ارزیابی اقتصادی اثرات اجرای توافق‌نامه تغییرات اقلیمی پاریس توسط ایران: کاربرد یک مدل تعادل عمومی قابل محاسبه برای ایران

مهدی نجاتی* ، نور الله صالحی ، نجمه کاویانی پور

*[۱] . نویسنده مسئول ، دانشکده اقتصاد و مدیریت ، دانشگاه باهنر کرمان

mehdi.nejati@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۲/۱۱

چکیده:

با توجه به امضای توافق‌نامه تغییرات اقلیمی پاریس توسط ایران، درتحقیق حاضر با استفاده از مدل تعادل عمومی منطقه ای GTAP–E به بررسی اثرات اجرای این توافق‌نامه بر متغیرهای کلان و متغیرهای مختلف در بخشهای اقتصادی ایران می پردازیم. مدل مذکور شکل تعمیم یافته مدل تعادل عمومی منطقه ایGTAPبالحاظ نمودن انرژی به عنوان عامل تولید می باشد.برای این منظور در قالب دو سناریوتأثیر شوکهای ۴ و ۱۲ درصدی کاهش نرخ رشد دی‌اکسیدکربن بر تولید و قیمت در بخش‌های مختلف و همچنین بر متغیرهای کلان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج هر دو سناریو نشان می‌دهد که کاهش انتشار co2 موجب کاهش تولید در بخشهای مختلف اقتصادی بجز بخش خدمات و نفت شده است. قیمت محصولات در برخی از بخشها مانند صنعت و کشاورزی افزایش و در سایر بخشهاکاهش را نشان می‌دهد. تولید ناخالص داخلی، شاخص قیمت مصرف کننده، سرمایه گذاری و رفاه در هر دو سناریو افزایش یافته‌اند.

کلمات کلیدی:

"آلودگی محیط زیست"، "مدل تعادل عمومی قابل محاسبه"، "انتشار دی‌اکسیدکربن"، "اقتصاد ایران"

Investigating the Economic Impacts of the Paris Climate Change Agreement on the Iranian Economy

Mehdi nejati *, Noor allah Salehi , Najmeh Kavyani pour

Graduate Faculty of Economy, University of Bahonar , Kerman , Iran

*Email Address: mehdi nejati@gmail.com

Abstract

Considering the signature of the Paris climate change agreement by Iran, in the present study, using the GTAP-E general equilibrium model, we examine the effects of implementing this agreement on macro variables and variables in the economic sectors of Iran. The model is a generalized generalization of the GTAP regional general equilibrium model as energy generation as a factor of production. For this purpose, in the two scenarios, the effects of shocks of 4 and 12 percent on the reduction of the carbon dioxide growth rate on production and prices in different sectors and macro variables were investigated. The results of both scenarios show that reducing CO 2 emissions has led to a decline in production in various sectors of the economy, except for the services sector and oil. Prices of products in some sectors, such as industry and agriculture, are rising, and in other sectors it is declining. GDP, consumer price index, investment, and welfare have increased in both scenarios.

Key Words:

“environmental pollution”, “Computable General Equilibrium Model”, “Carbon dioxide emissions”, “Iran's economy”

۱.مقدمه

با افزایش نگرانی ها نسبت به تغییر اقلیم و گرمایش جهانی ،توجه به میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای از منابع مختلف انرژی و تلاش در جهت کنترل این انتشارها در دستور کار دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی قرار گرفته‌است. سازوکار گرمایش زمین به این شکل است که گازهایی که بواسطه سوزندان سوخت‌های فسیلی مثل زغال‌سنگ و نفت وارد جو زمین می‌شوند،مقدار زیادی از اشعه خورشید را مانند یک گلخانه در جو زمین نگاه می‌دارند و دیگر به بیرون از اتمسفر باز نمی‌گردانند.به گازهایی مانند دی‌اکسیدکربن و متان که حرارت زمین را بالا می برند"گازهای گلخانه ای"[۱]گفته می شود.عدم ثبات و غیرقابل پیش‌بینی بودن سرعت تغییر اقلیم از آثار افزایش حرارت محسوب می‌شود.بر اساس گزارش بانک جهانی دی‌اکسیدکربن مهمترین آلاینده زیست محیطی است که در صد بالایی از کل گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص داده و عامل اصلی تغییر آب و هوا محسوب می شود.منبع اصلی انتشار این گاز گسترش مصرف انرژی و احتراق سوخت‌های فسیلی است که در حال حاضر ابزار اصلی تولید انرژی در نظام‌های اقتصادی صنعتی می‌باشد علاوه بر این وجود انرژی عامل اساسی نیل به رشدوتوسعه اقتصادی است وبنابراین درکشورهای در حال توسعه شدیداً مورد نیاز می‌باشد.(مهرابی بشرآبادی و همکاران ۱۳۸۹).

در راستای کاهش آلودگی ناشی از گازهای گلخانه‌ای و جلوگیری از پیامدهای وخیم تغییراقلیم ،در تاریخ ۱۲ دسامبر ۲۰۱۵ توافق‌نامه تغییرات اقلیمی پاریس توسط ۱۹۵ کشور شکل گرفت. براساس موافقت‌نامه پاریس ازکلیه کشورها خواسته شده تا با طراحی و پیگیری سیاست‌ها و برنامه‌های بلندپروازانه تا سال ۲۰۳۰ زمینه را برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش های مختلف اقتصادی فراهم آورند؛همچنین برنامه های مناسب در جهت کاهش پیامدهای ناگوار تغییرات آب و هوا بر وضعیت محیط زیست،امنیت غذایی، سلامت و توسعه پایدار،تنظیم و اجرا نمایند(مرکز پژوهشهای مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۵). هدف کلی این توافق کُند کردن آهنگ گرم شدن زمین می باشد که این موضوع در زمینه مقابله با تغییرات آب و هوا به عنوان سند بین المللی بسیار مهمی است که آثار و پیامدهای قابل ملاحظه‌ای بر وضعیت اقتصادی، توسعه کشورها، جهت‌دهی به تولید و مصرف انرژی، سرمایه‌گذاری و انتقال فناوری‌های روز در جهان خواهد داشت.کشور ایران نیز از امضاءکنندگان این توافق‌نامه می‌باشد،که به دلیل قرار گرفتن در ناحیه خشک و نیمه خشک، بالا بودن خطر وقوع بلایای طبیعی، اقتصاد وابسته به نفت،وجود کلان شهرهایی با آلودگی بالای جوی ومصرف بالای انرژی در معرض تغییرات اقلیمی است.موافقت‌نامه پاریس تعهدآور نیست،گرچه کشورها بر کاهش درجه حرارت زمین و اقداماتی نظیر آن توافق کرده‌اند؛اما اگر کشوری به تعهدات خود عمل نکند هیچگونه الزام حقوقی در قبال عدم تعهد وجود ندارد؛از این گذشته هرچند این توافق‌نامه به تأیید مجلس شورای اسلامی رسیده اما برای قانونی شدن نیاز به تأیید شورای نگهبان دارد لذا در شرایط فعلی اجرای این توافق‌نامه درکشورمان هیچ جنبه قانونی ندارد.از آنجا که ایران در برنامه خود تعهد داده است که ۴ درصد میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را در فاصله سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۳۰به صورت غیر مشروط کاهش دهد و در صورت اتمام تحریم‌ها،حمایت‌های مالی بین‌المللی و انتقال تکنولوژی،این میزان را به سه برابر یعنی ۱۲ درصد افزایش دهد،بررسی تأثیر اجرای این توافق‌نامه از دیدگاه اقتصادی ضروری به نظر می رسد؛ به همین دلیل تحقیق پیش‌رو به دنبال پاسخگویی به این سؤال است که اجرای تعهدات کشور مبنی بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای چه تأثیری بر اقتصاد ایران خواهد داشت. بنابراین دراین مطالعه از نسخه انرژی محورمدل تعادل عمومی "پروژه تحلیل تجارت جهانی"[۲] یا GTAP-E[۳] که یک مدل مناسب جهت ارزیابی اثرات انتشار گازهای گلخانه ای بر اقتصاد می باشد، استفاده شده است.در بخش‌های بعدی این مطالعه پس از مرور اجمالی ادبیات موضوع به معرفی روش تحقیق و تصریح مدل و ارائه یافته‌ها و در نهایت به نتیجه‌گیری و بیان پیشنهادات پرداخته شده‌است.

