

## حذف یارانه سوخت و کاهش آلودگی هوا در مشهد

(با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه)

مریم مقیمی<sup>\*۱</sup>

[moghimi.marvam09@gmail.com](mailto:moghimi.marvam09@gmail.com)

ناصر شاهنوشی<sup>۲</sup>

شهناز دانش<sup>۳</sup>

بیت... اکبری مقدم<sup>۴</sup>

محمود دانشور<sup>۵</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۵/۱۱

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۱۰

### چکیده

زمینه و هدف: آلودگی هوای شهری یکی از بزرگترین پیامدهای شهرنشینی می باشد که در نتیجه آن هر روز بر تعداد افرادی که بر اثر ناراحتی های تنفسی، قلبی و ریوی، جان خود را از دست می دهند، افزوده می شود. شهر مشهد از جمله کلان شهرهای ایران است که مانند سایر کلان شهرها مبتلا به شرایط و مسائل خاص خود می باشد. این شهر به دلیل کثرت آلاینده ها و منابع آلوده کننده هوا در ردیف هفتم شهرهای آلوده کشور قرار دارد. هدف اصلی این مطالعه بررسی اثرات حذف یارانه سوخت های فسیلی بر تقاضای سوخت، رفاه و آلودگی هوا در مشهد می باشد.

روش بررسی: با استفاده از جدول داده- ستانده استان خراسان رضوی، اهداف مطالعه در قالب مدل تعادل عمومی قابل محاسبه مورد بررسی قرار گرفته است و در چهار سناریوی حذف یکباره، در مدت ۳ و ۵ سال و در ۱۱ نرخ مالیاتی نتایج مورد ارزیابی قرار گرفت. یافته ها: نتایج به دست آمده حاکی از آن است که با حذف یارانه سوخت های فسیلی، تقاضای واسطه ای و مصرفی سوخت های فسیلی کاهش می یابد. حذف یکباره یارانه سوخت، تقاضای داخلی گاز را ۱۹۷/۳ درصد و تقاضای داخلی فرآورده های نفتی را ۱۵۷/۳ درصد کاهش

\*۱- (مسوول مکاتبات): دانش آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.

۲- استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.

۳- دانشیار گروه عمران، دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.

۴- استادیار گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی قزوین، ایران.

۵- استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.

می‌دهد. و میزان آلودگی‌های ناشی از  $CO_2$ ،  $SO_2$ ،  $NOX$ ،  $CO$ ،  $CH$  و  $SPM$  به ترتیب حدود ۱۶۹/۹ درصد، ۱۵۱/۸ درصد و ۱۵۸/۹ درصد، ۱۶۹/۷ درصد، ۲۰۵/۴ درصد و ۱۵۴ درصد کاهش می‌یابد.

**نتیجه گیری** در همه سناریوها با لحاظ اثر مثبت کاهش آلودگی، تغییرات رفاه مثبت بوده است. ولی بالاترین نرخ رشد رفاه با در نظر گرفتن اثرات زیست‌محیطی، نرخ حذف ۱۵ درصد می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** یارانه سوخت، آلودگی هوا، مدل تعادل عمومی قابل محاسبه، مشهود.

# **Elimination of Subsidy on Fossil Fuels and Reduction of Air Pollution in Mashhad**

## **(Using the Computable General Equilibrium Model)**

**Maryam Moghimi** <sup>1\*</sup>

[moghimi.maryam09@gmail.com](mailto:moghimi.maryam09@gmail.com)

**Naser Shahnoushi** <sup>2</sup>

**Shahnaz Danesh** <sup>3</sup>

**Bitollah Akbar Moghadam** <sup>4</sup>

**Mahmoud Daneshvar** <sup>5</sup>

### **Abstract**

Nowadays, one of the most important subjects concerning environmental quality is urban renewal and air pollution. Therefore, governments should strive to take various policies and programs to overcome the environmental problems including air pollution or negative effects of human functions on environment. This study uses an input-output table of the Khorasan-Razavi province in 2001 and amount of pollutants and greenhouse gas emissions to survey the welfare and environmental effects on decline of subsidy on fossil fuels. For this purpose, using MCP and GAMS software, welfare changes with and without environmental impact, changes in demand for fossil fuels and changes in pollutants for 4 scenarios have been studied. Results showed that the elimination of subsidy on fossil fuels would reduce the demand for fossil fuels as an intermediate input and final good. If the environmental effects are considered, in the all scenarios, the welfare changes will be positive and the welfare will increase with the omitting rate increase. The highest growth rate of welfare is obtained to be 15%.

**Keywords:** Subsidy on fossil fuels, Emission, CGE, Mashhad.

---

1- Graduate Master's Agricultural Economics, Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. *\*(Corresponding Author)*

2- Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Iran.

3- Associate Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ferdowsi University Of Mashhad (FUM) ,Iran.

4- Assistant professor, Department of Economics, Faculty of Management and Accounting, Islamic Azad University of Qazvin, Iran.

5- Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Iran.

## مقدمه

آلودگی هوای شهری یکی از بزرگ‌ترین پیامدهای شهرنشینی می‌باشد که در نتیجه آن هر روز بر تعداد افرادی که بر اثر ناراحتی‌های تنفسی، قلبی و ریوی، جان خود را از دست می‌دهند، افزوده می‌شود. شهر مشهد از جمله کلان شهرهای ایران است که مانند سایر کلان شهرها مبتلا به شرایط و مسائل خاص خود می‌باشد. این شهر به دلیل کثرت آلاینده‌ها و منابع آلوده‌کننده هوا در ردیف هفتم شهرهای آلوده کشور قرار دارد (۱). از طرفی بخش انرژی یکی از زیربناهای توسعه هر کشور بشمار می‌آید. این بخش از مرحله تولید تا مصرف، موجب نشر بسیاری از آلاینده‌های زیست‌محیطی می‌گردد. در مراحل اکتشاف، استخراج، بهره برداری، انتقال، تبدیل، توزیع و مصرف حامل‌های مختلف انرژی انواع آلودگی‌های آب، خاک، هوا و صدا تولید می‌شود که هر یک دارای اثرات خاص خود بر روی انسان و محیط زیست می‌باشد. اما مهمترین آلودگی بخش انرژی مربوط به آلودگی هوا در اثر احتراق سوخت‌های فسیلی می‌باشد (۲).

سوخت‌های فسیلی یکی از نهاده‌های مهم مصرفی در بخش - های تولیدی است که در ایران با قیمت بسیار پایین‌تر از قیمت جهانی در اختیار تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد و سهم زیادی از یارانه پرداختی را به خود اختصاص می‌دهد. باتوجه به قیمت بسیار پایین سوخت و مصرف بالای آن و متعاقباً افزایش رو به رشد آلودگی هوا و از آنجایی که پرداخت یارانه‌ها هزینه سنگینی بر اقتصاد کشورها وارد می‌کند، لذا بیشتر کشورها به دنبال حذف یا اصلاح سیستم یارانه و هدمندکردن آن می‌باشند. با توجه به اهمیت موضوع، در این مطالعه تلاش شده است تا با بررسی یارانه‌های فعلی سوخت، اثرات حذف یارانه سوخت بر آلاینده‌های هوا بررسی و ارزیابی شود.

در سه دهه اخیر چالش‌های مرتبط با انرژی و محیط زیست موجب مطالعات گسترده اقتصاددانان در تحلیل و ارزیابی آن، همچنین توجه ویژه برنامه ریزان به انرژی به عنوان نماد سرمایه طبیعی شده است. عاملی که از یک سو بر انباشت سرمایه مادی می‌افزاید و از سوی دیگر، موجب کاهش سرمایه طبیعی می‌شود

(انرژی‌های تجدید ناشدنی). با این اهمیت مباحث انرژی به صورت خاص در برنامه ریزی‌های کلان و مدلهای بزرگ اقتصاد وارد شده است. پژوهش‌های اولیه انرژی و اقتصاد، به خصوص در آمریکا بر اساس تئوری‌های اقتصاد خرد انجام گرفته است. سامان دهی یارانه انرژی در ایران نیز مورد توجه بوده و تحقیقات فراوانی در این زمینه انجام گرفته است که برخی از آن‌ها عبارتند از:

مطالعه‌ی کدخدازاده (۱۳۷۶)، که به تعیین قیمت مناسب حامل‌های انرژی در ایران و آثار آن بر شاخص‌های اقتصاد کلان پرداخته است (۳). در مطالعه‌ای دیگر مرکز مطالعات انرژی (۱۳۸۱)، کارایی انرژی در ایران و در کشورهای در حال توسعه را مورد مطالعه قرار داده اند (۴). اصلاح سیاست قیمت‌گذاری فرآورده‌های نفتی کشور عنوان مطالعه‌ی مرکز مطالعات بین المللی وزارت نفت (۱۳۸۲) می‌باشد (۵). بزرگزاده (۱۳۷۶) نیز در مطالعه‌ای به حذف یارانه حامل‌های انرژی و آثار آن بر دهک‌های هزینه در بخش خانگی شهری پرداخته است (۶)..

