Shahid Chamran University of Ahvaz

Irrigation Sciences and Engineering (JISE)
Vol. 48, No. 2, Summer 2025, p. 85-100

Research Paper

Journal homepage: https://jise.scu.ac.ir

EXTENDED ABSTRACT

Effective Factors Water Resources Efficiency in Provinces of Iran a with Spatial econometric Approach

S. M. Hosseini[1*], A. Dadras Moghadam[2], H. Badi Barzin[3] and M. Norozian [4]

1- Corresponding author, Associate Professor of Agricultural Economics, University of Sistan and Baluchestan, (shseyedmahdi46@gmail.com).*
2- Assistant Professor of Agricultural Economics, University of Sistan and Baluchestan.
3- Department of Agricultural Economics, University of Sistan and Baluchestan.
4- Department of Agricultural Economics, University of Sistan and Baluchestan.

ARTICLE INFO

Artlcle history:
Received: 27 December 2023
Revised: 04 October 2024
Accepted: 06 October 2024

Keywords:
Exploitation of water resources, water consumption, spatial autocorrelation, research and development.

TO CITE THIS ARTICLE:

Hosseini, S. M., Dadras Moghadam, A., Badih Barzin, H., Norozian, M. (2025). 'Effective Factors Water Resources Efficiency in Provinces of Iran a with Spatial econometric Approach', *Irrigation Sciences and Engineering*, 48(2), pp. 85-100. doi: 10.22055/jise.2024.45383.2104.

Introduction

With an average rainfall of 260 mm per year, Iran is one of the dry countries in the world with limited water resources, which factors such as population growth, the need for more food, the need to improve the level of health and social welfare, industrial development and ecosystem protection. increases the water demand for these limited resources day by day (Taghizadeh et al., 2013). Also, considering the recent droughts, the importance of water as a vital input becomes clearer. Today, humanity is facing many problems for water supply in the rapid development process. This situation in dry climates with low rainfall, where the ecosystems involved in water supply are more fragile, with the occurrence of droughts and indiscriminate harvesting of water reserves, has made the planners face more critical conditions. The rapid growth of the population and the need for more production has caused the agricultural sector to have a greater demand for consumption than other sectors that consume water, so the most important challenges of the agricultural sector of these regions in the current situation is how to produce more food with less water (Saghafi et al., 2018).

Considering the limitation of available water resources in the country and the increasing demand for various uses of water in all its aspects and as a result reaching the critical limit of using renewable water resources, demand management is the basis of consumption control and water resources management. In order to ensure water security, written laws will be created based on this to create a balance between water consumption and supply. Managers' awareness of available water resources and, in general, all relevant layers of different methods of demand management decision, and especially the determination of its influencing factors, is considered one of the most necessary things in water management (Ansari et al., 2017).

The fact is that in the empirical studies of spatial models of technology distribution and efficiency, one region cannot be considered independent from other regions, because according to Tobler's first geographical law, each place is dependent on another place and the places that are closer to each other They have the greatest effect on each other compared to distant places. In the

econometric literature, the lack of spatial dimension in statistical and econometric experimental modeling leads to estimation errors and incorrect statistical conclusions (Seyef and Hamidi Razi, 2016). In this research, the effective factors on the efficiency of Iran's water resources have been investigated with regard to the effects of spatial overflow and using a spatial Durbin model, which is novel from this point of view compared to domestic studies.

Materials and Methods:

In this research, the SDM spatial durbin model is specified as follows:

$$\begin{aligned} lnY_i = {} & \tau Y_{i.t-1} + \rho W lnY_{it} + \beta_1 lnCwat_{it} + \beta_2 lnEwat_{it} + \beta_3 Ln\ GDPC_{it} + \beta_4 lnIndS_{it} + \beta_5 LnGC_{it} \\ & + \beta_6 lnTech_{it} + \beta_7 lnDeco_{it} + \beta_8 Ln\ Agrwat_{it} + \beta_9 lnDriwat\ C_{it} \\ & + \beta_{10} Ln\ Totwat_{it} + DX_{it}\theta + \alpha_i + \gamma_t + u_{it} \end{aligned}$$

where lnYi, lnCwat, lnEwat, LnGDPC, LnIndS, LnGC, LnTech, LnDeco, LnAgrwat, LnDriwat, and LnTotwat respectively indicate the efficiency of water resource consumption in each province, the logarithm of water resources per capita, the logarithm of water resources utilization, the logarithm of GDP per capita , the logarithm of industrial structure, the logarithm of grain products per capita, the logarithm of research and development, the logarithm of the degree of openness of the economy of each province, the logarithm of agricultural water consumption, the logarithm of daily drinking water consumption and the logarithm of total water consumption.

In order to reach logical results and observe the spatial effects of water resources consumption efficiency and the factors affecting it, the spatial Durbin panel method has been used for 31 provinces of Iran during the period of 2015-2020. Economic and spatial variables were collected from the Ministry of Jihad Agriculture, Meteorological Organization and Regional Water Organization and models were estimated using STATA 15 software. In this research, in addition to the agricultural, drinking and total water consumption variables, the rest of the research variables are calculated based on the following table (1):

Table 1- How to calculate research variables

Variables	How to measure
Efficiency of water resource consumption	The ratio of total water consumption to GDP
Water resources per capita	Ratio of total water resources to total population
Exploitation of water resources	The ratio of total water consumption to total water resources
GDP per capita	The ratio of GDP to population
Per capita investment in fixed assets (industrial structure)	The ratio of investment in fixed assets to population
Cereal products per capita	Ratio of total cereal crops to population
Research and Development	R&D value ratio to GDP
The degree of openness of the economy of each province	The ratio of the value of exports to imports

Source: Research Finding

Results and discussion:

Table (2) shows the direct, indirect and total effect (spatial overflow) in the short and long term. The results of the spatial Durbin model show that in the short term, the indirect and total changes of GDP per capita, grain per capita and research and development on the efficiency of water resource consumption have been negative and significant, as well as indirect and total for the degree of openness of each economy. The province is positive and significant on the efficiency of water resources consumption, that is, with the increase of GDP per capita, grain per capita and research and development, the efficiency of water resources consumption will decrease in the short term, or in other words, it will decrease in the short term. The growth of GDP per capita, the growth of grain and the development of research and increasing the efficiency of water resources use

The results of the spatial Durbin model in the long-term show that the direct effects of the per capita GDP variable on the efficiency of water resource consumption were positive and significant,

while the indirect and total effects of the per capita GDP on the efficiency of water resource consumption were negative and

The results of this research are consistent with the study of Zhao et al (2017) and also the effects of direct, indirect and all other variables on the efficiency of water resources consumption in the long term were not significant. The results of direct, indirect and total effects in long-term conditions are somewhat different from short-term effects, because as the theories of microeconomics confirm, short-term elasticities are smaller than long-term elasticities and the opportunity to react to various shocks for economic factors in the long-term is greater than in the short-term. and in this regard, the elasticity of the effect of the total degree of openness of the economy of each province is positive and significant in the short and long term, and its elasticity will be 1.54 in the short term and 1.84 in the long term, or in other words, the elasticity of the degree The openness of the economy is greater in the long term than in the short term.

Table 2- Direct and indirect (spillover) spatial effects resulting from the estimation of the model with the help of the specifications of the spatial Durbin model

		Indirect effect	direct effect	Total effect
	The main variable	coefficient (probability)	coefficient (probability)	coefficient (probability)
Short Term effects	lnCwat	0.02(0.39)	-0.08(0.28)	0.01(0.53)
	lnEwat	0.92(0.33)	0.1(0.48)	1.02(0.25)
	LnGDPC	-1.41(0.05)	0.82(0.02)	-1.34(0.05)
	LnIndS	0.009(0.66)	0.02(0.42)	-0.01(0.55)
	LnGC	-0.09(0.06)	-0.1(0.9)	-0.09(0.05)
	LnTech	-0.07(0.07)	-0.02(0.63)	-0.07(0.05)
	LnDeco	1.37(0.06)	0.17(0.4)	1.54(0.03)
	LnAgrwat	0.03(0.77)	0.004(0.68)	0.08(0.47)
	LnDriwat	-0.02(0.55)	0.05(0.68)	-0.02(0.56)
	LnTotwat	0.02(0.44)	0.02(0.53)	0.02(0.38)
Long Term effects	lnCwat	0.03(0.78)	-0.01(0.98)	0.02(0.54)
	lnEwat	0.92(0.57)	0.23(0.98)	1.02(0.26)
	LnGDPC	-1.81(0.05)	0.21(0.05)	-1.34(0.06)
	LnIndS	0.01(0.79)	0.02(0.92)	0.01(0.55)
	LnGC	-0.01(0.6)	-0.03(0.9)	-0.01(0.06)
	LnTech	-0.086(0.61)	-0.06(0.94)	-0.08(0.06)
	LnDeco	1.67(0.48)	0.01(0.9)	1.84(0.04)
	LnAgrwat	0.03(0.77)	0.006(0.84)	0.09(0.48)
	LnDriwat	-0.04(0.55)	0.07(0.92)	-0.03(0.56)
	LnTotwat	0.02(0.44)	0.01(0.91)	0.02(0.38)
	R^2	0.78	Hausman test	34.21

Source: Research Finding

Acknowledgement
The authors are grateful for the support and assistance of the University of Sistan and Baluchestan.

Conflict of Interest
The authors declared no potential conflicts of interest concerning the research, authorship, and publication of this article. Confirmation.

Funding
The authors received no financial support for the research, authorship, and publication of this article.

Data Availability Statements

Data Availability Statement: All information and results are presented in the text of the article.

