



Research Paper

Factors Affecting Water Quality in Selected Asian Countries Using Spatial Durbin Model

Amir Dadrasmoghadam^{1*}, Mehdi Safdari² and Reza Dehvari³

¹Assist. Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Management and Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

²Assoc. Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Management and Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

³Ph.D. Scholar, Department of Agricultural Economics, Faculty of Management and Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

Article information

Received: February 01, 2023

Revised: April 14, 2023

Accepted: April 16, 2023

Keywords:

Gross Domestic Product

Population Density

Spatial Econometrics

Water Quality

*Corresponding author:

amdadras@eco.usb.ac.ir



Abstract

The quality of water resources is essential for the protection of the environment and human public health. Decreasing water quality has several environmental effects. In addition to creating environmental problems, it increases the cost of governments. The aim of this research is to empirically examine the relationship between water quality and income in selected Asian countries, taking into account spatial dependencies between countries. A spatial econometric framework was applied using panel data for nine Asian countries from 2000 to 2020. The required data was obtained from the World Bank. First, the Moran test was performed to prove the existence of spatial dependence. Using the Wald test, the spatial Durbin model was determined as the optimal model. Then, using Stata17 software, the model was estimated. The results showed that there is significant spatial spillover in the model. GDP has the most positive effect on water quality in Asian countries, and population density has the most negative effect. The spatial spillover effect of real GDP per capita and foreign direct investment on water quality has been positive and significant. Spatial spillover of legality and effectiveness of the government has had a positive and significant effect on water quality.

How to cite this paper: Dadrasmoghadam, A., Safdari, M., & Dehvari, R. (2024). Factors Affecting Water Quality in Selected Asian Countries with a spatial Durbin Model. *Environ. Water Eng.*, 10(4), 466-479. <https://doi.org/10.22034/ewe.2023.384145.1839> (In Persian)



© Authors, Published by **Environment and Water Engineering** Journal. This is an open-access article distributed under the CC BY (license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Good water quality is very important for human health, social and economic development and the functioning of ecosystems. Economic activities, excessive population growth and unsustainable agricultural practices increase the pressure on water resources. With the development of countries, ignoring the degree of openness of trade and foreign direct investment may cause errors in estimating the results. Watersheds and water resources are not limited to one country and include more than one country, and this issue leads to economic, environmental and institutional spillover effects between countries. One of the suitable models for investigating the direct and indirect economic, environmental and institutional effects on water quality among different regions is the use of a spatial model that is influenced by strategic interactions in the environmental policies of countries. The main goal of this research is to investigate the effect of factors affecting water quality performance in the period from 2000 to 2020 in selected Asian countries with a spatial Durbin model. In this research, in addition to population density, GDP per capita, foreign direct investment and trade openness, governance indicators have also been used. In addition, in this research, the spatial econometric method is used to show the effects of spatial spillover, which have not been considered until now, and it is an innovative aspect of the research.

Material and Methods

The main goal of this research was to investigate the effect of factors affecting water quality performance in the period from 2000 to 2020 in selected Asian countries including Iran, Pakistan, Kyrgyzstan, Uzbekistan, Tajikistan, Turkmenistan, Oman, Qatar and Israel with a spatial Durbin model. The variables of the final model WQ represent access to safe drinking water, real GDP (Gross Domestic product per capita), FDI (foreign direct investment), PD total (population density), Trade degree of commercial openness, GovEff governance index (government effectiveness), RegQ governance index (regulation quality). Rule.Law is an indicator of governance (rule of law). The data of this research was collected from the World Bank in the period 2000-2020 for selected Asian countries and was used to estimate the model using stata17 software.

Results

The results of Table 1 showed that the variables of total population density, gross domestic product, foreign direct investment, commercial openness, legality have direct effects on the water quality of each country. There are also spatial spillover effects on other neighboring countries. GDP has had the most positive and significant impact on water quality in Asian countries. In addition, the total population density has the most negative and significant effect on water quality. The results of this study showed that the variables of population density have a negative and significant effect on the water quality of the investigated countries and it can be concluded that the water quality decreases with the increase of the population density of the investigated countries. Population growth, the construction of towns and industrial settlements are increasing at an increasing speed in selected Asian countries, which has affected the quality of the environment in these countries. The variables of commercial openness and foreign direct investment had a positive and significant effect on water quality by 3.06 and 0.16, respectively. With the increase in income from exports, which causes an increase in the per capita income of these countries, and the countries start importing new technologies that create less pollution from the environmental point of view, and pay attention to the control of pollution from industries. do with the increase of commercial liberalization, the water quality index increases. The entry of foreign direct investment can have positive effects on the technological characteristics of companies, and the said companies can benefit from the technology of multinational companies or their technical knowledge to deal with environmental issues, which ultimately causes Reduce environmental pollution and improve water quality. On the other hand, the entry of foreign direct investment into their own countries can facilitate the process of strengthening environmental regulations. This can be done either through a direct effect on the accumulation of capital and increasing the ability to reduce pollution in the host country, or through an indirect effect, i.e., an effect on income growth, followed by an increase in demand for benefiting from a better environment. The spatial spillover effect of real GDP per capita and foreign direct investment on water quality has been positive and significant. Spatial spillover of legality and effectiveness of the government has had a positive

and significant effect on the quality of water in Asian countries by 2.86 and 2.36, respectively.

Table 1 Spatial model estimation results

Variables	SDM	Probability	SAR	Probability	SEM	Probability	SAC	Probability
GDP	16.38	0.000***	20.84	0.000***	30.69	0.000***	22.91	0.000***
FDI	2.16	0.031**	2.31	0.021**	3.49	0.000***	3.31	0.001***
P. D	-9.20	0.000***	-12.42	0.000***	-12.92	0.000***	-12.79	0.000***
Trade	3.06	0.002***	2.03	0.042**	1.41	0.158	2.18	0.030**
Rule.Law	3.25	0.001***	3.30	0.001***	4.48	0.000***	4.14	0.000***
GovEff	6.46	0.000***	5.10	0.000***	5.32	0.000***	5.98	0.000***
RegQ	-0.80	0.426	-1.00	0.316	-0.89	0.375	-0.93	0.350
W* GDP	4.19	0.000***	-	-	-	-	-	-
W* FDI	2.30	0.021**	-	-	-	-	-	-
W* P.D	-1.50	0.134	-	-	-	-	-	-
W* Trade	0.50	0.619	-	-	-	-	-	-
W*	2.86	0.004***	-	-	-	-	-	-
Rule.Law								
W* GovEff	2.36	0.018**	-	-	-	-	-	-
W* RegQ	0.37	0.710	-	-	-	-	-	-
λ	-	-	-	-	-3.40	0.001***	-4.58	0.000***
ρ	-3.46	0.001***	-0.01	0.994	-	-	2.79	0.005***
ε	18.35	0.000***	19.44	0.000***	18.63	0.000***	17.40	0.000***
R ²	86.53		85.97		85.87		85.77	

Conclusions

According to the finding of this study, it can be concluded that: Since high population density is one of the factors that reduce water quality, in order to reduce the negative effects of Asian countries, it is necessary to develop less developed areas with detailed planning and create economic-social and welfare attractiveness in these areas, causing migration from population centers with high density to Areas with low density were reduced, which can be pointed out to the development of urban facilities in these areas by donating financial facilities with low interest rates, tax exemptions for businesses in low density areas. The effect of foreign direct investment has a positive effect on water quality, and foreign direct investment is subject to other factors. The effect of the degree of economic openness, capital return

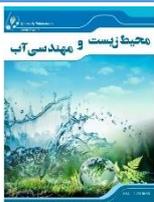
rate, infrastructure and human capital and investment volume have a positive and significant effect on the attraction of foreign direct investment. As a result, policy makers should first facilitate international trade by reducing export and import tariffs and creating appropriate facilities to Economic enterprises provide the necessary platform to attract foreign investors in the field of increasing water quality.