اوری و بوید (۱۹۹۷)، به منظور ارزیابی اثرات اقتصادی افزایش قیمت حامل‌های انرژی در مکزیک، تاثیر افزایش قیمت بنزین و برق را در اقتصاد مکزیک با استفاده از یک مدل تعادل عمومی قابل محاسبه، مورد بررسی قرار دادند. نتیجه مطالعه مذکور حاکی از آن است که افزایش قیمت، سبب کاهش مصرف انرژی، کاهش اثرات مخرب زیست محیطی و در نهایت، افزایش دریافت‌های دولت می‌شود که می‌توان بخشی از آن را برای بازپرداخت بدهی‌های خارجی و تعدیل آن بکار گرفت (۷).

برومینت و تالپسی (۲۰۰۰)، در مطالعه‌ای به منظور بررسی اثر توری قیمت‌های نفت خام در ترکیه و با استفاده از جدول داده - ستانده، اثر ناشی از شوک‌های قیمت نفت را بر سطح عمومی قیمت‌ها بررسی کردند و چنین نتیجه گرفتند که ۲۰ درصد افزایش قیمت نفت خام، باعث افزایش ۱/۰۸ درصدی در سطح عمومی قیمت‌ها می‌شود. علت این امر ناشی از کم بودن سهم نفت در تولیدات صنعتی ترکیه قلمداد شده است (۸).

اثر اصلاحات تجاری، ۷ درصد به دلیل اصلاح نرخ ارز و ۳۶ درصد در اثر اصلاح قیمت حامل‌های انرژی به دست می‌آید. به علاوه اتخاذ سیاست‌های مناسب هدفمند کردن یارانه کالاها می‌تواند آثار منفی اصلاح قیمت‌ها را بر فقرا کاهش دهد. در صورتیکه منافع به دست آمده به صورت پرداخت‌های مستقیم درآمدی در اختیار همه خانوارها قرار گیرد، تأثیر بزرگی بر افزایش درآمد خانوارهای فقیر در مقایسه با وضع فعلی دارد و فقیرترین خانوارهای روستایی و شهری به ترتیب ۲۹۰ و ۱۴۰ درصد بر درآمدشان افزوده می‌شود (۱۱).

کرباسی و همکاران (۱۳۸۳)، در مطالعه‌ای به برآورد میزان انتشار آلاینده‌های هوا ناشی شده از مصرف سوخت‌های فسیلی در صنایع مختلف کشور پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد بیشترین آلودگی منتشره مربوط به صنایع محصولات کانی غیر فلزی به جز نفت و زغال سنگ بوده و در میان استان‌ها، استان تهران بیشترین آلودگی را به خود اختصاص داده است. بهترین راه حل پیشنهادی آنها برای کاهش این آلودگی استفاده از انرژی‌های پاک است که در مقایسه با سوخت‌های فسیلی، مقدار ناچیزی از آلودگی را ایجاد می‌نمایند. اما استفاده از انرژی‌های پاک به خصوص برای کشور ما به زمان و سرمایه‌گذاری زیادی نیاز خواهد داشت و به همین جهت استفاده از گاز طبیعی را که نسبت به سایر سوخت‌های فسیلی مواد آلاینده کمتری ایجاد می‌نماید توصیه کرده‌اند (۱۲).

در این مطالعه به دلیل اینکه مهمترین آلودگی بخش انرژی و سوخت مربوط به آلودگی هوا می‌باشد. هدف اصلی بررسی اثرات حذف یارانه سوخت‌های فسیلی بر تقاضای سوخت، رفاه و آلودگی هوا در مشهد با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسباتی است.

### روش بررسی

امروزه مدل‌های تعادل عمومی برای تحلیل دامنه گسترده‌ای از مسائل اقتصادی در کشورهای توسعه یافته یا در حال توسعه تدوین می‌شود. این مدل‌ها بسیار انعطاف پذیر بوده و با در نظر گرفتن قانون والراس در بازارها، توانایی زیادی برای در برگرفتن مباحث مختلف اقتصادی دارند. مزیت بزرگ این مدل

دابو (۲۰۰۳)، در پژوهشی با هدف ارزیابی اثرات یارانه انرژی بر روی مصرف و عرضه انرژی در کشور زیمبابوه، اثرات پرداخت یارانه حامل‌های انرژی مانند نفت سفید، برق و سوخت چوب را بررسی نمود. نتایج این بررسی حاکی از آن است که هزینه‌های انرژی مصرفی خانوارهایی که از سوخت چوب همراه با نفت سفید استفاده می‌کنند، به مقدار ۲۰/۸ درصد بیش‌تر از خانوارهایی است که از برق (با قیمت یارانه‌ای) استفاده می‌کنند. همچنین یارانه ماهیانه برای طبقات مختلف خانوارهای زیمبابوه برابر ۱۸۱۶/۸ میلیون دلار در سال است که از این مبلغ، فقط ۷/۳٪ به خانوارهای نیازمند می‌رسد و بقیه یعنی ۹۲/۷ درصد به افراد غیر نیازمند اختصاص می‌یابد (۹).

باستانزاد (۱۳۷۷)، در مطالعه‌ای به مقایسه کارکرد روش‌های داده - ستانده و مدل‌های تعادل عمومی در بررسی اثر تئوری تغییر قیمت حامل‌های انرژی مانند گاز طبیعی، برق و فرآورده‌های نفتی بر شاخص بهای تولیدات هریک از بخش‌های اقتصاد از طریق مدل داده - ستانده و مدل تعادل عمومی طی دوره ۱۳۷۴ - ۱۳۷۸ پرداخت و چنین نتیجه گرفت که بخش‌های آب و برق به علت ترکیب هزینه‌ای نهاده‌های ورودی و سهم بالای حامل‌های انرژی، در مجموع هزینه‌های واسطه‌ای آن بیشترین تأثیر را پذیرفته‌اند. اما بخش‌های کشاورزی و فرآورده‌های نفتی از یک سو به علت سهم هزینه‌ای محدود حامل‌های انرژی در ترکیب نهاده‌های ورودی آنها و تأثیرپذیری از بخش‌هایی که اثر مستقیم کمتری از تغییرات قیمت حامل‌های انرژی می‌پذیرند، تأثیر کمتری را پذیرفته‌اند. همچنین بخش برق به علت ترکیب هزینه‌ای نهاده آن، بالاترین نرخ تورم را دارد و با متوسط رشد سالانه ۲۳ درصد، دارای بیشترین رشد هزینه می‌باشد. سایر بخش‌ها نیز بین ۱۶ تا ۱۸ درصد رشد از خود نشان می‌دهند (۱۰).

جنسن و تار (۲۰۰۲)، سیاست‌های تجاری، افزایش نرخ ارز و سیاست‌های انرژی ایران را در یک مدل تعادل عمومی مطالعه نمودند و به این نتیجه رسیدند که اصلاح اخلاص در این سه بازار، منافع بزرگی به همراه داشته و این منافع درآمد مصرف‌کنندگان را ۵۰ درصد افزایش می‌دهد. ۷ درصد این منافع در

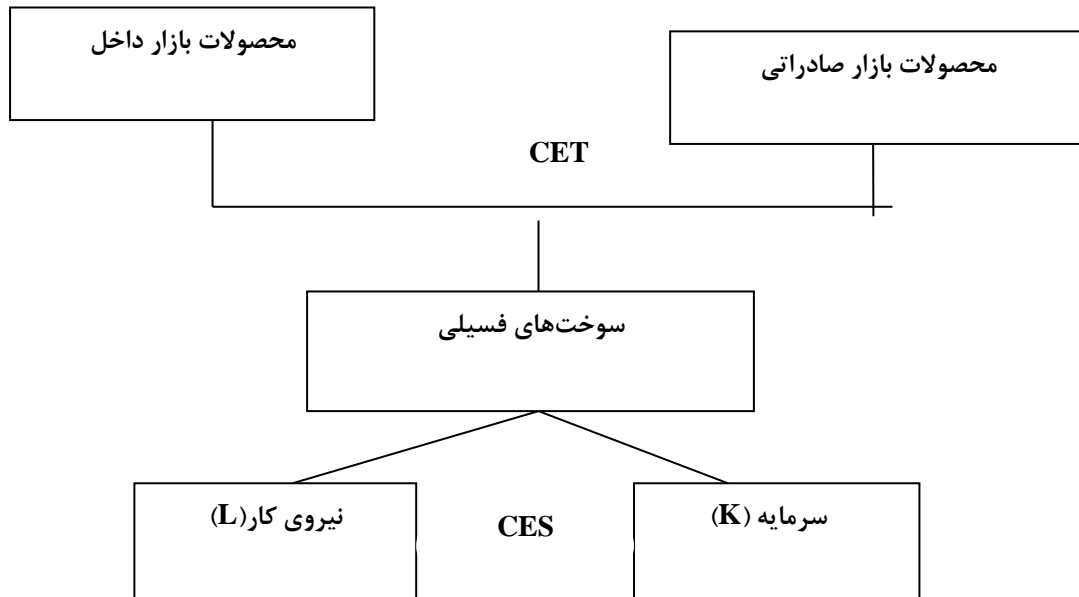
بخش‌ها بازده ثابت نسبت به مقیاس را ارائه می‌کند و با کشش جانشینی ثابت (CES)<sup>۲</sup>، تابع تولید مشخص می‌شود. برای تولید کالاهای انرژی فرض شده تنها عوامل تولید (نیروی کار و سرمایه) بکار می‌رود (همانند شکل ۱).

