Quarterly Journal of Economic Research and Policies Vol. 33, No. 115, Autumn 2025

Estimating the Rebound Effect of Improving Energy Efficiency (Gasoline and Electricity): Dynamic General Equilibrium Model

Pegah Nikbakht
Phd student,faculty of economics,University of Tehran,Tehran.Iran
(Corresponding Author)
p.nikbakht@yahoo.com
Ali Taiebnia
Professor, Faculty of economics, University of Tehran,Tehran.Iran
taiebnia@ut.ac.ir
Sajad Barkhordari
Associate Profesor, faculty of economics,University of Tehran,Tehran.Iran
sajadbarkhordari@gmail.com

Improving energy efficiency through reducing production costs leads to an increase in demand. This increase leads to a phenomenon called the feedback effect, meaning that part of the energy that was supposed to be saved is consumed in the form of increased demand. In this paper, using a dynamic computable general equilibrium model and the 2016 social accounting matrix, the rebound effect of improving energy consumption efficiency (gasoline and electricity) and its effects on 10 economic sectors have been examined. The results of the model indicate that after improving efficiency by 10% in gasoline and electricity, although demand for them decreased, the extent of this decrease was not proportional to predictions. Also, improving efficiency by 10% in a dynamic general equilibrium model had a rebound effect in all sectors under study and failed to lead to a reduction in consumption. Meanwhile, the rebound effect in the road transportation sector was greater than in other sectors. Therefore, to save energy in this sector, one cannot rely solely on "improving efficiency"; policymakers need to also use complementary policies such as price reform. Given the importance of the concept of feedback loop, complementary policies such as price reform, infrastructure investment, consumption pattern reform, education and awareness policies are essential to reduce it and increase real efficiency.

JEL Classification: C68,D58,Q43,Q41.
Keywords: Dynamic Computable General Equilibrium, Feedback Loop, Energy Efficiency

Reccived: 2024/12/30 Accepted: 2025/05/26

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

نشریه علمی (فصلنامه) پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی شماره ۱۱۵
سال سی و سوم، پاییز ۱۴۰۴، صفحه ۴۸ - ۶

برآورد اثر بازگشتی ناشی از ارتقا کارایی انرژی (بنزین و برق): الگوی تعادل عمومی پویا

پگاه نیکبخت
دانشجوی دکتری، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)
p.nikbakht@yahoo.com
علی طیب نیا
استاد تمام، عضوهیئت علمی دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران
taiebnia@ut.ac.ir
سجاد برخورداری
استادیار، عضوهیئت علمی دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران
sajadbarkhordari@gmail.com

ارتقای کارایی در مصرف انرژی، از طریق کاهش هزینه‌های تولید افزایش تقاضای آن را به دنبال دارد، این افزایش پدیده‌ای با عنوان اثربازگشتی به دنبال دارد، با این مفهوم که بخشی از انرژی که قرار بود ذخیره شود به صورت افزایش تقاضا مصرف می‌شود. در مقاله حاضر، با استفاده از یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه پویا و ماتریس حسابداری اجتماعی ۱۳۹۵، اثر بازگشتی ناشی از ارتقا کارایی مصرف انرژی (بنزین و برق) و آثار آن بر ۱۰ بخش اقتصادی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج مدل گویای آن است که پس از ارتقا کارایی ده درصدی در بنزین و برق، هرچند تقاضا برای آن‌ها کاهش یافته اما میزان این کاهش متناسب با پیش‌بینی‌ها نبوده است. همچنین ارتقا کارایی ده درصدی در یک مدل تعادل عمومی پویا، در تمام بخش‌های بررسی، اثر بازگشتی داشته و نتوانسته منجر به کاهش مصرف شود. در این میان، اثر بازگشتی در بخش حمل‌و نقل جاده‌ای نسبت به سایر بخش‌ها، بیش‌تر بوده است. از این رو، برای صرفه‌جویی انرژی در این بخش، نمی‌توان صرفاً به «ارتقا کارایی» امید بست؛ لازم است سیاست‌گذاران از سیاست‌های تکمیلی مانند اصلاح قیمت‌ها نیز بهره بگیرند. با توجه به اهمیت مفهوم اثربازگشتی برای کاهش آن و افزایش کارایی واقعی، سیاست‌های مکمل مانند اصلاح قیمت‌ها، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، اصلاح الگوی مصرف، سیاست‌های آموزشی و آگاهی بخشی ضروری است.

طبقه‌بندی JEL: C68، D58، Q43، Q41.
واژگان کلیدی: تعادل عمومی قابل محاسبه پویا، اثربازگشتی، کارایی انرژی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳ / ۱۱ / ۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴ / ۳ / ۵

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]
[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

۱. مقدمه

اقتصاد ایران، یک اقتصاد در حال توسعه است. رشد تقاضای انرژی در انواع مختلف آن پدیده رایجی است. به همین خاطر استفاده بهینه از انرژی حائز اهمیت است. آمار و ارقام نشان می‌دهد که شاید مصرف روزانه انرژی نسبت به سایر کشورها زیاد نباشد اما شدت انرژی رقم بالایی دارد. یکی از شاخص‌های کلیدی در تحلیل کارایی و سیاست‌های انرژی شدت انرژی است، که نشان‌دهنده میزان انرژی مصرفی به ازای هر واحد تولید ناخالص داخلی (GDP) است. این شاخص به عنوان معیاری برای سنجش کارایی سیستم‌های انرژی و اقتصاد یک کشور به کار می‌رود. شدت انرژی در ایران در چند دهه اخیر روندی صعودی داشته است، اما همچنان در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته و حتی برخی کشورهای در حال توسعه، در سطح بالایی قرار دارد. این موضوع نشان‌دهنده پایین بودن کارایی انرژی و کارایی پایین سیستم‌های تولید و مصرف انرژی در کشور است (خیابانی، ناصر ۱۳۹۱). به عنوان مثال در سال ۲۰۲۲ مصرف روزانه بنزین در آمریکا ۸۸۰۰ بشکه (بر پایه ۱۰۰۰ بشکه) بوده است[۱] این در حالی است که سهم ایران ۶۵۴ هزار بشکه و چین ۳۲۴۶ بشکه بوده است. طبق ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۹ و گزارش آژانس بین المللی انرژی سرانه مصرف انرژی در ایران ۷۴ درصد از میانگین جهانی و ۱۷ درصد از خاورمیانه بیش‌تر است.

---

۱. نمودارها و ترازنامه انرژی ۱۳۸۶ .

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

یکی از چالش‌های تولید برق، رقم بالای از دست‌رفتن سوخت‌های فسیلی در تبدیل به انرژی الکتریکی است. میانگین جهانی تلفات برق در شبکه‌های انتقال و توزیع ۸/۴درصد است و این در حالی است که میانگین تلفات برق ایران در سال ۱۳۸۶ بر اساس ترازنامه انرژی ۱۹/۹ درصد گزارش شده است. ایران تقریباً بالاترین نرخ رشد مصرف برق در جهان را داراست که مقدار آن ۱۰ درصد برآورد شده است. آمار و ارقام موجود نشان می‌دهد که شدت مصرف برق در ایران ۰/۹۲ وات ساعت به ازای هر دلار است(به قیمت ثابت سال ۲۰۰۰). در حالی که میانگین جهانی شدت مصرف برق تنها ۴۶ درصد وات ساعت به ازاری هر دلار است. در ایران برطرف کردن نیازهای متعدد بخش‌های تولیدکننده و خانوار به حامل‌های انرژی بستگی دارد. مصرف حامل‌های انرژی در بخش صنعت طبق ترازنامه انرژی ۱۴۰۰، ۶۰/۷ میلیون تن معادل نفت خام، میزان مصرف در بخش ۲۳/۸درصد، دربخش کشاورزی ۱۷/۲درصد و در بخش حمل و نقل ۳۲درصد بوده است.

ارتقا کارایی انرژی و کاهش شدت انرژی باید به عنوان اهداف مهم در سیاست‌های انرژی در ایران مورد بررسی قرار بگیرند و در طراحی و اجرای این سیاست‌ها، باید اثر بازگشتی به دقت مورد توجه قرار گیرد. ارتقای کارایی کاهش هزینه‌های تولید را به همراه دارد و انتشار داریم که در مصرف انرژی صرفه جویی شود اما به دلیل کاهش هزینه‌های تولید، تقاضا برای نهاده‌ای انرژی بر بیش‌تر شده و این اثری به عنوان اثر بازگشتی را با خود به همراه دارد. در واواقع بخش از انرژی که انتظار صرفه جویی درآن را داشتیم به صورت افزایش مصرف آزاد شده است. برآورد اثر بازگشتی به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا تأثیر واقعی سیاست‌های ارتقا کارایی انرژی بر مصرف انرژی را پیش‌بینی کرده و سیاست‌های بهتری برای کاهش مصرف انرژی طراحی کنند.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

در نهایت، برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار و کاهش مصرف انرژی، ایران نیازمند اجرای سیاست‌های جامع و هماهنگ در بخش انرژی است که ارتقا کارایی انرژی، توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش اثر بازگشتی را به طور همزمان در نظر بگیرد. از این رو در مقاله حاضر اثربازگشتی را با استفاده از مدل تعادل عمومی پویا تخمین می‌زنیم. در این پژوهش ارتقای کارایی به صورت یک ضریب برون‌زا حضور دارد که نشان‌دهنده تغییرات کارایی است که پس از اعمال تکانه کارایی در مدل مقدار اثربازگشتی را اندازه‌گیری می‌کنیم. ارتقای کارایی در این مدل ناشی از اعمال یک سیاست خاص نیست و الگوسازی برای روابط تأمین مالی و فرآیند نوآوری در نظر گرفته نشده است، از همین رو، هزینه‌ای برای ارتقای کارایی لحاظ نکردیم. ساختار مقاله به این صورت است که در ادامه مروری بر ادبیات موضوع و بررسی پیشینه پژوهش داریم، سپس معادلات را معرفی کنیم و بعد از تخمین و تحلیل نتایج در پایان پیشنهادات سیاستی و جمع بندی را عنوان می‌کنیم.

۲. ادبیات نظری و مرور پیشینه پژوهش

۲-۱. ادبیات نظری

اولین محققی که مفهوم اثر بازگشتی را عنوان کرد ویلیام استنلی جونز[1] بود. وی بیان کرد با اختراع موتورهای پربازده بخار در انگلستان مصرف زغال سنگ افزایش یافته است. استفاده از این موتورها منجر به افزایش مصرف زغال سنگ در سایر بخش‌ها و مصارف جدید شده است، اگر چه مصرف زغال سنگ در برخی بخش‌ها نظیر حمل و نقل کاهش یافته ولی در کل مقدار مصرف افزایشی بوده است، از این تناقض با عنوان تناقض جونز یاد

1. Stanley jevons

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

می‌شود که در آن استفاده اقتصادی و به صرفه از سوخت لزوما به کاهش مصرف سوخت نمی‌انجامد (خوشکلام،۱۳۹۳).

