اقتصاد کشاورزی / جلد۸/ شماره ۱/ صفحه‌های ۸۱-۶۳

ارزیابی هزینه انتشار گاز گلخانه‌ای کربن‌دی‌اکسید حاصل از توسعه بخش کشاورزی ایران

علی‌رضا علی‌پور، سید حبیب‌الله موسوی، صادق خلیلیان[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۲/۲۸

چکیده

انرژی به عنوان یک نهاده دارای اهمیت ویژه‌ای در بخش کشاورزی است. برآوردهای اولیه نشان می‌دهند که فعالیت‌های کشاورزی عامل بروز یک چهارم از منابع انتشارگازهای آلاینده درجهان هستند. کربن‌دی‌اکسید مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای است که در دهه‌های گذشته نقش بسزایی در جذب تشعشعات مادون قرمز تولید شده در هوا (اتمسفر) داشته است. با توجه به اهمیت محیط زیست و با توجه به کمبودهایی که در رابطه با روش‌های تحلیلی برای سیاست‌گذاری‌های زیست‌محیطی وجود دارد، ارائه‌ی الگوهایی برای بررسی ارتباط بین فعالیت‌های اقتصادی و زیست‌محیطی امری بسیار مهم و ضروری به نظر می‌رسد. از این رو در این بررسی، زیان‌های حاصل از انتشار کربن‌دی‌اکسید به عنوان یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای تولید شده در بخش کشاورزی ایران مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور، از مفهوم قیمت سایه‌ای انتشار این آلاینده استفاده شد. نتایج نشان داد که در بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۷۱ میانگین سالانه زیان انتشار هر کیلوگرم کربن‌دی‌اکسید ناشی از مصرف سوخت در بخش کشاورزی، ۱۴۱ ریال بوده‌است. به عبارت دیگر، با انتشار کربن‌دی‌اکسید از بخش کشاورزی ایران، سالانه به طور میانگین به میزان ۱۷۴۴ میلیارد ریال هزینه ایجاد می‌شود. همچنین، نتایج این ارزیابی نشان داد که میانگین هزینه انتشار هر کیلوگرم از این آلاینده در فاصله این دو دهه افزایش چشمگیری داشته‌است و لذا به نظر می‌رسد که تأمین نهاده‌های مورد نیاز به منظور کنترل انتشار کربن‌دی‌اکسید در بخش کشاورزی ایران از راه اعطای یارانه‌های زیست‌محیطی امری پرهیزناپذیر است.

طبقه‌بندی JEL: Q51, C02, D22

واژه‌های کلیدی: حامل‌های انرژی، گازهای گلخانه‌ای، قیمت سایه‌ای ، تابع مسافت- فناوری.

[1]به ترتیب کارشناس ارشد، استادیار و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

Email: shamosavi@modares.ac.ir

مقدمه

توسعه به مفهوم بهره‌بردای بهینه و بیشینه بدون آسیب از توان منابع طبیعی با اتکاء به فناوری‌های نوین و منابع ارزان‌قیمت انرژی تاکنون به پیشرفت‌های شگرفی نایل آمده، اما پیامدهای این توسعه ناپایدار به صورت افزایش میزان انتشار انواع آلودگی‌ها در محیط زیست و تغییر اقلیم، کلیه ابعاد زندگی جامعه‌های انسانی را تحت تأثیر قرار داده است (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۹). جهان امروز با مجموعه‌ای از چالش‌های زیست محیطی روبرو است که بسیاری از آنها به بحران‌های زیست‌محیطی منجر شده‌اند و امروزه، آسیب و زیان‌های جبران‌ناپذیری بر محیط زیست وارد کرده و خواهند کرد که جلوگیری از گسترش آنها در بسیاری از مواقع غیر ممکن بوده و در صورت امکان‌پذیر بودن، هزینه‌های زیادی در پی داشته است؛ از جمله‌ی پرخطرترین بحران‌های زیست‌محیطی که به صورت جدی حیات انسانی را در کره زمین تهدید می‌کند مسأله انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای است که با شتاب بسیار در سراسر جهان در حال افزایش است (شهیدی‌پور، ۱۳۹۰). گرمایش جهانی به عنوان یکی از پیامدهای تجمع گازهای گلخانه‌ای بدون شک از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی در جهان و به ویژه خاورمیانه است. پیامدهای گرمایش جهانی و تغییر اقلیم در کشورهای این منطقه با توجه به کمبود منابع آب بسیار نگران کننده است (نوروزی و خسروی، ۱۳۸۹). کربن‌دی‌اکسید (Co_2) پس از بخار آب مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای جذب کننده اشعه مادون قرمز در نوار زمین است؛ به طوری که ۶۲ درصد از مجموع کل نیروی واتابشی زمین که توسط گازهای گلخانه‌ای در دهه گذشته تولید شده، به علت وجود این گاز بوده‌است (امیر بیگی و احمدی آسور، ۱۳۸۶). یکی از مهم‌ترین منابع اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای و البته کربن‌دی‌اکسید، مصرف انرژی در فعالیت‌های گوناگون بخش‌های مهم اقتصادی است. بخش کشاورزی یکی از بخش‌های مصرف کننده انرژی است و انرژی به عنوان یک نهاده مصرفی دارای اهمیت ویژه‌ای در این بخش است (نصرنیا و اسماعیلی، ۱۳۸۸). بررسی مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران نشان می‌دهد که در سال‌های مختلف، همراه با افزایش تولید و ارزش افزوده، مصرف انواع حامل‌های انرژی شامل انواع فرآورده‌های نفتی و برق افزایش یافته است (همان منبع). برآوردهای اولیه نشان می‌دهند که فعالیت‌های کشاورزی در حدود یک چهارم از منابع انتشار گاز در جهان را باعث می‌شود. از سال ۱۸۶۰ میلادی تاکنون، سطح زیر کشت محصولات کشاورزی در جهان در حدود ۹۰۰ میلیون هکتار افزایش یافته است که این افزایش با آزاد ساختن ۱۱۶ تن کربن از ذخیره ۱۷۴۰ تنی کربن قابل استفاده در سال ۱۸۶۰،

