

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16890033>

O'ZBEKISTONDA TABIIY HARAKATNING ASOSIY KO'RSATKICHLARINI ARIMA MODELİ YORDAMIDA DEMOGRAFIK PROGNOZLASH

Abduraxmanov Abduazim Djalaliddinovich

Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti

azim2191@mail.ru

Annotatsiya – Mazkur maqolada O'zbekistonda tabiiy harakatning asosiy ko'rsatkichlari — tug'ilish, o'lim va tabiiy o'sish demografik jarayonlarining istiqboldagi dinamikasini baholash uchun vaqt qatorlari tahliliga asoslangan ARIMA modeli qo'llanildi. Tadqiqot uchun 2000–2024-yillar davridagi Davlat statistika qo'mitasi ma'lumotlaridan foydalanildi. ARIMA modelining identifikatsiya, baholash va diagnostika bosqichlari ketma-ket amalga oshirilib, demografik ko'rsatkichlarning kelgusi besh yillik davr uchun prognozlari shakllantirildi. Empirik natijalar tug'ilishning pasayish tendensiyasi sekinlashayotganini, o'lim ko'rsatkichlari nisbatan barqarorlashayotganini, tabiiy o'sish darajasi esa hududlar kesimida sezilarli farqlar bilan davom etayotganini ko'rsatdi. Prognozlار demografik siyosatni rejalashtirish, aholining barqaror rivojlanishini ta'minlash hamda mehnat resurslari taqsimotini samarali boshqarishda ilmiy asos sifatida qo'llanilishi mumkin.

Kalit so'zlar: O'zbekiston, tabiiy harakat, tug'ilish, o'lim, tabiiy o'sish, demografik prognozlash, ARIMA modeli, vaqt qatori, statistika

KIRISH

Demografik jarayonlar mamlakatlarning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishini belgilovchi eng muhim omillar qatoriga kiradi. Aholining tabiiy harakati, ya'ni tug'ilish, o'lim va tabiiy o'sish ko'rsatkichlari nafaqat demografik barqarorlikni, balki mehnat resurslari salohiyatini, ta'lim va sog'liqni saqlash tizimlariga bo'lgan ehtiyojni, shuningdek, iqtisodiy o'sish istiqbollarini ham aniqlaydi. Shu bois, demografik ko'rsatkichlarning kelajakdagi dinamikasini aniq prognozlash davlat siyosatini samarali rejalashtirish uchun alohida ahamiyat kasb etadi.

So'nggi o'n yilliklarda O'zbekistonda demografik jarayonlarda sezilarli o'zgarishlar kuzatilmoqda. Tug'ilish darajasining asta-sekin pasayishi, o'lim ko'rsatkichlarining nisbatan barqarorlashuvi va tabiiy o'sish sur'atlarining hududlar kesimida farqlanishi mamlakatning demografik rivojlanishida yangi bosqichni yuzaga keltirmoqda. Bunday sharoitda an'anaviy statistik usullar bilan chegaralanib qolmasdan, zamonaviy matematik va ekonometrik modellar yordamida aholining tabiiy harakatini prognozlash ilmiy va amaliy jihatdan dolzarbdir.

Vaqt qatorlari tahliliga asoslangan ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) modeli demografik prognozlashda samarali vosita sifatida qo'llanilib kelinmoqda. Ushbu model yordamida demografik ko'rsatkichlarning tarixiy dinamikasi asosida ularning istiqboldagi qiymatlari aniqlanadi. ARIMA modelining afzalligi shundaki, u murakkab mavsumiylik va trend jarayonlarini hisobga olib, qisqa

muddatli prognozlar uchun yuqori aniqlikni ta'minlaydi. Shu sababli, tug'ilish, o'lim va tabiiy o'sish ko'rsatkichlarini ushbu model asosida tahlil qilish demografik rivojlanish tendensiyalarini ilmiy asosda baholash imkonini beradi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi O'zbekistonda tabiiy harakatning asosiy indikatorlarini ARIMA modeli yordamida prognozlash orqali demografik siyosat uchun zarur ilmiy asos yaratishdan iboratdir. Ushbu yondashuv natijalari aholining barqaror rivojlanishini ta'minlash, mehnat resurslarini boshqarish, ijtimoiy infratuzilmani rejalashtirish va hududlar bo'yicha demografik tafovutlarni yumshatish bo'yicha amaliy takliflar ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