انرژی به عنوان یک عامل مهم در تولید و توسعه اقتصادی نقش دارد. ایران یک منبع گسترده انرژی را در اختیار دارد اما در کنار آن استفاده بیش از حد انرژی آثار مخرب زیست محیطی مانند انتشار گازهای گلخانه‌ای را به همراه دارد.(آرمن و زارع، ۱۳۸۸) به همین دلیل اهمیت مصرف انرژی، دولت‌ها را به فکر انداخته تا اقدامات متعددی برای صرفه‌جویی و استفاده بهینه از انرژی انجام دهند. یکی از اقدامات، ارتقا کارایی انرژی است. برآوردهای آژانس بین المللی انرژی نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۵۰ حدود ۴۰ درصد کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از کانال ارتقا کارایی انرژی رخ خواهد داد. اثر بازگشتی (Rebound Effect) به پدیده‌ای اشاره دارد که در آن ارتقا کارایی انرژی منجر به کاهش هزینه‌های انرژی می‌شود، اما این کاهش هزینه‌ها از طریق کاهش قیمت مؤثر منجر به افزایش مصرف می‌شود. به عبارتی اثر کاهش مصرف را تاحدودی از بین می‌برد. در ایران، به دلیل پایین بودن قیمت انرژی و وجود یارانه‌های سنگین، اثر بازگشتی می‌تواند بسیار قابل توجه باشد. با ارتقای کارایی، میزان مصرف انرژی برای تولید مقدار معینی از کالا و خدمات یا برای حمل‌ونقل به ازای مسافتی مشخص کاهش پیدا می‌کند. مقدار کاهش‌یافته در مصرف صرفه‌جویی بالقوه نامیده می‌شود، اما در واقعیت میزان مصرف انرژی کاهش‌یافته کمتر از مقدار مورد انتظار است، تفاوت بین مقدار انرژی صرفه‌جویی شده واقعی و آن میزانی که با محاسبات و پیش‌بینی‌ها انتظار داشتیم را اثربازگشتی می‌گوییم که معمولاً به صورت درصد عنوان می‌شود.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

اثربازگشتی با مؤلفه‌های زیر شناخته می‌شود (سورل و هرینگ، ۲۰۰۹)[1]:

- **اثرجانشینی:** کاهش قیمت انرژی نسبت به سایر نهاده‌ها یکی از آثار ارتقا کارایی انرژی است و این کاهش قیمت منجر به جانشینی انرژی به جای سایر نهاده‌ها می‌شود.
- **اثر درآمدی:** ارتقا کارایی انرژی کاهش قیمت خدمات انرژی را به همراه دارد و این سبب افزایش درآمد می‌شود و این مصرف همه کالاها را متأثر می‌کند.
- **اثر ثانویه[2]:** کاهش قیمت انرژی ناشی از ارتقا کارایی انرژی موجب کاهش هزینه‌های تولید کالاهای انرژی‌بر می‌شود. این امر خود سبب افزایش تقاضا برای این کالاها شده و همین امر افزایش تقاضا برای انرژی را نیز به همراه دارد. این افزایش تقاضا تمایلی برای سرمایه‌گذاری در بخش تولیدی ایجاد می‌کند و از آن‌جا که یکی از مهمترین نهاده تولید، انرژی است افزایش تولید، افزایش مصرف انرژی را به همراه خواهد داشت.

اثر بازگشتی را می‌توان به سه دسته کلی طبقه‌بندی کرد، اثر بازگشتی مستقیم که ارتقای کارایی انرژی سبب افزایش تقاضای خدمات انرژی می‌شود و لذا صرفه‌جویی مورد انتظار در مصرف انرژی کاهش می‌یابد. دسته دوم اثربازگشتی غیر مستقیم است که به تغییر در تقاضای سایر خدمات انرژی پس از ارتقای کارایی اشاره دارد و اثر بازگشتی کل اقتصاد که مجموع اثربازگشتی مستقیم و غیرمستقیم است که همراه با کاهش هزینه‌های تولید، رشد اقتصادی را تحریک می‌کند و این خود سبب افزایش تقاضای کلی انرژی می‌شود.

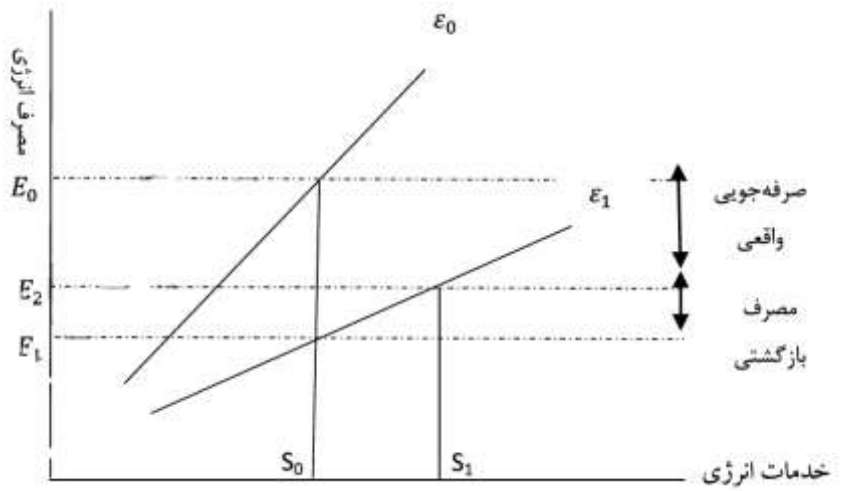
---

1. Sorrel & Herring
2. Secondary effect

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

برای درک بهتر اثربازگشتی مفهوم اثرات را به صورت نموداری نیز بیان می‌کنیم. در شکل ۱ فرض شده است ε_0 و ε_1 دو سطح از کارایی انرژی هستند اگر تقاضای انرژی در S_0 باقی بماند، ارتقای کارایی انرژی سبب کاهش مصرف انرژی به میزان $E_0 - E_1$ می‌شود. اما بهبود کارایی انرژی منجر به کاهش هزینه‌های تولید شده و تقاضای انرژی از S_0 به S_1 افزایش پیدا می‌کند. در نتیجه میزان صرفه‌جویی واقعی در انرژی به میزان $E_0 - E_2$ است. بدون در نظر گرفتن اثربازگشتی در تصمیمات اقتصادی انتظار می‌رود به اندازه $E_0 - E_1$ در مصرف انرژی صرفه‌جویی شود اما به دلیل وجود اثربازگشتی به میزان $E_2 - E_1$ بخشی از انرژی که انتظار صرفه‌جویی داشتیم به صورت افزایش تقاضا آزاد می‌شود. به همین دلیل برآورد اثر بازگشتی بر تصمیمات اقتصادی انرژی تأثیرگذار است.



نمودار ۱. مفهوم اثربازگشتی

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

۲-۲. پیشینه پژوهش

یانگ و لی (۲۰۱۷)[1]: یانگ و لی به برآورد اثر بازگشتی در بخش برق چین پرداختند. آن‌ها از کشش جایگزینی برای برآورد اثر بازگشتی استفاده کردند و همچنین روش مورد استفاده آن‌ها برای تخمین روش حداقل مربعات معمولی پویا بوده است و در نهایت میزان اثربازگشتی را ۱۱ درصد برآورد کرده‌اند.

منگ و لی (۲۰۲۱)[2] در مطالعه خود به ارزیابی اثربازگشتی مستقیم مصرف برق در استان‌های کشور چین طی دوره ۲۰۰۹–۲۰۱۸ پرداخته‌اند. نتایج مطالعه نشان‌دهنده آن است که متوسط اثر بازگشتی ۷۵ درصد است و همچنین اثر بازگشتی در مناطق شرقی و مرکزی به ترتیب ۹۲ و ۷۹ درصد بوده است.

ژنگ و همکاران(۲۰۲۲)[3] اثربازگشتی ناشی از بهبود کارایی انرژی درونزا در بخش حمل و نقل کشور چین را بررسی کردند. نتایج این مطالعه در دوره ۲۰۰۳–۲۰۱۷ با روش حداقل مربعات غیرخطی نشان می‌دهد که اثر بازگشتی در کوتاه مدت ۸۲درصد و در بلندمدت برابر ۱۲۳ درصد است.

جانگ و لینگ(۲۰۲۰)[4] با به کارگیری مدل خطی پنل در گروه‌های با درآمد بالا و گروه‌های کم درآمد، اثربازگشتی مصرف برق در چین با درآمد بالا ۵۹/۱۵ درصد و اثربازگشتی مستقیم مصرف در گروه‌های کم‌درآمد ۸۰/۷۹ درصد بوده است.

---

1. Yang&Li
2. Meng&Li
3. Zheng et al
4. Jang & ling

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

اسماعیل‌نیا و اختیاری نیکجه(۱۳۹۰): اثر بازگشتی ناشی از ارتقا کارایی خودرو را در سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۸ با استفاده از کشش قیمتی تقاضای انرژی بررسی کردند و در نهایت اثربازگشتی بلندمدت در ایران تقریبا ۹ درصد برآورد شده است.

خوش‌کلام خسروشاهی(۱۳۹۳): در پژوهشی با استفاده از مدل تعادل عمومی به برآورد اثر بازگشتی ناشی از ارتقا کارایی در کشور ایران پرداخته است، که نتایج نشان داده ارتقا کارایی ده درصدی اثر بازگشتی ۲۷ درصدی را به همراه داشته است.

منظور، آقابابایی، حقیقی(۱۳۸۹): این مقاله به بررسی اثرات ارتقا کارایی برق به میزان ۴۹درصد، در استفاده از برق در همه بخش‌های تولیدی و مصرف پرداخته است. برای محاسبه اثرات بازگشتی از یک مدل تعادل عمومی ۴۲ بخشی استفاده شده است. اثرات بازگشتی ناشی از ارتقا کارایی انرژی تنها به اثرات جانشینی و درآمدی کاهش قیمت مؤثر انرژی محدود نمی‌شود. بر اساس تحلیل نظری ارائه شده در این مقاله، شدت اثرات بازگشتی، به پارامترهای مدل، هم چون کشش جانشینی نهاده برق و سایر انرژی‌ها و همچنین سهم نهاده برق از کل انرژی‌ها در هر بخش و ویژگی‌های بخش‌های مختلف تولیدی بستگی دارد. نتایج تجربی حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که بخش‌های تولیدی انرژی‌بر مانند حمل و نقل، نفت و گاز و محصولات شیشه‌ای با شدت اثربازگشتی بیشتری (بیش از ۲۰ درصد) مواجه می‌شوند و تنها در بخش تولید فرآورده‌های نفتی اثرات بازگشتی رخ نمی‌دهد. میزان اثرات بازگشتی کل نیز ۱۴درصد برآورد شده است. همچنین رفاه خانوارهای روستایی و شهری با ارتقا ۱۰ درصدی کارایی برق، به میزان ۶ درصد افزایش می‌یابد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

اولین مطالعه CGE در زمینه انرژی، مدل هودسن-جورگنسون(۱۹۷۴)[1]است که سنت جدیدی از مدل‌های CGE را پایه‌گذاری کرد. در این مدل که پس از اولین تکانه نفتی ارائه شد، ساختار تولید داخل صنایع حساس به قیمت‌ها بوده و با مدل بلندمدت تقاضای کل همراه شده است. این مدل برای پیش بینی تقاضای انرژی برای دوره ۱۹۷۴ تا ۲۰۰۰ مورد استفاده قرار گرفته و اثرهای سیاست‌های مالیاتی روی استفاده از انرژی را تحلیل کرده است. فتای و دیگران(۲۰۰۲)[2]به بررسی اثر ارتقا کارایی انرژی و سایر تکانه‌های انرژی با استفاده از مدل تعادل عمومی پویا در اقتصاد نیوزلند پرداختند. مدل تعادل عمومی پویا مورد بررسی، بر بخش انرژی تکیه دارد و با استفاده از مجموعه تکنیکی و چارچوب پایین به بالا مدلسازی شده است. سپس سیاست‌های کارایی انرژی‌های جایگزین و تکانه‌های انرژی شبیه سازی می‌شوند. مدل منه(۱۹۷۷)[3]در ادامه کار هودسن-جورگنسون با رویکردی کاملا متفاوت مطرح شد. آن‌ها توصیف کاملی از تکنولوژی انرژی ارائه کردند اما نمایش کلی از سایر بخش‌های اقتصاد داشتند.