۱. Greenhouse Gas.

۲. Global Trade Analysis Project (GTAP)

۳. Energy-Environmental Version of the GTAP Model

۲.ادبیات موضوع

در ادبیات داخلی مطالعات متعددی در زمینه ارتباط میان محیط زیست،آلودگی و متغیرهای اقتصادی وجود دارد.در هیچ کدام به طور مستقیم اثرات انتشار گازهای گلخانه‌ای بر اقتصاد ایران مورد بررسی قرار نگرفته است. ارزیابی اثرات تغییر آلودگی(یا تغییر انتشار گازهای گلخانه ای) در قالب مدلهای CGE[۱] نیز از طریق تغییر در نرخ مالیات سبز(کانال غیرمستقیم) صورت گرفته است.اما در این تحقیق بررسی اثرات آلودگی بر اقتصاد ایران به طور مستقیم انجام می شود. به عبارتی وجه تمایز تحقیق حاضر با سایر مطالعات داخلی این است که سناریوهای تحقیق به صورت تغییر در میزان آلودگی یا انتشار CO2 مورد ارزیابی قرار می گیرد. مراد حاصل و مزینی(۱۳۸۶)،به بررسی اثرات متقابل رشد اقتصادی و کیفیت زیست محیطی بر سلامت با روش داده‌های تلفیقی پرداختند.نتایج حکایت از آن دارد که علی‌رغم تأثیر مثبت رشد اقتصادی بر سطح سلامت،چنانچه کشورها نتوانند تبعات زیست محیطی ناشی از فرآیند رشد اقتصادی خود را کاهش دهند بخشی از آثار مثبت رشد اقتصادی بر سطح سلامت خنثی خواهد شد.محمدوند ناهیدی و قلی پور(۱۳۹۱)، به برآورد و بررسی رابطه علّی بین انتشار گازدی‌اکسیدکربن به عنوان شاخص آلودگی محیط‌زیست ومتغیرهای کلان اقتصادی(رشد اقتصادی،مصرف انرژی و سرمایه گذاری مستقیم خارجی)با استفاده از آزمون گرنجر و روش داده‌های تلفیقی پرداختند.نتایج ملاحظه شده علاوه بر اینکه فرضیه زیست محیطی کوزنتس را برای کشورهای مورد بررسی تأیید می‌کند،وجود یک رابطه علّی را نیز بین متغیرهای کلان اقتصادی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن نشان می‌دهد. حسینی نسب و پایکاری(۱۳۹۱)، به بررسی اثر رشد اقتصادی و آزادسازی تجاری بر آلودگی محیط زیست با استفاده از الگوی داده‌های پانلی پرداختند.نتایج به دست آمده از نمونه‌های مورد بررسی،منحنی کوزنتس را برای هر دو نوع آلودگی در کشورهای توسعه یافته مورد تأیید قرار می‌دهد اما برای گروه کشورهای در حال توسعه تنها آلودگی آب با منحنی کوزنتس منطبق بوده و آلودگی هوا از منحنی کوزنتس پیروی نمی‌کند. مقیمی و دیگران(۱۳۹۰)، به مطالعه آثار رفاهی و زیست محیطی ناشی از کاهش آلودگی از طریق وضع مالیات سبز و کاهش یارانه سوخت در ایران با استفاده از مدل CGE پرداختند. نتایج نشانگراین‌است‌که با وضع مالیات بر سوخت تقاضای واسطه‌ای و مصرفی سوخت‌های فسیلی کاهش می‌یابد.در همه سناریوها با لحاظ اثر مثبت کاهش آلودگی، تغییرات رفاه مثبت است و میزان آن با افزایش نرخ مالیات افزایش می‌یابد. هادیان و اسلامی اندارگلی(۱۳۹۳) با استعانت از یک مدل تعادل عمومی محاسبه پذیر اثرات وضع مالیات سبز را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که وضع مالیات بر حاملهای انرژی(مالیات سبز) موجب کاهش اشتغال می‌شود.اما شوک آنی در مالیات سبز اثرات بیشتر و شوک تدریجی اثرات کمتر بر اشتغال خواهد گذاشت.جعفری صمیمی و علیزاده ملفه(۱۳۹۵) در قالب مدل تعادل عمومی پیامدهای اقتصادی افزایش نرخ مالیات سبز را بررسی نمودند.شواهد مطالعه مذکور نشانگر رابطه مستقیم بین مالیات سبز و رشد اقتصادی در ایران می‌باشد.

در ادبیات خارجی مطالعات وسیعی در مورد رابطه میان محیط زیست،آلودگی و اقتصاد صورت گرفته که در زیر به برخی از آنها اشاره می‌شود.گنزالس ودلینک(۲۰۰۵)[۲]،در مطالعه‌ای اثرات اقتصادی کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن در کشور اسپانیا را با استفاده از یک مدل تعادل عمومی قابل محاسبه مورد ارزیابی قرار دادند.نتایج نشان می‌دهد که کاهش انتشار دی اکسید کربن موجب کاهش رفاه اقتصادی،سرمایه گذاری،مصرف و تولید ناخالص داخلی می‌شود.علاوه براین تولید بخش‌های مختلف و مصرف نهاده‌های انرژی نیز کاهش یافته است.وبستر و آتاشی(۲۰۱۳)[۳] در قالب تکنیک داده-ستانده به ارزیابی تاثیر مالیات‌های زیست محیطی در چارچوب اقتصاد ملی و اقتصاد باز کشور انگلستان پرداختند. نتایج نشان داد که این سیاستهای مالیاتی درکوتاه‌مدت هیچ تغییری در قیمت کالاهای نهایی ایجاد نمی‌کند اما بر میزان سودآوری بنگاه‌های تولیدی اثرگذار می‌باشد.آنتونی(۲۰۱۳)[۴] اثرات اخذ مالیات زیست محیطی از حامل‌های انرژی را در کشورهای مختلف با بکارگیری یک مدل CGE مورد بررسی قرار داد.نتایج نشان داد که اگر پایه مالیاتی به سمت مالیات‌های زیست محیطی تغییر نماید،فرارهای مالیاتی کاهش می یابد. بدنبال این موضوع،هزینه‌های رفاهی کنترل انتشار آلودگی درکشورهای آمریکا، چین و هند کاهش می یابد.اورلو و گرس(۲۰۱۴)[۵] در چارچوب یک مدل تعادل عمومی قابل محاسبه به بررسی آثار مالیات برکربن در کشور روسیه پرداختند.چنانچه مالیات کربن جایگزین مالیات کار شود،درآمد حاصل از واردات بر صادرات،

۱. Computational General Equilibrium (CGE)

۲. Gonzalez,M.and Dellink R.(2005)

۳. Webster and Ayatakshi(2013)

۴. Anthony(2013)

۵. Orlov and Grethe(2014)

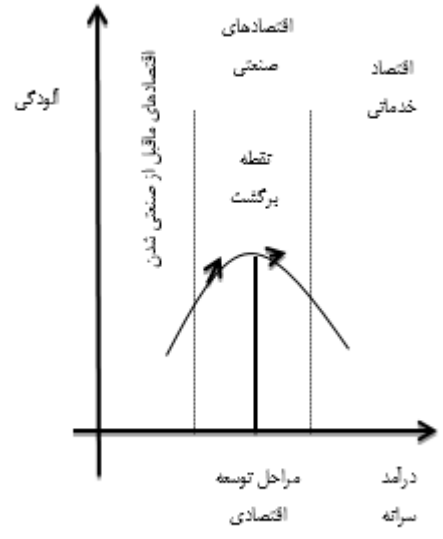
تعرفه‌های وارداتی،مالیات بر ارزش افزوده و برخی از مالیات‌های غیرمستقیم افزایش می‌یابد.منگ و دیگران(۲۰۱۵)[۱]اثرات رشد اقتصادی،مراقبت بهداشتی وکاهش آلودگی را در یک مدل ر شد درونزا بررسی کردند،نتیجه نشان داد که پرداختن به بهداشت و کاهش آلودگی مسلما به نرخ رشد کمک می‌کند و اگر اقدام جهت کاهش آلودگی کمرنگ شود نرخ رشد آسیب می‌بیند.لیچر و دیگران(۲۰۱۷)[۲]اثرات آلودگی هوا را روی بهره‌وری بازیکنان فوتبال با استفاده از داده‌های پنل روی بازیکنان فوتبال حرفه‌ای جهان در آلمان برای دوره ۲۰۱۱-۱۹۹۹ مطالعه‌کردند. نتایج تجزیه و تحلیل اثرات منفی معناداری را از آلودگی هوا روی بهره‌وری بازیکنان نشان می‌دهد که با تعداد کل پاس‌هادر هر مسابقه اندازه‌گیری‌شده‌است.

۳.مبانی نظری و تصریح مدل

به دنبال رشد گسترده اقتصادی بعد از جنگ جهانی دوم و به خصوص در دو دهه اخیر،مباحث زیست محیطی و عوامل مؤثر بر آن در دنیای آکادمیک اقتصاد رونق خاصی گرفتند.در این قسمت برای نمونه مبانی نظری ارتباط بین آلودگی‌های زیست محیطی و رشد اقتصادی ذکرشده‌است.

۳-۱- رابطه رشد اقتصادی و آلودگی زیستی

انتشار گازهای گلخانه‌ای ارتباط نزدیکی با مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی دارد.مطالعات متعددی به بررسی و پایش ارتباط آلودگی و رشد در قالب فرضیه انتقال زیست محیطی یا منحنی کوزنتس[۳] پرداخته‌اند[۴].در تمامی این مطالعات ارتباط بین رشد وآلودگی به صورت یک U وارون در نظر گرفته شده و هدف اصلی آنها آزمون فروض منحنی کوزنتس در مناطق موردمطالعه بوده است.بر اساس EKC یک رابطه بلندمدت بین رشد و آثار زیست محیطی وجود دارد. همراه با سرعت گرفتن توسعه که با افزایش و تشدید استخراج منابع نفتی و کشاورزی و دیگر منابع رخ می‌دهد،در مرحله جهش و خیز اقتصادی نرخ استخراج منابع از نرخ بازتولید آنها فراتر می‌رود ایجاد آلودگی هم از نظر مقدار و هم از نظر سمی بودن افزایش می‌یابد.در سطوح بالاتر رشد، تغییر ساختاری به سمت خدمات و صنایعی می‌رود که بیشتر روی اطلا عات متمرکز ند. با افزایش آ گاهی و اطلا عات زیست محیطی،اجرای قوانین زیست محیطی،تکنولوژی بهتر و هزینه‌های زیست محیطی بالاتر که منجر به کاهش سطح و کاهش تدریجی تخریب محیط زیست می شود همراه می‌گردد.فرض بر این ا ست که به مجرد عبور درآمد از نقطه بازگشت EKC تغییر به سمت ارتقا و بهبود محیط زیست آغاز می‌گردد (دیندا۲۰۰۴)[۵].در مجموع منحنی کوزنتس رابطه میان دو جریان درآمد سرانه و انتشار سرانه آلودگی را تجزیه و تحلیل می‌کند. پایداری بلندمدت این رابطه، نه تنها به سطح آلوده‌کننده‌های زیست محیطی وابسته است بلکه به ظرفیت جذب آلوده‌کننده‌ها توسط محیط زیست نیز بستگی دارد(اصغرپورو دیگران، ۱۳۹۲).شکل شماره ۱ نشانگر این موضوع می باشد.