Data Availability

Data can be shared by the corresponding author via email (amdadras@eco.usb.ac.ir) upon reasonable request.

Conflicts of interest

The authors of this paper declared no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.



ISSN: 2476-3683

محیط‌زیست و مهندسی آب

Homepage: www.jewe.ir

مقاله پژوهشی

عوامل مؤثر بر کیفیت آب در کشورهای منتخب آسیا با مدل دوربین فضایی

امیردادرس مقدم^{۱*}، مهدی صفدری^۲ و رضا دهوری^۳

استادیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
^۲دانشیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
^۳دانشجوی دکتری، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: [۱۴۰۱/۰۱/۱۲]

تاریخ بازنگری: [۱۴۰۲/۰۱/۲۵]

تاریخ پذیرش: [۱۴۰۲/۰۱/۲۷]

واژه‌های کلیدی:

اقتصادسنجی فضایی

تراکم جمعیت

تولید ناخالص داخلی

کیفیت آب

*نویسنده مسئول:

amdadras@eco.usb.ac.ir



کیفیت منابع آب برای حفاظت از محیط‌زیست و سلامت عمومی بشر ضروری است. کاهش کیفیت آب دارای اثرات متعددی محیط‌زیستی بود. علاوه بر ایجاد مشکلات محیط‌زیستی، هزینه‌ی دولت‌ها را افزایش می‌دهد. هدف از این پژوهش بررسی تجربی رابطه کیفیت آب و درآمد در کشورهای آسیایی منتخب، با در نظر گرفتن وابستگی‌های فضایی بین کشورها است. بدین منظور از روش اقتصادسنجی فضایی برای ۹ کشور آسیایی طی دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ استفاده شد. داده‌های مورد نیاز از بانک جهانی اخذ شد. ابتدا آزمون موران، جری و جتیس برای اثبات وجود وابستگی فضایی انجام شد. با استفاده از آزمون والد مدل دوربین فضایی به عنوان مدل بهینه تعیین شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار Stata17 مدل برآورد و اثرات مستقیم و غیرمستقیم شناسایی شد. نتایج نشان داد سرریزهای فضایی قابل توجهی در مدل وجود دارد. تولید ناخالص داخلی بر کیفیت آب کشورهای آسیایی بیشترین تأثیر مثبت و تراکم جمعیت بیشترین تأثیر منفی را دارد. اثر سرریز فضایی تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر کیفیت آب مثبت و معنی‌دار بوده است. همچنین سرریز فضایی قانونمندی و اثربخشی دولت بر کیفیت آب کشورهای آسیایی تأثیر مثبت و معنی‌داری داشته است.

نحوه استناد به این مقاله:

دادرس مقدم، امیر، صفدری، مهدی، & دهوری، رضا. (۱۴۰۳). عوامل مؤثر بر کیفیت آب در کشورهای منتخب آسیا با مدل دوربین فضایی. محیط‌زیست و مهندسی آب. 10(4) 466-479. <https://doi.org/10.22034/ewe.2024.413340.1887>



۱- مقدمه

بالاتر و افزایش خصوص سازی می تواند به طور بالقوه بر کیفیت آب تأثیر بگذارد. اتحادیه اروپا به صراحت بیان می کند که تقویت کیفیت نهادی از نظر شفافیت، مقررات مؤثر و مشارکت عمومی و همچنین بهبود فضای باز برای سرمایه گذاران خارجی و توسعه تجارت، ابزار مهمی برای توسعه است که ممکن است کیفیت آب را افزایش دهد (Fazekas 2017).

با توسعه کشورها، این امر معمولاً با افزایش آزادی اقتصادی و اجتماعی، شفافیت بهتر، مشارکت عمومی بالاتر و افزایش پاسخگویی همراه است. این می تواند بر کیفیت محیط زیستی تأثیر مثبت بگذارد. اجرای دستورالعمل چارچوب آب (WFD)^۱ و اطمینان از راه حل های مناسب در بخش هایی از اروپا که در آن فشار سیاسی و قوانین مؤثر وجود ندارد، سخت گیرانه تر می باشد (Zhou et al. 2019). ارتباط بین بهبود کیفیت سازمانی و کیفیت محیط زیستی در کشورهای کمتر توسعه یافته ضعیف تر است (Brown 2013). همچنین باز بودن اقتصاد می تواند منجر به رفاه بالاتر، افزایش تقاضا برای کیفیت محیط زیستی و افزایش انتقال فناوری شود که در نهایت می تواند شرایط محیطی را بهبود بخشد (Aklin 2016). از این رو، نادیده گرفتن درجهی باز بودن تجارت و سرمایه گذاری مستقیم خارجی ممکن است باعث خطا در برآورد نتایج شود. حوزه های آبخیز و منابع آبی به داخل مرزهای یک کشور محدود به یک کشور نمی شوند و بیش از یک کشور را در بردارد و همچنین این مسئله منجر به اثرات سرریز اقتصادی، محیط زیستی و نهادی بین کشورها می شود (Hosseini and Kaneko 2013; Wen et al. 2018). یکی از الگوهای مناسب برای بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم اقتصادی، محیط زیستی و نهادی بر کیفیت آب در بین مناطق مختلف استفاده از الگوی فضایی است که تحت تأثیر تعاملات استراتژیک در سیاست های محیط زیستی کشورها است (Fredriksson et al. 2003). (Brockwell et al. 2021). به بررسی تجربی رابطه منحنی کوزنتس محیط زیستی (EKC)^۲ بین کیفیت آب و درآمد ملی در اتحادیه اروپا، با در نظر گرفتن وابستگی های فضایی بین کشورها در طی دوره زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۴ پرداخته اند. نتایج نشان داد که رابطه

کیفیت مناسب آب برای سلامت انسان، توسعه اجتماعی و اقتصادی و عملکرد بوم سازگان بسیار مهم است. فعالیت های اقتصادی، رشد بی رویه جمعیت و شیوه های کشاورزی ناپایدار فشار را بر منابع آب بیشتر می کند. این یک تهدید مستقیم برای بقای جانوران دریایی، جوامع انسانی، منابع آب و گردشگری است. این تهدیدهای محیط زیستی را می توان از طریق محدودیت در فعالیت های آلاینده و بهبود مدیریت فاضلاب خنثی کرد. با توجه به اهمیت کیفیت آب برای جوامع بشری، این تهدیدها بایستی توسط سیاست گذاران کنترل شود (Fazekas 2017). علی رغم اینکه سیاست های کنترل آلودگی آب متناسب با بافت محلی هر کشور تنظیم می شود و باعث افزایش درآمد کشورها می شود، اما ظرفیت اقدامات کنترل شده کاهش آلودگی در حال حاضر اغلب برای دستیابی به اهداف تعیین شده کیفیت آب کافی نیست و این اقدامات جهت بهبود کیفیت آب بسیار پرهزینه است (Volk et al. 2009). از سوی دیگر محدودیت های نهادی (شاخص حکمرانی) می تواند هزینه های سیاست کنترل آلودگی آب به طور قابل توجهی افزایش دهد، که این خطر منجر به مشکلاتی برای به دست آوردن حمایت های سیاسی برای سیاست های سخت گیرانه آلودگی آب می شود (Brown 2013; Antweiler et al. 2013). از این رو، محدودیت های فنی کیفیت آب و ناکارآمدی های سازمانی می تواند بیانگر این باشد که افزایش درآمد کشورها برای حل مشکلات کیفیت آب کافی نخواهد بود. ادبیات موضوع دلالت بر آن دارد که یک رابطه بین تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه و کیفیت آب می تواند وجود داشته باشد. تراکم جمعیت بالاتر باعث افزایش فاضلاب صنعتی و خانگی می شود که در نهایت فشار بیشتری بر منابع آبی در کشورها وارد می کند (Liddle 2004; Wang et al. 2008). از سوی دیگر، تراکم بالای جمعیت نشان می دهد که بسیاری از مردم نگران شرایط کیفیت آب هستند که می تواند حاکی از تمایل بیشتر برای پرداخت برای اقدامات بهبود کیفیت آب باشد و سیاست گذاران برای انجام بهبود در کیفیت آب از سوی مردم تحت فشار بیشتری قرار می گیرند (Volk et al. 2009). توسعه کشورها به سمت کیفیت نهادی