باعث گرم شدن گلخانه‌ای کره زمین به میزان ۹ درصد تا سال ۱۹۸۰ شد (نوروزی و خسروی، ۱۳۸۹). این مهم، ضرورت پرداختن به بررسی و ارزیابی‌های روزآمد در زمینه مسائل مربوط به محیط زیست را در حیطه فعالیت‌های بخش‌های اقتصادی همچون بخش کشاورزی آشکار می‌کند. با توجه به اهمیت محیط زیست و با توجه به کمبودهایی که در رابطه با روش‌های تحلیلی برای سیاست‌گذاری‌های زیست‌محیطی وجود دارد، ارائه الگوهایی برای بررسی ارتباط بین فعالیت‌های اقتصادی و زیست‌محیطی امری پرهیزناپذیر به نظر می‌رسد (آسافو-آجایی، ۱۳۷۹). پیگو (۱۹۴۸) راهکاری ساده و ابتدایی را به منظور جلوگیری از انتقال آلودگی‌های زیست‌محیطی با پیشنهاد دریافت مالیات برابر با هزینه نهایی انتشار این آلاینده‌ها مطرح کرده است. وی بر این باور بود که از این راه، تنها بخشی از هزینه‌های جانبی به جامعه انتقال می‌یابد و مابقی آن بر عهده تولید کننده این‌گونه عوارض است. البته ایراد اساسی در این رابطه، دشواری تعیین این هزینه‌ها، به دلیل نبود بازارهای مشخص برای تولیدات نامطلوب[1] مانند آلاینده‌های زیست محیطی است (سالنیکوف و زلنیکوف، ۲۰۰۶). تفسیری جایگزین برای نظریه پیگو بدین معنا است که دست‌یابی به تخریب زیست‌محیطی کارا از راه ایجاد بازار برای آلاینده‌ها با استفاده از قیمت‌های سایه‌ای آنان امکان پذیر خواهد بود (فابر و پروپس، ۱۹۹۱؛ فاری و همکاران، ۱۹۹۳). با توجه به این مهم، استفاده از روش‌های ارزش‌گذاری انتشار آلاینده‌ها مانند تعیین قیمت‌های سایه‌ای، هزینه فرصت لازم برای تولیدکننده‌ای که آلودگی را یک واحد کاهش می‌دهد منعکس می‌کند (فاری و گراسکوپف، ۱۹۹۸). از این رو، در این بررسی به منظور تعیین زیان حاصل از انتشار آلاینده‌های گلخانه‌ای از بخش کشاورزی ایران و با توجه به اهمیت روزافزون انتشار گاز کربن‌دی‌اکسید، قیمت سایه‌ای این آلاینده برای بازه زمانی ۱۳۸۹-۱۳۷۱ تعیین شد. در بیشتر بررسی‌هایی که تاکنون به محاسبه هزینه انتشار آلاینده‌ها از روش برآورد قیمت سایه‌ای آلوده‌کننده‌ها پرداخته‌اند، تابع مسافت- فناوری[2] استفاده شده است. این نوع از تابع‌ها، ارتباط فنی میان خروجی‌های مطلوب و نامطلوب را تعیین می‌کند. تابع مسافت بیان کننده فاصله نسبی ترکیبات ستانده- نهاده از مرز منحنی امکانات تولید تحت فناوری معین می‌باشد (رکا، ۲۰۱۱). در ادبیات تحقیق، به منظور تعیین قیمت‌های سایه‌ای ستانده‌های نامطلوب، تابع‌های مسافت به

[1] Undesirable Outputs

[2] Distance Technology Function

سه دسته کلی تقسیم می‌شوند: تابع مسافت ستانده[1]، تابع مسافت نهاده[2] و تابع مسافت ستانده تعمیم یافته (تابع مسافت ستانده جهت‌دار[3]). این تابع‌ها در مطالعات گوناگونی که به منظور تعیین قیمت سایه‌ای آلاینده‌های زیست‌محیطی تاکنون به انجام رسیده است بارها مورد استفاده قرار گرفته‌اند که از جمله آنها می‌توان به بررسی‌های (مورتی و همکاران، ۲۰۰۷)؛ (بائومن و همکاران، ۲۰۰۸) و نیز (پارک و لیم، ۲۰۰۹) ، اشاره کرد. در سطح خرد و در زیربخش‌های کشاورزی ایران در رابطه با تعیین هزینه‌های زیست‌محیطی فعالیت‌ها و بررسی‌های محدودی در کشور انجام شده است که از آن جمله می‌توان به بررسی‌های قربانی و همکاران (۱۳۸۸) در ارتباط با برآورد هزینه‌های زیست‌محیطی انتشار گازهای گلخانه‌ای در گاوداری‌های شیری مشهد و دریجانی (۱۳۸۴) برای تعیین قیمت‌های سایه‌ای آلاینده‌های آلی، شیمیایی و میکروبی از کشتارگاه‌های دام استان تهران اشاره کرد. پژوهش دیگری که در زمینه تعیین قیمت سایه‌ای انواع آلاینده‌ها در کشور انجام شده است، مربوط به بررسی اسماعیلی و محسن‌پور (۱۳۸۹) در تعیین قیمت سایه‌ای آلاینده‌های هوا در نیروگاه‌های کشور می‌باشد. در آن بررسی، با استفاده از تابع مسافت نهاده، قیمت سایه‌ای آلاینده‌های اکسیدهای نیتروژن و اکسیدهای گوگرد برآورد شد. در بررسی آنها، علت استفاده از تابع مسافت نهاده برای تعیین قیمت سایه‌ای آلاینده‌ها، توانایی آن در جهت دادن اعتبار به تولیدکننده برای فعالیت‌های کنترل آلودگی، هنگامی که ستانده‌های نامطلوب در تجزیه و تحلیل وارد می‌شوند، بیان شده است. با این حال تاکنون در ایران، بررسی و ارزیابی جامعی نسبت به تعیین زیان‌های حاصل از انتشار آلاینده‌ها از مجموع زیر بخش‌های کشاورزی انجام نگرفته است و لذا، برتری و وجه تمایز این بررسی نسبت به دیگر بررسی‌هایی که در زمینه تعیین هزینه انتشار آلاینده‌ها از زیربخش‌های کشاورزی ایران انجام شده است، پرداختن به همه زیربخش‌های کشاورزی و تعیین قیمت سایه‌ای انتشار آلاینده زیست محیطی کربن‌دی‌اکسید از مجموعه این زیربخش‌ها است. مصرف انرژی در فعالیت‌های تولیدی بخش کشاورزی مانند زراعت، باغبانی، پرورش دام و طیور و .... نیز همواره با انتشار انواع آلاینده‌های زیست‌محیطی ازجمله کربن‌دی‌اکسید همراه بوده‌اند که جزئی از ستانده‌های نامطلوب در کنار محصولات مختلف و با ارزش (ستانده‌های مطلوب) بخش کشاورزی به شمار می‌رود. در این بررسی، با استفاده از داده‌های موجود در منابع آماری مختلف به منظور محاسبه قیمت

[1] Output Distance Function
[2] Input Distance Function
[3] Directional Output Distance Function

سایه‌ای انتشار گاز گلخانه‌ای کربن‌دی‌اکسید از بخش کشاورزی ایران در بازه زمانی ۱۳۸۹- ۱۳۷۱ از تابع مسافت نهاده استفاده شده است. در ادامه مطلب نخست به معرفی روش تحقیق مورد استفاده در این پژوهش پرداخته شده است. پس از آن، نتایج به دست آمده از مدل ارایه شده و در نهایت بحث و نتیجه‌گیری انجام شده‌است.

روش تحقیق

تابع‌های کنترل آلودگی نیاز به داده‌هایی در مورد هماهنگی بین فرآیند کنترل آلودگی‌های گوناگون دارند و در نهایت روش تابع مسافت قیمت‌های سایه‌ای، تولیدکننده را بر پایه رفتار واقعی تولیدکننده‌ها و نه بر پایه دیدگاه‌های مهندسی برآورد می‌کند (کوئلی، ۲۰۰۰). برتری استفاده از تابع مسافت به جای نمایش تابع تولید این است که به آسانی تولیدات توأم چند محصول را مدل‌سازی می‌کند. چندین برتری در مورد مدل‌سازی توأم کالاهای مطلوب و نامطلوب وجود دارد. اول این که به داده‌های فعالیت‌های کنترل آلودگی نیاز نیست و دیگر این که نیاز به برآورد کمیت آلودگی کاهش یافته و در نتیجه، فعالیت‌ها در جهت کنترل آلودگی نخواهد بود. در این روش، هزینه فعالیت‌های کنترل آلودگی با تولید کاهش یافته کالای مطلوب که در نتیجه تخصیص دوباره نهاده در جهت فعالیت‌های کنترل آلودگی است، محاسبه می‌شود؛ برتری دیگر مدل‌سازی کالاهای مطلوب و نامطلوب این است که از نارسایی‌های ایجاد شده در نمونه‌گیری برای اندازه‌گیری هزینه‌های ناشی شده از تغییر در فرایند تولید و روش‌های کنترل آلودگی پرهیز می‌کند؛ در مدل تولیدات توأم، هماهنگی در مورد فرآیند کاهش در یک یا چند آلودگی، به صورت خودکار مربوط به فناوری تولید می‌شود (اسماعیلی و محسن‌پور، ۱۳۸۹). لذا، بنا بر دیدگاه شفرد (۱۹۵۳و۱۹۷۰) و همچنین فاری و پریمونت (۱۹۹۵)، تابع مسافت برای یک فناوری تولیدی با N نهاده و M ستانده‌ی مطلوب و غیر مطلوب عبارت است از:

$$D(u,x,t)=\sup_{\theta}\left\{\theta:(u,\frac{x}{\theta})\in Y(t),\theta\in R_{+}\right\} \qquad (۱)$$

