مهندسی عمران شریف، ویژه‌ی حمل و نقل شهری
دوره‌ی ۲-۲۷، شماره‌ی ۳، ص. ۸۳-۹۱، (یادداشت فنی)

برآورد قیمت سایه‌یی آلاینده‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش حمل‌ونقل

میرحسین موسوی (استادیار)
دانشکده‌ی علوم اجتماعی و اقتصاد، دانشگاه الزهرا
علی خاکساری (دانشیار)
دانشکده‌ی علوم اجتماعی، دانشگاه علامه طباطبایی
محمود محمودزاده (استادیار)
گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه
عبدالرضا رضایی ارجرودی (مربی)
پژوهشکده‌ی حمل‌ونقل، وزارت راه و شهرسازی

بخش حمل‌ونقل به‌عنوان یکی از عمده‌ترین مصرف‌کننده‌ی سوخت‌های فسیلی، نقشی اساسی در انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی دارد. این بخش در فرایند ارائه‌ی خدمات علاوه بر ستانده‌های مطلوب (جابه‌جایی بار و مسافر)، ستانده‌های نامطلوب (آلاینده‌های زیست‌محیطی) نیز ایجاد می‌کند. با توجه به نظریه‌ی پیگو، هر آلوده‌گر باید هزینه‌های آلایندگی خود را بپردازد، در این نوشتار با توجه به وجود کمبودها در زمینه‌ی روش‌های مناسب تحلیلی برای سیاست‌گذاری در زمینه‌ی محیط زیست، قیمت‌های سایه‌یی آلاینده‌های زیست‌محیطی که در اثر سوخت‌های فسیلی مصرف‌شده در بخش حمل‌ونقل منتشر می‌شوند، برآورد شده است. نتایج حاصله حاکی از آن است که قیمت سایه‌یی آلاینده‌های زیست‌محیطی که از مصرف هر لیتر بنزین و نفت گاز ایجاد می‌شود، به‌ترتیب ۱۰۳۹ ریال و ۱۰۷۵ ریال است.

واژگان کلیدی: قیمت سایه، هزینه‌های خارجی، آلاینده‌های زیست‌محیطی، سوخت‌های فسیلی حمل‌ونقل.

hmousavi_atu@yahoo.com
akhaksari@yahoo.com
mah1355@gmail.com
rezaeear@yahoo.com

۱. مقدمه

از نظر متخصصین علوم طبیعی (به‌طور عام) و علوم زیست‌محیطی (به‌طور خاص) آلودگی عبارت است از جریان پسماندها و مواد زائد ناشی از فعالیت‌های اقتصادی که وارد محیط زیست می‌شود. به‌عبارت دیگر آلودگی ناشی از فرایند تولید و مصرف است که در تبدیل عوامل تولید به محصول، به‌دلیل فقدان کارایی کامل در فرایند این تبدیل به وجود می‌آید. آلودگی را می‌توان به‌طور کلی به آلودگی جریانی و آلودگی انباره‌یی تقسیم کرد. آلودگی جریان زمانی رخ می‌دهد که زیان‌های ایجاد شده مربوط به مقدار انتشار مواد آلاینده باشد؛ به‌عبارت دیگر نرخ تخلیه‌ی مواد آلاینده به محیط زیست در طول زمان صورت گیرد. در آلودگی جریانی چنانچه جریان آلودگی قطع شود، هزینه‌های ناشی از آن در همان لحظه به صفر می‌رسد. خسارت مربوط به این نوع آلودگی در هر لحظه از زمان بستگی به نرخ انتشار فعلی آلاینده دارد. در مورد آلودگی انباره‌یی نیز می‌توان چنین گفت که زیان‌های ناشی از آلاینده‌ها تابعی از انباشت مواد آلاینده در سیستم‌های محیط زیستی در هر لحظه از زمان است.

تاریخ: دریافت ۱۳۹۰/۶/۲۸، اصلاحیه ۱۳۹۰/۹/۸، پذیرش ۱۳۹۰/۹/۱۶.

زیان‌های ناشی از نرخ انباشت آلاینده‌ها در محیط زیست بیش از مقدار جریان آن‌هاست.[۱-۳]

از مهم‌ترین آلاینده‌های زیست‌محیطی ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی می‌توان به گازهای آلاینده ــ شامل اکسیدهای گوگرد (SO_x)، اکسیدهای نیتروژن (NO_x)، منواکسید کربن (Co)، ذرات معلق در هوا (PM)، هیدروکربن‌ها (HC) ــ و گازهای گلخانه‌یی ــ شامل دی‌اکسید کربن (CO_2)، متان (CH_4)، دی‌اکسید نیتروژن (N_2O)، ازن تروپوسفری (O_3) و کلروفلوروکربن‌ها (CFC_s) ــ اشاره کرد که بر اثر فعالیت بخش‌های مختلف اقتصادی و مصارف آن‌ها از انرژی به وجود می‌آیند. گازهای گلخانه‌یی و مهم‌ترین آن‌ها دی‌اکسید کربن (CO_2)، سبب بروز پدیده‌ی تغییرات آب و هوایی و گرمایش جهانی می‌شوند و به‌همین سبب از بُعد جهانی حائز اهمیت‌اند، درصورتی که گازهای آلاینده نظیر NO_x، SO_x و CO سبب بروز بارش باران‌های اسیدی می‌شوند و عمدتاً از جنبه‌ی منطقه‌یی و ملی مورد توجه قرار می‌گیرند. در جدول ۱ میزان انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌یی از بخش‌های مصرف‌کننده‌ی انرژی و سهم هریک از آن‌ها در انتشار این گازها در سال ۱۳۸۶

جدول ۱. میزان انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌یی از بخش‌های مصرف‌کننده انرژی و سهم آن‌ها در سال ۱۳۸۶ (تن).[۴]