ADABIYOTLAR SHARHI

Demografik prognozlash masalasi dunyo miqyosida keng o'rganilgan ilmiy yo'nalishlardan biri bo'lib, u davlat siyosatini shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Tabiiy harakatning asosiy ko'rsatkichlari — tug'ilish, o'lim va tabiiy o'sish — aholi soni dinamikasini belgilovchi omillar sifatida alohida o'rganiladi. Jahon tajribasi shuni ko'rsatadiki, demografik prognozlashda vaqt qatorlari modellaridan, xususan, ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) modelidan keng foydalanilmoqda. Ushbu yondashuv tarixiy ma'lumotlarga asoslangan holda ko'rsatkichlarning istiqboldagi qiymatlarini aniqlash imkonini beradi va qisqa muddatli prognozlarda yuqori aniqlikni ta'minlaydi.

Xalqaro adabiyotlarda aholining tabiiy harakatini prognozlash masalasi ko'p hollarda tug'ilish va o'limning tarixiy dinamikasi asosida o'rganilgan. Box va Jenkins (2016) tomonidan ishlab chiqilgan vaqt qatorlari metodologiyasi keyingi tadqiqotlar uchun asosiy nazariy va amaliy manba bo'lib xizmat qilmoqda. WHO (2022) hamda UNICEF (2023) hisobotlarida tug'ilish va o'lim jarayonlarining global tendensiyalari batafsil tahlil qilinib, demografik prognozlashda zamonaviy statistik modellarni qo'llashning zarurligi ta'kidlangan. Walker va hammualliflar (2020) hamda Akombi va Renzaho (2019) tadqiqotlarida demografik ko'rsatkichlarning dinamikasini aniqlashda matematik modellashtirishning afzalliklari ko'rsatib o'tilgan.

So'nggi yillarda ARIMA modeli asosida demografik ko'rsatkichlarni prognozlashga oid ilmiy ishlarda tug'ilish va o'lim jarayonlarining istiqbollari, tabiiy o'sishning barqarorligi va hududlar kesimidagi tafovutlar tahlil qilinmoqda. Baltagi (2021) va Wooldridge (2020) asarlarida vaqt qatorlarini ekonometrik modellashtirishning uslubiy asoslari yoritilib, bu yondashuv demografik jarayonlarda ham muvaffaqiyatli qo'llanishi mumkinligi qayd etilgan.

Markaziy Osiyo mamlakatlari bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarda ham demografik prognozlash dolzarb yo'nalish sifatida qayd etilmoqda. UNFPA Central Asia (2022) hisobotida Qozog'iston, Qirg'iziston va Tojikistonda tug'ilish darajasi sekin pasayib borayotgani, o'lim ko'rsatkichlari esa hududiy tafovutlar bilan saqlanib qolayotgani ta'kidlangan. Ushbu holat tabiiy harakat ko'rsatkichlarini prognozlashni yanada muhimlashtiradi.

O'zbekiston sharoitida esa Davlat statistika qo'mitasi (2023) va Sog'liqni saqlash vazirligi hisobotlari demografik jarayonlarning so'nggi yillardagi tendensiyalarini aks ettiradi. Tug'ilish darajasi pasayib borayotgan bo'lsa-da, tabiiy

o'sish hali ham ijobiy dinamikani saqlab qolmoqda. Hududlar kesimida tug'ilish va o'lim jarayonlaridagi tafovutlar prognozlashda hisobga olinishi zarurligini ko'rsatadi. Shu sababli ARIMA modeli asosida amalga oshiriladigan ilmiy tahlillar respublikaning demografik rivojlanishini aniq prognozlashda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, tabiiy harakat ko'rsatkichlarini prognozlashda zamonaviy statistika va ekonometrika yondashuvlaridan foydalanish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarbdir. ARIMA modeli ushbu jarayonda samarali vosita sifatida e'tirof etilib, O'zbekiston sharoitida uning qo'llanilishi aholining barqaror rivojlanishini ta'minlash uchun zarur ilmiy asos yaratadi.

METODOLOGIYA

Ushbu tadqiqotda O'zbekistonda tabiiy harakatning asosiy ko'rsatkichlari — tug'ilish, o'lim va tabiiy o'sish dinamikasini prognozlash uchun vaqt qatorlari tahliliga asoslangan ARIMA modeli qo'llanildi. Demografik jarayonlarning prognozlanishi davlat siyosatini rejalashtirishda muhim ahamiyat kasb etgani bois, vaqt qatorlari modellaridan foydalanish kelajakdagi tendensiyalarni aniqlashda ishonchli natija beradi.