Authors' contribution

First author: Seyed Mehdi, Hosseini 30% of the entire article, including data collection, analysis of results, and writing the article.

Second author: Amir Dadras Moghadam, 30% of the entire article, including research methodology, analysis of results, and conclusion.

Third author: Hossein Badi Barzin, 20% of the entire article, including writing the article and research methodology

Fourth author: Mohammad Norozian, 20% of the entire article, including data analysis and introduction.

References

1- Ansari, H., Boostani, A., Tabatabaee, A., and Forouzesh, M. 2017. Investigation of Consumption Management and Estimation of the Drinking Water Demand in the Vision 1420 for the City of Mashhad. *Journal of Water and Sustainable Development*, 4(1), pp125-132. Doi: 10.22067/jwsd.v4i1.50409

2- Saghafi, A., Einy, N., & Issazadeh, M. 2018. Analysis and evaluation of factors affecting the sustainable management of water resources in agriculture.

3- Seyef, A.M. Hamidi Razi, D. 2017. Identification of Factors that Influence Iran's Provincial Energy Intensity Index: A Spatial Dynamic Panel Data Approach. *QEER*; 13 (53) :pp61-10 URL: http://iiesj.ir/article-1-774-en.html

4- Taghizadeh, S., Navid, H., Fellegari, R., & Fakheri Fard, A. 2013. Changing of optimum cropping pattern analysis considering risk factor and new limitations of kurdistan regional water company (Case study: 200 Hectares of Farm Area in Dehgolan Field. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 23(1),pp 71-84.

5- Zhao, L. Sun, C., and Liu, F. 2017. Interprovincial two-stage water resource utilization efficiency under environmental constraint and spatial spillover effects in China, *Journal of Cleaner Production*. 164: pp715-725. Doi:10.1016/j.jclepro.2017.06.252

© 2025 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

علوم و مهندسی آبیاری جلد ۴۸، شماره‌ی۲، تابستان ۱۴۰۴، مقاله پژوهشی، ص. ۱۰۰-۸۵

عوامل مؤثر بر کارایی مصرف منابع آب در استان‌های ایران با رویکرد پانل دوربین فضایی

سید مهدی حسینی[۱]، امیر دادرس مقدم[۲]، حسین بدیع برزین[۳] و محمد نوروزیان[۴]

۱*- نویسنده مسئول، دانشیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه سیستان و بلوچستان، shseyedmahdi46@gmail.com.

۲- استادیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۳- گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۴- گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه سیستان و بلوچستان.

دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۰۶ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۷/۱۳ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۵

چکیده

ایران جزء کشورهای خشک و دارای منابع آب محدود است. محدودیت و تقاضای روز افزون منابع آب در کشور همچنین رشد جمعیت، امنیت غذایی، ارتقاء سطح بهداشت، توسعه صنعتی و حفظ محیط زیست ایجاب می‌کند که با مدیریت تقاضا، کنترل مصرف، در دستور کار قرار گرفته، تا کارایی این منابع، با تعیین عوامل اقتصادی اثرگذار، ارتقاء یابد. در این پژوهش با استفاده از مدل پانل دوربین فضایی به بررسی عوامل اقتصادی مؤثر بر کارایی مصرف منابع آب در ۳۱ استان ایران در طی دوره زمانی ۱۳۹۹-۱۳۸۹ پرداخته شده است. نتایج مدل دوربین فضایی نشان می‌دهد که متغیرهای بهره‌برداری از منابع آب، درجه باز بودن اقتصاد هر استان و مصرف آب کشاورزی به ترتیب به میزان ۰/۰۲، ۰/۳۱ و ۰/۰۴ بر میزان کارایی مصرف منابع آب تأثیر مثبت و معناداری داشته، در حالی‌که متغیرهای منابع آب سرانه و تحقیق و توسعه در استان به‌ترتیب به اندازه ۰/۰۵ و ۰/۰۹ بر میزان کارایی مصرف منابع آب استان تأثیر منفی و معناداری گذاشته است و متغیر λ دارای تاثیر مثبت و معنادار بر کارایی مصرف منابع آب می‌باشد که حاکی از تأثیرپذیری مثبت هر استان از استان مجاور است. اثرات کل سرریز فضایی کوتاه‌مدت و بلندمدت درجه باز بودن اقتصاد هر استان بر کارایی مصرف منابع آب مثبت و معنادار می‌باشد و کشش آن در کوتاه‌مدت از بلندمدت کمتر است. با توجه به نتایج به سیاست‌گذاران پیشنهاد می‌شود که با تنوع بخشی در بهره‌برداری از منابع آب، فراهم کردن بستر و زیرساخت‌های لازم حمل و نقل بین استان‌ها در جهت تسهیل صادرات و واردات و استفاده از روش‌های نوین آبیاری در بخش کشاورزی و با فرهنگ‌سازی در دوره ترسالی سعی در صرفه‌جویی و استفاده صحیح از منابع آب داشته تا کشور در سال‌های خشکسالی کمتر دچار تنش آبی شود.

کلیدواژه‌ها: بهره‌برداری از منابع آب، مصرف آب، خودهمبستگی فضایی، تحقیق و توسعه.

مقدمه

ایران با متوسط نزولات جوی ۲۶۰ میلی‌متر در سال از کشورهای خشک جهان و دارای منابع آب محدود به شمار می‌رود که عواملی همچون رشد جمعیت، نیاز به غذای بیشتر، ضرورت ارتقای سطح بهداشت و رفاه اجتماعی، توسعه صنعتی و حفاظت اکوسیستم‌ها، تقاضای آب را برای این منابع محدود روز به روز بیشتر می‌کند (Taghizadeh et al., 2013). با در نظر گرفتن خشکسالی‌های اخیر، اهمیت آب به‌عنوان یک نهاده حیاتی بیش از پیش مشخص می‌شود. امروزه بشر در جریان شتابان توسعه برای تأمین آب، با مشکلات زیادی رو برو است. این وضعیت در اقلیم‌های خشک کم بارش که اکوسیستم‌های دخیل در تأمین آب شکننده‌تر است، با وقوع خشکسالی‌ها و برداشت بی‌رویه از ذخایر آب، برنامه‌ریزان را با شرایط بحرانی‌تر رو به‌رو ساخته است. رشد سریع جمعیت و نیاز به تولید بیشتر سبب شده است که بخش کشاورزی نسبت به سایر بخش‌های مصرف‌کننده آب، تقاضای بیشتری برای مصرف داشته باشد، در شرایط فعلی، مهم‌ترین چالش این بخش، تولید غذای بیشتر از منابع آبی کمتراست (Saghafi et al., 2018). با توجه به محدویت منابع آب قابل دسترس در کشور و افزایش روز افزون تقاضا برای مصارف مختلف آب در کلیه جنبه‌های آن و در نتیجه رسیدن به مرز بحرانی استفاده از منابع آب تجدیدپذیر ایجاب می‌کند که مدیریت تقاضا، مبنای کنترل مصرف و مدیریت منابع آب قرار گیرد تا ضمن تأمین امنیت آبی، قوانین بر این مبنا به‌منظور ایجاد تعادل بین مصرف و تأمین آب تدوین شود. شیوه‌های مختلف مدیریت تصمیم گیری و تعیین عوامل تأثیرگذار در مدیریت منابع آب، مورد اهتمام کلیه مدیران، همچنین سایر ذینفعان، بوده است (Ansari et al., 2017).

در سال‌های اخیر، مطالعه‌های تجربی زیادی در رابطه با بررسی عوامل مؤثر بر شدت مصرف آب در بین بخش‌های اقتصادی مناطق یک کشور و بین کشوری صورت گرفته است. بسیاری از محققان، کارایی و راندمان مصرف آب ایران و عوامل مؤثر بر آن را با روش‌های مختلفی از جمله کارایی مرزی تصادفی (Stochastic frontier analysis)، تجزیه و تحلیل پوشش داده

DOI: 10.22055/jise.2024.45383.2104

(Data Envelopment Analysis) ، مدل اندازه‌گیری مبتنی بر متغیر کمبود (Slack-Based Measure)، مدل نامطلوب و متا مرزی (Meta-Frontier Model) و غیره مورد سنجش قرار داده‌اند که در این پژوهش‌ها ارزش مطلق یا نسبی بهره‌وری مصرف آب را در استان‌های کشور تخمین زده‌اند و عوامل مؤثر بر آن شامل بهره‌وری منابع آب، ساختار مصرف آب، ساختار صنعتی، پیشرفت فنی، سطح توسعه اقتصادی و غیره را مورد تاکید قرار داده‌اند. با این حال، موضوع کارایی و راندمان مصرف آب با توجه به عوامل مؤثر در مناطق مختلف، متفاوت است. مطالعه‌های قبلی، به ندرت از تعامل فضایی کارایی و بهره‌وری مصرف آب و عوامل تأثیرگذار بر آن برخوردار بوده. اکثر این مطالعه‌ها، اثرات مکانی و جغرافیایی (فضایی) را مورد توجه قرار نداده‌اند.

