Kharazmi University

Journal of Economic Modeling Research

Print ISSN: 2228 - 6454
Online ISSN: 2538 - 4163

Homepage: https://jemr.khu.ac.ir/

Investigating the Impacts of ICT Imports on Renewable Energy Production

Maryam Hajipour Apourvari [1] | Mehdi Nejati [2*] | Sayyed Abdolmajid Jalaee Esfandabadi [3] | Mojtaba Bahmani [4]

1. Ph.D. Candidate, Faculty of Management and Economics, Shahid Bahonar University, kerman, Iran. E-mail: m.hajipour.1992@gmail.com. (0009-0009-4234-5684)
2. Corresponding Author, Associate Professor, Faculty of Management and Economics, Shahid Bahonar University, kerman, Iran. E-mail: mnejati@uk.ac.ir (0000-0003-4103-869x)
3. Professor, Faculty of Management and Economics, Shahid Bahonar University, kerman, Iran. E-mail, Iran. E-mail: . jalaee@uk.ac.ir (0000-0001-8154-9123)
4. Associate Professor, Faculty of Management and Economics, Shahid Bahonar University, kerman, Iran. E-mail: mbahmani@uk.ac.ir. (0000-0003-0257-5775)

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received:
01 Mar. 2024

Received in revised form:
17 Aug. 2024

Accepted:
05 Oct. 2024

Keywords:
Carbon Dioxide Emission,
Fossil Fuel,
ICT,
Renewable Energy,
General Equilibrium Model.

JEL:
Q41, D83, C68.

ABSTRACT

The increase in greenhouse gas emissions is one of the crises in today's world. Because it doubles global warming and environmental pollution. The increase in greenhouse gas emissions has encouraged many countries to substitute renewable energy instead of fossil fuel. The effective use of green energy such as renewable energy and nuclear energy is highly dependent on the technology used in the production of this type of energy. For this reason, the aim of this study is to investigate the impact of importing information and communication technology goods on renewable energy production in Iran. In this research, has been used the Computable general equilibrium model based on the social accounting matrix of 2014. The results show that in all scenarios, the production of fossil electricity in both peak and base times, as well as the production of ICT goods, will decrease because with the release of the import of these goods, foreign ICT goods will replace domestic ones and the production of these goods will be domestic. Also, the production of other sectors has increased and the largest increase is related to the gas sector. By applying the first scenario (10 to 100% change in tariff, without change in the productivity of production factors related to the production of renewable energies), with the further reduction of the tariff, the production of renewable electricity will also decrease in both peak and base times, but when The fact that the import of ICT goods is accompanied by a 3, 5 and 7 percent increase in the productivity of the production factors related to the production of renewable energies (scenarios two to four) will increase the production of renewable electricity in the base load. The production of renewable electricity at peak load has decreased in all scenarios and the results do not change with the increase in efficiency. By reducing the tariff on the import of

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

CT goods, the amount of CO2 emissions will decrease. Also, as the productivity of the production factors related to the sector of renewable energy production increases, CO2 decreases to a greater extent. It should be noted that with the reduction of the tariff on the import of ICT goods, the price of the goods has decreased in the investigated sectors. As a result, reduce the pollution caused by the consumption of fossil fuels and use them optimally.

Cite this article: Hajipour Apourvari Maryam., Nejati, Mehdi., Jalaee Esfandabadi, Sayyed Abdolmajid., & Bahmani, Mojtaba (2022). Investigating the Effect of Importing Information and Communication Technology Goods on the Production of Renewable Energy. *Journal of Economic Modeling Research*, 14(51), 68-112.

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University
DOI: 00000000000000000000000000
Journal of Economic Modeling Research, Vol 14, No 51, pp. 68-112.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

Journal of Economic Modeling Research
Print ISSN: 2228 - 6454
Online ISSN: 2538 - 4163
Homepage: https://jemr.khu.ac.ir/

بررسی اثر واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر

مریم حاجی‌پور اپورواری[۱] | مهدی نجاتی*[۲] | سید عبدالمجید جلائی اسفندآبادی[۳] | مجتبی بهمنی[۴]

۱. دانشجوی دکتری، گروه آموزشی علوم اقتصادی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
رایانامه: m.hajipour.1992@gmail.com. (0009-0009-4234-5684) .

۲. نویسنده مسئول، دانشیار، گروه آموزشی علوم اقتصادی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
رایانامه: mnejati@uk.ac.ir (0000-0003-4103-869x).

۳. استاد، گروه آموزشی علوم اقتصادی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
رایانامه: jalaee@uk.ac.ir (0000-0001-8154-9123).

۴. دانشیار، گروه آموزشی علوم اقتصادی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
رایانامه: mbahmani@uk.ac.ir (0000-0003-0257-5775)

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۱۲/۱۱

تاریخ ویرایش:
۱۴۰۳/۰۵/۲۷

تاریخ پذیرش :
۱۴۰۳/۰۷/۱۴

واژه‌های کلیدی:
انتشار دی‌اکسید کربن،
انرژی‌های تجدیدپذیر،
سوخت‌های فسیلی،
فناوری اطلاعات و ارتباطات،
مدل تعادل عمومی

چکیده

افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای موجب افزایش گرمایش زمین و همچنین آلودگی‌های محیط زیستی شده است، که این خود، یکی از بحران‌هایی است که امروزه بشر با آن مواجه است. برای مقابله با این بحران، بسیاری از کشورها به جایگزین کردن انرژی تجدیدپذیر به جای انرژی فسیلی ترغیب شده‌اند. یکی از راه‌های افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌باشد به همین دلیل هدف این مطالعه بررسی اثر واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران است. برای دستیابی به این هدف از الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه، مبتنی بر ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۲۰۱۴ که مربوط به ایران و سایر نقاط جهان می‌باشد، استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که با کاهش تعرفه کالاهای ICT،واردات آنها افزایش و تولید این کالاها کاهش خواهد یافت. علاوه براین، تولید انرژی‌های تجدیدپذیر کاهش می‌یابد. اما چنانچه واردات کالاهای ICT همراه با افزایش بهره وری عوامل تولید باشد، تولید انرژی‌های تجدیدپذیربهبود پیدا می کند. با کاهش تعرفه بر واردات کالاهای ICT میزان انتشار CO_2 کاهش می‌یابد و افزایش بهره وری عوامل تولید، کاهش انتشار

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

کربن را تشدید می نماید. براساس نتایج بدست آمده، پیشنهاد می‌شود که دولت از ظرفیت‌های مربوط به کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات، به منظور جایگزینی انرژی تجدیدپذیر به جای انرژی فسیلی و به تبع آن کاهش آلودگی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، به طور بهینه استفاده کند.

طبقه‌بندی JEL:
Q41, D83, C68

استناد: حاجی‌پور اپورواری، مریم؛ نجاتی، مهدی؛ جلائی اسفندآبادی، سید عبدالمجید و بهمنی، مجتبی(۱۴۰۲). بررسی اثر واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر. *تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، ۱۴(۵۱)، ۶۸-۱۱۲.

DOI: 00000000000000000000000

CC BY NC

ناشر: دانشگاه خوارزمی.

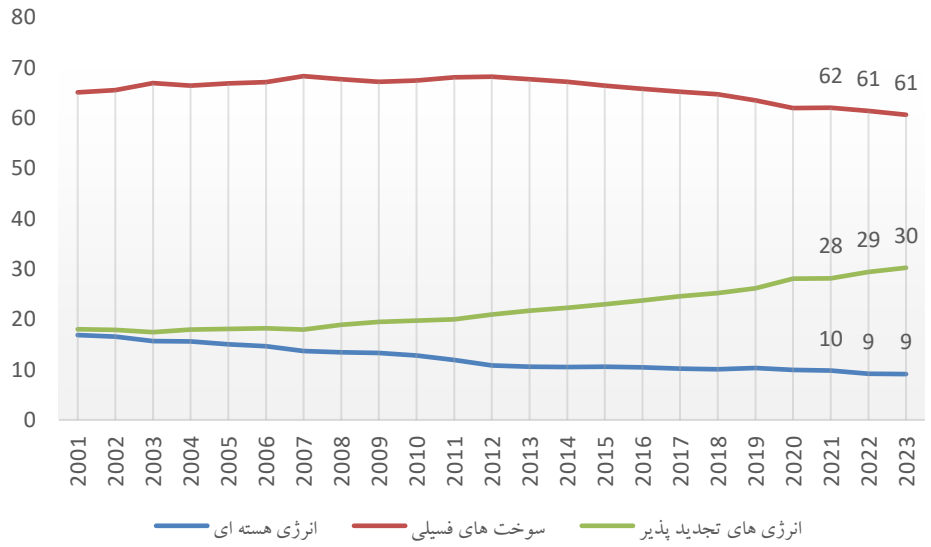
© نویسندگان.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

۱. مقدمه

افزایش مداوم تقاضای انرژی، و به تبع آن آلودگی محیط زیست، بسیاری از اقتصادها را به کشف انرژی جایگزین تشویق کرده است، جایگزین‌های انرژی سبز، مانند مصرف انرژی تجدیدپذیر و مصرف انرژی هسته‌ای، پویایی پایدارتر و کارآمدتری برای مقابله با خطرات مرتبط با تغییرات آب و هوا را دارا می‌باشند (دونگ و همکاران[1]، ۲۰۱۸). انواع مختلفی از انرژی‌های تجدیدپذیر به صورت مستقیم و غیرمستقیم از خورشید و یا از حرارت ایجاد شده از اعماق زمین به دست می‌آیند. بهره‌گیری مؤثر از این انرژی‌ها، وابستگی زیادی به اشاعه فناوری‌های مورد استفاده در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. (موسوی و همکاران[2]، ۱۳۹۶).



نمودار ۱: درصد سهم انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی هسته‌ای و سوخت‌های فسیلی در تولید برق جهانی

منبع: owid.org

با توجه به نمودار(۱)، از سال ۲۰۰۱ سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید برق جهانی روندی صعودی داشته است. در سال ۲۰۲۳،تقریباً ۳۰ درصد از تولید برق جهانی توسط انرژی‌های تجدیدپذیر بوده است

[1]. Dong et al.
[2]. Mousavi et al.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

که نسبت به سال‌های قبل رشد داشته است. همچنین ۹ و ۶۱ درصد از برق جهانی به ترتیب توسط انرژی هسته‌ای و سوخت‌های فسیلی تولید شده است که نسبت به سال های قبلشان روند کاهشی داشته اند.

طبق گزارش شرکت بریتیش پترولیوم، ایران با انتشار ۶۷۸/۲ میلیون تن CO2، دارای رتبه‌ی ششم از ده کشور برتر آلوده‌کننده در سال ۲۰۲۰ شده است. در ایران استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر یکی از اهداف مهم سیاستگذاری در بخش انرژی است، به طوری که در برنامه‌های پنج ساله توسعه اقتصادی نیز به آن پرداخته شده است. پیش بینی‌هایی که انجام شده است به شرح زیر است:

در برنامه چهارم توسعه(۱۳۸۸-۱۳۸۴)، یک درصد انرژی برق مورد نیاز کشور(۵۰۰ مگاوات) از محل انرژی‌های تجدیدپذیر تأمین شود. در برنامه پنجم توسعه(۱۳۹۳-۱۳۸۹)، ۵۰۰۰ مگاوات از انرژی برق مورد نیاز کشور از محل انرژی‌های تجدیدپذیر تأمین شود. طبق ماده ۵۰ قانون برنامه ششم توسعه (۱۴۰۰-۱۳۹۶)، دولت مکلف است سهم نیروگاه‌های تجدیدپذیر و پاک با اولویت سرمایه‌گذاری بخش غیردولتی(داخلی و خارجی) با حداکثر استفاده از ظرفیت داخلی را تا پایان اجرای قانون برنامه به حداقل پنج درصد ظرفیت برق کشوربرساند. در ماده ۴۸، تبصره (ث) از قانون برنامه ششم توسعه، دولت مکلّف است، به منظور افزایش و ارتقاء توان علمی، فناوری و نوآوری در صنعت نفت معادل یک درصد از اعتبارات طرح‌های توسعه‌ای سالانه شرکت‌های تابعه را جهت ایجاد ظرفیت جذب، توسعه فناوری‌های اولویت‌دار نفت، گاز طبیعی، پتروشیمی، انرژی‌های تجدیدپذیر و به‌کارگیری آن‌ها، ارتقاء فناوری‌های موجود و بومی‌سازی آن‌ها و کاهش شدت مصرف انرژی اختصاص دهد. در سند چشم‌انداز (۱۴۰۴) بیست ساله کشور، پیش‌بینی شده است که تا سال ۱۴۰۴، ده درصد از برق مورد نیاز کشور از منابع تجدیدپذیر تأمین شود. لازم به ذکر است که، وضعیت تولید برق به تفکیک انواع منابع انرژی به صورت جدول ۱ می باشد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

جدول ۱: تولید برق در ایران به تفکیک منابع انرژی مختلف (تراوات ساعت)

	نفت	گاز طبیعی	زغال سنگ	انرژی هسته‌ای	انرژی برق آبی	انرژی تجدیدپذیر	مجموع
تولید برق به تفکیک منابع انرژی (تراوات ساعت)	۴۸/۷	۲۸۸/۳	۰/۷	۳/۵	۱۴/۹	۱/۸	۳۵۷/۸

منبع: گزارش بریتیش پترولیوم،۲۰۲۲

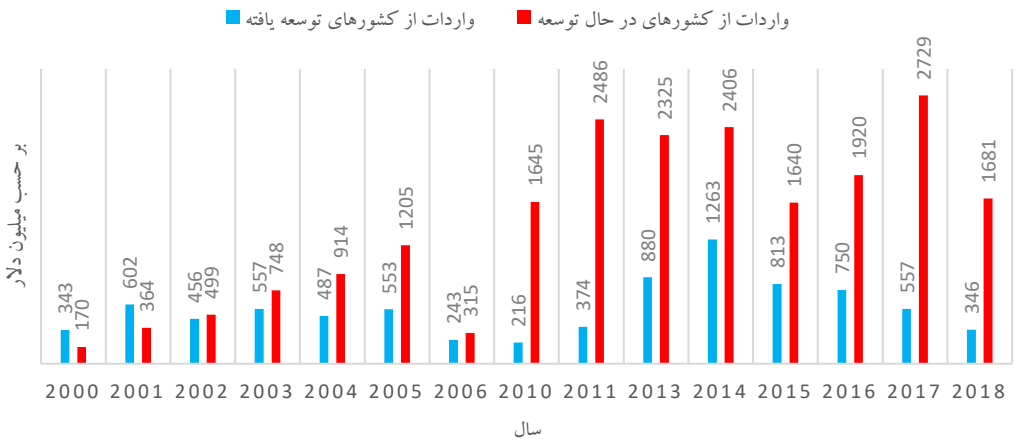
ادبیات نظری و تجربی بسیاری وجود دارد که نشان می‌دهد با استفاده از فناوری‌های مهندسی می‌توان به جمع‌آوری انرژی‌های ناشی از منابع طبیعی پرداخت و آن‌ها را به شکل قابل استفاده‌تری تبدیل کرد و از این طریق بر کیفیت محیط زیست نیز تأثیر گذاشت. به عنوان مثال نجاتی و همکاران[1](۲۰۲۳) در تحقیق خود به این نتیجه رسیده‌اند که، کاربرد روزافزون ICT[2] می‌تواند کیفیت محیط زیست را بهبود ببخشد زیرا با جایگزینی کالاها و خدمات متعارف به جای کالاهای الکتریکی کم سرعت، می‌تواند به کاهش مصرف منابع و انرژی کمک کند. با این حال، باید به این نکته نیز توجه داشت که ICT با کاهش قیمت خدمات و محصولات مختلف ارتباط زیادی دارد که این نیز به نوبهٔ خود، صنعتی شدن و همچنین سایر فعالیت‌های اقتصادی را بهبود می‌بخشد. در نتیجه ممکن است که تقویت فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق تجارت، مصرف انرژی، تولید انرژیهای تجدیدپذیر و در نتیجه انتشار دی‌اکسیدکربن را افزایش دهد. در تولید و بهره‌برداری تجهیزات ICT، ممکن است مقدار زیادی انرژی مصرف شود و زباله های سمی تولید کند. بنابراین، با توجه به اینکه فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند منجر به مصرف بیشتر انرژی، سیستم مالی ثروتمندتر و تولید صنعتی بیشتر شود، اما ممکن است، تأثیر مثبت فناوری اطلاعات و ارتباطات بر محیط زیست گذرا باشد. بنابراین ICT می تواند به طور مثبت یا منفی بر کیفیت محیطی تأثیر بگذارد.

