



Investigating the Impact of Urbanization on Energy Efficiency in Iraq

Abdolrahim Hashemi Dizaj^{1✉} , Hatef Hazeri² , Sajjad Ali Hussein Al-Karani³ 

1. Corresponding Author, Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. E-mail: a.hashemi@uma.ac.ir
2. Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. E-mail: hatef_hazeri@yahoo.com
3. Department of Economics, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. E-mail: ssajjadbahadly@gmail.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 29 October 2024

Revised: 26 January 2025

Accepted: 31 January 2025

Published online: 29 December 2025

Keywords:

Energy Efficiency,

Urbanization Rate, Data

Envelopment Analysis (DEA).

ABSTRACT

Iraq is one of the countries that has witnessed rapid population growth and urbanization. This growth may lead to increased energy needs in various sectors such as transportation, construction, industry, and services. Investigating the impact of population growth on energy efficiency can lead to improved energy consumption in the country. Because energy efficiency reduces energy waste, reduces costs, and increases economic competitiveness. Given the importance of this issue, the main objective of this study is to investigate the impact of urbanization on energy efficiency during the period 1990 to 2022 in the cities of Baghdad, Basra, and Erbil in Iraq.

In this study, energy efficiency is estimated by data envelopment analysis (DEA) method, and then by ARDL method, the effect of urbanization rate on it is investigated.

Results of this study showed that urbanization had a positive and significant effect on energy efficiency in Iraq. Also, based on other results of this study, the impact of the variables of GDP growth, human capital index, gross fixed capital formation, foreign direct investment and industrial added value on energy efficiency is also positive and significant, and the trend of energy efficiency in Iraq, despite its fluctuation, It is somewhat bullish. Therefore, urbanization can affect energy efficiency through various channels, such that it enhances energy consumption patterns and the effectiveness of energy policies to improve efficiency.

Cite this article: Hashemi Dizaj, A., Hazeri, H., & Ali Hussein Al-Karani, S. (2026). Investigating the Impact of Urbanization on Energy Efficiency in Iraq. *Journal of Geography and Planning*, 29 (94), 187-200. <http://doi.org/10.22034/gp.2025.64252.3319>



© The Author(s).

DOI: <http://doi.org/10.22034/gp.2025.64252.3319>

Publisher: University of Tabriz.

Introduction

Urban areas account for a significant portion of global energy consumption and greenhouse gas emissions. As urbanization continues to grow, their energy needs will also increase. Understanding the relationship between urbanization and energy efficiency is crucial for reducing the environmental impact of cities, reducing carbon emissions, and addressing climate change. This phenomenon has multiple impacts on social, economic, and environmental structures. Studies show that urban development is more influenced by the urban construction system than anything else, and urban development rules and regulations play a significant role in regulating urban development. In the context of urban development, efficiency refers to the appropriate allocation of resources to improve urban infrastructure and services, and achieving sustainable development in cities requires assessing progress towards sustainable urban development. Efficiency refers to the ability of a system to achieve set goals with maximum effectiveness. In urban management, efficiency means providing timely and effective services to citizens. Research shows that evaluating the effectiveness and efficiency of public participation processes in urban decision-making can lead to improved urban management and planning. Energy efficiency is actually the optimal and efficient use of energy with the aim of reducing the growth of energy demand, significantly reducing the consumption of fossil fuels, and subsequently increasing the supply of healthy energy.

Materials and Methods

This study is an applied research in terms of its purpose that examines the impact of urbanization on energy efficiency in three cities: Baghdad, Basra, and Erbil. Library method was used to compile theoretical literature and research background and to collect quantitative data from reliable sources. The data used are from the period 1990 to 2022.

Independent variables

Urbanization rate (URB): The ratio of urban population to total population; general population data from the World Bank and the urban population ratio was extracted from the National Center for Statistics of Iraq and the Population Identification Division.

Gross Domestic Product (GDP): At constant 2015 prices; This indicator is made available by the World Bank.

Human Capital Index (SC): Based on the average years of education of the active population; which is obtained by the World Bank Human Capital Database based on the average years of education.

Gross Fixed Capital Formation (INV): Investment in infrastructure divided by GDP; GDP is obtained from the World Bank and infrastructure investment is obtained from the Ministry of Finance.

Foreign Direct Investment (FDI) Inflows: Total foreign capital flows into the country; extracted from data on FDI flows to different countries in the World Bank.

Industrial Value Added (AddIND): Share of value added of the industrial sector in GDP: Economic reports containing details of industrial value added are obtained from the International Monetary Fund.

Dependent Variable: Energy Efficiency (EN):

This variable is calculated using the Data Envelopment Analysis (DEA) method. Inputs include fossil fuel consumption, oil, gas, electricity, investment in energy infrastructure and labor. Outputs include gross domestic product (GDP), labor productivity and energy exports.

Results

Based on the results, the impact of the urbanization rate variable on energy efficiency in Iraq is positive and significant in the short and long term. Also, the results of the ECM coefficient estimation show that if a shock occurs to energy efficiency, it takes approximately 2 years for the absorption shock and energy efficiency to return to their long-term trend.

Conclusion

Energy efficiency improvements as a result of urbanization are possible through various channels. These include reducing energy consumption in urban transport systems by developing efficient public transport, increasing energy efficiency in buildings by using modern technologies and insulation standards, and economies of scale due to population and economic activities being concentrated. These not only reduce energy consumption but also contribute to sustainability goals and greenhouse gas emissions reduction. For example, population density

and urban planning based on green city concepts can directly and indirectly contribute to improving energy efficiency. However, rapid urbanization without planning can also bring challenges. These include increased energy consumption due to inefficient management, pressure on energy infrastructure, and environmental impacts from growing energy demand. In this context, energy-oriented policies and comprehensive urban planning can play a key role in managing the aforementioned challenges.

Keyword: Energy Efficiency, Urbanization Rate, Data Envelopment Analysis (DEA).





بررسی تأثیر شهرنشینی بر کارایی انرژی در عراق

عبدالرحیم هاشمی دیزج^۱، هاتف حاضری^۲، سجاد علی حسین الکرعانی^۳

۱. نویسنده مسئول، دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: a.hashemi@uma.ac.ir

۲. دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: hatef_hazeri@yahoo.com

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: ssajjadbahadly@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۸ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۲ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۰/۰۸ کلیدواژه‌ها: کارایی انرژی، نرخ شهرنشینی، تحلیل پوششی داده (DEA)	عراق یکی از کشورهایی است که شاهد رشد جمعیت و شهرنشینی سریع بوده است. این رشد ممکن است منجر به افزایش نیازهای انرژی در بخش‌های مختلف مانند حمل و نقل، ساخت و ساز، صنعت و خدمات شود. بررسی تأثیر رشد جمعیت بر کارایی انرژی، می‌تواند بهبود مصرف انرژی را در کشور به دنبال داشته باشد. چرا که کارایی انرژی باعث کاهش هدر رفت انرژی، کاهش هزینه‌ها و افزایش رقابت‌پذیری اقتصادی می‌شود. با توجه به اهمیت این موضوع، هدف اصلی این مطالعه بررسی تأثیر شهرنشینی بر کارایی انرژی طی دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۲ در شهرهای بغداد، بصره و اربیل کشور عراق است. در این مطالعه ابتدا با روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، کارایی انرژی تخمین زده شده است و سپس با روش ARDL به بررسی تأثیر نرخ شهرنشینی بر آن پرداخته شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که شهرنشینی تأثیری مثبت و معنادار بر کارایی انرژی در عراق داشته است. همچنین براساس سایر نتایج این مطالعه، تأثیر متغیرهای رشد تولید ناخالص داخلی، شاخص سرمایه انسانی، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و ارزش افزوده صنعتی بر کارایی انرژی نیز مثبت و معنادار بوده و روند کارایی انرژی در عراق، علیرغم نوسانی بودن آن، تا حدی صعودی است. بنابراین، شهرنشینی می‌تواند بر کارایی انرژی از کانال‌های مختلفی اثرگذار باشد، بطوری که الگوهای مصرف انرژی و اثربخشی سیاست‌های انرژی را در جهت بهتر شدن کارایی تقویت کند.