یکی از متغیرهای مهمی که به تازگی در مطالعه‌های تجربی اقتصاد آب بـه آن توجـه شـده، بعـد فضـا و موقعیـت جغرافیـایی کشورها و مناطق می‌باشد. در حقیقت، کارایی مصرف آب در یک استان خاص ممکن است نه تنها با شاخص‌های اجتماعی- اقتصادی و محیط زیستی آن، بلکه با کارایی مصرف آب در استان‌های مجاور، ارتباط داشته، این شرایط ممکن است تحت تأثیر شرایط استان‌های همجوار قرار گیرد. در ادامه به برخی از پژوهش‌ها در مورد این موضوع اشاره شده است: Ma et al (2016) به بررسی کارایی استفاده از آب در چین با در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی پرداخته‌اند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که کارایی استفاده از آب در چین در بین استان‌ها و مناطق متفاوت است. به‌عنوان مثال، کارایی استفاده از آب در استان‌های ساحلی شرقی به‌طور قابل توجهی بالاتر از استان‌های داخلی است. عواملی که به کارایی استفاده از آب کمک می‌کنند شامل توسعه اقتصادی، پیشرفت فنآوری و درجه باز بودن اقتصاد هر استان است و عوامل منفی مؤثر بر کارایی استفاده از آب از ساختار صنعتی، مداخلات دولتی و موجودی منابع آب ناشی می‌شود. برای افزایش کارایی استفاده از منابع آب، چین باید بر تغییر ساختار صنعتی خود، پیشرفت توسعه فناوری، درجه باز بودن اقتصاد هر استان و تشویق نوآوری‌های کارآفرینی تمرکز کند. Zhao et al (2017) به بررسی کارایی زیست محیطی منابع آبی تحت محدودیت زیست محیطی و اثرات سرریز فضایی در چین با استفاده از مدل DEA-SBM پرداخته و نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که کارایی کل بهره‌برداری از منابع آب دارای اثرات سرریز فضایی است و کارایی مناطق، تحت تأثیر مناطق مجاور قرار دارد. اثرات مستقیم و غیرمستقیم حاکی از آن است که مصرف آب، درجه باز بودن اقتصاد و ساختار صنعتی از عوامل مؤثر بر کارایی منابع آب می‌باشد. به‌منظور بهبود کارایی بهره‌برداری از منابع آب، دولت و شهروندان باید روی راه‌حل‌هایی مانند کاهش آلودگی، صرفه‌جویی در مصرف آب و تغییر ساختار صنعتی تمرکز کنند.

Seyef و Hamidirazi (2017) به بررسی عوامل مؤثر بر شاخص شدت مصرف انرژی استان‌های کشور با رهیافت پانل پویای فضایی در دوره زمانی ۱۳۹۲-۱۳۷۹پرداخته و نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که کشش خودرگرسیون فضایی شدت مصرف انرژی در بین استان‌های کشور ۰/۵۵ درصد بوده و بنابراین برای کاهش شدت مصرف انرژی در استان‌های کشور باید تصمیمات برای مناطق مختلف متفاوت باشد. Molaei et al (2017) به بررسی برآورد کارایی زیست محیطی نهاده - محور محصولات کشاورزی و تأثیر پیشرفت فنّاوری و تغییرات کارایی بر رشد بهره‌وری بخش کشاورزی ایران به تفکیک استان‌های کشور پرداختند. بدین منظور با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و مدل مالم‌کوئیست، اثرات تغییرات کارایی و فنّاوری بر رشد بهره‌وری در دوره زمانی ۱۳۹۲-۱۳۸۳ بررسی شده است. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که تغییرات کارایی بر رشد بهره‌وری نقش غالب داشته و سهم تغییرات فنّاوری اندک بوده و همچنین اثر تغییرات نیروی کار بر رشد بهره‌وری مثبت بوده و تغییرات سرمایه اثر اندک بر بهره‌وری عوامل تولید داشته است. کارایی عوامل تولید (به‌ویژه نهاده آب) عامل تعیین‌کننده مهمی در میزان سوددهی بنگاه می‌باشد. Xilong et al (2018) به ارزیابی کارایی شاخص کارایی کل عوامل آب سبز(GTFWE) در چین با مدل DEA-SBM پرداختند. همچنین این شاخص با کارایی مدیریتی کل عوامل سبز (GTFWME) و کارایی زیست محیطی کل عوامل سبز (GTFWEE) مقایسه شده است. نتایج نشان می‌دهد که شاخص کارایی کل عوامل آب سبز در صنایع پایین می‌باشد و کارایی زیست محیطی بر شاخص کارایی کل عوامل آب سبز تأثیر معنی‌داری دارد و کارایی مدیریتی عوامل سبز روند کاهشی داشته است. Chen et al (2021) به محاسبه کارایی مصرف آب صنعتی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها در ۳۱ استان چین طی سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ پرداختند. همچنین برای بررسی عوامل مؤثر بر کارایی آب صنعتی مدل توبیت فضایی استفاده شده است. نتایج نشان داد که مقادیر راندمان مصرف آب صنعتی در تمامی استانها در طول دوره مورد مطالعه کمتر از یک بوده و بیان‌گر آن است که مصرف آب صنعتی به وضعیت مطلوب نرسیده است و بایستی آن را بهبود بخشید. استان‌های با راندمان مصرف آب صنعتی بالا در مناطق شرقی و ساحلی تمرکز داشته‌اند، درحالی‌که استان‌هایی با راندمان مصرف آب صنعتی پایین در مناطق غربی تمرکز داشته‌اند. نتایج نشان داد که سرانه مصرف آب، میزان تحقیق و توسعه و مقررات زیست محیطی بر کارایی منابع آب تأثیر منفی دارد. درحالی‌که تولید ناخالص داخلی سرانه، ساختار صنعتی و میزان سرمایه‌گذاری خارجی بر کارایی منابع آب تأثیر مثبت دارد.

Modhej و Dahimavi (2021) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به ارزیابی کارایی ۳۳ نظام بهره‌برداری از آب کشاورزی استان خوزستان طی فصل زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ پرداختند. نتایج نشان داد که تمام شرکت‌های زیرمجموعه نظام بهره‌برداری از منابع آب کشاورزی شرکت‌های خصوصی کارا می‌باشند. همچنین نظام بهره‌برداری مارون از شرکت‌های بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی و نظام بهره‌برداری کشتگران از تعاونی‌های تولید پایین‌ترین سطح کارایی را داشته‌اند.

Song et al (2022) با تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها و اقتصاد سنجی فضایی به اندازه‌گیری راندمان استفاده از منابع آب در ۲۸۶ شهر چین طی سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۸ پرداختند. نتایج نشان داد که کارایی به‌طور قابل توجهی در مناطق شمالی تا جنوبی متفاوت است. علاوه بر این، توسعه اقتصادی، سرمایه‌گذاری خارجی، سطوح توسعه صنعتی، شدت کنترل محیطی دولت، تراکم جمعیت و ساختار مصرف آب تأثیرات قابل توجه بر کارایی مصرف آب داشته است.

Norozian et al. (2022) به عوامل مؤثر بر کارایی زیست محیطی کلزاکاران در استان‌های ایران با رهیافت اقتصاد سنجی فضایی پرداختند و دریافتند که پیشرفت فناوری در بخش کشاورزی و ساختار صنعتی بر کارایی زیست محیطی کلزاکاران تاثیر معنی‌داری دارد. اثرات فضایی نشان داد که مصرف آب کل داخلی و ساختار صنعتی تأثیر معناداری بر کارایی زیست‌محیطی دارد.

واقعیت آن است که در پژوهش‌های تجربی مدل‌های مکانی توزیع تکنولوژی و کارایی، نمی‌توان یک منطقه را مستقل از مناطق دیگر در نظر گرفت، زیرا بر اساس قانون جغرافیایی اول توبلر هر مکانی به مکانی دیگر وابسته است و مکان‌هایی که به هم نزدیکترند بیشترین تأثیر را نسبت به مکان‌های دورتر، بر همدیگر دارند. در ادبیات اقتصادسنجی نیز عدم لحاظ بعد فضا در مدل‌سازی‌های تجربی آماری و اقتصادسنجی، منجر به خطای تخمین و استنتاج غلط آماری می‌شود (Seyef and Hamidirazi, 2017). در این پژوهش به بررسی عوامل مؤثر بر کارایی منابع آب ایران با توجه به اثرات سرریز فضایی و با استفاده از مدل دوربین فضایی پرداخته شده است که از این منظر نسبت به مطالعات داخلی انجام گرفته، بدیع می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ابتدا کارایی منابع آب استان‌ها برآورد شده و سپس با استفاده از روش دوربین فضایی (SDM) تأثیر عوامل مؤثر اقتصادی و مصرف نهاده آب در بخش‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است.

محاسبه کارایی از دیدگاه عملی مستلزم تخمین توابع مرزی تولید و یا هزینه است. برای این منظور روش‌های مختلفی مطرح شده که بر حسب ویژگی‌هایشان به دو روش کلی و متمایز طبقه‌بندی شده‌اند. روش اول تحت عنوان روش ناپارامتری و روش دوم تحت عنوان روش پارامتری می‌باشد. روش اندازه‌گیری ناپارامتری مبتنی بر روش برنامه‌ریزی ریاضی است و از آن جهت ناپارامتری نامیده می‌شود که برای محاسبه مرز تولید (هزینه) و اندازه‌گیری کارایی در چارچوب آن، الزامی به تخمین هیچ نوع تابع خاصی نیست. متداول‌ترین شیوه محاسباتی که در چارچوب روش مذکور مطرح می‌باشد، روش تحلیل فراگیر داده‌ها (DEA) است. کارایی یک معیار اساسی است و به صورت نسبتی از سبد نهاده بهینه به سبد ستانده واقعی تعریف شده است. البته مفهوم بهینه به واحد اتخاذ کننده تصمیم (DMU) بستگی دارد. برای مثال هدف DMU می‌تواند مینیمم‌سازی استفاده از نهاده باشد یا ماکزیمم کردن ستانده باشد و یا حداقل‌کردن هزینه باشد (Zhao et al., 2017).