لذا نقش واردات کالاهای ICT می تواند به لحاظ اثرگذاری بر محیط زیست حیاتی باشد. علاوه براین، ممکن است که سطح فناوری این کالاها در کشورهای مختلف، متفاوت باشد و واردات ICT از

1. Nejati et al.
2. Information and Communication Technology.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

کشورهای مختلف اثرات متفاوتی بر محیط زیست و تولید انرژیهای تجدیدپذیر داشته باشد. به عنوان مثال،به طور متوسط، سطح تکنولوژی کالاها در کشورهای توسعه یافته بالاتر از کشورهای درحال توسعه می باشد. انتظار براین است که واردات ICT از کشورهای توسعه یافته اثرات مطلوبتری بر محیط زیست و انرژیهای پاک داشته باشد.در نمودار ۲ میزان واردات کالاهای ICT توسط ایران از کشورهای توسعه یافته و درحال توسعه ارائه شده است. شواهد نشان می دهد که در دو دهه اخیر، میزان واردات این کالاها از کشورهای درحال توسعه بیشتر بوده است.



نمودار ۲: واردات کالاهای ICT توسط ایران از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه

منبع: سایت آنکتاد (UNCTAD)

با توجه به اهمیت و نقش مهمی که کالاهای ICT در کاهش انتشار کربن و تولید انرژیهای تجدیدپذیر دارند، تحقیق حاضر به دنبال پاسخگویی به این سؤال است که واردات کالاهای فناوری اطلاعات چه اثری بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و انتشار کربن خواهد گذاشت؟ یکی از اثرات مطلوب واردات بر بنگاههای داخلی، بهبود بهره وری آنها می باشد. درنتیجه لحاظ این اثرات در مدلسازی منجر به نتایج دقیقتر خواهد شد. بنابراین، در مرحله بعد علاوه بر کاهش تعرفه های وارداتی کالاهای ICT، بهبود بهره

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

وری بنگاهها نیز لحاظ شده است. بدین منظور از الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه ایستا استفاده شده است همین دو موضوع موجب متمایز شدن این مطالعه از سایر مطالعات قبلی شده است.

براساس آنچه بیان شد، سازماندهی تحقیق بدین صورت می‌باشد که بعد از ارائه مقدمه، مبانی نظری و پیشینه‌ی تحقیق ارائه می‌شود. در بخش مدل تحقیق و روش برآورد، به معرفی مدل مورد نظر پرداخته می‌شود در بخش داده‌ها و نتایج تجربی، مأخذ داده‌ها و نتایج ناشی از اجرای مدل بیان خواهد شد و در نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه می‌شود.

۲. مبانی نظری

بیشترین استفاده از سوخت‌های فسیلی برای تولید برق و گرما بوده است، طبق گزارشی از آژانس بین‌المللی انرژی، استفاده از تمام سوخت‌های فسیلی برای کمک به رشد تقاضای برق، افزایش یافته است به همین دلیل بیشترین افزایش انتشار CO2 در جهان، به تفکیک بخش در سال ۲۰۲۱ در تولید برق و گرما رخ داده است. این عامل ۴۶ درصد از افزایش جهانی در انتشار گازهای گلخانه ای را به خود اختصاص داده است، (IEA[1]، ۲۰۲۲). پس لازم است جایگزینی برای این سوخت‌ها در تولید برق و گرما در نظر گرفته شود، در این صورت می‌توان به حفاظت از محیط زیست کمک کرد. انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند جایگزین مناسبی برای انرژی‌های فسیلی باشند. استفاده‌ی کاراتر از انرژی‌های تجدیدپذیر نیازمند گسترش کالاهای ICT است، یکی از راه‌های گسترش این کالاها واردات آن‌ها می‌باشد.

۲.۱. رابطه‌ی بین تجارت و محیط زیست

فرضیه منحنی محیط زیستی کوزنتس[2] به طور گسترده ای به عنوان یک ابزار نظری برای ارزیابی رابطه بین انتشار کربن و متغیرهای اقتصادی استفاده می شود. گروسمن و کروگر[3] (۱۹۹۱) در کار اولیهٔ خود به بررسی رابطهٔ بین تجارت و محیط زیست پرداختند و در واقع ارتباط بین این دو متغیر، با توجه به کار گروسمن و کروگر آغاز گردید. آنها با استفاده از منحنی زیست محیطی کوزنتس اثرات آزادسازی تجارت بر محیط‌زیست را بـه سه اثر مقیاس، ترکیب و تکنولوژی (فناوری) تفکیک کردند. اثر مقیاس

1. International Energy Agency
2. environmental Kuznets curve
3. Grossman and Krueger

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

نشان‌دهنده میزان افزایش در آلودگی ناشی از توسعه مقیاس فعالیتهای اقتصادی است، اثر ترکیب، انتشار آلودگی ناشی از تغییر ترکیب و ساختار تولید صنایع را نشان می دهد و اثر تکنیک بیانگر تغییر در میزان آلودگی ناشی از تغییر تکنولوژی بنگاهها می‌باشد. به طور کلی اگر تجارت منجر به افزایش رشد اقتصادی شود، اثر مقیاس مثبت است. چنانچه ترکیب نهاده ها در تولید به نفع نهاده های کمتر آلاینده تغییر نماید، اثر تکنیک منفی خواهد بود و اگر ترکیب تولید به سمت صنایع کمترآلاینده سوق نماید، اثر ترکیب منفی می شود.

در رابطه با اثرات تجارت بین‌الملل بر محیط زیست دو دیدگاه وجود دارد که در جدول زیر مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۲: اثرات تجارت بین‌الملل بر محیط زیست

دیدگاه ۱ (مثبت)	دیدگاه ۲ (منفی)
طرفداران آزادسازی تجارت معتقدند که از این طریق، اثر ترکیب یا اثر تکنیک می‌تواند باعث بهبود کیفیت محیط زیست و افزایش رفاه شود. تجارت موجب افزایش فشارهای رقابتی ناشی از گسترش و دسترسی به مزیت نسبی، تعدیل اتلاف منابع و انرژی، استفاده کاراتر از منابع و اعمال مقررات زیست‌محیطی و در نهایت موجب بهبود کیفیت محیط زیست می‌شود.	تجارت موجب افزایش اندازه اقتصاد و همچنین افزایش تولید کالاهای آلاینده و افزایش آلودگی می‌شود. به‌عبارت دیگر افزایش حجم تجارت خصوصاً صادرات و واردات آلاینده، از طریق اثر مقیاس منجر به کاهش کیفیت محیط زیست و تعدیل رفاه افراد می‌شود .بنابراین تجارت با فرض ثبات سایر شرایط، باعث کاهش کیفیت محیط زیست می‌شود.

منبع: منتظری(۱۳۹۷)

۲.۲. ارتباط ICT ، تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و کیفیت محیط زیست

آژانس بین المللی انرژی عوامل مؤثر بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر را در سه دسته کلی تقسیم‌بندی کرده است:

۱- عوامل اقتصادی: این دسته عوامل از دو دیدگاه قابل بررسی هستند. ابتدا، انرژی‌های تجدیدپذیر در مقابل سوخت‌های فسیلی به سرمایه‌گذاری بیشتری نیاز دارند و تأمین مالی پروژه‌های تولید آنها دشوار است و ریسک بالایی دارد. مورد دیگر آن که در تحلیل بازار انرژی، اثرات محیط زیستی و اجتماعی سوخت‌های فسیلی مانند آلودگی هوا، انتشار

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

گازهـای گلخانـه‌ای و همچنین هزینه‌هـای نظامـی حفاظـت از منابـع نفتـی در نظر گرفته نمی-شـود.

۲- عوامـل نهـادی: سیاسـتگذاری منسـجم درخصـوص تولیـد و توسـعه انرژی‌هـای تجدیدپذیـر در پهنـه ملـی نیاز به اجمـاع در سـطوح بـالای دولتـی و سـایر نهادهـای کشـوری و همچنین پذیـرش همگانـی دارد. یکی دیگـر از عوامـل نهـادی مؤثـر بـر تولیـد انرژی‌هـای تجدیدپذیـر، زیرسـاختهای سـازمانی، سـازماندهی، قانونـی و حقوقـی نظیـر تعییـن اسـتانداردها و معیارهـای مرتبـط بـا انرژی‌هـای تجدیدپذیـر اسـت .

۳- عوامـل فنـی: زیرسـاخت‌های فیزیکـی شـامل تجهیـزات تولیـد و انتقـال انرژی‌هـای تجدیدپذیـر.(بری مانـی و کعبـی نژادیـان، ۱۳۹۴).

از نظر بانک جهانی مؤلفه‌های دانش شامل: زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، مشوق-های اقتصادی و رژیم نهادی، سیستم ابداعات و نوآوری و آموزش و توسعه منابع انسانی هستند که در این تحقیق فرض شده است این مؤلفه‌ها برخی از وجوه عوامل اقتصادی، نهادی و فنی را در خود دارد و می‌تواند تأثیر مثبتی بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر داشته باشد.

به این صورت که بهبـود زیرسـاخت‌های فنـاوری اطلاعـات و ارتباطـات شـامل دسترسـی، مصـرف و مهـارت اسـتفاده از اینترنـت و غیره، ارتبـاط بیـن مراکـز آموزشـی داخلـی و خارجـی مرتبـط بـا تولیـد انرژی‌هـای تجدیدپذیـر را تسهیل می‌کند. علاوه براین، موجب تقویت جریـان انتقـال فنـاوری و دانـش روز در بحـث ایجـاد و توسـعه انرژی‌هـای تجدیدپذیر از کشـورهای توسـعه‌یافته بـه کشـورهای در حـال توسـعه می‌شود. کارشناسان داخلی می‌توانند در کوتاه‌ترین زمان ممکن از مشاوران خارجـی، در رابطه با مراکز تولید انرژی‌های تجدیدپذیر کمک بگیرند و بهبود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات این فرصت را برای کارشناسان داخلی فراهم می‌کند. (هیلتی و پاگو[1]، ۲۰۱۴). از طرف دیگر معمـولاً منابـع انرژی‌هـای تجدیدپذیـر در مناطـق دور دسـت و خـارج از شـهرها قـرار دارد، بهبـود زیرسـاخت‌های فنـاوری اطلاعـات و ارتباطـات ماننـد دسترسـی بـه اینترنـت پرسـرعت، تلفـن ثابـت و همـراه و غیره می‌توانـد بـه توسـعه ایـن بخـش

[1]. Hilty and Page

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

کمک قابل توجهی کند. (ستالو و همکاران[1]، ۲۰۱۰). به علاوه، بهبود فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق ایجاد شبکه هوشمند در تمام جوانب تولید، انتقال و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و ارائه بهتر خدمات، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری، باعث افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود. (شاه‌آبادی و همکاران،۱۴۰۱).

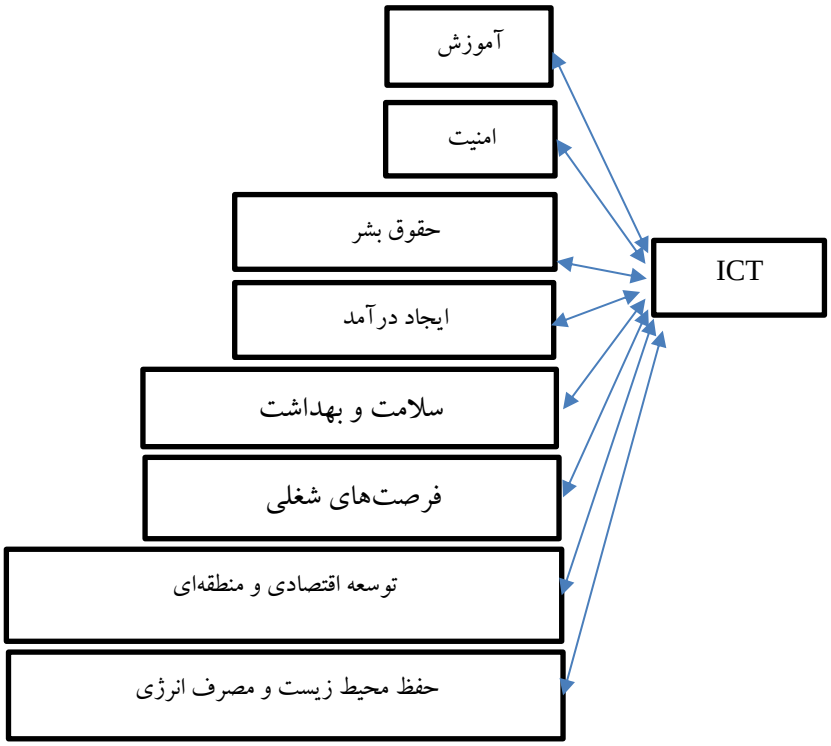
ICT در جنبه‌های مختلف زندگی روزمره تأثیرگذار است به عبارتی می‌تواند آموزش، امنیت، حقوق بشر، بهداشت، حفظ محیط زیست و مصرف انرژی، توسعه‌ی اقتصادی و منطقه‌ای، ایجاد درآمد و فرصت‌های شغلی را تحت تأثیر قرار دهد (شکل ۱).کالاهای ICT ، مانند انواع ماشین‌آلات محاسباتی، حسابداری و اداری رادیو، تلویزیون، تجهیزات الکترونیکی و لوازم ارتباطی از جمله شبکه جهانی وب، پست الکترونیکی، تلفن، فیبر نوری و ماهواره‌ها، می‌توانند شیوه تعامل جوامع، انجام کسب‌وکار، رقابت در بازارهای بین‌المللی و تعیین برنامه‌های توسعه اقتصادی و انسانی را متحول سازد. همچنین جوامع را قادر به تولید، دسترسی، تطبیق و اعمال حجم بیشتری از اطلاعات، با سرعت بیشتر و با هزینه‌های کمتر می‌کند و فرصت های بزرگی، برای افزایش بهره‌وری کسب و کار و فعالیت‌های اقتصادی ارائه می‌دهد. ICT قادر است نقش مهمی در کاهش تأثیر بلاهای طبیعی در کشورهای مختلف داشته باشد. به این گونه که می‌توان از آن، در هشدار وقوع طوفان، افزایش ارتباطات، آگاهی، آموزش و مشارکت جامعه در فعالیت‌های مربوط به کاهش خطر، استفاده کرد. ICT کارایی دولت را از طریق فرآیندهای مالی عمومی با کاهش فرصت‌های فساد، بهبود می‌بخشد. سیستم های خودکار برای داده‌های گمرکی، توسط بسیاری از کشورهای در حال توسعه برای مدیریت جمع آوری تعرفه‌ها و کاهش فساد مرزی استفاده می‌شود. این سیستم، جابجایی کالاها را سرعت می‌بخشد، و همچنین هزینه‌های حمل و نقل را کاهش می‌دهد. استفاده از رادیو و آموزش از راه دور تأثیر شگرفی بر زندگی افراد داشته است.کلاس‌های اینترنتی، ارسال‌های ماهواره‌ای و کنفرانس از راه دور بین افراد مختلف ارائه می‌شود. که این نیز یکی دیگر از موارد اثر گذاری ICT بر زندگی بشریت است. علاوه بر این، ICT می‌تواند نقش مهمی در حفظ و

[1]. Stallo et al

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

دسترسی به منابع فرهنگی و همچنین در حفظ و شناسایی آثار و سنت‌های فرهنگی در معرض تهدید یا به حاشیه رانده شده ایفا کند. به گونه‌ای که تمامی این موارد را می‌توان از طریق اینترنت جستجو و پیدا کرد.ICT می‌تواند جانشین نهاده‌ی انرژی در چرخه‌ی تولید شود در نتیجه بهره‌وری را افزایش دهد، به این صورت که مقدار مصرف انرژی، به ازای هر واحد تولید را کاهش می‌دهد و یا اینکه با مصرف مقدار انرژی مشخصی، ارزش اقتصادی بیشتری ایجاد می‌کند. (واکلین و شادراچ[1]، ۲۰۰۱) .