استناد: هاشمی دیزج، عبدالرحیم؛ حاضری، هاتف و علی حسین الکرعانی، سجاد (۱۴۰۴). بررسی تأثیر شهرنشینی بر کارایی انرژی در عراق. جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۲۹ (۹۴)، ۲۰۰-۱۸۷.

<http://doi.org/10.22034/gp.2025.64252.3319>



© نویسنده گان

ناشر: دانشگاه تبریز



پروہشگاہ علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

مناطق شهری بخش قابل توجهی از مصرف انرژی جهانی و انتشار گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص می‌دهند. با ادامه رشد شهرنشینی، نیازهای انرژی آن‌ها نیز افزایش می‌یابد. درک رابطه بین شهرنشینی و کارایی انرژی برای کاهش اثرات زیست محیطی شهرها، کاهش انتشار کربن و پرداختن به تغییرات آب و هوایی بسیار مهم است. به طور کلی شهرنشینی فرآیندی است که در آن جمعیت به‌طور فزاینده در مناطق شهری متمرکز می‌شود. این پدیده تأثیرات متعددی بر ساختارهای اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی دارد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که توسعه شهری بیش از هر چیزی تحت تأثیر نظام ساخت‌وسازهای شهری است و ضوابط و مقررات شهرسازی نقش بسزایی در نظم‌بخشی به توسعه شهری دارند (کبیری و همکاران، ۱۴۰۲). با این وجود، باید بین رشد و توسعه شهری نیز تفاوت قائل شد. چرا که توسعه در شهرها در جهش پایدار و دائمی در برخورداری از منابع و امکانات و پویایی اجتماعی، اقتصادی و محیطی معنا شده و به مدیریت و برنامه‌ریزی پایدار در شهرها می‌انجامد، در حالی که رشد شهری بر خلاف توسعه، می‌تواند جوانب منفی را نیز در پی داشته باشد (خزایی و ساسان‌پور، ۱۴۰۲). در زمینه توسعه شهری، کارایی به تخصیص مناسب منابع در جهت بهبود زیرساخت‌ها و خدمات شهری اشاره دارد و تحقق دستیابی به توسعه پایدار در شهرها نیازمند ارزیابی پیشرفت در راستای توسعه پایدار شهری است (شالی محمد و همکاران، ۱۴۰۳). این در حالی است که کارآمدی به توانایی یک سیستم در دستیابی به اهداف تعیین‌شده با حداکثر اثربخشی اشاره دارد. در مدیریت شهری، کارآمدی به معنای ارائه خدمات به‌موقع و مؤثر به شهروندان است. تحقیقات نشان می‌دهد که ارزیابی اثربخشی و کارایی فرآیندهای مشارکت عمومی در تصمیم‌سازیهای شهری می‌تواند به بهبود مدیریت و برنامه‌ریزی شهری منجر شود (شیرخدائی و شرفی، ۱۴۰۱). برای ارتقای کارایی و کارآمدی در مدیریت شهری، استفاده از رویکرد حکمروایی خوب شهری توصیه می‌شود. این رویکرد می‌تواند به بهبود کارایی و اثربخشی مدیریت شهری منجر شود و مسائل و مشکلات مدیریت شهری سنتی را کاهش دهد (فدوی‌نیا و همکاران، ۱۴۰۱). منظور از کارایی انرژی نیز در واقع مصرف بهینه و کارآمد انرژی با هدف کاهش رشد تقاضای انرژی، کاهش قابل توجه مصرف سوخت‌های فسیلی و در پی آن افزایش عرضه انرژی سالم است. افزایش مداوم جمعی شهری و مصرف زمین باعث شده است که تقاضای زیاد انرژی به منظور روشنایی، گرمایش، سرمایش و حمل و نقل در شهرها متمرکز شود. بدین ترتیب ایجاد شهرهای با انرژی کارا یکی از مهمترین وظایف برنامه‌ریزان شهری است (رفعیان و همکاران، ۱۴۰۳). کارایی انرژی ارتباط تنگاتنگی با چندین هدف توسعه پایدار (SDG) دارد که توسط سازمان ملل متحد مشخص شده است (یو و همکاران^۱، ۲۰۲۲). این در حالی است که کاهش منابع و مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف بیش از حد انرژی به یکی از چالش‌های اصلی توسعه انسانی در قرن بیست و یکم تبدیل شده است. بهبود کارایی انرژی کلید دستیابی به اهداف حفظ انرژی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و توسعه سبز است (چن^۲ و همکاران، ۲۰۲۲). با نگاهی به روند توسعه کشورهای بزرگ جهان به عنوان شاهرگ توسعه اقتصادی ملی، انرژی به عنوان نیروی محرکه رشد اقتصادی یک کشور یا منطقه نقش بدیهی دارد. در عین حال، وابستگی اقتصاد جهانی به انرژی به طور قابل توجهی کاهش نیافته است، بلکه عمیق‌تر شده است (ژانگ^۳ و همکاران، ۲۰۲۰). در سال ۲۰۲۱، کل مصرف انرژی جهانی به حدود ۱۵/۴۳ میلیارد تن معادل نفت رسیده است که حدود ۵۰ درصد آن در چین، آمریکا و هند به مصرف رسیده است. از سوی دیگر، موفقیت توسعه اقتصادی و تحولات اقتصادی، نرخ شهرنشینی را که در سال ۱۹۵۰، تنها ۲۹ درصد بود، به حدود ۵۰ درصد در سال ۲۰۰۹ رسانده است. کشورهای توسعه یافته تقریباً شهرنشینی خود را با سطح بالای بیش از ۸۰ درصد، تکمیل کرده‌اند. در این کشورها هم اکنون شهرنشینی کند و روندی پایدار را تجربه می‌کند، در حالی که کشورهای در حال توسعه در میان مدت شهرنشینی با سرعت بالا قرار دارد. از این رو، افزایش جمعیت شهری و گسترش وسعت شهرها، آنها را به یکی از مهم‌ترین مشارکت‌کنندگان در مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان تبدیل کرده و

1. Yu & Luo

2. Chen

3. Zhang

فشار روز افزونی بر منابع طبیعی و محیط زیست وارد نموده است (ژونگ و لی^۱، ۲۰۲۰). از آنجایی که انرژی یک منبع طبیعی ضروری برای جامعه و همچنین یک پایه اساسی برای توسعه اقتصادی است، بنابراین، شهرنشینی با سرعت بالا به ناچار شدت مصرف انرژی را افزایش می‌دهد. طبق آمار داده‌های سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD)، شهرها ۶۰ تا ۸۰ درصد انرژی جهان را مصرف می‌کنند که تقریباً به همان نسبت انتشار دی‌اکسید کربن است (ناز^۲ و همکاران، ۲۰۲۰). در صورت عدم بهبود وضعیت فعلی، شهرنشینی انرژی زیادی مصرف می‌کند که منجر به تامین ناکافی انرژی و در نهایت مهار شهرنشینی می‌شود (لی^۳ و همکاران، ۲۰۲۱). چنین مشکلاتی همان چیزی است که اقتصاددانان آن را «مقاومت رشد» در برابر مصرف منابع در فرآیند شهرنشینی می‌نامند. در روند شهرنشینی در کشورهای در حال توسعه، آلودگی محیط زیست ناشی از مصرف انرژی اولیه نیز به موضوع داغ نگرانی جهانی تبدیل شده است. به منظور کاهش مصرف انرژی اولیه و مهار اثر گلخانه‌ای، کشورها نیز به طور فعال اقداماتی را برای کاهش شدت انرژی و بهبود کارایی انرژی در طی دوره رشد شهرنشینی انجام می‌دهند (چیانگ^۴، ۲۰۲۰). به عنوان مثال، کشورها متعهد به توسعه منابع انرژی تجدیدپذیر برای جایگزینی مصرف انرژی اولیه هستند. هدف آن‌ها افزایش ۴۳ درصدی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر بین سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۲ است. این امر نه تنها می‌تواند از خطر تمام شدن انرژی اولیه جلوگیری کند بلکه مقدار زیادی از مصرف انرژی را در شهرها کاهش دهد (لون و همکاران، ۲۰۲۰). شهرنشینی از سه بعد بر کارایی انرژی تأثیر می‌گذارد. در مرحله اول، عناصر مختلف شهرنشینی به طرق مختلف بر مصرف انرژی تأثیر می‌گذارند. در مرحله دوم، شهرنشینی به دلیل پیچیدگی فرآیند، پیوندهای پیچیده‌ای با مصرف انرژی دارد. در مرحله سوم، مداخلات سیاست شهری در مورد فرآیند شهرنشینی می‌تواند استفاده از انرژی را تغییر دهد (جریس و نا^۵، ۲۰۲۰؛ وانگ^۶ و همکاران، ۲۰۲۱). این موضوع در نهایت منجر به یک رابطه پیچیده بین شهرنشینی و کارایی انرژی در کشورهای با سطوح مختلف توسعه شده و اختلاف نظر بین محققان را موجب می‌شود. افزایش نرخ شهرنشینی و تلاش برای مدیریت مصرف انرژی از یک طرف ممکن است منجر به بهبود روش‌های مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری و کارایی انرژی شود و از سوی دیگر نیز احتمال می‌رود تا با افزایش شتابان نرخ شهرنشینی و رشد بالای مصرف انرژی، بهبود رویکردهای مصرف انرژی نتواند تغییری در کارایی انرژی ایجاد نماید. بنابراین نتایج در کشورهای مختلف بسته به سطح شهرنشینی و وسعت آن در طول زمان می‌تواند بسیار متفاوت باشد (آلواردو^۷ و همکاران، ۲۰۲۱).