مدل لنچوسک و والی(۱۹۸۵)[4]برای کشور کانادا است که به منظور روشن سازی اثر حذف سیاست انرژی که قیمت‌های انرژی را در سطحی پایین تر از قیمت‌های جهانی قرار می‌داد، ارائه شد. این مدل CGE ایستا برای یک کشور کوچک، باز، گیرنده قیمت و واردکننده خالص انرژی مطرح شد. بلیتزر و اکاس(۱۹۸۶)[5] مدلی را برای بررسی اثر

1. Hodgson&Jorgensen
2. Fatai et al.
3. Manne
4. Lenjosek&Wali
5. Blitzer&Eckaus

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

تغییرات در قیمت‌های جهانی انرژی روی کشور در حال توسعه سریلانکا مورد توجه قراردادند. مدل آن‌ها یک مدل ایستای CGE برای یک کشور بوده و نسبتا ساده است. این مطالعه نشان می‌دهد که چگونه مدل‌های ساده CGE می‌تواند برای تحلیل سیاست‌ها استفاده شود.

هر یک از روش‌ها با هدف پاسخ به این سوال بوده است که ارتقاکارایی انرژی روی متغیرهای کلان اقتصادی چه تأثیری دارد؟ هر یک از روش‌ها از نظر جامع بودن تحلیل، دقت، پیچیدگی مدل‌سازی و حجم داده‌ها درجات مختلفی دارد که پژوهشگر می‌تواند با در نظر گرفتن اطلاعات در دسترس و متغیرهای مورد بررسی یکی از روش‌ها انتخاب کند.

۳. مدل مطالعه

۳-۱. مدل تعادل عمومی قابل محاسبه پویا(DCGE)

مدل مورد بررسی در این پژوهش مدل تعادل عمومی پویا است که آثار تغییر کارایی انرژی را روی متغیرهای اقتصادی ایران به طور همزمان مورد تحلیل قرار می‌دهد. اثرات بازگشتی ناشی از ارتقای کارایی تنها به اثرات جانشینی و درآمدی محدود نمی‌شوند، به همین دلیل مدلی را انتخاب می‌کنیم که تغییرات در کل یک سیستم اقتصادی را بتواند تحلیل و بررسی کند. استفاده از مدل‌های تعادل جزئی اگرچه می‌توانند اثرات بازگشتی مستقیم را بررسی کنند اما از بررسی اثرات بازگشتی غیرمستقیم غافل هستند. به همین دلیل برای اندازه‌گیری اثربازگشتی مدل‌های تعادل عمومی برای ارزیابی سیاست‌های انرژی مناسب‌تر به نظر می‌رسند.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

مدل‌های تعادل عمومی پویا انواع مختلفی دارند یکی از آن‌ها مدل تعادل عمومی پویا با رویکرد آینده‌نگر است مزیت این مدل نسبت به سایر مدل‌ها این است که مصرف‌کنندگان در تابع مطلوبیت خود نه فقط مصرف دوره جاری بلکه مصرف آینده را نیز در نظر می‌گیرند. بنابراین در یک جمع بندی، انتخاب رویکرد حاضر، امکان شبیه‌سازی و پیش‌بینی پویای اثر تغییر در ضرائب فنی، کارایی انرژی و همچنین اثرات تغییردر قیمت حامل‌های انرژی روی بخش‌های مختلف اقتصاد از جمله بخش‌های تولیدی، خانوارها و رفاه اجتماعی را فراهم می‌کند. علاوه بر این امکان بررسی تقاضای انرژی در بخش‌های تولیدی و دولت، روند تغییر در میزان شدت انرژی در بخش‌های تولیدی، تغییر در روند رشد اقتصادی و آثار تورمی آن را در طی زمان فراهم می‌کند.

۲-۳. ارتباط میان انرژی و کارایی

افزایش مصرف انرژی به عنوان یکی از عوامل تولید می‌تواند منجر به رشد اقتصادی شود اما توجه به این نکته که افزایش مصرف انرژی آثار منفی غیرمستقیم به همراه دارد حائز اهمیت است. به‌دلیل جانشینی انرژی و نیروی‌کار یا جانشینی انرژی و سرمایه می‌توان گفت تولید و مصرف بیشتر انرژی تنها با کاهش هزینه سرمایه‌گذاری و نیروی‌کار در سایربخش‌ها و کاهش تولید آنها امکان‌پذیر است (هالکوس و زرمیس، ۲۰۱۱)[1]. نکته اصلی میزان سرعت جانشینی، سهولت و درجه جایگزینی سایر عوامل(عوامل غیرانرژی) به جای انرژی است. (ابریشمی و همکاران، ۱۳۹۰) در کوتاه‌مدت امکان جایگزینی کمتری بین انرژی و سایر عوامل تولید وجود دارد اما در بلندمدت بر اساس مطالعات انجام شده انرژی،

1. Halkos & Zeremes

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

نیروی‌کار و سرمایه جانشین یک‌دیگر هستند و کشش‌جانشینی بین سرمایه و انرژی در بلندمدت مثبت است (برنت،۱۹۷۵ و گریفین ۱۹۷۹)[1].

طبق نظریه رشد سولو[2] تولید تابع نیروی کار و سرمایه است و پیشرفت فنی مهمترین عامل رشد است. آیرس (۱۹۹۸)[3] نشان داد که از سطح معینی از نهاده‌ها محصول بیش‌تری تولید می‌شود زمانی که پیشرفت فنی را در مدل داشته باشیم که این به نوعی کارایی فنی است. می‌توان گفت بین رشد و کارایی اقتصادی رابطه‌ای مثبت برقرار است و بر همین اساس بین کارایی و مصرف انرژی رابطه‌ای غیرخطی وجود دارد. رابطه میان کارایی اقتصادی و مصرف انرژی را می‌توان از طریق سطح توسعه‌یافتگی تعریف کرد. زمانی که سطح توسعه‌یافتگی پایین باشد کارایی و مصرف انرژی رابطه‌ای مثبت دارند اما هنگامی که سطح توسعه‌یافتگی بالا باشد کارایی اقتصادی نسبتاً بالا و مصرف انرژی به نسبت پایین است و در این حالت رابطه‌ای منفی میان آن‌ها وجود دارد. به طور کلی می‌توان گفت، با افزایش مصرف انرژی کارایی اقتصادی نیز افزایش می‌یابد و این برای زمانی است که در سطوح پایین مصرفی قرار داریم اما هر چه میزان کارایی انرژی افزایش یابد چون انتظار کاهش در تولید نهایی انرژی وجود دارد ارتباطی منفی میان کارایی اقتصادی و مصرف انرژی حاکم است. اثرگذاری کارایی انرژی بر مصرف آن در کشورها متفاوت است یکی از دلایل آن می‌تواند تفاوت بین قیمت انرژی در کشورها یا اختلاف در الگوی مصرف منابع مختلف انرژی باشد (هالکوس و زرمیس، ۲۰۱۱).

---

1. Berndt & Griffin
2. Solow
3. Edwin Ayres

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

مدل مطالعه شامل ۷ بلوک یعنی بلوک‌های خانوار، بنگاه، دولت، تولید، تجارت خارجی و درآمد عوامل تولید و تعادل بازار است. فرض می‌شود که کارگزاران اقتصادی با داشتن آینده نگری کامل، مطلوبیت خود را نه فقط براساس وضعیت جاری بلکه براساس رفاه آینده (که به ارزش حال تنزیل می‌شود) حداکثر می‌کنند. از طرف دیگر در الگوی مورد بررسی الگوسازی مصرف تغییر کرده به طوری که خانوار هنگام تصمیم برای مصرف بین کالای انرژی و غیرانرژی تفاوت قائل می‌شود. جزئیات هر یک از بلوک‌ها به شرح زیر است:

بنگاه

بنگاه‌ها در داخل بخش‌های تولیدی تجمیع می‌شوند و براساس ساختار ماتریس حسابداری اجتماعی بخش‌های تولیدکننده انرژی از سایر بخش‌های غیرانرژی تفکیک می‌شوند. هر بخش می‌تواند تولیدکننده یک یا چند محصول باشد و محصول تولیدی یک بنگاه می‌تواند به عنوان نهاده واسطه‌ای برای بنگاه دیگر یا کالای نهایی توسط خانوار یا دولت مورد استفاد قرار بگیرد. ساختار الگوی تولیدی سه مرحله‌ای در نظر گرفته شده است به این صورت که مرحله اول تولید از ترکیب نهاده‌های واسطه‌ای و نهاده‌های اولیه، حاصل می‌شود. نهاده‌های اولیه خود شامل نیروی کار، سرمایه و انرژی هستند و انرژی نیز به زیرشاخه‌های خود متصل هست که براساس میزان تولید آن‌ها در داخل و یا واردات آن تعیین می‌شود. اگر کل فعالیت‌های تولیدی برای اقتصاد n کالا تولید کند این n کالا صرف مصرف داخلی شده و یا صادر می‌شود. از طرف دیگر سمت عرضه توسط تولید در داخل و یا واردات تأمین می‌شود.