شکل ۱: منحنی زیست محیطی کوزنتس ماخذ: اصغرپور و دیگران(۱۳۹۲)

اقتصاددانان مختلف در مورد رابطه بین رشد اقتصادی و آلودگی صورت گرفت و چون پژوهشگران به منحنی مشابهی همانند منحنی کوزنتس در این حوزه رسیدند این منحنی را نیز منحنی زیست محیطی کوزنتس نامیدند.

[۱]. Meng et al (2015)

[۲]. Lichter A.Pestel N.Sommer E.(2017).

[۳].کوزنتس فرضیه خود را برای اولین بار در سال ۱۹۹۵ بیان نمود که به بررسی رابطه بین نابرابری درآمدی و رشد اقتصادی در آن پرداخت وی در مطالعات خود به این نتیجه رسید که تا سطح معینی از درآمد، رشد اقتصادی باعث بدتر شدن توزیع درآمد می‌گردد ولی از آن سطح به بعد همراه با رشد اقتصادی ،توزیع درآمد برابرتر می‌شود.پس از آن کارهای بسیاری توسط

[۴]. Environmental Kuznets Curve (EKC)

[۵]. Dinda (2004)

براساس مبانی تئوری در زمینه رابطه بین رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست علت U شکل بودن منحنی کوزنتس به چند دلیل می باشد.**اولا**، کشورهای ثروتمند ممکن است بواسطه‌ی ظرفیت‌های زیست محیطی و سازمانی بهتر، توان بالاتری برای اجرای مقررات و قوانین حفاظت از محیط زیست داشته باشند (نیومایر ،۲۰۰۲)[۱]. **ثانیا**، احتمالا بهبود رشد اقتصادی منجر به رشد تکنولوژی مدرن و پاک در فرایند تولید می شود،بنابراین آلودگی به ازای هر واحد تولید کاهش خواهد یافت (لوپز ،۱۹۹۲)[۲]. **ثالثا**، با افزایش درآمد و سطح توسعه اقتصادی، سهم صنعت از کل تولیدات کاهش و سهم خدمات افزایش می‌یابد این تغییرات بین بخشی ممکن است سهم بخش‌هایی که آلایندگی کمتر دارند را افزایش دهد. **رابعا**، افزایش درآمد، نرخ رشد پایین جمعیت را به ارمغان می‌آورد، بنابراین فشار جمعیت بر محیط زیست کاهش می یابد. اگر چه همه موارد رشد جمعیت مضر محیط زیست نبوده است (سایمون ۱۹۹۶)[۳].در ادبیات نظری و تجربی علاوه بر رابطه U شکل نوع دیگری از ارتباط بین کیفیت محیط زیست و رشد اقتصادی مانند رابطه N شکل وجود دارد (وانگ و همکاران،۲۰۱۶)[۴]. رابطه N شکل در مطالعاتی از قبیل شفیق (۱۹۹۴)[۵] و گراسمن و کروگر (۱۹۹۵)[۶] ارائه شده است. به این مفهوم که آلودگی در ابتدا همراه با افزایش درآمد افزایش، سپس کاهش و سرانجام دوباره افزایش می یابد. بنابراین منحنی U وارون ممکن است فقط برای دو بخش اول رابطه N شکل مطابقت داشته باشد.

در سطح خرد تولیدکنندگان برای کاهش انتشار co2 باید هزینه‌های زیادی را متحمل شوند تا بتوانند انتشار آن را محدود نموده یا از بین ببرند. برای تحقق این امر سه راهکار وجود دارد: اولا تولید را کاهش دهند که در نتیجه با کاهش تولید آلودگی نیز کم می شود، ثانیا از انرژی های جایگزین که آلودگی کمتری دارند، استفاده نمایند، به عنوان مثال از برق به جای گاز استفاده گردد، ثالثا تکنولوژی با آلایندگی کمتری را بکار گیرند(امیرتیموری و دیگران، ۱۳۹۳). به عبارت دیگر تکنولوژی پاک را مورد استفاده قرار دهند. لازم به ذکر است که ترکیبی از دو یا سه راهکار را نیز می توانند اتخاذ کنند.

۲-۳-معرفی مدل تعادل عمومی GTAP-E[۷]

جریان آلودگی محیط زیست ناشی از دی‌اکسیدکربن می‌تواند از طریق پیوند بین بخش‌ها،عوامل اقتصادی و همچنین پیوند بین مناطق مختلف،تمام متغیرهای کلان و خرد اقتصادی را تحت تاثیر قرار دهد.یافتن مدلهایی که بتواند این اثرات را به طور گسترده و با فرض عدم ثبات سایر شرایط مورد بررسی قرار دهد، امری مفید و ضروری خواهد بود. برای این منظور از مدل چند عاملی، چند بخشی و چند منطقه ای GTAP-E استفاده گردیده است. این مدل شکل تعمیم یافته مدل تعادل عمومی GTAPمی باشد که توسط هرتل(۱۹۹۷)[۸] طراحی شده است. لذا ابتدا خصوصیات مشترک این دومدل را مورد بررسی قرار می دهیم و در قسمت بعد خصوصیات مربوط به مدل GTAP-E اشاره می‌شود. مدل GTAPیک مدل ایستا است. فعالیت‌های رفتاری و مبادلات بین بخشی و بین منطقه ای آن متشکل از دو جزء معادلات اصلی مشتمل بر روابط حسابداری[۹] و معادلات رفتاری[۱۰]می‌باشد.روابط حسابداری، دربردارنده داده های موجود در جداول ماتریس حسابداری اجتماعی و داده-ستانده بوده و معادلات رفتاری نشانگر رفتار عوامل اقتصادی مدل در زمینه تولید،مصرف،پس انداز و سرمایه‌گذاری منطقه‌ای است. مدل ریاضی آن مشتمل بر مجموعه ای از معادلات غیر خطی است که از تئوری حداکثر سازی اقتصاد خرد توسط روش دوگان همراه با روابط حسابداری استخراج شده

---

۱. Neumayer
2 .Lopez
3 . Simon
۴. Wang et al
۵. Shafik
۶. Grossman and Kruger

۷. برای آشنایی بیشتر با مدل مذکور به https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=923 مراجعه شود.
۸. Hertel (1997)
۹. Accounting Relationships
۱۰. Behavioral Equations

است. هر منطقه متشکل از چهار عامل اقتصادی خانوار منطقه ای نمونه[۱]، خانوار خصوصی[۲]، دولت و بنگاه‌ها است[۳].

خانوار منطقه‌ای صاحب عوامل اولیه مورد استفاده در تولید بنگاه‌ها است.درآمد خانوار منطقه‌ای حاصل جمع ارزش فروش عوامل تولید و انواع مالیات‌ها و تعرفه‌ها است و تخصیص این درآمدها به پس انداز، خانوار خصوصی و دولت براساس یک تابع کاب داگلاس صورت می گیرد.دولت و خانوار خصوصی با دریافت درآمد از خانوار منطقه‌ای کالاها و خدمات مصرفی مورد نیاز خود را از بازارهای داخلی و خارجی خریداری می‌کنند.در این مدل بدلیل غیر هموتتیک بودن تابع مطلوبیت خانوار خصوصی، همراه با تغییرات درآمد، سهم هزینه کالاهای مختلف در بودجه خانوار ثابت نخواهد بود.توابع تقاضای مصرفی دولت با استفاده از یک تابع مطلوبیت کاب داگلاس استخراج می‌گردد که سهم هزینه کالاهای مختلف ثابت می باشد. بنگاه‌ها کالاهای واسط و نهاده‌های اولیه را برای تولید کالاها و خدمات بکار می‌برند و با ترکیب این عوامل، به تولید انواع کالاها و خدمات می‌پردازند.کلیه عوامل به جز زمین و منابع طبیعی دارای تحرک کامل در بین بخش های مختلف می باشند. هر بخش یا بنگاه در اقتصاد یک ستاده همگن تولید می‌کند.فروش این کالاها در داخل و خارج از هر منطقه صورت می‌گیرد.فرض رقابت کامل و بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در تولید همه کالاها و همچنین در تمام بازارها برقرار است.براساس بستار استاندارد[۴] مدل، مقادیر حقیقی ازجمله تولید تمام بخش‌ها،تقاضای عوامل، صادرات، واردات و همچنین تمام قیمت‌ها در چارچوب مدل تعیین می‌شوند.بورنیاکس و ترونگ (۲۰۰۲)[۵]، با لحاظ نمودن عامل انرژی و همچنین گنجاندن میزان انتشار دی اکسید کربن حاصل از سوخت‌های فسیلی در مدل GTAP امکان ارزیابی سیاست‌های زیست محیطی را فراهم نمودند، به همین دلیل مدل تعمیم یافته به مدل GTAP-Eمشهور می‌باشد. انرژی به صورت ۵ حامل ازجمله گاز، نفت خام، الکتریسیته، زغال سنگ و فراورده‌های نفتی در مدل منظور شده‌است.در طرف تولید هر بنگاه می‌تواند علاوه بر کالاهای واسط و عوامل اولیه تولید مانند نیروی کار و سرمایه،از حامل‌های مختلف انرژی به عنوان نهاده در فرایند تولید استفاده نماید.در سبد مصرفی خانوار و دولت حامل‌های مذکور نیز وجود دارد.[۶]