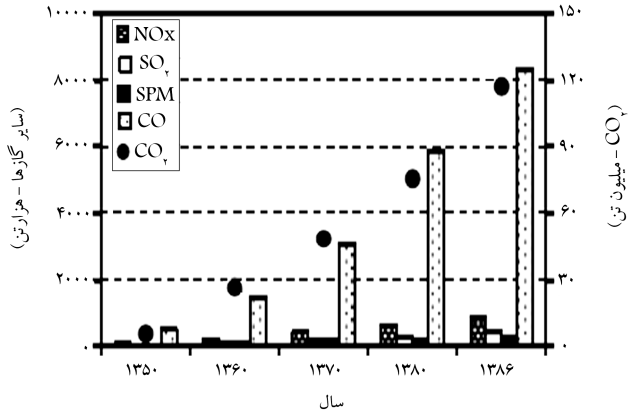
بخش/گاز	NO_x	SO_2	SO_3	CO	SPM	CO_2	CH_4	N_2O
خانگی، تجاری و عمومی	۱۳۰۲۷۷	۱۴۴۹۹۸	۱۸۲۰	۷۹۷۹۶	۱۳۵۰۶	۱۴۲۳۳۵۱۲۵	۴۲۴۶	۵۹۴
صنعت	۱۵۶۰۶۶	۳۴۳۲۱۸	۵۱۱۲	۲۲۷۶۷	۱۷۴۳۲	۷۹۳۹۸۴۵۸	۲۰۷۱	۳۲۴
حمل‌ونقل	۸۴۴۷۴۹	۴۰۰۷۲۴	۴۴۹۵	۸۳۳۱۴۰۹	۲۸۵۴۲۸	۱۱۵۵۰۲۴۳۸	۳۲۴۸۷	۵۵۸۳
کشاورزی	۶۶۵۹۹	۶۸۰۶۵	۴۱۴	۲۲۲۹۶	۲۹۰۲۶	۱۲۱۰۰۱۹	۷۲۶	۴۵۰۸
پالایشگاهی	•	•	•	•	•	۲۲۶۳۹۴۸۶	۴۷۰	۵۸
نیروگاهی	۱۸۱۳۱۷	۴۶۷۹۶۸	۳۱۱۰	۲۳۴	۲۱۸۴۸	۱۲۰۱۷۹۴۳۱	۳۰۰۱	۴۵۷
جمع	۱۳۷۸۹۵۷	۱۴۲۴۹۷۳	۱۴۹۵۱	۸۴۵۶۵۰۲	۳۶۷۲۳۹	۴۹۲۲۶۴۹۵۷	۴۳۰۰۱	۱۱۵۲۵
سهم (درصد)	NO_x	SO_2	SO_3	CO	SPM	CO_2	CH_4	N_2O
خانگی، تجاری و عمومی	۹٫۴۴	۱۰٫۱۸	۱۲٫۱۷	۰٫۹۴	۳٫۶۸	۲۸٫۹۱	۹٫۸۷	۵٫۱۶
صنعت	۱۱٫۳۲	۲۴٫۰۹	۳۴٫۱۹	۰٫۲۷	۴٫۷۵	۱۶٫۱۳	۴٫۸۲	۲٫۸۲
حمل‌ونقل	۶۱٫۲۶	۲۸٫۱۲	۳۰٫۰۷	۹۸٫۵۲	۷۷٫۷۲	۲۳٫۴۶	۷۵٫۵۵	۴۸٫۴۴
کشاورزی	۴٫۸۳	۴٫۷۸	۲٫۷۷	۰٫۲۶	۷٫۹۰	۲٫۴۸	۱٫۶۹	۳۹٫۱۲
پالایشگاهی	•	•	•	•	•	۴٫۶۰	۱٫۰۹	۰٫۵۰
نیروگاهی	۱۳٫۱۵	۳۲٫۸۴	۲۰٫۸۰	*	۵٫۹۵	۲۴٫۴۱	۶٫۹۸	۳٫۹۷
جمع	۱۰۰٫۰۰	۱۰۰٫۰۰	۱۰۰٫۰۰	۱۰۰٫۰۰	۱۰۰٫۰۰	۱۰۰٫۰۰	۱۰۰٫۰۰	۱۰۰٫۰۰

• ارقام در دسترس نیست.

نشان داده شده است. براساس این جدول، بخش حمل‌ونقل با انتشار ۶۱٫۲۶ درصد از کل انتشار NO_x، ۲۸٫۱۲ درصد SO_2، ۹۸٫۵ درصد CO، ۷۵٫۵ درصد CH_4 و ۷۷٫۷ درصد PM، دارای بیشترین سهم در انتشار انواع گازها در میان بخش‌های مصرف‌کننده‌ی انرژی است.

به‌طورکلی در سال ۱۳۸۶، ۵۰۴ میلیون تن گاز آلاینده و گلخانه‌یی از مصرف انرژی در کشور تولید شده است که ۹۷٫۸ درصد آن CO_2 و ۲٫۲ درصد سایر آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌یی بوده است. در این میان بخش حمل‌ونقل ۱۲۵ میلیون تن (۲۵ درصد) از این مقدار آلاینده‌ها را به خود اختصاص داده که سهم CO_2 از آن ۹۲ درصد است. با بررسی سایر بخش‌های اقتصادی مشخص خواهد شد که سهم CO_2 از کل آلاینده‌های تولیدشده در آن بخش‌ها بیشتر است.[۴] لذا این گاز گلخانه‌یی هم به‌دلیل حجم انتشار و هم به‌دلیل تأثیراتی که بر تغییرات آب و هوایی و گرمایش جهانی دارد، همواره مورد تأکید سیاست‌گذاران در حوزه‌ی محیط زیست بوده است. روند انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌یی در بخش حمل‌ونقل در نمودار ۱ به تصویر کشیده شده است.

بررسی میزان انتشار آلاینده‌ها برحسب انواع سوخت مصرفی نشان می‌دهد که بنزین، نفت گاز و نفت کوره بخش عمده‌یی از انتشار آلاینده‌ها را به خود اختصاص می‌دهند به‌طوری که از احتراق بنزین مقدار ۹۷٫۴ درصد از کل CO تولیدی، ۶۱٫۵ درصد CH_4، و ۲۳ درصد NO_x؛ از احتراق نفت گاز مقدار ۷۶ درصد SPM، ۴۴ درصد NO_x و ۶۶٫۳ درصد N_2O؛ از احتراق نفت کوره مقدار ۵۷٫۲ درصد



نمودار ۱. روند انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌یی از بخش حمل‌ونقل.[۴]

SO_2 و از احتراق گاز طبیعی ۴۹٫۸ درصد CO_2 ایجاد شده است (جدول ۲). به‌طورکلی از ۵۰۳ میلیون تن آلاینده‌های تولیدشده در کشور ۱۲٫۸ درصد مربوط به بنزین (۸۷ درصد سهم CO_2)، ۱۸٫۷ درصد نفت گاز (۹۸ درصد سهم CO_2)، ۱۱٫۷ درصد نفت کوره (۹۸ درصد CO_2) و ۴۸٫۸ درصد گاز طبیعی (۹۹٫۸ درصد سهم CO_2) بوده است.

جدول ۲. میزان انتشار آلاینده‌ها از احتراق سوخت‌های فسیلی و سهم آن‌ها از کل در سال ۱۳۸۶ (تن).[۴]

سوخت/گاز	NO_x	SO_2	SO_3	CO	SPM	CO_2	CH_4	N_2O
بنزین	۳۱۷۵۹۶	۳۵۲۸۸	-	۸۲۳۳۹۷۱	۳۰۵۸۳	۵۵۹۶۷۶۱۴	۲۶۴۴۳	۲۵۶۲
گازوییل	۶۰۷۴۶۰	۵۳۵۹۹۲	۶۳۰۶	۱۴۵۸۰۴	۲۷۹۵۲۹	۹۲۶۳۲۹۸۹	۴۴۸۱	۷۶۴۲
نفت کوره	۱۳۱۳۳۹	۸۱۴۳۸۷	۸۴۰۹	۶۴	۱۷۳۵۱	۵۸۳۲۲۳۶۶	۲۱۴۸	۴۲۹
گاز طبیعی	۲۸۳۷۰۱	۷۴۵	-	۱۵۵۲۱	۲۴۰۷۸	۲۴۵۴۵۲۹۰۵	۶۸۲۰	۴۴۱
سهم (درصد)	NO_x	SO_2	SO_3	CO	SPM	CO_2	CH_4	N_2O
بنزین	۲۳٫۰۳	۲٫۴۸	-	۹۷٫۳۷	۸٫۳۳	۱۱٫۳۷	۶۱٫۴۹	۲۲٫۲۳
گازوییل	۴۴٫۰۵	۳۷٫۶۲	۴۲٫۱۸	۱٫۷۲	۷۶٫۱۲	۱۸٫۸۲	۱۰٫۴۲	۶۶٫۳۱
نفت کوره	۹٫۵۳	۵۷٫۱۶	۵۶٫۲۴	*	۴٫۷۲	۱۱٫۸۵	۵	۳٫۷۳
گاز طبیعی	۲۰٫۵۷	۰٫۰۵	-	۰٫۱۸	۶٫۵۶	۴۹٫۸۸	۱۵٫۸۶	۳٫۸۳