¹Environmental Kuznets Curve

Environment and Water Engineering

Vol. 8, No. 4, 2022

¹Water Framework Directive

محیط زیست و مهندسی آب

دوره ۸، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱



آمونیاک-نیتروژن^۴ دارد و تولید ناخالص داخلی سرانه دارای اثر سرریز فضایی بر کیفیت آب در مناطق مجاور دارد. با بررسی پژوهش‌های گذشته مشخص شد که اکثر تحقیقات صورت‌گرفته در خصوص کیفیت آب فقط از داده‌های مربوط به وضعیت مواد آلاینده محلول در آب یا اثر تراکم جمعیت، تولید ناخالص سرانه و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر کیفیت آب در سطح محدودی استفاده کرده‌اند. هدف اصلی این پژوهش بررسی تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی و شاخص‌های حکمرانی بر دسترسی به آب آشامیدنی سالم در کشورهای آسیایی منتخب طی دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ با استفاده از روش اقتصادسنجی فضایی است. در این پژوهش علاوه بر تراکم جمعیت، تولید ناخالص سرانه، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و درجه باز بودن تجارت از شاخص‌های حکمرانی هم استفاده شده است. همچنین در این پژوهش روش اقتصادسنجی فضایی برای نشان دادن اثرات سرریزهای فضایی استفاده شده که تاکنون موارد مطرح شده مورد توجه قرار نگرفته و جنبه نوآوری پژوهش می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

این پژوهش در ابتدا با ۲۳ کشور شامل کشورهای خاورمیانه شامل ایران، عراق، عربستان، امارات، کویت، بحرین، قطر، امارات، عمان، یمن، اردن، سوریه، اسرائیل، لبنان، پاکستان، مصر و ترکیه و کشورهای آسیای میانه (افغانستان، ترکمنستان، تاجیکستان، ازبکستان، قرقیزستان و قزاقستان) آغاز شد، اما به دلیل عدم دسترسی به داده‌های مورد نیاز به اجبار برخی از این کشورها حذف شدند. در نهایت نه کشور آسیایی مورد بررسی در این پژوهش شامل ایران، پاکستان، قرقیزستان، ازبکستان، تاجیکستان، ترکمنستان، عمان، قطر و اسرائیل بود.

۲-۱- اقتصاد سنجی فضایی

مفهوم وابستگی فضایی بر پایه ماتریس مجاورت بین واحدهای فضایی مطرح شد. ایده همسایگی مبتنی بر مجاورت دلالت بر آن دارد که دو منطقه اگر مرز فیزیکی مشترکی داشته باشند همسایه هستند (Almeida 2012). اگر رابطه همسایگی وجود داشته باشد، مقدار ۱ تخصیص داده می‌شود. در غیر این

معنی‌داری منحنی کوزنتس محیط‌زیستی با معکوس درآمد و کیفیت آب وجود دارد و کیفیت آب در کشورهای کم‌درآمدتر کاهش می‌یابد. درحالی‌که تأثیر سرریزهای فضایی بین کشورها قابل توجه است. سطوح بالاتر تراکم جمعیت با سطوح پایین‌تر کیفیت آب همراه است، درحالی‌که کیفیت نهادی و باز بودن تجارت رابطه مثبت با کیفیت آب دارد. (Kustanto (2020) به بررسی تأثیر شاخص‌های اجتماعی و اقتصادی بر کیفیت آب با استفاده از مدل حداقل مربعات تعمیم‌یافته در طی بازه زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۹ برای ۳۴ استان اندونزی پرداخت و نتایج نشان داد که متغیرهای اندازه جمعیت، تراکم جمعیت، تولید ناخالص سرانه و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیر منفی و معنی‌داری بر کیفیت آب در اندونزی دارد. درحالی‌که مجذور تولید ناخالص سرانه و بهبود وضعیت بهداشتی تأثیر مثبت و قابل توجهی بر کیفیت آب در اندونزی دارد. (Li et al. (2018) پژوهشی در مورد تأثیر توسعه اجتماعی و اقتصادی بر کیفیت آب آشامیدنی روستایی در چین در سال ۲۰۰۶ با استفاده از چارچوب نظری فشار-وضعیت-پاسخ (PSR)^۱ پرداخت. یافته‌های این مطالعه نشان داد که تولید ناخالص داخلی سرانه، سرانه مصرف منابع آب و نرخ شهرنشینی بر کیفیت آب آشامیدنی روستایی تأثیر مثبت و معناداری دارد. همچنین تراکم جمعیت و نرخ تخلیه استاندارد فاضلاب صنعتی بر کیفیت آب آشامیدنی روستایی در چین تأثیر منفی و معنی‌داری دارد. (Zhou et al. (2019) به بررسی انتشار آلاینده‌های آب در ۳۳۹ شهر در چین با رهیافت اقتصادسنجی فضایی پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که توسعه اقتصادی می‌تواند به‌طور مؤثر انتشار آلاینده‌های آب را کاهش دهد. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که تولید ناخالص داخلی سرانه، شدت انتشار، نرخ رشد جمعیت، رشد صنایع و شهرنشینی می‌تواند انتشار آلاینده‌های آب را افزایش دهد. (Chen et al. (2018) در پژوهشی با استفاده از منحنی کوزنتس محیط‌زیستی برای ارزیابی رشد اقتصادی، ساختار صنعتی و کیفیت آب در حوضه رودخانه شیانگ جیانگ^۲ در چین با رویکرد اقتصادسنجی فضایی طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ پرداختند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تولید ناخالص داخلی سرانه تأثیر مستقیمی بر انتشار پرمنگنات^۳ و

³CODMn

⁴NH₃-N

¹Pressure-Status-Response

²Xiangjiang

یک متغیر وابسته تأخیری معرفی شود، تخمین گر OLS^۱ ثابت می ماند و عبارت خطا هیچ خودهمبستگی را نشان نمی دهد. از این رو، حتی اگر تخمین گر دیگر بدون تورش نباشد، همچنان می تواند به عنوان مبنایی برای استنتاج استفاده شود (Anselin 1988). مدل OLS ابتدا برای به دست آوردن تشخیص رگرسیون برای وابستگی فضایی باقیمانده ها برازش داده می شود، سپس چهار آزمون آماری برای تشخیص وجود این اثر فضایی در مدل های خطی توسط (Anselin 1988) مطرح شد. اولین مدل فضایی مطرح شده، مدل وقفه فضایی (SLM^۲) است که به عنوان مدل خودرگرسیون فضایی (SAR^۳) نیز معروف می باشد. وابستگی فضایی در این مدل در قالب یک متغیر وابسته با وقفه فضایی بیان شده است (Anselin 2003). مدل SLM به صورت رابطه (۱) می باشد:

$$y = \rho Wy + X\beta + \varepsilon \quad (1)$$

ρ بیانگر ضریب خودرگرسیون فضایی است، W نشان دهنده یک ماتریس وزن های فضایی $N \times N$ است، Wy یک بردار $(N \times 1)$ از مجموع وزنی مکان های مجاور y را نشان می دهد، و ε بردار عبارات خطا است. بدین ترتیب، این مدل به گونه ای مشخص می شود که مقدار متغیر وابسته مشاهده شده در یک منطقه معین، با مجموع وزنی مقادیر متغیر وابسته مشاهده شده در ناحیه همسایه (Wy) و مقادیر متغیرهای توضیحی برون زا تعیین می شود. (X) به طور تصادفی تحت تأثیر یک عبارت خطا (ε) است (Almeida 2012). این مدل به این صورت است که مقدار متغیر وابسته مشاهده شده در یک منطقه معین، با مجموع وزنی مقادیر متغیر وابسته مشاهده شده در ناحیه همسایه و مقادیر متغیرهای توضیحی خارج از منطقه، تحت تأثیر یک خطا تصادفی، تعیین می شود. در نتیجه، اصطلاح وقفه فضایی با باقیمانده وابستگی دارد و این مدل با استفاده از روش OLS قابل تخمین نیست (Anselin 2003). لذا روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM^۴) توسط Kelejian and Prucha (2010) ارائه شد که برای مقابله با اثر فضایی استفاده می شود و می توان به صورت رابطه (۲) بازنویسی نمود:

$$y = (I - \rho W)^{-1} X\beta + (I - \rho W)^{-1} \varepsilon \quad (2)$$

صورت صفر خواهد بود. معیار کلی تری از وابستگی فضایی بین دو مکان گسترش یافت که منجر به ایجاد ماتریس وزنی شد. همچنین بعداً ماتریس وزن فضایی W توسط (Anselin and Bera 1998) مطرح شد. ماتریس وزن های فضایی یک ماتریس N در N مثبت و متقارن است که برای هر مشاهده (ردیف) آن مکان ها بیان می شود. (ستون ها) که به همسایگی آن تعلق دارند به عنوان عناصر غیر صفر تنظیم می شوند. W_{ij} زمانی است که i و j همسایه باشند، در غیر این صورت $W_{ij} = 0$. همچنین لازم به ذکر است که عناصر ماتریس وزن غیر تصادفی و برونزا نسبت به مدل هستند. لذا در این پژوهش، ساخت ماتریس وزن های فضایی برای اینکه مدل اقتصادسنجی به خوبی برازش شوند، ضروری است. معیار ماتریس فضایی بر ایده مجاورت تکیه می کند که می تواند بر اساس مجاورت یا فاصله جغرافیایی مطابق با یک واحد معین تعریف شود. پس از مشخص شدن ماتریس وزن های فضایی، اکنون می توان اثرات وابستگی فضایی و ناهمگونی فضایی اندازه گیری شود. در اصل، این آماره وابستگی بین بردارهای مقادیر مشاهده شده در زمان و میانگین وزنی مقادیر همسایگی یا تأخیرهای فضایی را نشان می دهد که به صورت انحراف از میانگین بیان می شود (Almeida 2012). این آماره یک معیار کلی از درجه خطی ارتباط فضایی بین متغیر در زمان و میانگین وزنی مقادیر همسایگی یا تأخیر فضایی متغیر مورد نظر را ارائه می کند. این مقدار را می توان ابتدا در نمودار موران مشاهده کرد و مقدار آماره موران نزدیک به صفر نشان دهنده عدم خودهمبستگی فضایی است. یعنی هر چه به مقدار واحد نزدیک تر باشد، خودهمبستگی بیشتری خواهد داشت. اگر مقدار ضریب مثبت باشد، خود همبستگی فضایی مثبت را نشان می دهد، در مقابل مقدار ضریب منفی نشان دهنده خودهمبستگی فضایی منفی است (Anselin 1996).

از آنجایی که اکثر متغیرهای به صورت خودهمبستگی فضایی یا ناهمگنی فضایی می باشند، مدل های رگرسیون فضایی مناسب تر از مدل هایی هستند که خودهمبستگی مکانی را در نظر نمی گیرند. یک مدل غیرفضایی، تنها زمانی به عنوان بهترین تخمین گر خطی بدون تورش نامیده می شود که مفروضات عدم وجود خودهمبستگی برآورده شود. زمانی که

⁴Generalized method of moments

¹Ordinary least square

²Spatial Lag Model

³Spatial Auto Regression

حکمرانی (اثربخشی دولت)، RegQ شاخص حکمرانی (کیفیت نظارتی)، Rule.Law شاخص حکمرانی (حاکمیت قانون) می‌باشد.

۲-۳- داده‌های پژوهش

داده‌های این پژوهش از بانک جهانی در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ برای کشورهای آسیایی منتخب گردآوری و برای برآورد مدل از نرم افزار Stata 17 استفاده شد. Stata یک نرم افزار آماری چند منظوره است که برای انجام تجزیه و تحلیل داده‌ها، مدیریت داده‌ها و ایجاد نمودارهای مرتبط طراحی شده است. Stata بین دانشگاهیان و موسسه‌های آکادمیک سراسر دنیا کاربرد فراوان دارد و اکثر کاربران آن محققینی هستند که در رشته‌های اقتصاد، جامعه‌شناسی، علوم سیاسی و شاخه‌هایی از علوم پزشکی مشغول به پژوهش می‌باشند. کشورهای آسیایی مورد منتخب شامل ایران، پاکستان، قرقیزستان، ازبکستان، تاجیکستان، ترکمنستان، عمان، قطر و اسرائیل می‌باشد.

۳- یافته‌ها و بحث

در جدول (۱) آمار توصیفی متغیرهای پژوهش برای کشورهای آسیایی منتخب شامل ایران، پاکستان، قرقیزستان، ازبکستان، تاجیکستان، ترکمنستان، عمان، قطر و اسرائیل در سال ۲۰۲۰ نشان داده شده است. نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد که طبق آمار بانک جهانی متوسط میزان دسترسی به آب آشامیدنی سالم در سال ۲۰۲۰ در کشورهای مورد مطالعه ۷۲/۸۶٪ است. کم‌ترین میزان دسترسی مربوط به کشورهای پاکستان (۳۵٪)، تاجیکستان (۵۵٪) و ازبکستان (۵۸٪) است. بیشترین میزان دسترسی مربوط به کشورهای اسرائیل (۹۹٪)، قطر (۹۶٪) و ایران (۹۴٪) می‌باشد. میزان دسترسی به آب آشامیدنی سالم در کشورهای مورد مطالعه دارای روندی فزاینده است. تولید ناخالص سرانه یکی از مهمترین فاکتورهای اقتصادی برای مشخص شدن عملکرد اقتصادی دولت‌ها بشمار می‌رود که به‌طور متوسط در میان کشورهای مورد مطالعه ۱۴۲۸۳ USD سرانه برای هر نفر در سال است. بیشترین تولید ناخالص داخلی سرانه متعلق به کشور قطر (۵۶۰۲۶ US\$) و کم‌ترین مربوط به کشور قرقیزستان (۱۰۹۸ US\$) می‌باشد. میزان تولید ناخالص داخلی سرانه ایران ۴۸۸۳ US\$ است.