بنابراین، مطالعه تاثیر شهرنشینی بر کارایی انرژی به شناسایی استراتژی‌ها و سیاست‌ها برای دستیابی به این اهداف و ارتقای توسعه پایدار شهری کمک می‌کند. شهرنشینی بر منابع انرژی، هم از نظر عرضه و هم از نظر مقرون به صرفه بودن، فشار می‌آورد. با توجه به این که با گسترش شهرها، تقاضا برای منابع انرژی مانند برق، گاز طبیعی و سوخت‌های گرمایشی/سرمایشی افزایش می‌یابد (گارگ و ورما^۸، ۲۰۲۳)، مطالعه کارایی انرژی در مناطق شهری می‌تواند به شناسایی راه‌هایی برای بهینه سازی استفاده از منابع، کاهش اتلاف انرژی و افزایش امنیت انرژی کمک کند و از تامین انرژی قابل اعتماد و پایدار برای جمعیت شهری اطمینان حاصل کند. کارایی انرژی در مناطق شهری می‌تواند منافع اقتصادی قابل توجهی را به همراه داشته باشد. با کاهش مصرف انرژی و هزینه‌ها، مشاغل و خانوارها می‌توانند در هزینه‌ها صرفه جویی کنند. علاوه بر این، فناوری‌ها و شیوه‌های کارآمد انرژی می‌توانند نوآوری را تقویت کنند، فرصت‌های شغلی ایجاد کنند و رشد اقتصادی را تحریک کنند (یو و همکاران، ۲۰۲۲). درک پیامدهای اقتصادی شهرنشینی بر کارایی انرژی به سیاست‌گذاران و کسب و کارها کمک می‌کند تا تصمیمات آگاهانه‌ای اتخاذ کنند که از اقتصادهای شهری پایدار و شکوفا حمایت می‌کند. کارایی انرژی در مناطق شهری پیامدهای

1. Zhong & Li

2. Naz

3. Liu

4. Chiang

5. Jeris, Nath

6. Wang

7. Alvarado

8. Garg, Verma

مستقیمی بر سلامت و رفاه عمومی دارد. ساختمان‌های کم مصرف با عایق کاری و تهویه مناسب کیفیت و راحتی هوای داخلی را بهبود می‌بخشد (نیویس^۱ و همکاران، ۲۰۲۳). کاهش اتکا به سوخت‌های فسیلی و آلودگی هوا منجر به کیفیت بهتر هوای بیرون، کاهش بیماری‌های تنفسی و بهبود سلامت کلی می‌شود. مطالعه تأثیر شهرنشینی بر کارایی انرژی به شناسایی استراتژی‌هایی برای ایجاد محیط‌های زندگی سالم برای ساکنان شهری کمک می‌کند. مطالعه تأثیر شهرنشینی بر کارایی انرژی، بینش‌های ارزشمندی را برای سیاست‌گذاران، برنامه‌ریزان شهری و کارشناسان انرژی فراهم می‌کند. موضوعی که به توسعه سیاست‌ها، مقررات و مشوق‌های مؤثری کمک می‌کند تا شیوه‌ها و فناوری‌های کارآمد انرژی را ترویج می‌کنند. با مطالعه بهترین شیوه‌ها و درس‌های آموخته‌شده از بافت‌های مختلف شهری، سیاست‌گذاران می‌توانند استراتژی‌های هدفمندی را برای به حداکثر رساندن کارایی انرژی در مناطق شهری طراحی کنند که منجر به شهرهای پایدارتر و تاب‌آورتر می‌شود (یو و همکاران، ۲۰۲۲). شهرنشینی نیاز به نوآوری‌های تکنولوژیکی و پیشرفت در کارایی انرژی را تحریک می‌کند. مطالعه تأثیر شهرنشینی بر کارایی انرژی می‌تواند به نوآوری در زمینه‌هایی مانند شبکه‌های هوشمند، یکپارچه سازی انرژی‌های تجدیدپذیر، سیستم‌های حمل و نقل هوشمند و ساختمان‌های با انرژی کارآمد دامن بزند.

در دهه‌های اخیر، رشد سریع شهرنشینی به یکی از پدیده‌های برجسته در کشورهای در حال توسعه تبدیل شده است. این فرآیند، هرچند مزایایی نظیر افزایش دسترسی به خدمات و زیرساخت‌ها را به همراه داشته است، اما چالش‌های قابل توجهی نیز در زمینه بهره‌وری انرژی، توسعه پایدار و مدیریت منابع ایجاد کرده است. از آنجایی که عراق به ویژه در شهرهای بزرگ آن، در حال توسعه سریع شهری است، تقاضای آن برای انرژی افزایش یافته است و از سوی دیگر، عراق برای تامین نیازهای انرژی خود به شدت به منابع نفت و گاز متکی است. بنابراین، شهرهای مهمی که با این چالش‌ها مواجه هستند، می‌توان به شهرهای بغداد، بصره و اربیل اشاره کرد. رشد بی‌رویه جمعیت شهری و تقاضای فزاینده برای انرژی، این شهرها را با بحران‌هایی در زمینه کارایی انرژی روبه‌رو ساخته است. از این‌رو، این مطالعه در پی یافتن پاسخی به این سؤال است که آیا افزایش شهرنشینی در این شهرها می‌تواند به کاهش کارایی انرژی منجر شود یا فرصت‌هایی برای بهبود آن فراهم می‌آورد؟ در واقع، نبود اطلاعات کافی در مورد ارتباط میان الگوهای شهرنشینی و کارایی انرژی در این مناطق، شکافی تحقیقاتی را ایجاد کرده که پر کردن آن می‌تواند به برنامه‌ریزی‌های کارآمدتر منجر شود. از این‌رو، با توجه به اهمیت این موضوع، بررسی تأثیر شهرنشینی بر کارایی انرژی در کشور عراق موضوع این مطالعه قرار گرفته و تأثیر شهرنشینی بر کارایی انرژی را با روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA^۲)، طی دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۲ بررسی نموده است.

