نشریه علمی (فصلنامه) پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی شماره ۹۶

سال بیست و هشتم، زمستان ۱۳۹۹، صفحه ۳۲ - ۷

تأثیر افزایش قیمت‌های برق بر اثرات بازگشتی ناشی از افزایش کارایی برق در ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه

فاطمه رفیعی

دکتری اقتصاد نفت و گاز دانشگاه علامه طباطبائی

fatemehrafiei170@gmail.com

هدف اصلی سیاست‌های افزایش کارایی حامل‌های انرژی، کاهش مصرف انرژی است، اما این هدف به دلیل وجود اثرات بازگشتی محدود می‌شود در ادبیات اقتصاد انرژی دو دسته از ابزارهای غیرقیمتی و قیمتی برای کاهش اثرات بازگشتی مطرح می‌شود. در میان ابزارهای قیمتی اعمال مالیات بر انرژی به عنوان یک روش مطلوب مطرح می‌شود. در این مقاله تلاش شده است با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ و مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر اثرات بازگشتی در دو سناریو افزایش ۱۰ درصد کارایی برق و افزایش همزمان ۱۰ درصد کارایی و۱۰ درصد قیمت برق، اثرات بازگشتی برآورد شود. نتایج مدل حاکی از آن است که اثرات بازگشتی انرژی در صورت افزایش کارایی، ۱۱۲درصد است و میزان مصرف انرژی نه تنها کاهش نمی‌یابد بلکه ۱/۲درصد افزایش می‌یابد اما در صورت افزایش قیمت و کارایی، اثرات بازگشتی به ۹۹ درصد کاهش می‌یابد. اثرات بازگشتی بالای مشاهده شده در صورت اعمال سیاست افزایش کارایی به تنهایی، به دلیل کاهش قیمت نسبی انرژی و درنتیجه افزایش مصرف آن است چراکه سیاست افزایش کارایی سبب ترغیب ۰/۰۴درصدی سطح فعالیت‌های اقتصادی بخش‌های تولیدی نیز می‌شود همچنین صادرات در این سناریو نیز ۰/۳درصد رشد می‌کند. در مقابل در سیاست افزایش همزمان کارایی و قیمت برق، سطح مصرف ۰/۱درصد و سطح فعالیت بخش‌های تولیدی ۰/۰۸درصد و صادرات ۰/۰۵درصد کاهش خواهد یافت.

طبقه‌بندی JEL: Q43 , Q41, D58, D21, C68

واژگان کلیدی: اثرات بازگشتی، تعادل عمومی قابل محاسبه، قیمت انرژی، کارایی

تاریخ دریافت: ۱۴ / ۴ / ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: ۵ / ۱۱ / ۱۳۹۹

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

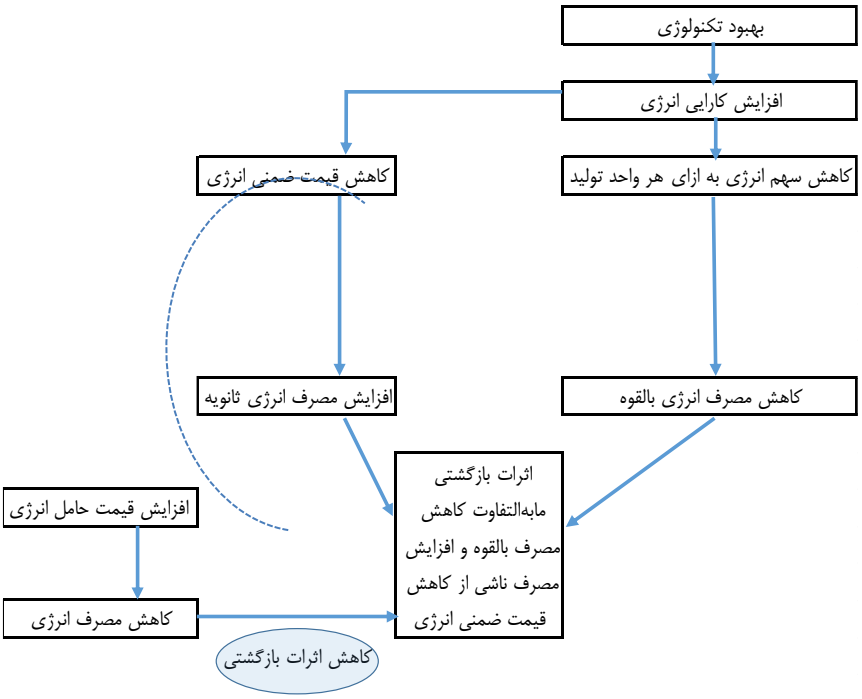
۱. مقدمه

کشورهای در حال توسعه صادرکننده نفت از جمله ایران همواره جزء کشورهای با مصرف سرانه انرژی بالا هستند. این درحالی است که علیرغم اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها که در آن بهینه‌سازی مصرف انرژی و اصلاح ساختار فناوری واحدهای تولیدی توجه شده، وضعیت ایران هم از منظر مصرف انرژی و هم انتشار آلاینده‌ها نامناسب بوده و مصرف برق طی سال‌های اخیرکاهش نیافته است. نکته قابل توجه آن‌که علیرغم رشد اقتصادی اندک و حتی منفی طی این سال‌ها، روند صعودی مصرف متوقف نشده و اجرای قانون هدفمندسازی یارانه‌ها که هدف اصلی آن اصلاح ساختار مصرف بوده نیز نتوانسته روند مذکور را متوقف سازد. بدین ترتیب انتظار می‌رود در صورت عدم انجام اصلاحات ساختاری در زمینه مصرف بهینه انرژی، هزینه‌های اقتصادی اجتماعی گسترده‌ای بر اقتصاد ایران تحمیل شود. یکی از بهینه‌ترین روش‌ها برای محدود کردن مصرف انرژی آحاد مختلف جامعه، سیاست‌های بهبود کارایی انرژی است چراکه با اجرای این سیاست در عین حال که مصرف انرژی کاهش می‌یابد، میزان تولید بنگاه و یا مطلوبیت خانوار کاهش نخواهد یافت. اما سیاست افزایش کارایی به دلیل پدیده‌ای تحت عنوان اثرات بازگشتی محدود می‌شود. اثرات بازگشتی، افزایش مصرف ناشی از افزایش کارایی انرژی است. مکانیزم اصلی این اثر این است که با افزایش کارایی انرژی، به میزان انرژی کمتری برای تولید هر واحد محصول نیاز است و لذا مخارج صرف شده روی انرژی پایین می‌آید. بدین ترتیب برای مصرف‌کننده به صورت ضمنی مانند آن است که قیمت نسبی انرژی پایین آمده است و لذا مصرف انرژی وی افزایش می‌یابد. این مکانیزم همانند زمانی که دولت قیمت نهاده‌های انرژی را به صورت دستوری پایین نگه داشته و روی آنها یارانه می‌پردازد. اساساً مکانیزم افزایش مصرف انرژی ناشی از پرداخت یارانه‌ها و افزایش مصرف ناشی از اثر بازگشتی کارایی انرژی یکی است، لذا می‌توان آنها را در یک چهارچوب دید. شکل(۱) مکانیزم اثرگذاری سیاست افزایش کارایی و محدود شدن این اثرات مطلوب به دلیل اثرات بازگشتی

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

را نشان می‌دهد. همچنین نشان می‌دهد، سازوکاری که اثرات بازگشتی عمل می‌کند همانند اعطای یارانه انرژی است.