به نظر می‌رسد پیگو[۱] (۱۹۲۰) اولین کسی بود که به‌طور سازمان‌دهی شده به تحلیل اقتصادی آلاینده‌های زیست‌محیطی پرداخت و چنین تحلیلی از سوی ایشان با گسترش مفهوم «آثار جانبی فعالیت‌های اقتصادی» به دست آمده است. علی‌رغم کار پایه‌یی و اصلی پیگو، تا قبل از سال ۱۹۵۰ به اثرات جانبی تولید و اقتصاد آلودگی چندان توجهی نشده است. طی دهه‌ی ۱۹۵۰ نظریه‌ی اثرات جانبی تولید بسط و گسترش یافت و در دهه‌ی ۱۹۶۰ اقتصاد آلودگی بسیار مورد توجه واقع شد.[۵] نتایج حاصل از مطالعه‌ی درخور توجهی که در سال ۱۹۶۶ انجام شد نشان داد که آلاینده‌های زیست‌محیطی مشکلات غیرمعمول و بی‌اهمیت محلی و منطقه‌یی نیستند، بلکه جزء لاینفک هر نوع فعالیت اقتصادی‌اند که با افزایش سطح فعالیت‌ها مقدار آن‌ها نیز افزایش می‌یابد.[۶] هرگاه یک واحد اقتصادی در فرایند تصمیم‌گیری خود برای تولید و مصرف خارج از بازار گروهی را متأثر سازد، پدیده‌یی تحت عنوان «هزینه‌های خارجی» رخ خواهد داد. هزینه‌های خارجی ممکن است اقتصادی یا غیراقتصادی باشند که در تابع تولید یا مطلوبیت افراد دیگر ظاهر می‌شود. با توجه به این که آلاینده‌های زیست‌محیطی به‌عنوان یک هزینه‌ی خارجی در تابع تولید (هزینه) یا مطلوبیت سایر افراد تأثیر منفی دارند لذا به‌عنوان پیامد خارجی منفی معرفی می‌شوند.[۷] محققین این پیامد خارجی منفی را به‌عنوان یک کالای عمومی بد معرفی می‌کنند و معتقدند که نظریه‌ی پیامدهای خارجی باید دربرگیرنده‌ی وجود یا فقدان بازار برای تولیدات هم‌زمان بنگاه‌ها باشد.[۸] به‌منظور برآورد هزینه‌های ناشی از اثرات منفی گازهای گلخانه‌یی و آلاینده‌های زیست‌محیطی، با جمع‌آوری ۵۶ مطالعه و ۲۱۱ برآورد از هزینه‌ی نهایی تخریب محیط زیست براثر انتشار ۱ تن دی‌اکسید کربن، نشان داده شد که هزینه‌های برآوردی بین ۱٫۵ تا ۲۴۰۰ دلار به‌ازای هر تن دی‌اکسید کربنِ منتشره در نوسان بوده است.[۹] برخی مطالعات نیز به برآورد آثار تغییر شرایط جوی در مناطق مختلف جهان، بر اثر انتشار گازهای گلخانه‌یی (دی‌اکسید کربن)، پرداخته‌اند.[۱۰-۱۳]

انرژی از جمله کالاهایی است که در هر دو مرحله‌ی تولید و مصرف با پیامدهای خارجی همراه است و باید در هر دو مرحله یک سامانه‌ی کنترل و نظارت برای آن تعبیه شود. این کنترل می‌تواند با حضور مستقیم و غیرمستقیم دولت صورت گیرد. یکی از عمده‌ترین متقاضیان انرژی ــ به‌ویژه فرآورده‌های نفتی ــ در جهان که همواره موضوع مداخلات سیاستی دولت‌ها نیز بوده است، بخش حمل‌ونقل است. علی‌رغم تلاش‌های فراوان برای جایگزین‌کردن سایر حامل‌های انرژی مانند LPG، LNG، اتانول و سوخت‌های زیستی، همچنان سهم فرآورده‌های نفتی بالاست و انتظار می‌رود که تا چند دهه‌ی آتی این سهم بالا بماند. سهم بنزین، نفت گاز و سوخت‌های جایگزین در کل مصرف انرژی بخش حمل‌ونقل به‌ترتیب ۵۸٪، ۳۸٪ و ۴٪ بوده است.[۱۴] بررسی مصرف جهانی نفت در بخش‌های مختلف نشان می‌دهد که حدود ۵۰ درصد کل مصرف نفت به بخش حمل‌ونقل اختصاص داشته است. در بخش حمل‌ونقل ایران، میزان مصرف فرآورده‌ی نفتی بنزین و نفت گاز در سال ۱۳۷۵ به‌ترتیب به‌طور متوسط ۳۲٫۹ و ۳۳٫۴ میلیون لیتر در روز بوده است که این مقدار در سال ۱۳۸۶ به ۶۵٫۶ و ۴۸٫۲ میلیون لیتر در روز رسیده است. به‌عبارت دیگر در طول این مدت مصرف این فرآورده‌ها در بخش حمل‌ونقل به‌ترتیب ۵۰ و ۴۴ درصد افزایش یافته است.[۱۵] براساس برآوردهای آژانس بین‌المللی انرژی، تا سال ۲۰۳۰ نزدیک به ۶۵ درصد کل تولیدات نفتی در سطح جهان صرف حمل‌ونقل خواهد شد. بنابراین برآورد قیمت‌های سایه‌یی یا هزینه‌ی نهایی کنترل آلاینده‌های زیست‌محیطیِ ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در این بخش به‌منظور برنامه‌ریزی، تدوین راهکارها و توصیه‌های سیاستی از اهمیت بالایی برخوردار است.

در این راستا نوشتار حاضر در ادامه چنین سازماندهی شده است: در ادامه‌ی مطلب تشریح نظری روش‌های مختلفِ درونی‌سازیِ هزینه‌های خارجی ــ نظیر وضع مالیات و پرداخت یارانه، صدور مجوزهای قابل مبادله، اعمال نظارت‌های قانونی و اجرای برنامه‌های جبرانی ــ ارائه و بررسی شده است. پس از آن وضعیت انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش حمل‌ونقل بررسی می‌شود. سپس قیمت سایه‌یی (هزینه‌ی نهایی خارجی) آلاینده‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف ۱ لیتر سوخت در بخش حمل‌ونقل برآورد شده، و روند زمانی قیمت سایه‌یی آلاینده‌های زیست‌محیطی طی دوره‌ی زمانی ۱۳۵۸ تا

۱۳۸۶ ترسیم می‌شود. در نهایت نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادات سیاستی ارائه شده است.

۲. روش‌های درونی‌سازی هزینه‌های خارجی

با معرفی رویه‌های قیمت‌گذاری زیست‌محیطی، سیاست‌گذاران این هزینه‌های خارجی را چنان مؤثر درونی‌سازی کرده‌اند که به شکل‌گیری بخشی از فرایند تصمیم‌گیری آلاینده‌ها انجامیده است. روش‌های مختلفی برای درونی‌سازی هزینه‌های خارجی وجود دارد که وضع مالیات و پرداخت یارانه، صدور مجوزهای قابل مبادله، اعمال نظارت‌های قانونی و اجرای برنامه‌های جبرانی از جمله‌ی آن‌هاست.

۱.۲. وضع مالیات و پرداخت یارانه

یارانه‌ها و مالیات‌ها ابزارهایی هستند که به‌کمک آن‌ها می‌توان سطح آلودگی را از طریق ایجاد انگیزه‌های اقتصادی و تعدیل قیمت‌های نسبی کنترل کرد. مالیات را می‌توان بر سطوح معینی از نهاده‌ها یا سطح خاصی از انتشار آلاینده‌ها وضع کرد. یارانه‌ها نیز در راستای کاهش میزان انتشار آلاینده‌ها پرداخت می‌شوند. به‌کارگیریِ گزینشی مالیات‌ها یا یارانه‌ها توسط سیاست‌گذار موجب تغییر قیمت‌های نسبی به‌اندازه‌ی دلخواه خواهد شد. بین این دو سیاست یک تقارن اساسی وجود دارد به‌طوری که آثار تشویقی وضع مالیات بر انتشار آلاینده‌ها و پرداخت یارانه با هدف کاهش سطح آلودگی یکسان‌اند، ولی آثار بلندمدت یارانه‌ها و مالیات‌ها به‌دلیل تفاوت در اثرات توزیعی آن‌ها متفاوت است.