پیشینه پژوهش

۱. مطالعات خارجی

در حوزه بررسی تأثیر شهرنشینی بر کارایی انرژی، مطالعات متعددی در کشورهای مختلف انجام شده است که در ادامه به مرور برخی از این مطالعات پرداخته می‌شود. خو و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی به تحلیل کارایی انرژی با روش DEA با روشی مروری و تجربی پرداختند. این مقاله ابتدا وضعیت کلی ادبیات مرتبط انتشار یافته در دوره زمانی ۲۰۱۹-۲۰۱۱ را تجزیه و تحلیل نموده و در پایان نیز به صورت تجربی این موضوع آزمون شده است. یافته‌ها بیان‌گر تأثیرگذاری نرخ شهرنشینی، رشد اقتصادی، تشکیل سرمایه و سرمایه انسانی بر کارایی انرژی بوده است. لون و همکاران^۳ (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات شهرنشینی بر کارایی انرژی در چین با استفاده از مدل‌های کارایی کوتاه مدت و بلند مدت طی دوره زمانی ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۷ در ۳۰ استان چین با رویکرد داده‌های پانلی پرداختند. یافته‌های این مطالعه با رویکرد اثرات ثابت نشان داد که شهرنشینی تأثیری مثبت و معنادار بر کارایی انرژی در استان‌های مورد بررسی در چین داشته است. سایر نتایج این مطالعه نیز نشان داد که صنعتی شدن، بهره‌وری

1. Neves

2. Data Envelopment Analysis

3. Lvn, Y; Chen, W; Cheng

بخش کشاورزی و همچنین جمعیت، تاثیر مثبت بر کارایی انرژی در چین به عنوان پر مصرف‌ترین کشور جهان در بخش انرژی داشته است. یو و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات نرخ شهرنشینی و یک سری از متغیرهای کلان اقتصادی بر کارایی انرژی در استان‌های چین طی دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ با رویکرد پانل دیتا پرداختند. یافته‌های این مطالعه نشان داد که شهرنشینی تاثیری مثبت و معنادار بر کارایی انرژی داشته است. همچنین براساس سایر نتایج رشد اقتصادی، سرمایه انسانی و ارزش افزوده صنعتی، تاثیر مثبت و معناداری بر کارایی انرژی در دوره مورد مطالعه داشته است. نیویس و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی به تحلیل و سنجش کارایی انرژی و عوامل موثر بر آن در منتخبی از شرکت‌های پرتغالی با روش GMM طی دوره زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸ پرداخته‌اند. جهت پاسخ به سوالات پژوهش، از داده‌های مربوط به ۴۵۷ شرکت انرژی پرتغالی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که نرخ رشد اقتصادی، سرمایه و شهرنشینی به عنوان متغیرهای کلان تاثیر گذار بر کارایی انرژی بوده‌اند. گارگ و ورما (۲۰۲۳) در پژوهشی به بررسی و تحلیل کاربرد روش تحلیل پوششی داده برای تخمین کارایی انرژی در بخش تولید محصول هند در دوره ۲۰۱۰-۲۰۲۰ پرداختند. نهاده اصلی این الگو در برگیرنده ۳ نهاده کود و برق و نرخ شهرنشینی و خروجی نیز شامل محصول تولیدی می‌باشد. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که تنها پنج ایالت از بیست ایالت مورد بررسی دارای کارایی انرژی کامل بوده‌اند و بقیه ایالت‌ها دارای کارایی انرژی بالایی نیستند. این یافته‌ها همچنین بیانگر تاثیرگذاری شهرنشینی، برق و کود در بهبود کارایی انرژی بوده است.

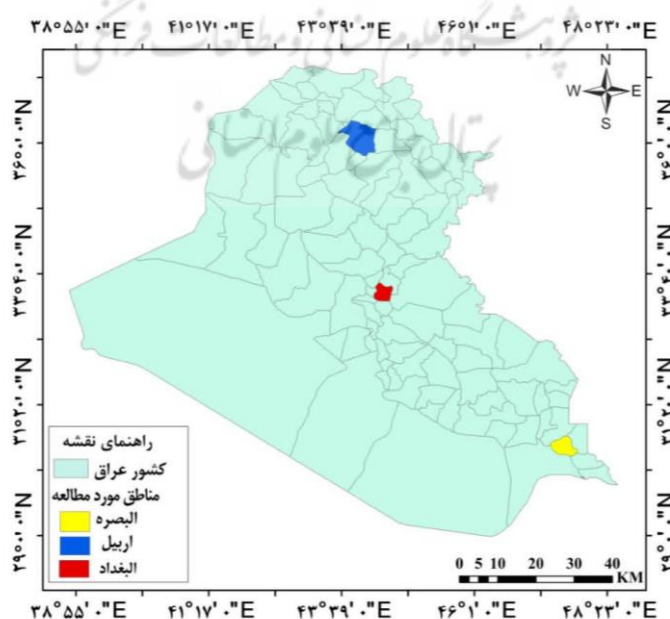
۲. مطالعات داخلی

در میان مطالعات انجام شده در داخل کشور می‌توان به مطالعه سالم و همکاران اشاره نمود. گلی و محنت‌فر (۱۳۹۹) در مطالعه‌ای به بررسی اثر صنعتی شدن و شهرنشینی بر کارایی انرژی در استان‌های ایران با روش اقتصادسنجی فضایی ترکیبی طی دوره زمانی ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۴ پرداختند. یافته‌های مربوط به روش DEA نشان داده است که استان‌های بوشهر و ایلام به ترتیب دارای بالاترین و کمترین میزان کارایی انرژی (معادل ۰/۴۱ و ۰/۱۶) بوده‌اند. همچنین یافته‌های مربوط به اقتصادسنجی فضایی نشان داد که اثرات سرریز و مثبت کارایی انرژی در میان استان‌های ایران وجود داشته است. از سوی دیگر براساس سایر نتایج، تاثیرات مستقیم صنعتی شدن و شهرنشینی بر کارایی انرژی تاثیر مثبت و معنادار و تاثیرات سرریز نیز منفی و معنادار بوده است. شیرافکن لمسو و قادری (۱۴۰۰) به بررسی اثرات جمعیت نیمه شهرنشینی در استان‌های ایران بر روی کارایی انرژی پرداختند. دوره زمانی این پژوهش ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ بوده و روش مورد استفاده در این پژوهش روش اقتصادسنجی فضایی پویا بوده است. یافته‌های پژوهش نشان داد که نیمه شهرنشینی دارای تأثیر مثبت بر کارایی، تولید ناخالص داخلی واقعی، نیروی کار، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و جمعیت با تحصيلات دبیرستان و بالاتر دارای تأثیر مثبت بر کارایی انرژی بوده‌اند. زروکی و مقدسی سدهی (۱۴۰۱) در مطالعه‌ای به تحلیل تغییر در قیمت حقیقی انرژی و اثر آن بر روی کارایی انرژی در ایران طی دوره زمانی ۱۳۵۰ تا ۱۳۹۶ پرداختند. روش تجزیه و تحلیل این مطالعه برای برآورد الگو، رویکرد خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی نامتقارن است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد اثر تغییر قیمت انرژی بر روی کارایی انرژی در بلندمدت مثبت و معنادار است. سایر یافته‌ها نشان داد که کاهش قیمت انرژی در بخش خانگی و صنعت بر میزان کارایی انرژی تاثیرات مثبت و معنادار داشته است و تاثیرات رشد قیمت انرژی بر کارایی انرژی در این قسمت‌ها معنادار نبوده است. همچنین اثر رشد اقتصادی، شهرنشینی و سرمایه نیز به ترتیب مثبت، منفی و مثبت و معنادار بوده است. سالم و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی به بررسی اثرات زیرساخت‌های حمل و نقل بر کارایی انرژی در بخش صنعت در استان‌های ایران طی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۸ با رویکرد PSTR پرداختند. یافته‌های این مقاله بیانگر اثرات غیرخطی زیرساخت‌های حمل و نقل و شهرنشینی و رشد اقتصادی بر روی کارایی انرژی در استان‌های بوده است. این نتایج بیانگر مثبت بودن اثرات رشد اقتصادی و زیرساخت‌ها و تاثیر منفی شهرنشینی بر کارایی انرژی بوده است. رفیعیان و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی کارایی انرژی و اثرات آن در ضوابط و مقررات شهری با تاکید بر الگوی پهنه‌بندی در منطقه ۶ تهران پرداختند. روش مورد استفاده در این پژوهش روش کتابخانه‌ای و میدانی با استفاده از پرسشنامه و تحلیل داده‌های ثانویه و تکنیک تحلیل سلسله مراتبی AHP است. نتایج پژوهش نشان داد که کارایی انرژی در این منطقه با اعمال ضوابط و مقررات شهری کاهنده بوده است که باعث افزایش مصرف انرژی گردیده است.

