	۰/۵	۵/۴۴۸	۰/۸۲۱	۰/۴۱۱	۴/۴۷۲
SOx Damage Cost $	۳۰۸,۴۰۱,۷۴۴	۱/۵	۴/۸۴۷	۰/۲۷۳	۰/۴۱۰	۱/۲۴۱
جمع	۴۳۲,۲۱۷,۹۳۰	۲/۰۲	-		۰/۸۲	_

در جدول ۷ ترکیب روش های دالی سه گانه برآورد هزینه های محیط زیستی با احتساب سه گزینه برای بسط سهم آثار سلامتی دسته بندی شده است.

جدول ۷- حالت های متفاوت تعیین هزینه محیط زیستی انتشار گازها به ازای تولید یک کیلو وات ساعت برق (سنت بر کیلو وات ساعت، سال ۲۰۰۰)

سهم آثار سلامتی از کل آثار / روش محاسبه	٪۷۵	٪۸۵	٪۹۵
دالی (ارزش آماری حیات حد بالا)	**۶/۸۵۳**	**۶/۰۴۷**	۵/۴۱۱
دالی (ارزش آماری حیات حد متوسط)	**۲/۹۸۰**	**۲/۶۳۰**	۲/۳۵۰
دالی (درآمد سرانه)	۱/۰۹۰	۰/۹۶۰	۰/۸۶۰

نتیجه گیری نهایی

با توجه به نتایج بررسی های صورت گرفته، سناریوی بسط آثار سلامتی در حد ۷۵ ٪ از کل آثار اجتماعی و زیست محیطی و همچنین سناریوی شماره ۱ تجارت کربن معادل ۳ دلار خسارت به ازای هر تن انتشار CO_2، به عنوان راه حلی منطقی و قابل قبول برای کشور ایران انتخاب گردید. با انتخاب این سناریوها و با توجه به قیمت تمام شده واقعی تولید برق در کشور، مجموع هزینه های اجتماعی تولید برق از نیروگاه های فسیلی ایران به تفکیک سه روش دالی مختلف، به شرح جدول ۸ به دست می آید.

بر اساس جدول ۸ تولید یک کیلووات ساعت برق از نیروگاه های بخاری بین۷۲۰ تا ۱۳۶۰ ریال، نیروگاه گازی بین ۷۴۰ تا ۱۳۶۰ ریال و نیروگاه چرخه ترکیبی بین۵۹۰ تا ۱۲۳۰ ریال هزینه مستقیم و غیر مستقیم اجتماعی در بر دارد. همچنین تولید یک کیلووات ساعت برق بر اساس میانگین وزنی تولید بر حسب نوع نیروگاه، بین ۶۹۰ تا ۱۳۳۰ ریال هزینه دربرخواهد داشت. با توجه به واقع بینانه بودن فرض تعمیم آثار سلامتی ۷۵ ٪ با روش دالی حد بالا، در نهایت میزان ۱۳۳۰ ریال به عنوان متوسط هزینه اجتماعی تولید یک کیلووات ساعت برق از نیروگاه های فسیلی کشور معرفی می‌گردد.

چگونگی به کارگیری نتایج

درونی سازی هزینه های خارجی و انتقال منافع به ایران، با استفاده از روش تعدیل توابع و ضرایب انتقال به کشور از طریق بررسی خصوصیات اثرگذار امکان پذیراست. تعدیل توابع انتقال و یا ضرایب دز- واکنش و منافع کاهش انتشار از راه بررسی اثرات متغیرهای تأثیر گذار ممکن است. منشاء این متغیرها برای تأثیرگذاری بر توابع و ضرایب انتقال عبارتند از خصوصیات ضرایب و توابع دز- واکنش، خصوصیات توابع تمایل به پرداخت و تعدیل متغیرهای واسطه.

هزینه های اجتماعی بیانگر این نکته مهم است که قیمت واقعی برق شامل قیمت تمام شده (هزینه عوامل تولید) به علاوه هزینه های محیط زیستی و اجتماعی ناشی از تولید آن می باشد. اگر در محاسبات اقتصادی قیمت واقعی برق لحاظ گردد، استفاده از منابع انرژی های تجدید پذیر از قبیل باد، خورشید و ... دارای توجیه کافی خواهد بود. علاوه بر آن، مقدار انتشار آلاینده های محیط زیست نیز به میزان قابل ملاحظه ای کاهش خواهد یافت.