مالیات حذف‌کننده‌ی اختلاف بین قیمت‌های کارآمد خصوصی و اجتماعی (ناشی از هزینه‌های جانبی انتشار آلاینده‌ها) است. با وضع مالیات قیمت‌های بخش خصوصی به مرز قیمت‌های اجتماعی نزدیک می‌شود. به‌منظور دست‌یابی به سطح آلودگی کارآمد(برابری هزینه نهایی کاهش آلودگی با هزینه نهایی ناشی از آلودگی) باید مالیات با نرخی معادل ارزش پولیِ هزینه‌ی نهایی آلودگی در سطح بهینه‌ی آلودگی بر هر واحد آلودگی منتشره وضع شود. چنین مالیاتی از این جنبه که تولیدکننده‌ی پیامدهای خارجی تصمیم می‌گیرد که از توابع هزینه‌یی که هزینه‌های اجتماعیِ آلاینده‌ها نیز در آن ملحوظ شده استفاده کند، باعث داخلی‌شدن هزینه‌های خارجی می‌شود.

برای استفاده از معیارهای وضع مالیات به‌عنوان ابزار مدیریت زیست‌محیطی دو مشکل اساسی وجود دارد. نخست این که هیچ سازوکار بازخوردی وجود ندارد که تعیین سطح بهینه‌ی مالیات را برای سیاست‌گذاران ممکن سازد. دوم این که پایداری معیارهای مالیاتی به بازارهایی محدود شده که در آن‌ها کشش قیمتی کالاها پائین است. این امر نشان می‌دهد که صرف‌نظر از تغییرات قیمت، تغییرات نسبتاً کوچکی در مقدار آلودگی ایجاد خواهد شد.

ایده‌ی مالیات‌ها اولین‌بار توسط پیگو، اقتصاددان انگلیسی، در سال ۱۹۲۰ مطرح شد. به پیشنهاد وی، آلوده‌کننده باید براساس مقدار خسارتی که بر اثر انتشار آلودگی به محیط زیست وارد می‌کند، مالیات بپردازد؛ به‌همین دلیل این نوع هزینه‌های مربوط به آلودگی را «مالیات‌های پیگویی[۲]» می‌نامند. مالیات یا عوارض آلودگی باید به‌گونه‌یی طراحی شود که کمیت و کیفیت آلودگی را بهبود بخشد و آلوده‌کننده‌حداقل به‌اندازه‌ی صدماتی که به جامعه وارد می‌سازد، پرداخت کند.[۱۶] به نظر پیگو پیامدهای خارجی یکی از دلایل اساسی وجود اختلاف بین فایده خالص شخصی و فایده خالص اجتماعی است. براساس معیار رفاهی پیگو، رفاه اجتماعی زمانی بیشینه می‌شود که ارزش فایده‌ی نهایی اجتماعی برابر با هزینه‌ی نهایی اجتماعی باشد. به‌باور پیگو، پرداخت هزینه‌ی انتشار آلاینده‌ها در قالب مالیات می‌تواند فایده‌ی خالص اجتماعی و خصوصی را برابر سازد. پرداخت هزینه‌ی انتشار آلاینده‌ها نفع شخصی آلوده‌کننده را تحت تأثیر قرار می‌دهد و با کاهش این هزینه‌ها توسط آلوده‌کننده، مقدار انتشار آلاینده کاهش خواهد یافت و در نهایت منجر به کاهش هزینه‌های اجتماعی ناشی از آلاینده‌ها نیز خواهد شد. در نظریه‌ی پیگو هزینه‌ی بهینه‌ی انتشار آلاینده باید برابر با هزینه‌ی تخریب محیط زیست[۳] به‌ازای هر واحد تولید آلودگی باشد. در نتیجه آلوده‌کننده با کاهش ایجاد آلایندگی به سطح کارآمد تولید یا تخصیص منابع خود دست می‌یابد.[۸]

۲.۲. مجوزهای قابل مبادله

اخیراً همراه با عملکرد موفق برنامه‌ی تجارت میزان مجاز دی‌اکسید سولفور در ایالات متحده آمریکا و اقدامات مبتنی بر کنترل باران‌های اسیدی در کانادا، طرح‌های مجوز قابل مبادله اهمیت به‌سزایی یافته است. موفقیت در سایر موارد و قابلیت اجرای طرح‌ها ــ برای کنترل انتشار گازهای گلخانه‌یی تحت پروتکل کیوتو ــ بر تعداد طرفداران مجوزهای قابل مبادله به‌عنوان روشی برای بررسی اثرات بیرونی زیست‌محیطی افزوده است. براساس طرح‌های مجوز قابل مبادله، محدودیت‌هایی برای کاهش سطح آلودگی تعیین شده‌اند که طی آن، سطح مجاز آلودگی به‌طور مؤثری به حق آلودگی تبدیل شده که می‌تواند میان واحدهای آلوده‌کننده‌مبادله شود. این روش مبتنی بر مطالعه‌ی محققین در سال ۱۹۶۰ است[۱۷] و دولت به‌صورت غیرمستقیم در آن دخیل است و تنها از طریقِ دادنِ حق مالکیت ایجاد بازارکرده و موجب تخصیص مؤثر منابع می‌شود. مطالعه‌ی یادشده دو نتیجه‌ی اساسی در بر داشت: ۱. با روش ساده و کم‌هزینه‌ی چانه‌زنی و مذاکره بین گروه‌های ذی‌نفع، می‌توان به نتایجی کارآمد دست یافت. باید توجه داشت که چانه‌زنی و مذاکره بدون ضمانت رعایت حقوق مالکیت ممکن نیست. ۲. بدون توجه به روش اعطاء و توزیع حقوق مالکیت می‌توان به همان نتیجه‌ی کارآمد دست یافت. البته روش توزیع حقوق مالکیت فقط در تعیین توزیع منافع خالص ناشی از چانه‌زنی اهمیت دارد. از نتیجه دوم به‌عنوان «قضیه‌ی کوز» یاد می‌شود.

کوز در نقد نظریه‌ی پیگو درخصوص دریافت هزینه‌های آلودگی به‌صورت مالیات می‌گوید که دریافت مالیات از آلوده‌کننده به‌منظور درونی‌کردن هزینه‌های خارجی ضرورتی ندارد، بلکه کافی است موضوع در چارچوب حقوق مالکیت بررسی شود. وی حل مشکل بین آلوده‌کننده و دریافت‌کننده‌ی آلودگی را در روش چانه‌زنی در یک بازار می‌داند و در همین چارچوب چانه‌زنی بهینه‌ی پارتو را قابل دست‌یابی می‌داند. کوز معتقد است که باید بازاری برای پیامدهای خارجی به وجود آید که اطلاعات را انتقال دهد به‌شرطی که هزینه‌های مبادله در این بازار صفر باشد[۱۸و۱۹] وی بر این نکته تأکید دارد که در پهنه‌ی رقابت کامل و فقدان هزینه‌های مبادلاتی، با ایجاد حق مالکیت برای هر دو طرف (آلودکننده و دریافت‌کننده‌آلودگی) در بازار، تخصیص منابع کارا و راه حل ارائه‌شده قطعی و پایدار خواهد بود. این قضیه به دو نکته‌ی اساسی «کارایی» و «پایداری» توجه دارد. شکل ۱ بیان‌گر قضیه‌ی کوز در شرایط بدون نظارت و کنترل دولت است.