روش پژوهش

معرفی منطقه مورد مطالعه

عراق، کشوری در غرب آسیا، از شمال با ترکیه، از شرق با ایران، از غرب با سوریه و اردن، و از جنوب با عربستان سعودی و کویت هم‌مرز است. با توجه به آمار ارائه شده توسط وزارت برنامه ریزی کشور عراق با جمعیتی حدود ۴۴ میلیون نفر، یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان نفت در جهان و عضوی از اوپک است. کشور عراق به دلیل موقعیت ژئواستراتژیک و منابع طبیعی غنی، نقش مهمی در اقتصاد و سیاست منطقه‌ای دارد. در عین حال، این کشور در چند دهه گذشته با چالش‌های مختلفی از جمله جنگ، بی‌ثباتی سیاسی و تخریب زیرساخت‌ها مواجه بوده است. رشد شهرنشینی در عراق از دهه ۱۹۷۰ شتاب گرفت، اما جنگ‌های داخلی و تحولات سیاسی در دهه‌های بعدی باعث نوسانات جدی در روند شهرنشینی شدند. در حال حاضر، بیش از ۷۰ درصد جمعیت عراق در مناطق شهری زندگی می‌کنند، و این نسبت در حال افزایش است. بغداد به‌عنوان پایتخت و بزرگ‌ترین شهر عراق با جمعیتی بیش از ۹ میلیون نفر، نقش حیاتی در بخش‌های اقتصادی، سیاسی و اجتماعی و فرهنگی این کشور ایفا می‌کند. این شهر با رشد جمعیت سریع و مهاجرت از مناطق روستایی به شهری مواجه است، اما با مشکلات زیرساختی و خدمات شهری نیز دست‌به‌گریبان است. بصره، واقع در جنوب عراق، به عنوان یکی از بزرگ‌ترین مراکز صنعتی و تجاری این کشور، تأثیر زیادی بر مصرف انرژی و به‌ویژه در حوزه نفت و گاز دارد. این شهر با جمعیتی حدود ۴ میلیون نفر، دومین شهر بزرگ عراق به شمار می‌رود. رشد شهرنشینی در بصره تحت تأثیر گسترش صنایع و مهاجرت نیروی کار از مناطق دیگر کشور است. اربیل، نیز به عنوان مرکز اقلیم کردستان عراق، در سال‌های اخیر شاهد رشد سریع شهری و توسعه زیرساخت‌ها بوده و با جمعیتی بیش از ۱٫۶ میلیون نفر، یکی از پایدارترین شهرهای عراق از نظر امنیت و توسعه اقتصادی است. با این وجود، عراق در برنامه‌ریزی شهری با چالش‌های متعددی مواجه است که به‌طور مستقیم بر رشد شهرنشینی و کیفیت زندگی شهری تأثیر می‌گذارد. این چالش‌ها عبارت‌اند از کمبود زیرساخت‌های حمل‌ونقل، آب و فاضلاب، و مدیریت پسماند، بی‌ثباتی سیاسی و اقتصادی، مصرف انرژی‌های فسیلی، آلودگی صنعتی، و افزایش وسایل نقلیه شخصی که به آلودگی هوای شهری دامن زده است. به‌رغم تلاش‌های اقلیم کردستان عراق برای توسعه پایدار، سایر مناطق شهری همچنان از عدم توزیع عادلانه منابع رنج می‌برند. از آنجایی که این تحقیق بر تأثیر شهرنشینی بر کارایی انرژی در سه شهر بزرگ عراق، بغداد، بصره و اربیل، متمرکز است. در شکل (۱) موقعیت مکانی این شهرها در کشور عراق نشان داده شده است.



شکل ۱. نقشه عراق و شهرهای اربیل، بغداد و بصره

این مطالعه از نظر هدف، پژوهشی کاربردی است که به بررسی تأثیر شهرنشینی بر کارایی انرژی در سه شهر بغداد، بصره و اربیل می‌پردازد. برای تدوین ادبیات نظری و پیشینه تحقیق از روش کتابخانه‌ای و برای جمع‌آوری داده‌های کمی از منابع معتبر استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده مربوط به بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۲ هستند.

متغیرهای تحقیق

بررسی تأثیر شهرنشینی بر کارایی انرژی بر اساس مدل زیر با رویکرد خودتوضیح با وقفه‌های گسترده ($ARDL^1$) انجام شده است:

$$EN_t = \beta_0 + \beta_1 URB_t + \beta_2 GDP_t + \beta_3 SC_t + \beta_4 INV_t + \beta_5 FDI_t + \beta_6 AddIND_t + \varepsilon_t \quad (\text{معادله ۱})$$

در این مدل متغیرها به شرح زیر است:

متغیرهای مستقل

نرخ شهرنشینی: (URB) نسبت جمعیت شهرنشین به کل جمعیت؛ داده‌های کلی جمعیتی از بانک جهانی و جسنیت جمعیت شهرنشین از مرکز ملی آمار عراق و بخش جمعیت شناسایی استخراج شده است.

تولید ناخالص داخلی: (GDP) به قیمت ثابت ۲۰۱۵؛ این شاخص توسط بانک جهانی در دسترس قرار گرفته است.

شاخص سرمایه انسانی: (SC) براساس متوسط سال‌های تحصیل جمعیت فعال؛ که توسط پایگاه داده سرمایه انسانی بانک جهانی براساس متوسط سال‌های تحصیل بدست آمده است.

تشکیل سرمایه ثابت ناخالص (INV): سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها تقسیم بر GDP ؛ GDP توسط بانک جهانی و میزان سرمایه‌گذاری در زیر ساخت‌ها توسط وزارت مالیه بدست آمده است.

ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی: (FDI) کل جریان سرمایه خارجی به داخل کشور؛ که از داده‌های مربوط به جریان‌های FDI به کشورهای مختلف در بانک جهانی استخراج شده است.

ارزش افزوده صنعتی ($AddIND$): سهم ارزش افزوده بخش صنعت از GDP ؛ گزارش‌های اقتصادی شامل جزئیات ارزش افزوده صنعتی از صندوق بین‌المللی پول بدست آمده است.

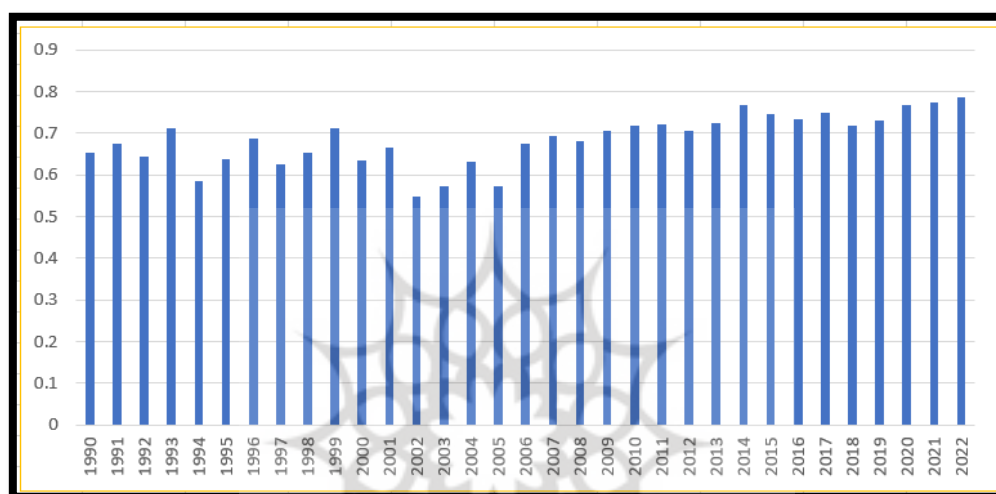
متغیر وابسته: کارایی انرژی: (EN)

این متغیر با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) محاسبه شده است. نهاده‌ها شامل مصرف انرژی‌های فسیلی، نفت، گاز، برق، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی و نیروی کار هستند. ستاده‌ها نیز شامل تولید ناخالص داخلی (GDP)، بهره‌وری نیروی کار و صادرات انرژی است.