این است که به اقتصاددانان اجازه می‌دهد اثرات تغییرات سیاستی و یا عوامل برون‌زا را در چارچوب سیستمی که با تمام بخشهای اقتصادی و کل جهان در ارتباط است، بررسی و تحلیل کنند. در بین مدل‌های حل عددی، مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه به طور گسترده‌ای توسط سازمانهای ملی و بین‌المللی برای تحلیل سیاستهای اقتصادی در سطوح بخشی و کل اقتصاد مورد استفاده قرار می‌گیرند. مزیت اصلی مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه این است که عکس‌العمل‌های متقابل بازاری مربوط به قیمت را سازگار با سطح خرد نمایش می‌دهد. تبیین همزمان منبع ایجاد درآمد افراد و محل مصرف آن، این مدل را قادر می‌سازد تا تأثیر مداخلات سیاستگذاری را هم روی کارایی کل اقتصاد و هم روی توزیع درآمد مورد توجه قرار دهد. این موضوع مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE)<sup>۱</sup> را به عنوان یک ابزار استاندارد در تحلیل‌های کمی دخالت‌های سیاستگذاری در حوزه‌های زیادی نظیر سیاست مالی، سیاست تجاری و سیاست زیست‌محیطی تبدیل نموده است.

مدل تعادل عمومی محاسباتی مورد استفاده در این مطالعه، اساساً نئوکلاسیک و مبتنی بر نظریه تعادل عمومی والراس می‌باشد. فرض بر این است که هر تولیدکننده به بیشینه کردن سود خود که عبارت از تفاوت درآمد ناشی از فروش محصول و هزینه ناشی از خرید عوامل تولید و کالاهای واسطه‌ای است، می‌پردازد. در این مطالعه مانند بسیاری از مطالعات که به بررسی اصلاحات مالیات سبز، مالیات کربن و یا مالیات سوخت پرداختند (از جمله: بورینگرو رادرفورد ۱۹۹۷ و ۲۰۰۲)؛ هیل (۱۹۹۸)؛ لاباندیرا و همکاران (۲۰۰۴) و بورینگر و همکاران (۲۰۰۲)، کالاهای به دو گروه کلی کالاهای انرژی و غیرانرژی تقسیم می‌شود. کالاهای غیرانرژی با استفاده از عوامل اولیه، انرژی و نهاده‌های واسطه‌ای تولید می‌شود. محصول در بازارهای رقابت کامل فروخته می‌شود و تولیدکننده بر اساس تئوری اقتصاد خرد نئوکلاسیک استاندارد رفتار می‌کند و سودش را با قیمت‌های مشخصی که از بازار می‌گیرد حداکثر می‌کند. همچنین مشابه مطالعات مذکور، تکنولوژی تولید در همه

2- Constant Elasticity Substitution.

1- Computable General Equilibrium.



شکل ۱- تکنولوژی تولید سوخت های فسیلی

Figure 1- Nesting in fossil fuel production.

تابعی CES، از ارزش افزوده و کالای مرکب انرژی به صورت ذیل ترکیب شود (شرح پارامترها و متغیرهای معادلات ذیل در پیوست مقاله آمده است).

(۲)

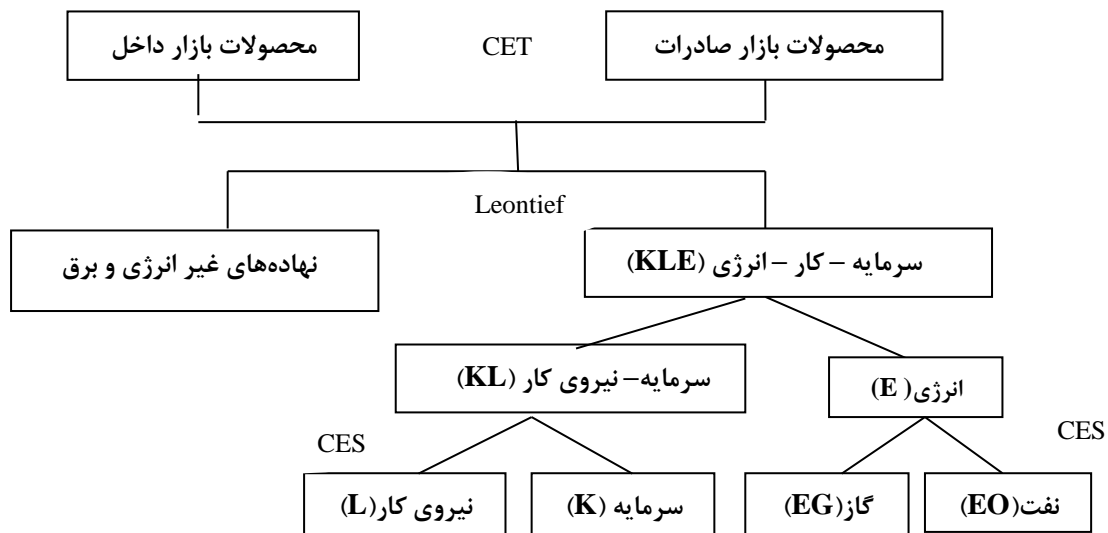
$$KLE(S) = \alpha_{KLE(S)} \left[ \frac{\alpha_{KLE(S)} KL(S)^{(1-\sigma_{KLE(S)})} + \frac{1}{(1-\sigma_{KLE(S)})}}{(1-\alpha_{KLE(S)}) E(S)^{(1-\sigma_{KLE(S)})}} \right]$$

اما همانطور که ساختار آشیانه‌ای<sup>۱</sup> تولید کالاهای غیر انرژی در شکل ۲ نشان می‌دهد، در پایین‌ترین سطح تکنولوژی، کالای واسطه‌ای قرار دارد که از ترکیب کالای واسطه‌ای داخلی و کالای واسطه‌ای وارداتی و توسط یک تابع با کشش ثابت جانشینی به دست می‌آید، این کالای مرکب بدست آمده سپس توسط یک تابع لئونتیف<sup>۲</sup> با ترکیب ارزش افزوده و نهاده‌های انرژی ترکیب می‌شوند. یعنی تولیدکنندگان کالای واسطه‌ای غیرانرژی  $A_i$  و ترکیب کل کالاهای انرژی و عوامل اولیه یعنی  $KLE$  را برای هربخش در نسبت ثابت بکار می‌گیرند. به بیان دیگر همانطور که در رابطه ۱ آمده است، فرض بر این است که ترکیب ارزش افزوده و انرژی ( $KLE$ ) با کالای واسطه نمی‌توانند جانشین یکدیگر باشند و بنابراین سهم هریک در تولید ستانده هر بنگاه ثابت است.

$$Z(S) = \min \left( \frac{KLE}{C_0}, \frac{A_i}{C_1}, \dots, \frac{A_n}{C_n} \right) \quad (1)$$

که در آن  $Z(S)$  تولید بخش  $S$ ،  $A_n$ ،  $n$  امین کالای واسطه غیر انرژی در بخش  $S$ ،  $KLE$  ترکیب نهاده کار- سرمایه و انرژی در بخش  $S$  می‌باشد.  $KLE$  خود می‌تواند بصورت

1- Nested structure.  
2- Leontief.



شکل ۲- تکنولوژی تولید کالاهای غیر سوختی

Figure 2- Nesting in non-fossil fuel production.

تواند صادر یا با کالاهای وارداتی ترکیب شده و کالای نهایی هر بخش را ایجاد کند. به عبارت دیگر، بنگاه به منظور حداکثر کردن درآمد خود کالای ساخته شده در داخل را یا به بازار داخلی عرضه می‌کند و یا به خارج صادر می‌کند. بنگاه این عمل را با استفاده از یک تابع انتقال انجام می‌دهد. این تابع خصوصیتی شبیه تابع تولید با کشش جانشینی ثابت دارد، اما آن را تابع انتقال (CET) با کشش ثابت می‌نامند. همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، کالای عرضه شده در داخل (از کالای ساخته شده داخلی یعنی  $C(G)$ )، با کالای وارداتی ترکیب شده و کالای نهایی (آرمینگتون) را ایجاد می‌کند (رابطه ۵).

