



XALQARO ILMIY-AMALIY KONFERENSIYA

TRANSCHEGARAVIY GIDRORESURLARDAN BARQAROR FOYDALANISHNING
SIYOSIY-HUQUQIY MEKANIZMLARI VA ULARNING FALSAFIY-MA'NAVIY ASOSLARI



2-IYUN
2026-YIL



Qo'qon shahri,
Qo'qon davlat universiteti



Xalqaro
miqyosda



O'ZBEKISTONDA SUV TANQISLIGINI VAQTLI QATOR ARIMA MODELLARI ORQALI PROGNOZ QILISH

S.F.Mamasoliyev

Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
“Ekonometrika” kafedrasida doktoranti

Annotatsiya: Ushbu tezisdagi O'zbekiston Respublikasi hududida suv tanqisligi indeksi vaqtli qator ekonometrik modellar orqali tahlil qilingan. Vaqtli qatorlarda eng ko'p ishlatiladigan ACF va PACF grafiklari, AIC, BIC, HQIC usullari orqali ARIMA modeli tanlandi hamda uning diagnostikasi Ljung-Box, Jarque-Bera va ARCH testlari orqali tekshirildi. Natijalarga ko'ra ARIMA(2.2)(2.0) suv tanqisligi indeksini eng yaxshi tasniflashi kelib chiqdi. Modeli natijalariga ko'ra hududda suv tanqisligi darajasi 2030-yilga kelib 168% ni tashkil qiladi, bu esa davlat tomonidan tanqisligini oldini olish borasida bir qator strategik qadamlarni rejalashtirish ahamiyatligini oshiradi. Shuningdek, prognoz natijalari suv resurslarini samarali boshqarish va suv tejovchi texnologiyalarni keng joriy etish zarurligini ko'rsatadi hamda ekologik barqarorlikni ta'minlaydi.

Kalit so'zlar: suv tanqisligi, suv resurslari, suv samaradorligi, ARIMA, SARIMA, vaqtli qator

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕФИЦИТА ВОДЫ В УЗБЕКИСТАНЕ С ПОМОЩЬЮ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ МОДЕЛИ ARIMA

С.Ф. Мамасолиев

Докторант кафедры «Эконометрика»
Ташкентский государственный экономический университет

Аннотация: В данной тезисной работе индекс дефицита воды на территории Республики Узбекистан был проанализирован с использованием эконометрических моделей временных рядов. Для выбора модели ARIMA были использованы наиболее распространённые методы анализа временных рядов графики ACF и PACF, а также критерии AIC, BIC и HQIC. Диагностика модели была проверена с помощью тестов Ljung-Box, Jarque-Bera и ARCH. Согласно полученным результатам, модель ARIMA (2,2) (2,0) оказалась наиболее подходящей для описания индекса дефицита воды. По результатам модели прогнозируется, что к 2030 году уровень дефицита воды в регионе достигнет 168%, что повышает значимость разработки государством ряда стратегических мер по предотвращению водного дефицита. Кроме того, результаты прогнозирования указывают на необходимость эффективного управления водными ресурсами и широкого внедрения водосберегающих технологий, что способствует обеспечению экологической устойчивости.

Ключевые слова: дефицит воды, водные ресурсы, эффективность использования воды, ARIMA, SARIMA, временной ряд.

FORECASTING WATER SCARCITY IN UZBEKISTAN USING ARIMA TIME SERIES MODELS

S.F. Mamasoliyev

Doctoral Student of the Department of Econometrics
Tashkent State University of Economics

Abstract: This thesis analyzes the water scarcity index in the Republic of Uzbekistan using time series econometric models. Among the most commonly used methods in time series analysis, ACF and PACF graphs, as well as AIC, BIC, and HQIC criteria, were employed to select the ARIMA model, while its diagnostics were tested using the Ljung–Box, Jarque–Bera, and ARCH tests. According to the results, the ARIMA(2,2)(2,0) model was identified as the most appropriate model for describing the water scarcity index. Based on the model results, the level of water scarcity in the region is projected to reach 168% by 2030, which increases the importance of planning a number of strategic measures by the government to prevent water shortages. Furthermore, the forecasting results indicate the necessity of efficient water resource management and the widespread implementation of water-saving technologies, thereby ensuring environmental sustainability.

Keywords: water scarcity, water resources, water efficiency, ARIMA, SARIMA, time series.

Kirish.