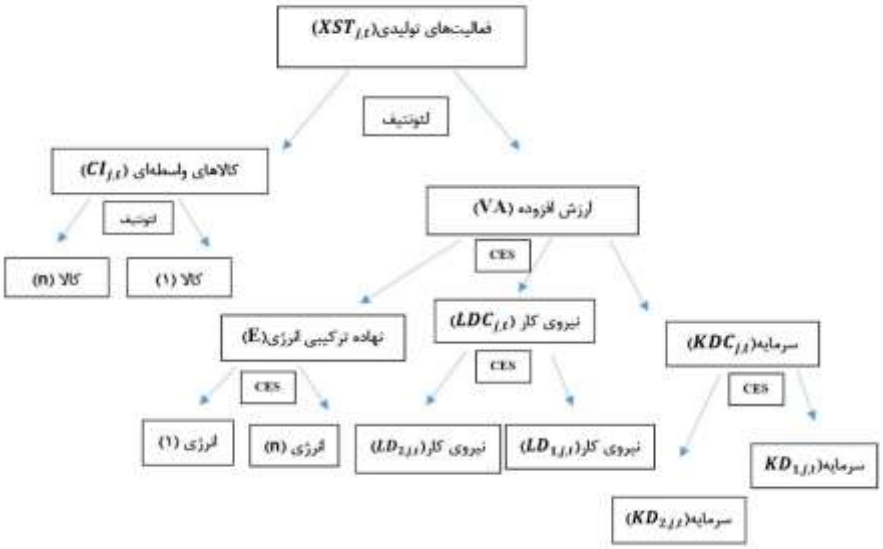
[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

متغیرهای تولید با نماد J شناسایی می‌شوند:

ساختار تولید

فرض بر این است که شرکت‌ها در یک محیط کاملاً رقابتی فعالیت می‌کنند. نماینده هر صنعت با توجه به تکنولوژی تولید خود، سود را به حداکثر می‌رساند و کالاها و خدمات قیمت‌پذیر هستند.



شکل ۱. ساختار تولید الگو

این ساختار تو در تو برای تولید در مدل‌های CGE رایج است. معمولاً انتظار می‌رود کشش جایگزینی در سطوح پایین‌تر بزرگتر باشد. در مراحل بالاتر مدل مشخص می‌شود کدام ترکیب به بهترین وجه با شرایط سازگار است. در مرحله اولیه خروجی بخش تولیدی j با دو بخش ارزش افزوده و کالاهای واسطه‌ای با سهم مشخص ترکیب شده است. چون

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]
[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

تابع مرحله اول لئونتیف است هر دو ورودی مکمل یکدیگر و بدون امکان جایگزینی در نظر گرفته شده‌اند.

معادلات مرحله اول تولید به شرح ذیل است:

$$VA_{j.t} = v_j XST_{j.t} \quad (۱)$$

$$CI_{j.t} = io_j XST_{j.t} \quad (۲)$$

در بخش دوم ارزش افزوده هر بنگاه تولیدی ترکیبی از نیروی کار، سرمایه و انرژی است و این تابع با کشش جانشینی ثابت در نظر گرفته شده است.

$$VA_{j.t} = B_j^{VA}\left[\beta_j^{VA} LDC_{j.t}^{-\rho_j^{VA}} + (\alpha_j^{VA}) KDC_{j.t}^{-\rho_j^{VA}} + (1-\beta_j^{VA} - \alpha_j^{VA}) EDC_j^{-\rho_j^{VA}}\right]^{-\frac{1}{\rho_j^{VA}}} \quad (۳)$$

خانوارها

درآمد خانوارها از سه منبع تأمین می‌شود: درآمد نیروی کار، درآمد حاصل از سرمایه و نقل و انتقالات از سایر

$$YH_{h.t} = YHL_{h.t} + YHK_{h.t} + YHTR_{h.t} \quad (۴)$$

$YH_{h.t}$: درآمد کل خانوار

$YHL_{h.t}$: درآمد نیروی کار

$YHK_{h.t}$: درآمد سرمایه

$YHTR_{h.t}$:درآمد ناشی از پرداخت‌های انتقالی

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

دولت

دولت درآمد خود را از مالیات بر مشاغل و خانوار، کالاهای وارداتی، مالیات بر تولید و... به دست می‌آورد که در معادله زیر آورده شده است. منبع اخذ اطلاعات مالیاتی، حساب‌های مالیاتی است.

$$YG_t = YGK_t + TDHT_t + TDFT_t + TPRODN_t + TPRCTS_t + YGTR_t + TDF_t \quad (۵)$$

$TDFT_t$: کل درآمد دولت از مالیات بردرآمد بنگاه

$TDHT_t$: کل درآمد دولت از مالیات بردرآمد خانوار

$TPRCTS_t$: کل درآمد دولت از مالیات بر واردات و کالاهای تولیدی(کالاهای مرکب)

$TPRODN_t$: کل درآمد دولت از مالیات بر سایر تولید

YG_t: کل درآمد دولت

TDF_t: درآمدهای نفتی

YGK_t: درآمد ناشی از سرمایه دولت

$YGTR_t$: درآمد ناشی از نقل و انتقالات به دولت

در بخش درآمد دولت همان طور که مشاهده می‌شود به درآمد حق الضرب دولت اشاره نشده است. اگر تصور کنیم که در یک اقتصاد بدون رشد قابل ذکر بهره‌وری و با رشد اقتصادی پایین و در عین حال با رشد بالای کمیت‌های پولی امکان دستیابی به تورم پایین و پایدار وجود دارد، حقایق آماری اقتصاد ایران بلافاصله پاسخ منفی قاطع خود را پیش روی ما می‌گذارد. حقایق آماری نشان می‌دهد افزایش کمیت‌های پولی و از

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

جمله نقدینگی نهایتاً منجر به افزایش قیمت کالاها و خدمات، قیمت مسکن، قیمت ارز و طلا، قیمت سهام و هر نوع دارایی دیگر می‌شود، گرچه ضرورت ندارد افزایش قیمت‌های مورد اشاره همزمان و متناسب باشد. این نیز باید اشاره شود که در چهار سال اخیر ادعا شده است خلق نقدینگی از سوی بانک‌ها انجام شده است، بنابراین بانک مرکزی به خلق پول نپرداخته است و تورم نیز پایین بوده است و در آن صورت مالیات تورمی و حق‌الضرب با اهمیت نبوده است (تیمور رحمانی، ۱۳۹۷).

تجارت خارجی

درآمد حاصل از تجارت برای دولت از کالاهای وارداتی، بخشی از درآمد سرمایه‌ای و پرداخت‌های انتقالی بنگاه‌ها به خارج حاصل می‌شود.

پس انداز دنیای خارج از تفاضل میان درآمد حاصل از تجارت و کالاهای صادراتی و پرداخت‌های انتقالی به دست می‌آید که مقدار آن دقیقا برابر است با تراز حساب جاری اما با علامت منفی.

$$\mathrm{YROW_t} = \mathrm{e_t} \sum_i PWM_{i.t} IM_{i.t} + \sum_k \lambda_{row.k}^{RK} \left[\sum_j R_{k.j.t} KD_{k.j.t}\right] + \sum_{agd} TR_{row.agd.t} \quad (۶)$$

$$SROW_t = YROW_t - \sum_i PE_{i.t}^{FOB} EXD_{i.t} - \sum_{agd} TR_{agd.rowt.} \quad (۷)$$

$$SROW_t = -CAB_t \quad (۸)$$

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

تقاضا

تقاضا برای کالاها یا خدمات، چه کالا داخلی باشد و چه کالای وارداتی شامل تقاضای واسطه‌ای، تقاضای مصرف خانوار، تقاضا برای سرمایه‌گذاری، تقاضای بنگاه‌های دولتی و تقاضا برای تجارت یا پرداخت‌های انتقالی هست.

مشخصه تابع مطلوبیت زیر این است که حداقل سطح مصرف برای هر کالا در نظر گرفته می‌شود(در بعضی سطوح صفر است) بر خلاف توابع کاب داگلاس که در ادبیات رایج استفاده می‌شود این ویژگی سبب می‌شود کشش متقاطع بین جفت کالاها و کشش درآمدی برای تمامی کالاها برابر صفر در نظر گرفته شود. بنابراین باتوجه به احتمالات جایگزینی در پاسخ به تغییرات قیمت نسبی درجه‌ای از انعطاف پذیری را ارائه می‌کند.

تقاضای خانوار برای هر کالا از حداکثرسازی تابع مطلوبیت با توجه به قید بودجه حاصل می‌شود.(معادله ۹)

$$PC_{i.t}C_{i.h.t} = PC_{i.t}C_{i.h.t}^{MIN} + \gamma_{i.h}^{LES}\left(CTH_{h.t} - \sum_{ij} PC_{ij.t}C_{ij.h.t}^{MIN}\right) \qquad (۹)$$

$C_{i.h.t}$: مصرف کالای i توسط خانوار h

$C_{i.h.t}^{MIN}$: میزان حداقلی مصرف کالا از کالای i توسط خانوار h

$\gamma_{i.h}^{LES}$: سهم نهایی کالای i در بودجه مصرفی خانوار

تقاضای سرمایه‌گذاری از دو جز سرمایه ثابت ناخالص و تغییر در موجودی‌ها تشکیل شده است. هر دو جز تشکیل دهنده تقاضای سرمایه‌گذاری کاملا متفاوت هستند. سرمایه ثابت ناخالص نمی‌تواند منفی باشد (اگرچه سرمایه‌گذاری خالص که از اختلاف بین سرمایه ناخالص و استهلاک حاصل می‌شود ممکن است منفی باشد) در حالی که تغییر در

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

موجودی سرمایه در ماتریس SAM می‌تواند مثبت یا منفی باشد. به طور کلی سرمایه ثابت ناخالص را می‌توان برگشت‌ناپذیر در نظر گرفت در حالی که انباشت کلی موجودی سرمایه برگشت پذیر است.