(۵)

$$A(G) = \left[ \frac{\alpha_{M(G)} C(G)^{(1-\sigma_{M(S)})} + (1 - \alpha_{M(G)}) M(G)^{(1-\sigma_{M(S)})}}{1 - \sigma_{M(S)}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{M(S)}}}$$

در سطح دیگری از تکنولوژی، ارزش افزوده هر بخش تولیدی تنها می‌تواند به صورت تابعی CES از عوامل تولید (نیروی کار و سرمایه) تولید شود (رابطه ۳).

(۳)

$$KL(S) = \alpha_{KL(S)} \left[ \frac{\alpha_{K(S)} K^{(1-\sigma_{KL(S)})} + (1 - \alpha_{K(S)}) L^{(1-\sigma_{KL(S)})}}{1 - \sigma_{KL(S)}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{KL(S)}}}$$

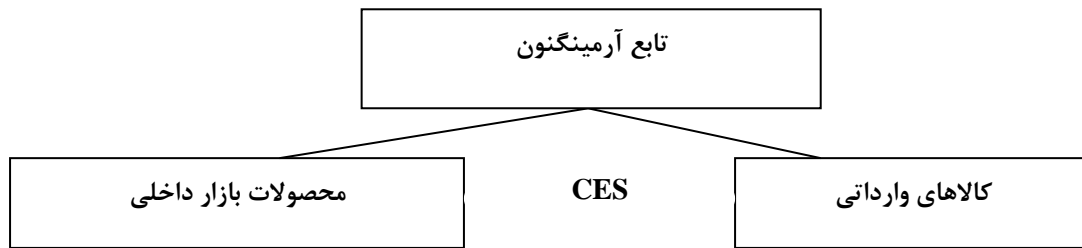
کالای مرکب انرژی نیز به صورت تابعی CES از گاز (EG) و فرآورده‌های نفتی (EO) تولید می‌شود (رابطه ۴).

(۴)

$$E(S) = \alpha_{E(S)} \left[ \frac{\alpha_{EG(S)} EG^{(1-\sigma_{EG(S)})} + (1 - \alpha_{EG(S)}) EO^{(1-\sigma_{EG(S)})}}{1 - \sigma_{EG(S)}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_{EG(S)}}}$$

در مدل این مطالعه همه کالاها و خدمات تولید شده، به بازار عرضه می‌شوند. تولید کالاها توسط فعالیت‌های مختلف جانشین ناقص یکدیگر هستند. چراکه ممکن است کالای تولید شده توسط فعالیت‌های مختلف از نظر کیفیت، زمان تولید و یا محل تولید با یکدیگر متفاوت باشند. به دلیل جانشین ناقص بودن محصول تولید شده توسط فعالیت‌های مختلف، از یک تابع CES برای ترکیب آنها استفاده می‌شود و به این ترتیب کل کالای تولید داخل به دست می‌آید. کالاهای ساخت داخل می-





شکل ۳- تولید آرمینگتون

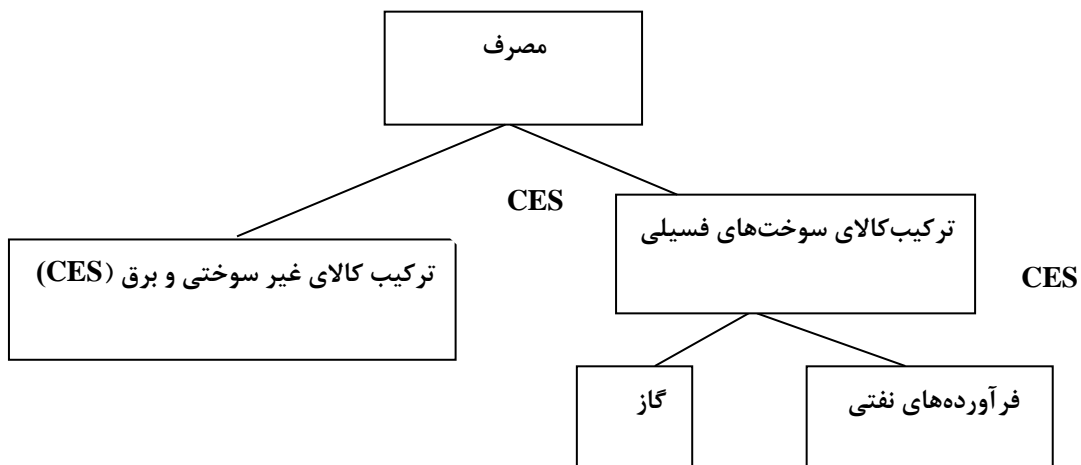
Figure 3- Nesting in Armington production

مصرف کننده همانطور که در شکل ۴ آمده است، با کشش جانشینی ثابت (رابطه ۷) ترکیبی از کالاهای مرکب غیر انرژی (NE) و کالاهای مرکب انرژی (E) را انتخاب می کند.

$$U = [\alpha_N NE^{(1-\delta)} + (1 - \alpha_N)E^{(1-\delta)}]^{\frac{1}{(1-\delta)}} \quad (۷)$$

کالاهای نهایی ساخته شده یا به عنوان مواد اولیه در تولید همان کالا یا کالاهای دیگر به کار می رود (جدول داده- ستانده) و یا به مصرف نهایی می رسد. مشابه مطالعات بورینگر و رادرفورد (۱۹۹۷ و ۲۰۰۲)، هیل (۱۹۹۸) و بورینگر و همکاران (۲۰۰۲)، مصرف نهایی برای مصرف کننده نماینده با تابع مطلوبیت زیر مدلسازی می شود با این تفاوت که مطلوبیت تنها تابعی از مصرف کالاهاست و به دلیل در دسترس نبودن اطلاعات فراغت، مطلوبیت حاصل از فراغت در نظر گرفته نشده است.

$$U = U(C(E, NE)) \quad (۶)$$



شکل ۴- آشیانه مصرف

Figure 4- Nesting in consumption

مصرف کننده در مرحله بعد تصمیم می گیرد به چه میزان روی کالاهای مختلف انرژی (فرآورده های نفتی EO و گاز EG) و به

آلودگی هوا پرداخته شده است، آلودگی هوا کالایی است که مطلوبیت را کاهش می‌دهد. لذا با کاهش آلودگی می‌توان میزان مطلوبیت را افزایش داد. اگر فرض شود مطلوبیت حاصل از مصرف و عدم مطلوبیت حاصل از آلودگی هوا جدایی‌پذیر باشند، در این صورت تابع مطلوبیت کل (با رفاه کل) را می‌توان به صورت زیر نوشت.

$$U = u(NE, E) + v(E) \\ u' > 0, v' < 0 \quad (11)$$

که در آن  $NE$ ، مصرف سوخت و سایر کالاها توسط مصرف‌کننده است.  $v$  عدم مطلوبیت (آلودگی یا خسارت زیست‌محیطی) ناشی از مصرف سوخت است که یک رابطه‌ی منفی حاصل از مصرف سوخت را نشان می‌دهد ( $u'$  مشتق مرتبه اول رفاه حاصل از مصرف و  $v$  مشتق مرتبه اول عدم مطلوبیت ناشی از مصرف سوخت است). همانطور که در تابع مطلوبیت (رابطه ۱۱) مشاهده می‌شود، سوخت‌های فسیلی ( $E$ ) هم تأثیر مثبت و هم منفی بر مطلوبیت کل خواهد گذاشت و بنابراین پارامترهای این دو جزء می‌توانند به‌گونه‌ای باشند که افزایش در مطلوبیت به دلیل مصرف  $E$  با کاهش آن برابر یا حتی کمتر از آن باشد.

تولید، انتقال، توزیع و مصرف انرژی، محیط زیست را در حین مراحل مختلف از استخراج منابع اولیه تا ارائه خدمات و مصرف نهایی تحت تأثیر قرار می‌دهد. احتراق سوخت‌های فسیلی حدوداً  $\frac{1}{4}$  از کل نشرهای انسان ساخت گازهای گلخانه‌ای را به صورت دی‌اکسیدکربن تولید می‌کند. بخش انرژی همچنین در نشر متان در حین استخراج زغال سنگ، نفت، گاز و انتقال این مواد و نیز نشر اکسید نیتروژن سهمیم است (۲). برای بررسی کاهش آلودگی هوا در نتیجه حذف یارانه سوخت، فرض شده است مصرف سوخت و آلودگی هوا رابطه‌ای خطی باهم دارند. به عبارت دیگر با افزایش مصرف سوخت آلودگی هوا (ناشی از مصرف سوخت) نیز افزایش می‌یابد، ضریب این افزایش با توجه به اطلاعات ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۰ تعیین گردیده است.