شکل ۱:ارتباط فناوری اطلاعات و ارتباطات با بخش های مختلف

منبع: واکلین و شادراچ، ۲۰۰۱

[1]. Wakelin and Shadrach.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

با توجه به نقش روز افزون ضریب نفوذ فناوری اطلاعات و ارتباطات و چشم‌انداز پیش روی آن، در دهه‌های اخیر بهره‌گیری از این فناوری در حوزه‌ی انرژی نیز در کانون توجه قرار گرفته و اعتقاد بر این است که این فناوری می‌تواند بازار انرژی و مصرف آن را تحت تأثیر قرار دهد (هیلتی و رودی[1]، ۲۰۱۰). فعالیت فناوری در کشورها تنها تابع فعالیت‌های تحقیق و توسعه‌ی داخلی نیست، بلکه تابع سرریز فعالیت-های تحقیق و توسعه و همچنین فناوری کشورهای دیگر نیز می‌باشد. سرریز فناوری می‌تواند از کانال‌های مختلفی نظیر تقلید یا مهندسی معکوس، نقل و انتقال نیروی‌کار ماهر، ادغام شرکت‌ها، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای صورت پذیرد و باعث رشد تولید و بهره‌وری شود (زمانیان[2]، ۱۳۹۰). در نتیجه فناوری می‌تواند از طریق واردات کالاهای ICT منتقل شود و موجب تغییر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر شود. موارد استفاده‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر در زمینه ترابری، گرمایش و سرمایش آب و هوا است اما بیشتر برای تولید برق از آن‌ها استفاده می‌شود، به همین دلیل برای به-کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر لازم است سامانه‌ها و تجهیزات بیشتری الکتریکی شوند زیرا این کار مزیت‌هایی دارد از جمله: برق را می‌توان به آسانی به انرژی گرمایشی و همچنین به انرژی مکانیکی تبدیل کرد.(آرمارولی و بالزانی[3]،۲۰۱۱).

۳. پیشینه تحقیق

چو و همکاران[4] (۲۰۰۷) در مقاله‌ای تحت عنوان« تأثیر سرمایه گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات و قیمت انرژی بر تقاضای برق صنعتی: رویکرد مدل رشد پویا» با استفاده از روش حداقل مربعات غیر خطی و دوره ی زمانی ۲۰۰۲-۱۹۸۸ به این نتیجه رسیده‌اند که، سرمایه گذاری روی فناوری اطلاعات و ارتباطات در برخی از بخش‌های تولیدی خاص، منجر به کاهش مصرف برق، و در بخش خدمات و بیشتر بخش‌های تولید، منجر به افزایش مصرف برق می‌شود. در نهایت قیمت برق بر مصرف برق در نیمی از بخش‌های صنعتی کره جنوبی تأثیر منفی می گذارد.

1. Hiltty and Ruddy
2. Zamaniyan.
3. Armaroli and Balzani.
4. Cho et al.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

سیدی و همکاران[1] (۲۰۱۵)، به بررسی تأثیر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی در مصرف برق در ۶۷ کشور مصرف کننده‌ی برق، پرداخته‌اند. در این تحقیق از مدل پانل و دوره‌ی زمانی ۲۰۱۰-۱۹۹۰ استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهند که رشد اقتصادی و ICT اثر مثبت و معنی-داری بر مصرف برق دارد علاوه بر این، اثر ICT بر مصرف برق در کشورهای با درآمد پایین بیشتر از کشورهایی با درآمد بالا و متوسط است.

افضل و جو[2] (۲۰۱۶) در مقاله‌ای با عنوان« مصرف برق و فناوری اطلاعات و ارتباطات در یازده اقتصاد نوظهور جدید» با استفاده از داده پانل پویا، روش‌های سیستمی تعمیم یافته لحظه‌ای و دوره‌ی زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۴ به این نتیجه رسیده‌اند که، افزایش ICT اندازه‌گیری شده با استفاده از اتصالات اینترنت، اشتراک تلفن همراه یا کالاهای ICT وارد شده، تقاضای برق در اقتصادهای نوظهور N-11 را افزایش می‌دهد. کشش‌های بلندمدت فناوری اطلاعات و ارتباطات کوچکتر از کشش‌های درآمدی است اما از آنجا که نرخ رشد فناوری اطلاعات و ارتباطات بسیار بیشتر از نرخ رشد اقتصادی است، تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف برق بیشتر از تأثیر درآمد بر مصرف برق است.

آنون هیگان و همکاران[3] (۲۰۱۷)، در مقاله‌ای تحت عنوان« فناوری اطلاعات و ارتباطات و پایداری محیطی: چشم‌انداز جهانی» با استفاده از روش حداقل مربعات ادغام شده معمولی، به این نتایج دست یافته‌اند که در دوره‌ی زمانی ۲۰۱۰-۱۹۹۵ رابطه بین ICT و انتشار CO2 یک رابطه وارونه به شکل U است و فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند به طور مثبت به کاهش انتشار CO2 کمک کند. در مورد فرضیه منحنی محیط زیستی کوزنتس، شواهدی فقط برای کشورهای در حال توسعه دیده شده است. نتایج برای کشورهای توسعه یافته نشان می‌دهد که رابطه بین درآمد و آلودگی یک رابطه مثبت و خطی است.

سولارین و همکاران[4] (۲۰۱۹)، در مقاله ای با عنوان« ICT ، توسعه مالی، رشد اقتصادی و مصرف برق: شواهد جدید از مالزی» به منظور بررسی رابطه بلندمدت، از رویکردی برای همگرایی که شکست ساختاری را ارائه می‌دهد، استفاده کرده‌اند. نتایج تجربی وجود یکپارچگی بین فناوری اطلاعات و

1. Saidi et al.
2. Afzal and Gow.
3. Añón Higón et al.
4. Solarin et al.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

ارتباطات، رشد اقتصادی، توسعه مالی و مصرف برق در دوره‌ی زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۰ را تأیید می‌کند. فناوری اطلاعات و ارتباطات و همچنین توسعه مالی بر مصرف برق تأثیر مثبت دارند و همچنین بین رشد اقتصادی و مصرف برق، علّیت دو طرفه وجود دارد.

شهزاد و همکارن[1] (۲۰۲۰)، به بررسی تأثیر استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و انرژی تجدیدپذیر بر هزینه‌های سلامت پاکستان پرداخته‌اند. در این مقاله از مدل خود رگرسیونی با وقفه‌های توزیعی(ARDL) و دوره‌ی زمانی ۲۰۱۷-۱۹۹۵ استفاده شده و نتایج نشان می‌دهند که رشد اقتصادی و انتشار CO2 تأثیر مثبتی بر هزینه‌های سلامت دارد، در حالی که فناوری اطلاعات و ارتباطات و مصرف انرژی تجدیدپذیر تأثیر منفی بر هزینه‌های سلامت دارد. علاوه بر این، علّیت دو طرفه بین هزینه‌های سلامت، رشد اقتصادی، انتشار دی اکسیدکربن و فناوری اطلاعات و ارتباطات تأیید می‌شود. علّیت کوتاه‌مدت از مصرف انرژی تجدیدپذیر به هزینه‌های بهداشتی و رشد اقتصادی جریان دارد.

مرشد و همکاران[2] (۲۰۲۰) به بررسی تأثیرات ترویج تجارت ICT، از طریق آزادسازی موانع تجاری مرتبط، بر چشم‌انداز انتقال انرژی‌های تجدیدپذیر و محدود کردن تخریب محیط زیست از طریق محدود کردن انتشار CO2 در شش کشور بنگلادش، هند، پاکستان، سریلانکا، نپال و مالدیو پرداخته‌اند. نتایج کلی حاصل از تحلیل‌های اقتصادسنجی، به طور خلاصه، تأیید می‌کند که درجات باز بودن بیشتر برای تجارت ICT، منجر به مصرف بیشتر انرژی‌های تجدیدپذیر، بهبود سطوح بهره‌وری مصرف انرژی و افزایش دسترسی به سوخت‌های آشپزی تمیزتر می‌شود. با این حال، تجارت ICT نمی تواند سهم انرژی-های تجدیدپذیر را در مجموع ارقام مصرف نهایی انرژی در جنوب آسیا افزایش دهد. علاوه بر این، تجارت ICT باعث افزایش انتشار CO2 در سراسر این منطقه می‌شود. اگر چه به نظر می‌رسد که اثرات با افزایش سطح مصرف انرژی تجدیدپذیر همراه با آزادسازی موانع تجاری ICT معکوس شود.

اعظم و همکاران[3] (۲۰۲۱)، به تجزیه و تحلیل تجربی اثرات غیرخطی گاز طبیعی، انرژی هسته‌ای، انرژی تجدیدپذیر و تجارت فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشورهای پیشرو در انتشار CO2 ، سیاست کاهش CO2 و پایداری اقتصادی پرداخته اند. در این مقاله از مدل‌های رگرسیون پانل شامل حداقل

1. Shahzad et al.
2. Murshed et al.
3. Azam et al.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

مربعات معمولی، اثرات ثابت و اثرات تصادفی، همچنین از آزمون هواسمن، برای انتخاب بهترین مدل برای ساختار داده، و همچنین دوره ی زمانی ۲۰۰۰-۲۰۱۶ استفاده شده است. نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون اشاره می‌کند که انرژی هسته‌ای، انرژی تجدیدپذیر و فناوری اطلاعات و ارتباطات (تجارت ICT) رشد اقتصادی را تحریک می‌کند، در حالی که نتایج محیط زیستینشان می‌دهد که انرژی تجدیدپذیر و تجارت ICT به حذف انتشار CO2 کمک می‌کند. یافته‌های علیّت نشان می‌دهد که مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجارت ICT باعث رشد اقتصادی و همچنین کاهش انتشار CO2 می‌شود.

مرشد و همکاران[1] (۲۰۲۲) به بررسی رابطه بین انرژی هسته‌ای، انرژی تجدیدپذیر و انتشار دی اکسیدکربن، در چارچوب کشورهای G7 برای دوره بین سال های ۱۹۹۵ و ۲۰۱۶ پرداخته‌اند. برای اندازه‌گیری کیفیت محیطی در زمینه کشورهای G7 ، از دو شاخص ردپای کربن و انتشار دی‌اکسید-کربن استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که اگرچه مصرف انرژی هسته‌ای در کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن و ردپای کربن در بلندمدت مؤثر است، اما مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر باعث تخریب محیط‌زیست در کشورهای G7 می‌شود. علاوه بر این، نتایج همچنین نشان می‌دهد که کشورهای G7 می‌توانند فرآیندهای تولید خود را به شیوه‌ای سازگار با محیط‌زیست تغییر دهند، مشروط بر اینکه بتوانند تحت یک انتقال پاک در استفاده از انرژی قرار گیرند.

نجاتی و همکاران[2] (۲۰۲۳)، به بررسی این موضوع پرداخته‌اند که، تجارت ICT چگونه تأثیرات محیط زیستی را در سراسر مناطق شمال-جنوب شکل می‌دهد؟ در این پژوهش از یک مدل تعادل عمومی قابل محاسبه پویا در قالب تجارت جنوب-جنوب، شمال- شمال و جنوب-شمال استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش واردات ICT، انتشار کربن و شدت کربن افزایش می‌یابد. در صورتی که جریان ICT از جنوب به جنوب و از جنوب به شمال باشد، شدت شاخص‌های مذکور بیشتر از شمال به مناطق دیگر خواهد بود. افزایش واردات بین منطقه‌ای (شمال-جنوب) منجر به کاهش تولید ICT و تولید ناخالص داخلی در منطقه واردکننده فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌شود.

1. Murshed et al.
2. Nejati et al.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

قاسمی و محمد خان پور اردبیل[1](۱۳۹۳)، به بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی در بخش حمل و نقل، طی دوره‌ی زمانی ۲۰۱۰-۲۰۰۰ پرداخته‌اند. در این پژوهش از الگوی پنل پویا و همچنین از کشورهای منتخب OECD و OPEC به عنوان نمونه‌ی مورد بررسی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهند که در کشورهای منتخب OECD فناوری اطلاعات و ارتباطات، شدت مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش حمل و نقل را افزایش می‌دهد در حالی که در کشورهای منتخب OPEC با افزایش کاربرد ICT، شدت مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش حمل و نقل، کاهش می‌یابد.

علیزاده و گلخندان[2](۱۳۹۴) در مقاله‌ای با عنوان «سنجش تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات(ICT) بر مصرف انرژی در کشورهای منتخب منطقه منا(رویکردGMM سیستمی)» با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته سیستمی برای دوره‌ی زمانی ۲۰۱۱-۱۹۹۵ به این نتیجه دست یافته‌اند که، گسترش ICT با هر سه شاخص(تعداد کاربران اینترنت، تعداد خطوط تلفن همراه و تعداد خطوط تلفن ثابت) اندازه گیری شده، مصرف انرژی سرانه را در کشورهای منتخب منطقه منا در کوتاه‌مدت و بلندمدت افزایش می‌دهد.

موسوی و همکاران[3](۱۳۹۶) به بررسی تأثیر سرریز فناوری از کانال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات کالا بر سهم تولید انرژی‌های تجدیدپذیر از کل انرژی، پرداخته‌اند. در این مقاله از روش گشتاورهای تعمیم یافته برای داده‌های پانل پویا طی دوره‌ی زمانی ۲۰۱۳-۱۹۹۶ استفاده شده است. نتایج حاکی از تأثیر مثبت و معنی‌دار متغیر سرریز فناوری ناشی از کانال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای بر سهم انرژی‌های تجدیدپذیر از کل انرژی تولید شده، در هر دو گروه کشورهای درحال توسعه و توسعه یافته‌ی مورد مطالعه است.

نیکویی و همکاران[4](۱۳۹۸) در مقاله‌ای با عنوان «تأثیر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات(ICT) بر مصرف انرژی های تجدیدپذیر در بخش‌های اقتصادی ایران(صنعت، خدمات، کشاورزی)» از داده-های تابلویی شامل سه بخش کشاورزی، صنعت و خدمات در طول سال های ۱۳۹۵-۱۳۷۹ و همچنین از روش میانگین گروهی برای تخمین روابط بلندمدت استفاده شده است. نتایج نشان داده‌اند که در

1. Ghasemi and Mohammad Khanpour Ardabil.
2. Alizadeh and Gulkhandan.
3. Mousavi et al.
4. Nikoyee et al.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

بلندمدت افزایش تعداد کاربران اینترنت و مشترکین تلفن همراه موجب کاهش مصرف انرژی تجدیدپذیر می‌شود اما در کوتاه‌مدت با افزایش مشترکین تلفن همراه و مشترکین تلفن ثابت، مصرف انرژی افزایش می‌یابد. همچنین افزایش GDP در کوتاه‌مدت نیز باعث افزایش مصرف انرژی می‌شود. پس در بلندمدت گسترش ICT می‌تواند موجب صرفه‌جویی در مصرف انرژی شود.

مزینی و جعفری خواه[1](۱۳۹۹)، به ارزیابی اثر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی در ایران (رویکرد استانی) پرداخته‌اند. در این مقاله از داده‌های تابلویی مربوط به دوره‌ی زمانی ۱۳۸۶-۱۳۹۵ و همچنین از روش گشتاورهای تعمیم یافته استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهند که ارزیابی اثر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی، در استان‌های غیر برخوردار مشاهده نمی‌شود که این مسئله می‌تواند ریشه در ضریب نفوذ پایین‌تر فناوری اطلاعات و ارتباطات در این استان‌ها داشته باشد. همچنین در استان‌های کشور متغیرهایی چون قیمت نسبی انرژی و درآمد سرانه‌ی حقیقی اثر منفی و معنادار و تعداد وسیله نقلیه، نرخ اشتغال و دمای هوا اثر مثبت و معنی‌داری بر شدت مصرف انرژی دارد.

در نهایت باید به این نکته اشاره شود که در مطالعات انجام شده بیشتر تأکید بر مصرف انرژی و همچنین تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات برآن بوده است اما در این تحقیق سعی بر آن است که به واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات و اثری که می‌تواند بر بهره‌وری عوامل تولید و به تبع آن تولید مربوط به بخش انرژی‌های تجدیدپذیر بگذارد، در قالب مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه، پرداخته شود.