۳-۳- ساختار تولید و تقاضا در مدلGTAP-E:

آشیانه تولید در مدل GTAP-E توسط شکل شماره ۲ نشان داده شده است. در بالاترین لایه، تولید کل با استفاده از ترکیب عوامل اولیه تولید(ارزش افزوده) و ترکیب کالاهای واسط مشخص می‌گردد. در این مرحله تابع هدف یک تابع لئونتیف خواهد بود. به عبارت دیگر کشش جایگزینی بین ترکیب عوامل اولیه تولید و کالاهای واسط صفر درنظر گرفته شده است. در لایه دوم(سمت چپ) ارزش افزوده بنگاه از ترکیب بهینه عوامل اولیه تولید اعم از انرژی و غیر انرژی براساس یک تابع با کشش جایگزینی ثابت(CES)[۷] حاصل می‌شود.در مرحله بعد ترکیب بهینه نهاده‌های واسط با استفاده از یک تابع CES و با فرض کشش جانشینی ثابت بین ترکیب خارجی و کالاهای واسط داخلی بدست می آید(فرض آرمینگتون). ترکیب کالاهای واسط خارجی نیز متشکل از انواع کالاهای واسط که از مناطق یا کشورهای مختلف وارد می شوند، ایجاد می شود(سمت راست آشیانه).لازم به ذکر است که کشش جایگزینی بین انواع کالاهای واسط خارجی غیر صفر و مثبت است. یکی از تعدیلات انجام شده در مدل GTAP برای رسیدن به GTAP-E لحاظ نمودن انواع حامل‌های انرژی به عنوان نهاده‌های تولید است. برای این منظور لایه جدیدی که نشان دهنده ترکیب سرمایه و انرژی است به مدل اولیه GTAP اضافه شده است (شکل ۳). بنگاه در مرحله اول تقاضای بهینه سرمایه و کالای مرکب انرژی را مشخص می نماید و سپس تقاضای بهینه انرژی الکتریکی و غیرالکتریکی معین می‌شود. در لایه غیر برقی(غیر الکتریکی) بنگاه بدنبال استخراج تقاضای بهینه برای نهاده‌های زغال سنگ، نفت خام، نفت و نفت گاز می‌باشد. در نهایت تقاضای بهینه خارجی(میزان واردات) هر کدام از

---

۱. Representative Regional Household

۲. Private Household

۳. https://www.gtap.agecon.purdue.edu/models/current.asp

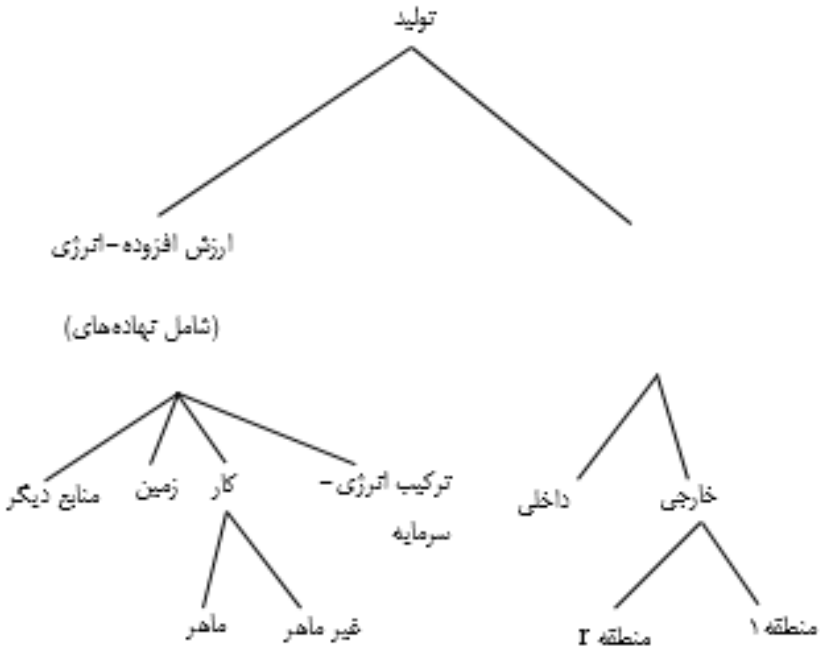
۴. Standard Closure

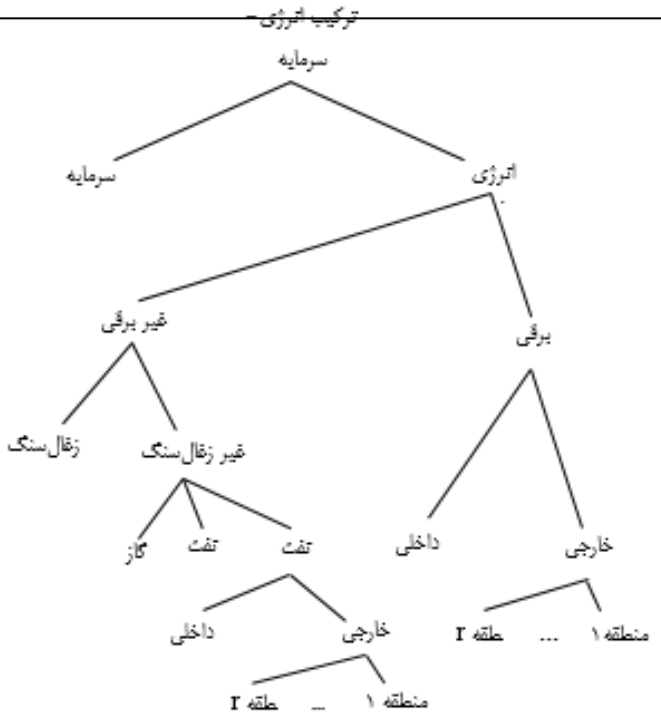
۵. Burniaux&Truong

۶. این قسمت برگرفته از رساله دکتری نجاتی(۱۳۹۱) و هرتل(۱۹۹۷) می باشد.

۷. Constant Elasticity of Substitution

حامل‌های انرژی در آخرین لایه توسط بنگاه مشخص خواهد شد.
در مجموع شکل ۳ بیان می‌کند که بنگاه می‌تواند انواع حامل‌های انرژی را از داخل و خارج خریداری نماید. لازم به ذکر اســـت که تابع هدف در هر کدام از لایه‌ها یک تابع CESمی باشد.

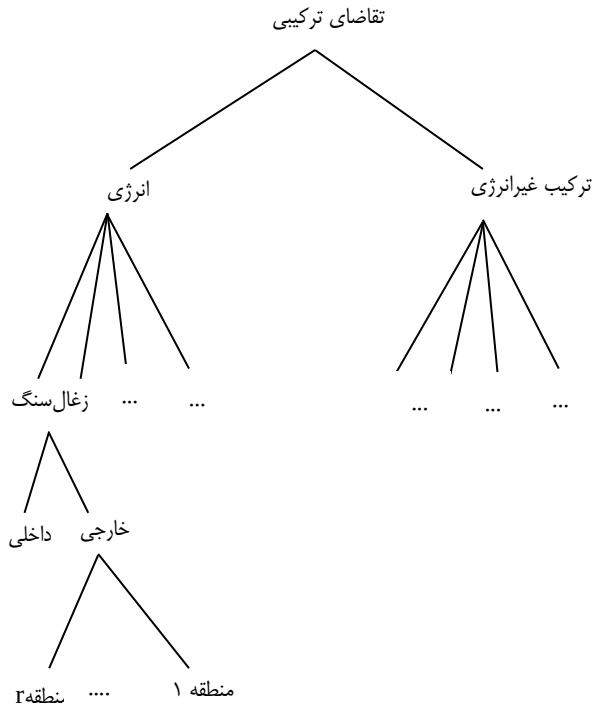




شکل۳: ساختار ترکیب انرژی_سرمایه ماخذ: بورتیاکس و ترونگ (۲۰۰۲)