جدول ۸- هزینه اجتماعی تولید برق با فن آوری های متفاوت (ریال بر کیلو وات ساعت) در سناریوی تجارت کربن شماره ۱ و تعمیم آثار سلامتی ۷۵٪

هزینه اجتماعی	عنوان روش	فن آوری نیروگاه
۱۳۷۵/۴۷	دالی (ارزش آماری حیات حد بالا)	نیروگاه های گازی
۹۱۷/۹۰	دالی (ارزش آماری حیات حد متوسط)	
۷۳۸/۴۰	دالی (درآمد سرانه)	
۱۳۵۶/۹	دالی (ارزش آماری حیات حد بالا)	نیروگاه های بخاری
۸۹۹/۳۰	دالی (ارزش آماری حیات حد متوسط)	
۷۱۹/۸۰	دالی (درآمد سرانه)	
۱۲۲۶/۶۷	دالی (ارزش آماری حیات حد بالا)	نیروگاه های چرخه ترکیبی
۷۶۹/۱۰	دالی (ارزش آماری حیات حد متوسط)	
۵۸۹/۶۰	دالی (درآمد سرانه)	
۱۳۹۴/۰۷	دالی (ارزش آماری حیات حد بالا)	نیروگاه دیزلی
۹۳۶/۵۰	دالی (ارزش آماری حیات حد متوسط)	
۷۵۷/۰۰	دالی (درآمد سرانه)	
۱۳۲۸/۹۷	دالی (ارزش آماری حیات حد بالا)	میانگین (وزنی) کل نیروگاه ها
۸۷۱/۴۰	دالی (ارزش آماری حیات حد متوسط)	
۶۹۱/۹۰	دالی (درآمد سرانه)	

پیشنهادها

به منظور تکمیل نتایج حاصل از این تحقیق و در نظر گرفتن اثر کلیه عوامل در محاسبه هزینه های اجتماعی گازهای SO_2-NOx-CO_2 از نیروگاه های کشور لازم است مطالعات تکمیلی بر اساس مطالعات میدانی و نمونه برداری های لازم به انجام برسد. همچنین سناریوهای متفاوت دیگری نیز برای تکمیل و مقایسه می تواند توسط سایر محققان مورد لحاظ قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

اعتبار این پروژه توسط معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو، دفتر استانداردهای فنی، مهندسی، زیست محیطی و اجتماعی برق و انرژی تامین شده است. لذا نویسندگان مقاله بر خود لازم می دانند از معاون محترم وزیر نیرو در امور برق و انرژی، مدیر کل و معاون محترم دفتر استانداردهای برق و انرژی و همکاران محترم در شرکت مشانیر نهایت تشکر و قدردانی را به واسطه حمایت های مالی ، اجرایی و علمی به عمل آورند.

منابع

۱. دهقانیان، سیاوش و دین قزلی، فرخ، اقتصاد منابع طبیعی – محیط زیست و سیاست گذاری ها، ای کولا، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ اول، ۱۳۸۰.

۲. دهقانیان، سیاوش و دیگران، اقتصاد محیط زیست، ترنر، پیرس و دیگران، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۴.

۳. دهقانیان، سیاوش و فرج زاده، زکریا، اقتصاد محیط زیست برای غیر اقتصاد دانان، جان آسفو، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ اول، ۱۳۸۱.

۴. صالح، علیرضا، پوراصغر، فرزام ، تحلیل اقتصادی پیامدهای محیط زیست، دیکسون، جان و دیگران، ۱۳۸۴.

۵. سازمان حفاظت محیط زیست و بانک جهانی، خلاصه مدیریتی پروژه بازنگری زیست محیطی انرژی در جمهوری اسلامی ایران، سازمان حفاظت محیط زیست و بانک جهانی، ۱۳۸۲.

۶. کریم زادگان، حسن، مبانی اقتصاد محیط زیست، انتشارات نقش مهر، چاپ اول، ۱۳۸۲.

۷. کریم زادگان، حسن و رحمتیان، مرتضی،مطالعات اقتصادی طرح جامع آلودگی هوای شهر تهران، دانشکده بهداشت دانشگاه تهران، ۱۳۸۲

۸. کارگری، نرگس، خودی، مریم، هزینه های اجتماعی بخش انرژی، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۲۵، ۱۳۸۴.

۹. رحیمی، نسترن، تغییر آب و هوا و اثرات زیست محیطی آن، انتشارات اخوان، ۱۳۸۳.

10. Hope, C. Forthcoming. 2002. The marginal impacts of CO_2, an integrated assessment model incorporating the IPCC five reasons for concern.
11. http://www.economist.com/media/text/ethpdoc1.pdf.
12. Clarckson, R. and Deyes, K. 2002. Estimating the social costs of carbon emissions, Government Economic Service Working Paper 140, HM Treasury and Defray.
13. Hope, C. 2005. The social cost of carbon and its lake of variation across emission scenarios, submitted to Nature.
14. Holland, M. and Krewitt, W. 1996. Benefits of and acidification strategy for the European Union, European Commission, DGXI, Brussels.
15. AEA Technology. 1998. Cost-benefit analysis of proposals under the UNECE multi-pollutant multi-effect protocol, Report to UK Department of Environment, Transport and Regions. London and to UNECE Task Force on Economic Aspects of Abatement Strategies. Geneva.
16. AEA Technology. 1999. Cost-benefit analysis for the protocol to the abate acidification, eutrophication and ground level Ozone in the Europe. Ministry of Housing. Spatial Planning and the Environment. The Hague, Netherlands, Publication No. 133.
17. Pearce, D. 2000. Valuing risks to life and health towards consistent transfer estimates in the European Union and accession states. UniversityCollege London. Paper prepared for the European Commission (DGXI). Workshop on Valuing Mortality and Valuing Morbidity. Nov. 13. Brussels.