محاسبه کارایی انرژی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) انجام شده است. این روش برای ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده ($DMUs$) بر اساس نهاده‌ها و ستاده‌های مشخص به کار می‌رود. روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) فرآیندی کمی است که با هدف ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده ($DMUs$) مانند شهرها، شرکت‌ها، یا کشورها بر اساس نهاده‌ها (ورودی‌ها) و ستاده‌ها (خروجی‌ها) انجام می‌شود. در این مطالعه محاسبه کارایی انرژی به روش مدل BCC (متغیر بودن بازه به مقیاس) اجرا شده است. بدین منظور، ابتدا واحدهای تصمیم‌گیرنده (بغداد، بصره، و اربیل) مشخص شده و منابع مصرفی آنها بر اساس (مصرف انرژی فسیلی، مصرف نفت، مصرف گاز، مصرف برق، سرمایه‌گذاری در

زیرساخت‌های انرژی و نیروی کار) مشخص شده است. سپس، خروجی‌هایی که به واسطه نهاده‌ها تولید می‌شوند، شامل (تولید ناخالص داخلی (GDP)، بهره‌وری نیروی کار و صادرات انرژی) تعیین شده است. در نهایت داده‌های مربوط به نهاده‌ها و ستاده‌ها برای همه DMUs گردآوری و استاندارد شده (به شکل بازده به مقیاس) و با نرم افزار stata کارایی نسبی آن‌ها محاسبه شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس نرم‌افزارهای استاتا نسخه ۱۷ و ایویوز نسخه ۱۱ استفاده گردیده است.

با در نظر گرفتن مقدار کارایی انرژی در محور عمودی، روند کارایی انرژی در عراق براساس برآوردهای صورت گرفته در شکل (۲) نشان می‌دهد، عراق در زمینه کارایی انرژی در وضعیت مناسبی قرار ندارد و از کارایی کامل (کارایی=۱) فاصله زیادی دارد؛ به طوری که در هیچ سالی کارایی کامل یا نزدیک به آن در طول دوره مشاهده نشده است. این داده‌ها در ادامه وارد مدل پژوهش به عنوان متغیر وابسته خواهد شد تا اثرات شهرنشینی و سایر متغیرهای توضیحی مدل بر آن بررسی شود.



شکل ۲. روند کارایی انرژی در عراق در طی دوره مورد مطالعه

آزمون مانایی

در ادامه به برآوردهای آماری و آزمون‌های پیش از تخمین مدل پرداخته می‌شود. بررسی و تحلیل مانایی در داده‌های سری زمانی اهمیت بسیار زیادی دارد و می‌تواند به جلوگیری از رگرسیون کاذب کمک نماید. رگرسیون کاذب زمانی رخ می‌دهد که دو متغیر غیرمانا با یکدیگر رابطه ریاضی نامعتبری داشته باشند و به طور غیرقابل انتظار به عنوان یک رابطه علت و معلولی تفسیر شوند. زمانی که داده‌های سری زمانی مانایی نباشند، یعنی آماره‌های مرتبط با آنها مانند میانگین و واریانس آنها با زمان تغییر می‌کنند، ممکن است رابطه‌ای در بین دو متغیر غیرمستقل تشخیص داده شود. اما این رابطه معناداری ندارد و تفسیر آن به عنوان یک رابطه علت و معلولی اشتباه است. بررسی مانایی داده‌های سری زمانی به معنای بررسی ثابت بودن آماره‌های مرتبط با آنها مانند میانگین و واریانس است. اگر این آماره‌ها ثابت باشند، به معنای مانایی داده‌ها هستند و می‌توان از تحلیل‌های رگرسیون و تفسیر آنها به عنوان رابطه علت و معلولی استفاده کرد. اما اگر این آماره‌ها با زمان تغییر کنند، داده‌ها مانایی ندارند و استنتاج‌هایی که از رابطه رگرسیون حاصل می‌شود، نامعتبر خواهند بود. برای بررسی مانایی داده‌های سری زمانی، می‌توان از روش‌های مختلفی استفاده کرد. در جدول (۱) و (۲) نتایج آزمون مانایی Dickey-Fuller برای متغیرها در سطح و تفاضل اول ارائه شده است.

جدول ۱. نتایج آزمون مانایی متغیرها در سطح

متغیر	نماد	احتمال آماره آزمون	نتیجه
نرخ شهرنشینی	(URB)	۰/۰۰۱۶	مانا
تولید ناخالص داخلی	(GDP)	۰/۳۴۵	نامانا
شاخص سرمایه انسانی	(SC)	۰/۹۴	نامانا
تشکیل سرمایه ثابت ناخالص	(INV)	۰/۵۳۳	نامانا
سرمایه گذاری مستقیم خارجی	(FDI)	۰/۹۰	نامانا
ارزش افزوده صنعتی	(Addind)	۰/۰۴۱	نامانا
کارایی انرژی	EN	۰/۰۲۳	مانا

منبع: نتایج تحقیق

براساس نتایج برآوردی در جدول (۱)، فرض صفر آزمون مبنی بر وجود ریشه واحد یا نامانایی برای کلیه متغیرهای تحقیق به جز نرخ شهرنشینی (URB)، کارایی انرژی (EN) و ارزش افزوده صنعتی (AddInd) تأیید شده است. به بیانی دیگر، متغیرهای نرخ شهرنشینی (URB)، کارایی انرژی (EN) و ارزش افزوده صنعتی (AddInd) مانا و سایر متغیرهای پژوهش نامانا بوده‌اند. نتایج آزمون مانایی در تفاضل اول برای متغیرهای نامانا در جدول (۲) ارائه شده است:

جدول ۲. نتایج آزمون مانایی متغیرها در تفاضل اول

متغیر	نماد	احتمال آماره آزمون	نتیجه
نیز رشد تولید ناخالص داخلی	(GDP)	۰/۰۰	مانا
شاخص سرمایه انسانی	(SC)	۰/۰۰۴۳	مانا
تشکیل سرمایه ثابت ناخالص	(INV)	۰/۰۰	مانا
سرمایه گذاری مستقیم خارجی	(FDI)	۰/۰۰۱۷	مانا

منبع: نتایج تحقیق

براساس نتایج برآوردهای آزمون مانایی برای تفاضل مرتبه اول متغیرهای نامانا، فرض صفر مبنی بر نامانایی، رد شده است. به بیانی دیگر، متغیرهای نامانا با یکبار تفاضل گیری مانا شده و این متغیرها I(۱) هستند.

آزمون همجمعی باند

مفهوم همجمعی در آمار و اقتصاد به وجود ارتباط بلند مدت و پایدار بین دو یا بیشتر سری زمانی اشاره دارد. در واقع، همجمعی نشان می‌دهد که اگرچه سری‌های زمانی مورد بررسی ممکن است به نظر مستقل و بدون هیچگونه رابطه باشند، اما وجود یک رابطه بلند مدت بین آن‌ها وجود دارد که می‌تواند تحلیل‌های دقیق‌تر و قابل اعتمادتری را در مورد روابط بین این سری‌ها ارائه دهد. با بررسی همجمعی، می‌توان به شناسایی روابط علیتی و همچنین تحلیل تأثیرات بلندمدت مدت بین متغیرها پرداخت. در صورتی که همجمعی بین دو سری زمانی مشاهده شود، می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات در یکی از سری‌ها بر تغییرات سری دیگر تأثیرگذار است. برای بررسی همجمعی در رویکرد ARDL عمدتاً از آزمون باند، استفاده می‌شود. این آزمون‌ها میزان همجمعی بین سری‌های زمانی را ارزیابی می‌کنند و نتایج آن‌ها می‌تواند به تحلیل دقیق‌تر و پایدارتر روابط بین این سری‌ها کمک کند. نتایج آزمون همجمعی در جدول (۳) و نتایج رابطه کوتاه‌مدت در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون همجمعی

آماره F		۹۰ درصد		۹۵ درصد	
		$I(1)$	$I(0)$	$I(1)$	$I(0)$
۵/۲۱		۳/۱۵	۲/۱۱	۱/۸۵	۲/۸۵