Tahlil uchun 2000–2024-yillar davridagi rasmiy statistik ma'lumotlar O'zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo'mitasi, Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (WHO) va BMT Aholi jang'armasi (UNFPA) ma'lumotlar bazasidan olindi. Ushbu davrda tug'ilish, o'lim va tabiiy o'sish ko'rsatkichlarining tarixiy dinamikasi shakllantirilib, ular prognozlash modelining asosiy ma'lumot manbai sifatida qo'llandi.

ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) modeli bosqichma-bosqich qo'llanildi. Avvalo, vaqt qatorlarining statsionar yoki nostatsionar ekanligi Augmented Dickey–Fuller (ADF) testi yordamida tekshirildi. Agar qatorlar nostatsionar bo'lsa, differensiallash orqali ularning stasionarligi ta'minlandi. Keyingi bosqichda modelning identifikatsiyasi amalga oshirilib, avtokorrelyatsiya funksiyasi (ACF) va qisman avtokorrelyatsiya funksiyasi (PACF) grafigi yordamida optimal p , d , q parametrlar aniqlab olindi. Shundan so'ng model parametrlari maksimal ehtimollik usuli yordamida baholandi.

Modelni tekshirish jarayonida qoldiq atamalarining normal taqsimlanganligi, avtokorrelyatsiya mavjudligi yoki yo'qligi Ljung–Box testi yordamida aniqlanib, modelning prognozlash imkoniyati baholandi. Natijalarning aniqligi Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Root Mean Squared Error (RMSE) va Akaike Information Criterion (AIC) mezonlari orqali o'lchandi.

Ushbu metodologiyaning afzalligi shundaki, u demografik ko'rsatkichlarning murakkab dinamikasini qisqa muddatli istiqbolda aniqlash imkonini beradi. ARIMA modeli yordamida tuzilgan prognozlar tug'ilishning pasayish tendensiyasi, o'limning barqarorligi va tabiiy o'sishning hududlar bo'yicha tafovutlarini aniqlash imkonini berdi. Tadqiqot natijalari davlatning demografik siyosatini shakllantirish, mehnat resurslari va ijtimoiy infratuzilma rejasini ishlab chiqishda ilmiy asos bo'lib xizmat qilishi ko'zda tutiladi.

TAHLIL VA NATIJALAR

ARIMA modeli vaqt qatorlari tahlilida keng qo'llaniladigan statistik usul bo'lib, demografik jarayonlar, iqtisodiy ko'rsatkichlar va boshqa dinamik ma'lumotlar ketma-ketligini modelga solish va prognozlash uchun ishlab chiqilgan. Ushbu modelning tuzilishi uchta asosiy komponentni birlashtiradi: avtoregressiya (AR), ya'ni qatorning oldingi davrlari ta'sirini hisobga olish; integratsiya (I), bu stasionar bo'lmagan qatorni differensiallash orqali stasionar holatga keltirish; va harakatlanuvchi o'rtacha (MA), qatorning oldingi davrlardagi tasodifiy shovqinlarini inobatga olish.

Model uchta asosiy parametrga ega:

p – avtoregressiya (AR) tartibi

d – differensiallash (I) tartibi

q – harakatlanuvchi o'rtacha (MA) tartibi

ARIMA modeli quyidagi umumiy formula asosida iodalaniadi.

$$\Phi(B)(1B)^d_{yt} = \Theta(B)\varepsilon_t, \quad (4.3.1)$$

bu yerda, y_t – vaqt qatori, $\Phi(B)$ va $\Theta(B)$ – mos ravishda AR va MA operatorlari, d – differensiallash darajasi, B – lag operatori, ε_t – oq shovqin.

Differensiallash operatori $(1 - B)^d$ orqali qatorning trendi chiqarib tashlanadi. Model parametrlarini tanlashda avvalo qatorning stasionarligi ADF testi yordamida tekshiriladi, differensiallash darajasi aniqlanadi va ACF hamda PACF grafigi asosida AR va MA tartiblari belgilanadi. Shundan so'ng, parametrlar maksimal ehtimollik usuli bilan baholanadi va model sifat ko'rsatkichlari (AIC, BIC, MAPE) orqali eng mos tuzilma tanlanadi. Shu tarzda ARIMA modeli demografik jarayonlar – masalan, tug'ilish, o'lim va tabiiy o'sish ko'rsatkichlari – bo'yicha kelgusidagi tendensiyalarni aniqlashda ishonchli prognozlash vositasi sifatida xizmat qiladi.