۴. روش‌شناسی

تحقیق حاضر به لحاظ هدف از نوع کاربردی است و با توجه به اینکه قضاوت‌های ارزشی در این پژوهش کم رنگ است، پژوهش حاضر در زمره تحقیقات توصیفی به شمار می‌رود. هدف این مطالعه بررسی اثر واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران است. برای دستیابی به این هدف از الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه، مبتنی بر ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۲۰۱۴ که مربوط به ایران و سایر نقاط جهان می‌باشد، استفاده شده است.

[1]. Mazini and Jafarikhah.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

۱-۴. مدل تعادل عمومی قابل محاسبه

آلودگی محیط زیست ناشی از انتشار CO2 می‌تواند از طریق ارتباط بین بخش ها، عوامل اقتصادی و همچنین ارتباط بین مناطق مختلف بر تمامی متغیرهای کلان و خرد اقتصادی تأثیر بگذارد. بنابراین، یافتن مدل‌هایی ضروری است که بتوانند به طور گسترده این اثرات را با فرض عدم ثابت بودن سایر شرایط بررسی کنند. به همین دلیل در این مطالعه از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه استفاده شده است.

در این مطالعه، برای بررسی اثر واردات کالاهای ICT بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر از الگوی GTAP-E-POWER که بسطی از الگوی GTAP-E[1] است استفاده شده است. بخش الکتریسیته در الگوی GTAP-E با کالایی تحت عنوان کالای مجازی الکتریسیته در الگوی GTAP-E-Power جانشین شده است که این کالا ترکیبی از انتقال، توزیع، انرژی هسته ای، زغال سنگ، نفت مصرفی در زمان اوج و در زمان غیر اوج مصرف برق، مصرف گاز طبیعی جهت تولید الکتریسیته در زمان مصرف معمول برق، مصرف گاز طبیعی جهت تولید الکتریسته در زمان پیک مصرف برق، انرژی برقابی در زمان پیک و غیر پیک، انرژی برق تولیدی از باد، نور خورشید و دیگر تکنولوژهای تولید برق است (پترز[2]، ۲۰۱۶). در الگوی GTAP-E همانند الگوی GTAP، صاحب عوامل اولیه مورد استفاده در روند تولید بنگاه‌ها، خانوار منطقه‌ای هستند. درآمد خانوار منطقه‌ای از جمع ارزش فروش عوامل تولید، مالیات‌ها و تعرفه‌ها به‌دست می‌آید، و این درآمدها براساس یک تابع کاپ-- داگلاس به پس‌انداز، خانوار خصوصی و دولت، تخصیص پیدا می‌کند. خانوار خصوصی و دولت، با استفاده از درآمد دریافتی از خانوار منطقه‌ای، به خرید کالاها و خدمات مصرفی مورد نیازشان از بازارهای داخلی و خارجی می‌پردازند. بنگاه‌ها با استفاده از نهاده‌های اولیه و واسط، و همچنین ترکیب این دو، به تولید کالاها و خدمات می‌پردازند. همه‌ی عوامل به جز زمین و منابع طبیعی، دارای تحرک کامل بین بخش‌های مختلف هستند. کالاهای تولید شده توسط بنگاه‌ها، همگن هستند. در تمامی بازارها و در تولید همه‌ی کالاها، فرض رقابت کامل و بازدهی ثابت نسبت به مقیاس وجود دارد. الگوی GTAP-E-Power تعمیمی از الگوی GTAP-E می‌باشد که در آن امکان

[1]. Global trade analysis project-Energy
[2]. Peters

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

جانشینی در فرایند تولید الکتریسیته از منابع مختلف انرژی در نظر گرفته می‌شود. این الگو شامل تکنولوژی‌های پیشرفته برای تولید برق و همچنین میزان انتشار دی‌اکسید کربن، می‌شود.

۲-۴. ساختار تولید

ساختار تولید مدل تعادل عمومی توسط نمودار (۳) به تصویر کشیده شده است. با توجه به این نمودار، بلوک تولیدی دارای ساختار چند لایه‌ای است. در لایه اول نهاده مرکب و نهاده واسطه کل با هم ترکیب شده‌اند. در لایه دوم در هر یک طرف نهاده واسطه کل از تابع لئون‌تیف نهاده‌های واسطه تشکیل می‌گردد و در طرف دیگر نهاده مرکب ارزش افزوده انرژی وجود دارد که براساس یک تابع با کشش جانشینی ثابت، تقاضای انرژی و سرمایه در این لایه صورت می‌گیرد. در لایه سوم نهاده انرژی به دو زیر بخش الکتریسیته و غیرالکتریسیته تقسیم می‌شود. تولید الکتریسیته در دو بار پیک[1] و بار پایه[2] صورت می‌گیرد. یکی از ویژگی‌های خاص بخش الکتریسیته این است که باید طور همزمان میزان عرضه بر تقاضا منطبق باشد. تقاضا در طول شبانه روز و در فصل‌های مختلف دارای نوسان است و از طرفی تکنولوژی‌های تولید الکتریسیته دارای یک سری محدودیت‌هایی هستند که مانع از تعدیل لحظه‌ای نوسانات تقاضا می‌شود. به عنوان مثال نیروگاه‌های حرارتی که از زغال سنگ به عنوان سوخت استفاده می‌کنند نمی‌توانند به راحتی در واکنش به افزایش ناگهانی تقاضای برق در قالب بار پیک میزان تولید خود را افزایش دهند، به همین دلیل این نیروگاه در دسته‌ی تأمین کننده برق در زمان بار پایه قرار می‌گیرند. در طرف دیگر نیروگاه‌هایی وجود دارند که از نفت و گاز طبیعی برای تولید برق استفاده می‌کنند این نیروگاه ها توانایی تعدیل سریع مقدار برق تولیدی خود را دارند، و در دسته‌ی تأمین‌کنندگان برق در دوره‌ی پیک قرار می‌گیرند. به همین دلیل تکنولوژی‌های تولید برق به دو شاخه بار پیک و بار پایه، تقسیم می‌شود در شاخه بار پایه نیروگاه نفتی، نیروگاه آبی، نیروگاه گازی، نیروگاه بادی، نیروگاه هسته‌ای، نیروگاه زغال سنگی و دیگر منابع با یکدیگر جانشین می‌شوند. در شاخه بار پیک نیروگاه گازی، نیروگاه خورشیدی، نیروگاه آبی و نیروگاه نفتی برای تولید انرژی الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در شاخه بار

[1]. Peak load
[2]. Base load

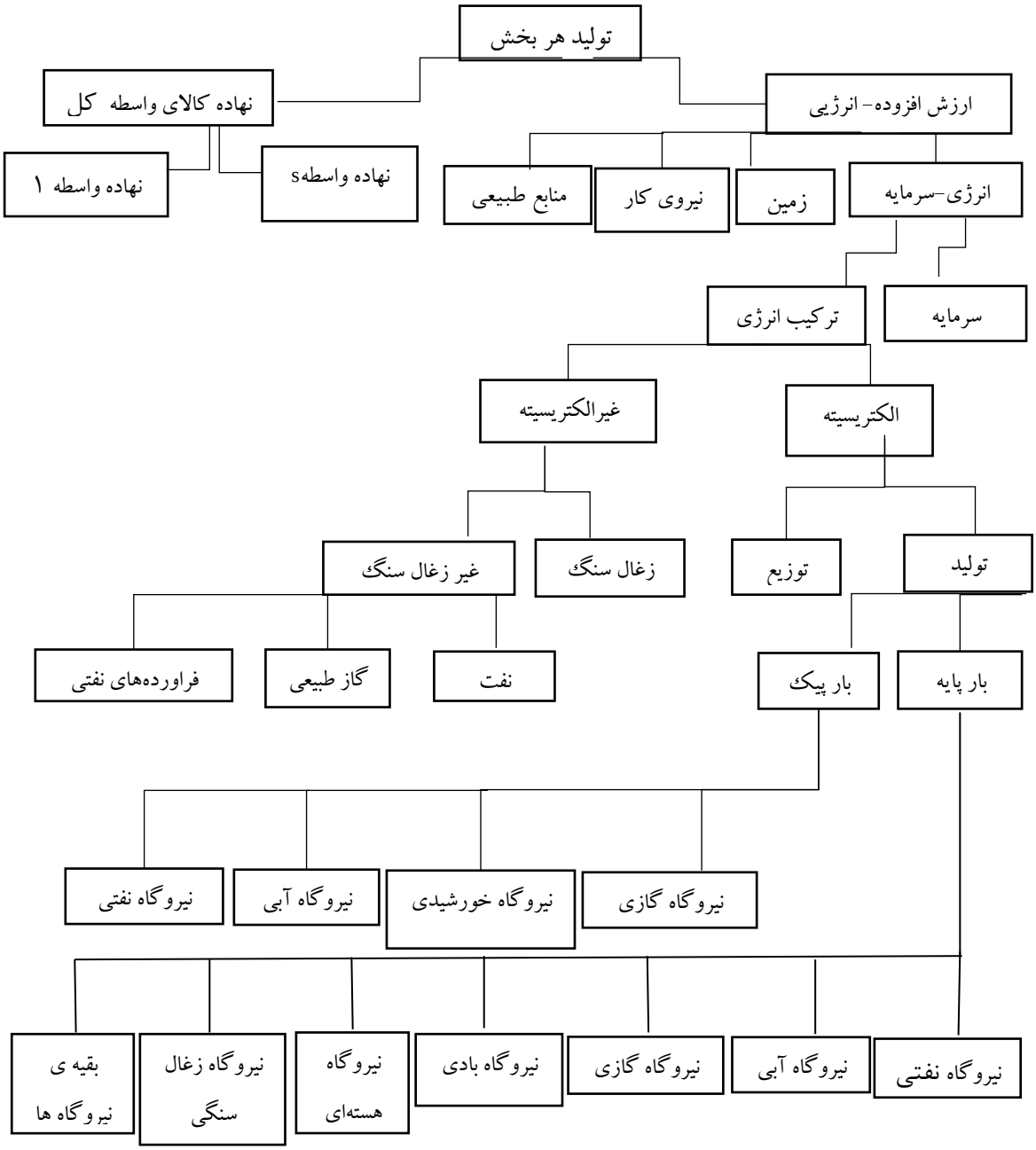
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

پیک و بار پایه و همچنین در همه زیر بخش‌های آن، واحدهای اندازه گیری مشابه است (بر حسب گیگاوات ساعت) و بایستی کل برق تقاضا شده، برابر با جمع برق تقاضا شده از هر تکنولوژی تولید برق باشد. از آنجاییکه تابع با کشش جانشینی ثابت[1]، این ویژگی جمع پذیری[2] را ندارد پس در الگوی GTAP-E-Power از فرمول‌بندی مربوط به تابع با کشش جانشینی ثابت جمع-پذیر[3](ACES) که فرم جمع پذیر تابع CES است استفاده می شود. در CES هزینه حداقل سازی می‌شود اما در ACES (عدم)مطلوبیت هزینه حداقل می‌شود. مطلوبیت هزینه در بخش الکتریسیته از ترکیب هزینه متوسط و هزینه های مختلف مربوط به تأمین تقاضا به دست می‌آید (پترز و هرتل[4]،۲۰۱۷). ساختار لایه های تولید بنگاهها به صورت نمودار (۳) می باشد.

1. Constant Elasticity of Substitution
2. Additive
3. Additive Constant Elasticity of Substitution
4. Peters and Hertel.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]



نمودار ۳: نمایی کلی از ساختار تولید مدل تعادل عمومی

منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

۳-۴. ساختار تجارت

در اغلب مدل‌های CGE[1] ، تخصیص بین تولیدات داخلی و کالاهای وارداتی بازتاب این فرض است که، دو کالا جانشین ناقص هستند. ترجیحات در این مدل‌ها با استفاده از یک تابع تجمیع واردات آرمینگتون[2] توضیح داده می‌شوند. این تابع چگونگی ترکیب کالای وارداتی(به عنوان مثال سیب) و داخلی(سیب) را برای تولید کالای ترکیبی (سیب)، نشان می‌دهد که مورد تقاضای مصرف-کنندگان داخلی است. هر چه کشش جانشینی واردات آرمینگتون کوچکتر باشد، کالای داخلی و کالای وارداتی، در تولید کالای ترکیبی، جانشینی کمتری دارند. بدین معنی که هر واحد اضافی کالای داخلی نسبت به کالای وارداتی باعث کاهش نسبتاً بیشتری در نسبت تولید نهایی کالای داخلی به تولید نهایی کالای وارداتی ($\frac{\text{تولیدنهایی کالای داخلی}}{\text{تولیدنهایی کالای وارداتی}}$) می‌شود. زمانی که کشش جانشینی واردات صفر باشد، هر چه قیمت‌های نسبی تغییر کند، کالای وارداتی جانشین واحدهای اضافی کالای داخلی نمی‌شود. هر چه این کشش بزرگتر باشد، کالای داخلی به راحتی جانشین واردات می‌شود. رفتار تابع تجمیعی آرمینگتون در یک مدل با کشش جانشینی ثابت، از طریق انجام آزمون تجربی افزایش قیمت واردات نسبت به کالای داخلی، گسترش داده خواهد شد در حالی که فرض می‌شود، مقادیر پارامتر کشش وارداتی مختلفی هم وجود دارد (بزازان و سلیمانی موحد[3]،۱۳۹۲). با این فرض که اقتصاد باز و کوچک است، تابع تلفیقی آرمینگتون به صورت تابع با کشش جانشینی ثابت، برای کالای داخلی و وارداتی، توسط معادله‌ی (۱) بیان می‌شود.

$$X_{ir}=A_{ir}^{c}\left[\delta_{ir}M_{ir}^{-\rho_i}+(1-\delta_{ir})X_{ir}^{XD-\rho_i}\right]^{\frac{-1}{\rho_i}} \qquad (۱)$$

M_{ir} میزان واردات کالای i ام، X_{ir}^{XD} میزان کالای تولید و مصرف شده در داخل از کالای i ام، X_{ir} کالای ترکیبی آرمینگتون(که متوسط وزنی از کالای داخلی و خارجی است) و و ρ_i پارامتر مربوط به کشش جانشینی آرمینگتون بین کالای داخلی و وارداتی می‌باشد.

1. Computable General Equilibrium
2. Armington import aggregation function
3. Bezazan and Soleimani Movahhed.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

تابع صادرات به صورت معادلهٔ (۲) نشان داده می‌شود.

با توجه به معادله (۲) و (۳): qxs_{irs} صادرات کالای iاُم از منطقه r (صادرکننده) به s (واردکننده)،

$$qxs_{irs}=-ams_{irs}+qim_{is}-ESUBM_i\times[pms_{irs}-ams_{irs}-pim_{is}] \quad (۲)$$

$$qim_{ir}=\sum_{j}^{n}(SHRIFM_{ijr}\times qfm_{ijr})+SHRIPM_{ir}\times qpm_{ir}+SHRIGM_{ir}\times qgm_{ir} \quad (۳)$$

ams_{irs} ضریب فنی کالای iاُم، qim_{is} کالای وارداتی مرکب iام در منطقه s از کل مناطق (سبدی از کالاهاست که از مناطق مختلف وارد شده است.)، $ESUBM_i$ کشش جانشینی آرمینگتون، pms_{irs} قیمت کالای وارد شدهٔ iاُم ازمنطقه r توسط منطقهٔ s (قیمت کالای صادراتی iام از منطقه r به s)، pim_{is} قیمت مرکب کالای وارداتی i در منطقه s ، که معادل متوسط وزنی قیمت کالای وارداتی در کشور s، است. qim_{ir} کالای وارداتی مرکب iاُم در منطقهٔ r از کل مناطق، qfm_{ijr} تقاضای کالای i ام در بخش j ام در منطقه r، $SHRIFM_{ijr}$ سهم کالای i که توسط بخش j در منطقه r استفاده می‌شود. $SHRIPM_{ir}$ ، سهم کالای i که توسط خانوار در منطقه r استفاده می‌شود. qpm_{ir}، تقاضای خانوار خصوصی از کالای i ام در منطقه r، $SHRIGM_{ir}$ سهم کالای i که توسط دولت در منطقه r استفاده می‌شود. qgm_{ir} تقاضای دولت از کالای iام در منطقه r .