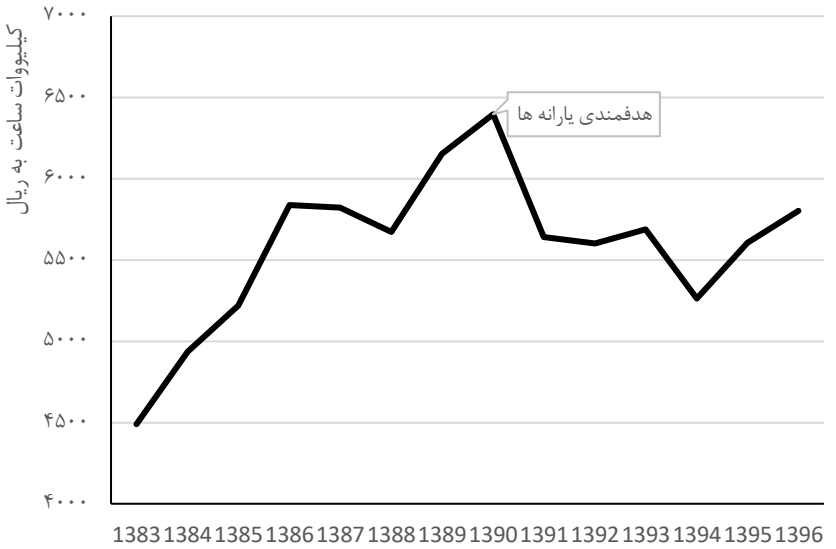


شکل ۱. رابطه بین اثرات بازگشتی و افزایش قیمت انرژی

در ایران نیز می‌توان با استفاده از شدت مصرف برق که میزان مصرف برق به ازای تولید ناخالص داخلی، می‌توان پیشرفت کارایی برق را نشان داد. به طوری که با بهبود کارایی انرژی شاخص شدت انرژی کاسته خواهد شد، یعنی برای تولید ناخالص داخلی به میزان کمتری مصرف برق نیاز است و برعکس. نمودار(۱) شدت مصرف برق که از تقسیم مصرف برق به ازای تولید ناخالص داخلی به قیمت پایه سال ۱۳۹۰ را نشان می‌دهد. براساس این نمودار شدت انرژی از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۰ روند فزاینده داشت اما با هدفمندی یارانه‌ها، شدت مصرف برق تا سال ۱۳۹۴ کاهش یافته و سپس بار دیگر با کاهش قیمت نسبی برق، بار دیگر شدت مصرف برق روند فزاینده به خود می‌گیرد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]



نمودار ۱. شدت مصرف برق (نماینده‌ای از معکوس کارایی)

پرسش اصلی این تحقیق این است که با وجودی که اثرات بازگشتی و قیمت‌های انرژی به صورت ذاتی بایکدیگر در ارتباط هستند، افزایش قیمت برق تا چه حد خواهد توانست که اثرات بازگشتی را کاهش دهد. برای پاسخ به این سئوال در ابتدای امر تلاش خواهد شد در چهارچوب یک مدل تعادل عمومی قابل محاسبه، اثرات بازگشتی را در حالتی که قیمت برق تغییر نکرده است محاسبه شده و در سناریویی با افزایش قیمت برق باردیگر برآورد می‌شود تا بررسی شود که افزایش قیمت برق بر میزان اثرات بازگشتی چه تأثیری دارد و شاخص‌های مصرف انرژی را چگونه تحت تأثیر قرار می‌دهد.

۲. مبانی نظری؛ تخمین اثرات بازگشتی

قبل از بیان تئوریک اثرات بازگشتی بهتر است کارایی تعریف شود. به طور کلی کارایی بیان این مفهوم است که یک بنگاه تا چه اندازه از منابع خود به منظور بهترین تولید به خوبی استفاده کرده

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

است (پیرس[1]، ۱۹۹۷) و کارایی انرژی، خروجی مفید هر فرآیند به ازای یک واحد انرژی دریافته شده در آن فرآیند است و منظور از کارایی در این مقاله کارایی مصرف انرژی در بنگاه‌های تولیدی است و افزایش تولید بخش‌های تولیدکننده انرژی و یا به عبارت دیگر افزایش کارایی در تولید انرژی در اقتصاد مدنظر نیست.

زمانی که کارایی انرژی افزایش می‌یابد، قیمت خدمات انرژی تغییر می‌کند و سبب می‌شود مصرف‌کننده یک سری از تطبیق‌ها را برای سبد مصرف خود اعمال کند که در نهایت بر تقاضای خدمات انرژی وی اثر می‌گذارد. اول، مصرف‌کننده محصولات کاراتر انرژی که باعث کاهش هزینه خدمات انرژی می‌شود جانشین سایر کالاها می‌کند. دوم، مصرف‌کننده به دنبال افزایش مصرف کالاهای کاراتر انرژی، کالاهای مکمل آن را نیز بیشتر مصرف می‌کند. سوم، کاهش قیمت مؤثر خدمات انرژی سبب افزایش قدرت خرید مصرف‌کننده می‌شود که همین مسئله سبب می‌شودکه محصولات کاراتر انرژی بیشتر مصرف شود (اگر فرض شود که کالاهای کاراتر انرژی نرمال هستند). درنهایت، افزایش قدرت خرید مصرف‌کننده سبب می‌شود از سایر کالاهای نرمال بیشتر خریداری شود. برآیند چهار اثر تطبیقی مصرف‌کننده می‌تواند مصرف انرژی وی را کاهش یا افزایش دهد. اثرات بازگشتی برای مصرف‌کننده را می‌توان به دو دسته اثرات بازگشتی مستقیم و غیرمستقیم تقسیم‌بندی کرد. در تخمین اثر بازگشتی مستقیم، تمامی تغییرات در تقاضای کالاهای دیگر در ارتباط با تغییر ضمنی قیمت انرژی و یا افزایش قدرت خرید مصرف‌کننده را نادیده می‌گیرد. به عبارت بهتر، اثر بازگشتی مستقیم اولین واکنش مصرف‌کننده به کاهش ضمنی قیمت را اندازه‌گیری می‌کند (گیلینگهام، راپسون و وانگر[2]، ۲۰۱۶). اثر افزایش کارایی انرژی بر تقاضای سایر کالاها و به دنبال آن تغییر در مصرف انرژی را اثر بازگشتی غیرمستقیم می‌گویند گرچه در ادبیات این موضوع بر سر تعریف و استفاده از این اثر اتفاق نظر وجود ندارد. برخی از مطالعات اثر بازگشتی غیرمستقیم را هر تغییری در استفاده از انرژی ناشی از تغییرات تکنولوژی در تقاضای سایر کالاها

1. Pierce
2. Gillingham, Rapson, & Wagner

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

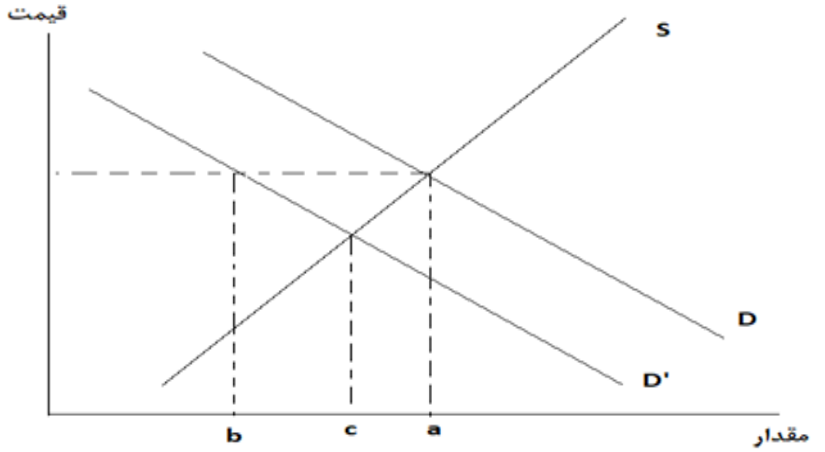
[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

ناشی از اثرات جانشینی و درآمدی می‌داند (آزودو[1]، ۲۰۱۴) سایر مطالعات اثر بازگشتی غیرمستقیم را گسترده‌تر می‌داند و شامل اثرات کلان بازگشتی هم تعریف می‌کنند (سورل،دیمیتروپولوس و سومرویل[2]،۲۰۰۹). با این وجود رویکرد رایج در ادبیات آن است که اثر بازگشتی غیرمستقیم را اثر درآمدی بر مصرف انرژی سایر کالاها تعریف می‌کنند. علاوه بر اثرات بازگشتی مستقیم و غیرمستقیم، اثرات بازگشتی کلان نیز وجود دارد که محاسبه آن بسیار پیچیده‌تر از اثرات بازگشتی مستقیم و غیرمستقیم است، زیرا زمانی که تقاضا برای منابع انرژی تغییر می‌کند، بازارها دوباره باید به تعادل برسند و یک افزایش در کارایی انرژی می‌تواند بر تقاضای کلی انرژی از کانال‌های مختلف اثر بگذارد. اثرات کلان قیمتی همانند تحلیل اثر بازگشتی مستقیم است با این تفاوت که درآن تمام قیمت‌ها را در نظر می‌گیرد. زمانی که کارایی انرژی افزایش می‌یابد منحنی تقاضای بازار انرژی جابه‌جا می‌شود و مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان خود را با وضعیت جدید تطبیق می‌دهند تا تعادل جدید حاصل شود. برای مثال در بازار جهانی نفت، یک بهبود انرژی در ایالات متحده قیمت جهانی نفت را کاهش می‌دهد که همین امر سبب افزایش تقاضای جهانی نفت می‌شود. همان‌طور که در شکل (۲) دیده می‌شود، افزایش اولیه در کارایی انرژی، تقاضای جهانی را از D به 'D منتقل می‌کند و چون a-b میزان انتقال تقاضا و a-c تغییر در مقدار تعادلی است اثر کلان قیمت برابر خواهد بود با (a-c)/(a-b)–۱ بنابراین اثرات بازگشتی تابعی است از شیب منحنی‌های عرضه و تقاضا واگر عرضه و تقاضا بی‌کشش‌تر باشند، اثر بازگشتی بیشتر می‌شود.