۳-۳. تولیدکننده محصولات و تجارت بین المللی

در این بخش به ارتباط تجاری با سایر بخش‌های جهان که به عرضه برای صادرات و تقاضا برای واردات منجر می‌شود می‌پردازیم. این ارتباط از طریق بررسی رفتار خریدار داخلی با توجه به منابع مختلف عرضه و رفتار عرضه تولیدکنندگان داخلی حاصل می‌شود. دومی شامل دوجنبه است: محصولات تولید شده در داخل و کالاهای وارداتی با نسبتی مشابه به سمت بازار هدف هدایت می‌شوند. در این جا فرض کشور کوچک حاکم است که بر مبنای قیمت‌های جهانی کالاهای مورد معامله برون‌زاست و کشور قیمت‌پذیر است. بخش تولید توضیح می‌دهد که چگونه صنایع، نهاده‌ها را برای تولید کل خروجی ترکیب می‌کنند ($XST_{j,t}$). اما صنایع معمولاً بیش از یک محصول دارند. تابع لئونتیف ارتباط یک به یکی بین محصولات و صنایع برقرار می‌کند اگر کل تولید یک صنعت، صرفاً جمع کل تولیداتش باشد، بنگاه حداکثرکننده سود تمام تمرکزش بر روی تولید محصول با قیمت بالاتر خواهد بود. اما فرض بر این است که اگرچه صنعت امکان سازماندهی مجدد محصولات با هدف تغییر در نسبت تولید کالاها را دارد اما همه کالاها به طور کامل قابل تبدیل به یکدیگر نیستند. این موضوع با استفاده از تابع تبدیل با کشش ثابت(CET) توضیح داده می‌شود که نشان می‌دهد چطور به سادگی می‌توان ترکیب کالاها را در واکنش به تغییرات قیمتی تنظیم کرد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

$$XST_{j.t} = B_j^{XT}\left[\sum_i \beta_{j.i}^{XT} XS_{j.i.t}^{\rho^{xt}}\right]^{\frac{1}{\rho_j^{XT}}} \quad (۱۰)$$

$XS_{j.i.t}$: صنعت j تولید کالای i

B_j^{XT}: پارامتر انتقال

$B_{j.i}^{XT}$: پارامتر سهم

ρ_j^{XT}: پارامتر کشش $1 < \rho_j^{XT} < \infty$

بنابراین تولیدکنندگان، محصولات را به گونه‌ای تخصیص می‌دهند تا درآمد حاصل از فروش با توجه به قیمت محصول و با توجه به معادله بالا حداکثر شود. توابع عرضه فردی محصول از شرط مرتبه اول حداکثرسازی درآمد به دست می‌آید.

$$XS_{j.i.t} = \frac{XST_{j.t}}{(B_j^{XT})^{1+\sigma_j^{XT}}}\left[\frac{P_{j.i.t}}{\beta_{j.i}^{XT} PT_{j.t}}\right]^{\sigma_j^{XT}} \quad (۱۱)$$

$P_{j.i.t}$: قیمت پایه صنعت j تولیدکننده کالا i

σ_j^{XT}: پارامتر کشش تبدیل $0 < \sigma_j^{XT} < \infty$

در مرحله بعد کالای تولیدشده در صنعت با نسبتی بین بازارها (داخلی و خارجی) توزیع می‌شود. این توزیع با هدف حداکثرسازی درآمد، با تقاضای مشخص و با در نظر گرفتن مالیات‌های مختلف انجام می‌شود. اما فرض بر این است کالایی که به سمت یک بازار هدایت می‌شود با کالایی که به سمت بازار دیگر ارسال می‌شود تاحدودی متفاوت

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

است این فرض جایگزینی ناقص در این پژوهش با تابع تبدیل باکشش ثابت نشان داده می‌شود که چگونگی انتقال کالا از یک بازار به بازار دیگر را توصیف می‌کند.

$$XS_{j.i.t} = B_{j.i}^{X}\left[\beta_{j.i}^{X} EX_{j.i.t}^{\rho_{j.i}^{X}} + (1-\beta_{j.i}^{X}) DS_{j.i.t}^{\rho_{j.x}^{X}}\right]^{\frac{1}{\rho_{j.i}^{X}}} \qquad (۱۲)$$

$DS_{j.i.t}$: عرضه کالای i توسط بخش j به بازار داخلی

$XS_{j.i.t}$: مقدار کالای i صادر شده توسط بخش j

$B_{j.i}^{XT}$: پارامتر انتقال

$\beta_{j.i}^{XT}$: پارامتر سهم

$1 < \rho_{j.i}^{X} < \infty$:پارامتر کشش $\rho_{j.i}^{XT}$

به طور خلاصه رفتار تولیدکنندگان با توابع تبدیل نشان داده می‌شود. در سطوح بالا، کل تولید از جمع تولیدات هر تولیدکننده حاصل می‌شود و در سطوح پایین عرضه هر محصول بین بازار داخلی و خارجی توزیع می‌شود.

بسیاری از مدل‌های CGE فرض می‌کنند که تولیدکنندگان می‌توانند هرچقدر که بخواهند در بازار جهانی با قیمت فعلی محصولات خود را بفروشند اما دیدگاه دیگری وجود دارد که یک تولیدکننده محلی می‌تواند سهم خود از فروش را تنها با ارائه قیمت PE_i^{FOB} افزایش دهد که یک مزیت نسبی در مقایسه با قیمت جهانی PWX_i دارد. افزایش بیش‌تر در سهم تولیدکننده داخلی از فروش به درجه جایگزینی محصول نسبت به محصولات رقیب یا به بیان دیگر به کشش قیمتی تابع تقاضای صادرات بستگی دارد.

$$EXD_{i.t} = EXD_i^{O} pop_t \left(\frac{e_t PWX_{i.t}}{PE_{i.t}^{FOB}}\right)^{\sigma_i^{XD}} \qquad (۱۳)$$

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

$EXD_{i.t}$: تقاضای جهانی برای کالای صادراتی i

$PWX_{i.t}$: قیمت جهانی کالای صادراتی i

σ_i^{XD}: کشش قیمتی تابع تقاضای جهانی برای کالای صادراتی i

رفتار خریداران مشابه رفتار تولیدکنندگان است. فرض بر این است که محصولات داخلی جانشین ناقصی برای کالای وارداتی هستند. بنابراین تقاضا برای کالا ترکیبی از کالای داخلی و وارداتی است و جایگزینی ناقص بین این دو با توابعی با کشش جانشینی ثابت نشان داده می‌شود.

$$Q_{i.t} = B_i^M \left[\beta_i^M IM_{i.t}^{-\rho_i^M} + (1-\beta_{.i}^M) DD_{i.t}^{-\rho_i^M}\right]^{-\frac{1}{\rho_i^M}} \qquad (۱۴)$$

$Q_{i.t}$: مقدار تقاضای کالای ترکیبی i

B_i^M: پارامتر انتقال

β_i^M: پارامتر سهم

$-1 < \rho_i^M < \infty$: پارامتر کشش

همان طور که تولیدکنندگان به دنبال حداکثرسازی درآمد هستند، خریداران به دنبال حداقل سازی هزینه‌ها با قید تابع کشش جانشینی هستند. تابع تقاضای نسبی از شرایط مرتبه اول بهینه سازی حاصل می‌شود.

$$IM_{i.t} = \left[\frac{\beta_i^M}{1-\beta_i^M}\frac{PD_{i.t}}{PM_{i.t}}\right]^{\sigma_i^M} DD_{i.t} \qquad (۱۵)$$

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

$PD_{i.t}$: قیمت کالای داخلی i که در بازار داخلی به فروش می‌رسد

$PM_{i.t}$: قیمت کالای وارداتی i

σ_i^M: کشش جایگزینی

طبق فرضیه کشورهای کوچک، کشش قیمتی تابع عرضه در مقایسه با قیمت‌های جهانی بی نهایت فرض شده است.

قیمت‌ها

قیمت‌ها و شاخص‌های قیمتی متفاوت به فرض‌ها و توابعی که بیان کردیم بستگی دارد. به عبارتی قیمت کل، حاصل جمع قیمت تمام اجزا است. وزن‌ها از تساوی ارزش کل با جمع ارزش تمام اجزا در مقدار مشخص تعیین می‌شود. بنابراین وزن‌ها از نسبت مقدار به مقدار کل به دست می‌آیند. فقط در توابع لئونتیف با کشش ثابت وزن‌ها با تغییرات قیمت نسبی تغییر نمی‌کنند. به بیان دیگر نسبت اجزا و در نتیجه وزن قیمت اجزا در واکنش به تغییرات قیمت نسبی تغییر می‌کند و این تغییر کم و بیش به کشش جانشینی یا تبدیل بستگی دارد. به عنوان مثال هزینه واحد تولید صنعت (شامل مالیات‌های مستقیمی که مرتبط به استفاده از نیروی کار و سرمایه است به جز سایر مالیات‌های تولید) جمع وزنی قیمت ارزش افزوده و کل مصرف میانی است.

$$PP_{j.t} = \frac{PVA_{j.t}VA_{j.t}+PCI_{j.t}CI_{j.t}}{XST_{j.t}} \qquad (۱۶)$$

در معادله بالا وزن‌ها $\frac{VA_{j.t}}{XST_{j.t}}$ و $\frac{CI_{j.t}}{XST_{j.t}}$ حاصلضرب طرفین در $XST_{j.t}$ هزینه را بدست می‌دهد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

$$PP_{j.t}XST_{j.t} = PVA_{j.t}VA_{j.t} + PCI_{j.t}CI_{j.t} \quad (۱۷)$$

همین اصل در مورد سایر قیمت‌ها نیز صادق است. قیمت کل مصرف میانی ترکیبی از قیمت کالاهای نهاده‌ای واسطه‌ای صنعت است (معادله ۱۹).

همان طور که قیمت ارزش افزوده ترکیبی قیمت نیروی کار و سرمایه و انرژی مورد استفاده در صنعت است (معادله ۲۰)، قیمت نیروی کار مورد استفاده در صنعت از مجموع وزنی نرخ دستمزد (شامل مالیات بر حقوق و دستمزد) نیروهای کار مختلف در صنعت به دست می‌آید (معادله ۲۱). قیمت سرمایه هم از مجموع وزنی نرخ‌های بهره مختلف مورد استفاده در صنعت به دست می‌آید (معادله ۲۳). از آن جا که اشکال مختلفی از مالیات در این مدل ظاهر می‌شود لازم است رابطه‌ای بین قیمت قبل از مالیات و قیمت همراه با مالیات تعریف کنیم. قیمت پایه تولید با اضافه کردن مالیات بر تولید به جز مالیات بر نیروی کار و سرمایه که در سایر هزینه‌ها گنجانده شده به دست می‌آید. (معادله ۱۸) دستمزد پرداختی توسط صنعت به کارگران با دستمزد دریافتی کارگران شامل مالیات بر حقوق متفاوت است. (معادله ۲۲) همین امر برای نرخ‌های بهره نیز صدق می‌کند (معادله ۲۴).

$$PT_{j.t} = (1 + ttip_{j.t})PP_{j.t} \quad (۱۸)$$

$$PCI_{j.t} = \frac{\sum_i PC_{i.t}DI_{i.j.t}}{CI_{j.t}} \quad (۱۹)$$

$$PVA_j = \frac{WC_jLDC_j + RC_jKDC_j + EC_jEDC_j}{VA_j} \quad (۲۰)$$

$$WC_{j.t} = \frac{\sum_i WTI_{l.i.t}LD_{l.j.t}}{LDC_{j.t}} \quad (۲۱)$$

$$WTI_{l.j.t} = (1 + ttiw_{l.j.t})W_{l.t} \quad (۲۲)$$

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

$$RC_{j.t} = \frac{\sum_i RTI_{k.i.t} KD_{k.j.t}}{KDC_{j.t}} \quad (۲۳)$$

$$RTI_{K.j.t} = (1 + ttiK_{k.j.t}) R_{k.j.t} \quad (۲۴)$$

$PT_{j.t}$: قیمت پایه محصول نهایی صنعت j

$PVA_{j.t}$: قیمت ارزش افزوده صنعت j(شامل مالیات بر تولید که به سرمایه و نیروی کار مرتبط است).

$PCI_{j.t}$: شاخص قیمت مصرف واسطه‌ای در صنعت j

در نهایت نرخ بهره‌ای که توسط صاحبان سرمایه دریافت می‌شود به عنوان نرخ بهره ریکاردویی از معادله تقاضا تعیین می‌شود. زیرا فرض می‌شود سرمایه مختص صنعت است و سرمایه $KD_{k.j.t}$ در ابتدای دوره ثابت است.