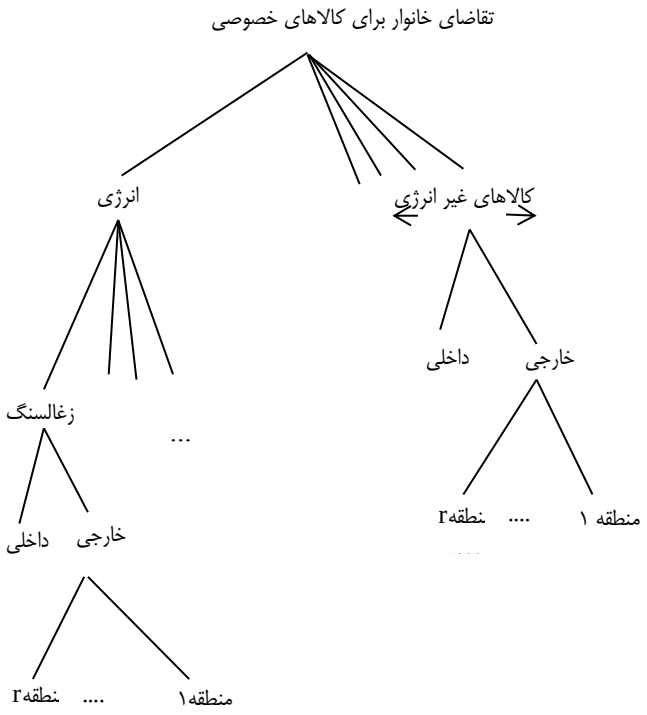
مصـرف دولت و خانوار در این مدل مانند سـایر مدل‌های CGE لایه‌ای است(اشکال ۴ و ۵). تقاضای مرکب دولت و خانوار مشتمل بر ترکیب انرژی و غیر انرژی می باشد. در لایه اول تقاضای بهینه مرکب انرژی و غیر انرژی توسـط خانوار و دولت مشـخص می گردد. در لایه‌های بعدی تقاضای بهینه برای هرکدام

از حامل‌های انرژی(نفت، برق و...) و سـایر کالاها اسـتخراج می گردد و درنهایت تقاضـای وارداتی انرژی و غیر انرژی خانوار و دولت به تفکیک سایر مناطق دنیا حاصل می شود. به بیان دیگردر سـبد خانوار و دولت انرژی و سـایر کالاها وجود دارد که تامین اجزای این سـبد از داخل و سـایر مناطق و کشـورهای دنیا تامین می‌گردد.



شکل۵ :ساختار مصرف خانوارGTAP-E ماخذ: بورنیاکس و ترونگ (۲۰۰۲)

شکل۴:ساختار مصرف دولت درGTAP-E ماخذ: بورنیاکس و ترونگ (۲۰۰۲)



4- داده‌های تحقیق و منابع آماری

داده‌های مورد نیازبرای انجام تحقیق حاضر از نسخه ۹ پایگاه داده های GTAP[1] ستفاده می شود. این داده‌ها تو سط کار شنا سان اقتصـادی خبره از سـراسـر دنیا در مرکز تحلیل تجارت جهانی در دانشگاه پردو[1] برای مناطق مختلف[2] جمع آوری استفاده شده است و مشـــتمل بر ماتریس حســـابداری اجتماعی[3] ۱۴۰منطقه و ۵۷ بخش،برای سالهای ۲۰۰۴، ۲۰۰۷ و ۲۰۱۱ می‌باشد. ماتریس حسابداری اجتماعی در مدل‌های تعادل عمومی به عنوان منبع اصلی داده محسوب می‌گردد. اما برای قابل کاربرد شـــدن در قالب مدل‌های تعادل عمومی باید این جدول تجمیع یا کلی‌سـازی گردد. به عنوان مثال ممکن اسـت کاربر براســاس مطالعه‌ای که انجام می‌دهد، بخواهد تعداد بخش‌ها را به چهار بخش صنعت، کشاورزی، نفت و گاز و خدمات خلاصه نماید. برای این منظور همراه با پایگاه داده‌های GTAPنرم افزار GTAPagg[4] ضمیمه شده است که نقش اصلی آن تجمیع داده‌ها و آماده نمودن آنها جهت اسـتفاده در مدل‌های تعادل عمومی می‌باشـد. داده‌های مربوط به حامل‌های انرژی و میزان م صرف آنها در بخش‌ها و نهادهای مختلف و همچنین میزان انتشـار آلودگی ناشـی از مصـرف آن‌ها در یک بسـته جداگانه همراه با پایگاه داده های اصلی ضمیمه شده است. در پایگاه داده مذکور حاملهای انرژی شـــامل نفت‌خام، فرآورده های نفتی، گاز، برق و زغال سنگ می‌باشد. می توان بعد از تجمیع داده‌ها موارد فوق را مشاهده نمود و در مدل مورد نظر مورد استفاده قرار داد[5]. در تحقیق حاضر تجمیع داده‌های مربوط به مناطق، عوامل اولیه تولید و بخش‌های مختلف به صـورت جدول شـماره ۱ می‌باشـد.ماتریس حسـابداری اجتماعی مورد استفاده برای سال۲۰۱۱ است.

جدول (۱)- تجمیع داده ها منبع: یافته‌های تحقیق

مجموعه	قبل از تجمیع	بعد از تجمیع
بخش ها	۵۷ بخش و زیربخش	کشاورزی، صنعت(انرژی بر)[1]، صنعت(سایر)، خدمات، نفت، فرآورده های نفتی، گاز، برق و زغال سنگ
عوامل اولیه تولید	نیروی کار به تفکیک ۵ مهارت، منابع طبیعی، زمین، سرمایه	نیروی کارماهر، نیروی کار غیرماهر، منابع طبیعی، زمین، سرمایه
مناطق	۱۴۰ منطقه یا کشور	ایران، بقیه دنیا

استفاده در این ماتریس عمدتا جداول داده ستانده، آمارهای درآمد ملی و نیز آمارهای مربوط به درآمد و هزینه خانوار می باشد (تشکینی، ۱۳۹۳). به عنوان مثال مقدار هزینه هر بخش را روی کالاهای واسط و عوامل اولیه تولید نشان می دهد. برای اینکه داده‌های خام ماتریس حسابداری اجتماعی قابل کاربرد در مدلهای تعادل عمومی قابل محاسبه باشد، نیاز به تجمیع دارد. به عنوان مثال اگر ابتدا بخش صنعت در ماتریس به ۱۰ زیر بخش تفکیک شده باشد و محقق بخواهد اثر یک سناریو را روی کل بخش صنعت مشاهده نماید، ابتدا باید کلیه مبادلاتی که توسط ۱۰ زیر بخش صنعت با سایر بخشها و نهادها صورت گرفته است را تجمیع نماید. به عبارت دیگر تمام مبادلات ۱۰ زیر بخش را در قالب یک بخش خلاصه نماید که با جمع مبادلات تمام زیربخشها این امر صورت می‌گیرد.

---

[1]. Purdue University

[2]. مناطق موجود در پایگاه داده های مربوط به مدلهای GTAP و GTAP-E را می توان در آدرس

https://www.gtap.agecon.purdue.edu/databases/regions.asp?Version=9.211 مشاهده نمود.

[3]. (Social Accounting Matrix) ماتریس حسابداری اجتماعی ماتریس مربعی است که مجموعه حساب‌هایی را نشان می دهد که جریان درآمد بین فعالیت‌های تولید، عوامل تولید و نهادها را توصیف می نماید. این ماتریس جریان‌های پولی را از طریق ستون‌ها(هزینه ها) و ردیف‌ها(درآمدها) انجام می دهد، بطوری‌که هزینه ها و درآمدها برابر باشند.

به عبارت دیگر ماتریس حسابداری اجتماعی بیان ماتریسی حساب‌های ملی با تاکید بر ابعاد اجتماعی انواع مبادلات در بخش‌های مالی و واقعی است که بر پایه توالی حساب‌های مندرج در سیستم حساب‌های ملی قابل ارائه است.از این ماتریس در برنامه ریزی‌ها و سیاستگذاری‌های اقتصادی و اجتماعی و تجزیه و تحلیل ارتباط موجود میان ویژگی‌های ساختاری یک اقتصاد بویژه چگونگی توزیع درآمد و هزینه در گروه‌های مختلف خانوارها استفاده می شود. منابع آماری مورد

[4]. GTAP Aggregation Package, See: https://www.gtap.agecon.purdue.edu/databases/default.asp

[5]. برای مشاهده به

https://www.gtap.agecon.purdue.edu/databases/Utilities/default.asp و به بخشGTAP-E Data Baseمراجعه شود.

۵- نتایج تجربی مدل

شبیه سازی‌های انجام شده در این تحقیق در قالب دو سناریوی کاهش ۴ و ۸ درصدی انتشار دی‌اکسید کربن صورت می‌گیرد. در هر سناریو آنچه مسلم است، به هم خوردن تعادل اولیه سیستم معادلات اقتصاد و ایجاد تغییر در متغیرهای برونزای موجود در سیستم می‌باشد. بنابراین اقتصاد از تعادل اولیه به تعادل جدید رهنمون می‌گردد که درصد تغییر متغیرهای برونزا در تعادل ثانویه نسبت به تعادل اولیه، واکنش متغیرها نسبت شوک‌های مختلف گفته می‌شود.در تحقیق حاضر اثر شوک های مذکور روی متغیرهای کلان (مانند سطح عمومی قیمت ها، تولید ناخالص داخلی، سرمایه گذاری و رفاه) و همچنین بر قیمت و مقدار تولید در بخشهای مختلف اقتصادی مورد ارزیابی قرارگرفته است. نتایج حاصل از اجرای سناریوها را می‌توان در جداول ۲ و ۳ مشاهده نمود.