که در آن، u و x به ترتیب عبارتند از: بردارهای ستانده و نهاده و t نیز متغیر روند زمانی است. همچنین، $Y(t)$ نیز فناوری تولید (امکانات تولید) در زمان t است. به بیان دیگر، ارزش تابع مسافت نهاده عبارت است از بیشینه میزانی از بردار نهاده، که با ثابت درنظر گرفتن بردار ستانده قابل اندازه‌گیری است. ارزش تابع مسافت، کاهش متناسب و کمینه‌ای بردار نهاده را برای دستیابی

به بردار ستانده بر روی یک مرز مشخص بیان می‌دارد (هایلو و ویمن، ۲۰۰۰). تابع مسافت نهاده، ارزش بسیار بالایی برای $u \geq 0$ دارد و دارای روند غیرافزایشی است. همچنین این تابع، تابعی پیوسته از x برای $u \in R_{+}^{M}$ و مقعر و همگن از درجه ۱ است. علاوه براین، تابع مسافت نهاده یک تابع شبه مقعر و نیمه فوقانی پیوسته از u است (شفرد، ۱۹۷۰ و فاری و پریمونت، ۱۹۹۵). ویژگی‌های مربوط به مشتق تابع مسافت نهاده با توجه به ستانده‌های مطلوب و غیرمطلوب قابل تشخیص هستند. برای کنترل آلودگی دو راه وجود دارد: در روش اول می‌توان با ثابت در نظر گرفتن بردار نهاده‌ها به عبارت دیگر، با استفاده نکردن از آنها و یا کاهش شدت به کارگیری آنها از راه‌های مختلف مانند بهبود بهره‌وری در مصرف انرژی از انتشار آلودگی‌ها جلوگیری کرد. در این صورت، با کاهش سطح نهاده‌ها، علاوه بر کاهش ستانده‌های نامطلوب از میزان ستانده‌های مطلوب نیز کاسته می‌شود (رکا، ۲۰۱۱). در روش دوم می‌توان با استفاده از نهاده‌های جدید دیگر از میزان آلودگی جلوگیری کرد، بدون این‌که از میزان ستانده‌های مطلوب کاسته شود. بنابراین، تابع مسافت باید در مورد ستانده‌های نامطلوب غیرکاهشی باشد. در هریک از دو روش یاد شده با تغییرات ایجاد شده می‌توان راهی به سوی یافتن هزینه‌های کنترل آلودگی و در واقع قیمت‌های سایه‌ای آلاینده‌ها ایجاد کرد. همچنین، تابع مسافت نهاده بایستی نسبت به نهاده‌ها غیر کاهشی و نسبت به ستانده‌های مطلوب غیر افزایشی باشد. علت این موضوع این است که ارزش تابع مسافت، بیشینه امکان کاهش متناسب در همه نهاده‌ها را در شرایطی که سطح ستانده‌ها را ثابت در نظر گرفته می‌شوند، اندازه‌گیری می‌کند (همان منبع). مفهوم دیگری که در ارتباط با تابع مسافت نهاده وجود دارد، قابلیت حذف ضعیف ستانده‌ها[1] است که بایستی در مدل در نظر گرفته شود. این مفهوم بدین معنا است که اگر نهاده x توان تولید میزانی از ستانده u را داشته باشد، پس امکان تولید درجه کمتری از آن ستانده را نیز دارا است. از این رو، با وجود مفهوم قابلیت حذف ضعیف، یک ستانده به ضرورت دارای قابلیت حذف آزاد نخواهد بود و با حذف ستانده‌های نامطلوب، هزینه‌ای معادل کاهش تولید ستانده‌های مطلوب بر تولیدکننده عارض می‌شود (اسماعیلی و محسن‌پور، ۱۳۸۹). با استفاده از روش تابع مسافت برای برآورد قیمت سایه‌ای انتشار کربن‌دی‌اکسید از بخش کشاورزی ایران، نیازی به برآورد زیان‌های ایجاد شده ناشی از تولید محصولات کشاورزی نخواهد بود. لازم به یادآوری است که قیمت سایه‌ای هزینه‌های نهایی کنترل آلودگی توسط تولیدکنندگان بخش کشاورزی را نیز بیان می‌کند. علاوه بر این، با در اختیار

[1] Weak Disposability

داشتن هزینه‌های نهایی کنترل آلودگی ناشی از انتشار کربن‌دی‌اکسید در بخش کشاورزی، سیاست‌گذاری زیست‌محیطی مناسب در دیگر بخش‌ها و نیز بخش کشاورزی امکان پذیر خواهد بود.

قیمت سایه‌ای انتشار کربن‌دی‌اکسید با فرض کمینه‌سازی تابع هزینه‌ی تولید فعالیت‌های کشاورزی به‌دست آمده به شرح زیر قابل محاسبه است:

$$C(u,p,t) = \underset{x}{Min}\left\{ p.x : D(u,x.t) \geq 1, x \in R_{+}^{N} \right\} \qquad (۲)$$

که در این رابطه، $p \in R_{+}^{N}$ بردار قیمت نهاده است. رابطه بالا بیانی از ارتباط دوگانه تابع مسافت نهاده و ستانده بر پایه رابطه شفرد (۱۹۵۳ و ۱۹۷۰) است. با انجام عملیات بهینه‌سازی در رابطه (۲) و حل شرط مرتبه اول به طور مستقیم خواهیم داشت:

$$\nabla_u C(u,p,t) = -\lambda(u,p,t).\nabla_u D(u,x,t) = -C(u,p,t).\nabla_u D(u,x,t) \qquad (۳)$$

در این رابطه، λ ضریب فزاینده لاگرانژ و برابر با ارزش تابع هزینه بهینه شده است. قیمت سایه‌ای یک ستانده معین، با محاسبه هزینه ایجاد شده از تولید یک واحد اضافی از آن ستانده محاسبه می‌شود. قیمت سایه‌ای انتشار کربن‌دی‌اکسید در بخش کشاورزی، غیر مثبت است و در نتیجه آن، تابع مسافت نهاده برای آن غیر کاهشی خواهد بود. در صورت نداشتن قیمت نهاده‌های به کار برده شده در تولید محصولات می‌توان از رابطه (۴) که به دست آمده از رابطه (۳) است، برای تعیین نسبت قیمت سایه‌ای ستانده i به ستانده j استفاده کرد. این در شرایطی است که به دلیل در دسترس نبودن قیمت نهاده‌ها، امکان برآورد هزینه بهینه تولید وجود نداشته باشد.