چه میزان بر روی کالاهای غیرانرژی متفاوت با کشش جانشینی ثابت خرج کند. به عبارتی کالاهای غیرانرژی و انرژی هرکدام در آشیانه دیگری با توابع CES زیر باهم ترکیب می‌شوند، معادلات ذیل به ترتیب بیانگر ترکیب کالای مرکب غیر انرژی و انرژی می‌باشند.

$$NE = \left[ \sum_{NE} \alpha_N NE^{(1-\sigma_N)} \right]^{\frac{1}{(1-\sigma_N)}} \quad (8)$$

$$E = \left[ \sum_E \alpha_E E^{(1-\sigma_E)} \right]^{\frac{1}{(1-\sigma_E)}} \quad (9)$$

درآمد مصرف‌کننده شامل درآمدهای ناشی از عرضه نیروی کار و درآمدهای ناشی از سرمایه‌انهاست و همچنین شامل پرداخت‌های انتقالی به آنها نیز می‌شود (رابطه ۱۰). از آنجایی که در این مطالعه تغییرات مالیات بر سوخت‌های فسیلی هم به صورت مالیات مصرفی و هم به صورت مالیات بر نهاده در نظر گرفته شده است، پرداختی انتقالی از این دو طریق مدنظر می‌باشد. همچنین فرض شده است پس‌اندازی وجود ندارد و مصرف‌کننده تمام درآمد خود را هزینه می‌کند.

$$\bar{U} = RA * \sum_F W(F) * ENDOW(F) + U * P(EG) * \bar{C}(EG) \\ * \left( \frac{PU}{P(EG) * (1+T(EG))^{\sigma_E}} \right)^{\delta} + U * P(EO) * \bar{C}(EO) * \left( \frac{PU}{P(EO) * (1+T(EO))^{\sigma_E}} \right)^{\delta} \\ * \sum_S \sum_E Z(S) * P(E) * T(E, S) * \bar{D}(E, S) * \\ + \left( \frac{C(S)}{P(E) * (1+T(E, S))^{\sigma_{EG(S)}}} \right)^{\sigma_{KLE(S)}} \quad (10)$$

در این مطالعه فرض شده است یک مصرف‌کننده نماینده وجود دارد که هر سه نهاد خانوار، دولت و بنگاه‌ها را دربر می‌گیرد و مخارج آن شامل مخارج مصرفی بخش خصوصی و خانوارها، مخارج دولتی و سرمایه‌گذاری است. در نتیجه بر اساس تغییرات رفاه مصرف‌کننده تغییرات رفاه جامعه قابل بررسی است. اگر رفاه جامعه بدون در نظر گرفتن آلودگی مدنظر باشد با محاسبه تغییرات مالیات بر مطلوبیت ناشی از مصرف، تغییرات رفاه محاسبه می‌شود. اما اگر اثرات زیست‌محیطی مالیات بر سوخت نیز مدنظر باشد، باید جزء دومی به تابع مطلوبیت اضافه شود تا بیانگر این اثرات باشد. از آنجایی که در این مطالعه تنها به

ازای مصرف هر واحد سوخت، محاسبه می‌شود (این ضرایب در جدول ۱ آمده‌است). از طرفی جمع فرآورده‌های نفتی بعنوان کالای نفت یا فرآورده‌های نفتی مدنظر قرار گرفته و سهم آن، مجموع سهم هریک از این فرآورده‌هاست.

همچنین با توجه به اطلاعات ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۰ و محاسبات انجام شده، آلاینده‌های CO<sub>2</sub>، SO<sub>2</sub>، NO<sub>x</sub>، CO، CH و SPM به ترتیب حدود ۹۷ درصد، ۳۷٪، ۳٪ و ۱/۸ درصد، ۴۵٪، ۰/۸٪ و ۰/۳٪ از کل مقدار انتشار آلاینده‌ها در بخش‌های مختلف را تشکیل می‌دهند.

تغییر در مصرف سوخت‌های فسیلی (فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی) سبب تغییر در میزان تولید آلاینده‌های هوا می‌شود. دی‌اکسیدکربن (CO<sub>2</sub>)، متان (CH<sub>4</sub>) و اکسیدهای نیتروژن (NO<sub>x</sub>)، منواکسیدکربن (CO)، دی‌اکسیدگوگرد (SO<sub>2</sub>) و ذرات معلق (SPM)، آلاینده‌های اصلی می‌باشند که در اثر مصرف سوخت‌های فسیلی در هوا منتشر می‌گردند (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۰). در این مطالعه برای بررسی تغییرات آلودگی هوا آلاینده‌های فوق مد نظر قرار گرفته و تغییرات آنها با حذف یارانه سوخت، با توجه به ضرایب تولید هریک از آلاینده‌ها به

جدول ۱- سهم هریک از سوخت‌های فسیلی در انتشار آلاینده‌های هوا در سال ۱۳۸۰ (درصد)

Table 1- Share of fossil fuels in emission.

سوخت / آلاینده	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	CH	SPM
نفت کوره	۱۴/۹	۱۲	۶۰/۹	رقم ناچیز	۰/۴	۵/۶
نفت گاز	۲۲	۴۸	۳۵/۱	۱/۹	۲۴/۹	۸۱/۲
نفت سفید	۷/۲	۰/۴	۱/۸	۰/۱	-	-
بنزین	۱۲/۹	۲۲/۷	۲/۲	۹۷/۹	۷۴/۴	۸
گاز طبیعی	۴۳	۱۷	رقم ناچیز	۰/۱	۰/۳	۵/۲
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

منبع: ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۰

در نتیجه همان‌طور که در معادلات فوق آشکار است، تغییر در مصرف سوخت‌های فسیلی (فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی) سبب تغییر در میزان تولید آلاینده‌های هوا می‌شود که این امر آلودگی هوا را تحت الشعاع قرار می‌دهد. تغییرات کل آلودگی هوا بر اساس رابطه ذیل محاسبه می‌شود.

(۱۸)

$$\Delta P = 0.018 \Delta CO + 0.037 \Delta SO_2 + 0.008 \Delta SPM + 0.97 \Delta CO_2 + 0.03 \Delta NO_x + 0.045 \Delta CH$$

جزئیات مدل

مدل با استفاده از داده‌های جدول داده-ستانده سال ۱۳۸۰ ایران کالیبره شده است. اطلاعات مربوط به انتشار آلاینده‌های مختلف در اثر مصرف سوخت‌های فسیلی از ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۰ استخراج شده است. در این مقاله بخش‌های تولیدی، با

بر اساس جدول ۱، تغییر در میزان نشر آلاینده‌های مذکور ناشی از تغییر در مصرف فرآورده‌های نفتی ( $\Delta EO$ ) و گاز طبیعی ( $\Delta EG$ ) را می‌توان به صورت ذیل محاسبه نمود:

$$\Delta CO_2 = 0.43 \Delta EG + 0.57 \Delta EO \quad (12)$$

$$\Delta SO_2 = \Delta EO \quad (13)$$

$$\Delta NO_x = 0.83 \Delta EO + 0.17 \Delta EG \quad (14)$$

$$\Delta CO = 0.999 \Delta EO + 0.001 \Delta EG \quad (15)$$

$$\Delta CH = 0.979 \Delta EO + 0.03 \Delta EG \quad (16)$$

$$\Delta SPM = 0.48 \Delta EO + 0.52 \Delta EG \quad (17)$$

ستانده ۱۳۸۰، جدول SAM متناسب با مدل تنظیم شده است (پیوست ۲). سپس مدل در قالب ۴ سناریو بررسی و سپس با کمک برنامه MPSGE<sup>۱</sup> در محیط GAMS<sup>۲</sup> بصورت مسئله تکمیلی مختلط (MCP<sup>۳</sup>) حل و نتایج ارائه شده است.

#### یافته ها

همان گونه که قبلاً اشاره شد، پایه آماری این مطالعه جدول داده - ستانده سال ۱۳۸۰ خراسان رضوی می باشد. آمار مربوط به یارانه این سال به تفکیک حامل های انرژی در جدول ۲ ارائه شده است.

توجه به اطلاعات مقالات مشابه (هیل، ۱۹۹۸) و نیز اطلاعات سازمان محیط زیست و تقسیم بندی صنایع بر اساس میزان تولید آلودگی آنها، به ۱۵ بخش یا فعالیت تقسیم شده است. این بخشها، ۱۵ کالا (دو کالای انرژی نفت و گاز و ۱۳ کالای غیر انرژی) تولید می کنند. نفت شاخصی از ترکیب ۵ فرآورده عمده نفتی (بنزین، گازوئیل، نفت سفید، نفت کوره و گاز مایع) است. درآمد مصرف کننده شامل دریافتی از فروش عوامل اولیه و انتقالات به مصرف کننده است. تصریح و حل مدل تعادل عمومی با استفاده از نرم افزار GAMS انجام شده است. مدل ارائه شده دو نوع پارامتر را شامل می شود. مقدار پارامترهای سهمی مستقیماً از جدول SAM محاسبه شده اند و پارامترهای رفتاری از داده های خارج از جدول و با استفاده از مطالعات قبلی انجام شده در کشور یا در کشورهای مشابه و یا از تخمین های مورد استفاده در مدل های تعادل عمومی مشابه به دست آمده است (پیوست ۱). به منظور تعیین پارامترهای مجهول و استخراج نقطه تعادل اولیه، با استفاده از اطلاعات جدول داده -

1- Mathematical programming system for general equilibrium.