1. Azevedo
2. Sorrell, Dimitropoulos, & Sommerville

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]



شکل ۲. افزایش کارایی انرژی و اثرات کلان قیمتی
منبع: گیلینگهام، راپسون و وانگر (۲۰۱۶)

برای تخمین اثرات بازگشتی (R) افزایش کارایی به میزان ρ درصد، خواهیم داشت:

$$R = \left[1 + \frac{\dot{E}}{\rho}\right] * 100 \qquad (۱)$$

که در رابطه $\dot{E}$ درصد تغییر در مصرف انرژی است.

چنانچه اثرات بازگشتی را، درصد شکست در کاهش دادن تقاضای انرژی در نتیجه بهبود کارائی بدانیم، می‌توانیم چهار تحلیل زیر را از مقادیر مختلف اثرات بازگشتی داشته باشیم:

الف) اگر R=0 باشد به این معنی است که بهبود کارایی انرژی، باعث کاهش کامل مصرف انرژی شده است.

ب) اگر R>0 باشد به این معنی است که بهبود کارایی انرژی باعث کاهش ناقص مصرف انرژی شده است.

ج) اگر R=100 باشد به این معنی است که بهبود کارایی انرژی باعث عدم تغییر مصرف انرژی شده است.

د) اگر R>100 باشد به این معنی است که بهبود کارایی انرژی باعث افزایش مصرف انرژی شده است.

در ادبیات تجربی روش‌های کاهش اثرات بازگشتی عمدتاً همان روش‌ها و ابزارهای حفاظت از انرژی است. به عبارت دیگر، همان ابزارهای افزایش کارایی و ایجاد انگیزه برای صرفه جویی در

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]
[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

انرژی است. کاهش مؤثر اثرات بازگشتی نیاز به بسته از ابزارها دارد و یک سیاست خاص به تنهایی نمی‌تواند اثرات بازگشتی را کم کند. در ادبیات اقتصاد محیط زیست غالباً بین دو دسته از سیاست‌گذاری‌ها تفکیک قائل می‌شوند که عبارتند از: ابزارهای تنظیم‌گری و ابزارهای مبتنی بر بازار (بوراس و ادکویست[1]، ۲۰۱۳؛ استرنر و کوریا[2]، ۲۰۱۳).

ابزارهای تنظیم‌گری شامل مقرراتی است که دامنه اقدامات فعال اقتصادی را محدود می‌کند که می‌تواند اشکال جیره‌بندی، ممنوعیت یا اجبار برای یک تکنولوژی خاص باشد. سقف انتشارکربن و استانداردهای کارایی انرژی در محصولات خاص ابزارهای اصلی تنظیم‌گری برای مقابله با اثرات بازگشتی است که در ادبیات مورد بحث قرار می‌گیرد. برای مثال اگر سقف انتشار کربن برای استفاده از خدمات انرژی تعیین شود آنگاه به لحاظ نظری سیاست افزایش کارایی، هیچ اثر بازگشتی نخواهد داشت، اما از آنجا که دامنه فعالیت‌هایی که سقف انتشار کربن برای آنها تعریف شده است محدود است، اثر بخشی سیاست سقف انتشار کربن برای کاهش اثرات بازگشتی ناشی از افزایش کارایی کاهش خواهد یابد (لانج و همکاران[3]، ۲۰۱۹).

ابزارهای مبتنی بر بازار یا ابزارهای اقتصادی از بازارها، قیمت‌ها و سایر سازوکارهای اقتصادی برای ایجاد انگیزه برای کاهش مصرف انرژی استفاده می‌کنند و می‌توانند اثرات بازگشتی ناشی از افزایش کارایی را محدود کنند. مثال اصلی مالیات بر کربن یا انرژی، اعطای یارانه و تحفیف برای کالاهای کاراتر، تجارت انتشار کربن و سایر سیستم‌های مجوز قابل تجارت است. در ادبیات اثرات بازگشتی، بسیاری از محققان ادعا می‌کنند که مالیات مناسب یکی از بهترین ابزارها برای محدودکردن اثرات بازگشتی است (ساندرز، ۲۰۱۱). از آنجا که اقتصاد ایران از یارانه‌های بالای حامل‌های انرژی برای سالیان متوالی رنج می‌برد به نظر می‌رسد قبل از هرگونه مالیاتی بر حامل‌های انرژی یا مالیات بر انتشار آلاینده بهتر است قیمت حامل‌های انرژی واقعی شود. در تعریف سازمان همکاری اقتصادی OECD یکی از مصادیق یارانه‌های انرژی کنترل قیمت‌های نسبی است که اقتصاد ایران مدت طولانی

1. Borras & Edquist
2. Sterner & Coria
3. Lange et al

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

است که قمیت حامل‌های انرژی را به صورت دستوری پایین‌تر از قیمت بین‌المللی قرار داده است و بنابراین یارانه انرژی را به صورت مستقیم و غیرمستقیم می‌پردازد. انحراف قیمت‌های نسبی از مقادیر تعادلی، سبب تخصیص ناکارای منابع می‌شوند. زمانی که قیمت‌های انرژی ناکارا باشد سبب می‌شود هزینه‌های بالایی بر عملکرد اقتصادی و زیست محیطی یک کشور وارد کند.

در تئوری اقتصادی، یارانه‌های انرژی همانند اثر بازگشتی ناشی از افزایش کارایی انرژی، قیمت نهایی انرژی را کاهش می‌دهد و از این کانال سبب افزایش مصرف و افزایش تخریب محیط زیست می‌شود (آژانس بین المللی انرژی[1]، ۱۹۹۹). بر همین اساس، اصلاح یارانه‌های انرژی یک راه مؤثر برای کاهش اثرات بازگشتی ناشی از افزایش کارایی انرژی است و سبب خواهد شد که سیاست‌های افزایش کارایی انرژی مؤثرتر باشند و به میزان بیشتری مصرف انرژی و تخریب محیط زیست را کاهش بدهد.

۳. پیشینه تحقیق

اگرچه مطالعات زیادی برای بررسی میزان اثرات بازگشتی صورت گرفته است اما تعداد کمی از مطالعات اثرات وضع مالیات (یا کاهش یارانه) را بر کاهش اثرات بازگشتی بررسی کرده‌اند.

ساندرز (۲۰۱۱)[2] از یک روش کلان سنجی برای تخمین مالیات انرژی بر یک بخش خاص برای جبران اثرات بازگشتی مستقیم در ایالات متحده استفاده کرده است. این مطالعه نشان می‌دهد که مالیات مورد نیاز برای بخش‌های مختلف اقتصاد بین ۱۰ تا بیش از ۳۰۰ درصد است.

هونگ و دی (۲۰۱۳)[3] ابتدا با استفاده از رویکرد شکاف قیمت میزان یارانه‌های پرداختی در بخش انرژی کشور چین را برای سال ۲۰۰۷ تخمین زده و سپس با استفاده از جدول داده–ستانده و جریان انرژی اثرات بازگشتی این کشور را تعیین نموده‌اند. آنها نشان دادند با حذف یارانه‌های انرژی اثرات بازگشتی این کشور کاهش می‌یابد.

1. International energy agency
2. Saunders
3. Hong, Liang and Di

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

لوینز (۲۰۱۹)[1] در پاسخ به این ادعا که سیاست افزایش مالیات بر انرژی در مقایسه با سیاست افزایش کارایی هزینه کمتری را بر اقتصاد تحمیل می‌کند و سبب می‌شود خانوارهای ضعیف‌تر بار مالی کمتری را به دوش بکشند از یک مدل ساده ایستا با دو کالا و یک خانوار نوعی استفاده کرد و نشان داد که سیاست افزایش کارایی در مقایسه با سیاست اعمال مالیات هم هزینه کمتری برای اقتصاد دارد و هم در کاهش انرژی اثربخش‌تر است.

گونزالس(۲۰۱۹)[2] می‌گوید: استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویا، به دنبال راه حلی برای حل مشکل اثرات بازگشتی است. وی دریافته است با نرخ مالیات ۳/۷۶درصدی اثرات بازگشتی افزایش ۵ درصد کارایی انرژی در اسپانیا از بین می‌رود. براساس معادله وی اثرات بازگشتی ۸۲/۸درصد برآورد شده بود.

لین و ژیا (۲۰۱۹)[3] با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه پذیر پویای بازگشتی برای اقتصاد چین اثرات سیاست مالیات بر صنایع انرژی را بر تقاضای این صنایع و انتشار کربن دی اکسید نشان دادند. آنها بر افزایش نرخ مالیات طی زمان معتقدند و دریافته‌اند که در صورت عدم کنترل قیمت‌ها، کارایی انرژی افزایش خواهد یافت که سبب کاهش مصرف انرژی می‌شود.