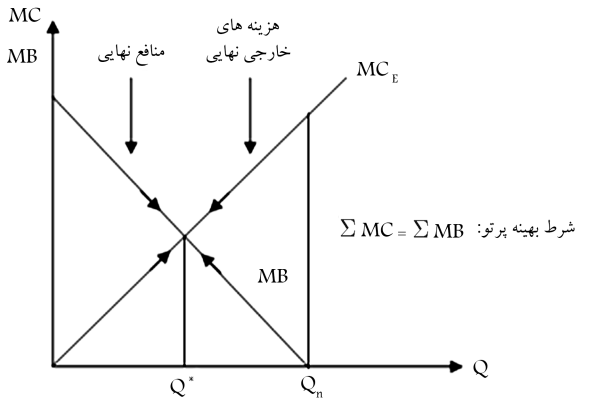
آلوده‌کننده سعی خواهد کرد که در سطح Q_n ، جایی که منافع بیشینه می‌شود، به فعالیت بپردازد. اما حد بهینه‌ی اجتماعی در Q^* است ــ همان جایی که مجموع هزینه‌های نهایی (داخلی و خارجی) با مجموع فایده‌ی نهایی برابر است یا به‌عبارت دیگر شرط بهینه‌ی پارتو در آن برقرار است. بنابراین مشاهده می‌شود که تمایلات

فردی با رفاه اجتماعی مطابقت ندارد، در حالی که با وجود حقوق مالکیت این شرایط تغییر خواهد کرد. اگر فرد متضرر از آلودگی دارای حق مالکیت باشد، آنگاه آلوده‌کننده می‌تواند خسارت متضرر را تا Q^* جبران کند. در بالاتر از نقطه‌ی Q^* جبران خسارت مقرون به‌صرفه و عملی نیست. چرا که درآمد خالص آلوده‌کننده کم‌تر از میزان خسارت متضرر است. بدین‌ترتیب با شروع از نقطه‌ی O و اعطای حقوق مالکیت به فرد متضرر، به نقطه‌ی Q^* می‌رسیم که بهینه‌ی اجتماعی است. اگر حقوق مالکیت به فرد آلوده‌کننده اعطا شود، در این صورت نقطه‌ی آغاز تحلیل Q_n بوده و این فرصت در اختیار فرد متضرر قرار دارد که با پرداخت خسارت به آلوده‌کننده سطح فعالیت را دوباره به Q^* برساند.

قاعده‌ی کوز بر این اصل متکی است که تمایل به سمت حد بهینه‌ی اجتماعی ــ فارغ از این که حقوق مالکیت در اختیار چه گروهی است ــ از طریق توافق صورت می‌پذیرد. اگر این تحلیل صحیح باشد، اعمال نظارت و کنترل دولتی بر هزینه‌های خارجی و اثرات جانبی، امری بیهوده خواهد بود. بنابراین براساس اصل توافق که فرایندی مؤثر و کارآمد است از خود حمایت خواهد کرد. اگرچه انتقادات قابل توجهی بر نظریه‌ی کوز وارد شده، ولی بسیاری از اقتصاددانان محیط زیست معتقدند که این قاعده نقش مهمی در گسترش نظریه‌های جدید زیست‌محیطی داشته است.

در سال ۱۹۹۰ مطالعه‌یی به‌منظور مقایسه‌ی دو نظریه‌ی کوز و پیگو انجام شد که براساس آن، هر دو روش به‌لحاظ کارایی نتیجه‌ی یکسانی در بر دارند ولی توزیع درآمد ممکن است متفاوت باشد. با توجه به این که دادن حق مالکیت یا مجوز آلودگی، با در نظر گرفتن مسائل زیست‌محیطی نظیر هزینه‌های مبادلاتی مطرح است، اغلب اقتصاددانان بر این عقیده‌اند که برقراری شرایط پیگو سهل‌تر از برقراری شرایط کوز است. از این رو از روش پیگو به‌عنوان «بهینه‌ی دوم» یاد می‌شود. انتقاد وارده به نظریه‌ی کوز این است که او در مثال‌های خود هزینه‌های فرصت را در نظر نمی‌گیرد و کاری به هزینه‌های انتقالی ندارد و صرفاً هزینه‌های مستقیم را در پیامدهای خارجی لحاظ می‌کند.[۲۰]

در یکی دیگر از مطالعات انجام‌شده در دنیایی با حضور دو فرد و امکان تبادل دو کالا (مطلوب «پول» و نامطلوب «آلودگی») میان آلوده‌کننده و آلوده‌شونده در تعادل، راه‌حل کوز به‌عنوان راه‌حلی ارائه شده که در آن مجموعه‌یی از بهینه‌های پارتو مبین سطح ثابت آلودگی به‌ازای پول نگه‌داری شده توسط هر دو گروه است. در این مطالعه تأیید شده که شرط کافی برای دست‌یابی به این نتیجه، موازی بودن ترجیحات با توجه به کالای پول است.[۲۱]



شکل ۱. قضیه‌ی کوز در شرایط بدون نظارت و کنترل دولت.[۷]

در سال‌های اخیر، ادبیات بسیار جالبی گسترش یافته است که در آن‌ها از مفاهیم مذکور برای کشورهایی استفاده شده که افراد آن در معرض آلودگی در شکل انتشار دی‌اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه‌یی هستند.[۲۲-۲۷] نحوه‌ی اجرای سیاست‌ها درخصوص چنین پیامدهای خارجی منفی، سؤال مهمی است که در مطالعه‌ی برخی از محققین مورد بحث قرار گرفته است.[۲۸-۳۵] یکی از راه حل‌ها پیروی از رویکرد تعریف واضح حقوق مالکیت کوز است. به هرحال، مسئله‌ی تغییر شرایط جوی تا حدی متفاوت از رویکردی است که در آن انتشار دی‌اکسید کربن بیش از یک سطح معین، نه‌تنها از طریق احتراق سوخت بر تنفس انسان‌ها و حیوانات اثر می‌گذارد، بلکه به‌کارگیری این رویکرد مستلزم در نظر گرفتن مفروضاتی جهت تسری رفتار افراد به کل کشور است.[۳۶]

۳.۲. نظارت‌های قانونی

این نظارت‌ها به‌واسطه‌ی اقدامات قانونی دولت را ملزم به اجرای محدودیت‌های خاص می‌کند. علاوه بر تعیین معیارهای حداقلی برای کنترل آلودگی، دولت‌ها باید الزامات خاصی را برای پذیرش کم‌ترین هزینه‌ی زیان زیست‌محیطی معرفی کنند. این شکل از سیاست‌گذاری محیط زیست معیاری قابل قبول از آلاینده‌های محیط زیست را تشخیص و اعلام می‌دارد و متخلفان از این معیارها را محکوم به توقف فعالیت مربوطه می‌کند. با توجه به کاهش رفاه بر اثر توقف تولید کالاها و خدمات، این روش به‌استثناء آلاینده‌های زیست‌محیطی بسیار پرهزینه‌ی اجتماعی (به‌عنوان مثال تخریب آثار باستانی)، کم‌تر مورد توجه اقتصاددانان است. این اهرم در برخی شرایط ممکن است بهترین سیاست باشد، ولی چنین کنترل‌هایی بسیار پرهزینه است. پژوهش‌گران به این نتیجه رسیدند که هزینه‌های ناشی از نظارت‌های قانونی ۲۲ مرتبه بیشتر از هزینه‌ی سایر روش‌های کنترل است.[۳۷]

در برخی موارد تلفیق روش نظارت‌های قانونی با روش مجوز انتشار آلودگی راه حل جدیدی ارائه می‌دهد. این راه حل با تعیین حق انتشار آلودگی در یک سطح معین برای هریک از بنگاه‌ها، سطح مشخصی از ایجاد سطح آلودگی را مجاز می‌سازد. در چنین راه حلی که در چارچوب نظریه‌ی کوز قرار دارد، مجموع آلودگی نباید از یک مقدار مشخص تجاوز کند. یادآور می‌شود که تحت این شرایط تجارت انتشار آلودگی[۴] به وجود خواهد آمد.