تعادل‌ها

در همه بازارها چه کالا و خدمات باشد و چه بازار عوامل تولید تعادل بین عرضه و تقاضا باید برقرار شود. بنابراین معادله ۲۵ تعادل بین عرضه و تقاضای کالاها در بازار داخلی را نشان می‌دهد. معادلات ۲۶ و ۲۷ و ۲۸ تعادل بین تقاضای کل برای هر عامل و عرضه موجود را تضمین می‌کند. به همین ترتیب، کل مخارج سرمایه‌گذاری باید برابر با مجموع پس انداز بنگاه‌ها باشد (معادله ۲۹). همچنین مجموع مخارج سرمایه‌گذاری مختلف باید برابر با کل سرمایه‌گذاری باشد (معادله ۳۰). معادله ۳۰ منعکس‌کننده این واقعیت است که در بسته شدن مدل، تغییرات در موجودی‌ها و مخارج سرمایه‌گذاری عمومی برون‌زا هستند. مجموع عرضه هر کالا توسط تولیدکنندگان داخلی باید برابر با تقاضای داخلی برای آن

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

کالای تولید شده در داخل باشد.(معادله ۳۱) و در پایان عرضه کالا برای صادرات باید با تقاضای آن برابر باشد.

$$Q_{i.t} = \sum_h C_{i.h.t} + CG_{i.t} + INV_{i.t} + VSTK_{i.t} + DIT_{i.t} + MRGN_{i.t} \quad (۲۵)$$

$$\sum_j LD_{l.j.t} = LS_{l.t} \quad (۲۶)$$

$$\sum_j QVE_{k.j.t} = QVE_{ve.t} \quad (۲۷)$$

$$\sum_j KD_{k.j.t} = KS_{k.t} \quad (۲۸)$$

$$IT_t = \sum_h SH_{h.t} + \sum_f SF_{f.t} + SG_t + SROW_t \quad (۲۹)$$

$$IT_t^{PRI} = IT_t - IT_t^{PUB} - \sum_t PC_{i.t}\, VSTK_{i.t} \quad (۳۰)$$

$$\sum_j DS_{i.j.t} = DD_{i.t} \quad (۳۱)$$

$$\sum_j EX_{i.j.t} = EXD_{i.t} \quad (۳۲)$$

$LS_{l.t}$: عرضه نیروی کار l

$KS_{l.t}$: عرضه سرمایه k

۴-۳. معادلات پویا

پویایی در این مدل پیوندی از یک دوره به دوره بعدی را تشکیل می‌دهد که به دو دسته تقسیم می‌شوند: یک دسته به روزرسانی متغیرهایی که با نرخ ثابتی رشد می‌کنند و دسته دوم انباشت سرمایه را کنترل می‌کنند. مدلی که ادعا می‌کند پویا است به سختی می‌تواند واقعیت رشد جمعیت در طول زمان را نادیده بگیرد. هیچ متغیر جمعیت واقعی در مدل وجود ندارد. با این حال یک شاخص جمعیت POP وجود دارد که در هر دور با نرخ n_t

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

رشد پیدا می‌کند، که از یک دوره به دوره بعد متغیر است و با نماد روبه رو نمایش داده می‌شود. $pop_{t1} = 1$ و برای سایر دوره‌ها

$pop_t = pop_{t-1}(1 + n_{t-1})$ را در نظر می‌گیریم.

در مورد انباشت سرمایه معادله پویا $K_{t+1} = K_t(1 - \delta)$ است.

به طور طبیعی، کاربر ممکن است مقدار n_t را صفر قرار دهد یا آن را ثابت در نظر بگیرد، این شاخص در مدل برای به روزرسانی مقادیر متغیرها و پارامترهایی که با نرخ ثابتی رشد می‌کنند در نظر گرفته می‌شود.

عرضه نیروی کار متغیری است که در نتیجه رشد جمعیت، یا تغییر در نرخ مشارکت یا ترکیبی از هر دو، با همان نرخ رشد شاخص جمعیت رشد می‌کند.

$$LS_{l.t} = LS_l^0 \qquad LS_{l.t+1} = ls_{l.t+1}(1 + n_t) \tag{۳۴}$$

۵-۳. نحوه برآورد اثر بازگشتی:

در بخش‌های قبلی معادلات مربوط به تقاضای حامل‌های انرژی را معرفی کردیم که تابع تقاضای انرژی تابعی از نهاده انرژی کل، قیمت نهاده انرژی مورد استفاده، قیمت انرژی کل و شاخص کارایی مربوط به هرکدام از حامل‌های انرژی است. با استفاده از توابع تقاضای حامل‌های انرژی می‌توان اثر تغییرات کارایی هر کدام از حامل‌های انرژی را بر تقاضای آن‌ها اندازه‌گیری کرد. در نتیجه افزایش کارائی مصرف هر کدام از حامل‌های انرژی به میزان η_{ele} و η_{bnz} درصد تغییر در تقاضای حامل‌های انرژی D_{ele} و D_{bnz} خواهد بود. با توجه به تعریف اثر بازگشتی، اثربازگشتی مربوط به برق و بنزین به صورت زیر محاسبه می‌شود.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

$$RE_{bnz} = \left(1 + \frac{D_{bnz}}{\eta_{bnz}}\right) \times 100 = (1 + \frac{\frac{D^2_{bnz} - D^1_{bnz}}{D^1_{bnz}}}{\eta_{bnz}}) \quad (۳۵)$$

$$RE_{ele} = \left(1 + \frac{D_{ele}}{\eta_{ele}}\right) \times 100 = (1 + \frac{\frac{D^2_{ele} - D^1_{ele}}{D^1_{ele}}}{\eta_{ele}}) \quad (۳۶)$$

می‌توان نسبت $\frac{D_{bnz}}{\eta_{bnz}}$ را کشش تقاضای بنزین نسبت به کارائی و نسبت $\frac{D_{ele}}{\eta_{ele}}$ کشش تقاضای برق نسبت به کارائی در نظر گرفت. با این منطق داریم:

$$RE_{bnz} = (1 + \varepsilon_{bnz}) \times 100$$
$$RE_{ele} = (1 + \varepsilon_{ele}) \times 100$$

باتوجه به این دو مقدار عددی می‌توان میزان اثربازگشتی را مشخص کرد. در صورتی که ارتقا کارائی در مصرف انرژی به همان اندازه منجر به کاهش مصرف نهاده‌های انرژی شود مقدار $\varepsilon = -1$ و مقدار اثر بازگشتی صفر می‌شود. چنانچه ارتقا کارائی انرژی منجر به کاهش مصرف انرژی اما به میزانی کمتر از ارتقا کارائی شود مقدار ε بین صفر و منفی یک بوده و اثربازگشتی بین صفر تا صد هست. درصورتی که ارتقا کارائی منجر به افزایش مصرف انرژی شود ε بزرگتر از صفر بوده و اثر بازگشتی بیش از صد خواهد بود که نشان دهنده اثرات معکوس است.

۴. حل مدل و نتایج حاصل از آن

در الگوی تعادل عمومی پویا تکانه‌های برون‌زا از طریق ساز و کار بازار بر عوامل اقتصادی اثر می‌گذارد. تکانه برون‌زای به کار رفته در این مدل ارتقای کارایی است که از مجرای ضریب انرژی در معادله بنگاه اثر خود را می‌گذارد. این تکانه اثر خود را از طریق کاهش قیمت مؤثر بر جای می‌گذارد. ارتقا ده درصدی کارایی مصرف انرژی، منجر به تغییر

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]
[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

تقاضای انرژی می‌شود و بنگاه‌های اقتصادی همراه با وقفه با توجه به تغییراتی که در بازار اعمال شده تقاضای خود از این نهاده‌ها را تغییر می‌دهند، این تغییر در تقاضای اثری به نام اثربازگشتی به همراه دارد. اثر بازگشتی در سه حالت می‌تواند رخ دهد: مصرف انرژی به طور کامل و آن گونه که انتظار می‌رفت کاهش پیداکند، کاهش ناقص مصرف انرژی و مصرف انرژی که بدون تغییر باقی مانده است.

به دنبال ارتقا کارایی انرژی، تغییرات در قیمت و تغییر در تقاضا برای سایر نهاده‌ها و عوامل تولید نیز اتفاق می‌افتد. باتوجه به تغییراتی که در فعالیت‌های اقتصادی رخ می‌دهد میزان تولید، سطح قیمت سایر عوامل و درنهایت عرضه و میزان تولیدناخالص داخلی نیز تغییر می‌کند.

مدل پیشنهادی با استفاده از ماتریس حسابداری-اجتماعی و جدول داده-ستانده سال ۱۳۹۵ کالیبره شده است. به منظور اندازه‌گیری اثربازگشتی، ارتقای کارایی برای نهاده بنزین و برق انجام می‌شود. در این پژوهش میزان ارتقای کارایی ده درصد در نظر گرفته شده است. پارامترهای‌ها برون‌زا مانند کشش‌های جانشینی، تبدیل و... براساس مطالعات تجربی مقداردهی شده‌اند. برای مقدار دهی به کشش‌های از دو روش می‌توان استفاده کرد یکی با استفاده از روش اقتصادسنجی کشش‌ها را برآورد کرد و دیگری با استفاده از مطالعات تجربی که با استناد به مطالعات پیشین به کشش‌های جانشینی مقداری را اختصاص دهیم. در این پژوهش از روش دوم استفاده شده است و کشش‌ها بر اساس مطالعات خیابانی(۱۳۹۲)، منظور و همکاران (۱۳۸۹) و موسی خوشکلام (۱۳۹۳) مقداردهی شده است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

جدول ۲. کشش‌های مختلف مورد استفاده در پژوهش

نوع کشش	مقدار کشش در مطالعه فعلی
کشش جانشینی سرمایه و نیروی کار	۰/۸
کشش جانشینی سرمایه و انرژی	۰/۸
کشش جانشینی انرژی و نیروی کار	۰/۸
کشش توابع تبدیل صادرات ، واردات	۲
کشش جانشینی ارزش افزوده و نهاده‌های واسطه‌ای	۱/۵
کشش جانشینی بین نهاده‌های واسطه ای	۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۱-۴. شبیه سازی تأثیر تکانه ارتقا کارائی بر تقاضای بنزین و برق:

همان طور که در جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود ارتقا ده درصدی کارایی مصرف بنزین منجر به کاهش تقاضای بنزین در همه رشته فعالیت‌های اقتصادی مانند کشاورزی، حمل و نقل، صنایع غذایی، پالایشگاه‌ها و... شده است. به طوری که کمترین کاهش تقاضا در بخش حمل و نقل ۲۳ درصد و بیش‌ترین کاهش تقاضا در فعالیت پالایشگاهی با ۴۸ درصد بوده است. البته باتوجه به ظرفیت بالای پالایشگاه‌های کشور و واردات بنزین این میزان تغییر در تقاضا در بخش پالایشگاه را می‌توان ناشی از سال مورد مطالعه در نظر گرفت. بخش هایی مانند تولید محصولات شیمیایی و تولید فلزات اساسی و محصولات کانی چون سهم بنزین در آن‌ها صفر است به همین خاطر بعد از اعمال تکانه تغییری در تقاضای انرژی رخ نداده است. به همین صورت در جدول شماره ۴ به دنبال تکانه ارتقا کارایی مصرف برق، کاهش تقاضا برای آن در کل فعالیت‌های اقتصادی حادث شده است. کمترین کاهش تقاضا به بخش تولید فلزات اساسی و بیش‌ترین کاهش در تقاضا در بخش صنایع غذایی

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

رخ داده است. با توجه به این که الگوی مورد بررسی تعادل عمومی پویا هست برآورد الگو طی ۸ دوره صورت گرفته است.