در میان مطالعات داخلی تاکنون هیچ تحقیقی در خصوص اثر افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر اثر بازگشتی صورت نگرفته است. اما مطالعات ذیل اثرات بازگشتی در ایران را تخمین زده‌اند.

منظور و همکاران با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۸۰ و یک مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر، اثرات بازگشتی افزایش کارایی در مصارف برق را ۱۴/۲درصد برآورد کرده‌اند. این مقاله به سیاست‌گذاران توصیه می‌کند در تدوین راهبردهای بهینه‌سازی تولید و مصرف انرژی، اثرات بازگشتی و رفاهی مترتب بر آن را مدنظر قرار دهند.

خوش‌کلام (۱۳۹۷) با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه پذیر بر مبنای داده‌های ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۸۵ اثرات بازگشتی ناشی ازافزایش کارایی بنزین و گازوئیل را در بخش

1. Levinson
2. Freire-González
3. Lin and Jia

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

حمل ونقل بررسی کرده‌اند و اثر بازگشتی بنزین را به اثرات جانشینی و تولیدی تجزیه کرده است. وی دریافته است که اثر بازگشتی در همه زیر بخش‌های اقتصادی مثبت است و بخش‌های تولید عوامل اصلی در شکل‌گیری اثرات بازگشتی دارند و سهم اصلی از اثر بازگشتی گستره اقتصاد را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به مثبت بودن اثرات بازگشتی بخشی از اثرات مطلوب سیاست افزایش کارایی خنثی شده است.

هادیان و بهزادی (۲۰۱۹) به منظور محاسبه اثرات بازگشتی با استفاده از مدل CGE دریافته‌اند به جز الکتریسیته در مورد حامل‌های انرژی دیگر اثرات معکوس مشاهده شده است و بنابراین سیاست افزایش کارایی به هدف مطلوب خود که کاهش مصرف انرژی نخواهد رسید.

٤. مدل تحقیق

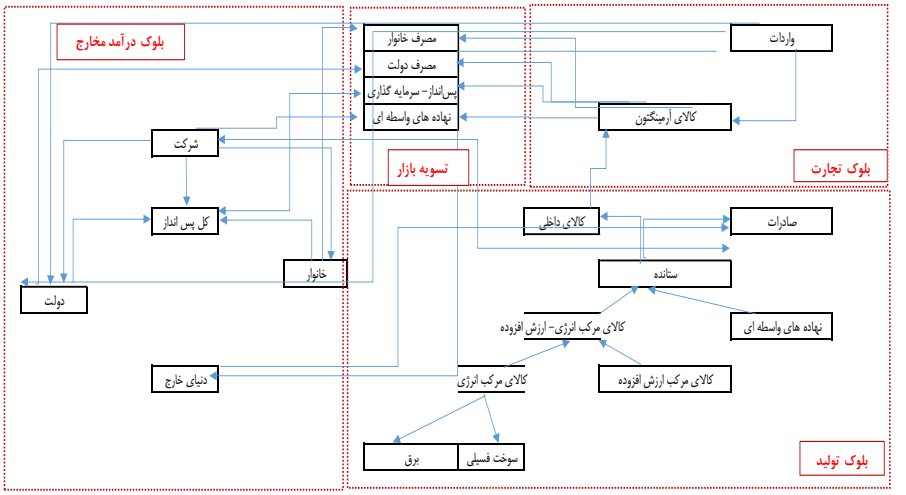
برای محاسبه اثر بازگشتی از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه لافگرین و همکاران (۲۰۰۲)[1] استفاده شده است در این مدل روابط کلان اقتصادی مدلسازی می‌شود به طوری‌که درآمد گروه‌های مختلف، الگوی تقاضا، تراز تجاری و ساختار تولید چندبخشی را دربردارد. این‌گونه مدل‌ها، معادلات مربوط به رفتار کارگزاران اقتصادی از قبیل معادلات مربوط به مطلوبیت و تکنولوژی و دیگر قیدهای سیستمی را شامل می‌شود. مدل در تعادل عمومی است زیرا مجموعه مقادیر و قیمت‌ها در مدل به گونه‌ای تعیین می‌شود که مازاد تقاضا و عرضه وجود نداشته باشد. تعادل بازارها هم در مقادیر اسمی و هم در مقادیر حقیقی برقرار است. قیمت‌های نسبی و مقادیر همگی درون زا هستند و مصرف نیز به درآمد وابسته است، لذا مصرف نیز درون‌زا محسوب می‌شود. عمومی بودن مدل از آنجا ناشی می‌شود که تمام بخش‌های اقتصادی در مدل وجود دارند و لذا دیگر نیازی به فرض "سایر شرایط ثابت" که در مطالعات جزئی مورد نیاز است، نیست. نتایج مدل معمولاً از مقایسه یک تعادل با تعادل دیگر درنتیجه تغییر در متغیرهای برون زا مدل به‌دست می‌آیند. نحوه کار بدین ترتیب است که یک سال پایه در نظر گرفته می‌شود سپس به دلیل وجود شوک‌های برون‌زای مدل به تعادل جدیدی می‌رسند که نتیجه با مقادیر سال پایه مقایسه می‌گردد.

1. Lofgren et.al

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

شکل(۳) رابطه بین بخش‌های مختلف اقتصادی در یک مدل CGE نشان می‌دهد. مدل شامل سه کارگزار اصلی دولت، خانوار و تولیدکننده و سه بازار اصلی؛ بازار عوامل تولید، بازار کالاهای داخلی و بازار بین‌المللی و چهار بلوک، تولید، تجارت، تسویه بازار و تساوی درآمد و مخارج است. تولیدکننده، نیروی کار را از بازار کار و نهاده‌های تولید را از بازار کالا می‌گیرد. کالا نیز در بازار داخلی و بین‌المللی معامله می‌شود. خانوار نیز نیروی کار را در بازار کار عرضه کرده و در عوض کالا را از بازار کالا تقاضا می‌کند. هم خانوار و هم تولیدکننده به دولت مالیات می‌دهد. دولت خود تقاضاکننده کالا و توزیع کننده یارانه‌ها است. در بازار بین‌المللی نیز صادرات و واردات صورت می‌گیرد. وقتی همه بازارها در تعادل باشند گفته می‌شود مدل به تعادل عمومی رسیده است.



شکل۳. رابطه بین بخش‌های مختلف اقتصادی

مأخذ: لین و ژیا[1] (۲۰۱۹)

مدل حاضر، براساس ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ مرکز پژوهش‌های مجلس، دارای ۱۱ بخش تولیدی است که هرکدام از بخش‌ها تولیدکننده یک کالا در نظر گرفته می‌شود. عوامل تولید شامل نیروی کار و سرمایه، خانوارها نیز شامل خانوار شهری و روستایی است. نهاده‌های تولید شامل سرمایه، نیروی کار، کالای مرکب انرژی و مواد واسطه است. این نهاده‌ها در توابع تولید با

1. Lin & jia

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

کشش جانشینی ثابت CES با یکدیگر ترکیب شده و محصول را تولید می‌کنند. خانوار شهری و روستایی نیز دارنده نیروی کار و سرمایه است و مطلوبیت خود را از طریق مصرف کالا حداکثر می‌سازد. عرضه نیروی کار و سرمایه برون‌زا است.