۴-۴. تقاضای خانوار و دولت

خانوار و دولت نیز می‌توانند برق تولید شده توسط تکنولوژی‌های مختلف را تقاضا کنند. الگوی GTAP-E-Power با استفاده از بخش تفکیک شده الکتریسیته در پایگاه داده GTAP-Power، و با در نظرگرفتن فرآیند جانشینی در صنعت برق، به شبیه‌سازی سیاست‌گذاری‌های اقتصادی-محیط زیستی می‌پردازد. این کار دو مزیت دارد که عبارتند از: ۱- بهبود و شفافیت نتایج مربوط به بخش برق در مقایسه با الگوی GTAP-E؛ ۲- قابلیت توسعه مدلسازی CGE با در نظرگرفتن جزئیات مربوط به صنعت تولید برق. مخارج دولت، با توجه به مخارج آن در بخش انرژی و کالای نهایی تولید شده توسط بخش خصوصی به دست می‌آید. برای الگوسازی این مخارج، از تابع مخارج با

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

ضرایب ثابت استفاده شده است. در نتیجه فرض می‌کنیم که در سبد مصرفی دولت، هر کالا نسبت ثابتی از کل مخارج مصرفی را به خودش اختصاص می‌دهد. الگوسازی ترجیحات مصرف‌کننده توسط تابع هزینه با کشش جانشینی ثابت مرحله‌ای، انجام شده است. معادلهٔ (۴) شرط تسویه‌ی بازار(برابری عرضه با تقاضا) را نشان می‌دهد. مقداری از تولید در داخل مصرف می‌شود و مقداری دیگر صادر می‌شود.

$$qo_{ir}=SHRDM_{ir}\times qds_{ir}+\sum_{s}^{n}(SHRXMD_{irs}\times qxs_{irs})+tradslack_{ir} \qquad (۴)$$

qo_{ir}=نرخ رشد تولید کالای i در منطقه r، $SHRDM_{ir}$، سهم فروش داخلی کالای i در منطقه r، qds_{ir} تقاضای داخل از کالای i ام در منطقه r، $SHRXMD_{irs}$ سهم صادرات کالای iام از منطقه r به s، qxs_{irs} صادرات کالای iام از منطقه r به s، $tradslack_{ir}$ متغیر کمکی مکمل(این متغیر برون‌زا و دارای نرخ رشد صفر است و برای ایجاد عدم تعادل، آن را تبدیل به درون‌زا می‌کنند).

۵. داده‌ها و نتایج تجربی

اجرای سناریوها و یا شبیه‌سازی یکی از مشخصه‌های اصلی مدل‌های تعادل عمومی می‌باشد که می‌توان با شبیه‌سازی، آثار سیاست‌های مختلف را به صورت کمی بررسی کرد. یکی از عوامل مؤثر بر صادرات و واردات یک کشور میزان سوبسید و تعرفه‌هایی است که بر کالاهای صادراتی و وارداتی وضع می‌شود. بنابراین، در این تحقیق با کاهش تعرفهٔ وضع شده بر واردات کالای ICT و اعمال تغییرات بهره‌وری، واکنش تولید و قیمت‌ها در بخش‌های مختلف اقتصادی و بخصوص در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر مورد ارزیابی قرار گرفته است. به منظور کالیبره کردن مدل، دو مجموعه داده نیاز است، مجموعه اول: داده‌های مربوط به ماتریس حسابداری اجتماعی و مجموعه دوم: مقادیر عددی پارامترهای مدل. برای تمامی مناطق مورد بررسی، هر دو مجموعه داده، از نسخه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

۱۰ پایگاه داده GTAP که توسط دانشگاه پوردو[1] تهیه شده، استخراج شده است. این پایگاه داده ۶۵ بخش و ۱۴۱ کشور یا منطقه و ۸ عامل تولید را پوشش می‌دهد.

کشورها به دو منطقه‌ی ایران و سایر نقاط جهان تقسیم‌بندی شده‌اند. تجمیع بخش‌های مختلف با توجه به هدف مطالعه انجام می‌شود. ۶۵ بخش موجود در پایگاه داده به ۱۱ بخش کشاورزی، زغال سنگ، نفت، فراورده‌های نفتی، گاز طبیعی، صنایع انرژی‌بر، سایر صنایع، برق، ICT، حمل و نقل، سایر خدمات تجمیع شده‌اند. علاوه بر این، از آنجایی که انرژی نقش اساسی در ایجاد آلودگی دارد و انتشار آلودگی در درجه اول ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی است، صنایع به دو بخش صنایع انرژی‌بر و سایر صنایع تقسیم می‌شوند. همچنین حمل و نقل به دلیل کربن و شدت انرژی بالا به عنوان یک بخش مجزا در نظر گرفته می‌شود. عوامل تولید نیز به ۵ عامل نیروی کارماهر، نیروی کارغیرماهر، زمین، منابع طبیعی و سرمایه تقسیم‌بندی شده‌اند. بعد از کالیبره کردن مدل و تجمیع داده‌ها، سناریوهای زیراعمال می‌شوند.

سناریو اول: کاهش ۱۰ تا ۱۰۰ درصدی تعرفه بدون تغییر بهره‌وری عوامل تولید در بخش انرژیهای تجدیدپذیر

سناریو دوم: کاهش ۱۰ تا ۱۰۰ درصدی تعرفه همراه با افزایش ۳ درصدی بهره‌وری عوامل تولید در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر.

سناریو سوم: کاهش ۱۰ تا ۱۰۰ درصدی تعرفه همراه با افزایش ۵ درصدی بهره‌وری عوامل تولید در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر.

سناریو چهارم: کاهش ۱۰ تا ۱۰۰ درصدی تعرفه همراه با افزایش ۷ درصدی بهره‌وری عوامل تولید در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر.

[1]. Purdue University

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

۶. نتایج شبیه‌سازی‌ها

با توجه به جدول (۳) قیمت کالاها در تمامی بخش‌های مورد بررسی با کاهش تعرفه کاهش می‌یابد. هر چه تعرفه به میزان بیشتری کاهش یابد، موجب کاهش قیمت کالاها به میزان بیشتری می‌شود. کاهش تعرفه موجب افزایش واردات کالاهای ICT می شود و قیمت این کالاها در کشورهای واردکننده کاهش خواهد یافت. بنابراین، متوسط هزینه کالاهای واسط در بخش‌های مختلف کمتر می شود. در بخش‌هایی که میزان بکارگیری آنها از کالاهای ICT بیشتر است، کاهش هزینه بیشتر و کاهش قیمتها شدیدتر خواهد بود. چنانچه همراه با کاهش تعرفه های وارداتی، بهره وری کل عوامل تولید در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر بهبود یابد، کاهش قیمت‌ها بیشتر خواهد شد. بهبود بهره وری موجب افزایش عرضه برق تجدیدپذیر می‌شود. این امر کاهش قیمت برق را به همراه خواهد داشت. برق به عنوان یک نهاده در تمامی بخشهای اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین کاهش قیمت برق می‌تواند هزینه تولید تمام کالاها و خدمات را کاهش دهد. در مجموع، بهبود بهره وری در بخش برق می‌تواند قیمت تمامی کالاها و خدمات را در اقتصاد کاهش دهد. هرچه افزایش بهره وری بیشتر باشد، کاهش قیمت‌ها بیشتر خواهد بود.

به عنوان مثال با کاهش ۱۰۰ درصدی تعرفه بدون تغییر بهره‌وری، قیمت برق تجدیدپذیر در بار پایه ۱ درصد کاهش یافته است. اما اگر همراه با کاهش ۱۰۰ درصدی تعرفه، بهره‌وری عوامل تولید در بخش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر ۷ درصد افزایش یابد در این صورت قیمت برق تجدیدپذیر در بار پایه به میزان حدوداً ۷ درصد کاهش می‌یابد.

در تمامی سناریوهای مورد بررسی، کاهش قیمت برق تولید شده توسط انرژی‌های تجدیدپذیر به میزان قابل توجهی بیشتر از سوخت‌های فسیلی بوده است دلیل آن می‌تواند افزایش بهره‌وری عوامل تولید و همچنین مجهز شدن ماشین‌آلات با ورود فناوری اطلاعات و ارتباطات باشد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

جدول ۳: درصد تغییر قیمت کالای بخش‌های مختلف تحت سناریوهای مختلف

سناریو اول: تغییر تعرفه بدون تغییر در بهره‌وری عوامل تولید انرژی‌های تجدیدپذیر										
تغییر تعرفه / درصد تغییر قیمت	-۱۰٪	۲۰٪	۳۰٪	۴۰٪	۵۰٪	۶۰٪	۷۰٪	۸۰٪	۹۰٪	۱۰۰٪
کشاورزی	-۰/۰۷۹	-۰/۱۶۱	-۰/۲۴۵	-۰/۳۳	-۰/۴۱۷	-۰/۵۰۶	-۰/۵۹۷	-۰/۶۸۹	-۰/۷۸۳	-۰/۸۸۰
زغال سنگ	-۰/۰۸۰	-۰/۱۶۲	-۰/۲۴۶	-۰/۳۳۲	-۰/۴۲۰	-۰/۵۰۹	-۰/۶۰۱	-۰/۶۹۴	-۰/۷۹۰	-۰/۸۸۷
نفت	۰/۰	۰/۰	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۲
گاز	۰/۰	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۳	-۰/۳	-۰/۳
سایر صنایع	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۲	-۰/۳	-۰/۴	-۰/۴	-۰/۵	-۰/۶	-۰/۷	-۰/۸
صنایع انرژی بر	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۲	-۰/۳	-۰/۳	-۰/۴	-۰/۵	-۰/۵	-۰/۶	-۰/۷
کالاهای ICT	-۰/۳	-۰/۶	-۰/۹	-۱/۲	-۱/۵	-۱/۸	-۲/۲	-۲/۵	-۲/۸	-۳/۲
RBL[1]	-۰/۱	-۰/۲	-۰/۳	-۰/۴	-۰/۵	-۰/۶	-۰/۷	-۰/۸	-۰/۹	-۱/۰
FBL[2]	۰/۰	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۳	-۰/۳	-۰/۳	-۰/۴
FPL[3]	۰/۰	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۳	-۰/۳	-۰/۳
RPL[4]	-۲/۵	-۵	-۷/۵	-۱۰	-۱۲/۵	-۱۴/۹	-۱۷/۳	-۱۹/۷	-۲۲/۱	-۲۴/۵
خدمات	-۰/۱	-۰/۲	-۰/۳	-۰/۴	-۰/۵	-۰/۶	-۰/۷	-۰/۸	-۰/۹	-۱/۰
سناریو دوم: تغییر تعرفه همراه با تغییر ۳ درصدی در بهره‌وری عوامل تولید بخش انرژی‌های تجدیدپذیر										
تغییر تعرفه / درصد تغییر قیمت	۱۰٪	۲۰٪	۳۰٪	۴۰٪	۵۰٪	۶۰٪	۷۰٪	۸۰٪	۹۰٪	۱۰۰٪
کشاورزی	-۰/۰۸۲	-۰/۱۶۳	-۰/۲۴۷	-۰/۳۳۲	۰-/۴۱۹	-۰/۵۰۸	-۰/۵۹۸	-۰/۶۹۱	-۰/۷۸۵	-۰/۸۸۲
زغال سنگ	-۰/۰۸۲	-۰/۱۶۴	-۰/۲۴۸	-۰/۳۳۴	-۰/۴۲۲	-۰/۵۱۲	-۰/۶۰۳	-۰/۶۹۶	-۰/۷۹۲	-۰/۸۹
نفت	۰/۰	۰/۰	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۲
گاز	۰/۰	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۳	-۰/۳	-۰/۴
سایر صنایع	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۲	-۰/۳	-۰/۴	-۰/۴	-۰/۵	-۰/۶	-۰/۷	-۰/۸
صنایع انرژی بر	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۲	-۰/۳	-۰/۳	-۰/۴	-۰/۵	-۰/۶	-۰/۶	-۰/۷
کالاهای ICT	-۰/۳	-۰/۶	-۰/۹	-۱/۲	-۱/۵	-۱/۸	-۲/۲	-۲/۵	-۲/۸	-۳/۲
RBL	-۳/۰	-۳/۱	-۳/۲	-۳/۳	-۳/۴	-۳/۵	-۳/۶	-۳/۶	-۳/۷	-۳/۸
FBL	۰/۰	-۰/۱	-۰/۱	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۲	-۰/۳	-۰/۳	-۰/۳	-۰/۴

[1]. Renewable electricity at base load
[2]. Fossil electricity at base load
[3]. Fossil electricity at peak load
[4]. Renewable electricity at peak load

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

FPL	۰/۰	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۲	−۰/۲	−۰/۲	−۰/۳	−۰/۳	−۰/۳
RPL	−۶۴/۵	−۶۵/۴	−۶۶/۳	−۶۷/۲	−۶۸	−۶۸/۹	−۶۹/۸	−۷۰/۷	−۷۱/۵	−۷۲/۴
خدمات	−۰/۱	−۰/۲	−۰/۳	−۰/۴	−۰/۵	−۰/۶	−۰/۷	−۰/۸	−۰/۹	−۱/۰
سناریو سوم: تغییر تعرفه همراه با تغییر ۵ درصدی در بهره‌وری عوامل تولید مربوط به بخش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر										
تغییر تعرفه / درصد تغییر قیمت	۱۰٪	۲۰٪	۳۰٪	۴۰٪	۵۰٪	۶۰٪	۷۰٪	۸۰٪	۹۰٪	۱۰۰٪
کشاورزی	−۰/۰۸۳	−۰/۱۶۵	−۰/۲۴۸	−۰/۳۳۴	−۰/۴۲۱	−۰/۵۰۹	−۰/۶۰۰	−۰/۶۹۲	−۰/۷۸۷	−۰/۸۸۳
زغال سنگ	−۰/۰۸۳	−۰/۱۶۶	−۰/۲۵۰	−۰/۳۳۶	−۰/۴۲۴	−۰/۵۱۳	−۰/۶۰۵	−۰/۶۹۸	−۰/۷۹۳	−۰/۸۹۱
نفت	۰/۰	۰/۰	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۲	−۰/۲	−۰/۲	−۰/۲
گاز	۰/۰	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۲	−۰/۲	−۰/۳	−۰/۳	−۰/۳	−۰/۴
سایر صنایع	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۲	−۰/۳	−۰/۴	−۰/۴	−۰/۵	−۰/۶	−۰/۷	−۰/۸
صنایع انرژی بر	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۲	−۰/۳	−۰/۳	−۰/۴	−۰/۵	−۰/۶	−۰/۶	−۰/۷
کالاهای ICT	−۰/۳	−۰/۶	−۰/۹	−۱/۲	−۱/۵	−۱/۸	−۲/۲	−۲/۵	−۲/۸	−۳/۲
RBL	−۴/۹	−۴/۹	−۵/۰	−۵/۱	−۵/۲	−۵/۳	−۵/۴	−۵/۵	−۵/۶	−۵/۷
FBL	۰/۰	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۲	−۰/۲	−۰/۲	−۰/۳	−۰/۳	−۰/۳	−۰/۴
FPL	۰/۰	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۲	−۰/۲	−۰/۲	−۰/۳	−۰/۳	−۰/۳
RPL	−۸۱/۵	−۸۲	−۸۲/۵	−۸۲/۹	−۸۳/۴	−۸۳/۹	−۸۴/۴	−۸۴/۸	−۸۵/۳	−۸۵/۴
خدمات	−۰/۱	−۰/۲	−۰/۳	−۰/۴	−۰/۵	−۰/۶	−۰/۷	−۰/۸	−۰/۹	−۱/۰
سناریو چهارم: تغییر تعرفه همراه با تغییر ۷ درصدی در بهره‌وری عوامل تولید مربوط به بخش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر										
تغییر تعرفه / درصدتغییر قیمت	۱۰٪	۲۰٪	۳۰٪	۴۰٪	۵۰٪	۶۰٪	۷۰٪	۸۰٪	۹۰٪	۱۰۰٪
کشاورزی	−۰/۰۸۵	−۰/۱۶۷	−۰/۲۵۰	−۰/۳۳۵	−۰/۴۲۲	−۰/۵۱۱	−۰/۶۰۱	−۰/۶۹۴	−۰/۷۸۸	−۰/۸۸۴
زغال سنگ	−۰/۰۸۶	−۰/۱۶۸	−۰/۲۵۱	−۰/۳۳۷	−۰/۴۲۵	−۰/۵۱۵	−۰/۶۰۶	−۰/۷	−۰/۷۹۵	−۰/۸۹۲
نفت	۰/۰	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۲	−۰/۲	−۰/۲	−۰/۲
گاز	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۲	−۰/۲	−۰/۲	−۰/۳	−۰/۳	−۰/۳	−۰/۴
سایر صنایع	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۲	−۰/۳	−۰/۴	−۰/۴	−۰/۵	−۰/۶	−۰/۷	−۰/۸
صنایع انرژی بر	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۲	−۰/۳	−۰/۳	−۰/۴	−۰/۵	−۰/۶	−۰/۶	−۰/۷
کالاهای ICT	−۰/۳	−۰/۶	−۰/۹	−۱/۲	−۱/۵	−۱/۸	−۲/۲	−۲/۵	−۲/۸	−۳/۲
RBL	−۶/۶	−۶/۷	−۶/۸	−۶/۹	−۷/۰	−۷/۱	−۷/۲	−۷/۳	−۷/۳	−۷/۴
FBL	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۲	−۰/۲	−۰/۲	−۰/۳	−۰/۳	−۰/۳	−۰/۴
FPL	۰/۰	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۱	−۰/۲	−۰/۲	−۰/۲	−۰/۳	−۰/۳	−۰/۳
RPL	−۸۹/۰	−۸۹/۱	−۸۹/۳	−۸۹/۴	−۸۹/۵	−۸۹/۶	−۸۹/۷	−۸۹/۸	−۸۹/۹	−۸۹/۹