در اقتصادسنجی فضایی، اثرات فضایی در نظر گرفته شده و این اثرات به مکان استقرار متغیرها مربوط می‌شود و می‌توان آن‌ها را تحت عناوین وابستگی فضایی یا خود همبستگی فضایی و ناهمسانی فضایی یا ساختار فضایی توضیح داد. این شاخه از اقتصادسنجی از یک جهت شباهت‌هایی با آمار جغرافیایی و آمار فضایی دارد، اما تفاوت اقتصادسنجی فضایی با آن‌ها درست مانند تفاوت اقتصادسنجی با آمار است (Anselin, 1995). در داده‌های دارای خودهمبستگی فضایی، استفاده از مدل رگرسیون پانل عمومی، ممکن است منجر به اریب در نتایج آماری شود. در روش‌شناسی اقتصادسنجی فضایی بسته به اینکه متغیر وابسته، متغیرهای توضیحی و یا جمله خطا وابستگی فضایی داشته باشند، مدل‌های فضایی متفاوتی مطرح می‌شود (Zhao et al., 2017). به طور کلی، مدل‌های خودرگرسیون فضایی شامل مدل عمومی خودرگرسیون فضایی (SAC)، مدل فضایی خودرگرسیون توأم (SAR)، مدل خودرگرسیونی با خودهمبستگی فضایی در جمله اخلال(SEM) و مدل فضایی دوربین (SDM) می‌باشند (Salami and Nemati, 2014).

کامل‌ترین مدل خودرگرسیونی فضایی، الگوی عمومی خودرگرسیونی فضایی (SAR) است که سایر مدل‌ها به نوعی در این مدل قرار می‌گیرند به‌طوری‌که با وارد کردن محدودیت‌هایی بر روی پارامترهای این مدل می‌توان سایر مدل‌های خودرگرسیونی فضایی را به‌دست آورد. شکل کلی این مدل به‌صورت زیر نشان داده شده است:

$$(\lambda = \theta = 0) \rightarrow y_i = \tau Y_{i.t-1} + \rho W Y_{it} + \beta X_{it} + \alpha_i + \gamma_t + u_{it} \quad (۱)$$

که در آن i مقطع و t دوره زمانی را نشان می‌دهد. Y برداری از متغیر وابسته، X نمایان‌گر متغیرهای توضیحی و W ماتریس وزن‌های فضایی هستند. β نشان‌دهنده برداری از پارامترها است. ρ نشان‌دهنده ضریب خودهمبستگی فضایی است و در نهایت λ ضریب خودهمبستگی فضایی در جملات خطا است. این مدل به‌صورت هم‌زمان وقفه فضایی و همبستگی فضایی جمله خطا را دارا است (Monjazeb and Nosrati, 2017).

مدل دوربین فضایی (SDM) تغییرات متغیر وابسته را به‌صورت ترکیب خطی از استان‌های همسایه توضیح می‌دهد. در مدل دوربین فضایی، وقفه فضایی متغیر وابسته و متغیر مستقل به مدل اضافه می‌شود. شکل کلی این مدل در رابطه (۲) نشان داده شده است. در این مدل علاوه بر متغیرهای توضیحی، وقفه فضایی متغیرهای توضیحی نیز وارد مدل شده است (Salami and Nemati, 2014).

DOI: 10.22055/jise.2024.45383.2104

$$(\lambda = 0) \rightarrow Y_i = \tau Y_{i.t-1} + \rho W Y_{it} + X_{it}\beta + DX_{it}\theta + \alpha_i + \gamma_t + u_{it} \quad (۲)$$

اگر در مدل (۲) پارامتر ρ برابر با صفر قرار داده شود، الگوی خودرگرسیونی با همبستگی در جملات اخلال (SEM) به‌دست می‌آید. این مدل بیان‌گر آن است که همبستگی فضایی مستقیم بین استان‌های مختلف وجود ندارد، بلکه همبستگی از طریق جملات اخلال در مناطق همسایه صورت می‌گیرد (Monjazeb and Nosrati, 2017).

$$(\rho = \theta = \tau = 0) \rightarrow Y_i = X_{it}\beta + \alpha_i + \gamma_t + v_{it} \qquad v_{it} = \lambda E v_{it} + u_{it} \quad (۳)$$

مدل فضایی عمومی (SAC) شامل هر دو مدل مختلط رگرسیونی و خطای فضایی است و به‌صورت زیر است:

$$(\theta = \tau = 0) \rightarrow Y_i = \tau Y_{i.t-1} + \rho W Y_{it} + X_{it}\beta + \alpha_i + \gamma_t + v_{it} \qquad v_{it} = \lambda E v_{it} + u_{it} \quad (۴)$$

زمانی مدل‌های خودرگرسیون فضایی و دوربین فضایی استاندارد به‌دست می‌آیند که مدل‌های تصریحی ایستا باشند= (τ 0). ضریب خودرگرسیون فضایی(ρ) نشان می‌دهد که متغیر وابسته در یک استان چقدر از طریق متغیر وابسته استان‌های مجاور تحت تأثیر قرار می‌گیرد و همچنین در صورت وابستگی فضایی اجزای اخلال، یک شوک خارجی در یک منطقه به تغییرات متوسط در متغیر وابسته مناطق مجاور منجر می‌شود و ضریب خطای فضایی (λ) اندازه آن را نشان می‌دهد (Shahbazi & Rezaei, 2015). از میان مدل‌های اقتصادسنجی فضایی، مدل خطای فضایی (SEM) امکان سنجش اثرات سریز منطقه‌ای را ندارد (Vega and Elhorst, 2013). مدل دوربین فضایی و مدل عمومی نتایج اثرات اثرات مستقیم و غیرمستقیم سرریز (فضایی) را بهتر نشان می‌دهند (Zarra Nezhad & Mansouri2015).

قبل از تخمین مدل فضایی، برای تشخیص درجه انباشتگی متغیرها از آزمون ریشه واحد استفاده می‌شود تا با حصول اطمینان از ایستایی متغیرها دیگر نیازی به انجام آزمون هم‌انباشتگی پانلی و هراس از کاذب بودن رگرسیون وجود ندارد. اساس آزمون ریشه واحد بر این منطق استوار است که وقتی ρ=1 مورد پذیرش قرار گیرد یعنی متغیر مورد نظر ناایستا است و در صورت رد این فرضیه متغیر مورد نظر ایستا می‌باشد (Akbari et al, 2017). از میان آزمون‌های مختلف ریشه واحد مربوط به داده‌های ترکیبی، آزمونی که توسط Levin et al (2002) انجام شده، رایج‌تر بوده و این آزمون، مدل تصریح شده دیکی فولر را مبنا قرار می‌دهد (Samati et al, 2014). مدل کلی آزمون لوین، لین و چو به شرح ذیل است:

$$\Delta Y_{it} = a_i y_{it-1} + \sum_{j=1}^{pi} \beta ij \Delta y_{it-1} + x_{it}\delta + u_{1it} \quad (۵)$$

که در آن i مقطع و t دوره زمانی را نشان می‌دهد. pi تعداد وقفه‌های انتخابی برای انجام آزمون ADF و xit بردار متغیرهای برون‌زای مدل را بازنمایی می‌کنند. در آزمون LLC فرض می‌شود که ضریب در بین همه مقاطع یکسان است.

بعد از انجام آزمون ریشه واحد بایستی ماتریس وزنی فضایی تخمین زده شود و از آنجایی که امکان تخمین ماتریس‌های وزنی فضایی در مدل‌سازی فضایی وجود ندارد. در بیشتر مطالعه‌ها از دو روش مجاورت و فاصله مکانی به‌منظور ایجاد ماتریس وزنی فضایی استفاده می‌شود؛ در ماتریس مبتنی بر مجاورت، اثرات فضایی فقط به مناطق همسایه (مناطقی که از لحاظ جغرافیایی نقاط هم‌مرز داشته باشند) محدود می‌شوند اما در ماتریس مبتنی بر فاصله به نوعی تمام مکان‌ها با هم همسایه تلقی می‌شوند که در این پژوهش از روش فاصله مکانی استفاده شده است (Taleblou et al, 2017).

در مدل برآورد شده لازم است وابستگی فضایی و وجود خود همبستگی بین جملات اخلال مورد آزمون قرار گیرد. برای بررسی و آزمون ضریب خودهمبستگی فضایی و معنی‌داری آن می‌توان از آماره‌های مختلف همچون آماره موران (Moran)، گری (Geary)، گتیس (Getis) و LM استفاده نمود. در مطالعه‌های تجربی، عموماً از آماره موران در تحلیل خودهمبستگی فضایی استفاده می‌شود. فرض وجود خودهمبستگی فضایی میان مشاهدات توسط آزمون LM صورت می‌گیرد و W وزن ماتریس فضایی است آزمون موران فرض وجود خودهمبستگی فضایی میان جملات اخلال را مورد بررسی قرار می‌دهد. W_{ij}وزن فضایی بین عارضه i و j می باشد، n تعداد کل عوارض جغرافیایی موجود در منطقه مورد مطالعه، xi و xj به ترتیب مقدار مشاهده شده متغیر مورد نظر در منطقه i و j است و $\bar{x}$ میانگین مقادیر مشاهده شده می باشد.مقادیر نزدیک ۱+ نشان دهنده الگوی خوشه‌ای و مقادیر ۱− نشان‌دهنده یک الگوی پراکنده است. سرانجام، مقادیر نزدیک صفر نشان دهنده عدم وجود الگوی فضایی هستند (Zhao et al., 2017). به‌صورت رابطه (۶) محاسبه می‌شود:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} W_{ij}(x_{it}-\bar{x_t})}{\sum_{j=1}^{n} w_{jti}} = \frac{e^{t} W e}{e^{t} e} \quad (۶)$$