بلوک تولید

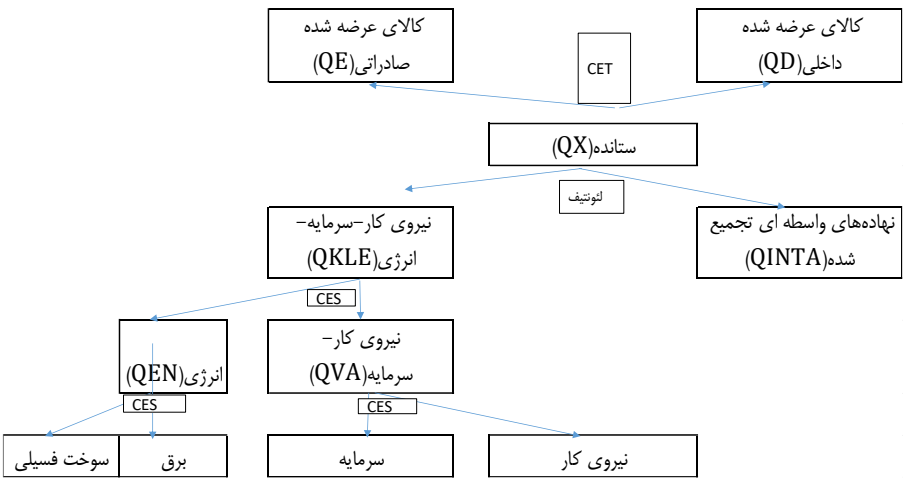
برای محاسبه اثر بازگشتی ساختار لایه‌ای تولید را برمبنای مطالعه خیابانی(۱۳۸۷) شکل داده شده است به طوری که بخش‌های تولید کننده انرژی از سایر بخش‌های غیرانرژی تفکیک می‌گردد. هر بخش می‌تواند تولید کننده چند محصول بوده و از سوی دیگر تولید هر کالا توسط یک بخش می‌تواند عنوان عامل واسطه‌ای توسط بخش‌های دیگر و یا به عنوان مصرف نهایی توسط نهادهای خانوار، دولت و غیره استفاده گردد. شکل (۴) ساختار الگوی تولیدی را به نمایش می‌گذارد. بر اساس نمودار ذیل تولید بر اساس ساختار سه مرحله‌ای مشخص می‌شود. به طوری که تولید بر اساس ترکیب نهاده‌های واسطه‌ای و نهاده‌های اولیه به‌دست می‌آید. نهاده‌های اولیه خود شامل دو زیرگروه می‌گردد. گروه اول شامل نهاده‌های نیروی کار و سرمایه است و گروه دوم شامل نهاده انرژی است. طبق نظریات ساتو(۱۹۶۷)[1]، عامل تولید جداشده، بایستی دارای کشش جانشینی کمتری نسبت به دو عامل دیگر باشد (که فرض اساسی تابع تولید می‌باشد) با این فرض ساتو نهاده‌های سرمایه و نیروی کار را با هم و مواد اولیه را به صورت جداگانه در تابع CESتعمیم یافته در نظر می‌گیرد. براین اساس در این قسمت به منظور بیان ریاضی با توجه به مطالعات قبلی[2] عوامل L (نهاده نیروی کار) و k (نهاده سرمایه) را با هم و عامل E (نهاده انرژی) را به صورت جداگانه مد نظر قرار می‌دهیم.

1. Sato

۲. مطالعات زیادی به مکمل بودن انرژی و سرمایه و جانشینی نیروی کار و سرمایه پرداختند که از آن جمله می‌توان به مطالعه کازرانی باعنوان "برآورد کشش جانشینی بین نهاده‌های تولید در صنایع ایران" اشاره نمود.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]



شکل ۴ . ساختار الگوی تولیدی

در لایه سوم بلوک تولید، نهاده مرکب انرژی براساس تابع تولید CES تشکیل می‌شود. در این لایه حامل‌های انرژی EN که شامل برق و سایر سوخت‌های فسیلی است ترکیب شده و نهاده مرکب انرژی را تشکیل می‌دهند. تابع تولید نهاده انرژی مرکب به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$QEN_C = \text{alpha}EN_C * \left(\sum_{EN} deltaEN_C * \left(\frac{1}{\eta_{EN.C}} * QN_{EN.C}\right)^{-rhoEN_C}\right)^{-1/rhoEN_C} \qquad (۲)$$

که در آن $deltaEN_C$ سهم هر یک از انواع انرژی است، $rhoEN_C$ توان تابع CES و $\eta_{EN.C}$ کارایی مصرف انرژی هر یک از انواع انرژی به ازای هر فعالیت است.

براساس شرط نسبت بهینه نهاده (شرط مرتبه اول) و پیروی تابع CES از قضیه اولر، تقاضا و قیمت را مشخص می‌نماید و تابع تقاضا برای کالای مرکب انرژی (QEN_C) به صورت زیر به دست می‌آید:

$$QEN_C = \text{alpha}EN_C * \left(\sum_{EN} deltaEN_C * \left(\frac{1}{\eta_{EN.C}} * QN_{EN.C}\right)^{-rhoEN_C}\right)^{-1/rhoEN_C} \qquad (۳)$$

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

که در این معادله $\text{alpha}EN_C$، $deltaEN_C$، $QN_{EN.C}$ و $rhoEN_C$ به ترتیب پارامتر بهره‌وری عوامل تولید، سهم نهاده‌های تولید، میزان نهاده‌های انرژی(برق، سوخت فسیلی) و پارامتر کشش جانشینی بین نهاده‌های انرژی است. حال با حداکثر کردن سود نسبت به قید معادله بالا، معادله تقاضا برای هر یک از نهاده‌های انرژی به صورت زیر به دست می‌آید:

$$QN_{EN.C} = QEN_C * [\frac{PN_{EN.C}}{PEN_C} * \frac{(\text{alpha}EN_C)^{rhoEN_C}}{deltaEN_{EN.C}} * (\frac{1}{\eta_{EN.C}})^{rhoEN_C}]^{\frac{-1}{1+rhoEN_C}} \quad (۴)$$

همچنین قیمت نهاده‌های انرژی مرکب به صورت زیر به دست می‌آید:

$$PEN_C * QEN_C = \sum_{EN} PN_{EN.C} * QN_{EN.C} \quad (۵)$$

بنابراین براساس معادلات بالا تغییرات کارایی انرژی و قیمت حامل‌های انرژی بر تقاضا و قیمت نهاده مرکب انرژی اثر گذاشته و از این کانال بر روی سایر متغیرهای اقتصادی درون مدل اثر می‌گذارد. معادلات مربوط به سایر بلوک‌ها در انتهای مقاله به صورت پیوست آورده شده است.

۵. داده‌ها و نتایج تجربی

با استفاده از مدل تعادل عمومی می‌توان اثرات شوک‌های برون‌زا را بر متغیرهای مختلف در سطح کلان و بخشی بررسی کرد که این اثرات از طریق مکانیزم بازار بر این متغیرها وارد می‌شود. در این تحقیق ابتدا اثر بازگشتی افزایش کارایی برق محاسبه می‌شود، سپس با زمانی که قیمت و کارایی برق هم‌زمان افزایش می‌یابد، مقایسه می‌شود. برای این‌کار ابتدا شوک کارایی به صورت افزایش ۱۰ درصدی متغیر $\eta_{EN.C}$ که در معادله ۲ (تابع تولید انرژی) و معادله ۳ (تقاضای انرژی) به کار رفته است، به سیستم وارد می‌شود. سپس اثرات بازگشتی محاسبه می‌شود. در سناریو جایگزین علاوه بر شوک افزایش کارایی، شوک افزایش ده درصدی قیمت انرژی از کانال مالیات بر انرژی و با تغییر قیمت حامل انرژی PEN_C به صورت همزمان وارد می‌شود که در این صورت در ابتدا معادلات ۳ و ۴ متأثر می‌شوند درنتیجه قیمت نهاده انرژی افزایش یافته و از کانال نهاده مرکب ارزش افزوده–انرژی موجب افزایش هزینه‌های تولید و افزایش قیمت ستانده خواهد شد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

ابتدا تغییر در متغیرهای اقتصاد کلان در سه سناریو افزایش ده درصدی کارایی، افزایش ده درصدی قیمت برق و سناریو افزایش همزمان قیمت برق و افزایش کارایی مقایسه می‌شود. جدول(۱) نتایج مدل را نشان می‌دهد. براساس این جدول با افزایش ۱۰ درصدی کارایی برق، مصرف برق و کل انرژی در کشور کاهش نمی‌یابد بلکه مصرف برق ۴/۱۷ درصد افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده اثرات بازگشتی ۱۴۱/۷ درصدی برای این حامل است. همچنین مصرف کل انرژی نیز ۱/۲۰ درصد افزایش می‌یابد که نشان از اثر بازگشتی ۱۱۲ درصدی است. بنابراین سیاست افزایش کارایی به هدف غایی خود که کاهش مصرف انرژی است نخواهد رسید. اما نکته مطلوب این سیاست آن است که تحت این سناریو سطح تولید فعالیت اقتصادی بخش‌های مختلف اقتصادی ۰/۰۴ درصد افزایش می‌یابد. همزمان با افزایش سطح تولید، صادرات کشور نیز به ترتیب ۰/۳ درصد افزایش می‌یابد. بنابراین می‌توان دلیل افزایش مصرف برق و انرژی را افزایش سطح فعالیت‌های تولیدی و صادرات دانست. با اعمال این سیاست نرخ ارز کشور ۰/۳۵ درصد کاهش یافته که موجب ترغیب ۰/۴درصدی واردات شده است.

در سناریو دوم که سناریو افزایش ده درصدی برق است، مصرف برق و مصرف کل انرژی به ترتیب ۲/۴۸ و ۱/۳۸ درصد کاهش می‌یابد بنابراین این سیاست برای کاهش مصرف انرژی موفق است اما سطح تولید فعالیت‌های اقتصادی تمام بخش‌ها نیز ۰/۴۶ درصد کاهش یافته و صادرات نیز ۰/۶۵- درصد افت می‌کند. در این سناریو اگرچه نرخ ارز ۱/۲۲ درصد افت می‌کند اما بازهم واردات ۰/۸۴درصد کاهش خواهد داشت. بنابراین سناریو افزایش قیمت برای کاهش مصرف مناسب است اما صادرات و تولید را هم کاهش می‌دهد بنابراین سناریو سوم مطرح می‌شود.