مدل خطای فضایی (SEM)^۱ برای وابستگی فضایی در جملات اخلاص تعریف می‌شود و می‌توان به صورت رابطه (۳) بازنویسی نمود:

$$y = X\beta + \varepsilon \text{ with } \varepsilon = \lambda W\varepsilon + u \quad (3)$$

λ نشان دهنده ضریب وقفه فضایی عبارت خطا است و وابستگی فضایی در این مدل است. خطاهای مرتبط با هر مشاهده نشان دهنده میانگین وزنی خطاها در مکان‌های همسایه به اضافه یک جزء خطای تصادفی است. بنابراین، مفروضات خطاهای نامرتب و یا مفروضات همسانی واریانس (واریانس ثابت) برآورده نمی‌شوند و تخمین OLS ویژگی‌های بهینه خود را از دست می‌دهد (Almeida 2012). لازم است از برآوردگر دیگری استفاده شود و در نهایت Kelejian and Prucha (1998) مدل‌هایی را مطرح کردند که هم اثرات متقابل متغیرهای درون‌زا و هم اثرات متقابل جملات خطا را در بر داشت. مدل (SAC)^۲ هر دو فرضیه مدل‌های ارائه شده در بالا را دارد و به صورت رابطه (۴) است:

$$y = \rho W y + X\beta + \varepsilon \text{ with } \varepsilon = \lambda M\varepsilon + u \quad (4)$$

ماتریس‌های وزن فضایی W ($N \times N$) و M غیر تصادفی هستند و ممکن است متفاوت یا مساوی باشند. برای جلوگیری از رفتار ناپایدار، محدودیت‌های موجود در پارامترهای فضایی بایستی این گونه باشد که $|\rho| < 1$ و $|\lambda| < 1$. یک مدل مناسب‌تر برای تخمین درست رگرسیون در نظر گرفته می‌شود که هر دو اثر فضایی را در برداشته باشد (Kelejian and Prucha 2010).

۲-۲- مدل نهایی تخمین

با توجه به ادبیات موضوع و مبانی نظری، به معرفی مدل نهایی پرداخته می‌شود. مدل مورد استفاده برای بررسی اثر عوامل مؤثر بر عملکرد کیفیت آب به صورت رابطه (۵) است:

$$\begin{aligned} \ln WQ_{it} = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln GDP_{it} + \alpha_2 \ln FDI_{it} + \\ & \alpha_3 \ln P.D_{it} + \alpha_4 \ln Trade_{it} + \alpha_5 \ln GovEff_{it} + \\ & \alpha_6 \ln RegQ_{it} + \alpha_7 \ln Rule.Law_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (5)$$

متغیرهای رابطه (۵) بدین شرح می‌باشد که WQ بیانگر دسترسی به آب آشامیدنی سالم، GDP تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی، FDI سرمایه گذاری مستقیم خارجی، PD تراکم کل جمعیت، $Trade$ درجه باز بودن تجاری، $GovEff$ شاخص

²spatial auto correlation

¹Spatial Error Model

جدول ۱- آمار توصیفی سال ۲۰۲۲
Table 1 Descriptive Statistics of 2020

Variables	WQ	GDP	PD	FDI	Trade	GovEff	RegQ	Rule.Law
Iran	93.98	4883.60	51.56	0.65	25.64	-0.98	-1.45	-0.86
Israel	99.32	37481.13	425.91	5.96	25.70	1.09	1.24	0.99
Kyrgyz Republic	70.08	1098.08	34.36	-5.19	41.50	-0.54	-0.40	-0.92
Pakistan	35.83	1446.82	286.54	0.80	13.73	-0.54	-0.71	-0.69
Oman	90.55	15743.22	16.49	3.86	40.52	0.14	0.45	0.62
Tajikistan	55.23	1199.06	68.71	1.30	27.63	-0.71	-1.01	-1.21
Turkmenistan	94.83	7521.01	12.83	4.80	19.88	-1.15	-1.99	-1.40
Uzbekistan	58.83	3154.40	77.70	2.88	30.99	-0.503	-0.94	-1.06
Qatar	96.18	56026.89	250.74	-1.68	45.00	0.90	0.22	1.00
Meant total	77.20	14283.8	136.10	1.48	30.07	-0.25	-0.51	-0.39

جدول ۳- آزمون تشخیص خود همبستگی فضایی و هاسمن فضایی

Table 3 Spatial autocorrelation detection test and Hausman spatial test

Test	statistics	Probability
Moran MI	-2.374	0.0176
Geary GC	1.942	0.0521
Getis - Ords GO	2.374	0.0176
Hausman spatial test	4240.14	0.000

بر اساس نتایج جدول (۳) آزمون موران نشان دهنده وابستگی فضایی در الگو را تأیید می‌کند. آماره آن $2/374-$ با احتمال $0/0176$ برآورد شد. نتایج آزمون وابستگی فضایی موران نشان‌دهنده همبستگی فضایی بالا بین کشورهای مورد پژوهش بود. خود همبستگی فضایی معنی‌دار و نشان داد که سرریزهای فضایی، مربوط به عوامل محیط‌زیستی و نهادی، بین کشورها یک ویژگی مهم در تحلیل رابطه بین تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه و کیفیت آب است. بر اساس آزمون جری هم وابستگی فضایی نیز وجود دارد و مقدار آماره آن $1/942-$ با احتمال $0/0521$ برآورد شد. آماره جری و جتیس نیز وابستگی فضایی در الگو را تأیید و همبستگی فضایی در اجزاء اخلاص در تمامی الگوها هم تأیید می‌شود. نتایج تمامی آماره‌ها در جدول (۳) نشان دهنده وابستگی فضایی میان اجزای اخلاص است. آماره آزمون فضایی بعد از تخمین به هر دو روش اثرات تصادفی و ثابت محاسبه شده است. در صورتی که سطح احتمال به دست آمده از لحاظ آماری کمتر از $0/05$ باشد. روش اثرات ثابت دارای کارایی

بیش‌ترین تراکم جمعیت متعلق به کشور اسرائیل و کم‌ترین مربوط به کشور ترکمنستان می‌باشد. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و درجه باز بودن تجاری از عوامل اصلی تشکیل دهنده تولید ناخالص داخلی در کشورها محسوب می‌شود. نقش بسزایی در بهبود شرایط اقتصادی و افزایش رفاه جامعه دارند. از نظر میزان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اسرائیل بیش‌ترین میزان جذب سرمایه‌گذاری خارجی را دارد، قطر بیش‌ترین درجه باز بودن تجاری را داراست. ایران بعد از پاکستان و ترکمنستان دارای بسته‌ترین اقتصاد در بین کشورهای مورد پژوهش است. شاخص‌های حکمرانی جهانی^۱ به‌وسیله بانک جهانی ارائه شده‌است که سطح کیفیت سازمانی را به تفصیل شرح می‌دهد که شامل پنج متغیر کلیدی پاسخگویی دولت، اثربخشی دولت، کیفیت نظارتی، کنترل فساد و حاکمیت قانون می‌باشد. این شاخص‌ها در مقیاسی از $2/5-$ (حکمرانی ضعیف) تا $2/5$ (حکمرانی قوی) اندازه‌گیری می‌شوند. در پژوهش حاضر از سه متغیر حکمرانی، اثربخشی دولت، کیفیت نظارتی و حاکمیت قانون استفاده شده‌است. براساس شاخص‌های حکمرانی کشورهای اسرائیل، قطر و عمان دارای حکمرانی قوی‌تر نسبت به سایر کشورهای مورد مطالعه هستند. تاجیکستان، ترکمنستان و ایران هم دارای ضعیف‌ترین حکمرانی است.

۲-۳- آزمون ریشه واحد

در جدول (۲) آزمون ریشه واحد بر اساس آزمون لین، لوبین، چو (LLC)^۲ برای متغیرهای پژوهش نشان داده شده است.

²Lin, Levin, Chu

¹World Governance Indicators



مدل دوربین فضایی (SDM) نشان داده شده است. با توجه به نتایج جدول (۴) مشاهده می‌شود که می‌توان مدل عمومی‌تر مدل دوربین فضایی را به مدل خود رگرسیون فضایی ساده ترجیح داد. همچنین دلالت بر آن دارد که می‌توان مدل دوربین فضایی را به مدل خطا فضایی تقلیل داد و احتمال آماره کمتر از ۰/۰۵ است و هر دو فرضیه اول و دوم رد می‌شود. در نتیجه مدل دوربین فضایی (SDM) انتخاب می‌شود.