بعد از بررسی آزمون‌های تشخیصی بایستی اقدامات زیر برای تعیین مدل بهینه فضایی صورت گیرد:

در ابتدا دو مدل SAC و SEM برآورد شده و بر اساس آزمون معنی‌داری متغیرها، میزان ضریب تعیین و ضریب همبستگی در جملات خطا مقایسه می‌شوند و سپس دو مدل SEM و SAR

برآورد شده و بر اساس دو آزمون LM(lag) و LM (error) مقایسه می‌شوند و در نهایت با مقایسه مدل SDM با سایر مدل‌ها، بهترین مدل انتخاب می‌شود (Taleblou et al, 2017). در این پژوهش مدل دوربین فضایی(SDM) به‌صورت ذیل تصریح می‌شود(Zhao, et al., 2017):

$$\begin{aligned}\ln Y_i = {} & \tau Y_{i.t-1} + \rho W \ln Y_{it} + \beta_1 \ln Cwat_{it} + \\ & \beta_2 \ln Ewat_{it} + \beta_3 Ln\ GDPC_{it} + \beta_4 \ln IndS_{it} + \\ & \beta_5 LnGC_{it} + \beta_6 \ln Tech_{it} + \beta_7 \ln Deco_{it} + \\ & \beta_8 Ln\ Agrwat_{it} + \beta_9 \ln Driwat\ C_{it} + \\ & \beta_{10} Ln\ Totwat_{it} + DX_{it}\theta + \alpha_i + \gamma_t + u_{it}\end{aligned} \quad (۷)$$

که در آن lnYi، lnEwat، lnCwat، LnGDPC، LnIndS، LnGC، LnTech، LnDeco، LnAgrwat، LnDriwat و LnTotwat به‌ترتیب نشان‌دهنده کارایی مصرف منابع آب در هر استان، لگاریتم منابع آب سرانه، لگاریتم بهره‌برداری از منابع آب، لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه، لگاریتم ساختار صنعتی، لگاریتم محصولات غله سرانه، لگاریتم تحقیق و توسعه، لگاریتم درجه باز بودن اقتصاد هر استان، لگاریتم مصرف آب کشاورزی، لگاریتم مصرف آب شرب روزانه و لگاریتم مصرف کل آب است.

برای رسیدن به نتایج منطقی و مشاهده اثرات فضایی کارایی مصرف منابع آب و عوامل مؤثر بر آن از روش پانل دوربین فضایی برای ۳۱ استان ایران در طی دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۹۹ استفاده شده است. متغیرهای اقتصادی و مکانی از وزارت جهاد کشاورزی (https://www.maj.ir/)، سازمان هواشناسی کشور (https://www.irimo.ir) و وزارت نیرو (https://www.moe.gov.ir)، مرکز آمار ایران (https://www.amar.org.ir) جمع‌آوری شده و با استفاده از نرم‌افزار STATA 15 مدل‌ها تخمین زده شده است. در این پژوهش علاوه بر متغیرهای آب مصرفی کشاورزی، شرب و کل، بقیه متغیرهای پژوهش بر اساس جدول (۱) محاسبه می‌شوند.

نتایج و بحث

به‌منظور بررسی مانایی متغیرها از آزمون‌های ریشه واحد داده‌های ترکیبی استفاده شد. نتایج جدول (۲)، آزمون ریشه واحد برای تمام متغیرها را نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر ناایستایی متغیرها رد می‌شود، یعنی کلیه متغیرهای مدل در سطح ایستا بوده و با حصول اطمینان از ایستایی متغیرها دیگر نیازی به انجام آزمون هم‌انباشتگی پانلی و هراس از کاذب بودن رگرسیون وجود ندارد.

جدول۱- نحوه محاسبه متغیرهای پژوهش

Table 1- how to calculate research variables

Variables	How to measure
Efficiency of water resource consumption	The ratio of total water consumption to GDP
Water resources per capita	Ratio of total water resources to total population
Exploitation of water resources	The ratio of total water consumption to total water resources
GDP per capita	The ratio of GDP to population
Per capita investment in fixed assets (industrial structure)	The ratio of investment in fixed assets to population
Cereal products per capita	Ratio of total cereal crops to population
Research and Development	R&D value ratio to GDP
The degree of openness of the economy of each province	The ratio of the value of exports to imports

Source: Research Finding

DOI: 10.22055/jise.2024.45383.2104

جدول ۲- نتایج آزمون متغیرهای تأثیرگذار بر کارایی مصرف منابع آب (Levin, et al., 2002)

Table 2 - Test results for variables affecting water use efficiency (Levin, et al., 2002)

Variables	LLC	Probability of variables at the level	Statioary
Water resources per capita (Cwat)	-5.43	0.00	I(0)
Exploitation of water resources (Ewat)	-3.51	0.00	I(0)
GDP per capita (GDPC)	-1.36	0.00	I(0)
Industrial structure (IndS)	-0.35	0.00	I(0)
grain per capita (GC)	-4.65	0.00	I(0)
Research and development of each province (Tech)	-0.66	0.00	I(0)
The degree of openness of the economy of each province (Deco)	-1.43	0.00	I(0)
Agricultural water consumption (Agrwat)	-1.32	0.03	I(0)
Drinking water consumption (Driwat)	2.21	0.00	I(0)
Total water consumption in the province (Totwat)	2.76	0.1	I(0)
Efficiency of water resource consumption (Y)	-0.54	0.04	I(0)

Source: Research Finding.

جدول ۳- آزمون‌های تشخیصی موران و ضریب لاگرانژ برای مدل پانل فضایی

Table 3- Moran diagnostic tests and Lagrangian coefficient for spatial panel model

Model	Moran	Geary	Getis	LR	Lmerror	Lmlag	Lmerror -robust	Lmlag-robust
SDM	0.16	0.91	-0.16	19.69	41.24	7.6	2.62	6.35
probability	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

Source: Research Findings

در روش پانل فضایی، بعد از ساخت ماتریس مسافت بین استان‌ها از آزمون‌های موران، ضریب لاگرانژ، LMerror_robust و LMlag_robust برای تشخیص رابطه فضایی بین استان‌ها کمک گرفته شده است که فرضیه صفر این آزمون‌ها، عدم وابستگی فضایی در اجزای اخلال می‌باشد. با توجه به نتایج جدول (۳) فرضیه صفر مبنی بر عدم وابستگی فضایی رد شده و در نتیجه می‌توان از روش اقتصادسنجی فضایی استفاده کرد. مقدار مثبت و معنادار ضریب خودرگرسیون فضایی نشان می‌دهد که بخشی از بالا بودن کارایی مصرف منابع آب هر استان به واسطه اثر فاصله (یا مجاورت) بوده است. بر این اساس، مدل‌های خودرگرسیون فضایی، خطای فضایی، مدل دوربین فضایی و مدل فضایی عمومی تخمین زده شده و در نهایت بر اساس متدولوژی الهورست برای انتخاب الگوی فضایی مناسب، مدل SDM به‌عنوان بهترین مدل فضایی انتخاب شد. (Elhorst, 2013).

به‌منظور برآورد عوامل مؤثر بر کارایی مصرف منابع آب در استان‌های ایران از مدل دوربین فضایی استفاده شده است. بر اساس نتایج مدل دوربین فضایی در جدول (۴) متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه، ساختار صنعتی، تولید سرانه غلات، مصرف آب شرب و مصرف کل آب بر میزان کارایی مصرف منابع آب تأثیر معناداری نداشته است اما متغیرهای بهره‌برداری از منابع آب و درجه باز بودن اقتصاد هر استان و مصرف آب کشاورزی در سطح استان‌ها تأثیر مثبت و معناداری بر میزان کارایی مصرف منابع آب داشته است، یعنی با یک درصد افزایش در متغیرهای بهره‌برداری از منابع آب و

درجه باز بودن اقتصاد هر استان و مصرف آب کشاورزی، کارایی مصرف منابع آب در استان به‌ترتیب به‌میزان ۰/۰۲، ۰/۳۱ و ۰/۰۴ درصد افزایش خواهد یافت یعنی هر چه بهره‌برداری از منابع آب در استان بیشتر باشد و یا استان صادرات بیشتری به استان‌های دیگر داشته باشد و یا مصرف آب کشاورزی در استان افزایش یابد در این صورت کارایی مصرف منابع آب افزایش یافته و استفاده صحیحی‌تری از منابع آب در استان صورت می‌گیرد. در حالی که متغیرهای منابع آب سرانه و تحقیق و توسعه در استان تأثیر منفی و معناداری بر میزان کارایی مصرف منابع آب استان گذاشته است یعنی با یک درصد افزایش منابع آب سرانه و تحقیق و توسعه به ترتیب به اندازه ۰/۰۵ و ۰/۰۹ درصد از کارایی مصرف منابع آب کاسته می‌شود. دلیل آن این است که با افزایش منابع آب در استان، به استفاده صحیح از این منابع کمتر توجه می‌شود تا زمانی که شرایط بحرانی شود یعنی تا زمانی که منابع آب فراوان است مدیریت صحیحی در زمینه استفاده از منابع آب وجود ندارد و همچنین از آنجایی که تحقیق و توسعه در کشور ما در استفاده از منابع آب مغفول مانده است و یا از این تحقیقات کمتر در زمینه افزایش کارایی مصرف منابع آب استفاده شده است به همین خاطر تحقیقات تأثیر زیادی در افزایش کارایی مصرف منابع آب نداشته و یا تأثیر عکس داشته‌اند و در نهایت متغیر λ دارای تأثیر مثبت و معنادار بر کارایی مصرف منابع آب می‌باشد که حاکی از تأثیرپذیری مثبت هر استان از استان مجاور است.