۱-۵- اثر شوک‌های منفی ٤ و ۱۲ درصدی روی بخش‌های اقتصاد

برای بررسی اثرات بخشی شوک‌های مذکور ابتدا بخش‌های مختلف را به دو گروه انرژی(زغال سنگ، نفت، گاز، فرآورده‌های نفتی و برق) و غیر انرژی(کشاورزی، صنعت(انرژی بر)، صنعت(سایر) و خدمات) تقسیم می‌نماییم. به این دلیل که در بخش های غیر انرژی انتشار آلودگی فقط ناشی از مصرف حامل‌های انرژی در این بخش‌ها به عنوان عامل تولید صورت می گیرد.در بخش‌های انرژی انتشار co2 ریشه در فرایند تولید و همچنین مصرف این حامل‌ها دارد. به عنوان مثال آلودگی ناشی از کالاهای کشاورزی فقط مربوط به مصرف حامل‌های انرژی در این بخش دارد. اما انتشار آلودگی ناشی از بخش گاز به مصرف نهاده انرژی در تولید گاز و همچنین آلودگی ناشی از مصرف گاز در اقتصاد بر می‌گردد.

الف- بخش‌های غیر انرژی

براساس جدول ۲ تولید بخش‌های غیر انرژی بجز بخش خدمات کاهش و قیمت‌ها افزایش یافته است. کاهش تولید و افزایش قیمت می‌تواند بدلیل افزایش هزینه‌هاجهت رفع آلودگی باشد. بدیهی است که افزایش هزینه موجب کاهش عرضه و افزایش قیمت محصولات می‌گردد.اما نکته قابل ذکر این است که تغییر تولید و قیمت ها در بخش‌های مختلف بستگی به میزان انرژی بری آنها و همچنین درجه جانشینی بین حامل‌های انرژی دارد. در یک بخش هرچه درجه جانشینی بین حامل‌ها بیشتر باشد، بنگاه‌ها سریعتر و با هزینه کمتر می‌توانند حامل‌های دارای آلایندگی کم را جایگزین انرژی های دارای آلایندگی بالا نمایند. بخش‌هایی که انرژی بری بالاتری دارند، هزینه کاهش آلودگی بالاتر و کاهش عرضه و افزایش قیمت در آن‌ها بیشتر خواهد بود.به عنوان مثال هزینه انرژی به کل هزینه عوامل تولید(انرژی بری) در بخش‌های کشاورزی ۰/۱۷، صنعت(انرژی بر) ۰/۳۷، صنعت(سایر) ۰/۱۳ و خدمات ۰/۰۹ است[1]. بنابراین کاهش تولید در بخش کشاورزی کمترین و در صنعت(انرژی بر) بیشترین مقدار است(جدول ۲). تولید بخش خدمات نه تنها کاهش نیافته بلکه افزایش اندکی را تجربه نموده است.

جدول (۲)- اثر کاهش ۴ و ۱۲ درصدی انتشار co2 بر قیمت و تولید بخش‌های مختلف(درصد تغییر) منبع: یافته‌های تحقیق

بخش های اقتصادی	درصد تغییر تولید		درصد تغییر قیمت	
	سناری وی ۱۲- درصدی	سناری وی ۴- درصدی	سناریوی۴ - درصدی	سناری وی ۱۲- درصدی
کشاورزی	-۰/۰۴۶	-۰/۰۲	۰/۰۲۶	۰/۰۷۴
زغال سنگ	-۰/۴۸	-۰/۱۷	-۰/۰۵۷	-۰/۱۷۵
نفت	۰/۱۶	۰/۰۵۳	-۰/۰۲	-۰/۰۵۶
فراورده های نفتی	-۰/۳۳	-۰/۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶
گاز	-۴/۵	-۱/۴۹	-۰/۳۳	-۰/۸۹
برق	-۰/۹۶	-۰/۳۳	۰/۵۳	۱/۵۶
صنعت(انرژی بر)	-۰/۸۰	-۰/۲۸	۰/۱۱	۰/۳۲
صنعت(سایر)	-۰/۰۷۸	-۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۸
خدمات	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۰

[1]. مقادیر مربوط به انرژی بری بخش‌های مختلف از داده های مربوط به ماتریس حسابداری اجتماعی ایران است که از نسخه ۹ پایگاه داده های GTAP اخذ شده است.

ب- بخش انرژی

شوک منفی انتشار co2 تولید حامل‌های انرژی بجز نفت خام را کاهش و قیمت آنها را بجز نفت کاهش داده است. در این میان تولید و قیمت گاز نسبت به سایرین جهش زیادی داشته است. به طوری‌که در سناریوی کاهش ۱۲ درصدی، تولید گاز ۴/۵ درصد و قیمت آن ۰/۸۹ درصد کاهش یافته است. با توجه به جدول ۳ سهم گاز از کل مخارج خانوار روی حامل‌های انرژی ۰/۱۲۵ می باشد اما سهم انتشار co2 ناشی از مصرف گاز(نسبت به سایر حامل‌ها) در بخش خانوار، ۰/۶۱ است. می توان گفت که گاز به عنوان یک کالای مصرفی پتانسیل بالایی در انتشار آلودگی دارد. از طرف دیگر در سمت تولید، سهم هزینه گاز نسبت به کل هزینه حامل‌های انرژی در بخش های کشاورزی ۰/۰۰۶، صنعت (انرژی بر) ۰/۱۷، صنعت (سایر) ۰/۰۸۵ و خدمات ۰/۰۴ است. این درحالی است که سهم انتشار co2 ناشی از مصرف گاز در بخش های کشاورزی ۰/۱، صنعت(انرژی بر) ۰/۸۳۵، صنعت(سایر) ۰/۷۶ و خدمات ۰/۲۸۵ می باشد. درنتیجه گاز نسبت به سایر حامل‌های انرژی به عنوان نهاده در بخش‌های دیگر سهم آلایندگی بالایی دارد(جدول ۴). بنابراین تولیدکنندگان و مصرف کنندگان جهت کاهش آلودگی باید سایر حامل‌ها را جانشین گاز نمایند. کاهش تقاضا،تولید و قیمت گاز را کاهش داده است. نتایج نشان می دهد که در هر دو سناریو تولید بخش برق کاهش(۰/۹۶- و ۰/۳۶-) و قیمت آن افزایش(۱/۵۶و ۰/۵۳) یافته است. استفاده از برق برای خانوار به عنوان یک کالای مصرفی و برای بنگاه به عنوان یک نهاده هیچ آلایندگی دربر ندارد. بنابراین برای کاهش آلودگی، نهاده یا کالای مناسبی برای جایگزین شدن می باشد(افزایش تقاضای برق). از طرف دیگر برای تولید برق از سایر حامل‌ها استفاده می گردد که دارای آلایندگی بالا هستند. آمار نشان می دهد که ۳۷/۴ درصد کل آلایندگی در تولید کالاها و خدمات مربوط به تولید برق می باشد[1]. بنابراین آلایندگی برق از سمت تولید بالا خواهد بود. با این وجود انتظار براین است که تولید برق در مواجه با شوک منفی انتشار co2 کاهش یابد (کاهش عرضه برق). براساس نتایج تحقیق اثر عرضه بیشتر از اثر تقاضا است(کاهش تولید و افزایش قیمت). افزایش تولید نفت می تواند ناشی از سهم صفر نفت در مصارف خانگی(آلایندگی صفر)، سهم پائین آلایندگی نفت در فرایند تولید و افزایش تقاضای خارجی بدلیل کاهش قیمت آن باشد.

جدول (۳)- نسبت مخارج و نسبت انتشار co2 هر کدام از حامل‌های انرژی در خانوار منبع: محاسبات تحقیق

حاملهای انرژی	نسبت مخارج خانوار روی هر حامل از کل مخارج صرف شده روی حامل‌ها	نسبت انتشار co2 به ازای مصرف هر حامل انرژی
زغال سنگ	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
نفت	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
گاز	**۰/۱۲۵**	**۰/۶۱**
فراورده‌های نفتی	۰/۵۸۵	۰/۳۹
برق	۰/۲۹	۰/۰۰۰

[1]. برگرفته از پایگاه داده‌های GTAP نسخه ۹. لازم به ذکر است که سهم بخش‌های کشاورزی، زغال سنگ، نفت، گاز، فراورده‌های نفتی، برق، صنعت(سایر)، صنعت(انرژی بر) و خدمات از آلودگی در فرایند تولید به ترتیب برابر با ۰/۰۳، صفر، ۰/۰۰۵، ۰/۰۴، ۰/۰۵، ۰/۳۷۴، ۰/۰۶، ۰/۱۵، و ۰/۲۷ می باشد.