بیش‌تری برای برآورد مدل پانل فضایی نسبت به روش اثرات ثابت است. نتایج جدول (۲) نشان دهنده کارایی بیش‌تری روش اثرات ثابت برای برآورد است.

۳-۴-آزمون تعیین بهترین مدل فضایی

نتایج جدول (۴) برای انتخاب بهترین مدل فضایی از بین مدل‌های خودرگرسیون فضایی (SAR)، مدل تلفیقی خطای فضایی و وقفه فضایی (SAC)، مدل خطا فضایی (SEM) و

جدول ۴- نتایج آزمون تعیین بهترین مدل فضایی

Table 4 Results of the tests to determine the best spatial model

Test	Criterion	Criterion size	Result
The presence of a spatial error	$\chi^2(9)$	3959.44	Absence of spatial error
	Error probability value $<\chi^2$	0.000	
The existence of a spatial gap	$\chi^2(9)$	6242.54	Absence of spatial interruption
	Error probability value $<\chi^2$	0.000	

تاجیکستان، ترکمنستان، عمان، قطر و اسرائیل) نیز دارد. اثر تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه بر کیفیت آب مثبت و معنی‌دار و به میزان ۱۶/۳۸ است. همچنین اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر کیفیت آب مثبت و معنی‌دار و به میزان ۲/۱۶ می‌باشد. این بدان معناست که ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی می‌تواند اثرات مثبتی بر روی ویژگی‌های فناوریانه بنگاه‌های داشته و بنگاه‌های مذکور از فناوری بنگاه‌های چند ملیتی یا دانش فنی آنها برای مقابله با مسائل محیط‌زیستی بهره‌مند شوند که در نهایت سبب کاهش آلودگی محیط‌زیستی و افزایش کیفیت آب گردد. از طرف دیگر ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به کشورها خود می‌تواند روند تقویت مقررات محیط‌زیستی را تسهیل نماید. این امر یا از طریق اثرگذاری مستقیم در انباشت سرمایه و افزایش توانایی برای کاهش آلودگی در کشور میزبان و یا از طریق اثر غیرمستقیم یعنی اثرگذاری بر رشد درآمد و به دنبال آن افزایش تقاضا برای بهره‌مندی از محیط‌زیست بهتر می‌تواند صورت پذیرد. اثر تراکم کل جمعیت بر کیفیت آب دارای اثر منفی است که ضریب آن ۹/۲۰ برآورد شده است که با نتایج (Farzin 2013) تطابق دارد که تأثیر منفی تراکم جمعیت بر کیفیت آب را نشان می‌دهد.

نتایج جدول (۴) با نتایج پژوهش Zhou et al. (2019) و Brockwell et al. (2021) که در آن از مدل دوربین فضایی استفاده شده تطابق دارد. در واقع یکی از بزرگ‌ترین خصوصیات الگوهای دوربین فضایی (SDM) نسبت به سایر الگوهای فضایی مانند الگوی وقفه فضایی (SAR) و خطای فضایی (SEM) اهمیت ویژه‌ای است که این الگوها به اثرات سرریزهای فضایی می‌دهند، بنابراین همین عامل باعث شده است که در مطالعات تجربی بیش‌ترین استفاده از این الگوها صورت گیرد.

۵-۴- تخمین مدل فضایی

در جدول (۵)، عوامل مؤثر بر کیفیت آب در کشورهای آسیایی منتخب با ۴ مدل فضایی (SAR, SEM, SAC, SDM) نشان داده شده است. نتایج مدل بهینه دوربین فضایی (SDM) در جدول (۵) نشان می‌دهد که پارامتر λ (ضریب خودهمبستگی فضایی) در سطح ۱٪ مثبت و معنادار شده است و بیانگر آن است که سرریزهای فضایی قابل توجهی در مدل وجود دارد. اثر متغیرهای مستقل پژوهش پیامدهای مستقیمی در کیفیت آب خود یک کشور خاص داشته است. همچنین از طریق سرریزهای فضایی پیامدهای غیرمستقیمی بر سایر کشورها مورد پژوهش (ایران، پاکستان، قرقیزستان، ازبکستان،

جدول ۵- نتایج تخمین مدل فضایی

Table 5 Spatial model estimation results

Variables	SDM	Probability	SAR	Probability	SEM	Probability	SAC	Probability
GDP	16.38	0.000***	20.84	0.000***	30.69	0.000***	22.91	0.000***
FDI	2.16	0.031**	2.31	0.021**	3.49	0.000***	3.31	0.001***
P. D	-9.20	0.000***	-12.42	0.000***	-12.92	0.000***	-12.79	0.000***
Trade	3.06	0.002***	2.03	0.042**	1.41	0.158	2.18	0.030**
Rule.Law	3.25	0.001***	3.30	0.001***	4.48	0.000***	4.14	0.000***
GovEff	6.46	0.000***	5.10	0.000***	5.32	0.000***	5.98	0.000***
RegQ	-0.80	0.426	-1.00	0.316	-0.89	0.375	-0.93	0.350
W* GDP	4.19	0.000***	-	-	-	-	-	-
W* FDI	2.30	0.021**	-	-	-	-	-	-
W* P.D	-1.50	0.134	-	-	-	-	-	-
W* Trade	0.50	0.619	-	-	-	-	-	-
W* Rule.Law	2.86	0.004***	-	-	-	-	-	-
W* GovEff	2.36	0.018**	-	-	-	-	-	-
W* RegQ	0.37	0.710	-	-	-	-	-	-
λ	-	-	-	-	-3.40	0.001***	-4.58	0.000***
ρ	-3.46	0.001***	-0.01	0.994	-	-	2.79	0.005***
ε	18.35	0.000***	19.44	0.000***	18.63	0.000***	17.40	0.000***
R ²	86.53		85.97		85.87		85.77	

*معنی دار در سطح خطا ۱۰٪، **معنی دار در سطح خطا ۵٪، ***معنی دار در سطح خطا ۱٪

ساخت شهرک‌ها و شهرک‌های صنعتی با سرعت فزاینده در کشورهای آسیایی منتخب در حال افزایش است که بر کیفیت محیط‌زیست این کشورها اثرگذار بوده است.

اثر باز بودن تجاری بر کیفیت آب به میزان ۳/۰۶ می‌باشد. با افزایش درآمدهای حاصل از صادرات که سبب افزایش درآمد سرانه این کشورها می‌شود و کشورها شروع به واردات فناوری‌های جدیدی می‌کند که از نظر محیط‌زیستی آلودگی کم‌تری ایجاد می‌نمایند و به کنترل آلودگی‌های حاصل از صنایع توجه می‌کنند. با افزایش آزادسازی تجاری شاخص کیفیت آب افزایش می‌یابد. بر این اساس، افزایش صادرات و بالاتر بودن شاخص تجارت آزاد می‌تواند برای کشور ارزآور باشد و حاشیه امن برای کشور ایجاد کند، اما فشاری که از این تولیدات و صادرات بر محیط‌زیست کشور وارد می‌شود باید مدنظر قرار گیرد و افزایش آزادسازی باعث بهبود فناوری در کشور می‌شود. اصلاح فناوری در کشور می‌تواند گام مؤثری در کاهش اثر افزایش صادرات بر کیفیت آب شود. نتایج نشان داد که باز بودن تجارت تأثیر مثبت و معناداری بر کیفیت آب دارد. این