در جدول (۵) دو مدل مختلف، اثرات ثابت و تصادفی فضایی برآورد گردیده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهند، این دو مدل تفاوت اندکی با یکدیگر دارند، اما وجود اثرات فضایی در متغیر مستقل و وابسته و خطا تائید می‌شود. بر این اساس، در مدل اثرات ثابت فضایی این نتایج به قدرت تائید شده است، اما در مدل اثرات تصادفی فضایی می‌توان با انجام آزمون‌های Robust به این نتیجه دست یافت. بر طبق نتایج جدول (۵) متغیر بهره‌برداری از منابع آب دارای اثرات ثابت و تصادفی مثبت و معنادار بر کارایی مصرف منابع آب در استان‌های ایران می‌باشد یعنی به ازاء یک درصد افزایش در بهره‌برداری از منابع آب کارایی مصرف منابع آب در اثرات ثابت و تصادفی به‌ترتیب به میزان ۰/۲ و ۰/۰۷ افزایش خواهد یافت یا به عبارت دیگر با افزایش مصرف آب به کل منابع آب، کارایی در مصرف منابع آب افزایش یافته و مدیریت بهتری در زمینه این منبع ارزشمند صورت می‌گیرد. اثرات ثابت و تصادفی درجه باز بودن اقتصاد هر استان بر کارایی مصرف منابع آب مثبت و معنادار به‌ترتیب به اندازه ۰/۳۱ و ۰/۴۹ می باشد که گویای این مطلب می باشد که هر چه صادرات یک استان نسبت به واردات آن استان بیشتر باشد کارایی مصرف منابع آب افزایش یافته و مدیریت صحیحتری در استفاده از منابع آب انجام خواهد شد. اثرات ثابت منابع آب سرانه بر کارایی مصرف منابع آب منفی و معنادار بوده یعنی با یک درصد افزایش در منابع آب سرانه، کارایی مصرف منابع آب به اندازه ۰/۰۵ درصد کاهش خواهد یافت که نشان‌دهنده این مطلب است که با رشد منابع آب سرانه، صرفه‌جویی کمتری در منابع آب از طرف شهروندان صورت گرفته که در نتیجه آن کارایی مصرف منابع آب کاهش خواهد یافت. اثرات تصادفی ساختار صنعتی بر کارایی مصرف منابع آب دارای تأثیر مثبت و معنادار بوده است به گونه‌ای که با یک درصد افزایش در ساختار صنعتی، کارایی مصرف منابع آب به اندازه ۰/۹۵ درصد افزایش خواهد یافت یا به عبارت دیگر زمانی که سرمایه گذاری‌ها به سمت دارایی‌های ثابت سوق داده می‌شود، مدیریت مصرف منابع آب بهبود یافته و از منابع آبی استفاده مناسبتری به عمل خواهد آمد. اثرات ثابت تحقیق و توسعه بر کارایی مصرف منابع آب منفی و معنادار بوده به‌طوری که با افزایش یک درصد در تحقیق و توسعه کارایی مصرف منابع آب به میزان ۰/۰۰۹ کاهش خواهد یافت که می‌تواند دلیل آن این باشد که از این تحقیقات کمتر در راستای استفاده مؤثرتر از منابع آب بهره‌برداری شده است و در نهایت اثرات ثابت مصرف آب کشاورزی بر کارایی مصرف منابع آب به میزان ۰/۰۴ مثبت و معنادار بوده است که دلیل آن به خاطر استفاده از روش‌های نوین آبیاری در کشاورزی در سال‌های اخیر می‌باشد.

جدول ٤- نتایج برآورد عوامل مؤثر بر کارایی مصرف منابع آب با مدل دوربین فضایی

Table 4- The results of estimating factors affecting the efficiency of water resource consumption with a spatial panel model

Variable	Coefficient	standard deviation	Variable	Coefficient	standard deviation
lnCwat	-0.05**	0.02	LnTech	***-0.09	0.03
lnEwat	**0.02	0.1	LnDeco	***0.31	0.85
LnGDPC	-0.06	0.12	LnAgrwat	***0.04	0.01
LnIndS	0.03	0.02	LnDriwat	0.02	0.04
LnGC	-0.01	0.07	LnTotwat	0.04	0.03
Spatial	1.76***	0.56	λ	***0.06	0.01

Source: Research Findings(** and *** are significant at the level of 10% and 5%, respectively)

 DOI: 10.22055/jise.2024.45383.2104

جدول ۵- تخمین وجود اثرات مختلف فضایی به کمک تصریحات مختلف مدل‌های دوربین فضایی

Table 5- Estimation of the presence of different spatial effects with the help of different specifications of spatial Durbin models

	spatial model with fixed effects	spatial model Random-effects		spatial model with fixed effects	spatial model Random-effects
The main variable	Coefficient	Coefficient	Spatial variable	Coefficient	Coefficient
lnCwat	***-0.05	-0.32	W*lnCwat	0.004	0.0002
lnEwat	***0.02	0.07***	W*lnEwat	2.003	0.14
LnGDPC	-0.06	-0.27	W*LnGDPC	-3.31***	-1.95
LnIndS	0.03	0.95***	W*LnIndS	0.02	0.01
LnGC	-0.011	-0.31***	W*LnGC	-0.02***	-0.06
LnTech	***-0.009	0.07	W*LnTech	-0.02***	-0.09
LnDeco	0.031***	0.49***	W*LnDeco	3.61***	1.63
LnAgrwat	***0.04	0.007	W*LnAgrwat	0.01	-0.05
LnDriwat	0.002	0.1	W*LnDriwat	-0.07	-0.01
LnTotwat	0.1	0.06	W*LnTotwat	0.005	0.23***
R^2	0.65	0.83	Llog	0.5	0.76

Source: Research Findings (** and *** are significant at the level of 10% and 5%, respectively)

جدول ٦- آزمون‌های اثرات مشترک (زمان و فاصله)

Table 6- Joint effects tests (time and distance)

joint effects	H0	LR	probability level
Spatial fixed effects	There are no spatial joint effects	1.45	0.00
Time fixed effects	There are no joint time effects	0.02	0.00

Source: Research Findings

آزمون‌های اثرات مشترک در جدول (۶) نشان می‌دهد که این اثرات در مدل وجود داشته و در صورت وجود این اثرات، می‌توان اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت متغیرها را از یکدیگر تفکیک نمود.

برای تعیین اثرات غیرمستقیم یا سرریز، مدل دوربین فضایی مبنا قرار گرفته و اثرات سرریز متغیر کارایی مصرف منابع آب در استان‌های ایران برآورد شده است. جدول (۷) اثرات مستقیم، غیرمستقیم و اثر کل (سرریزهای فضایی) را در کوتاه‌مدت و بلندمدت نشان می‌دهد. نتایج مدل دوربین فضایی نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت اثرات غیرمستقیم و کل متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه، غله سرانه و تحقیق و توسعه بر کارایی مصرف منابع آب منفی و معنادار بوده است و همچنین اثرات غیرمستقیم و کل برای متغیر درجه باز بودن اقتصاد هر استان بر کارایی مصرف منابع آب مثبت و معنادار بوده است یعنی اینکه با افزایش متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه، غله سرانه و تحقیق و توسعه، کارایی مصرف منابع آب در کوتاه‌مدت کاهش می‌یابد و یا به عبارت دیگر در کوتاه‌مدت با رشد تولید ناخالص داخلی سرانه، رشد تولید غله و گسترش تحقیق و توسعه شاهد کاهش کارایی مصرف منابع آب بوده و مدیریت صحیح و مناسبی از این ماده ارزشمند و حیاتی صورت نگرفته است اما درجه باز بودن اقتصاد هر استان در کوتاه‌مدت بر کارایی مصرف منابع آب تأثیر مثبت داشته و استان‌ها با توجه به مزیت نسبی صادراتی اقدام به تولید کالاها نموده که در نتیجه آن کارایی مصرف منابع آب بهبود یافته است و در نهایت اثرات مستقیم، غیرمستقیم و کل سایر متغیرها بر کارایی مصرف منابع آب معنادار نبوده‌اند.

نتایج مدل دوربین فضایی در بلندمدت نشان می‌دهد که اثرات مستقیم در متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه بر کارایی مصرف منابع آب مثبت و معنادار بوده است در حالی که اثرات غیرمستقیم و کل در تولید ناخالص داخلی سرانه بر کارایی مصرف منابع آب منفی و معنادار بوده است و همچنین اثرات کل دو متغیرغله سرانه و تحقیق و توسعه بر کارایی مصرف منابع آب منفی و معنادار بوده است و در نهایت اثرات کل درجه باز بودن اقتصاد هر استان بر کارایی مصرف منابع آب مثبت و معنادار بوده است یعنی اینکه اثر کل افزایش متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه، غله سرانه و تحقیق و توسعه بر کارایی مصرف منابع آب در بلندمدت کاهشی بوده و بیان‌گر آن است که در تمام مناطق کشور باید رشد تولید ناخالص داخلی بیشتر باشد و همچنین تولید سرانه غله در ایران باید کاهش یابد و یا به صورت مؤثرتر و کاراتر تولید غلات در استان‌های ایران انجام شود چون با کارایی مصرف منابع آب در ایران رابطه منفی داشته است اما اثرات کل درجه باز بودن اقتصاد هر استان در بلندمدت بر کارایی مصرف منابع آب تأثیر مثبت داشته و استان‌ها با توجه به مزیت

نسبی صادراتی اقدام به تولید کالاها نموده که در نتیجه آن کارایی مصرف منابع آب بهبود یافته است که نتایج این پژوهش با مطالعه Zhao et al (2017) مطابقت دارد و همچنین اثرات مستقیم، غیرمستقیم و کل سایر متغیرها بر کارایی مصرف منابع آب در بلند مدت معنادار نبوده‌اند. نتایج اثرات مستقیم، غیرمستقیم و اثر کل در شرایط بلندمدت قدری متفاوت از اثرات کوتاه‌مدت است، زیرا همان‌طور که تئوری‌های اقتصاد خرد آن را تأیید می‌کند، کشش‌های کوتاه‌مدت کوچک‌تر از کشش‌های بلند مدت بوده و فرصت واکنش به شوک‌های مختلف برای عوامل اقتصادی در بلندمدت بزرگتر از کوتاه‌مدت است و در این راستا کشش اثر کل درجه باز بودن اقتصاد هر استان در کوتاه‌مدت و بلندمدت مثبت و معنادار بوده و کشش آن در کوتاه‌مدت به اندازه ۱/۵۴ و در بلندمدت به اندازه ۱/۸۴ خواهد بود یا به عبارت دیگر کشش درجه باز بودن اقتصاد در بلندمدت بزرگتر از کوتاه‌مدت است.