۴.۲. برنامه‌های جبرانی

این برنامه‌ها شامل تعهدات کاهش آلودگی در منطقه‌یی است که باید برنامه‌ی مذکور در آن اجرا شود یا به‌واسطه‌ی اقدامات کاهش آلودگی که در سایر مناطق رخ می‌دهد، لغو شود. این طرح اخیراً با اجرای فعالیت‌های مشترک محبوبیت بیشتری یافته است. مزیت برنامه‌های جبرانی اساساً کاهش آلودگی در مکان‌هایی است که برای مالکان انعطاف‌پذیری به وجود می‌آورد تا از این رهگذر بتوانند ابزارهای مقرون به صرفه (اقتصادی) برای کاهش آلودگی کل تعیین کنند.

۳. روش‌های تعیین ارزش پیامدهای خارجی

برای تعیین ارزش پیامدهای خارجی روش‌های متعددی وجود دارد که از جمله مهم‌ترین و پرکاربردترین آن‌ها می‌توان به روش هزینه‌ی فرصت، روش واکنش ـ دز، روش مخارج پیشگیری یا رفتار تعدیلی، تقاضای انتسابی، روش هزینه‌ی سفر،

روش قیمت‌گذاری هدانیک و روش ارزش‌گذاری حالت‌های وقوعی محتمل اشاره کرد.[۳۸]

در روش هزینه‌ی فرصت، منافع حاصل از محیط زیست در محاسبات منظور نمی‌شود، ولی منافع حاصل از فعالیت‌هایی که به تخریب محیط زیست می‌انجامد محاسبه می‌شود. لذا در سیاست‌گذاری بر پایه‌ی این روش، نتایج ناگوار نادیده گرفته می‌شود و فقط سود اقتصادی ناشی از اجرای پروژه‌ها ملاک قرار می‌گیرد. در روش واکنش- دز به هزینه‌ی جانشین‌سازی یا مرمت دارایی زیان‌دیده از آلودگی توجه می‌شود.

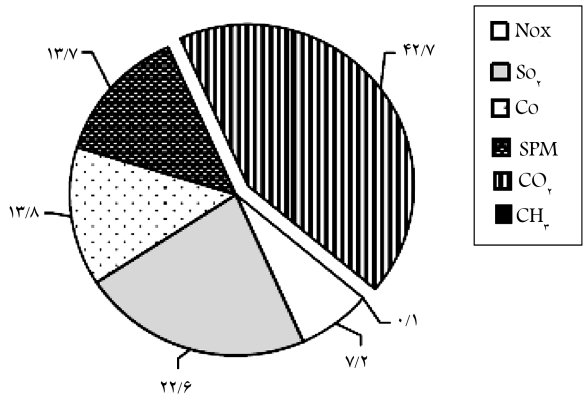
در روش مخارج پیشگیری، بنگاه‌ها یا افراد برای جبران صدمات ناشی از آلاینده‌های زیست‌محیطی اقداماتی انجام می‌دهند که می‌تواند مبنای برآورد ارزش اقتصادی پیامدهای خارجی قرار گیرد. برای مثال صاحبان مناطق مسکونی برای جلوگیری از آلودگی صدا، هزینه‌هایی بابت عایق‌کاری به‌منظور کاهش سروصدا صرف می‌کنند که مبنای برآورد ارزش محیط بدون سروصدا قرار می‌گیرد. در روش هزینه‌ی سفر فرض بر این است که هزینه‌های سفر برای بازدید از یک منطقه، گویای ارزش اقتصادی آن منطقه است. مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهند که تقاضا برای استفاده‌ی تفریحی از یک موهبت زیست‌محیطی با بهبود کیفیت آن افزایش می‌یابد. بنابراین با تغییر تابع تقاضا می‌توان از تغییر ایجادشده در مقدار مازاد مصرف‌کننده برای ارزیابی منافع افزایشی استفاده کرد.

روش قیمت‌گذاری هدانیک سعی در ارزیابی خدمات زیست‌محیطی دارد که وجود آن‌ها مستقیماً بر بخشی از قیمت‌های بازاری خاص تأثیر می‌گذارد. متداول‌ترین کاربرد عملی این روش در معاملات املاک و ارزش زمین است. در این روش با هم‌سنگ‌سازی تمامی عوامل مؤثر غیر زیست‌محیطی به مقایسه‌ی ارزش املاک در نقاط مختلف می‌پردازند. بنابراین با افزایش کیفیت محیط زیست، ارزش دارایی افزایش می‌یابد و از این طریق می‌توان قیمت ضمنی محیط زیست را استخراج کرد. روش ارزش‌گذاری مشروط مبتنی بر کشف ترجیحات افراد است. در این روش با مطالعات میدانی از طریق مراجعه به افراد، از آن‌ها خواسته می‌شود که ترجیحات خود را درمورد کالاهای زیست‌محیطی بیان کنند. برای این کار، ابتدا درخصوص موضوع مورد بررسی و کالای زیست‌محیطی به مصاحبه‌شوندگان آگاهی داده می‌شود؛ سپس با ایجاد بازار فرضی و تعیین نوع پرداخت از افراد می‌خواهند تا بیشترین تمایل پرداخت خود را درخصوص کالاها و خدمات غیربازاریِ ارائه‌شده، بیان کنند. این روش در مقایسه با سایر روش‌ها صریح‌تر و قابل فهم‌تر است و حتی می‌تواند برای ارزیابی منافعی که افراد شخصاً مورد استفاده قرار نداده‌اند اما به آن‌ها اهمیت می‌دهند، مورد استفاده قرارگیرد. درخصوص هزینه‌های اجتماعی مربوط به سلامت انسان می‌توان از روش‌های: ارزش آماری زندگی[۵]، دیه، درآمد و روش بیمه استفاده کرد.[۳۸و۱۶]

۴. هزینه‌های خارجی ناشی از انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی

هزینه‌های خارجی ناشی از انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی، هزینه‌هایی هستند که از طریق اثرات مخرب این آلاینده‌ها بر محصولات کشاورزی، اکوسیستم‌ها و سلامت انسان ایجاد می‌شوند. این هزینه‌ها با توجه به این که ارزش بازاری ندارند در محاسبات منظور نمی‌شوند. برای محاسبه‌ی هزینه‌های تخریب محیط زیست، کمّی‌کردن اثرات آلاینده‌ها بر محیط‌های اثرپذیر (انسانی و طبیعی) ضرورت می‌یابد. روش‌های کمّی‌کردن این اثرات در بخش ادبیات نظری مطرح شد. هزینه‌های خارجی همه‌ساله در ترازنامه‌ی انرژی کشور براساس مطالعه‌ی انجام‌شده توسط بانک جهانی و سازمان حفاظت محیط زیست ایران، گزارش می‌شود و در این نوشتار نیز از آن‌ها استفاده شده است.[۴و۳۹] مجموع این هزینه‌ها ۹۲۱۹۵ میلیارد ریال در سال ۱۳۸۶ برآورد شده که ۱۹/۳ درصد تولید ناخالص داخلی در همین سال بوده است. سهم هریک از آلاینده‌ها در ایجاد هزینه‌های خارجی در نمودار ۲ آورده شده که بیشترین و کم‌ترین آن با ۴۲/۷ درصد و ۰/۱ درصد به‌ترتیب متعلق به CO_2 و CH_4 بوده است.[۴]

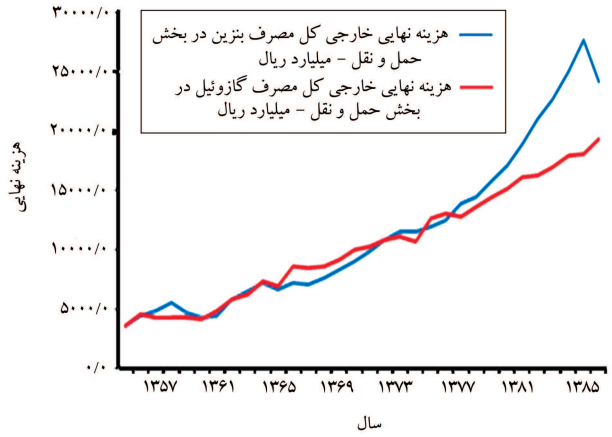
در جدول ۳ هزینه‌ی متوسط هر تن از آلاینده‌های ایجادشده از مصرف سوخت‌های فسیلی ارائه شده است. چنان که مشاهده می‌شود، به‌ازای انتشار هر واحد (تن) گازهای آلاینده و گلخانه‌یی، آلاینده‌ی CO_2 کم‌ترین هزینه را ایجاد می‌کند ولی با