2- General Algebraic Mathematical System.

3- Mixed Complementarily Problem.

جدول ۲- یارانه حامل‌های انرژی در سال ۱۳۸۰ به تفکیک حامل‌ها (برحسب میلیارد ریال)

Table 2- Energy subsidies in 1380 (in billion Rials)

حامل انرژی	بنزین	نفت سفید	نفت گاز	نفت کوره	گاز مایع	برق	گاز طبیعی
یارانه	۱۶۲۷۲	۱۲۰۲۷	۲۷۰۴۳	۷۴۹۴	۳۴۵۱	۳۷۰۱۵	۱۱۱۳۴
درصد	۱۴/۲	۱۲/۵	۲۳/۶	۶/۶	۳	۳۲/۴	۹/۷
درصد(ریال در هر واحد)	۶۳/۲	۸۵/۳	۸۵/۳	۸۶/۹	-	۶۸/۲	۸۰/۱

منبع: ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۰ و پرمه (۱۳۸۴)

- حذف یارانه سوخت‌های فسیلی در ۱۱ نرخ
- حذف یکباره یارانه فعلی سوخت‌های فسیلی
- حذف یارانه سوخت‌های فسیلی در طول سه سال (طرح پیشنهادی از طرف دولت برای هدفمند کردن یارانه‌ها).
- حذف یارانه سوخت‌های فسیلی در طول ۵ سال (قانون مصوب مجلس برای هدفمند کردن یارانه‌ها).

#### اثرات رفاهی و زیست‌محیطی حذف یارانه سوخت‌های فسیلی در ۱۱ نرخ

در این سناریو فرض می‌شود یارانه در ۱۱ نرخ (۱٪، ۵٪، ۱۰٪، ۱۵٪، ۲۰٪، ۲۵٪، ۳۰٪، ۳۵٪، ۴۰٪، ۴۵٪ و ۵۰٪) پرداخت شده است. اثرات مصرفی و رفاهی حذف این یارانه‌ها در جدول ۳ و تغییرات تولید آلاینده‌ها در جدول ۴ ارایه شده است.

با توجه به بحث‌های دولت و مجلس در زمینه هدفمند کردن یارانه‌ها، نحوه حذف یارانه حامل‌های انرژی بر تقاضای سوخت و آلودگی هوا در قالب سه سناریو: حذف یکباره، حذف در طول سه سال و حذف در طی ۵ سال مورد بررسی قرار می‌گیرد. با در نظر گرفتن یارانه‌های انرژی که بر سوخت‌های فسیلی در سال ۱۳۸۰ تعلق گرفته است (جدول درصد یارانه برحسب ریال در هر واحد)، یارانه هر مترمکعب گاز ۸۰/۱ درصد و میانگین یارانه فرآورده‌های نفتی نیز ۸۰/۱ درصد می‌باشد. قبل از بررسی حذف یارانه فعلی، حذف یارانه سوخت در ۱۱ سناریوی مالیاتی مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد، تا علاوه بر نتایج حذف یارانه در نرخ‌های مختلف، مقایسه‌ای نیز با حذف یارانه‌های فعلی انجام گیرد. بنابراین سناریوهای این بخش به صورت زیر خلاصه می‌شود:

جدول ۳- تغییرات در مصرف سوخت و میزان رفاه در اثر حذف یارانه سوخت در قالب (۱۱ سناریو) (درصد)

Table 3- Variation of fossil fuels' demand & welfare with and without environmental effects by elimination of subsidy on fossil fuels in 11 scenarios

سناریوها	تغییرات تقاضای گاز	تغییرات تقاضای نفت	تغییرات رفاه بدون لحاظ اثرات زیست‌محیطی	تغییرات با لحاظ اثرات زیست‌محیطی
حذف ۱٪	-۶۱/۹	-۱۰/۰	۰/۱	۳۱/۴
حذف ۵٪	-۶۳/۹	-۱۲/۵	۰/۱	۳۳/۷
حذف ۱۰٪	-۶۶/۵	-۱۵/۸	۰/۱	۳۶/۶
حذف ۱۵٪	-۸۲/۷	-۱۸/۰	۰/۳	۴۴/۵
حذف ۲۰٪	-۸۷	-۲۱/۶	۰/۱	۴۸/۴
حذف ۲۵٪	-۹۱/۴	-۲۵/۷	۰/۱	۵۲/۷
حذف ۳۰٪	-۹۶/۲	-۳۱/۱	-۰/۲	۵۷/۴
حذف ۳۵٪	-۱۰۱/۴	-۳۵/۱	-۰/۴	۶۲/۵
حذف ۴۰٪	-۱۰۷/۱	-۴۰/۸	-۰/۶	۶۸/۳
حذف ۴۵٪	-۱۱۳/۳	-۴۷/۲	-۰/۷	۷۴/۶
حذف ۵۰٪	-۱۲۰/۲	-۵۷/۶	-۰/۹	۸۱/۸

منبع: یافته‌های تحقیق

همانطور که نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد، در نرخ ۱ درصد با کاهش تقاضای داخلی گاز و فرآورده‌های نفتی میزان آلودگی-های ناشی از  $CO_2$ ،  $SO_2$ ،  $NO_x$ ،  $CH$ ،  $CO$  و  $SPM$  به ترتیب ۳۲/۴ درصد، ۱۰ درصد، ۱۸/۸ درصد، ۱۶/۱ درصد، ۲۸/۳ درصد و ۱۲/۷ درصد کاهش می‌یابد. در اثر کاهش این آلاینده‌ها و بر اساس محاسبات، رفاه جامعه با لحاظ اثرات زیست محیطی ۳۱/۴ درصد افزایش پیدا می‌کند.

بر اساس اطلاعات جدول ۳، اگر یارانه نهاده‌ای سوخت‌های فسیلی به میزان ۱ درصد حذف شود تقاضای داخلی گاز ۶۱/۹ درصد و تقاضای داخلی فرآورده‌های نفتی ۱ درصد کاهش می‌یابد که این مقدار کاهش در تقاضا به علت کاهش تولید بخشها در اثر حذف یارانه و افزایش هزینه تولید آنها اتفاق می‌افتد. از طرفی حذف یک درصدی یارانه مصرفی، تقاضای مصرفی سایر کالاها را به میزان ۰/۱ درصد افزایش می‌دهد.

#### جدول ۴- میزان تغییر در تولید آلاینده‌ها در اثر حذف یارانه سوخت در قالب ۱۱ سناریو (درصد)

Table 4- Variation of emissions by elimination of subsidy on fossil fuels in 11 scenarios.

تغییرات SPM	تغییرات CH	تغییرات CO	تغییرات $NO_x$	تغییرات $SO_2$	تغییرات $CO_2$	سناریوها
- ۱۲/۷	- ۲۸/۳	- ۱۶/۱	- ۱۸/۸	- ۱۰	- ۳۲/۴	حذف ۱٪
- ۱۵/۲	- ۳۱/۳	- ۱۸/۸	- ۲۱/۲	- ۱۲/۵	- ۳۴/۶	حذف ۵٪
- ۱۸/۴	- ۳۵/۳	- ۲۲/۳	- ۲۴/۴	- ۱۵/۸	- ۳۷/۶	حذف ۱۰٪
- ۲۱/۴	- ۴۲/۳	- ۲۶/۱	- ۲۹	- ۱۸	- ۴۵/۸	حذف ۱۵٪
- ۲۵	- ۴۷/۱	- ۳۰/۱	- ۳۲/۷	- ۲۱/۶	- ۳۹/۶	حذف ۲۰٪
- ۳۹/۱	- ۵۲/۳	- ۳۴/۶	- ۳۶/۹	- ۲۵/۷	- ۵۳/۴	حذف ۲۵٪
- ۳۳/۵	- ۵۸/۱	- ۳۹/۴	- ۴۱/۳	- ۳۰/۱	- ۵۸	حذف ۳۰٪
- ۳۸/۵	- ۶۴/۵	- ۴۴/۹	- ۴۶/۴	- ۳۵/۱	- ۶۳	حذف ۳۵٪
- ۴۴/۲	- ۷۱/۷	- ۵۱/۱	- ۵۲/۱	- ۴۰/۸	- ۶۸/۴	حذف ۴۰٪
- ۵۰/۶	- ۷۹/۸	- ۵۸/۱	- ۵۸/۴	- ۴۷/۲	- ۷۴/۵	حذف ۴۵٪
- ۵۸	- ۸۹	- ۶۶/۱	- ۶۵/۸	- ۵۴/۶	- ۸۱/۵	حذف ۵۰٪