جدول ۷- اثرات مستقیم و غیرمستقیم (سرریز) فضایی حاصل از تخمین مدل به کمک تصریحات مدل دوربین فضایی
Table 7- Direct and indirect (spillover) spatial effects resulting from the estimation of the model with the help of the specifications of the spatial Durbin model

		Indirect effect	direct effect	Total effect
	The main variable	coefficient (probability)	coefficient (probability)	coefficient (probability)
Short Term effects	lnCwat	0.02(0.39)	-0.08(0.28)	0.01(0.53)
	lnEwat	0.92(0.33)	0.1(0.48)	1.02(0.25)
	LnGDPC	-1.41(0.05)	0.82(0.02)	-1.34(0.05)
	LnIndS	0.009(0.66)	0.02(0.42)	-0.01(0.55)
	LnGC	-0.09(0.06)	-0.1(0.9)	-0.09(0.05)
	LnTech	-0.07(0.07)	-0.02(0.63)	-0.07(0.05)
	LnDeco	1.37(0.06)	0.17(0.4)	1.54(0.03)
	LnAgrwat	0.03(0.77)	0.004(0.68)	0.08(0.47)
	LnDriwat	-0.02(0.55)	0.05(0.68)	-0.02(0.56)
	LnTotwat	0.02(0.44)	0.02(0.53)	0.02(0.38)
Long Term effects	lnCwat	0.03(0.78)	-0.01(0.98)	0.02(0.54)
	lnEwat	0.92(0.57)	0.23(0.98)	1.02(0.26)
	LnGDPC	-1.81(0.05)	0.21(0.05)	-1.34(0.06)
	LnIndS	0.01(0.79)	0.02(0.92)	0.01(0.55)
	LnGC	-0.01(0.6)	-0.03(0.9)	-0.01(0.06)
	LnTech	-0.086(0.61)	-0.06(0.94)	-0.08(0.06)
	LnDeco	1.67(0.48)	0.01(0.9)	1.84(0.04)
	LnAgrwat	0.03(0.77)	0.006(0.84)	0.09(0.48)
	LnDriwat	-0.04(0.55)	0.07(0.92)	-0.03(0.56)
	LnTotwat	0.02(0.44)	0.01(0.91)	0.02(0.38)
	R^2	0.78	Hausman test	34.21

Source: Research Finding

نتیجه‌گیری

با توجه به اقلیم خشک و شکننده کشور و با در نظر گرفتن خشکسالی‌های اخیر اهمیت آب به‌عنوان یک نهاده حیاتی بیش از پیش مشخص می‌شود. به‌منظور بررسی عوامل اثرگذار بر کارایی مصرف منابع آب کشور و با توجه به اثرات سرریز فضایی از مدل اقتصادسنجی دوربین فضایی استفاده شده و برای بررسی عوامل مؤثر بر کارایی مصرف منابع آب (به‌منظور تشخیص اثرات مجاورت و همسایگی) اثرات مستقیم و غیرمستقیم برآورد شده است. آزمون ریشه واحد برای تمام متغیرها نشان می‌دهد که کلیه متغیرهای مدل در سطح ایستا می‌باشند. در روش پانل فضایی، بعد از ساخت ماتریس فضایی، با استفاده از آزمون‌های موران، ضریب لاگرانژ، LMerror_robust و LMlag_robust فرضیه صفر مبنی بر عدم وابستگی فضایی رد شده و در نتیجه می‌توان از روش اقتصادسنجی فضایی استفاده کرد و مقدار مثبت و معنادار ضریب خودرگرسیون فضایی نشان می‌دهد که بخشی از بالا بودن کارایی مصرف منابع آب هر استان به واسطه اثر فاصله (یا مجاورت) بوده است. بر این اساس، مدل‌های خودرگرسیون فضایی تخمین زده شده و در نهایت بر اساس متدولوژی الهورست، مدل SDM به‌عنوان بهترین مدل فضایی انتخاب شد.

نتایج مدل دوربین فضایی نشان می‌دهد متغیرهای بهره‌برداری از منابع آب و درجه باز بودن اقتصاد هر استان و مصرف آب کشاورزی در سطح استان‌ها تأثیر مثبت و معناداری بر میزان کارایی

DOI: 10.22055/jise.2024.45383.2104

مصرف منابع آب داشته است، یعنی با یک درصد افزایش در متغیرهای بهره‌برداری از منابع آب و درجه باز بودن اقتصاد هر استان و مصرف آب کشاورزی، کارایی مصرف منابع آب در استان به‌ترتیب به میزان ۰/۰۲، ۰/۳۱ و ۰/۰۴ درصد افزایش خواهد یافت یعنی هر چه بهره‌برداری از منابع آب در استان بیشتر باشد و یا استان صادرات بیشتری به استان‌های دیگر داشته باشد و یا مصرف آب کشاورزی در استان افزایش یابد در این صورت کارایی مصرف منابع آب افزایش یافته و استفاده صحیحی‌تری از منابع آب در استان صورت می‌گیرد. در حالی که متغیرهای منابع آب سرانه و تحقیق و توسعه در استان تأثیر منفی و معناداری بر میزان کارایی مصرف منابع آب استان گذاشته است یعنی با یک درصد افزایش منابع آب سرانه و تحقیق و توسعه به‌ترتیب به اندازه ۰/۰۵ و ۰/۰۹ درصد از کارایی مصرف منابع آب کاسته می‌شود. دلیل آن این است که با افزایش منابع آب در استان، به استفاده صحیح از این منابع کمتر توجه می‌شود تا زمانی که شرایط بحرانی شود یعنی تا زمانی که منابع آب فراوان است مدیریت صحیحی در زمینه استفاده از منابع آب وجود ندارد و همچنین از آنجایی که تحقیق و توسعه در کشور ما در استفاده از منابع آب مغفول مانده است و یا از این تحقیقات کمتر در زمینه افزایش کارایی مصرف منابع آب استفاده شده است به همین خاطر تحقیقات تأثیر زیادی در افزایش کارایی مصرف منابع آب نداشته و یا تأثیر عکس داشته‌اند و در نهایت متغیر λ دارای تأثیر مثبت و معنادار بر کارایی مصرف منابع آب می‌باشد که حاکی از تأثیرپذیری مثبت هر استان از استان مجاور است.

نتایج آزمون‌های اثرات مشترک نشان می‌دهد که این اثرات در مدل وجود داشته و در صورت وجود این اثرات، می‌توان اثرات مستقیم، غیرمستقیم و کل را برای دو دوره کوتاه‌مدت و بلندمدت متغیرها از یکدیگر تفکیک نمود. نتایج مدل دوربین فضایی در کوتاه‌مدت نشان می‌دهد که اثرات غیرمستقیم و کل در تولید ناخالص داخلی سرانه، غله سرانه و تحقیق و توسعه بر کارایی مصرف منابع آب منفی و معنادار بوده است و همچنین اثرات غیرمستقیم و کل برای متغیر درجه باز بودن اقتصاد هر استان بر کارایی مصرف منابع آب مثبت و معنادار بوده است یعنی اینکه با افزایش متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه، غله سرانه و تحقیق و توسعه، کارایی مصرف منابع آب در کوتاه‌مدت کاهش می‌یابد و اما درجه باز بودن اقتصاد هر استان بر کارایی مصرف منابع آب تأثیر مثبت داشته و استان‌ها با توجه به مزیت نسبی صادراتی اقدام به تولید کالاها نموده‌اند که در نتیجه آن کارایی مصرف منابع آب بهبود یافته است. نتایج مدل دوربین فضایی در بلندمدت نشان می‌دهد که اثرات مستقیم تولید ناخالص داخلی سرانه بر کارایی مصرف منابع آب مثبت و معنادار بوده است در حالی که، اثرات غیرمستقیم و کل در متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه بر کارایی مصرف منابع آب منفی و معنادار بوده است و همچنین اثرات کل دو متغیر غله سرانه و تحقیق و توسعه بر کارایی مصرف منابع آب منفی و معنادار بوده است و در نهایت اثرات کل درجه باز بودن اقتصاد هر استان بر کارایی مصرف منابع آب مثبت و معنادار بوده است که با پژوهش Zhao al et (2017) هم خوانی دارد. همچنین تولید سرانه غله در ایران باید کاهش یابد و یا به صورت مؤثرتر و کاراتر تولید غلات در استان‌های ایران انجام شود چون با کارایی مصرف منابع آب در ایران رابطه منفی داشته است اما اثرات کل درجه باز بودن اقتصاد هر استان در بلند مدت بر کارایی مصرف منابع آب تأثیر مثبت داشته است. نتایج اثرات مستقیم، غیرمستقیم و اثر کل در شرایط بلندمدت با کوتاه‌مدت متفاوت بوده، زیرا کشش‌های کوتاه‌مدت کوچک‌تر از کشش‌های بلندمدت بوده و در این راستا کشش اثر کل درجه باز بودن اقتصاد هر استان در کوتاه‌مدت و بلندمدت مثبت و معنادار بوده و کشش آن در کوتاه‌مدت از بلندمدت کمتر خواهد بود که با مطالعه Chen et al (2021) مطابقت دارد که نتایج آن‌ها نیز نشان داد که سرانه مصرف آب، میزان تحقیق و توسعه بر کارایی منابع آب تأثیر منفی دارد در حالی‌که تولید ناخالص داخلی سرانه بر کارایی منابع آب تأثیر مثبت دارد. با توجه به نتایج به متولیان بخش آب کشور با همکاری سایر ارگان‌ها و سازمان‌ها پیشنهاد می‌شود که با تنوع بخشی در بهره‌برداری از منابع آب، فراهم کردن بستر و زیرساخت‌های لازم حمل و نقل بین استان‌ها در جهت تسهیل صادرات و واردات بین استانی و حرکت به سمت استفاده از روش‌های نوین آبیاری در بخش کشاورزی، کارایی مصرف منابع آب را بهبود بخشید و همچنین با افزایش منابع آب در سال‌های پربارش با فرهنگ‌سازی سعی در صرفه‌جویی و استفاده صحیح و مناسب از منابع آب داشته تا کشور در سال‌های خشکسالی کمتر دچار تنش آبی شود.