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

خدمات	-۰/۱	-۰/۲	-۰/۳	-۰/۴	-۰/۵	-۰/۶	-۰/۷	-۰/۸	-۰/۹	-۰/۱

منبع: یافته‌های پژوهش

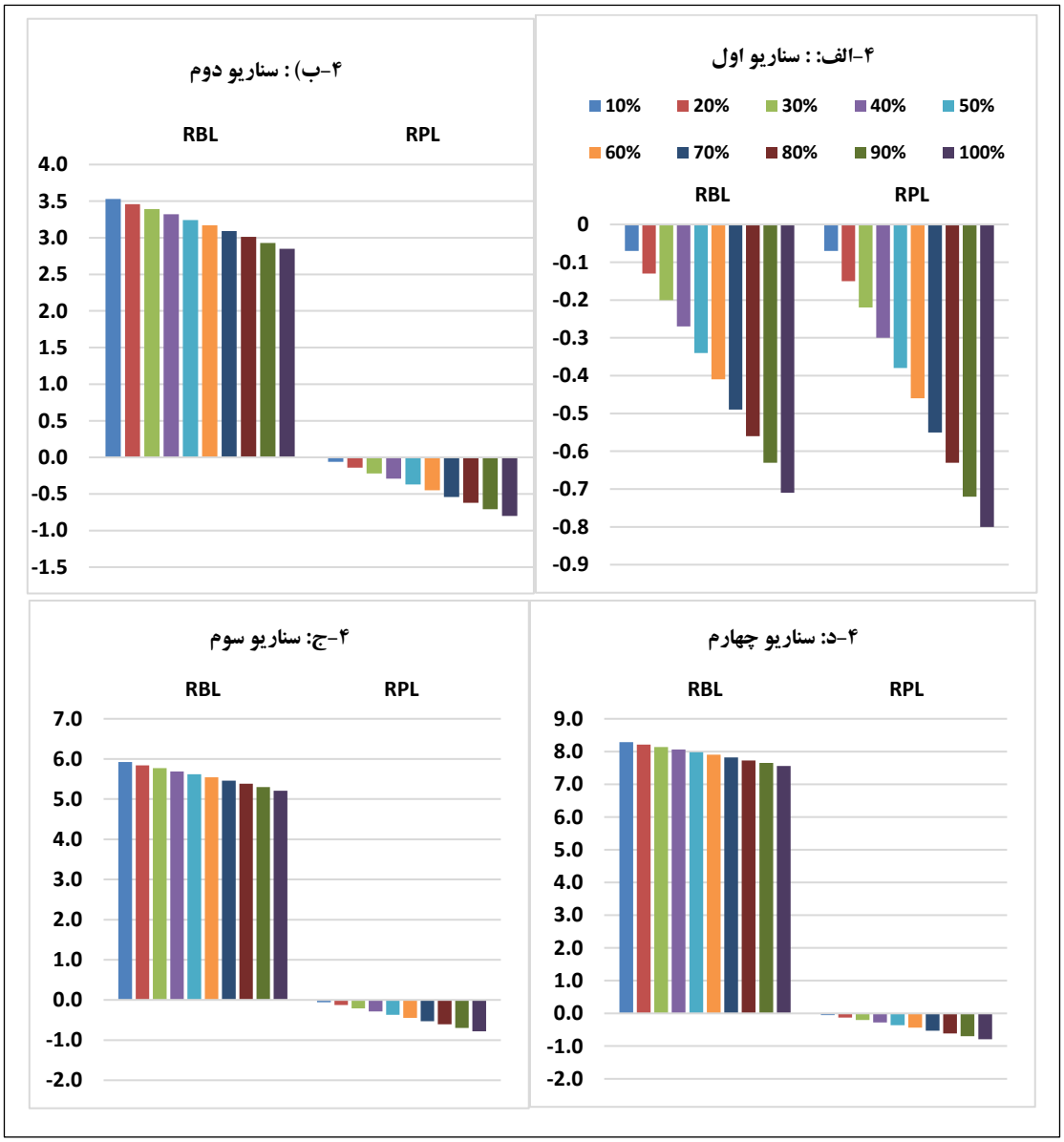
با توجه به جدول (۴)، با کاهش تعرفه های وارداتی کالاهای ICT تولید این کالاها در داخل کاهش می‌یابد. زیرا با آزاد شدن واردات این کالاها، کالاهای ICT خارجی جایگزین نمونه داخلی می‌شود. همچنین تولید بقیه بخش‌ها به جز برق، افزایش یافته و بیشترین افزایش مربوط به بخش گاز می‌باشد. افزایش واردات کالاهای ICT با قیمت ارزان‌تر موجب افزایش تقاضای آنها در فرایند تولید می‌شود. بکارگیری کالاهای دارای تکنولوژی بالا، عرضه کالاها و خدمات را در اکثر بخش‌ها افزایش خواهد داد. علاوه براین، استفاده از کالاهای ICT خارجی توسط مصرف کنندگان و تولیدکنندگان، میزان برق مصرفی را کاهش می‌دهد. بنابراین، تقاضا برای برق توسط خانوار و بنگاه‌ها کاهش خواهد یافت که در مرحله بعد موجب کاهش تولید برق فسیلی و تجدیدپذیر خواهد شد (جدول ۴).

نمودار (۴-الف) نشان دهنده‌ی درصد تغییر تولید برق تجدیدپذیر در دو بار پیک و پایه با تغییر ۱۰ تا ۱۰۰ درصدی تعرفه، بدون تغییر در بهره‌وری عوامل تولید مربوط به بخش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر است (سناریو اول) ، با کاهش هرچه بیشتر تعرفه، تولید برق تجدیدپذیر در دو بار پیک و پایه نیزکاهش یافته است، با توجه به نتایج این نمودار می‌توان به این نکته مهم دست یافت که اگر واردات کالاهای ICT همراه با تغییر بهره‌وری عوامل تولید در بخش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر نباشد می‌تواند حتی موجب کاهش تولید در این بخش‌ها شود. اما زمانی که واردات کالاهای ICT با افزایش ۳، ۵ و ۷ درصدی بهره وری عوامل تولید در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر، همراه باشد(نمودارهای۴- ب، ۴-ج،۴- د و جدول ۴) موجب افزایش تولید برق تجدیدپذیر در بار پایه می‌شود. اما تولید برق تجدیدپذیر در بار پیک در تمامی سناریوها کاهش یافته است. لازم به ذکر است که

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

میزان تولید برق تجدیدپذیر بار پیک در ایران صفر است. بنابراین، نرخ رشد تولید آن بعد از اجرای سناریوهای مختلف به هر میزانی که باشد، نشان‌دهنده تولید صفر در تعادل ثانویه خواهد بود.



نمودار ۴: مجموعه نمودارهای نشان دهنده‌ی درصد تغییر تولید RPL و RBL تحت سناریوهای مختلف

منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

جدول ۴: درصد تغییر تولید کالاهای بخش‌های مختلف تحت سناریوهای مختلف

سناریو اول: تغییر تعرفه بدون تغییر بهره وری عوامل تولید مربوط به بخش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر										
تغییر تعرفه / درصد تغییر تولید	۱۰٪	۲۰٪	۳۰٪	۴۰٪	۵۰٪	۶۰٪	۷۰٪	۸۰٪	۹۰٪	۱۰۰٪
کشاورزی	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۲۴	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۴۹
زغال سنگ	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۲۶	۰/۳	۰/۳۵	۰/۳۹	۰/۴۴
نفت	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۴۴	۰/۵۲	۰/۶	۰/۶۸	۰/۷۶
گاز	۰/۲۲	۰/۴۳	۰/۶۶	۰/۸۸	۱/۱۱	۱/۳۴	۱/۵۷	۱/۸۱	۲/۰۵	۲/۲۹
سایرصنایع	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۵۴	۰/۰۰۴۳	۰/۰۰۲۴	-۰/۰۰۰۱	-۰/۰۰۴
صنایع انرژی بر	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۲۱
کالاهای ICT	-۲/۰۲	-۴/۰۶	-۶/۱۲	-۸/۱۹	-۱۰/۲۸	-۱۲/۳۸	-۱۴/۵	-۱۶/۶۳	-۱۸/۷۷	-۲۰/۹۱
RBL	-۰/۰۷	-۰/۱۳	-۰/۲	-۰/۲۷	-۰/۳۴	-۰/۴۱	-۰/۴۹	-۰/۵۶	-۰/۶۳	-۰/۷۱
FBL	-۰/۱۱	-۰/۲۳	-۰/۳۵	-۰/۴۷	-۰/۶	-۰/۷۲	-۰/۸۵	-۰/۹۸	-۱/۱۲	-۱/۲۵
FPL	-۰/۱۱	-۰/۲۲	-۰/۳۴	-۰/۴۵	-۰/۵۷	-۰/۶۹	-۰/۸۲	-۰/۹۵	-۱/۰۸	-۱/۲۱
RPL	-۰/۰۷	-۰/۱۵	-۰/۲۲	-۰/۳	-۰/۳۸	-۰/۴۶	-۰/۵۵	-۰/۶۳	-۰/۷۲	-۰/۸
خدمات	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۲۸	۰/۳۳	۰/۳۸	۰/۴۴	۰/۴۹	۰/۵۴
سناریو دوم:تغییر تعرفه همراه با تغییر ۳ درصدی در بهره‌وری عوامل تولید مربوط به بخش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر										
تغییر تعرفه / درصد تغییر تولید	۱۰٪	۲۰٪	۳۰٪	۴۰٪	۵۰٪	۶۰٪	۷۰٪	۸۰٪	۹۰٪	۱۰۰٪
کشاورزی	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲	۰/۲۴	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۴۹
زغال سنگ	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/.۱۲	۰/۱۶	۰/۲	۰/۲۵	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۳۸	۰/۴۳
نفت	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۴۴	۰/۵۲	۰/۶	۰/۶۸	۰/۷۶
گاز	۰/۲	۰/۴۲	۰/۶۴	۰/۸۶	۱/۰۹	۱/۳۲	۱/۵۶	۱/۷۹	۲/۰۳	۲/۲۷
سایر صنایع	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	-۰/۰۰۱
صنایع انرژی بر	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۲۲
کالاهای ICT	-۲/۰۲	-۴/۰۶	-۶/۱۱	-۸/۱۹	-۱۰/۲۸	-۱۲/۳۸	-۱۴/۴۹	-۱۶/۶۲	-۱۸/۷۶	-۲۰/۹۱
RBL	۳/۵۳	۳/۴۶	۳/۳۹	۳/۳۲	۳/۲۴	۳/۱۷	۳/۰۹	۳/۰۱	۲/۹۳	۲/۸۵
FBL	-۰/۴۴	-۰/۵۵	-۰/۶۷	-۰/۷۹	-۰/۹۱	-۱/۰۴	-۱/۱۷	-۱/۳	-۱/۴۴	-۱/۵۷
FPL	-۰/۰۹	-۰/۲	-۰/۳۲	-۰/۴۳	-۰/۵۵	-۰/۶۷	-۰/۸	-۰/۹۲	-۱/۰۶	-۱/۱۹
RPL	-۰/۰۶	-۰/۱۴	-۰/۲۲	-۰/۲۹	-۰/۳۷	-۰/۴۵	-۰/۵۴	-۰/۶۲	-۰/۷۱	-۰/۸
خدمات	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۲۸	۰/۳۳	۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۴۹	۰/۵۴
سناریو سوم: تغییر تعرفه همراه با تغییر ۵ درصدی در بهره‌وری عوامل تولید مربوط به بخش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر										
تغییر تعرفه	۱۰٪	۲۰٪	۳۰٪	۴۰٪	۵۰٪	۶۰٪	۷۰٪	۸۰٪	۹۰٪	۱۰۰٪

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

درصد تغییر تولید										
کشاورزی	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲	۰/۲۴	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۴۹
زغال سنگ	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۲	۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۳۳	۰/۳۸	۰/۴۲
نفت	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۴۴	۰/۵۲	۰/۶	۰/۶۸	۰/۷۶
گاز	۰/۱۹	۰/۴	۰/۶۳	۰/۸۵	۱/۰۸	۱/۳۱	۱/۵۴	۱/۷۸	۲/۰۲	۲/۲۶
سایر صنایع	۰/۰۰۶۹	۰/۰۰۸۶	۰/۰۰۹۸	۰/۰۱۰۴	۰/۰۱۰۵	۰/۰۱	۰/۰۰۸۸	۰/۰۰۶۹	۰/۰۰۴۳	۰/۰۰۰۹
صنایع انرژی بر	۰/۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۲	۰/۲۳
کالاهای ICT	−۲/۰۱	−۴/۰۵	−۶/۱۱	−۸/۱۸	−۱۰/۲۷	−۱۲/۳۸	−۱۴/۴۹	−۱۶/۶۲	−۱۸/۷۶	−۲۰/۹۱
RBL	۵/۹۲	۵/۸۴	۵/۷۷	۵/۶۹	۵/۶۲	۵/۵۴	۵/۴۶	۵/۳۸	۵/۳	۵/۲۱
FBL	−۰/۶۵	−۰/۷۶	−۰/۸۸	−۱	−۱/۱۳	−۱/۲۵	−۱/۳۸	−۱/۵۱	−۱/۶۵	−۱/۷۸
FPL	−۰/۰۸	−۰/۱۹	−۰/۳	−۰/۴۲	−۰/۵۴	−۰/۶۶	−۰/۷۹	−۰/۹۱	−۱/۰۴	−۱/۱۷
RPL	−۰/۰۶	−۰/۱۳	−۰/۲۱	−۰/۲۹	−۰/۳۷	−۰/۴۵	−۰/۵۳	−۰/۶۱	−۰/۷	−۰/۷۸
خدمات	−۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۲۸	۰/۳۳	۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۴۹	۰/۵۴
سناریو چهارم: تغییر تعرفه همراه با تغییر ۷ درصدی در بهره‌وری عوامل تولید مربوط به بخش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر										
تغییر تعرفه / درصد تغییر تولید	۱۰٪	۲۰٪	۳۰٪	۴۰٪	۵۰٪	۶۰٪	۷۰٪	۸۰٪	۹۰٪	۱۰۰٪
کشاورزی	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱۵	۰/۲	۰/۲۵	۰/۳	۰/۳۵	۰/۴۰	۰/۴۴	۰/۴۹
زغال سنگ	۰/۰۲	−۰/۰۶	۰/۱	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۳۷	۰/۴۱
نفت	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۴۴	۰/۵۲	۰/۶	۰/۶۸	۰/۷۶
گاز	۰/۱۷	۰/۳۹	۰/۶۱	۰/۸۴	۱/۰۷	۱/۳	۱/۵۳	۱/۷۷	۲/۰۱	۲/۲۵
سایر صنایع	۰/۰۰۸۷	۰/۰۱۰۴	۰/۰۱۱۶	۰/۰۱۲۲	۰/۰۱۲۳	۰/۰۱۱۸	۰/۰۱۰۶	۰/۰۰۸۷	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۲۷
صنایع انرژی بر	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۲۴
کالاهای ICT	−۲/۰۱	−۴/۰۵	−۶/۱۱	−۸/۱۸	−۱۰/۲۷	−۱۲/۳۸	−۱۴/۴۹	−۱۶/۶۲	−۱۸/۷۶	−۲۰/۹۱
RBL	۸/۲۹	۸/۲۱	۸/۱۴	۸/۰۶	۷/۹۸	۷/۹	۷/۸۲	۷/۷۳	۷/۶۵	۷/۵۶
FBL	−۰/۸۶	−۰/۹۸	−۱/۰۹	−۱/۲۲	−۱/۳۴	−۱/۴۶	−۱/۵۹	−۱/۷۲	−۱/۸۶	−۱/۹۹
FPL	−۰/۰۶	−۰/۱۸	−۰/۲۹	−۰/۴۱	−۰/۵۳	−۰/۶۵	−۰/۷۷	−۰/۹	−۱/۰۳	−۱/۱۶
RPL	−۰/۰۵	−۰/۱۳	−۰/۲	−۰/۲۸	−۰/۳۶	−۰/۴۴	−۰/۵۳	−۰/۶۱	−۰/۷	−۰/۷۹
خدمات	−۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۲۸	۰/۳۳	۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۴۹	۰/۵۵

منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

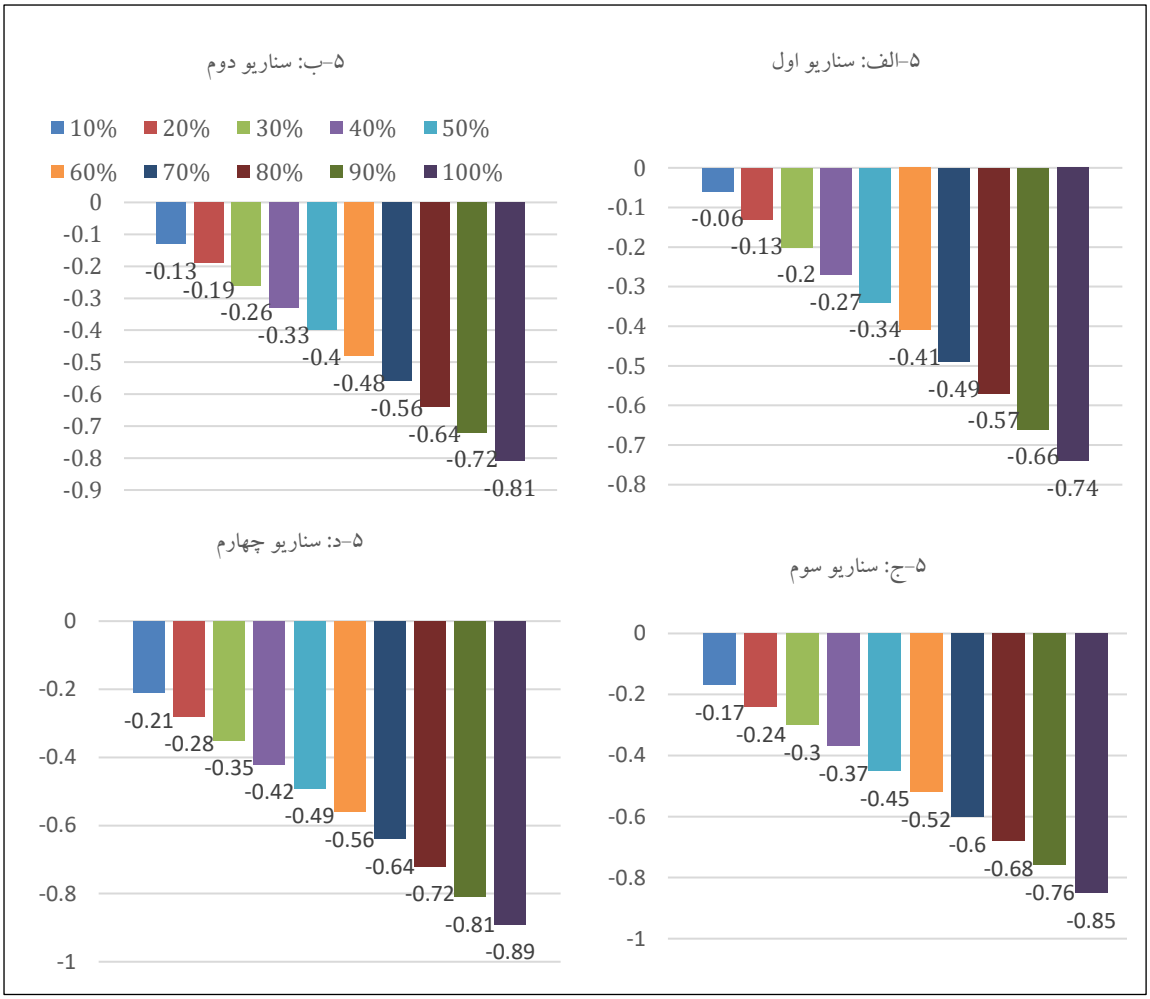
یکی دیگر از آثار حذف تعرفه های وارداتی ICT، تغییر در انتشار کربن است. نتایج نشان می‌دهد که با کاهش و یا حذف تعرفه ها، انتشار کربن کاهش خواهد یافت(نمودار۵–الف تا ۵– د). علاوه براین، بهبود بهره وری همراه با کاهش تعرفه های وارداتی شدت کاهش انتشار کربن را افزایش خواهد داد. ورود کالاهای ICT به داخل و استفاده از آنها توسط خانوار و بنگاهها، مصرف انرژی را کاهش داده و کاهش مصرف انرژی موجب می‌شود که انتشار کربن کم شود. بهبود بهره وری بنگاه‌ها در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر، تولید این انرژی‌ها را افزایش می‌دهد. بنابراین، برق تولید شده از سوخت‌های فسیلی کمتر تولید می‌شود. پیامد این تغییرات، کاهش بیشتر انتشار کربن بواسطه بهبود بهره وری خواهد بود. هرچه افزایش بهره وری بیشتر باشد، کاهش انتشار کربن بیشتر خواهد بود. به عنوان مثال در سناریوی چهارم، انتشار کربن نزدیک به ۰/۹ درصد کاهش یافته است درصورتیکه در سناریوی اول، کاهش انتشار به میزان ۰/۷۴ درصد است (مقایسه نمودار ۵–الف و ۵–د).

همانطور که بهمنی و همکاران[1] (۲۰۲۳) در مقاله‌ی خود به این نتیجه رسیدند که با حذف تعرفه واردات محصولات ICT، انتشار CO2 در ایران کاهش می‌یابد در این مطالعه نیز نتایج مشابهی به دست آمده است. با توجه به نمودارهای نمودار۵–الف تا ۵– د با مقایسهٔ هر چهار سناریو می‌توان به این نکته دست یافت که، با افزایش بهره‌وری عوامل تولید مربوط به بخش تولید انرژهای تجدیدپذیر، میزان انتشار CO2 نیز کاهش می‌یابد. با ورود کالاهای ICT ، کالا و تجهیزات جدید و به‌روز، جایگزین تجهیزات کهنه و فرسوده می‌شوند، از طرف دیگر میزان به کارگیری سوخت‌های فسیلی برای تولید انرژی کاهش پیدا می‌کند به همین دلیل انتشار CO2 کاهش می‌یابد.

[1]. Bahmani et al.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]



نمودار ۵: مجموعه نمودارهای نشان دهنده‌ی میزان انتشار CO2 تحت سناریوهای مختلف

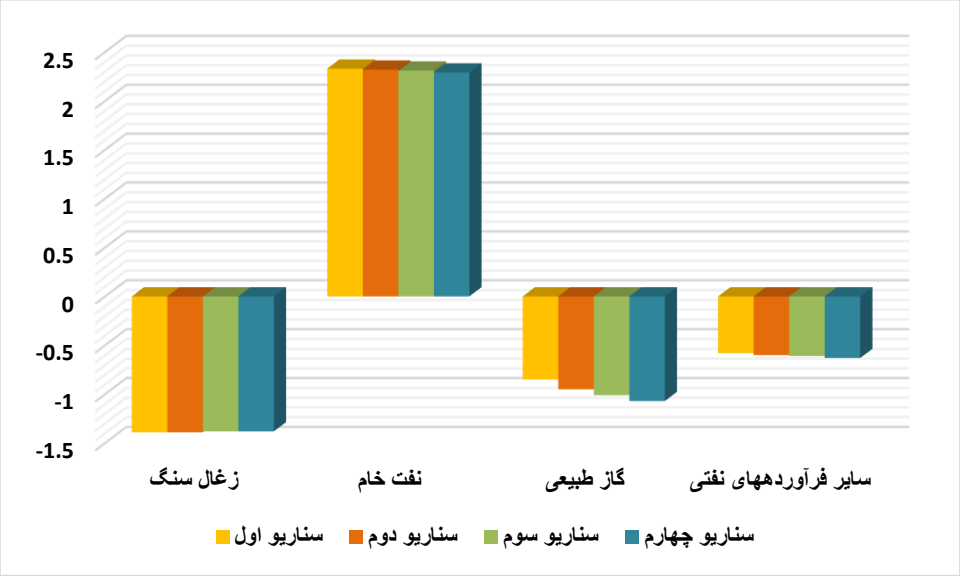
منبع: یافته‌های پژوهش

در نمودار ۶، نرخ رشد انتشار کربن با فرض کاهش ۱۰۰ درصدی تعرفه وارداتی کالاهای ICT همراه با تغییرات بهره‌وری نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که انتشار کربن ناشی از مصرف زغال سنگ کاهش یافته است. لازم به ذکر است که مصرف زغال سنگ در صنایع داخلی بسیار ناچیز است و تغییرات مثبت یا منفی انتشار کربن ناشی از مصرف زغال سنگ اثرات ناچیزی روی کل انتشار کربن در ایران دارد. علاوه براین، مصرف نفت خام نیز در اکثر بخش‌های اقتصادی ناچیز

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

است. فقط در تولید فراورده‌های نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. انتشار کربن ناشی از نفت خام نیز در بخش‌های مختلف به جز تولید فراورده‌های نفتی نزدیک به صفر است. اما تقریباً در تمام بخش‌ها تقاضای گاز و فراورده‌های نفتی وجود دارد. علاوه براین توسط خانوار نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین، کاهش یا افزایش انتشار کربن ناشی از گاز و فراورده‌های نفتی بیشترین تأثیر را بر کل انتشار کربن در ایران دارد. نتایج نشان می‌دهد که در هر چهار سناریو، انتشار کربن ناشی از مصرف گاز و فراورده‌های نفتی کاهش یافته است و با بهبود بهره‌وری، این اثرات تشدید شده است. لازم به ذکر است که براساس آمار ارائه شده در پایگاه داده‌های GTAP، سهم گاز از تولید برق ۶۷ درصد و سهم فراورده های نفتی نزدیک ۳۳ درصد است. به عبارت دیگر، تولید برق در ایران از نفت خام و زغال سنگ نزدیک صفر است.



نمودار ۶: کاهش انتشار کربن به تفکیک سوخت‌های فسیلی

منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

۷. تحلیل حساسیت

دقت نتایج در یک مدل CGE می تواند بستگی به مقادیر کشش های بکاررفته در مدل داشته باشد. معمولاً مقادیر آنها ممکن است معلوم نباشد و در مطالعات مختلف یا مقادیر آنها برآورد می‌شود و یا از سایر مطالعات اخذ می‌گردند. در این تحقیق پارامترهای کشش از منابع گوناگون استخراج شده اند که نیاز به اعتبار سنجی دارند و باید از دقت نتایج در برابر تغییر این پارامترها اطمینان حاصل شود. برای این منظور از تحلیل حساسیت سیستماتیک استفاده شده است. نتایج حاصل از تحلیل حساسیت، برآورد میانگین و انحراف معیار متغیرهای درونزای مدل می‌باشد که این برآوردها حاصل حل مدل در چندین نوبت می‌باشد که هرنوبت با مقادیر مختلف و متفاوت پارامترها صورت می‌گیرد. با استفاده از مقادیر میانگین و انحراف معیار بدست آمده می‌توان فواصل اطمینان در سطوح مختلف معنی داری برای متغیرهای درونزای مدل محاسبه نمود که در این تحقیق برای تمام متغیرها فاصله اطمینان ۹۵ درصد محاسبه شده است. تحلیل حساسیت نسبت به کشش‌های جانشینی کالاهای داخلی و خارجی (کشش آرمینگتون)، کشش جانشینی بین عوامل اولیه تولید و کشش جانشینی بین حامل‌های انرژی و براساس کاهش ۵۰ درصدی تعرفه وارداتی کالاهای ICT صورت گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که انحراف معیار متغیرهای درونزا پایین است. علاوه براین براساس فاصله اطمینان بدست آمده، علامت نتایج درسناریوهای مختلف تغییر نکرده است. نتایج تحلیل حساسیت در جدول شماره ۵ ارائه شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