در سناریو سوم، ۱۰ درصد کارایی و ۱۰ درصد قیمت برق افزایش می‌یابد. در این حالت مصرف برق ۱/۴۳ درصد کاهش می‌یابد و اثر بازگشتی ۸۶ درصد است اما مصرف کل انرژی ۰/۱ درصد کاهش می‌یابد و اثر بازگشتی کل انرژی ۹۹ درصد است. در این سناریو، سطح فعالیت‌های اقتصادی ۰/۰۸ درصد افت کرده همچنین صادرات نیز به ترتیب ۰/۰۵ درصد کاهش خواهد یافت اما واردات ۰/۷۸ درصد افزایش می‌یابد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

همان‌طور که پیدا است در صورت افزایش قیمت برق و افزایش کارایی، اثرات بازگشتی برای حامل برق از ۱۴۱/۷ به ۸۶درصد کاهش می‌یابد. همچنین اثرات بازگشتی کل انرژی نیز از ۱۱۲ به ۹۹ درصد کاهش خواهد یافت. بنابراین اگر همزمان با سیاست افزایش کارایی برق، قیمت این حامل نیز افزایش یابد، اثرات بازگشتی کاهش یافته و اثربخشی سیاست افزایش کارایی بهبود می‌یابد.

جدول ۱. مقایسه سه سناریوی افزایش کارایی، افزایش قیمت و افزایش همزمان قیمت و کارایی برق

	سناریو افزایش کارایی	سناریو افزایش قیمت	سناریو افزایش همزمان قیمت برق و افزایش کارایی
تغییر در مصرف برق	۴/۱۷	-۲/۴۸	-۱/۴۳
تغییر در مصرف کل انرژی	۱/۲۰	-۱/۳۸	-۰/۱۰
تغییر در سطح تولید فعالیت تمام بخش‌ها	۰/۰۴	-۰/۴۶	-۰/۰۸
تغییر صادرات	۰/۳۰	-۰/۶۵	-۰/۰۵
تغییر واردات	۰/۴۰	-۰/۸۴	۰/۷۸
تغییر در نرخ ارز	-۰/۳۵	-۱/۲۲	-۰/۲۶
اثرات بازگشتی مصرف برق	۱۴۱/۷	--	۸۶
اثرات بازگشتی کل مصرف انرژی	۱۱۲		۹۹

مأخذ: یافته‌های محقق

جدول (۲) اثرات سیاست افزایش کارایی برق با افزایش کارایی همزمان با افزایش برق را در سطح بخش‌های مختلف اقتصادی نشان می‌دهد. اثرات بازگشتی بخش‌های تولید کانی‌های غیرفلزی، سایر صنایع، حمل و نقل، سوخت‌های فسیلی، سایر خدمات، تولید مواد و محصولات شیمیایی و تولید وسائل نقلیه و تریلر موتوری با افزایش قیمت و کارایی نسبت به حالتی که قیمت‌ها بدون تغییر هستند کاهش می‌یابد. نکته قابل توجه آنکه با افزایش قیمت برق همزمان با افزایش کارایی، اثرات بازگشتی بخش برق افزایش می‌یابد چراکه سطح فعالیت در این بخش افزایش یافته و مصرف برق در فعالیت تولید برق افزایش می‌یابد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

جدول ۱. مقایسه اثرات سیاست افزایش ده درصدی کارایی برق
با افزایش ده درصدی قیمت برق در بخش‌های مختلف اقتصادی

	سناریو افزایش کارایی برق			سناریو افزایش همزمان و قیمت برق		
	مصرف انرژی	اثرات بازگشتی	تغییر در تولید	مصرف انرژی	اثرات بازگشتی	تغییر در تولید
کشاورزی	-۲/۵	۷۴/۶	-۰/۵	۲/۵۰	۱۲۵/۰۹	۰/۲۹
تولید کانی‌های غیر فلزی	-۰/۹	۹۱/۱	-۰/۳	-۱/۶۸	۸۳/۱۳	-۰/۴۷
سایر صنایع	-۱/۲	۸۷/۷	-۰/۳	-۱/۶۲	۸۳/۷۱	-۰/۳۴
برق	۱/۲	۱۱۱/۵	۳/۰	-۱/۴۲	۸۵/۷۷	-۰/۴۷
تولید منسوجات	-۵/۱	۴۸/۸	-۱/۳	-۱/۵۹	۸۴/۰۸	-۰/۴۲
تولید فلزات اساسی	-۲/۵	۷۴/۸	-۰/۵	-۲/۴۴	۷۵/۵۷	-۰/۵۳
حمل و نقل	۵/۰	۱۴۹/۶	۱/۳	۲/۱۸	۱۲۱/۸	۰/۶۱
سوخت‌های فسیلی	۱/۰	۱۰۹/۹	۰/۳	۰/۱۲	۱۰۱/۲۲	۰/۴۳
سایر خدمات	۰/۴	۱۰۴/۲	-۰/۳	-۰/۳۵	۹۶/۴۴	-۰/۲۰
تولید مواد و محصولات شیمیایی	۰/۲	۱۱۹/۷	۱/۱	-۱/۶۲	۸۳/۷۸	-۱/۲۸
تولید وسائل نقلیه و تریلر موتوری	-۲/۳	۷۷/۰	-۰/۲	-۱/۱۹	۸۸/۰۸	-۰/۱۸

منبع: یافته‌های محقق

تحلیل حساسیت

اصلی‌ترین انتقادی که به استفاده از الگوهای تعادل عمومی وارد می‌شود این است که نمی‌توان درجه پایداریی پارامترها و نتایج شبیه‌سازی را آزمون کرد برای پاسخ به این انتقاد از روش تحلیل حساسیت مدل به پارامترهای کلیدی استفاده می‌شود در تحلیل حساسیت مدل‌های تعادل عمومی محاسبه پذیر، میزان دقت یافته‌ها ارزیابی می‌شود. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که در بین پارامترهای مورد استفاده در مدل‌های تعادل عمومی با محوریت انرژی، کشش جانشینی حامل‌های انرژی اصلی‌ترین پارامتر در نتایج شبیه‌سازی است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

در ادامه تحلیل حساسیت نتایج به دست آمده نسبت به تغییر کشش جانشینی انرژی با سرمایه و کار پرداخته می‌شود. نتایج این تحلیل حساسیت در جدول (۳) آمده است که نشان می‌دهد با تغییر کشش جانشینی ۲۰ درصد بالاتر و ۲۰ درصد پایینتر از کشش جانشینی نیروی کار- سرمایه با انرژی است، میزان متوسط تغییر مصرف انرژی در حالت پایه افزایش کارایی ۰/۵- است که با افزایش ۲۰درصدی کشش به طور متوسط ۰/۳- و در حالت کاهش ۲۰ درصدی کشش به طور متوسط ۰/۹- درصد است. همچنین در سناریو افزایش همزمان قیمت و کارایی، تغییر مصرف انرژی در حالت پایه ۰/۶۴- درصد و در حالت افزایش ۲۰ درصدی کشش تغییر مصرف انرژی ۲/۴۸- درصد و در حالت کاهش ۲۰ درصدی کشش تغییر انرژی ۰/۰۲ درصد بوده است.

جدول ۳. تحلیل حساسیت تغییر مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی
نسبت به کشش جانشینی انرژی با سرمایه و کار دردو سناریو افزایش کارایی و افزایش همزمان کارایی و قیمت

تحلیل حساسیت	سناریو افزایش کارایی برق			سناریو افزایش کارایی همراه با افزایش قیمت برق		
	حالت پایه	۲۰ درصد کاهش کشش	۲۰ درصد افزایش کشش	درصد کاهش در مصرف انرژی	۲۰ درصد کاهش کشش	۲۰ درصد افزایش کشش
کشاورزی	-۲/۵	۲/۷	۱/۱	۲/۵۰	۲/۳۲	۴/۰۸
تولید کانی‌های غیر فلزی	-۰/۹	-۰/۹	-۰/۵	-۱/۶۸	۵/۷۳	-۲/۲۳
سایر صنایع	-۱/۲	-۵/۹	-۰/۴	-۱/۶۲	-۰/۴۰	-۱۳/۰۵
برق	۱/۲	-۰/۹	-۹/۱	-۱/۴۲	۹/۱۴	-۲/۵۰
تولید منسوجات	-۵/۱	-۹/۵	۱/۸	-۱/۵۹	-۵/۲۹	-۵/۱۳
تولید فلزات اساسی	-۲/۵	-۰/۸	۱/۷	-۲/۴۴	-۰/۷۶	-۳/۸۴
حمل و نقل	۵/۰	۶/۵	۰/۱	۲/۱۸	۳/۹۳	-۰/۱۱
سوخت‌های فسیلی	۱/۰	-۱/۴	-۱/۶	۰/۱۲	-۲/۷۱	۰/۰۰
سایر خدمات	۰/۴	۱/۸	۰/۳	-۰/۳۵	-۰/۴۰	-۰/۲۹
تولید مواد و محصولات شیمیایی	۰/۲	۱/۸	۰/۸	-۱/۶۲	-۷/۹۳	-۳/۳۷
تولید وسائل نقلیه و تریلر موتوری	-۲/۳	۱/۶	۲/۸	-۱/۱۹	-۳/۴۲	-۰/۹۴
متوسط	-۰/۵	-۰/۹	-۰/۳	-۰/۶۴	۰.۰۲	-۲/۴۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]
[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