نمودار ۲. سهم گازهای آلاینده و گلخانه‌یی در ایجاد هزینه‌های خارجی ناشی از مصرف انرژی.[۴]

جدول ۳. هزینه‌های خارجی آلاینده‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در سال ۱۳۸۶.[۴]

آلاینده‌ها	NO_x	SO_2	CO	SPM	CO_2	CH_4
هزینه‌ی کل (میلیارد ریال)	۶,۶۱۹	۲۰,۸۰۵	۱۲,۶۸۵	۱۲,۶۳۳	۳۹,۳۸۱	۷۲,۲
هزینه‌ی متوسط نسبت به قیمت‌های ثابت ۱۳۸۱ (ریال - تن)	۴,۸۰۰,۰۰۰	۱۴,۶۰۰,۰۰۰	۱,۵۰۰,۰۰۰	۳۴,۴۰۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰	۱,۶۸۰,۰۰۰
هزینه‌ی متوسط نسبت به قیمت‌های جاری (ریال - تن)	۵,۷۶۰,۰۰۰	۱۷,۵۲۰,۰۰۰	۱,۸۰۰,۰۰۰	۴۱,۲۸۰,۰۰۰	۹۶,۰۰۰	۲,۰۱۶,۰۰۰



نمودار ۳. روند قیمت سایه‌یِ آلاینده‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف بنزین و نفت گاز در بخش حمل‌ونقل.(محاسبات محقق)

توجه به این که ۹۷ درصد آلاینده‌های ایجادشده مربوط به این گازگلخانه‌یی است، درکل قسمت عمده‌یی از هزینه‌های خارجی (۴۲/۷ درصد) را به خود اختصاص داده است.

با توجه به این که هدف به دست آوردن هزینه‌های خارجی ناشی از مصرف یک لیتر فرآورده‌ی نفتی بنزین و نفت گاز است، لازم است در مرحله‌ی اول ضریب انتشار[۶] هریک از آلاینده‌های ناشی از مصرف بنزین و نفت گاز محاسبه شود[۴۰]، برای این منظور از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

$$a_{ij} = \frac{e_{ij}}{Q_j} \qquad j = ۱, ۲ \qquad i = ۱, ۲, ..., ۶$$

که در آن a_{ij} بیانگر ضریب انتشار آلاینده‌ی iام از سوخت jام، e_{ij} مقدار آلاینده‌ی iام منتشره از مصرف سوخت jام و Q_j مقدار سوخت jام مصرف شده است. پس از به‌دست آوردن ضرایب انتشار، با ضرب آن‌ها در هزینه‌ی متوسط هر یک از آلاینده‌ها، می‌توان هزینه‌ی خارجیِ ناشی از هر لیتر مصرف بنزین و نفت گاز را به دست آورد (جدول ۴). قیمت سایه‌یی یا هزینه‌ی نهایی خارجی کل آلاینده‌ها که از مصرف هر لیتر بنزین و نفت گاز ایجاد می‌شود، به‌ترتیب ۱۰۳۹ ریال و ۱۰۷۵ ریال است. باید توجه داشت که هزینه‌ی محاسبه شده تقریبی از قیمت سایه یا هزینه نهایی خارجی است. به‌کارگیری کلمه‌ی تقریبی به‌دلیل استفاده از هزینه‌ی متوسط آلاینده‌های زیست‌محیطی به‌جای هزینه‌ی نهایی است.

با توجه به قیمت سایه‌یی برآورد شده می‌توان هزینه‌ی نهایی خارجی ناشی از کل مصرف بنزین و نفت گاز را در بخش حمل‌ونقل به دست آورد (نمودار ۳).

۵. نتیجه‌گیری

با توجه به تمایل حرکت جهانی به سمت توسعه‌ی پایدار توجه به تخریب‌های زیست‌محیطی ناشی از بخش‌های مختلف اقتصادی امری ضروری محسوب می‌شود. در این میان بخش حمل‌ونقل به‌عنوان عمده‌ترین مصرف‌کننده‌ی فرآورده‌های نفتی در انتشار گازهای گلخانه‌یی و آلاینده نقش اساسی دارد. براساس برآوردهای آژانس بین‌المللی انرژی، تا سال ۲۰۳۰ حمل‌ونقل نزدیک به ۶۵ درصد کل تولیدات نفتی را در سطح جهان مصرف خواهد کرد. بنابراین توجه به میزان انتشار این آلاینده‌ها به‌لحاظ اثرات محلی، منطقه‌یی و جهانی از اهمیت ویژه‌یی برخوردار است. برای این منظور، در نوشتار حاضر برای برنامه‌ریزی، تدوین راهکارها و توصیه‌های سیاستی، قیمت‌های سایه‌یی یا هزینه‌ی نهایی کنترل آلاینده‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی بخش حمل‌ونقل برآورد شده است.

پس از جمع‌آوری آمار و اطلاعات مورد نیاز برای برآورد قیمت سایه‌یی براساس روش‌های آماری قیمت‌های سایه‌یی، یا به‌عبارت دیگر هزینه‌ی نهایی کنترل آلاینده‌های زیست‌محیطی برای بخش تولیدکننده (در این مقاله بخش حمل‌ونقل) برآورد شد. نتایج حاصله نشان می‌دهد که قیمت سایه‌یی کل آلاینده‌های منتشره از بخش حمل‌ونقل ناشی از مصرف ۱ لیتر بنزین و نفت گاز در سال ۱۳۸۶ به‌ترتیب برابر ۱۰۳۹ ریال ۱۰۷۵ ریال است. همچنین نتایج نشان می‌دهند که روند برآوردِ قیمت سایه‌یِ آلاینده‌های زیست‌محیطیِ ناشی از کل مصرف بنزین و نفت گاز در بخش حمل‌ونقل طی دوره‌ی مورد مطالعه (۱۳۸۶-۱۳۵۵) افزایشی بوده و هرچه به دوره‌های اخیر نزدیک می‌شویم شدت افزایش قیمت سایه‌یی بیشتر می‌شود که این خود شاهدی بر افزایش هزینه‌های کنترل آلودگی در طی زمان است.

براساس نظریه‌ی پیگو مبنی بر این که آلوده‌گر باید هزینه‌های آلاینده‌های خود را بپردازد، پیشنهاد می‌شود خسارات اخذشده از آلوده‌کننده براساس قیمت‌های سایه‌یِ برآورد شده در این تحقیق باشد تا خسارت با زیان وارده تطابق داشته باشد. در این تحقیق قیمت سایه‌یی کل آلاینده‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف بنزین و نفت گاز در بخش حمل‌ونقل به‌صورت یک‌جا برآورد شد. پیشنهاد می‌شود به‌منظور قابلیت مقایسه‌یی داشتن قیمت‌های سایه‌یی آلاینده‌ها با همدیگر تحقیقی صورت پذیرد تا این قیمت‌ها را به‌صورت جداگانه برآورد کند.