جدول (۴)- نسبت هزینه و نسبت انتشار co2 هر کدام از حامل‌های انرژی در هرکدام از بخش‌های اقتصادی منبع: محاسبات تحقیق

بخش‌های اقتصادی	نسبت هزینه صرف شده روی هر کدام از حامل‌ها به کل هزینه حاملهای انرژی					نسبت انتشار co2 هرکدام از حامل‌ها به کل انتشار co2 همه حاملهای انرژی				
	زغال سنگ	نفت	**گاز**	فراورده های نفتی	برق	زغال سنگ	نفت	**گاز**	فراورده های نفتی	برق
کشاورزی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	**۰/۰۰۶**	۰/۴	۰/۵۹۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	**۰/۱**	۰/۹	۰/۰۰۰
زغال سنگ	۰/۱۴۹	۰/۰۰۰	**۰/۰۰۱**	۰/۱۲	۰/۷۳	۰/۸۸	۰/۰۰۰	**۰/۰۰۰**	۰/۱۲	۰/۰۰۰
نفت	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	**۰/۹۹**	۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	**۰/۹۹۹۸**	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰
گاز	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	**۰/۹۹۸**	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	**۱**	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
فراورده‌های نفتی	۰/۰۰۱	۰/۹۳۸	**۰/۰۱۹**	۰/۰۳۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	**۰/٦٤**	۰/۳۶	۰/۰۰۰
برق	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	**۰/۱٤**	۰/۸	۰/۰۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	**۰/۵۵**	۰/۴۵	۰/۰۰۰
صنعت(سایر)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	**۰/۰۸۵**	۰/۲۴۵	۰/۶۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	**۰/۷٦**	۰/۲۳۹	۰/۰۰۰
صنعت(انرژی بر)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	**۰/۱۷**	۰/۴۸	۰/۳۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	**۰/۸۳۵**	۰/۱۶۲	۰/۰۰۰
خدمات	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	**۰/۰٤**	۰/۷۴	۰/۲۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	**۰/۲۸۵**	۰/۷۱۵	۰/۰۰۰

میزان ارتباط بین بخش‌های مختلف از جمله انرژی و غیر انرژی را از طریق پیوندهای پسین[۱] و پیشین[۲] مشاهده نمود. هرچه ارتباط بیشتر و قویتر باشد،تغییر در میزان آلایندگی حامل‌های انرژی موجب اثرات بیشتر روی سایر بخش‌های اقتصاد(و بالعکس) خواهد گذاشت. شاخص پیوند پیشین(جدول ۵)، از نسبت تقاضای واسطه‌ای هر بخش به کل تقاضای آن بخش محاسبه می‌شود.این شاخص نشان می‌دهد که چند درصد از محصول بخش مورد نظر به عنوان تقاضای واسطه‌ای مورد تقاضای سایر بخش‌ها قرار می‌گیرد. هر چه تولیدات یک بخش در سایر بخش‌های اقتصاد به عنوان نهاده‌های واسطه‌ای بیشتر مورد استفاده قرار گیرد، شاخص پیوند پیشین آن بخش نیز بیشتر خواهد بود(عطوان، ۱۳۸۶). به عنوان مثال بخش زغال سنگ ۰/۹۳۶ از تولید خود را به عنوان کالای واسط در اختیار بخش فراورده‌های نفتی قرار می‌دهد. یا ۰/۴ از تولید فراورده‌های نفتی به صورت کالای واسط در اختیار بخش خدمات است. با این وجود آلایندگی کمتر در فراورده‌های نفتی موجب انتشار کمتر co2 در بخش خدمات خواهد شد.

جدول (۵)- شاخص پیوندهای پیشین منبع: محاسبات تحقیق

	کشاورزی	زغال سنگ	نفت	گاز	فراورده‌های نفتی	برق	صنعت (سایر)	صنعت (انرژی بر)	خدمات
کشاورزی	۰/۱۹۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۷۷	۰/۰۰۲	۰/۰۳۶
زغال سنگ	**۰/۰۰۰**	**۰/۰۰۰**	**۰/۰۰۰**	**۰/۰۰۰**	**۰/۹۳٦**	**۰/۰۰۰**	**۰/۰۱۲**	**۰/۰۵**	**۰/۰۰۲**
نفت	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
گاز	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۸	۰/۰۶	۰/۱۶۲	۰/۳۱	۰/۰۵	۰/۲۸۳	۰/۱۲۲
فراورده‌های نفتی	**۰/۰۵۵**	**۰/۰۰۰**	**۰/۰۰۰**	**۰/۰۰۰**	**۰/۰۵۵**	**۰/۳۲**	**۰/۰۳**	**۰/۱٤**	**۰/٤**
برق	۰/۱۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۱۹	۰/۲۶	۰/۲۹
صنعت(سایر)	۰/۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۴۴۶	۰/۰۶	۰/۳۸
صنعت (انرژی بر)	۰/۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۱۹	۰/۲	۰/۵۷

۱. Backward Linkages

۲. Forward Linkages

خدمات	۰/۰۸۳	۰/۰۰۰	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۰۷	۰/۰۳۳	۰/۱۶۷	۰/۰۸	۰/۵۸

شاخص پیوند پسین(جدول ۶)، برای هر بخش از نسبت جمع هزینه‌های واسطه‌ای بخش برکل ستانده بخش محاسبه می شود. این شاخص میزان وابستگی هر بخش را به بخش‌های دیگر نشان می‌دهد که بخش مورد نظر برای هر واحد تولید چه مقدار از محصولات سایر بخش‌ها را به عنوان نهاده‌های واسطه‌ای مصرف می‌کند. به عنوان مثال از کل تقاضای بخش صنعت(انرژی بر)، سهم گاز ۷ درصد، فراورده‌های نفتی ۲۰ درصد و برق ۱۴/۸ درصد است. بنابراین میزان آلایندگی کمتر فراورده‌های نفتی و گاز می تواند انتشار دی اکسید کربن تولید شده در بخش صنعت(انرژی بر) را کاهش دهد.

جدول (۶)- شاخص پیوندهای پسین منبع: محاسبات تحقیق

	کشاورزی	زغال سنگ	نفت	گاز	فراورده های نفتی	برق	**صنعت (سایر)**	صنعت (انرژی بر)	خدمات
کشاورزی	۰/۲۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	**۰/۳٤٤**	۰/۰۰۲	۰/۰۱
زغال سنگ	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	**۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
نفت	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۲۳	۰/۰۰۰	**۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
گاز	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۲	۰/۱۷۹	۰/۰۲	۰/۱۲	**۰/۰۰٦**	۰/۰۷	۰/۰۱
فراورده‌های نفتی	۰/۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۴	۰/۶۸	**۰/۰۲**	۰/۲	۰/۱۵
برق	۰/۱۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۵۱	**۰/۰۵**	۰/۱۴۸	۰/۰۴
صنعت(سایر)	۰/۱۴۹	۰/۱۹۶	۰/۰۲	۰/۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷	**۰/۲٤**	۰/۰۶۸	۰/۱۲
صنعت(انرژی بر)	۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	**۰/۱۲**	۰/۲۷	۰/۲۱
خدمات	۰/۳۱	۰/۶۵۴	۰/۸۸	۰/۶۸	۰/۰۰۹	۰/۱۴	**۰/۲۲**	۰/۲۳۷	۰/۴۶

۲-۵- اثر شوک‌های منفی ٤ و ۱۲ درصدی روی متغیرهای کلان

چون تولید اکثر بخش‌ها در هر دو سناریو کاهش پیدا کرده است، انتظار براین است که تولید ناخالص داخلی نیز کاهش یابد. اما بخش های نفت و خدمات در مجموع ۶۰ درصد تولید ناخالص داخلی را تشکیل می دهند و در طی هر دو سناریو تولید آنها افزایش یافته است. بنابراین تولید ناخالص داخلی افزایش را نشان می دهد. سطح عمومی قیمتها نیز بواسطه افزایش قیمت در اکثر بخش‌ها، افزایش یافته است. برای رفع آلودگی حاصل از انتشار دی اکسید کربن نیاز به سرمایه‌گذاری می باشدکه نتایج حاصل در جدول ۷ بیانگر این مطلب است. افزایش تولید ناخالص داخلی گویای افزایش درآمد سرانه(مشروط به سطح ثابت جمعیت) در کشور خواهد بود. از آنجائی‌که شاخص رفاه اقتصادی تابعی از درآمد سرانه است، لذا افزایش درآمد، بهبود شاخص رفاه را بدنبال دارد[1].

جدول (۷)- اثر کاهش ۴ و ۱۲ درصدی انتشار co2 بر متغیرهای کلان اقتصادی(درصد تغییر) منبع: یافته‌های تحقیق

متغیرهای کلان	سناریوی ۴ درصدی	سناریوی ۱۲ درصدی
تولید ناخالص داخلی	۰/۰۳۱	۰/۰۸۸
سطح عمومی قیمت ها	۰/۰۸۱	۰/۲۳
سرمایه گذاری	۰/۰۴	۰/۱۰
رفاه اقتصادی	۰/۰۳۲	۰/۰۸۵

[1]. شاخص رفاه مورد استفاده در این تحقیق شاخص تغییرات معادل(Equivalent Variation) است.