٦. نتیجه‌گیری

یکی از نگرانی‌های اصلی سیاست‌گذاران مصرف بالای مصرف انرژی است که سبب خواهد شد منابع انرژی محدود و با هزینه فرصت بالا، به صورت ناکارا استفاده شود. بنابراین یافتن راهی برای کاهش مصرف انرژی در اقتصاد ایران ضروری است. یکی از مهمترین روش‌ها برای کاهش مصرف انرژی، افزایش کارایی است اما اثرات مطلوب سیاست افزایش کارایی به دلیل وجود اثرات بازگشتی کاهش می‌یابد بنابراین یافتن راهی برای کاهش اثرات بازگشتی، می‌تواند نیل به هدف کاهش انرژی را هموارتر کند. در همین راستا تلاش شده است تا تأثیر افزایش قیمت برق بر اثرات بازگشتی برآورد شود. بدین منظور، با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر از داده‌های ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ مرکز پژوهش‌ها استفاده شده است و اثرات بازگشتی را ابتدا در حالتی که قیمت‌های انرژی تغییر نکرده است برآورد شده است. در این حالت اثرات بازگشتی برق و کل انرژی به ترتیب ۱۴۱ و ۱۱۲ برآورد شده است دلیل اصلی افزایش مصرف برق پس از افزایش کارایی آن است که با افزایش کارایی قیمت ضمنی برق برای احاد مختلف اقتصادی کاهش می‌یابد و به دلیل اثرات جانشینی و درآمدی برای خانوار و اثرات جانشینی و تولیدی برای مصرف کننده مصرف برق افزایش می‌یابد. همچنین کاهش ضمنی قیمت برق سبب ترغیب تولیدکنندگان به افزایش سطح فعالیت خود به میزان ۰/۰۴ درصد و افزایش ۰/۳ درصدی صادرات می‌شود. بنابراین در این مطالعه شاهد اثرات معکوس هستیم، بدین معنا که سیاست افزایش کارایی نه تنها باعث کاهش مصرف نشده بلکه مصرف برق و انرژی را افزایش داده است.

سپس در گام دوم، به منظور بررسی اثر افزایش قیمت برق بر اثرات بازگشتی و اثرات افزایش کارایی در مدل دو شوک همزمان افزایش ۱۰ درصدی قیمت و افزایش ۱۰ درصدی کارایی اعمال می‌شود. در این حالت مشاهده می‌شود اثرات بازگشتی برق و کل انرژی به ترتیب از ۱۴۱ و ۱۱۲ به ۸۶ و ۹۹ درصد کاهش می‌یابد. اگرچه اعمال بسته سیاستی افزایش کارایی و افزایش برق سبب کاهش مصرف انرژی و برق شده است اما سطح فعالیت‌های اقتصادی بخش‌های تولیدی و صادرات را نیز به ترتیب ۰/۰۸ و ۰/۰۵ درصد کاهش می‌دهد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

به طور کلی به سیاست‌گذار توصیه می‌شود باتوجه به پایین بودن قیمت انرژی و برق در ایران بهتر است قبل و یا همزمان با اعمال سیاست افزایش کارایی، قیمت حامل‌های انرژی را به قیمت‌های واقعی نزدیک کند تا اثرات بازگشتی ناشی از افزایش کارایی محدود شود.

منابع

منظور، داوود؛ آقابابائی، محمد ابراهیم و ایمان حقیقی (۱۳۹۰). "تحلیل اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی در مصارف برق در ایران: الگوی تعادل عمومی محاسبه پذیر"، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال هشتم ، شماره ۲۸، صص ۲۳-۱.

خوشکلام، موسی (۱۳۹۳). "اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی مصرف بنزین و گازوئیل در ایران با تأکید بر بخش حمل و نقل: رویکرد مدل تعادل عمومی قابل محاسبه". *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۳(۱۱)، صص ۱۵۹-۱۹۴.

خوشکلام خسروشاهی، موسی (۱۳۹۷). "تجزیه اثر بازگشتی ناشی از بهبود کارآیی مصرف بنزین به اثرات جانشینی و تولیدی با تأکید بر بخش حمل‌ونقل: مدلCGE . سیاست گذاری پیشرفت اقتصادی"، *دوفصلنامه سیاست گذاری پیشرفت اقتصادی* . (۱)۶، صص ۶۷-۴۹.

مهدوی، روح‌الله (۱۳۹۳). "ارزیابی سیاست‌های مکمل اصلاح قیمت انرژی در بخش حمل و نقل: الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر". *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۳(۱۲)، صص ۱۷۸-۱۴۵.

سلیمیان، زهره؛ بزازان، فاطمه و میرحسین موسوی (۱۳۹۶). "اثرات بهبود کارایی سوخت‌های فسیلی در صنایع انرژی‌بر: رویکرد تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بین زمانی". *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۶(۲۱)، صص ۲۰۰-۱۶۳ .

خیابانی، ناصر (۱۳۸۷)، "یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه برای ارزیابی اثرات افزایش قیمت تمام حامل‌های انرژی در ایران"، *مطالعات اقتصاد انرژی*، ۵(۱۶)، صص ۳۴-۱.

خیابانی، ناصر (۱۳۹۵). "یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه پویا برای ارزیابی آثار سیاست‌های انرژی: شواهدی از ایران". *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۱(۶۹)، صص ۴۶-۱.

Azevedo, I.M. (2014). "Consumer end-use energy efficiency and rebound effects". *Annual Review of Environment and Resources*, No. 39, pp. 393-418.

Borrás S. and C. Edquist (2013). "The Choice of Innovation Policy Instruments". *Technological forecasting and social change*, 80(8), pp. 1513-1522.

Gillingham K., Rapson D. and G. Wagner (2016). "The Rebound Effect and Energy Efficiency Policy". *Review of Environmental Economics and Policy*, 10(1), pp.68-88.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

Hadian E., Behzadi, Z. (2019). "The Estimation of the Rebound Effects in Household Sector: The Case of Iran". *Iranian Economic Review*, 23(2), pp. 451-468. DOI: 10.22059/ier.2019.70305

Hong L., Liang D. and W. Di (2013). "Economic and Environmental Gains of China's Fossil Energy Subsidies Reform: A Rebound Effect Case Study with EIMO model". *Energy Policy*, No. 54, pp. 335-342.

Freire-González J. (2019). "Energy Taxation Policies can Counteract the Rebound Effect: Analysis within a General Equilibrium Framework". *Energy Efficiency*, pp. 1-10.

International Energy Agency (1999). World Energy Outlook 1999: Looking at Energy Subsidies—Getting the Prices Right.

Lange S., Banning M., Berner A., Kern F., Lutz C., Peuckert J. ... & R. Arbeitsbericht (2019). "Economy-Wide Rebound Effects: State of the art, a new taxonomy, policy and research gaps". *Discussion Paper. Berlin: Institut für ökologische Wirtschaftsforschung*.

Levinson A. (2019). "Energy Efficiency Standards are more Regressive than Energy Taxes: Theory and Evidence". *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 6(S1), pp. 7-36.

Lin B. and Z. Jia (2019). "How does Tax System on Energy Industries Affect Energy Demand, CO2 Emissions, and Economy in China?". *Energy Economics*, 104496.

Lofgren H., Harris R.L. and S. Robinson (2002). A Standard Computable General Equilibrium (CGE) model in GAMS (Vol. 5). Intl Food Policy Res Inst.

Pierce, J. (1997). "Efficiency Progress in the New South Wales Government". *NSW Treasury Research & Information Paper*, No. TRP97-8, NSW Treasury, Sydney.

Sato K. (1967). "A two-level Constant-elasticity-of-substitution Production Function". *The Review of Economic Studies*, 34(2), pp. 201-218.

Saunders H. (2009). *Theoretical Foundations of the Rebound Effect*. Chapters.