افزایش تراکم جمعیت تأثیرات مستقیم و غیرمستقیمی روی آلودگی محیط‌زیست دارد. هر چه تراکم جمعیت بیشتر باشد آلودگی محیط‌زیست افزایش می‌یابد. مشکلات فاضلاب خانه‌ها و دفع ضایعات جامد مستقیماً با تراکم جمعیت رابطه دارد، هر چه تعداد افراد بیشتر شود فضای خالی کم و ضایعات نسبت به هر نفر افزایش می‌یابد. آلودگی آب به علت فاضلاب و ضایعات صنعتی نمونه روشنی از تأثیر رشد سریع جمعیت در محیط‌زیست است. افزایش جمعیت شهری و توسعه پیچیدگی‌های صنعتی منجر به تخریب بومسازگان آبی می‌شود. همچنین سرانه آب تجدید شونده با افزایش جمعیت کاهش می‌یابد. بهره‌برداری بهینه از منابع آب و جلوگیری از آلودگی منابع تجدید شونده یکی از چالش‌های مهم جهان می‌باشد. آلودگی آب اغلب از توسعه شهرها، فعالیت‌های اقتصادی، استفاده بیش از اندازه مواد شیمیایی و کودها ناشی می‌شود که خود متأثر از افزایش تراکم است. نتایج جدول (۵) نشان داد که متغیرهای تراکم جمعیت تأثیر منفی و معنی‌داری بر کیفیت آب کشورهای مورد بررسی دارد و می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش تراکم جمعیت کشورهای مورد بررسی از کیفیت آب کاسته می‌شود. رشد جمعیت،



بنابراین در نظر گرفتن اثرات فضایی در تفسیر نتایج برای جلوگیری از برآوردهای جانب‌دارانه ضروری است. با توجه به اینکه اثرات مستقیم دارای تأثیر بزرگتر از اثرات غیرمستقیم است و بیانگر آن است که اثرات سیاست‌های داخلی کشورها بزرگتر از اثرات سرریزهای فضایی کشورهای همسایه است. اثرات فضایی منفی گاهی اوقات به‌عنوان پیامد سیاست‌گذاری راهبردی محیط‌زیستی تفسیر می‌شوند، در مواقعی که کشورها مقررات ساده و آسان را برای جذب سرمایه‌گذاری انتخاب کنند (Blanc-Brude et al. 2014). اثرات فضایی منفی می‌تواند با احتیاط به این دلیل باشد که یک کشور بالادست می‌تواند در بخش‌های وسیعی از قلمرو خود کیفیت آب بالایی داشته باشد، اما فعالیت‌های آلاینده می‌تواند در نزدیکی مرز به کشورهای پایین‌دست اثر منفی بر کیفیت آب داشته باشد (Ephraim et al. 2011). ضریب تعیین مدل بیانگر آن است که متغیرهای مستقل مدل توانسته است ۸۶/۵۳٪ از تغییرات کیفیت آب را توضیح دهد.

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد:
 ۱- ضرایب خودهمبستگی فضایی نشان می‌دهد که سرریزهای فضایی قابل‌توجهی در مدل وجود دارد. به‌طور کلی، نتیجه گرفته می‌شود که اثر کلی متغیرهای مستقل ما نه تنها پیامدهای مستقیمی در کیفیت آب خود یک کشور خاص داشته باشد، بلکه از طریق سرریزهای فضایی پیامدهای غیرمستقیمی بر سایر کشورها مورد دارد. اثر مجاورت مکان-های فضایی بر کیفیت آب کشورهای مورد پژوهش دارای علامت منفی است که نشان دهنده تأثیر منفی مجاورت مکان-های فضایی بر کیفیت آب است

۲- سرریز فضایی متغیرهای تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، باز بودن تجاری و شاخص‌های حکمرانی قانونمندی دولت و اثربخشی دولت تأثیر مثبت و معنی‌داری بر کیفیت آب دارند و تراکم کل جمعیت بر کیفیت آب دارای اثر منفی است.

۳- از آنجا که تراکم بالای جمعیت از عوامل کاهنده کیفیت آب می‌باشد برای کاهش اثرات منفی کشورهای آسیایی باید با برنامه‌ریزی‌های دقیق و توسعه مناطق کمتر توسعه یافته و ایجاد جذابیت اقتصادی- اجتماعی و رفاهی در این مناطق

نتیجه با یافته‌های (Aklin 2016) مطابقت دارد. متغیر قانونمندی دولت بر کیفیت آب دارای اثر مثبت و معنی‌داری به‌اندازه ۳/۲۵ دارد. علاوه بر آن اثربخشی دولت بر کیفیت آب دارای اثر مثبت و معنی‌دار به‌اندازه ۶/۴۶ دارد. کیفیت نظارتی بر کیفیت آب دارای تأثیر منفی (به لحاظ آماری بی‌معنی) است که ضریب آن ۰/۸۰ برآورد شده است. چندین مطالعه از نظر تجربی نشان می‌دهد که بهبود کیفیت سازمانی (اثربخشی دولت، قانونمندی، کیفیت نظارتی) با بهبود عملکرد - محیط‌زیستی همبستگی دارد (Li and Reuveny 2006; Bradshaw et al. 2010). همچنین نتایج نشان داد که شاخص حکمرانی اثربخشی دولت و قانونمندی دارای علامت مثبت و معنادار بوده است که همخوانی با مطالعات (Brown 2006; Bradshaw et al. 2010; Reuveny 2013) دارد. همچنین مشخص شد که تقویت حکمرانی و افزایش باز بودن اقتصادی می‌تواند به رفع مشکلات کیفیت آب در کشورها کمک کند که این پژوهش با مطالعات (Farzin et al. 2013; Gassebner. 2011) همخوانی دارد. اثر سرریز فضایی تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه بر کیفیت آب مثبت و معنی‌دار شده است. علاوه بر آن اثر سرریز فضایی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر کیفیت آب مثبت و معنی‌دار و به‌اندازه ۲/۳۰ می‌باشد. اثر سرریز فضایی تراکم کل جمعیت بر کیفیت آب منفی (به لحاظ آماری بی‌معنی) است که ضریب آن ۱/۵۰ برآورد شده است. سرریز فضایی قانونمندی دولت بر کیفیت آب دارای اثر مثبت و معنی‌داری به‌اندازه ۲/۸۶ برآورد شده است. علاوه بر آن اثر سرریز فضایی اثربخشی دولت بر کیفیت آب دارای اثر مثبت و معنی‌دار به‌اندازه ۲/۳۶ می‌باشد. اثر سرریز فضایی کیفیت نظارتی بر کیفیت آب مثبت (به لحاظ آماری بی‌معنی) است که ضریب آن ۰/۳۷ تخمین زده شده است. پارامتر ρ نشان دهنده تأثیر مجاورت مکان‌های فضایی بر کیفیت آب کشورهای مورد پژوهش (ایران، پاکستان، قرقیزستان، ازبکستان، تاجیکستان، ترکمنستان، عمان، قطر و اسرائیل) است. پارامتر ρ در صورت دارا بودن علامت منفی نشان دهنده تأثیر منفی مجاورت مکان‌های فضایی بر کیفیت آب است و علامت مثبت نشان دهنده تأثیر مثبت مجاورت مکان‌های فضایی بر کیفیت آب است. در مدل دوربین فضایی (SDM) و مدل مختلط رگرسیون- خود رگرسیون (SAR) دارای علامت منفی است که بیانگر تأثیر منفی مجاورت است.

بستر لازم برای جذب سرمایه‌گذاران خارجی در زمینه افزایش کیفیت آب را فراهم کنند.

دسترسی به داده‌ها

داده‌ها حسب درخواست، از طرف نویسنده مسئول از طریق ایمیل (amdadras@eco.usb.ac.ir) قابل ارسال است.