$$\frac{p_i^*}{p_j^*} = \frac{\partial D(u,x,t)/\partial u_i}{\partial D(u,x,t)/\partial u_j} \qquad (۴)$$

از رابطه (۴) مشاهده می‌شود که نسبت قیمت‌های سایه‌ای دو ستانده i و j برابر نسبت جایگزینی میان دو ستانده است. به عبارت دیگر، نسبت قیمت‌های سایه‌ای هر دو ستانده مطلوب و نامطلوب برابر است با نرخ نهایی جایگزینی میان آن دو ستانده و یا به بیان دیگر، نسبت قیمت سایه‌ای برابر با نرخ نهایی جایگزینی کنترل ستانده‌ی نامطلوب (در این‌جا کنترل انتشار گاز کربن‌دی‌اکسید) و ستانده مطلوب است؛ تعبیر دیگر این عبارت بدین مفهوم است که نسبت بالا، شمار واحدهایی از ستانده مطلوب بخش کشاورزی است که تولیدکننده برای جلوگیری از انتشار یک واحد بیشتر از کربن‌دی‌اکسید حاضر به چشم‌پوشی از آن هستند (هایلو و ویمن، ۲۰۰۰). با فرض این‌که قیمت

بازاری و ارزش ستانده مطلوب u_j (در این‌جا تولیدات بخش کشاورزی) برابر با قیمت سایه‌ای آن است، قیمت سایه‌ای (p_i^*) ستانده‌ی نامطلوب u_i(کربن‌دی‌اکسید) از راه رابطه (۵) محاسبه می‌شود.

$$p_i^* = p_j^* \cdot \frac{\partial D(u,x,t)/\partial u_i}{\partial D(u,x,t)/\partial u_j} \qquad (۵)$$

با استفاده از رابطه بالا، قیمت سایه‌ای کربن‌دی‌اکسید انتشار یافته از بخش کشاورزی ایران در بازه زمانی یاد شده محاسبه قابل محاسبه خواهد بود. نسبت قیمت سایه‌ای ستانده‌های مطلوب به ستانده‌های نامطلوب برابر با شیب تابع مسافت مرزی در ستانده ترکیبی مشاهده شده است (فاری و همکاران، ۱۹۹۳). در این بررسی، به منظور برآورد مشخصه (پارامتر)های تشکیل دهنده تابع مسافت نهاده از تابع ترانسلوگ انعطاف‌پذیر استفاده شد. تابع ترانسلوگ به منظور برآورد قیمت‌های سایه‌ای آلاینده‌ها در بسیاری از بررسی‌های اخیر استفاده شده است که از جمله‌ی آن می‌توان به بررسی اسماعیلی و محسن‌پور (۱۳۸۹)، پارک و لیم (۲۰۰۹)، بائومن و همکاران (۲۰۰۸)، سالنیکوف و زلنیکوف (۲۰۰۶) اشاره کرد. شکل ساختاری تابع ترانسلوگ انعطاف‌پذیر به صورت رابطه (۶) است (هایلو، ۲۰۰۳):

$$\begin{aligned}\ln D(u,x,t) = {} & \alpha_0 + \sum_{n=1}^{N}\alpha_n \ln x_n + \sum_{m=1}^{M}\beta_m \ln u_m + \left(\frac{1}{2}\right)\sum_{n=1}^{N}\sum_{n'=1}^{N}\alpha_{nn'} \ln x_n \ln x_{n'} \\ & + \left(\frac{1}{2}\right)\sum_{m=1}^{M}\sum_{m'=1}^{M}\beta_{mm'} \ln u_m \ln u_{m'} + \left(\frac{1}{2}\right)\sum_{n=1}^{N}\sum_{m=1}^{M}\gamma_{nm} \ln x_n \ln u_m \\ & + \alpha_t.t + \frac{1}{2}\alpha_{tt}.t^2 + \sum_{n=1}^{N}\alpha_{nt}.t.\ln x_n + \sum_{m=1}^{M}\beta_{mt}.t.\ln u_m \end{aligned} \qquad (۶)$$

در این رابطه، بردار نهاده‌ها شامل نیروی کار، موجودی سرمایه و انرژی مصرفی در بخش کشاورزی هستند که با عبارت x مشخص شده‌اند. همچنین، ستانده‌های مطلوب و نامطلوب به ترتیب عبارتند از محصولات اصلی بخش کشاورزی که در دوره زمانی مورد بررسی تولید شده‌اند و نیز گاز گلخانه‌ای کربن‌دی‌اکسید که از مصرف سوخت در بخش کشاورزی حاصل شده است که این دو نیز با نشان u مشخص شده‌اند. همچنین در رابطه (۶)، t متغیر روند زمانی است. برای برآورد تابع ترانسلوگ در رابطه (۶)، دو رهیافت عمده پیش روی پژوهشگران قرار دارد که به دو دسته روش‌های اقتصادسنجی و برنامه‌ریزی ریاضی تقسیم می‌شوند. برتری استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی نسبت به رهیافت اقتصادسنجی، ساده بودن امکان برآورد اجزای نظام یافته (سیستماتیک)

تابع در رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی است. این روش برای برآورد مشخصه‌ها، نخستین بار توسط آیگنر و چو (۱۹۶۸) مورد استفاده قرار گرفت. در این روش، مبنای کار بر کمینه‌سازی مجموع انحراف‌های ارزش‌های تابعی از مرز ناشناخته استوار است. استفاده از این روش، مقیاس‌های آماری برای ارزیابی مدل را به همراه ندارد. با این حال، به دلیل اینکه این روش یک روش بهینه‌سازی در چهارچوب برنامه‌ریزی ریاضی است، بسیار انعطاف‌پذیر است و به محقق اجازه می‌دهد که در کنار برابری معادله‌ها، محدودیت‌های غیر برابر را لحاظ کند. اهمیت این موضوع بدین جهت است که چگونگی عملکرد غیر متقارن ستانده‌های مطلوب و نامطلوب در تعیین فناوری، به اتخاذ محدودیت‌های غیر برابر ضعیف در علامت مشتق اول تابع مسافت نهاده بستگی دارد (هایلو و ویمن، ۲۰۰۰). لذا در این بررسی نیز از روش برنامه‌ریزی ریاضی به منظور برآورد مشخصه‌های تشکیل دهنده تابع بالا استفاده شد. تمرکز اصلی مدل مورد استفاده بر برآورد مشخصه‌هایی است که مجموع انحراف‌های ارزش لگاریتمی تابع مسافت را از عدد صفر کمینه می‌کند. همچنین، در این روش، الزام‌های یکنواختی، همگنی و تقارن نیز به عنوان محدودیت در مدل وارد می‌شوند. علاوه‌براین، ارزش تابع مسافت نهاده بایستی بزرگ‌تر یا برابر اشتراک (پیوستگی) همه ترکیب‌های نهاده و ستانده مشاهده شده باشد که این مورد نیز به عنوان یک محدودیت دیگر به مدل اضافه می‌گردد (همان منبع). برآورد تابع مسافت نهاده در شرایط استفاده از روش بهینه‌سازی در رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی که نخستین بار توسط آیگنر و چو (۱۹۶۸) معرفی شد، به صورت رابطه شماره (۷) است.