Saunders H.D. (2011). *Mitigating rebound with energy taxes*, the selected works of Harry D. *Saunders*

Sorell S. (2007). *The Rebound Effect. An assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency*. UK Energy Research Centre, London.

Sorrell S. and J. Dimitropoulos (2007). *UKERC review of evidence for the rebound effect: supplementary note: graphical illustrations of rebound effects.* London : UK Energy Research Centre.

T. and J. Coria (2013). *Policy Instruments for Environmental and Natural Resource Management*. Routledge.

Koesler S., Swales K. and K. Turner (2016). "International Spillover and Rebound Effects from Increased Energy Efficiency in Germany". *Energy economics*, No.54, pp. 444-452.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

ضمیمه: معادلات مدل تعادل عمومی قابل محاسبه

بلوک قیمت	
$PM_C = PWM_C \times EXR$	۱
$PE_C = PWE_C \times EXR$	۲
$PDD_C = PDS_C$	۳
$PQ_C \times QQ_C = PDD_C \times QD_C + PM_C \times QM_C$	۴
$PX_C \times QX_C = PDS_C \times QD_C + PE_C \times QE_C$	۵
$PINTA_C = \sum_{NEN} PQ_{NEN} \times ica_{nen.c}$	۶
$PX_C \times (1 - ta_c) \times QX_C = PKLE_C \times QKLE_C + \sum_{NEN} QINT_{NEN.C} \times PQ_{EN} + PM_C \times QM_C$	۷
$CPI = \sum_{CD} cwts_C \times PQ_C$	۹
$DPI = \sum_{CD} dwts_{CD} \times PDS_{CD}$	۱۰
بلوک تجارت	
$QX_C = alphat_C(deltat_c \times {QE_C}^{rhot_c} + (1 - deltat_C) \times {QD_C}^{rhot_c})^{1/rhot_c}$	۱۱
$QE_C = QD_C\left(\frac{PE_C}{PDS_C}\right) \times \left(\frac{1 - deltat_C}{deltat_C}\right)^{1/(rhot_c - 1)}$	۱۲
$QQ_C = alphaq_C \times (deltaq_c \times {QM_C}^{-rhoq_c} + (1 - deltaq_C) \times {QD_C}^{-rhoq_c})^{-1/rhoq_c}$	۱۳
$QM_C = QD_C \times \left(\frac{PDD_C}{PM_C}\right) \times \left(\frac{1 - deltaq_C}{deltaq_C}\right)^{1/(rhoq_c + 1)}$	۱۴
بلوک موسسات	
$\mathrm{YF_F} = \sum_{\mathrm{C}} \mathrm{WF_F} \times \mathrm{wfdist_{F.C}} \times \mathrm{QF_{F.C}}$	۱۵
$YIF_{INSD.F} = shif_{INSD.F} \times YF_F$	۱۶
$YI_{INSDNG} = \sum_F YIF_{INSDNG.F} + \sum_{INSDNG} TRII_{INSDNG.INSDNG} + trnsfr_{INSDNG.GOV} * CPI + trnsfr_{INSDNG.ROW} \times EXR$	۱۷

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

$EH_H = \left(1 - \sum_{INSDNG} shii_{INSDNG.H}\right) \times (1 - MPS_H) \times (1 - TINS_H) \times YI_H$	۱۸
$TRII_{INSDNG.INSDNG} = shii_{INSDNG.INSDNG} \times (1 - MPS_{INSDNG}) * (1 - TINS_{INSDNG}) \times YI_{INSDNG}$	۱۹
$PQ_C \times QH_{C.H} = PQ_C \times gammam_{C.H} + betam(C.H) \times (EH_H - \sum_C PQ_C \times gammam_{C.H})$	۲۰
$QINV_C = IADJ \times qbarinv_C$	۲۱
$QG_C = GADJ \times qbarg_C$	۲۲
$YG = \sum_F YIF_{GOV.F} + \sum_{INSD} tins_{INSDNG} \times YI_{IMSDNG} + EXR \times trnsfr_{gov.ROW}$	۲۳
$EG = \sum_C PQ_C * QG_C + \sum_{INSD} trnsfr_{INSDNG.gov}$	۲۴
بلوک قیود مدل	
$\sum_C pwm_c * QM_C + \sum_F trnsfr_{ROW.F} + \sum_{INSD} trnsfr_{ROW.F}$	۲۵
$GSAV = YG - EG$	۲۶
$\sum_{i \epsilon INSDNG} (MPS_i * (1 - tins_i) * YI_i + GSAV = \sum_C PQ_C * QINV_C + FINV * EXR$	۲۷
$QA_C = \sum_H QH_{H.C} + QINV_C + QG_C + \sum_C QINT_C$	۲۸
$\sum_C QF_{F.C} = QFS_F$	۲۹

متغیرها و پارامترها[1]

PM_C	قیمت کالای وارداتی	WF_F	قیمت متوسط عامل تولید F
PWM_C	قیمت جهانی کالای وارداتی	$wfdist_{F.C}$	متغیر برون‌زا و عامل تولید F استفاده شده در بخش C
EXR	نرخ ارز	$QF_{F.C}$	تقاضای مقداری عامل تولید F توسط بخش C
PE_C	قیمت کالای صادراتی	$YIF_{INSD.F}$	درآمد موسسه داخلی از عامل F
PWE_C	قیمت جهانی کالای صادراتی	$shif_{INSD.F}$	سهم موسسه داخلی از عامل تولید

۱. متغیرها با حروف بزرگ و پارامترها با حروف کوچک نشان داده شده است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

PDD_C	قیمت تقاضای کالای تولید شده و مصرف شده در داخل
PDS_C	قیمت عرضه کالای تولید شده و مصرف شده در داخل
PQ_C	قیمت کالای ترکیبی
QQ_C	مقدار عرضه شده کالای ترکیبی
QM_C	مقدار کالای وارداتی
QD_C	مقدار فروش کالای داخلی
PX_C	متوسط قیمت محصول
QX_C	مقدار کالای عرضه شده در بازار
QE_C	مقدار کالای صادراتی
$PINTA_C$	قیمت مجموع نهاده‌های واسطه‌ای برای کالای c
$ica_{nen.c}$	نهاده واسطه‌ای C برای هر واحد از نهاده واسطه ای
ta_c	نرخ مالیات بر کالا
CPI	شاخص قیمت مصرف کننده
$cwts_C$	وزن کالا در شاخص قیمت مصرف کننده
DPI	شاخص قیمت تولیدکننده
$dwts_{CD}$	وزن کالا در شاخص قیمت تولیدکننده
$alphat_C$	پارامتر تکنولوژیCET

YI_{INSDNG}	درآمد موسسه داخلی غیردولتی
$TRII_{INSDNG.INSDNG}$	پرداخت‌های انتقالی بین موسسه ای
$trnsfr_{INSDNG.GOV}$	پرداخت انتقالی عامل موسسه داخلی غیر دولتی به دولت
EH_H	هزینه مصرفی خانوار
$shii_{INSDNG.H}$	سهم موسسه i از درآمد موسسه ip بعد از کسر پس انداز و مالیات
MPS	میل نهایی به پس‌انداز
$TINS$	مالیات مستقیم
QH	میزان تقاضای خانوار
$gammam_{C.H}$	حداقل معیشت سرانه کالای بازاری
$betam(C.H)$	سهم نهایی مصرف خانوار از کالا
$QINV_C$	مقدار تقاضای سرمایه‌گذاری ثابت
$IADJ$	پارامتر مقیاس برای سرمایه‌گذاری
$qbarinv_C$	تقاضای برون‌زای سرمایه‌گذاری
QG_C	مقدار مصرف دولت
$GADJ$	پارامتر مقیاس برای تقاضای دولت
$qbarg_C$	تقاضای برون‌زای دولت
EG	هزینه مصرفی دولت

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]

$deltat_c$	پارامتر سهم تابعCET
$rhot_c$	توان تابعCET
$alphaq_C$	پارامتر تکنولوژی آرمینگتون
$deltaq_c$	پارامتر سهم تابع آرمینگتون
$rhoq_c$	توان تابع آرمینگتون
$\mathrm{YF_F}$	درآمد عامل تولید F (نیروی کار و سرمایه)

QG_C	مقدار مصرف دولت
$GSAV$	پس انداز دولت
YG	درآمد جاری دولت
EG	مخارج کل جاری دولت
$FINV$	سرمایه‌گذاری خارجی
QFS_F	مقدار عرضه عامل تولید

اندیس	
C	کالا
NEN	کالای غیر انرژی
F	عامل تولید (نیروی کار و سرمایه)

اندیس	
INSD	نهادهای داخلی (شرکت‌ها، خانوار و دولت)
INSDNG	نهادهای داخلی غیر دولتی
H	خانوار

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-12]

[DOI: 10.52547/qjerp.28.96.7]