جدول ۴. نتایج رابطه کوتاه‌مدت

نماد	احتمال آماره آزمون	آماره T
URB(-1)	۰/۲۲۲	۱۰/۱۹
GDP	۰/۳۱۳	۳/۸۲
GDP(-1)	۰/۸۶۹	۲/۱۴
SC	۰/۴۶۵	-۱۱/۳۴
SC(-1)	۰/۴۸۱	۱/۱۳
INV	۰/۷۱۴	۱/۷۸
INV(-1)	۰/۳۹۵	۷/۷۶
FDI	۰/۲۰۴	۵/۳۸
FDI(-1)	۰/۸۳۷	۲/۶۸
AddInd	۰/۱۶۱	۱/۶۷
AddInd (-1)	۰/۰۷۶	۰/۰۷۵
C	۰/۲۲۸	۴/۸۵

منبع: نتایج تحقیق

نتایج

پس از برآورد رابطه کوتاه‌مدت باید فرض کلاسیک رابطه کوتاه‌مدت برای صحت و درستی رابطه برآوردی مورد بررسی قرار بگیرد. روش ARDL معمولاً برای بررسی همجمعی بین یک متغیر وابسته و یک یا چند متغیر مستقل استفاده می‌شود. در روش ARDL، فروض کلاسیک زیر مطرح می‌شوند:

۱. تصریح درست مدل
۲. توزیع نرمال جملات خطا
۳. عدم وجود خودهمبستگی در بین اجزا اخلاص
۴. عدم وجود ناهمسانی واریانس در بین اجزا اخلاص

این فروض معمولاً در تحلیل ARDL در نظر گرفته می‌شوند تا نتایج مدل به‌دست آمده قابل قبول و قابل تفسیر باشند. با این حال، در صورتی که فروض برقرار نباشند، نتایج ARDL ممکن است تحت تأثیر قرار گرفته و تفسیر صحیحی نداشته باشند. در جدول (۵) نتایج فروض کلاسیک ارائه شده و بیانگر برقراری فروض کلاسیک است. در نتیجه مدل مشکل ناهمسانی واریانس، خودهمبستگی و نرمالیتی ندارد و تصریح مدل برآوردی نیز صحیح بوده است. در ادامه نتایج رابطه بلندمدت در جدول (۶) برآورد شده است.

جدول ۵. نتایج فروض کلاسیک

فروض	احتمال آماره آزمون	نتیجه
تصریح درست مدل	۰/۲۳۶	تصریح درست مدل
خودهمبستگی	۰/۲۳۶	عدم وجود خودهمبستگی
ناهمسانی	۰/۲۳۶	عدم وجود ناهمسانی واریانس
نرمالیتی	۰/۲۳۶	توزیع نرمال جملات خطا

منبع: نتایج تحقیق

جدول ۶: نتایج رابطه بلندمدت

متغیر	نماد	ضریب	آماره T
نرخ شهرنشینی	(URB)	۰/۰۷۳۶	۲/۱۶
رشد تولید ناخالص داخلی	(GDP)	۰/۱۲۹	۳/۳۴
شاخص سرمایه انسانی	(SC)	۰/۳۴۲	۱/۹۳
تشکیل سرمایه ثابت ناخالص	(INV)	۰/۰۸۵	۲/۱۰
سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	(FDI)	۰/۱۳۸	۲/۲۵
ارزش افزوده صنعتی	(Addind)	۰/۱۸۶	۵/۰۰۸
جزء ثابت مدل	C	۰/۰۸۵۲	۲/۰۳

منبع: نتایج تحقیق

براساس نتایج برآوردی در جدول (۵)، تاثیر متغیر شهرنشینی بر کارایی انرژی ۰/۰۷۳۶ و آماره T برآوردی نیز ۲/۱۶ بوده است. با توجه به این موضوع که آماره T برآوردی از مقادیر بحرانی در سطح ۹۵ درصد اطمینان (۱/۹۶) بیشتر بوده است، بنابراین می‌توان گفت که، نرخ شهرنشینی تاثیری مثبت و معنادار بر کارایی انرژی در عراق در بلندمدت داشته است.

در نهایت آخرین مرحله در برآورد روش ARDL برآورد ضریب ECM است. این ضریب نشان می‌دهد که در صورت وارد شدن یک شوک به کارایی انرژی، چقدر طول خواهد کشید تا شوک وارد شده جذب و متغیر به روند بلندمدت خود باز گردد. در جدول (۷) نتایج برآورد ضریب ECM نشان داده شده است.

جدول ۷. نتایج ضریب تصحیح خطا

ضریب تصحیح خطا	ضریب	آماره T
ECM	-۰/۵۳۲	-۲/۴۳

منبع: نتایج تحقیق

نتایج جدول (۷) نشان می‌دهد که در صورت وارد شدن یک شوک به کارایی انرژی، تقریباً ۲ سال طول می‌کشد تا شوک جذب و کارایی انرژی به روند بلندمدت خود باز گردد.

بحث و نتیجه‌گیری

شهرنشینی یکی از پدیده‌های مهم و تأثیرگذار در توسعه اقتصادی و اجتماعی جوامع معاصر است که به طور مستقیم و غیرمستقیم بر تقاضا، مصرف، و کارایی انرژی تأثیر می‌گذارد. در این مطالعه، تأثیر شهرنشینی بر کارایی انرژی در عراق با تمرکز بر شهرهای بزرگ مانند بغداد، بصره و اربیل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که با افزایش شهرنشینی، کارایی مصرف انرژی بهبود یافته و این رابطه از لحاظ آماری معنادار است. این یافته‌ها با نتایج مطالعات بین‌المللی نظیر خو و همکاران (۲۰۲۰)، لون و همکاران (۲۰۲۰)، یو و همکاران (۲۰۲۲)، گارگ و ورما (۲۰۲۳) و نیویس و همکاران (۲۰۲۳) و همچنین پژوهش‌های داخلی نظیر گلی و محنت‌فر (۱۳۹۹) هم‌خوانی دارد.

بهبود کارایی انرژی در نتیجه شهرنشینی از طریق کانال‌های مختلفی امکان‌پذیر است. از جمله این کانال‌ها می‌توان به کاهش مصرف انرژی در سیستم حمل‌ونقل شهری با توسعه حمل‌ونقل عمومی کارآمد، افزایش کارایی انرژی در ساختمان‌ها با استفاده از فناوری‌های نوین و استانداردهای عایق‌بندی، و صرفه‌های اقتصادی مقیاس به دلیل تجمع جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی اشاره کرد. این موارد، نه تنها مصرف انرژی را کاهش می‌دهند بلکه در راستای اهداف پایداری و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز مؤثرند. به عنوان مثال، تراکم جمعیت و برنامه‌ریزی شهری مبتنی بر مفاهیم شهرهای سبز می‌تواند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم به ارتقای بهره‌وری انرژی کمک کند، همان‌طور که در مطالعه روستایی و همکاران (۱۴۰۲) به این موضوع پرداخته شده است.

با این حال، رشد سریع شهرنشینی بدون برنامه‌ریزی می‌تواند چالش‌هایی را نیز به همراه داشته باشد. از جمله این چالش‌ها می‌توان به افزایش مصرف انرژی در اثر مدیریت ناکارآمد، فشار بر زیرساخت‌های انرژی، و اثرات زیست‌محیطی ناشی از رشد تقاضای انرژی اشاره کرد. در این زمینه، سیاست‌های انرژی‌محور و برنامه‌ریزی جامع شهری می‌تواند نقش کلیدی در مدیریت چالش‌های مذکور ایفا کنند.

مطالعه نشان می‌دهد که اجرای سیاست‌های بهینه در بخش‌های مختلف، نظیر بخش ساخت‌وساز (مقاوم‌سازی ساختمان‌ها، عایق‌کاری استاندارد، و مشوق‌های مالیاتی برای ساخت‌وسازهای انرژی‌کارآمد)، بخش حمل‌ونقل (تقویت حمل‌ونقل عمومی و ایجاد شهرهای فشرده)، و بخش صنعتی و خانگی (استفاده از فناوری‌های نوین و سرمایه‌گذاری در بهبود بهره‌وری انرژی) می‌تواند بهره‌وری انرژی را به میزان قابل‌توجهی افزایش دهد. علاوه بر این، توجه به نقش سرمایه انسانی به‌عنوان شاخص آگاهی عمومی، افزایش سرمایه‌گذاری خارجی برای بهبود فناوری‌های انرژی، و تقویت همکاری‌های بین‌بخشی از الزامات اصلی برای به حداکثر رساندن اثرات مثبت شهرنشینی بر کارایی انرژی هستند.