$$
\begin{array}{llll}
Min_{(\alpha,\beta,\gamma)} & \sum_{t=1}^{T} \ln D(u,x,t) - \ln 1 & & \\
Subject-to: & & & \\
\ln D(u,x,t) \geq 0 & t=1,...,19 & & C_1 \\
\frac{\partial \ln D(u,x,t)}{\partial x_n} \geq 0 & t=1,...,19 & n=1,2,3 & C_2 \\
\frac{\partial \ln D(u,x,t)}{\partial u_m} \leq 0 & t=1,...,19 & m=1 & C_3 \\
\frac{\partial \ln D(u,x,t)}{\partial u_m} \geq 0 & t=1,...,19 & m=1 & C_4 \\
\sum_{n=1}^{N} \alpha_n = 1 & & & C_{5_a} \\
\sum_{n=1}^{N} \alpha_{nn'} = 0 & & n'=1,2,3 & C_{5_b} \\
\sum_{n=1}^{N} \gamma_{nm} = 0 & & m=1 & C_{5_c} \\
\sum_{n=1}^{N} \alpha_{nt} = 0 & & & C_{5_d} \\
\alpha_{nn'} = \alpha_{n'n} & & n,n'=1,2,3 & C_{6_a} \\
\beta_{mm'} = \beta_{m'm} & & m,m'=1 & C_{6_b}
\end{array}
\qquad (۷)
$$

در رابطه (۷)، قید اول بیان می‌کند که ارزش تابع مسافت نهاده برآورد شده بایستی بزرگ‌تر یا برابر ۱ باشد تا مشاهده‌ها را به کاهش به سمت درون یا بر روی مرز تولید سوق دهد. قید دوم شرط یکنواختی تابع مسافت نهاده را نشان می‌دهد که در این صورت بایستی تابع مسافت در مورد نهاده‌ها غیر کاهشی باشد. قید سوم ابراز لزوم غیر افزایشی بودن پیروی تابع مسافت از ستانده‌های مطلوب و همچنین، قید چهارم، شرط غیر کاهشی بودن تابع مسافت از ستانده‌های نامطلوب است. وجود قیدهای سوم و چهارم برای ترکیب نبود تقارن اساسی بین ستانده‌های مطلوب و نامطلوب برای تعیین فناوری تولید مورد نیاز است. عبارت بالا بدین معناست که حذف ستانده‌های مطلوب از چرخه تولید به سادگی امکان‌پذیر بوده و کنترل آلودگی نیز همراه با پرداخت هزینه است. مجموعه قیدهای پنجم به وجود همگنی خطی در نهاده‌های به کار برده شده و همچنین، مجموعه قیدهای ششم وضعیت تقارن مشخصه‌ها را برای ساختار تابعی ترانسلوگ تضمین می‌کند. داده‌های مورد نیاز برای انجام این بررسی از منابع آماری مختلف داخلی استخراج شدند. داده‌های مربوط به میزان انتشار گاز کربن‌دی‌اکسید از بخش کشاورزی ایران و همچنین میزان انرژی مصرفی در این بخش، با استفاده از ترازنامه انرژی جمهوری اسلامی ایران در سال‌های ۱۳۸۹- ۱۳۷۱ محاسبه شد. داده‌های مربوط به نیروی کار شاغل در بخش

کشاورزی نیز به عنوان دیگر نهاده ورودی به مدل، با استفاده از داده‌های سازمان برنامه و بودجه سابق کشور و نیز نتایج طرح‌های آمارگیری نیروی کار که توسط مرکز آمار ایران انجام پذیرفته، استخراج شد. داده‌های موجودی سرمایه‌ی بخش کشاورزی و ارزش تولیدات این بخش نیز با استفاده از داده‌های موجود در پایگاه اینترنتی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و بر پایه قیمت‌های جاری به دست آمدند. همچنین، ستانده‌های مطلوب در این بررسی شامل کالاهای اصلی تولید شده در بخش کشاورزی ایران در مدت یاد شده است که با مراجعه به سازمان‌ها و معاونت‌های وابسته به وزارت جهاد کشاورزی گردآوری شدند. در نهایت، مدل مورد استفاده در این بررسی در نرم افزار GAMS[1] کد نویسی و با استفاده از الگوریتم حل برنامه‌ریزی ریاضی غیر خطی CONOPT3 حل شد.

نتایج و بحث

به منظور تشریح مناسب‌تر نتایج به‌دست آمده، در جدول (۱)، آمار توصیفی مربوط به داده‌های مورد استفاده، به صورت جزء به جزء آمده است.

جدول (۱) آمار توصیفی داده‌های مورد استفاده

	ستانده‌ی نامطلوب	ستانده‌ی مطلوب		نهاده	
	Co_2	میزان تولیدات بخش کشاورزی	ارزش تولیدات بخش کشاورزی	نیروی کار	موجودی سرمایه	انرژی
واحد اندازه‌گیری	میلیون تن	میلیون تن	هزار میلیارد ریال	میلیون نفر	هزار میلیارد ریال	میلیون تن
میانگین	۱۲/۳	۷۷/۷	۲۱۲/۴	۳/۹	۶/۱	۴/۵
انحراف معیار	۲/۹	۱۵/۳	۱۹۸/۴	۰/۵	۲/۴	۶/۴
بیشینه	۲۱/۳	۱۰۶/۱	۶۷۶/۲	۵/۱	۱۰/۷	۶/۱
کمینه	۹/۴	۵۹/۸	۱۸/۱	۳/۳	۳/۳	۳/۸

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج به‌دست آمده از حل مدل نشان داد، مدل مورد استفاده دارای اعتبار مناسبی برای تحلیل و محاسبه قیمت‌های سایه‌ای است. جدول (۲) برآورد مشخصه‌های تابع مسافت نهاده با شکل

[1] General Algebraic Modeling System

خطی ترانسلوگ را ارائه می‌دهد. با توجه به علائم اختصاری مربوط به نهاده‌ها و ستانده‌های مطلوب و نامطلوب که در شکل ساختاری تابع ترانسلوگ آمده است، در جدول (۲)، U_1 و U_2 به ترتیب ستانده‌های مطلوب و نامطلوب یعنی محصولات اصلی بخش کشاورزی ایران و میزان انتشار کربن‌دی‌اکسید در ازای تولید این محصولات است. همچنین، علائم X_1، X_2 و X_3 نیز به ترتیب نهاده‌های موجودی سرمایه، انرژی و نیروی کار هستند.

جدول (۲) مشخصه‌های برآوردی تابع مسافت نهاده با شکل خطی ترانسلوگ

مشخصه	ضریب	مشخصه	ضریب
α_0	۵۶/۹۷۹	$0.5LnX_2LnX_3$	۰/۹۷۴
LnU_1	-۷/۷۱۲	$0.5LnU_1LnU_2$	۰/۰۶۹
LnU_2	-۱/۵۵۹	$0.5LnX_1LnU_1$	۰/۳۶۳
LnX_1	۱۰/۷۵۹	$0.5LnX_1LnU_2$	-۰/۱۹۰
LnX_2	۶/۹۱۲	$0.5LnX_2LnU_1$	۲/۰۱۳
LnX_3	-۱۶/۶۷۲	$0.5LnX_2LnU_2$	-۰/۰۹۹
t	-۰/۴۰۶	$0.5LnX_3LnU_1$	-۲/۳۷۶
$0.5(LnX_1)^2$	۰/۷۶۰	$0.5LnX_3LnU_2$	۰/۲۸۸
$0.5(LnX_2)^2$	-۱/۰۳۳	$t.LnX_1$	-۰/۰۴۴
$0.5(LnX_3)^2$	-۰/۱۵۵	$t.LnX_2$	-۰/۰۲۳
$0.5(LnU_1)^2$	-۴/۰۵۶	$t.LnX_3$	۰/۰۶۶
$0.5(LnU_2)^2$	۰/۱۷۴	$t.LnU_1$	۰/۰۵۷
$0.5LnX_1LnX_2$	۰/۰۵۹	$t.LnU_2$	۰/۰۰۷
$0.5LnX_1LnX_3$	-۰/۸۱۹	$0.5t^2$	۰/۰۰۰۴