تاکنون اثر بازگشتی صد در صدی وجود نداشته است و این بدان معنی است که در هیچکدام از فعالیت‌های اقتصادی خنثی شدن کامل ذخیره مورد نظر بنزین و برق اتفاق نیفتاده است و دوما به دنبال ارتقا کارایی تقاضا برای این دو نهاده انرژی افزایش نمی‌یابد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

جدول۳. تغییرات تقاضای بنزین ناشی از ارتقا کارایی

دوره /فعالیت ها	کشاورزی	معادن	صنایع غذایی	پالایشگاه‌ها	سایر صنایع	حمل و نقل	سایر خدمات	تولید محصولات شیمیایی	تولید فلزات اساسی	محصولات کانی و غیرفلزی
۱	۰/۳۸۵۴	۰/۳۳۲۱	۰/۴۳	۰/۴۸	۰/۳۶	۰/۲۳	۰/۲۸	۰	۰	۰
۲	۰/۳۷۴۵	۰/۳۲۸۹	۰/۴۲۷۸	۰/۴۷۲	۰/۳۵۷۲	۰/۲۲۷	۰/۲۷۷	۰	۰	۰
۳	۰/۳۶۸۹	۰/۳۲۴۵	۰/۴۱۹۵	۰/۴۶۲	۰/۳۵۱۳	۰/۲۲۵	۰/۲۶۴	۰	۰	۰
۴	۰/۳۶	۰/۳۱۷۶	۰/۴۰۶۳	۰/۴۶۱	۰/۳۴۸۹	۰/۲۱۹	۰/۲۶۳	۰	۰	۰
۵	۰/۳۵۷۸	۰/۳۰۱۲	۰/۳۹۸۷	۰/۴۵۷	۰/۳۳۶۵	۰/۲۱۶	۰/۲۵۹	۰	۰	۰
۶	۰/۳۴۸۷	۰/۲۹۸۷	۰/۳۸۴۵	۰/۴۵۴	۰/۳۳۱۵	۰/۲۱۱	۰/۲۵۴	۰	۰	۰
۷	۰/۳۴۵۶	۰/۲۹۳۴	۰/۳۷۹۲	۰/۴۴۶	۰/۳۲۴۱	۰/۲۱۱	۰/۲۴۷	۰	۰	۰
۸	۰/۳۳۶۷	۰/۲۸۹۱	۰/۳۷۳۴	۰/۴۴۱	۰/۳۱۵۶	۰/۲۰۹	۰/۲۴۲	۰	۰	۰

ماخذ: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

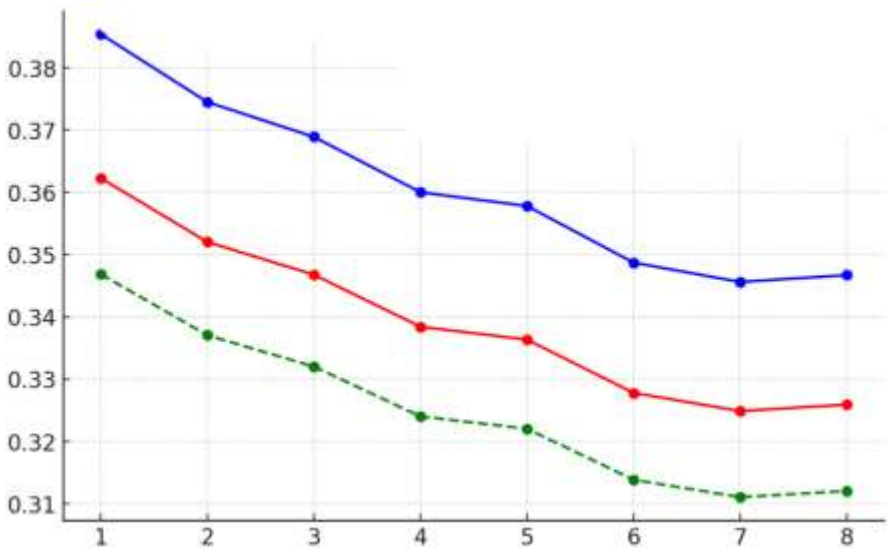
[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

جدول ۴. تغییرات تقاضای برق ناشی از ارتقا کارایی

دوره /فعالیت ها	کشاورزی	معادن	صنایع غذایی	پالایشگاه‌ها	سایر صنایع	حمل و نقل	سایر خدمات	تولید محصولات شیمیایی	تولید فلزات اساسی	محصولات کانی و غیرفلزی
۱	۰/۳۲۴۷	۰/۲۶۵۱	۰/۴۳۲۳	۰/۴۲	۰/۳۴	۰/۲۱	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۲۱
۲	۰/۳۱۵۸	۰/۲۵۹۳	۰/۴۲۷۸	۰/۴۱۵۷	۰/۳۳۶۷	۰/۱۹۷۳	۰/۲۴۸۳	۰/۱۷۸۷	۰/۱۵۸۹	۰/۲۰۹۴
۳	۰/۳۰۴۵	۰/۲۵۴۳	۰/۴۱۹۵	۰/۴۱۲۳	۰/۳۳۲۸	۰/۱۹۳۸	۰/۲۴۲	۰/۱۷۵۳	۰/۱۵۴۵	۰/۲۰۱۵
۴	۰/۲۹۱۲	۰/۲۴۸۵	۰/۴۰۶۳	۰/۴۰۳۲	۰/۳۲۴۵	۰/۱۸۵۶	۰/۲۳۶۹	۰/۱۶۸۷	۰/۱۵۱۳	۰/۱۹۸۷
۵	۰/۲۸۶۷	۰/۲۴۱۸	۰/۳۹۸۷	۰/۳۹۶۸	۰/۳۲۲۹	۰/۱۸۰۹	۰/۲۳۳۹	۰/۱۶۴۳	۰/۱۴۷۳	۰/۱۹۲۳
۶	۰/۲۷۳۴	۰/۲۳۵۸	۰/۳۸۴۵	۰/۳۹۱۲	۰/۳۱۵۸	۰/۱۷۴۲	۰/۲۲۶۸	۰/۱۵۶۲	۰/۱۴۳۲	۰/۱۸۷۲
۷	۰/۲۷۱۶	۰/۲۲۹۸	۰/۳۷۹۲	۰/۳۸۴۵	۰/۳۰۷۲	۰/۱۷۱۸	۰/۲۱۹۲	۰/۱۴۸۹	۰/۱۴۱	۰/۱۸۵۹
۸	۰/۲۶۸۵	۰/۲۲۳۶	۰/۳۷۳۴	۰/۳۷۲۱	۰/۲۹۱۹	۰/۱۷۰۵	۰/۲۱۱۳	۰/۱۴۵۳	۰/۱۳۸۷	۰/۱۸۲۴

ماخذ: یافته‌های پژوهش

در نتیجه می‌توان گفت پس از ارتقا ده درصدی کارایی، مصرف بنزین و برق کاهش می‌یابد. پویایی مدل با در نظر گرفتن رشد جمعیت منجر به افزایش تقاضا می‌شود اما اثر ارتقای کارایی ۱۰ درصدی که منجر به کاهش تقاضا می‌شود همچنان پابرجاست. نمودار شماره ۲ نشان می‌دهد ارتقای ده درصدی کارایی، مصرف انرژی را طی دوره کاهش می‌دهد، مصرف اولیه بدون اعمال تکانه با رنگ آبی نشان داده شده است و نمودار سبز رنگ انتظار کاهش مصرف انرژی پس از اعمال تکانه در صورت عدم وجود اثربازگشتی در الگو است، اما نمودار میانی با رنگ قرمز مقدار کاهش مصرف انرژی با وجود اثر بازگشتی است که از مقدار مورد انتظار بیش‌تر است.



نمودار ۲. تغییرات در تقاضای انرژی

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

۲-۴. اثرات بازگشتی ناشی از ارتقا کارائی مصرف بنزین و برق:

همان طور که مطالعات تجربی نشان می‌دهد در نتیجه ارتقا کارایی مصرف انرژی، درجه‌ای از اثربازگشتی قابل انتظار است. در جداول زیر اثر بازگشتی ناشی از ارتقا ده درصدی کارایی مصرف بنزین و برق نشان داده شده است. بیش‌ترین اثر بازگشتی ناشی از مصرف بنزین به بخش حمل و نقل و کمترین اثربازگشتی با مقدار صفر به تولید محصولات شیمیایی(محصولات پتروشیمی)، تولید فلزات اساسی(مس و فولاد) و محصولات کانی و غیر فلزی اختصاص دارد که هیچ کدام به بنزین نیاز ندارند و سهم بنزین در فرآیند تولید محصولات ذکر شده صفر است به همین خاطر اثر بازگشتی در این بخش‌ها صفر است. در مورد اثر بازگشتی ناشی از مصرف برق بیش‌ترین اثر بازگشتی را تولید فلزات اساسی دارد که میزان استفاده از برق در این صنعت بسیار بالا است به همین خاطر اثر بازگشتی بیش‌تری هم دارد و کمترین اثر بازگشتی در بخش صنایع غذایی است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