در مجموع شهرنشینی در عراق می‌تواند به‌عنوان فرصتی برای بهبود کارایی انرژی در نظر گرفته شود، مشروط بر اینکه با برنامه‌ریزی دقیق، سیاست‌های پایدار و سرمایه‌گذاری هدفمند همراه باشد. توجه به این الزامات، ضمن کاهش فشار بر منابع انرژی و زیست‌محیطی، می‌تواند عراق را در مسیر توسعه پایدار و دستیابی به شهرهای کم‌کربن و تاب‌آور یاری کند.

منابع

- خزایی، مصطفی؛ ساسان‌پور، فرزانه (۱۴۰۲). تحلیل و ارزیابی شاخص‌های راهبرد توسعه شهری ملارد با استفاده از مدل کوداس. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، (۸۴): ۲۷-۵۷.
- رفیعیان، مجتبی؛ رشیدی، آساره و فراهانی، مریم (۱۴۰۳). ارزیابی کارایی انرژی در ضوابط و مقررات شهری با تأکید بر الگوی پهنه‌بندی (مورد پژوهی: منطقه ۶ شهر تهران). *جغرافیا و توسعه فضای شهری*: (۲): ۷۲-۵۱.

- رفعیان، مجتبی، رشیدی، آساره و فراهانی، مریم (۱۴۰۳). ارزیابی کارایی انرژی در ضوابط و مقررات شهری با تاکید بر الگوی پهنه بندی (مورد پژوهی: منطقه ۶ شهر تهران). *جغرافیا و توسعه فضای شهری*، ۱۱(۲)، ۷۲-۵۱.
- روستایی، شهریور؛ قربانی، رسول و دارابی، مریم (۱۴۰۲). تحلیل کیفیت محیطی فضاهای عمومی شهری در راستای توسعه شهرهای سبز نمونه موردی: منطقه ۷ تهران. *جغرافیا و برنامه ریزی*. در نوبت چاپ. Doi: 10.22034/GP.2023.57225.3177
- زروکی، شهریار و مقدسی سدهی، اکرم (۱۴۰۱). شاخص قیمت انرژی و تحلیل اثر غیرخطی آن بر کارایی انرژی در ایران با رویکرد بخشی. *اقتصاد باثبات*، ۳(۲)، ۸۳-۱۰۹.
- سالم، علی اصغر؛ جباری، لیلا و بیات، زهرا (۱۴۰۱). عوامل موثر بر کارایی انرژی در بخش صنعت با تاکید بر اثرات آستانه‌ای زیرساخت‌های حمل و نقل جاده‌ای. *پژوهشنامه اقتصادی*، ۲۲(۸۵)، ۱۱۹-۱۵۳.
- شالی، محمد؛ محامد خسروشاهی، سید محمود و جودی، پویا (۱۴۰۳). سنجش وضعیت شاخص‌های توسعه پایدار شهری در شهر جدید سهند. *جغرافیا و برنامه ریزی*. (۱۷/۲۸: ۲۸۵-۳۰۴).
- شیرافکن لمسو، مهدی و قادری، جعفر (۱۴۰۰). تأثیر جمعیت نیمه‌شهرنشینی استان‌های کشور بر کارایی انرژی. *اقتصاد شهری*، ۲۶(۲)، ۳۸-۲۱.
- شیرافکن لمسو، مهدی، قادری، جعفر (۱۴۰۰). تأثیر جمعیت نیمه‌شهرنشینی استان‌های کشور بر کارایی انرژی. *اقتصاد شهری*، ۲۶(۲): ۳۸-۲۱.
- شیرخدائی، مجتبی و شرفی، مرجان (۱۴۰۱). ارزیابی اثربخشی و کارایی فرایندهای مشارکت عمومی در تصمیم‌سازی‌های مدیریت شهری؛ بررسی تجربه پویش آرزوهای تهران. *پژوهش‌های جغرافیای برنامه ریزی شهری*، ۱۰(۴): ۱۵۹-۱۷۸.
- فدوی‌نیا، شیماء؛ زیویار، پروانه و سرور، رحیم (۱۴۰۱). تحلیل شاخص‌های حکمروایی خوب شهری و سنجش اثر آن در کارایی و اثربخشی مدیریت محلی با رویکرد آینده‌پژوهی (مطالعه موردی: منطقه ۲۰ شهر تهران). *فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه‌ای)*، ۱۲(۴۹): ۸۷۰-۹۰۰.
- کبیری، مهرداد؛ جودکی، حمیدرضا و استعلاجی، علیرضا (۱۴۰۲). راهبردهای کارآمدی و اثربخشی کمیسیون‌های شهرسازی در فرایند ساخت و ساز شهری در منطقه یک تهران. *فصلنامه علمی و پژوهشی پژوهش و برنامه ریزی شهری*، ۴(۵۵)، ۴۷-۶۰.
- گلی، یونس و محنت‌فر، یوسف (۱۳۹۹). بررسی اثر صنعتی‌شدن و شهرنشینی بر کارایی انرژی در استان‌های ایران (رهیافت اقتصادسنجی فضایی). *سیاست گذاری اقتصادی*، ۱۲(۲۳)، ۱۶۷-۱۸۸.
- Alvarado, R, Deng, Q, Tollygunge, B. (2021). Do economic development and human capital decrease non-renewable energy consumption? Evidence for OECD countries. *Energy*, 215.
- Chen, X., Yi, N., Zhang, L., and Li, D. (2022). Does Institutional Pressure foster Corporate green Innovation? Evidence from China's Top 100 Companies. *J. Clean. Prod.* 192 (2), 265–278.
- Chiang, TC. (2020). Economic policy uncertainty and stock returns-evidence from the Japanese market. *Quant Finance Econ* 4: 430–458.
- Garg, A; Verma, S. (2023). Data Envelopment Analysis As A Tool For Energy Efficiency Measurement; An Application To The Crop Production Sector Of India; *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 14 (1):103-107.
- Jeris SS, Nath RD (2020). Covid-19, oil price and UK economic policy uncertainty: evidence from the ARDL approach. *Quant Finance Econ* 4: 503–514.

- Liu, J., Jiao, L., Zhang, B., Xu, G., Yang, L., Dong, T. (2021). New Indices to Capture the Evolution Characteristics of Urban Expansion Structure and Form. *Ecol. Indicators* 122 (4), 107302.
- Lvn, Y; Chen, W; Cheng, J. (2020) *Effects of urbanization on energy efficiency* in China: new evidence from short run and long run efficiency models. *Energy Policy*, 147. ISSN 0301-4215.
- Naz M, Iftikhar SF, Fatima A (2020). Does financial inclusiveness matter for the formal financial inflows? Evidence from Pakistan. *Quant Finance Econ* 4: 19–35.
- Neves, M.E.D., Baptista, L., Dias, A.G. and Lisboa, I. (2023). "What factors can explain the performance of energy companies in Portugal? Panel data evidence", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 72 No. 3, pp. 730-752.
- Wang M, Li Y, Liao G. (2021). Research on the Impact of Green Technology Innovation on Energy Total Factor Productivity, *Based on Provincial Data of China*. *Front Environ Sci*, 9 (3)234-251.
- Xu, T; Jianxin, Y; Hui, L; Luning, S. (2020). Energy Efficiency Evaluation Based on Data Envelopment Analysis: A Literature Review, *Energies* 13, no. 14: 3548.
- Yu, Y., & Luo, N. (2022). Does urbanization improve energy efficiency? Empirical evidence from China. *Technological and Economic Development of Economy*, 28(4), 1003–1021.
- Zhang, H., Cai, G., and Yang, D. (2020). The Impact of Oil price Shocks on Clean Energy Stocks: Fresh Evidence from Multi-Scale Perspective. *Energy* 196, 117-119.
- Zhong, J, Li, T. (2020). Impact of Financial Development and Its Spatial Spillover Effect on Green Total Factor Productivity: Evidence from 30 Provinces in China. *Math Prowl Eng*, 2020.