منبع: یافته‌های تحقیق

پس از محاسبه ضرایب مربوط به تابع مسافت نهاده، به منظور تعیین زیان حاصل از انتشار کربن‌دی‌اکسید از بخش کشاورزی ایران، با استفاده از این تابع، قیمت سایه‌ای این آلاینده در دوره‌ی زمانی مورد بررسی محاسبه شد که جزء به جزء آن در جدول (۳) آمده است. همان‌گونه که در جدول (۳) قابل مشاهده است، به طور میانگین در طول دوره مورد بررسی، به ازای انتشار هر کیلوگرم کربن‌دی‌اکسید ، سالانه در بخش کشاورزی ایران ۱۴۱+ ریال هزینه ایجاد می‌شود. هزینه مثبت ایجاد شده، تعبیر دیگری از قیمت‌های سایه‌ای منفی آلاینده‌ی کربن‌دی‌اکسید است.

به عبارت دیگر، برای کاهش هر کیلوگرم از کربن‌دی‌اکسید انتشار یافته از بخش کشاورزی ایران در هر سال بایستی به ارزش ۱۴۱ ریال از ستانده‌های مطلوب که همان محصولات بخش کشاورزی ایران می‌باشد کمتر تولید شود. همچنین، مفهوم دیگر این ارزش به این معناست که برای کاهش هر کیلوگرم کربن‌دی‌اکسید باید به میزان ۱۴۱ ریال در سال هزینه صرف نهاده‌های کنترل این آلاینده کرد. لذا، قیمت سایه‌ای انتشار کربن‌دی‌اکسید در جدول (۳) مثبت نوشته شده است.

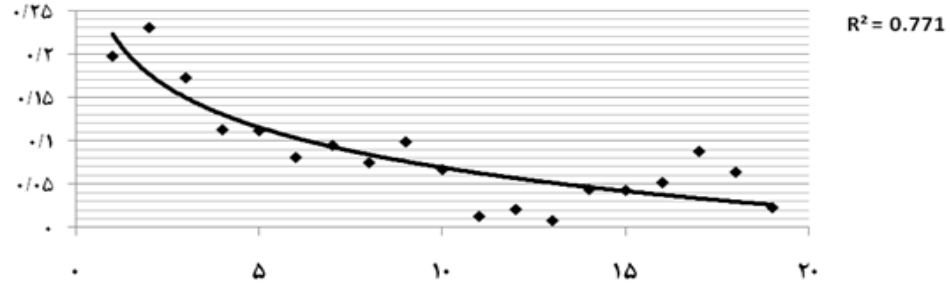
جدول (۳) قیمت سایه‌ای (هزینه‌ی کنترل) انتشار کربن دی اکسید از بخش کشاورزی ایران (ریال/کیلوگرم)

سال	قیمت سایه‌ای	سال	قیمت سایه‌ای
۱۳۷۱	۵۲	۱۳۸۱	۲۷
۱۳۷۲	۸۸	۱۳۸۲	۴۷
۱۳۷۳	۸۹	۱۳۸۳	۲۱
۱۳۷۴	۹۵	۱۳۸۴	۱۲۵
۱۳۷۵	۱۰۵	۱۳۸۵	۱۴۸
۱۳۷۶	۷۹	۱۳۸۶	۲۱۶
۱۳۷۷	۱۱۱	۱۳۸۷	۵۲۷
۱۳۷۸	۱۰۷	۱۳۸۸	۳۹۳
۱۳۷۹	۱۸۲	۱۳۸۹	۱۴۶
۱۳۸۰	۱۲۷	-	-
میانگین (۸۰-۱۳۷۱)	۱۰۳	میانگین (۸۹-۱۳۸۱)	۱۸۳
	میانگین کل دوره	۱۴۱	

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به میانگین میزان انتشار کربن‌دی‌اکسید در طول دوره که در جدول (۱) ارائه شده است، به طور میانگین در هر سال، به میزان ۱۷۴۴ میلیارد ریال زیان از انتشار کربن‌دی‌اکسید ناشی از مصرف انواع سوخت در بخش کشاورزی ایران ایجاد می‌شود و لذا، این رقم برابر میانگین ارزش انتشار کربن‌دی‌اکسید از بخش کشاورزی ایران در هر سال است که با توجه به جدول (۱) برابر با ارزش ۰/۸۲ درصد از تولیدات این بخش است. با توجه به انتشار طیف گسترده‌ای از انواع گازهای آلاینده و گلخانه‌ای از بخش کشاورزی ایران به نظر می‌رسد که همه ساله نسبت ارزش انتشار انواع آلاینده‌ها به ارزش تولیدات این بخش قابل توجه است. به طور حتم، با توجه به نقش کلیدی بخش کشاورزی در تأمین معاش آحاد مختلف جامعه، کاستن از سطح تولیدات این بخش به منظور کنترل آلاینده‌های گلخانه‌ای از جمیع جهات هزینه‌بر و با دشواری‌های فراوان همراه

خواهد بود. همان‌گونه که در شکل (۱) به خوبی مشاهده می‌شود، با گذشت زمان به شکل معناداری از نسبت جایگزینی ستانده‌های مطلوب و نامطلوب (کربن‌دی‌اکسید) بخش کشاورزی ایران کاسته می‌شود. به عبارت دیگر، نرخ نهایی جایگزینی ستانده‌های مطلوب و نامطلوب بخش کشاورزی ایران برای کنترل گاز کربن‌دی‌اکسید دارای روند کاهشی است و این مهم به معنای آن است که به مرور زمان، بایستی به دنبال راه‌های دیگری به غیر از کاستن از سطح تولیدات مطلوب به منظور کنترل این آلاینده بود. همچنین، با توجه به نقش و اهمیت تولیدات و فعالیت‌های مختلف بخش کشاورزی ایران در تأمین غذایی و نیز اشتغال بخش بیشتری از نیروهای کار فعال در جامعه، استفاده از روش‌های بازدارنده مانند دریافت مالیات سبز[1] نیز سودمند نخواهد بود و انگیزه‌ی کار و فعالیت در این بخش را مخدوش می‌کند. لذا، توجه به دیگر روش‌های کنترل آلودگی در این بخش مانند دادن یارانه به منظور اصلاح سطح مکانیزاسیون بخش کشاورزی با روی کار آمدن ماشین‌ها و دستگاه‌های نوین و دارای قابلیت کم دودزایی و مجهز به سامانه‌های جداسازی ذرات معلق از جریان گازهای حامل و یا تأمین بخشی از نهاده‌های مورد نیاز در این زمینه می‌تواند راه‌گشا باشد.