تضاد منافع نویسندگان

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که، هیچ‌گونه تضاد منافی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

References

- Aklin, M. (2016). Re-exploring the trade and environment nexus through the diffusion of pollution. *Environ. Resour. Econom.*, 64, 663-682. DOI: [10.1007/s10640-015-9893-1](https://doi.org/10.1007/s10640-015-9893-1)
- Almeida, E. (2012). *Econometria espacial*. Campinas. 351 pp
- Anselin, L. (2003). Spatial externalities, spatial multipliers, and spatial econometrics. *Int. Region. Sci. Rev.*, 26(2), 153-166. DOI: [10.1177/0160017602250972](https://doi.org/10.1177/0160017602250972)
- Anselin, L. (1988). Spatial econometrics: methods and models (Vol. 4). *Springer Science & Business Media*. 255 pp. DOI: [10.1007/978-94-015-7799-1](https://doi.org/10.1007/978-94-015-7799-1)
- Anselin, L., & Bera, A. K. (1998). Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics. *Statistics textbooks and monographs*, 155, 237-290. DOI: [10.1201/9781482269901](https://doi.org/10.1201/9781482269901)
- Anselin, L. (1996). The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association. *Spatial analytical perspectives on GIS*. Taylor and Francis, London. 268 pp. DOI: [10.1201/9780203739051](https://doi.org/10.1201/9780203739051)
- Antweiler, W., Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2001). Is free trade good for the environment? *Am. Econom. Rev.*, 91(4), 877-908. DOI: [10.1257/aer.91.4.877](https://doi.org/10.1257/aer.91.4.877)
- Blanc-Brude, F., Cookson, G., Piesse, J., & Strange, R. (2014). The FDI location decision: Distance and the effects of spatial

باعث مهاجرت از کانون جمعیتی با تراکم بالا به مناطق با تراکم کم شد که می‌توان با اهدای تسهیلات مالی با نرخ بهره پایین، معافیت‌های مالیاتی برای مشاغل در مناطق کم تراکم، به توسعه امکانات شهری در این مناطق اشاره کرد.

۴- متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثر مثبت بر کیفیت آب بوده است. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز خود تابع عوامل دیگری است. این عوامل شامل اثر درجه باز بودن اقتصادی، آهنگ بازگشت سرمایه، زیرساخت‌ها و سرمایه انسانی و حجم سرمایه‌گذاری می‌باشد.

در این راستا پیشنهاد می‌شود که سیاست‌گذاران ابتدا باید با تسهیل نمودن تجارت بین‌المللی و ایجاد تسهیلات مناسب dependence. *Int. Bus. Rev.*, 23(4), 797-810. DOI: [10.1016/j.ibusrev.2013.12.002](https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2013.12.002)

Bradshaw, C. J., Giam, X., & Sodhi, N. S. (2010). Evaluating the relative environmental impact of countries. *PloS One*, 5(5), e10440. DOI: [10.1371/journal.pone.0010440](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010440)

Brockwell, E., Eloffsson, K., Marbuah, G., & Nordmark, S. (2021). Spatial analysis of water quality and income in Europe. *Water Resour. Econom.*, 35, 121-137. DOI: [10.1016/j.wre.2021.100182](https://doi.org/10.1016/j.wre.2021.100182)

Brown, J. (2013). Can participation change the geography of water? Lessons from South Africa. *Annal. Assoc. Am. Geogra.*, 103(2), 271-279. DOI: [10.1080/00045608.2013.754685](https://doi.org/10.1080/00045608.2013.754685)

Chen, X., Yi, G., Liu, J., Liu, X., & Chen, Y. (2018). Evaluating economic growth, industrial structure, and water quality of the Xiangjiang river basin in China based on a spatial econometric approach. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15(10), 20-35. DOI: [10.3390/ijerph15102095](https://doi.org/10.3390/ijerph15102095)

Farzin, Y. H., & Grogan, K. A. (2013). Socioeconomic factors and water quality in California. *Environ. Econom. Policy Stud.*, 15, 1-37. DOI: [10.1007/s10018-012-0040-8](https://doi.org/10.1007/s10018-012-0040-8)

Fazekas, M. (2017). Assessing the quality of government at the regional level using public procurement data. European Commission, Directorate-General for Regional Policy: Working Papers No. WP, 12, 2017.

- Fredriksson, P. G., List, J. A., & Millimet, D. L. (2003). Bureaucratic corruption, environmental policy and inbound US FDI: theory and evidence. *J. Public Econom.*, 87(7-8), 1407-1430. DOI: [10.1016/s0047-2727\(02\)00016-6](https://doi.org/10.1016/s0047-2727(02)00016-6)
- Gassebner, M., Lamla, M. J., & Sturm, J. E. (2011). Determinants of pollution: what do we really know? *Oxford Econom. Paper.*, 63(3), 568-595. DOI: [10.1093/oeq/gpq029](https://doi.org/10.1093/oeq/gpq029)
- Hosseini, H. M., & Kaneko, S. (2013). Can environmental quality spread through institutions? *Energy Policy*, 56, 312-321. DOI: [10.1016/j.enpol.2012.12.067](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.12.067)
- Kelejian, H. H., & Prucha, I. R. (2010). Specification and estimation of spatial autoregressive models with autoregressive and heteroskedastic disturbances. *J. Econom.*, 157(1), 53-67. DOI: [10.1016/j.jeconom.2009.10.025](https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2009.10.025)
- Kelejian, H. H., & Prucha, I. R. (1998). A generalized spatial two-stage least squares procedure for estimating a spatial autoregressive model with autoregressive disturbances. *J. Real Estate Finan. Econom.*, 17, 99-121. DOI: [10.1023/A:1007707430416](https://doi.org/10.1023/A:1007707430416)
- Kustanto, A. (2020). Water quality in Indonesia: The role of socioeconomic indicators. *PhD dissertation, University of Indonesia, West Java, Indonesia*. 143 pp
- Li, H., Cohen, A., Li, Z., & Zhang, M. (2018). The impacts of socioeconomic development on rural drinking water safety in China: a provincial-level comparative analysis. *Sustain.*, 11(1), 85-113. DOI: [10.3390/su11010085](https://doi.org/10.3390/su11010085)
- Li, Q., & Reuveny, R. (2006). Democracy and environmental degradation. *Int. Stud. Quart.*, 50(4), 935-956. DOI: [10.1111/j.1468-2478.2006.00432.x](https://doi.org/10.1111/j.1468-2478.2006.00432.x)
- Liddle, B. (2004). Demographic dynamics and per capita environmental impact: Using panel regressions and household decompositions to examine population and transport. *Pop. Environ.*, 31, 23-39. DOI: [10.1023/B:POEN.0000039951.37276.f3](https://doi.org/10.1023/B:POEN.0000039951.37276.f3)
- Volk, M., Liersch, S., & Schmidt, G. (2009). Towards the implementation of the European Water Framework Directive? Lessons learned from water quality simulations in an agricultural watershed. *Land Use Policy*, 26(3), 580-588. DOI: [10.1016/j.landusepol.2008.08.005](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.08.005)
- Wang, J., Da, L., Song, K., & Li, B. L. (2008). Temporal variations of surface water quality in urban, suburban and rural areas during rapid urbanization in Shanghai, China. *Environ. Pollut.*, 152(2), 387-393. DOI: [10.1016/j.envpol.2007.06.050](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.06.050)
- Wen, Y., Schoups, G., & Van De Giesen, N. (2018). Global impacts of the meat trade on in-stream organic river pollution: the importance of spatially distributed hydrological conditions. *Environ. Res. Lett.*, 13(1), 014013. DOI: [10.1088/1748-9326/aa94f6](https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa94f6)
- Zhou, K., Liu, H., & Wang, Q. (2019). The impact of economic agglomeration on water pollutant emissions from the perspective of spatial spillover effects. *J. Geogra. Sci.*, 29, 2015-2030. DOI: [10.1007/s11442-019-1702-2](https://doi.org/10.1007/s11442-019-1702-2)