جدول ۵:تحلیل حساسیت

بخشها	قیمتها				تولید			
	سناریوی اصلی	میانگین	انحراف معیار	فاصله اطمینان ۹۵٪	سناریوی اصلی	میانگین	انحراف معیار	فاصله اطمینان ۹۵٪
کشش جانشینی بین کالاهای داخلی و خارجی								
کشاورزی	−۰/۴۱۷	−۰/۴۱	۰/۰۳۱	(−۰/۵۵, −۰/۲۷)	۰/۲۴۳	۰/۲۴۵	۰/۰۲۹	(۰/۱۲, ۰/۳۷)
ذغالسنگ	−۰/۴۲۰	−۰/۴۳	۰/۰۴۲	(−۰/۶۲, −۰/۲۴)	۰/۲۱۳	۰/۲۱	۰/۰۲۱	(۰/۱۲, ۰/۳)
نفت	−۰/۱۰۸	−۰/۱	۰/۰۰۳	(−۰/۱۱, −۰/۰۹)	۰/۳۶۳	۰/۳۶۴	۰/۰۱	(۰/۳۲, ۰/۴۱)
گاز	−۰/۱۶۹	−۰/۱۶۵	۰/۰۲۲	(−۰/۲۶, −۰/۰۷)	۱/۱۰۹	۱/۱	۰/۰۱	(۱/۰۶, ۱/۱۴)
فرآورده های نفتی	−۰/۱۴۲	−۰/۱۳۹	۰/۰۱۴	(−۰/۲, −۰/۰۸)	−۰/۱۱۰	−۰/۱۲	۰/۰۰۹	(−۰/۱۶, −۰/۰۸)
سایر صنایع	−۰/۳۵۷	−۰/۳۶	۰/۰۱۹	(−۰/۴۴, −۰/۲۸)	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	(۰/۰۰۲, ۰/۰۱)
صنایع انرژی بر	−۰/۳۲۹	−۰/۳۳۱	۰/۰۴۸	(−۰/۵۵, −۰/۱۲)	۰/۰۸۵	۰/۰۸۴	۰/۰۰۸	(۰/۰۵, ۰/۱۲)
ICT	−۱/۵۱۳	−۱/۴۸	۰/۰۸	(−۱/۸۴, −۱/۱۲)	−۱۰/۲۸۱	−۱۰/۲۷۹	۰/۰۵	(−۱۰/۵, −۱۰/۰۶)
خدمات	−۰/۴۶۹	−۰/۴۴	۰/۰۷	(−۰/۷۵, −۰/۱۳)	۰/۲۷۵	۰/۲۷۶	۰/۰۱۱	(۰/۲۳, ۰/۳۳)
کشش جانشینی بین عوامل اولیه تولید								
کشاورزی	−۰/۴۱۷	−۰/۴۲	۰/۰۲۹	(−۰/۵۵, −۰/۲۹)	۰/۲۴۳	۰/۲۴۲	۰/۰۲	(۰/۱۵, ۰/۳۳)
ذغالسنگ	−۰/۴۲۰	−۰/۳۸	۰/۰۴۱	(−۰/۵۶, −۰/۲)	۰/۲۱۳	۰/۲۱۱	۰/۰۱۲	(۰/۱۶, ۰/۲۶)
نفت	−۰/۱۰۸	−۰/۱۱۱	۰/۰۰۲	(−۰/۱۲, −۰/۱)	۰/۳۶۳	۰/۳۶	۰/۰۲۲	(۰/۲۶, ۰/۴۶)
گاز	−۰/۱۶۹	−۰/۱۶۸	۰/۰۱۹	(−۰/۲۵, −۰/۰۸)	۱/۱۰۹	۱/۱	۰/۰۲۳	(۱, ۱/۲)
فرآورده های نفتی	−۰/۱۴۲	−۰/۱۳۶	۰/۰۱۱	(−۰/۱۹, −۰/۰۹)	−۰/۱۱۰	−۰/۱۱۵	۰/۰۰۳	(−۰/۱۳, −۰/۱)
سایر صنایع	−۰/۳۵۷	−۰/۳۵	۰/۰۱۶	(−۰/۴۲, −۰/۲۸)	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱۱	(۰/۰۰۱, ۰/۰۱)
صنایع انرژی بر	−۰/۳۲۹	−۰/۳۲	۰/۰۴۳	(−۰/۵۱, −۰/۱۳)	۰/۰۸۵	۰/۰۸۳	۰/۰۰۵	(۰/۰۶, ۰/۱۱)
ICT	−۱/۵۱۳	−۱/۴۹	۰/۰۷۸	(−۱/۸۴, −۱/۱۴)	−۱۰/۲۸۱	−۱۰/۲۸	۰/۰۴۴۹	(−۱۰/۴۸, −۱۰/۰۸)
خدمات	−۰/۴۶۹	−۰/۴۵۵	۰/۰۵۲	(−۰/۶۹, −۰/۲۲)	۰/۲۷۵	۰/۲۷۲	۰/۰۰۹	(۰/۱۶,۰/۵۵)
کشش جانشینی بین حاملهای انرژی در لایه انرژی								
کشاورزی	−۰/۴۱۷	−۰/۴۱۴	۰/۰۲۸	(−۰/۵۴, −۰/۲۹)	۰/۲۴۳	۰/۲۴۱	۰/۰۳۳	(۰/۰۹, ۰/۳۹)
ذغالسنگ	−۰/۴۲۰	−۰/۴۲۳	۰/۰۳۷	(−۰/۵۹, −۰/۲۶)	۰/۲۱۳	۰/۲۱۲	۰/۰۲۸	(۰/۰۹, ۰/۳۴)
نفت	−۰/۱۰۸	−۰/۱۰۴	۰/۰۰۳۱	(−۰/۱۲, −۰/۰۹)	۰/۳۶۳	۰/۳۶۱	۰/۰۰۸	(۰/۳۳, ۰/۴)
گاز	−۰/۱۶۹	−۰/۱۶۹	۰/۰۱۹	(−۰/۲۵, −۰/۰۸)	۱/۱۰۹	۱/۱۰۴	۰/۰۱۵	(۱/۰۴, ۱/۱۷)
فرآورده های نفتی	−۰/۱۴۲	−۰/۱۴	۰/۰۱۲	(−۰/۱۹, −۰/۰۹)	−۰/۱۱۰	−۰/۱۱	۰/۰۱۹	(−۰/۱۹, −۰/۰۳)
سایر صنایع	−۰/۳۵۷	−۰/۳۴۲	۰/۰۱۶	(−۰/۴۱, −۰/۲۷)	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱۴	(۰/۰۰, ۰/۱)
صنایع انرژی بر	−۰/۳۲۹	−۰/۳۲۷	۰/۰۴۵	(−۰/۵۳, −۰/۱۳)	۰/۰۸۵	۰/۰۸۴	۰/۰۱	(۰/۰۴, ۰/۱۳)
ICT	−۱/۵۱۳	−۱/۵۲	۰/۰۶	(−۱/۷۹, −۱/۲۵)	−۱۰/۲۸	−۱۰/۲۸	۰/۰۵۳۵	(−۱۰/۵۲, −۱۰/۰۴)
خدمات	−۰/۴۶۹	−۰/۴۴۵	۰/۰۷۱	(−۰/۷۶, −۰/۱۳)	۰/۲۷۵	۰/۲۷۲	۰/۰۱۴	(۰/۲۱, ۰/۳۳)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

۸. نتیجه‌گیری

در ارتباط با موضوع فناوری اطلاعات و ارتباطات و همچنین انرژی‌های تجدیدپذیر مطالعات زیادی انجام شده است اما تقریباً هیچ کدام از پژوهش‌های انجام شده به بررسی اثر واردات کالاهایICT بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، با توجه به الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه، نپرداخته‌اند. به همین دلیل در این پژوهش به بررسی این موضوع پرداخته شده است.

به دلیل تأثیر همزمان و در عین حال ارتباط زنجیره‌ای که بین واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد، از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه برای بررسی این ارتباط استفاده شده است. این مدل، سیستمی از معادلات است که به بررسی واکنش‌های متقابل بین معادلات و همچنین اجزاء آن‌ها می‌پردازد. در این نوع مدل‌ها متغیرهای درونزا، برون‌زا و قیود تصفیه-کننده‌ی بازار وجود دارد. اساساً این معادلات از نظریات اقتصادی استخراج شده‌اند. برای بررسی اثر واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر چهار سناریو در رابطه با تغییر میزان تعرفه بر واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات و همچنین تغییرات بهره‌وری عوامل تولید مربوط به بخش انرژی‌های تجدیدپذیر، مطرح شده است.

نتایج نشان می‌دهد که در تمامی سناریوها، تولید برق فسیلی در دو بار پیک و پایه و همچنین تولید کالاهای ICT کاهش می‌یابد زیرا با آزاد شدن واردات این کالاها، کالاهای ICT خارجی جایگزین نمونه داخلی می‌شود و تولید این کالاها در داخل کاهش می‌یابد همچنین تولید بقیه بخش‌ها افزایش یافته و بیشترین افزایش مربوط به بخش گاز می‌باشد.

با اعمال سناریو اول (تغییر ۱۰ تا ۱۰۰ درصدی تعرفه، بدون تغییر در بهره‌وری عوامل تولید مربوط به بخش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر) با کاهش هرچه بیشتر تعرفه، تولید برق تجدیدپذیر در دو بار پیک و پایه نیزکاهش یافته است اما زمانی که واردات کالاهای ICT با افزایش ۳، ۵ و ۷ درصدی بهره وری عوامل تولید مربوط به بخش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر(سناریو دوم تا چهارم) ، همراه باشد موجب افزایش تولید برق تجدیدپذیر در بار پایه می‌شود. تولید برق تجدیدپذیر در بار پیک در تمامی سناریوها کاهش یافته است و با افزایش بهره‌وری نتایج تغییری نمی‌کند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

با توجه به نمودارهای ۵-الف تا ۵- د ، با مقایسهٔ هر چهار سناریو می‌توان به این نکته دست یافت که، با کاهش تعرفه بر واردات کالاهای ICT میزان انتشار CO2 کاهش می‌یابد بدین صورت که با ورود کالاهای ICT ، از یک طرف کالا و تجهیزات جدید و به‌روز، جایگزین تجهیزات کهنه و فرسوده می‌شوند و از طرف دیگر میزان به کارگیری سوخت‌های فسیلی برای تولید انرژی کاهش پیدا می‌کند و موجب کاهش انتشار CO2 می‌شود. همچنین با افزایش هر چه بیشتر بهره‌وری عوامل تولید مربوط به بخش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر CO2 به میزان بیشتری کاهش می‌یابد .

لازم به ذکر است که با کاهش تعرفه بر واردات کالاهای ICT قیمت کالاها در بخش‌های مورد بررسی کاهش پیدا کرده است. با توجه به نتایج تحقیق، مهم‌ترین توصیه‌های سیاستی به شرح زیر است:

۱- از آنجاییکه رونق اقتصادی منجر به مصرف بیشتر انرژی می‌شود، بهترین راه حل برای پایداری زیست محیطی، انطباق نوآوری‌های انرژی پاک و استراتژی‌های صرفه‌جویی در انرژی، از طریق تجارت ICT است. برای این منظور پیشنهاد می‌شود که تعرفهٔ وضع شده بر کالاهایICT را کاهش داده و همچنین همراه با کاهش تعرفه شرایطی در داخل کشور فراهم شود تا بتوان به بهترین نحو، از قابلیت‌های این نوع کالاها در بخش‌های مولد و حساس استفاده شود.

۲- فراهم نمودن زمینه لازم برای استفاده بیشتر از تکنولوژی بکار رفته در کالاهای ICT وارداتی. استفاده بیشتر و بهتر نیاز به ارتقای دانش فنی و بهبود شاخص‌های قابلیت جذب تکنولوژی دارد.

۳- سرمایه‌گذاری بیشتری در برنامه‌های تحقیق و توسعه برای بخش انرژی پاک جهت بهبود بهره وری و افزایش توان تولیدی در این بخش.

۹. تقدیر و تشکر

نویسندگان از کلیه مشارکت‌کنندگان در انجام این تحقیق، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

References

Afzal, M.N.I. & Gow, J. (2016). Electricity Consumption and Information and Communication Technology in the Next Eleven Emerging Economies. *International Journal of Energy Economics and Policy, Econ journals*, 6(3), 381-388.

Alizadeh, M. & Gulkhandan, A. (2014). Measuring the impact of information and communication technology (ICT) on energy consumption in selected countries of the MENA region (systemic GMM approach). *Journal of Regional Economics and Development*, 22(10), 116-139. (In Persian).

A˜n´on Hig´on, D., Gholami, R., & Shirazi, F. (2017). ICT and environmental sustainability: a global perspective. *Telematics Inf*, 34(4), 85-95.

Armaroli, N., & Balzani, V. (2011). Towards an electricity-powered world. *Energy and Environmental Science*. 4(9). 3193-3222.

Armaroli, N., & Balzani, V. (2016). Solar Electricity and solar fuels: Status and Perspectives in the Context of the Energy Transition. Chemistry- A European journal.22(1). 32-57.

Azam, A., Rafiq, M., Shafique, M., & Yuan, J. (2021). An empirical analysis of the non-linear effects of natural gas, nuclear energy, renewable energy and ICT-Trade in leading CO2 emitter countries: Policy towards CO2 mitigation and economic sustainability. *Journal of Environmental Management* 286.

Bahmani, M., Nejati, M., Hajipour,M. (2023). Environmental Impacts of ICT Imports from North and South: The Case of Iran. *Agrociencia Journal, 57(9).*

Berimani, Mehdi and Kaabi Nejadian, Abdul Razzaq. (2014). Development Renewable energies in Iran (surveying obstacles and proposing solutions). *Scientific promotional quarterly of renewable and new energies*, (1), pp. 2. . (In Persian).

Bezazan, F., & Soleimani Movahhed, M. (2012). *An introduction to computable general equilibrium models*: Ni published. 131-134. (In Persian).

BP, 2021. *Statistical Review of World Energy*, 70th edition.

Cho, Y., Lee, J., & Kim, T.Y. (2007). The impact of ICT investment and energy price on industrial electricity demand Dynamic growth model approach. *Energy Policy*, 35(9), 4730-4738.

Dong, K., Sun, R., Jiang, H., & Zeng, X. (2018). CO2 emissions, economic growth, and the environmental Kuznets curve in China: what roles can nuclear energy and renewable energy play? *Journal of Cleaner Production*, 196:51-63.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

Ghasemi, A.R., & Mohammad Khanpour Ardabil, R. (2013). Investigating the impact of information and communication technology on the intensity of energy consumption in the transportation sector. *Iranian Energy Economy Research Journal*, 4 (13), 169-190. (In Persian).

Han, B., Wang, D., Ding, W., & Han, L. (2016). Effect of information and communication technology on energy consumption in China. *Springer; International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, 84(1), 297-315.

Havakhor, M. (2014). Production of electrical energy from renewable sources based on the goals of the fifth development plan of the country. *The fourth international conference on new approaches in energy conservation. Tehran.* (In Persian).

Hilty, L. M. & Page, B. (2014). Information technology and renewable energy Modelling, simulation, decision support and environmental assessment. Environmental Impact Assessment Review, 52: 1-68

Hiltty, L.M. & Ruddy, T.F. (2010). Sustainable development and ICT interpreted in a natural science context: the resulting research question for the social sciences, Information, Communication & Society. 13(1), 7-22.

Hu, J. L., Chen, Y.C., & Yang, Y. P. (2022). The Development and Issues of Energy-ICT: A Review of Literature with Economic and Managerial Viewpoints. *Energies*, 15(2), 594.

IEA, 2018. Energy Policies of IEA Countries: Switzerland 2018 Review. *International Energy Agency*.

IEA, 2022. Global Energy Review: CO2 Emissions in 2021. *International Energy Agency*.

Mahdavi, R. (1393). Evaluation of supplementary policies for energy price reform in the transportation sector: computable general equilibrium model. *Iranian Energy Economics Research Journal*, 3 (12), 145-178. (In Persian).

Mazini, A., & Jafarikhah, T. (2019). Evaluation of the effect of the expansion of information and communication technology on the intensity of energy consumption in Iran (provincial approach). *Quarterly Journal of Energy Economics Studies*, 16 (67), 117-140. (In Persian).

Montazeri, Mehran (2017), The impact of international trade and information technology on environmental pollution in D8 and G8 countries, Master's thesis, Faculty of Economics, Management and Administrative Sciences, Semnan University. (In Persian).

Moosmann, L., Neier, H., Mandl, N., & Radunsky, K. (2016). Implementing the Paris Ggreement- issues at Stake in View of the Cop 22 Climate Change

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

Conference in Marrakesh, Policy Department A: Economic and Scientific Policy. 319-587.

Mousavi, M., Shah Abadi, A., & Shayganmehr, S. (2016). The impact of technology spillover from foreign direct investment channel and import of goods on the share of renewable energy production in total energy. *Technology Development Management Quarterly*, 5(1), 99-122. (In Persian).

Murshed, M., Chadni, M.H., Ferdaus, J., 2020. Does ICT trade facilitate renewable energy transition and environmental sustainability? Evidence from Bangladesh. *Energy Ecol. Environ*. 5, 470–495.

Murshed, M., Saboori, B., Madaleno, M., Wang, H., Dogan, ˇ B., 2022b. Exploring the nexuses between nuclear energy, renewable energy, and carbon dioxide emissions: The role of economic complexity in the G7 countries. Renew. *Energy* 190, 664–674.

Nejati,M., Ibrahim Shah, Muhammad., 2023. How does ICT trade shape environmental impacts across the north-south regions? Intra-regional and Inter-regional perspective from dynamic CGE model. *Technological Forecasting & Social Change, 186.*

Nikoyee, F., Alavi Rad, A., & Mousavi, S. N. (2018). The effect of the expansion of information and communication technology (ICT) on the consumption of renewable energy in Iran's economic sectors (industry, services, agriculture). *Agricultural Economics Research*, 13(2), 294-281. (In Persian).

Peters, J. (2016). GTAP-E-Power: an electricity-detailed economy-wide model. *Journal of global economic analysis*, 1(2): 156-187**.**

Peters, J.C. & T.W. Hertel. (2017). Achieving the Clean Power Plan 2030 CO2target with the new normal in natural gas prices. *The Energy Journal*, 38(5):23-50.

Sarkodie, S.A., & Adams., A. (2018). Renewable energy, nuclear energy, and environmental pollution: Accounting for political institutional quality in South Africa. *Science of the Total Environment*, 643, 1590–1601.

Shahabadi, Abolfazl., Moradi, Ali., & Mehradfar, Zahra. (2023). The effect of knowledge components on the production of renewable energy in selected member countries of the Organization of Islamic Cooperation. *Scientific Quarterly Journal of Industrial Economics Research*, 21(6). 35-48. (In Persian).

Solarin, S.A., Shahbaz, M., Khan, H.N., & Razali, R. Bin. (2019). ICT, financial development, economic growth and electricity consumption: new evidence from Malaysia. *International Management Institute*, 22(4), 941-962.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]

Stallo, C., De Sanctis, M., Ruggieri, M., Bisio, I., & Marchese, M. (2010). ICT Applications in Green and Renewable Energy Sector. *Proceedings of the Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises*, 175-179.

Wakelin, O., & Shadrach, B. (2001). Impact assessment of appropriate and innovative technologies in enterprise development. 1-36.

Zamaniyan, Gh. (2019). Technology spillover through trade and foreign direct investment on productivity: the case of OECD and Non-OECD countries (PHD thesis). *Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan.* (In Persian).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.51.3.8]