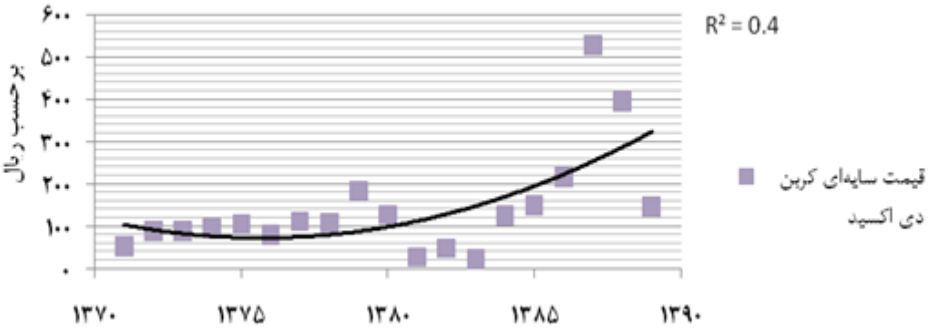


نمودار(۱)نرخ نهایی جایگزینی ستانده‌های مطلوب و نامطلوب (کربن‌دی‌اکسید) در بازه‌های ۵ ساله

با توجه به جدول (۳) همچنین مشاهده می‌شود که میانگین قیمت سایه‌ای هر کیلوگرم کربن‌دی‌اکسید برای بازه‌های زمانی ۸۰-۱۳۷۱ و ۸۹-۱۳۸۱ به ترتیب برابر با ۱۰۳ و ۱۸۳ ریال است. بنابراین، مشخص می‌شود که میانگین قیمت سایه‌ای کربن‌دی‌اکسید در بازه دوم به میزان چشمگیری افزایش یافته است. در این‌جا به‌منظور جداسازی تأثیر نرخ تورم بر افزایش قیمت سایه‌ای کربن‌دی‌اکسید در بررسی روند تغییرات آن در طول دوره، بار دیگر به مفهوم نرخ نهایی جایگزینی کربن‌دی‌اکسید با ستانده‌های مطلوب بخش کشاورزی که به تفسیر آن پرداخته شد،

[1] Green Tax

اشاره و تأکید می‌شود چنانچه بررسی تغییرات آن در شکل (۱) به خوبی مؤید مطلب یاد شده پیشین می‌باشد.



نمودار (۲) تغییرات قیمت سایه‌ای کربن‌دی‌اکسید در بخش کشاورزی ایران

با تحلیل و مقایسه نگاره‌های شماره (۱) و (۲) استنباط می‌شود که در طول دوره‌ی زمانی مورد بررسی، قیمت سایه‌ای کربن‌دی‌اکسید به‌رغم داشتن نوسان دارای سمت و سوی افزایشی است. یکی از کمک‌های بخش کشاورزی به دیگر بخش‌های اقتصادی کمک زیست‌محیطی و انتشار گازهای مؤثر در ازای تولید انواع محصولات گیاهی در این بخش است. بنابراین، افزایش میانگین هزینه‌ی کنترل کربن‌دی‌اکسید در طول دو دوره یاد شده همچنین نشان از کاهش توانایی بخش کشاورزی در رساندن کمک‌های زیست‌محیطی به جامعه است؛ چرا که کنترل انواع آلاینده‌ها مانند کربن‌دی‌اکسید در این بخش همراه با هزینه‌های افزایشی است و لذا، این مهم یک هشدار جدی تلقی می‌شود. به بیان دیگر، علت این موضوع را می‌توان در کاهش توانایی جذب کربن‌دی‌اکسید توسط محیط زیست کشاورزی دانست. به عبارت دیگر، با کاهش توانایی جذب محیط، زیان‌های ایجاد شده افزایش می‌یابد. لذا، برای کنترل این آلاینده هزینه‌های بیشتر مورد انتظار است. بنابراین، این موضوع بایستی در سیاست‌گذاری‌های بخش محیط زیست کشور به منظور برنامه‌ریزی‌های آتی در این حوزه مورد توجه بیشتری قرار گیرد. میانگین هزینه‌ی انتشار سالانه کربن‌دی‌اکسید در بخش کشاورزی ایران همچنین در بررسی سازمان حفاظت محیط زیست و بانک جهانی برای دوره زمانی ۸۹-۱۳۸۱ به میزان ۱۸ ریال بر کیلوگرم گزارش شده است[۱]. لذا، این تفاوت ارقام، نتیجه‌ی بررسی اسماعیلی و محسن‌پور (۱۳۸۹) را که در آن میزان

[۱] به دلیل نبود گزارش آمار مربوط به سال‌های ۸۰-۱۳۷۱ در ترازنامه‌های موجود، این آمار در این‌جا نیز آورده نشده است.

قیمت‌های سایه‌ای محاسباتی آلاینده‌ها بیش از ارقام اعلام شده از سوی سازمان محیط زیست و بانک جهانی (مندرج در ترازنامه‌ی انرژی ایران) بود را تأیید می‌کند. بنابراین، به نظر می‌رسد که استفاده از مفهوم قیمت سایه‌ای گازهای گلخانه‌ای به منظور ارزیابی هزینه‌های انتشار آنها برآورد واقع بینانه‌تری از هزینه‌های اجتماعی ایجاد شده به همراه خواهد داشت.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این بررسی، زیان‌های ناشی از انتشار کربن‌دی‌اکسید به عنوان یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای منتشره در جریان توسعه بخش کشاورزی ایران مورد بحث و ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور، پس از گردآوری داده‌های مورد نیاز، از مفهوم قیمت سایه‌ای انتشار این آلاینده استفاده شد. نتایج به دست آمده از این بررسی نشان داد که به طور میانگین در هر سال، در ازای مصرف سوخت در بخش کشاورزی به منظور تولید انواع محصولات، انتشار هر کیلوگرم کربن‌دی‌اکسید، ۱۴۱ ریال زیان در بر داشته است. به عبارت دیگر، با انتشار کربن‌دی‌اکسید در بخش کشاورزی ایران، سالانه به طور میانگین به میزان ۱۷۴۴ میلیارد ریال هزینه ایجاد می‌شود. با توجه به این مهم و با توجه به مفهوم قیمت سایه‌ای انتشار کربن‌دی‌اکسید، و با در نظر گرفتن نقش کلیدی تولیدات بخش کشاورزی، به نظر می‌رسد که یکی از مهم‌ترین راه‌های کنترل این آلاینده در بخش کشاورزی ایران تأمین نهاده‌های مورد نیاز در این زمینه همانند آسان‌گری اصلاح سطح مکانیزاسیون در این بخش و جایگزینی ماشین‌ها و ادوات فرسوده کشاورزی و یا تجهیز کردن آنها به سامانه‌های جداسازی ذرات معلق از جریان گازهای حامل در ماشین‌های کشاورزی مانند صافی‌های پارچه‌ای و جمع آورنده‌های تر[1] و امثال آن است.