در نهایت از آنجایی که در تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر کارایی منابع آب در استان‌های ایران، همبستگی مثبت فضایی وجود دارد. توسعه سیاست‌های آبی بایستی به‌صورت منطقه‌ای و بر اساس شرایط محلی و هماهنگ با سیاست حفاظت از منابع آب صورت گیرد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از حمایت و کمک دانشگاه سیستان و بلوچستان کمال تشکر را دارند.

تضاد منافع نویسندگان

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافعی در خصوص نگارش و انتشار مطالب و نتایج این پژوهش ندارند.

منابع مالی

نویسندگان هیچ گونه حمایت مالی برای تحقیق، تالیف و انتشار این مقاله دریافت نکردند.

دسترسی به داده‌ها

همه اطلاعات و نتایج در متن مقاله ارائه شده است.

مشارکت نویسندگان

اسامی نویسندگان به ترتیب نوشته و میزان مشارکت هر کدام در نگارش مقاله مشخص شود.

نویسنده اول: سید مهدی حسینی، ۳۰ درصد از کل مقاله شامل جمع‌آوری داده ها و تجزیه و تحلیل نتایج و نگارش مقاله

نویسنده دوم: امیر دادرس مقدم ۳۰ درصد از کل مقاله شامل روش تحقیق و تجزیه وتحلیل نتایج و نتیجه گیری

نویسنده سوم: حسین بدیع برزین، ۲۰ درصد از مقاله شامل نگارش مقاله و روش تحقیق

نویسنده چهارم: محمد نوروزیان، ۲۰ درصد از کل مقاله شامل تجزیه وتحلیل داده ها و مقدمه

References

1- Akbari, S. M. R., dadras Moghaddam, A., and Hazarh , A. 2017. Investigation of financial ratios with stock prices of agricultural related industries in Iranian Stock Exchange. *Journal of Agricultural Economics Research*, 9(33), pp165-176.(In Persian) Dor:20.1001.1.20086407.1396.9.33.9.4

2- Ansari, H., Boostani, A., Tabatabaee, A., and Forouzesh, M. 2017. Investigation of Consumption Management and Estimation of the Drinking Water Demand in the Vision 1420 for the City of Mashhad. *Journal of Water and Sustainable Development*, 4(1), pp125-132. Doi: 10.22067/jwsd.v4i1.50409

3- Anselin, L. 1995. Local indicators of spatial association-LISA. Geogr. Anal. 27 (2), pp93-116. Doi:10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x

4- Chen, Y., Yin, G., & Liu, K. 2021. Regional differences in the industrial water use efficiency of China: The spatial spillover effect and relevant factors. Resources, *Conservation and Recycling*, 167, 105239. Doi:10.1016/j.resconrec.2020.105239

5- Elhorst P. 2013. Spatial Panel Data Models. Handbook of applied spatial analysis. Edited by Fisher, M.M.

6- https:// www.amar.org.ir

7- https://www.irimo.ir

8- https://www.maj.ir

9- https://www.moe.gov.ir

10- Levin, A., C.-F. Lin, and C.-S. J. Chu. 2002. Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics* 108: 1–24d Doi:10.1016/S0304-4076(01)00098-7.

11- Ma, H.L. Shi, C.L. and Chou, N.T. 2016. China's water utilization efficiency: an analysis with environmental considerations. *Sustainability*. 8 (6), pp516-531. Doi:10.3390/su8060516

12- Modhej, D., & Dahimavi, A. 2021. Application of data envelopment analysis in efficiency evaluation of agricultural water exploitation systems in Khozestan province.*Agricultural economic*, 15(1):29-53. Doi:10.22034/iaes.2021.527188.1832

13- Molaei, M., Hesari, N., & Javanbakht, O. 2017. The estimation of input-oriented environmental efficiency of agricultural products (case study: environmental efficiency of rice production). *Agricultural Economics*, 11(2), pp157-172. Doi: 10.22034/iaes.2022.1971035.1954

14- Monjazeb, M.R. and Nosrati, R. 2017. Basics of Econometrics along with Eviews and Stata, Mehraban Publications.

15- Norozian, M., Hoseini, S. M., Akbarei, A., and Dadrasmoghadam, A. 2022. Effective Factors on Environmental Efficiency Rapeseed Cultivation in Provinces of Iran (Approch Spatial econometric). *Agricultural Economics Research*, 13(4), pp60-77.Doi: 10.30495/jae.2021.21934.2043

16- Saghafi, A., Einy, N., & Issazadeh, M. 2018. Analysis and evaluation of factors affecting the sustainable management of water resources in agriculture.

17- Salami, H., and Nemati, M. 2014. Exploring systematic yield risk and its strengthening factors for apple product in Iran: application of spatial autoregressive models. *Journal of agricultural economics and development,* 27(4), pp288-299.Dor: 20.1001.1.20084722.1392.27.4.3.3

18- Samati, M., Samati, M., and Mollaasili Dehshiri, H. 2014. Analyzing the Role of Legal Structure and Security of Property Rights in Attracting Foreign Direct Investment (P-VAR): The Case of Petroleum Exporting Countries. *Economic Policy Making*, 6(12),pp 155-177. (In Persian)

19- Seyef, A.M. Hamidi Razi, D. 2017. Identification of Factors that Influence Iran's Provincial Energy Intensity Index: A Spatial Dynamic Panel Data Approach. *QEER*; 13 (53) :pp61-10 URL: http://iiesj.ir/article-1-774-en.html

20- Shahbazi, K., and Rezaei, E. 2015. Investigating the economic convergence of member countries of economic cooperation organization (ECO): Spatial panel econometrics. *Iranian Journal of Trade Studies*, 19(74), pp155-196. Dor:20.1001.1.17350794.1394.19.74.7.1

21- Song, M., Tao, W., Shang, Y., & Zhao, X. 2022. Spatiotemporal characteristics and influencing factors of China's urban water resource utilization efficiency from the perspective of sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 338, 130649. Doi:10.1016/j.jclepro.2022.130649

22- Sun, C.Z. Zhao, L.S. and Zou, W. 2014. The interprovincial water resources global environmental technology efficiency measurement in China and its spatial effect. *J. Nat. Resour*. 4 (29), pp553-563. Doi: 10.11849/zrzyxb.2014.04.001

23- Taghizadeh, S., Navid, H., Fellegari, R., & Fakheri Fard, A. 2013. Changing of optimum cropping pattern analysis considering risk factor and new limitations of kurdistan regional water company (Case study: 200 Hectares of Farm Area in Dehgolan Field. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 23(1),pp 71-84.

24- Taleblou, R., Mohammadi, T., and Pirdayeh, H. 2017. Analysis of Spatial Diffusion of Housing Price Changes in Iranian Provinces; Spatial Econometrics Approach. *Economics Research*, 17(66), pp55-95. Doi:10.22054/joer.2017.8202

25- Vega, S. H. and Elhorst, J. P. 2013. On spatial econometric models, spillover effects, and W, Paper presented at the 53rd ERSA Congrss, Palermo, Italy.

26- Xilong, Y. Wei, F. Xiaoling, Z, Wenxi, W. Chentao, Z. and Shaqiu, Y, 2018. Measurement and decomposition of industrial green total factor water efficiency in China, *Journal of Cleaner Production,* (198): pp144-1156. Doi: 10.1016/j.jclepro.2018.07.138

27- Zarra Nezhad, M., and Mansouri, S. A. 2015. The Impact of Spatial Interaction Effects Neighboring on Fluctuations of Trade: Spatial Panel data Econometric Method and Wavelet Smoothing. *Journal of Economic Research*, 50(4), 835-859. Doi:10.22059/jte.2015.56148

28- Zhao, L. Sun, C., and Liu, F. 2017. Interprovincial two-stage water resource utilization efficiency under environmental constraint and spatial spillover effects in China, *Journal of Cleaner Production*. 164: pp715-725. Doi:10.1016/j.jclepro.2017.06.252