Suv tanqisligi global darajada barqaror rivojlanish va oziq-ovqat xavfsizligi uchun jiddiy tahdid ekanligi ko'plab tadqiqotlarda qayd etilgan. Suv tanqisligining ta'siri iqlim o'zgarishi, aholi o'sishi va antropogen omillar bilan kuchaymoqda, bu esa suv resurslarining ham ta'minoti, ham talabini zamonaviy boshqarish tizimlarini takomillashtirishni talab qiladi¹. Resurs samaradorligi va iqtisodiy o'sish o'rtasidagi bog'liqlik dastlab Robert Solov (1974) hamda Parza Dasgupta va Paul Ehrlich (2013) ishlarida nazariy jihatdan asoslab berilgan bo'lsa, suv infratuzilmasi va suvdan foydalanish samaradorligining iqtisodiy o'sishga ta'siri empirik jihatdan Richard Damania va hammualliflari (2020) tomonidan panel ma'lumotlar asosida tahlil qilingan. Danielle C. M. Ristow va hammualliflari shahar suv iste'molini prognozlashda SARIMA modelini qo'llab, 2013–2017 yillar ma'lumotlari asosida 2018 yil uchun oylik prognozlar tuzgan. Hongyan Du, Zhihua Zhao va Huifeng Xue (2020) tomonidan taklif etilgan ARIMA-M modeli ARIMA va Markov zanjiri yondashuvini birlashtirib, prognoz xatoliklarini kamaytirishga qaratilgan. Xidiraliyev (2023) O'zbekistonda suv resurslaridan oqilona foydalanish va ularni muhofaza qilishning ilmiy-amaliy yo'nalishlarini tahlil qilib, suv taqchilligi sharoitida integratsiyalashgan boshqaruv mexanizmlarini taklif etadi. Mamatkulov N. (2025) global iqlim o'zgarishining O'zbekiston suv resurslariga ta'sirini baholagan.

¹ Biswas A, Sarkar S, Das S, et al. Water scarcity: A global hindrance to sustainable development and agricultural production – A critical review of the impacts and adaptation strategies. Cambridge Prisms: Water. 2025;3:e4. doi:10.1017/wat.2024.16

Tadqiqotda haroratning oshishi va yog'in miqdorining kamayishi oqibatida suv oqimlarining qisqarishi prognoz qilinadi. Naimova N. va boshqalar suv resurslarini boshqarishning matematik modeli ishlab chiqib, suv balansini baholash, taqsimlash samaradorligini oshirish va resurslardan foydalanishni optimallashtirish masalalari ko'rib chiqiladi. Yuldosheva suv resurslarining uzoq muddatli dinamikasini tadqiqot natijalari suv oqimlarida pasayish tendensiyasi mavjudligini va bu jarayonning qishloq xo'jaligi sektoriga bevosita ta'sirini ko'rsatadi.

Maqsad. Mazkur tezisning maqsadi O'zbekiston Respublikasida suv tanqisligi indeksining dinamikasini vaqtli qator ekonometrik modellari asosida tahlil qilish, ARIMA modelini qurish va u asosida 2030-yilgacha bo'lgan davr uchun suv tanqisligi darajasini prognoz qilishdan iborat.

Materiallar va usullar. Tadqiqotda 2030-yilga borib yillik suv yetishmovchiligi sezilarli darajaga yetishi prognoz qilinadi. Mavjud adabiyotlarda O'zbekiston suv tanqisligi asosan siyosiy-iqtisodiy va gidrologik modellarda o'rganilgan. Biroq vaqt qatori asosidagi ekonometrik prognozlash (ARIMA) modeli qo'llanmagan. Shu sababli mazkur tadqiqotda suv tanqisligi dinamikasi ARIMA modeli asosida prognoz qilindi.

Natijalar. Suv tanqisligi bo'yicha tavsifiy statistika natijalar shuni ko'rsatadiki, u mo'tadil o'zgaruvchan ($\text{Std.Dev}=11.53$; $\text{CV}\approx 7.9\%$), demak suv taqsimoti va irrigatsiya rejaları mavjud. Birov suv boshqaruvi "o'rtacha holat"ga emas, riskni boshqarishga (suv tejash, moslashuvchan taqsimot, zaxira rejalar) tayangan bo'lishi kerak.

2-jadval.

Dikkey-Fuller test natijalari

Variable	Level	t-Statistic	Prob.*
WS	Level	2.314352	0.1754
	1 st difference	-6.778142	0.0000

ADF testi natijalariga ko'ra, WS o'zgaruvchisi darajada stasionar emas ($p>0.05$), biroq birinchi farqda (1st difference) WS stasionar holatga keladi p-qiymat 0.000 ($p<0.01$). Shunday qilib, WS I(1), ya'ni birinchi tartibli integratsiyalashgan o'zgaruvchi hisoblanadi.

3-jadval.

Model tanlash uchun AIC, BIC, HQ natijalari

Model	LogL	AIC*	BIC	HQ
(2,2)(2,0)	-83.224420	5.701526	6.067960	5.822989
(4,2)(0,0)	-83.224420	5.701526	6.067960	5.822989
(4,0)(0,2)	-83.224420	5.701526	6.067960	5.822989
(4,2)(0,2)	-82.013808	5.750863	6.208905	5.902691
(4,2)(1,0)	-83.066895	5.754181	6.166419	5.890826
(3,0)(2,2)	-93.980767	6.436298	6.848536	6.572943

WS o'zgaruvchisi uchun 1994–2025 yillar oralig'ida bir nechta ARIMA spetsifikatsiyalari baholandi. Axborot mezonlari (AIC, BIC va HQ) natijalariga ko'ra, (2,2)(2,0), (4,2)(0,0) va (4,0)(0,2) modellari eng kichik qiymatlarni qayd etdi ($\text{AIC} =$

5.7015). Parsimonlik tamoyiliga asoslanib, optimal model sifatida (2,2)(2,0) tanlandi. Ushbu model muqobil lag tuzilmalariga nisbatan ma'lumotlarga yaxshiroq moslashuvni namoyon etdi.