در این بررسی، همچنین مشخص شد که میانگین هزینه انتشار کربن‌دی‌اکسید در بخش کشاورزی ایران در دو دهه گذشته رشد چشمگیری داشته است. این مطلب بدان معنا است که در صورت حمایت نکردن از بخش کشاورزی در زمینه کنترل این آلاینده، متصدیان بخش کشاورزی ایران بایستی سالانه سهم رو به رشدی از تولید ناخالص داخلی در این بخش را صرف تامین این مهم کنند. علاوه بر این، نتایج این بررسی نشان می‌دهد که با توجه به نقش و مساعدت زیست‌محیطی بخش کشاورزی در تصفیه‌ی هوا و افزایش قابلیت‌های گوناگون محیط زیست مانند افزایش توانایی جذب محیط، از میزان این قابلیت در بخش کشاورزی کاسته شده است که افزایش

[1] Wet Collectors

هزینه انتشار کربن‌دی‌اکسید در فاصله این دو دهه نشانه آن است. لذا، ضرورت توجه هرچه بیشتر به این مهم در سیاست‌گذاری‌های آتی زیست‌محیطی به طور کامل احساس می‌شود. استفاده از مفهوم قیمت سایه‌ای به منظور تعیین هزینه‌ی انتشار کربن‌دی‌اکسید در بخش کشاورزی ایران در این بررسی برآورد واقع‌بینانه‌تری از هزینه‌های اجتماعی انتشار این آلاینده نسبت به بررسی‌های سازمان حفاظت محیط زیست کشور به دست داده است. بنابراین، می‌توان با کاربرد مفاهیم اقتصادی در این دست از محاسبه‌های زیست‌محیطی کمک شایان توجهی به انجام برنامه‌ریزی‌های پیش رو در این حوزه کرد. بنابراین ضرورت توجه بیش از پیش به کاهش قابلیت جذب محیط و نیز کاهش کمک‌های زیست‌محیطی بخش کشاورزی با افزایش هزینه کنترل آلاینده‌های هوا همانند کربن‌دی‌اکسید در این بخش بایستی مورد تأکید سیاست‌گذاران قرار گیرد. هم‌چنین کاربرد مفاهیم اقتصادی همچون قیمت سایه‌ای آلاینده‌ها در تعیین زیان‌ها و هزینه‌های زیست‌محیطی ناشی از انجام فعالیت‌های بخش‌های اقتصادی در محاسبه‌های مربوطه در این زمینه نیز چهارچوب واقع بینانه‌تری نسبت به تحلیل اثرگذاری‌های زیست محیطی افزایش آلاینده‌ها نسبت به دیگر روش‌ها ایجاد می‌کند. علاوه بر این، تأمین نهاده‌های مورد نیاز به منظور کنترل انتشار گازهای گلخانه‌ای مانند کربن‌دی‌اکسید در بخش کشاورزی ایران مانند دادن یارانه‌های زیست‌محیطی از سوی نهادهای ذی‌ربط در این خصوص گام موثری در جهت کاهش اثرگذاری‌های زیست‌محیطی و نیز راهی به سوی جلوگیری از افزایش هزینه‌های اجتماعی آن خواهد بود.

منابع

آسافو-آجایی، ج. (۱۳۷۹) اقتصاد محیط زیست برای اقتصاددانان، ترجمه: س. دهقانیان و ز. فرجزاده. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۹.

اسماعیلی، ع. و محسن‌پور، ر. (۱۳۸۹) تعیین قیمت سایه‌ای آلاینده‌های هوا در نیروگاه‌های کشور. پژوهش‌های اقتصادی. ۴: ۸۶-۶۹.

امیربیگی، ح. و احمدی آسور، ا. (۱۳۸۶) بهداشت هوا و روش‌های مبارزه با آلاینده‌ها (محیطی و صنعتی)، اندیشه رفیع، چاپ اول، تهران.

ترازنامه انرژی جمهوری اسلامی ایران. (۱۳۸۹) قابل دسترس در وبگاه: (http://moe.gov.ir).

دریجانی، ع. یزدانی، س. شرزه‌ای، غ. صدرالاشرافی، م و پیکانی، غ. (۱۳۸۵) استخراج قیمت سایه ای آلاینده های زیست محیطی: کاربرد تابع تصادفی فاصله ستانده. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۲۰(۳): ۱۷۶-۱۶۵.

شهیدی‌پور، غ. (۱۳۹۰) بررسی ارتباط بین انتشار گازهای آلاینده، مصرف انرژی و ارزش افزوده در بخش‌های اقتصادی ایران با تاکید بر کشش شدت آلودگی. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.

صداقتی، م. (۱۳۷۱) سیستم های کشاورزی پایدار و نقش آن در حفاظت و بهره برداری از منابع طبیعی. مجموعه مقالات ششمین سمینار ترویج کشاورزی ایران، وزارت جهاد کشاورزی.

قربانی، م. دریجانی، ع. کوچکی، ع و مطلبی، م. (۱۳۸۸) براورد هزینه‌های زیست محیطی انتشار گازهای گلخانه‌ای در گاوداری‌های شیری مشهد. اقتصادکشاورزی و توسعه. سال۱۷(۶۶): ۶۳-۴۳.

نصرنیا، ف و اسماعیلی، ع. (۱۳۸۸) رابطه‌ی علی بین انرژی و اشتغال، سرمایه‌گذاری و ارزش افزوده در بخش کشاورزی. هفتمین کنفرانس اقتصادکشاورزی ایران. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

نوروزی، ر. و خسروی، م. (۱۳۸۹) چشمه‌ها و چاهک‌های انتشار گاز گلخانه‌ای متان و نقش آن در پدیده گرمایش جهانی. مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، زاهدان، ایران.

Aigner, D.J. and Chu, S. F. (1968).On Estimating the Industry Production Function; Amer. Econ. 58: 826-839.

Bauman, Y., Lee, M., and Seely, K. (2008). Does Technological Innovation Really ReduceMarginal Abatement Costs? Some Theory, Algebraic Evidence, and Policy Implications.Environmental and Resource Economics. 40: 507-527.

Coelli, T. (2000).The Econometric Estimation of the Distance Function Representation of the Production Technology; Working Paper, Center of Operations Research and Econometrics (Available at http://www.core.ucl.ac.be).

Faber, M., and J.L.R. Proops. (1991). National Accounting, Time and the Environment: A Neo-Austrian Approach. In:Costanza, R. (ed.) (1991).

Färe, R., Grosskopf, S., Lowell, C., andYaisawarng, S. (1993). Derivation of Shadow Prices for Undesirable Outputs: A Distance Function Approach. Review of Economics and Statistics. 75: 374-380.

Färe, R., Grosskopf, S., Lovell, K., and Pasurka, C. (1998). Multilateral Productivity Comparison When Some Products Are Undesirable: a Non-Parametric Approach. The Review of Economics and Statistics. 71: 90-98.

Fare, R. and Primont, D. (1995). Multi-Output Production and Duality: Theory and Applications; Kluwer Academic, Boston.

Hailu, A., and Veeman, T. S. (2000). Environmentally Sensitive Productivity Analysis of the Canadian Pulp and Paper Industry, 1959−1994: An Input Distance Function Approach. Journal of Environmental Economics and Management. 40: 251-274.

Hailu, A. (2003). Pollution Abatement and Productivity Performance of Regional Canadian Pulp and Paper Industries.Journal of Forest Economics. 9: 5–25

Murty, M. N., Surender, K., and Kishore, K. D. (2007).Measuring Environmental Efficiency of Industry: A case of Study of Thermal Power Generation in India.Environmental and Resource Economics. 38: 31-50.

Park, H., and Lim, J. (2009).Valuation of Marginal CO2 Abatement Options for Electric Power Plants.Energy Policy. 37: 1834-1841.

Rečka, L. (2011). Shadow Price of Air Pollution Emissions in the Czech Energy Sector Estimation from Distance Function. Institute of Economic Studies Faculty of Social Sciences Charles University in Prague.

Salnykov, L. M., and Zelenyuk, V. (2006). Parametric Estimation of Environmental Efficiencies and Shadow Prices of Environmental Pollutants: Cross-country Approach. EERC Working Paper.

Shephard, R.W. (1953). Cost and Production Functions.Princeton Univ. Press, Princeton, NJ.

Shephard, R.W. (1970). Theory of Cost and Production Function; Princeton Univ. Press, Princeton, NJ.