منبع: یافته‌های تحقیق

قیمت و هزینه نیز افزایش و تقاضا برای این کالاها، رفاه کاهش می‌یابد. اما چنانچه اثرات مثبت ناشی از کاهش آلودگی‌های هوا، مدنظر قرار گیرند، اثرات رفاهی در همه سناریوها بر عدم مطلوبیت ناشی از کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی غالب شده و رفاه از ابعاد مختلف افزایش می‌یابد. به عنوان مثال با حذف ۵۰٪ یارانه نهاده‌ای سوخت‌های فسیلی، تقاضای گاز ۱۲/۲ درصد و تقاضای فرآورده‌های نفتی ۵۴/۶ درصد کاهش می‌یابد. این کاهش در تقاضا، آلاینده‌های  $CO_2$ ،  $SO_2$ ،  $NO_x$ ،  $CO$ ،  $CH$  و  $SPM$  را به ترتیب ۸۱/۵ درصد، ۵۴/۶ درصد و ۵۶/۸ درصد، در ۶۶/۱ درصد، ۸۹ درصد و ۵۸ درصد کاهش می‌دهد. در

همچنین بر اساس نتایج به دست آمده، با افزایش نرخ حذف یارانه مقدار کاهش تقاضا برای سوخت‌های فسیلی افزایش یافته و بالطبع تغییرات آلاینده‌ها نیز کاهش بیشتری را نشان می‌دهد. در اثر این کاهش، رفاه جامعه در شرایط بدون در نظر گرفتن اثرات زیست محیطی، بدون تغییر باقیمانده اما با لحاظ نمودن این اثرات به شدت افزایش می‌یابد. نتایج نشان می‌دهند (جدول ۳) که با افزایش نرخ حذف یارانه تا ۲۵ درصد، با وجود کاهش تقاضاهای ۹۱/۴ درصد و ۲۵/۷ درصد برای گاز و فرآورده‌های نفتی، رفاه متأثر از مصرف سایر کالاهای جانشین نفت و گاز مثبت بوده و از آن به بعد به علت افزایش شدید

تقاضای سوخت‌های فسیلی (گاز طبیعی و فرآورده‌های نفتی)، مجموع عرضه داخلی سوخت (تولید داخل منهای صادرات به خارج) به اضافه واردات آن از خارج کشور می‌باشد، با حذف ۸۰/۱ درصد یارانه سوخت، تقاضای آن هم به عنوان کالای نهایی توسط مصرف کننده و هم به عنوان نهاده واسطه در تولید سایر بخش‌ها کاهش می‌یابد.

اثر کاهش این آلاینده‌ها، رفاه با لحاظ اثرات زیست محیطی به میزان ۸۱/۸ درصد افزایش می‌یابد. با توجه به تغییرات نرخ رشد رفاه در اثر حذف یارانه سوخت‌های فسیلی در سناریوهای مختلف اعمال شده (جدول ۳)، بالاترین نرخ رشد رفاه (۸ درصد) مربوط به حذف یارانه ۱۵ درصد می‌باشد. به عبارت دیگر حذف ۱۵ درصد یارانه‌ها در مقایسه با سایر نرخ‌ها، سالانه درصد بالاتری به رفاه نسبت به دیگر نرخ‌ها می‌افزاید.

### تغییرات تقاضای سوخت در اثر حذف یارانه فعلی سوخت‌های فسیلی

جدول ۵- تغییرات تقاضای سوخت در اثر حذف یارانه سوخت (درصد)

Table 5- Variation of fuels demand by elimination of subsidy on fossil fuels.

میزان تغییرات			سناریوها
حذف در ۵ سال	حذف در ۳ سال	حذف یکبار	پارامترها
- ۹	- ۱۶/۶	- ۱۹۳/۸	تقاضا برای گاز طبیعی
- ۸/۳	- ۱۵/۳	- ۱۵۱/۸	تقاضا برای فرآورده های نفتی

منبع: یافته‌های تحقیق

و یارانه سوخت‌های فسیلی در ۵ سال حذف شود، تقاضای گاز سالانه ۹ درصد، تقاضای فرآورده‌های نفتی ۸/۳ درصد کاهش می‌یابد.

### تغییر در آلودگی هوا و رفاه در اثر حذف یارانه فعلی سوخت

همانطور که قبلاً ذکر شد، با توجه به سهم هریک از سوخت‌های فسیلی در انتشار آلاینده‌های مورد مطالعه، میزان تغییرات آلاینده‌ها در نتیجه تغییرات تقاضا در فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی برای هریک از سناریوهای حذف یکبار، در طی ۳ و ۵ سال، محاسبه و نتایج آن در جدول ۶ خلاصه گردیده است.

همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌گردد، حذف یکبار یارانه نهاده‌ای و مصرفی سوخت‌های فسیلی (یعنی حذف یکبار ۸۰/۱ درصد یارانه مصرفی سوخت‌های فسیلی)، تقاضای داخلی گاز را ۱۹۷/۳ درصد و تقاضای داخلی فرآورده‌های نفتی را ۱۵۷/۳ درصد کاهش می‌دهد. اگر بر اساس طرح پیشنهادی از طرف دولت برای هدفمند کردن یارانه‌ها، یارانه در سه سال حذف شود، نتایج مطالعه نشان می‌دهد که با حذف ۲۶/۷ درصد یارانه، سالانه به ترتیب ۱۶/۶ درصد و ۱۵/۳ درصد، تقاضای گاز و تقاضای نفت کاهش می‌یابد. اگر بر مبنای قانون مصوب مجلس برای هدفمند کردن یارانه‌ها، دوره حذف یارانه‌ها طولانی‌تر شود

## جدول ۶- تغییرات آلاینده‌های هوا در اثر حذف یارانه سوخت (درصد)

Table6- Variation of pollutant emissions by elimination of subsidy on fossil fuels.

میزان تغییرات			سناریوها
حذف در ۵ سال	حذف در ۳ سال	حذف یکباره	پارامترها
-۸/۶	-۱۵/۹	-۱۶۹/۹	تولید CO <sub>2</sub>
-۸/۳	-۱۵/۳	-۱۵۱/۸	تولید SO <sub>2</sub>
-۸/۴	-۱۵/۵	-۱۵۸/۹	تولید NO <sub>x</sub>
-۹/۱	-۱۶/۸	-۱۶۹/۷	تولید CO
-۱۰/۸	-۱۹/۸	-۲۰۵/۴	تولید CH
-۸/۳	-۱۵/۴	-۱۵۴	تولید SPM
-۸/۶	-۱۵/۹	-۱۶۹/۹	آلودگی کل هوا
-۰/۱	-۰/۲	-۰/۹	رفاه بدون اثرات زیست‌محیطی
۸/۳	۱۵/۳	۱۶۵/۳	رفاه با لحاظ اثرات زیست‌محیطی

منبع: یافته‌های تحقیق

برنامه‌ای در نظر گرفته شود، میزان رفاه حدود ۱۵/۳ درصد افزایش می‌یابد. همچنین محاسبات نشان می‌دهند که حذف یارانه سوخت‌های فسیلی در طی ۵ سال (به میزان سالانه ۱۶/۰۲ درصد)، که با کاهشی معادل ۹ درصد در مصرف گاز و ۸/۳ درصد در مصرف فرآورده‌های نفتی همراه شد (جدول ۵). چنین کاهش‌هایی در مصرف انرژی میزان تولید CO<sub>2</sub>، SO<sub>2</sub>، NO<sub>x</sub>، CO، CH و SPM را به ترتیب معادل ۸/۶ درصد، ۸/۳ درصد، ۸/۴ درصد، ۹/۱ درصد، ۱۰/۸ درصد و ۸/۳ درصد کاهش می‌دهد. در این حالت رفاه حاصل از مصرف ۰/۱ درصد کاهش و رفاه حاصل از برآیند مصرف و اثرات زیست‌محیطی ۸/۵ درصد افزایش می‌یابد. بیشترین تغییرات تولید در بین آلاینده‌ها مربوط به آلاینده متان (CH) و کم‌ترین مربوط به آلاینده اکسید گوگرد (SO<sub>2</sub>) می‌باشد.

## بحث و نتیجه گیری

✓ با توجه به نقش و اهمیت محیط زیست و ضرورت- کاستن از آلاینده‌های موجود در هوا، کاهش مصرف سوخت و حذف یارانه آن ضروری است.