4-jadval.

ARIMA (2,2)(2,0) modeli natijalari

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	147.2887	3.005314	49.00941	0.0000
AR(1)	-1.482328	0.204866	-7.235599	0.0000
AR(2)	-0.888716	0.251279	-3.536773	0.0017
SAR(1)	1.685823	0.116583	14.46031	0.0000
SAR(2)	-0.932728	0.116463	-8.008812	0.0000
MA(1)	0.871832	1221.167	0.000714	0.9994
MA(2)	0.999996	2800.617	0.000357	0.9997
SIGMASQ	7.100032	9890.187	0.000718	0.9994
R-squared	0.944908	Mean dependent var		145.8000
Adjusted R-squared	0.928839	S.D. dependent var		11.53398
S.E. of regression	3.076802	Akaike info criterion		5.701526
Sum squared resid	227.2010	Schwarz criterion		6.067960
Log likelihood	-83.22442	Hannan-Quinn criter.		5.822989
F-statistic	58.80473	Durbin-Watson stat		1.856494
Prob(F-statistic)	0.000000			

4-jadvalda SARIMA(2,2)(2,0) modeli koeffitsiyentlari berilgan bo'lib umumiy ko'rinishda model quyidagicha yoziladi:

$$\Delta^2 WS_t = C + \phi_1 WS_{t-1} + \phi_2 WS_{t-2} + \Phi_1 WS_{t-s} + \Phi_2 WS_{t-2s} + \varepsilon_t$$

Model yuqori tushuntirish $R^2=94$ ga ega bo'lib, statistik ahamiyatli parametrlarga va barqaror dinamik tuzilishga ega. Shu sababli u 2026–2030 yillar uchun suv tanqisligi darajasini prognozlashda qo'llash uchun metodologik jihatdan asoslangan va ishonchli model hisoblanadi.

5-jadval.

Suv tanqisligi darajasini 2026-2030-yillar uchun prognoz qiymatlari

2026	2027	2028	2029	2030
146,6065	164,7582	168,8225	169,383	168,9589

1994–2025 yillar asosida baholangan model natijalariga ko'ra, WS ko'rsatkichi 2026–2030 yillar oralig'ida o'sish tendensiyasini namoyon etadi. 2030 yilga kelib WS 168.96% atrofida tashkil qiladi, bu 2025 yilga nisbatan 18% yuqoriroq darajani anglatadi. Demak, yaqin besh yillikda suv resurslariga bosim kuchayishi ehtimoli mavjud.

XULOSA

Empirik tahlil natijalari WS ko'rsatkichining ADF testi natijalari WS I(1) jarayon bo'lib, differensiallash orqali stasionarlikka erishildi. Axborot mezonlari asosida SARIMA(2,2)(2,0) modeli optimal deb topildi. Model parametrlarining statistik ahamiyatliliigi ($p<0.01$), yuqori tushuntirish qobiliyati ($R^2\approx 0.94$), barqaror ildizlar va minimal AIC qiymati uning metodologik jihatdan asoslangan va prognozlash uchun ishonchli ekanini tasdiqlaydi. 2030 yil qiymati 2025 yilga nisbatan yuqoriroq darajada shakllanishi suv resurslari xavfsizligi boshqarish va ekstremal holatlarga tayyorgarlik tamoyiliga asoslanishi lozim. Suv resurslarini boshqarish,

irrigatsiya samaradorligini oshirish va moslashuvchan taqsimot mexanizmlarini ishlab chiqishda prognozlash asosidagi qaror qabul qilish zarurligini ilmiy jihatdan asoslab beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Wu, X., Zhou, Y. et al. The development of a hybrid wavelet-ARIMA-LSTM model for precipitation and drought analysis // Atmosphere. – 2021. – Vol. 12. – № 1. – P. 74.
2. Khan, M.M.H. et al. Wavelet based hybrid ANN-ARIMA models for drought forecasting // Journal of Hydrology. – 2020.
3. Yusuf, B. et al. An innovative hybrid drought modelling approach using wavelet and ensemble empirical mode decomposition with machine learning algorithms // SN Applied Sciences. – 2025.
4. Zhou, S. et al. A hybrid prediction framework for water quality with wavelet decomposition and time series models // Water. – 2022. – Vol. 14. – № 9. – P. 1322.
5. Hydrological time series forecast model based on wavelet de-noising and ARIMA-LSTM // IEEE ITNEC Conference Proceedings. – 2019.
6. IoT-Enabled Adaptive Watering System with ARIMA-Based Soil Moisture Prediction for Smart Agriculture // Smart Agricultural Systems Journal. – 2023.