جدول۵. اثر بازگشتی مصرف بنزین ناشی از ارتقا کارائی

دوره /فعالیت ها	کشاورزی	معادن	صنایع غذایی	پالایشگاه‌ها	سایر صنایع	حمل و نقل	سایر خدمات	تولید محصولات شیمیایی	تولید فلزات اساسی	محصولات کانی و غیرفلزی
۱	۰/۰۷	۰/۱	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱۵	۰/۱۲	۰	۰	۰
۲	۰/۰۶۹۴	۰/۰۹۸۵	۰/۰۵۸۴	۰/۰۳۹۷	۰/۰۷۸۳	۰/۱۴۸۷	۰/۱۱۷۸	۰	۰	۰
۳	۰/۰۶۵۲	۰/۰۹۴۲	۰/۰۵۱۲	۰/۰۳۸۴	۰/۰۷۲۱	۰/۱۳۹۲	۰/۱۱۳۴	۰	۰	۰
۴	۰/۰۵۸۷	۰/۰۸۹۷	۰/۰۴۷۳	۰/۰۳۷۱	۰/۰۶۸۵	۰/۱۳۲۵	۰/۱۰۸۵	۰	۰	۰
۵	۰/۰۵۴۳	۰/۰۸۳۴	۰/۰۴۵۹	۰/۰۳۵۶	۰/۰۶۳۴	۰/۱۲۶۸	۰/۱۰۲۳	۰	۰	۰
۶	۰/۰۴۹۸	۰/۰۷۹۱	۰/۰۴۱۳	۰/۰۳۴۲	۰/۰۵۹۲	۰/۱۱۸۴	۰/۰۹۷۶	۰	۰	۰
۷	۰/۰۴۳۵	۰/۰۷۴۶	۰/۰۳۸۶	۰/۰۳۲۸	۰/۰۵۴۷	۰/۱۱۴۳	۰/۰۹۴۲	۰	۰	۰
۸	۰/۰۴۱۲	۰/۰۷۱۳	۰/۰۳۱۹	۰/۰۳۱۵	۰/۰۵۱۹	۰/۱۱۲۱	۰/۰۹۱۱	۰	۰	۰

ماخذ: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

جدول ۶. اثر بازگشتی مصرف برق ناشی از ارتقا کارائی

دوره / فعالیت‌ها	کشاورزی	معادن	صنایع غذایی	پالایشگاه‌ها	سایر صنایع	حمل و نقل	سایر خدمات	تولید محصولات شیمیایی	تولید فلزات اساسی	محصولات کانی و غیرفلزی
۱	۰/۰۸	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲	۰/۱۲
۲	۰/۰۷۷۵	۰/۰۹۷۸	۰/۰۴۹۲	۰/۰۵۷۱	۰/۰۶۸۴	۰/۱۱۷۵	۰/۰۹۷۸	۰/۱۴۷۵	۰/۱۹۸۷	۰/۱۱۷۸
۳	۰/۰۷۲۸	۰/۰۹۳۵	۰/۰۴۳۸	۰/۰۵۳۸	۰/۰۶۳۳	۰/۱۱۴۲	۰/۰۹۳۵	۰/۱۴۳۴	۰/۱۹۴۲	۰/۱۱۴۹
۴	۰/۰۶۹۲	۰/۰۸۹۲	۰/۰۳۷۵	۰/۰۴۶۹	۰/۰۶۱	۰/۱۱۰۸	۰/۰۸۹۲	۰/۱۳۹۵	۰/۱۸۹۵	۰/۱۱۲۴
۵	۰/۰۶۴۳	۰/۰۸۴۶	۰/۰۳۲۱	۰/۰۴۱۷	۰/۰۵۸۶	۰/۱۰۷۳	۰/۰۸۴۶	۰/۱۳۲۸	۰/۱۸۳۴	۰/۱۰۸۹
۶	۰/۰۵۸۴	۰/۰۸۱۳	۰/۰۲۸۶	۰/۰۳۶۵	۰/۰۵۴۴	۰/۱۰۴۶	۰/۰۸۱۳	۰/۱۲۷	۰/۱۷۹۱	۰/۱۰۶۱
۷	۰/۰۵۳۹	۰/۰۷۹۴	۰/۰۲۴۳	۰/۰۳۲۱	۰/۰۴۹۶	۰/۱۰۱۹	۰/۰۷۹۴	۰/۱۲۱	۰/۱۷۴۶	۰/۱۰۲۶
۸	۰/۰۵۱۸	۰/۰۷۶۱	۰/۰۲۰۷	۰/۰۳۰۷	۰/۰۴۴۸	۰/۱۰۰۳	۰/۰۷۶۱	۰/۱۱۶۹	۰/۱۷۱۳	۰/۱۰۱۴

ماخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول بالا نشان می‌دهد که در اکثر فعالیت‌های اقتصادی پس از اعمال تکانه کارایی اثر بازگشتی وجود دارد و این اثر طی زمان کاهش پیدا می‌کند چرا که به مرور زمان اثر ارتقای کارایی کاهشی یافته و این خود منجر به کاهش اثربازگشتی می‌شود.

۵. جمع بندی و پیشنهادات

حامل‌های انرژی از مهم‌ترین نهاده‌هایی هستند که بر اقتصاد تأثیرگذار می‌باشند. مصرف بالای نهاده‌های انرژی همراه با کارایی پایین آن‌ها، جستجوی راهکار جدی در بخش مصرفی را ضروری می‌سازد. نکته حائز اهمیت مفهومی به نام اثربازگشتی است که به دنبال ارتقا کارایی مصرف انرژی اتفاق می‌افتد. این اثر موجب تحت تأثیر قرار گرفتن سیاست‌ها و فواید ناشی از ارتقا کارایی می‌شود و به همین دلیل بررسی آثار آن برای تصمیم‌گیری حائز اهمیت است.

شواهد آماری در مورد مصرف انرژی نشان می‌دهد که مصرف انرژی در ایران ناکارا است و از این رو لزوم توجه به مدیریت تقاضای انرژی امری اجتناب ناپذیر است. مدیریت تقاضای انرژی در دو بخش سیاست قیمتی و غیر قیمتی می‌تواند انجام شود که تمرکز این پژوهش بر بخش غیرقیمتی است. نتایج مدل تعادل عمومی پویا نشان می‌دهد در اثر ارتقا ۱۰درصدی کارایی بنزین و برق اثرات بازگشتی در تمام رشته فعالیت‌ها اتفاق می‌افتد. وجود اثرات بازگشتی که مقدار آن‌ها بزرگتر از صفر است نشان می‌دهد که پس از تکانه ده درصدی مقدار تقاضا کمتر از ده درصد کاهش یافته است و کاهش تقاضای ده درصدی که قبل از تکانه انتظار می‌رفت محقق نشده است. نکته جالب اینجاست که در مورد

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

هیچ‌یک از فرآورده‌های بنزین و برق حالت حدی اثر بازگشتی اتفاق نیفتاده است و این نشان دهنده این است که به دنبال ارتقا کارایی مصرف بنزین و برق نه کاهشی معادل با درصد ارتقا کارایی رخ داده و نه افزایش تقاضا برای آن اتفاق افتاده است. همان طور که نتایج نشان می‌دهد در تولید محصولات شیمیایی، فلزات اساسی و محصولات کانی که سهم بنزین در آن‌ها صفر است اثربازگشتی نیز وجود ندارد. و بیش‌ترین اثربازگشتی در بخش بنزین به حمل‌ونقل اختصاص دارد که آن به خاطر استفاده زیاد از بنزین در این بخش است. در مورد برق نیز در بخش فزات اساسی مثل فولاد که میزان استفاده از برق در آن زیاد است اثربازگشتی مقدار بالایی دارد و این مسئله در تصمیم‌گیری‌ها بسیار حائز اهمیت است. مقایسه نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج سایر مطالعات صورت گرفته در کشور سازگار است. به عنوان مثال خوشکلام(۱۳۹۳)، اثربازگشتی بنزین و گازوئیل با ارتقای ده درصدی کارایی را برآورد کرده است و نشان داده که اثر بازگشتی در همه بخش‌ها وجود دارد. اثر بازگشتی بنزین در بخش حمل و نقل جاده‌ای ۲۷درصد و در بخش پالایشگاه‌ها ۴/۵درصد است. اثربازگشتی گازوئیل در بخش حمل و نقل جاده‌ای ۲۵ درصد و در بخش پالایشگاه‌ها ۵/۹ درصد برآورد شده است. در مطالعه دیگر منظور و همکاران(۱۳۸۹)، اثر بازگشتی ناشی از ارتقای کارایی برق را محاسبه کرده‌اند که در آن میزان اثر بازگشتی کل۱۴/۲درصد برآورد شده است.

با درنظر گرفتن نتایج حاصل از این پژوهش، برای صرفه‌جویی واقعی در انرژی توصیه می‌شود علاوه بر ارتقای کارایی انرژی از سیاست‌های قیمتی نیز استفاده شود. همچنین در سیاست‌گذاری‌ها حتماً اثر بازگشتی برای پیش‌بینی و تحلیل‌های واقع بینانه‌تر در نظر گرفته شود.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

منابع

Ayres R. (1998). "Technological Progress: A proposed Measure", Technological Forecasting and Social Change, Vol. 59, PP. 213-233.

Berkhout P.H.G, Muskens. J. C & J.W. Velthuijsen (2000). "Defining the rebound effect", *Energy Policy*, No. 28, pp. 425-432.

Berndt E. R. & D.O. Wood (1975). "Technology, Prices and the Derived Demand for Energy", *American Economic Review*, Vol. 56, PP. 259-268.

Decaluwe Bernard, André Lemelin, Véronique Robichaud et Hélène Maisnnave (2013). PEP-1-1. The PEP standard single-country, static CGE model

Greene David L. (1992). "Vehicle Use and Fuel Economy: How Big is the 'Rebound' Effect?". *The Energy Journal*, pp. 117-143.

Khazzoom J. D. (1980). "Economic implications of mandated efficiency in standards for household appliances", *Energy Journal*, No. 14, pp. 21–40.

Khiabani Naser (2006). *Developing a Computable General Equilibrium (CGE) Model for Evaluating Tariff Policies* doi.org/10.1017/9781108780063.004{in persian}

Khoskh Kalam Khosrowshahi, Musa (2014). "Reciprocal Effects of Improving the Efficiency of Gasoline and Diesel Consumption in Iran with Emphasis on the Transportation Sector, Computable General Equilibrium Model Approach". *Iranian Journal of Energy Economics*, No. 44, Summer 2014: doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111813{in persian}

Li L. and H. Yongeli (2012). "The Energy Efficiency Rebound Effect in China from Three Industries Perspective".

Manzoor Davood (2011). "Analysis of the feedback effects resulting from improving efficiency in electricity consumption in Iran: Computable General Equilibrium Model". *Energy Economics Studies*, No. 27: /doi.org/10.1017/cbo9780511975004.003{in persian}

Mayo John W. and John E. Mathis. (1988). "The effectiveness of mandatory fuel efficiency standards in reducing the demand for gasoline".

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]

Meng M. & X. Li (2022). "Evaluating the direct rebound effect of electricity consumption: An empirical analysis of the provincial level in China". *Energy*, No.239, 122135.

Schimek Paul (1996). "Gasoline and travel demand models using time series and cross section data from United States". *Transportation Research Record: Journal of the Transportation*.

Small Kenneth A. , and Kurt Van Dender. (2005). "The effect of Improved Fuel Economy on Vehicle Miles Traveled: Estimating the rebound effect using US state data, 1966- .2001".

Sorrell S. (2007). *The Rebound Effect: an Assessment of the Evidence for Economywide Energy Savings from Improved Energy Efficiency*, London: UK Energy Research Centre.

Zheng Y., Xu H. & R. Jia (2021). "Endogenous energy efficiency and rebound effect in the transportation sector: Evidence from China". *Journal of Cleaner Production*, 130310.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.61882/qjerp.33.115.6]