جدول ۴. هزینه‌ی خارجی آلاینده‌های ناشی از مصرف هر لیتر بنزین ونفت گاز در سال ۱۳۸۶.(محاسبات محقق)

سوخت		واحد	NO_x	SO_2	CO	SPM	CO_2	CH_4
بنزین	ضریب انتشار	تن ـ لیتر	۰/۰۰۰۰۱۳۵	۰/۰۰۰۰۰۱۵	۰/۰۰۰۳۵	۰/۰۰۰۰۰۱۳	۰/۰۰۲۳۷	۰/۰۰۰۰۱۲
	هزینه خارجی	ریال	۷۷/۷	۲۶/۳	۶۲۹/۵	۵۳/۶	۲۲۸/۲	۲۴/۲
نفت گاز	ضریب انتشار	تن ـ لیتر	۰/۰۰۰۰۱۸	۰/۰۰۰۰۱۶	۰/۰۰۰۰۰۷۲	۰/۰۰۰۰۰۹۶	۰/۰۰۲۸۲	۰/۰۰۰۰۲۲
	هزینه خارجی	ریال	۱۰۷	۲۸۷	۱۲/۵	۵۳۲/۵	۲۷۱/۶	۴۴/۵

منبع: محاسبات محقق.

پانوشت

1. Pigo
2. Pigouvian tax
3. environmental damage cost
4. trade emission

۵. در این روش از طریق تجزیه و تحلیل پرسش‌نامه‌های جمع‌آوری شده از افراد جامعه درخصوص تمایل به پرداخت وجه به‌منظور کاهش یک مورد مرگ، میزان ارزش آماری زندگی انسان محاسبه می‌شود. این شاخص در ایران برای شهر تهران، در سال ۱۳۸۰ دو میلیارد ریال برای هر نفر محاسبه شده است.

6. emission factor

منابع

1. Hartwick, J.M. and Olewiler, N.D., *The Economics of Natural Resource Use*, Harper and Row, New York (1986).
2. Fisher, A.C., *Resource and Environmental Economics,* Cambridge University Press, Cambridge, UK (1981).
3. Fisher, A.C. and Peterson, F. "The environment in economics: A survey", *Journal of Economic Literature,* **14**, (1) , pp. 1-33 (1976).

۴. ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۶ کشور، مؤسسه‌ی مطالعات بین المللی انرژی وزارت نفت، گروه مدیریت انرژی (۱۳۸۷).

5. Pigou, A.C., *The Economics of Welfare,* Macmilan, London (1920).
6. PermanRoger, Ma Yue and McGilvary, *Natural Resource and Environmental Economics,* Addition Wesley Longman limited (1996).
7. Boulding, K.E., *The Economics of the Toming Spaceship Earth,* In H. Jarret(ed.), Environmental Quality in a Growing Economy, Resources for the Future/ John Hopkins Press, Baltimore, pp. 3-14 (1966).

۸. پژویان، جمشید و امین رشتی، نارسیس «مالیات‌های سبز با تأکید بر مصرف بنزین»، فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، ویژنامه مالیات، شماره ۷، ص‌ص. ۱۵-۴۴ (۱۳۸۰).

9. Heller, W.P. and Starrett, D.A. "On the nature of externality", In Theory and Measurement of Economic Externalities, S.A.Y. Lin, Academic Press, pp.9-22 (1976).
10. Tol, R.S.J. "The social cost of carbon: Trends, outliers and catastrophes", *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal,* **2**, pp. 12-25 (August 2008).
11. Nordhaus, W.D. and Boyer, J.G., *Warming the World: Economic Models of Global Warming,* The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, Further information (2000).
12. Mendelsohn, R.O.; Morrison, W.; Schlesinger, M.E.; Andronova, N.G. "Country specific market impacts of climate change", *Climatic Change,* **45**, pp. 553-569 (2000).
13. Tol, R.S.J. "Estimates of the damage costs of climate change Part 1: Benchmark estimates", *Environmental and Resource Economics,* **21**, pp. 47-73 (2002).
14. International Fuel Quality Center (IFQC), *Global Renewable Fuels Outlook to 2010,* Hart Energy Publishing (2006).

۱۵. آقایان، حسین، آمارنامه مصرف فرآورده‌های نفتی انرژی‌زا در سال ۱۳۸۷، شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران، چاپ اول (۱۳۸۸).

۱۶. ترنر، آرک؛ پیرس. دی؛ باتمن. ای، اقتصاد محیط زیست، ترجمه‌ی سیاوش دهقانیان و همکاران، چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد (۱۳۷۴).

17. Lin, and Witcomb, "Externality Taxes and subsidies", In Theory and Measurement of Economic Externalities by S.A.Y. Lin, (Academic Press, 1976), pp.45-59 (1976).
18. Coase, R.H. "The problem of social cost", *Journal of Law and Economics,* **3**, pp. 1-44 (1960).
19. Cornes and Sandler "The theory of externalities, public goods and club goods", Cambridge University Press, pp.30-34 (1982).
20. New Bery, M.G. "Acid rain", *Public Policy and the Tax System Economic Policy,* (11), pp.297-346 (1990).
21. Hurwicz, L. "What is the coase theorem?", *Jpn World Econ*, **7**, pp. 49-74 (1995).
22. Chichilnisky, G. and Heal, G. "Who should abate carbon emissions? An international viewpoint", *Econ Lett,* **44**, pp. 443-449 (1994).
23. Chichilnisky, G. and Heal, G. "Environmental markets: Equity and efficiency", New York, Columbia University Press (2000a).
24. Sheeran, K.A., "Who should abate carbon emissions? A note", *Environ Resour Econ,* **35**, 89-98 (2006).
25. Chichilnisky, G.; Heal, G. and Starrett, D. "Equity and efficiency in environmental markets", global trade incarbon dioxide emissions, pp. 46-67 (2000).
26. Chichilnisky, G. "Sustainable markets with short sales", *Econ Theory* (2011).
27. Asheim, G.B.; Mitra, T. and Tungodden, B. "Sustainable recursive social welfare functions", *Econ Theory,* (2011).
28. Burniaux, J.M. and Martins, J.O. "Carbon leakage: A general equilibrium view", *Econ Theory,* (2011).
29. Dutta, P.K. and Radner, R. "Capital growth in a global warming model: Will China and India sign a climate-treaty?", *Econ Theory* (2011).
30. Figuières, C. and Tidball, M. "Sustainable exploitation of a natural resource: A satisfying use of Chichilnisky-criterion", *Econ Theory,* (2011).
31. Karp, L. and Zhang, J. "Taxes versus quantities for a stock pollutant with endogenous abatement costs and asymmetric information", *Econ Theory,* (2011).
32. Lauwers, L. "Intergenerational equity, efficiency and constructability", *Econ Theory,* (2011).
33. Lecocq, F. and Hourcade, J.C. "Unspoken ethical issues in the climate affair: Insights from a theoretical analysis of negotiation mandates", *Econ Theory,* (2011).
34. Ostrom, E. "Nested externalities and polycentric institutions: Must we wait for global solutions to climate change before taking action at other scales?", *Econ Theory,* (2011).
35. Rezai, A.; Foley, D.K. and Taylor, L. "Global warming and economic externalities", *Econ Theory,* (2011).
36. Chipman, J.S. and Tian, G. "Detrimental externalities, pollution rights, and the "Coase theorem"", *Econ Theory,* (2011).

۳۹. سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت، طرح جامع ارزیابی خسارت وارده بر سلامتی حاصل از آلودگی هوای تهران، دانشکده بهداشت دانشگاه تهران (۱۳۸۲).

37. Tietenberg, T.H. "Marketable emission permits in theory and practice", Paper Presented at the Conference, Economics of Energy and Environmental Problems, Yxtaholm, Sweden, pp. 6-10 (August 1984).

38. Maibach, M.; Schreyer, C.; Sutter, D.; van Essen, H.P.; Boon, B.H.; Smokers, R.; Schroten, A.; Doll, C.; Pawlowska, B. and Bak, M. "Internalization measures and policies for all external cost of transport", (IMPACT) (2008).

40. U.S. Environmental Protection Agency. Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2005, EPA 430-R-07-002, Annex 3.2, (April 2007), Web site: http://www.epa.gov/climatechange/emissions/usinventoryreport.html