٦- جمع‌بندی و پیشنهادات :

امضای متن توافق‌نامه تغییرات اقلیمی پاریس توسط ایران می‌تواند گام مثبتی در جهت کاهش آلاینده‌ها و بهبود محیط زیست با شد. گرچه این توافق‌نامه در مجلس شورای اسلامی به تصویب رسیده اما برای قانونی شـــدن نیاز به تأیید شـــورای نگهبان دارد. اجرایی شدن آن علاوه بر اثرات مثبت زیست محیطی، متغیرهای کلان و خرد اقتصـاد را متاثر خواهد نمود. به نظرمی‌رسـد که ارزیابی اثرات اقتصـــادی توافقنامه مذکور مفید واقع‌گردد. در این تحقیق طی دو سناریوی کاهش ۴ و ۱۲ در صدی انتشار CO_2 با استفاده از یک مدل تعادل عمومی منطقه‌ای انرژی محور به ارزیابی اقتصادی این توافقنامه پرداخته شـــده اســـت. نتایج نشـــان می‌دهد که دراکثر بخش‌ها کاهش آلودگی ناشی از انتشار CO_2 هزینه‌های اقتصادی برای بنگاه های تولیدی دارد. به این مفهوم که کاهش آلودگی موجب افزایش هزینه و در نهایت ســبب کاهش تولید بنگاه‌ها می شـــود. بجز بخش خدمات و نفت، ســـایر بخش‌ها مواجه با کاهش تولید خواهند شد. همچنین شوک منفی آلودگی در بخش‌های گاز، زغال سنگ و نفت اثر منفی بر قیمت محصولات دارد و در سایر بخش‌ها اثر بر قیمت‌ها مثبت می‌گردد. متغیرهای کلان اقتصـادی از قبیل تولید ناخالص داخلی، ســـطح عمومی قیمت‌ها، رفاه و سرمایه گذاری در هر دو سناریو بهبود پیدا کرده‌اند. شواهد حاکی از این است که عملی نمودن توافقنامه پاریس ممکن است موجب تضـعیف تولید برخی از بخش‌ها شـود اما در ســطح کلان، بهبود شاخص‌ها را بدنبال دارد و کاهش قیمت برخی از کالاها را می‌تواند موجب گردد. لازم به ذکر می باشـــد که اثر منفی کاهش آلودگی روی اکثر بخش‌های مختلف از شـــدت بالایی برخوردار نیســـت. احتمالا اگر کاهش آلودگی از طریق ایجاد یا واردات تکنولوژی سازگار با محیط زیست صورت گیرد، اثرات منفی کاهش آلودگی کمتر یا مثبت گردد. بنابراین پیشـــنهاد می گردد که در مطالعات بعدی اثر کاهش آلاینده‌ها از طریق ایجاد تکنولوژی پاک مورد بررسی قرار گیرد.

براساس نتایج تجربی گاز به عنوان حاملی است که دارای بیشترین پتانسـیل آلایندگی در بین حامل‌های انرژی را دارا می‌باشـد؛لذا به نظر می‌رســـد یکی از راهکارهایی که می‌توان جهت کاهش آلاینده‌ها استفاده نمود، جایگزین نمودن سایر حامل‌ها به جای گاز در فرایند تولید است.

منابع

- اصغرپور،حسین؛بهبودی، داوود و محمدی خانقاهی،رباب(۱۳۹۲)،"اثرات توسعه اقتصادی و توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست در کشورهای منتخب عضو اوپک"،فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی،سال دوم،شماره ششم،صص۲۶-۱.
- امیرتیموری، سمیه؛ خلیلیان، صادق؛ امیرنژاد، حمید و محبی، علی (۱۳۹۳)،"برآورد منحنی هزینه برای کنترل انتشار دی‌اکسید گوگرد از مجتمع مس سرچشمه"، فصلنامه محیط شناسی، شماره ۲، صص ۴۳۸-۴۳۱.
- جعفری صمیمی، احمد و علیزاده ملفه، الهام(۱۳۹۵)،" شبیه سازی مالیات سبز بر رشد اقتصادی در ایران با کاربرد روش تعادل عمومی قابل محاسبه"، پژوهشهای رشد و توسعه اقتصادی، شماره ۲۲، صص ۷۰-۵۷.
- حسینی نسب،ابراهیم و پایکاری سمیه(۱۳۹۱)،"بررسی تاثیر رشد اقتصادی و آزاد سازی تجاری بر آلودگی محیط زیست"،دو ماهنامه بررسی مسائل و سیاست‌های اقتصادی،شماره‌های ۱۰-۹،صص۸۲-۶۱.
- عطوان،مهدی(۱۳۸۶)،" محاسبه پیوندهای پسین و پیشین فعالیت‌های اقتصادی در ایران"،فصلنامه حساب‌های اقتصادی ایران،سال دوم، شماره۲، صص ۴۳-۲۶.
- محمدوند ناهیدی، محمد رضا و قلی پور پریسا(۱۳۹۱)،"بررسی رابطهٔ علی بین متغیرهای عمدهٔ کلان اقتصادی وآلودگی محیطی در کشورهای منتخب"،مجلهٔ اقتصاد و توسعهٔ منطقه ای،سال ۱۹،شمارهٔ۴، صص ۱۱۳-۹۹.
- مراد حاصل، نیلوفر و مزینی،امیرحسین(۱۳۸۵)،"ارزیابی نقش دولت در چالش های زیست محیطی ایران"،علم و تکنولوژی محیط زیست،دوره دهم ، شماره ۴ ، صص ۲۴-۱۱.
- مراد حاصل، نیلوفر و مزینی،امیرحسین(۱۳۸۶)،" بررسی اثرات متقابل رشد اقتصادی وکیفیت زیست محیطی برسلامت"،علوم وتکنولوژی محیط زیست، شماره۱،صص ۳۰-۱۷.
- مقیمی، مریم؛ شاهنوشی، ناصر؛ دانش، شهناز و اکبری مقدم، بیت اله(۱۳۹۰)،"بررسی آثار رفاهی و زیست محیطی مالیات سبز و کاهش یارانه سوخت در ایران"،اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال ۱۹، شماره ۷۵، صص ۱۰۸-۹۹.
- مرکز پژوهشهای مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۵)، "اظهارنظر کارشناسی درباره لایحه موافقتنامه پاریس"، سال اول، شماره ثبت ۱۸۰.
- مهرابی بشرآبادی،حسین؛جلایی، عبدالمجید؛ باغستانی،علی اکبر و شرافتمند،حبیبه(۱۳۸۹)،"تأثیر آزاد سازی تجاری برآلودگی محیط زیست ایران"،فصلنامه تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران،دوره ۲-۴۱،صص ۱۹-۱۱.
- نجاتی،مهدی(۱۳۹۱)،"ارزیابی اثرات سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر اقتصاد ایران با استفاده از یک مدل تعادل عمومی قابل محاسبه"،رساله دکترا، دانشگاه شیراز.
- هادیان، ابراهیم و اسلامی اندارگلی، مجید(۱۳۹۳)،"ارزیابی تاثیر مالیات سبز بر اشتغال بخشهای مختلف اقتصادی کشور ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۴۳، صص ۸۵-۴۷.

Burniaux, Jean-Marc & Truong, Truong P. (2002),"GTAP-E: An Energy-Environmental Version of the GTAP Model". GTAP Technical Paper No. 16.

Dinda,S.(2004), "Evironmental Kuznets Curve Hypothesis:A Survey",*Ecological Economics* 49:431-455.

González, Mikel and Dellink, Rob(2005), "Impact of Climate Policy on Basque Economy", FEEM Working Papers, Fondazione Eni Enrico Mattei, No. 113.

Grossman, GM. Krueger AB.(1995), "Economic growth and the environment",*The quarterly journal of economics*110 (2): 353–377.

Kulionis,V.(2013), "The Relationship between Renewable Energy Consumption CO2 Emission and Economic Growth in Denmark",University Essay Formlunds Universitet/Economis K-Historiska Institution.

Lichter , A. Pestel, N . Sommer , E.(2017), "Productivity Effects of Air Pollution: Evidence from Professional Soccer",*Labour Economics* 48: 54–66.

Lopez, R. (1992),"The Environment as a Factor of Production: The Economic Growth and Trade Policy Linkages", Washington D.C.: World Bank.

Meng, Yi Tai; Chi, Chur Chao and Shi, Wen Hu. (2015)," Pollution, health and economic growth",*North American Journal of Economics and Finance* 32: 155–161.

MinLim,L.Ye,K&Khoon Yoo,S.(2014),"Oil ConsumptionCO2 Emission and Economic Growth:Evidence from the Philipines",*Sustainability*6:967-979.

Mc Dougall,R.&Golub,A.(2007),"GTAP-E:A Revised Energy-Environmental Version of the GTAP Research Memorandum",15,purdue University.

Neumayer, Eric. (2002),"Can Natural Factors Explain any Cross-Country Differences in Carbon Dioxide Emissions?", *Energy Policy* 30(1): 7-12.

Orlov, A. & Grethe, H. (2014). "Introducing Environmental Taxes in Russia: Relevance of Tax- Interaction Effects. The B.E",*Journal of Economic Analysis & Policy* 14(3): 723–754.

Simon, J. L. (1996).*The Ultimate Resource*. Princeton: Princeton University Press.

Shafik, N. (1994), "Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis", *Oxford Economic Papers* 46: 757-773.

Tian, X, Dai, H, Geng ,Y, Huang , Z, Masui , T , Fujita , T. (2017)," The effects of Carbon Reduction on Sectoral Competitiveness in China: A Case of Shanghai",*Applied Energy* 197: 270–278.

Vrontisi,Z.Abrell,J.Neuwahl, F. Saveyn, B. Wagner, F.(2015)**.**"Economic Impacts ofEUClaen Air Policies Assessed in a CGE Framework", *Environmental Science &Policy* 55: 54-64.

Yahoo.M.Othman.J.(2017),"Employing a CGE model in Analyzing the Environmental and Economy –Wide Impacts of CO2 Emission Abatement Policies in Malaysia". NationalUniversity of Malaysia,43300,Bangi ,Selangor. Science of the Total Environment 584–585.

Wang, Z. Bao, Y. Wen, Z. Tan, Q. (2016), "Analysis of Relationship Between Beijing's Environment and Development Based on Environmental Kuznets Curve",*Ecological Indicators* 67: 474-483.

Webster Allan and Ayatakshi Sukanya, (2013)," The Effect of Fossil Energy and Other Environmental Taxes on Profit Incentives for Change in an Open Economy: Evidence from the UK. *Energy Policy Journal* 61: 1422–1431.