همانطور که نتایج ارائه شده در جدول ۶ نشان می‌دهند، افزایش یکباره قیمت گاز و فرآورده‌های نفتی به میزان ۸۱/۱٪، میزان تولید آلودگی‌های ناشی از CO<sub>2</sub>، SO<sub>2</sub>، NO<sub>x</sub>، CO، CH و SPM به ترتیب حدود ۱۶۹/۹ درصد، ۱۵۱/۸ درصد و ۱۵۸/۹ درصد، ۱۶۹/۷ درصد، ۲۰۵/۴ درصد و ۱۵۴ درصد کاهش می‌یابد و کاهش در این آلاینده‌ها، آلودگی هوا را به میزان ۱۶۹/۹ درصد کاهش می‌دهد. در این حالت رفاه با لحاظ اثرات زیست‌محیطی به میزان ۱۶۵/۳ درصد افزایش می‌یابد. کاهش شدید آلودگی هوا در این حالت عمدتاً ناشی از کاهش مصرف شدید تقاضای نفت و در نتیجه کاهش شدید تولید آلودگی CO<sub>2</sub> است (لازم به یادآوری است که CO<sub>2</sub> در مقایسه با سایر آلاینده‌های اتمسفر بالاترین سهم را از نقطه نظر گرمایشی دارد).

اگر حذف یارانه در سه سال صورت گیرد، به عبارتی با افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی به میزان سالانه ۲۶/۷٪، آلاینده‌های CO<sub>2</sub>، SO<sub>2</sub>، NO<sub>x</sub>، CO، CH و SPM به ترتیب معادل ۱۵/۹ درصد، ۱۵/۳ درصد، ۱۵/۵ درصد، ۱۶/۸ درصد، ۱۹/۸ درصد و ۱۵/۴ درصد کاهش می‌یابد. در این شرایط اگر اثرات زیست‌محیطی در نظر گرفته نشود، رفاه حدود ۰/۲ درصد کاهش می‌یابد. ولی چنانچه اثرات زیست‌محیطی ناشی از اعمال چنین



یا ۵ سال، اثرات رفاهی بالاتر و کاهش تقاضای سوخت- های فسیلی شدیدتر است ولی از نظر عملی حذف تدریجی نسبت به یکباره ترجیح دارد.

#### منابع

- ۱- شهرداری مشهد، « ارزشگذاری نقش فضای سبز شهری بر سلامت انسانی»، معاونت خدمات شهری، سازمان پارکها و فضای سبز، ۱۳۸۸.
- ۲- دفتر برنامه ریزی کلان و برق کشور، « ترازنامه انرژی کشور»، وزارت نیرو، ۱۳۸۰.
- ۳- کدخدازاده، احمد، « تعیین قیمت مناسب حاملهای انرژی در ایران و بررسی آثار آن بر شاخصهای اقتصاد کلان»، پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشگاه تهران، دانشکده اقتصاد، ۱۳۷۶؛ صفحات ۱۴ تا ۲۱ و ۵۲ تا ۶۹.
- ۴- مرکز مطالعات انرژی، « بررسی کارایی انرژی در ایران و کشورهای در حال توسعه»، تهران، ۱۳۸۱.
- ۵- مرکز مطالعات وزارت نفت، « اصلاح سیاست قیمت- گذاری فرآوردههای نفتی»، تهران، ۱۳۸۲.
- ۶- بزرگزاده، مهدی، «حذف یارانه حاملهای عمده انرژی و آثار آن بر دهکهای هزینه در بخش خانگی شهری»، پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشگاه تهران، دانشکده اقتصاد، ۱۳۷۶؛ صفحه ۴۶ تا ۷۰.
- 7- Uri, N. D., Boyd, R., 1997. "An Evaluation of the Economic Effects of Higher Energy Prices in Mexico". Energy Policy, Vol. 25, No. 2, pp.205-215.
- 8- Berument, H., Talpcy, H., 2000. "Inflationary Effect of Crude Oil Prices in Turkey". Department of Economics. Bilkent University, Turkey.
- 9- Dubo, I., 2003. "Impact of Energy Subsidies on Energy Consumption and Supply in Zimbabwe: Do the Urban Poor Really Benefit?". Energy Policy, Vol. 31, No.2, pp. 1635- 1645.

✓ وجود یارانه مستقیم و غیرمستقیم بر سوخت‌های فسیلی و مصرف بالای آنها، علت اصلی تشدید آلودگی هوا است. با توجه به نتایج مدل، حذف یکباره یارانه سوخت- های فسیلی با کاهش تقاضای شدید سوخت و آلودگی هوا همراه است. عبارتی افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی می‌تواند یکی از راهکارهای مناسب برای تعدیل و منطقی نمودن مصرف آن باشد. از تبعات مثبت افزایش قیمت، اصلاح الگوی مصرف، کاهش یارانه‌ها و افزایش منابع مالی دولت برای انجام سرمایه گذاری در جهت افزایش عرضه این فرآورده‌ها می‌باشد.

✓ با توجه به اینکه مقوله انرژی یک فرآیند سیستمی و زنجیره‌ای است، بازبینی و بازنگری در فرآیندهای مختلف مربوط به انرژی، اعم از تولید، تبدیل، انتقال و توزیع، امری ضروری به نظر می‌رسد و پیشنهاد می‌شود مصرف انرژی و آلودگیهای ناشی از آن در مراحل مختلف مد نظر قرار گیرد.

✓ با توجه به اینکه بیشترین سهم در آلودگی هوا ناشی از آلاینده CO<sub>2</sub> می‌باشد (۹۷٪) که آن نیز بیشتر متاثر از مصرف فرآوردههای نفتی است، لذا باید تصمیماتی جدی‌تر در زمینه کاهش مصرف آنها نمود. و همچنین می‌توان با وضع مالیات بر سوخت به اثرات مطلوب تر زیست محیطی دست یافت.

✓ بر اساس نتایج حاصل از مدل تعادل عمومی مطالعه حاضر، بالاترین نرخ رشد حذف یارانه سوخت‌های فسیلی- مربوط به نرخ ۱۵٪ می‌باشد. با حذف یارانه در ۵ سال، سالانه ۱/۱۶٪ به قیمت‌ها افزوده می‌شود که مشابه حذف یارانه به میزان ۱۵٪ می‌باشد. لذا این سناریو به عنوان سیاستی برای کاهش مصرف سوخت و کاهش آلودگی هوا مناسبتر می‌باشد و از اینرو مدت زمان ۵ سال در نظر گرفته شده در هدفمندکردن یارانه‌ها که توسط مجلس تصویب شده است، قابل دفاع می‌باشد. از طرفی حذف یارانه در همه سناریوها منجر به افزایش رفاه می- شود، اگرچه در سناریوی حذف یکباره نسبت به مدت ۳ و

- Department". Stockholm School of Economics and the Beijer Institute, Stockholm, Sweden.
- 16- Labandeira, X., Linaresb, P., Rodriguez, M., 2004. "Changes Policies in Spain: An Evaluation of Pollution markets".
- 17- Bohringer, C., Wolfgang, W., Starkweather, C., 2002. "Green tax reform and computational economics: A do – it – yourself Approach". Computational Economics, Vol.13, pp. 75 -109.
- ۱۸- پرمه، زواره، « بررسی یارانه انرژی و آثار افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر سطوح قیمت‌ها در ایران». فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، ۱۳۸۴؛ شماره ۳۴، صفحه ۱۱۷ تا ۱۴۷.
- 19- De Melo, J., Tarr, D., 1992. "A General Equilibrium Analysis of Foreign Exchange Shortage in a Developing Country". Economic Journal, No 91, pp. 891- 906.
- 20- Kemfert, C., Welsh, H., 2000. "Energy – Capital –Labor Substitution and the economic Effects of CO2 Abatement: Evidence for Germany". Journal of Policy Modeling, No 22, pp. 641- 660.
- ۱۰- باستان نژاد، حسین، « سیاست سقف قیمت و توزیع یارانه در بازار انرژی ایران»، بهار و تابستان ۱۳۸۰، روند نشریه‌ی علمی – تخصصی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، سال ۱۱، شماره ۳۲ و ۳۳.
- 11- Jensen, J., Tarr, D., 2002. "Trades, Foreign Exchange Rate, and Energy Policies in Iran: Reform Agenda". Economic Implications and Impact on the Poor.
- 12- و همکاران، « برآورد میزان انتشار کرباسی، عبدالرضا آلاینده‌های هوا، ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در صنایع کشور»، گزارش طرح، ۱۳۸۳.
- 13- Boehringer, C., Rutherford, T., 1997. "Carbon taxes with exemptions in an open economy: A general equilibrium analysis of the German tax initiative". Journal of Environmental Economics and Management, No. 32, pp. 189 - 203.
- 14- Boehringer, C., Rutherford, T., 2002. "Carbon Abatement and International Spillovers". Environmental and Resource Economics, No.1, pp. 1- 27.
- 15- Ill, M., 1998. "Green Tax Reform in Sweden: The Second Dividend and the Cost of Tax Exemptions. Economics