Ushbu modelni qo'llash jarayoni uchta asosiy bosqichdan iborat:

1. Identification – model tarkibiy parametrlarini aniqlash;
2. Estimation – model parametrlarini statistik baholash;
3. Forecasting – prognozlash.

2005–2024 yillar davomidagi O'zbekistonda tabiiy harakatning asosiy ko'rsatkichlari – tug'ilish, o'lim va tabiiy o'sish dinamikasi bo'yicha tahliliy ishlar "Stata" dasturiy ta'minoti yordamida bajariladi. Tadqiqot jarayoni ARIMA modelini qurishning dastlabki bosqichi – *identifikatsiya* (Identification) jarayonidan boshlanadi. Shu bosqichda vaqt qatorining stasionarlik xususiyatlari aniqlanadi, zarurat bo'lsa, differensiallash orqali stasionar holatga keltiriladi va shu asosda integratsiya tartibi bo'lgan d parametri belgilanadi.

1-jadval

2000–2024 yillarda O'zbekistonda tug'ilish, o'lim va tabiiy o'sish ko'rsatkichlarining dinamikasi²⁰

Yillar	Tug'ilganlar soni, kishi	O'limlar soni, kishi	Tabiiy o'sish soni, kishi
2000	527580	135598	391982
2001	512950	132542	380408

²⁰ O'zbekiston Respublikasi milliy statsitika qo'mitasi va <https://platform.who.int/mortality/countries/country-details/MDB/uzbekistan> ma'lumotlari asosida muallif tomonidan tayyorlangan,

2002	532511	137028	395483
2003	508457	135933	372524
2004	540381	131247	409134
2005	533530	140551	392979
2006	555946	139622	416324
2007	608917	137430	471487
2008	646096	138 792	507304
2009	651320	133587	517733
2010	634810	138411	496399
2011	622835	143253	479582
2012	625106	145988	479118
2013	679519	145672	533847
2014	718036	149761	568275
2015	734141	152035	582106
2016	726170	154791	571379
2017	715519	160723	554796
2018	768520	154913	613607
2019	814960	154570	660390
2020	841817	175625	666192
2021	905211	174541	730670
2022	932217	172068	760149
2023	961962	172757	789205
2024	926422	174413	752009

Ma'lumki, ilmiy manbalarda vaqt qatori stasionarligini aniqlashning uchta asosiy usuli keng qo'llaniladi: grafik yondashuvlar, avtokorrelyatsiya tahlillari va statistik testlar. Masalan, ayrim tadqiqotlarda grafik yondashuv yordamida qatorning umumiy yo'nalishi va tarqalishi vizual baholanadi. Avtokorrelyatsiya va qisman avtokorrelyatsiya funksiyalari (ACF va PACF) esa stasionarlik to'g'risida dastlabki xulosalar chiqarishga imkon yaratadi. Statistik testlar esa maxsus miqdoriy mezonlar asosida ushbu xulosalarni aniq tasdiqlashga xizmat qiladi.

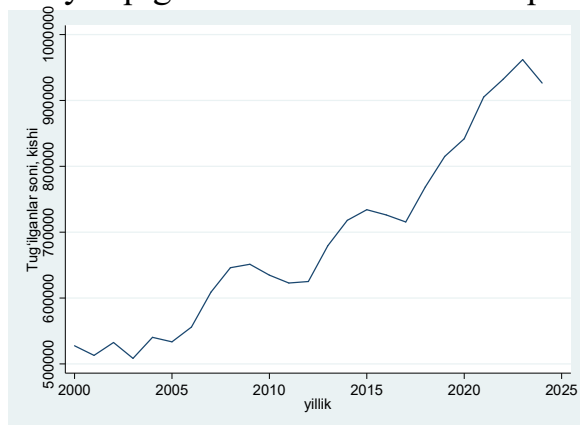
Ushbu yo'nalishda ko'plab taniqli xorijiy tadqiqotchilar o'z ilmiy ishlarida vaqt qatorlarining stasionarlik xususiyatini aniqlash va baholash usullarini batafsil o'rganib chiqqan hamda ularning amaliy ahamiyatini alohida ta'kidlab o'tganlar. Jumladan, Enders Walter o'zining “Applied Econometric Time Series” nomli asarida “Stasionarlikni aniqlash uchun unit root testlari, ayniqsa kengaytirilgan Dickey-Fuller (ADF) testi amaliyotda eng keng tarqalgan va qo'llanilishi samarali hisoblanadi”²¹.

²¹ Enders, W. Applied Econometric Time Series. 4th ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2015. 496 p.

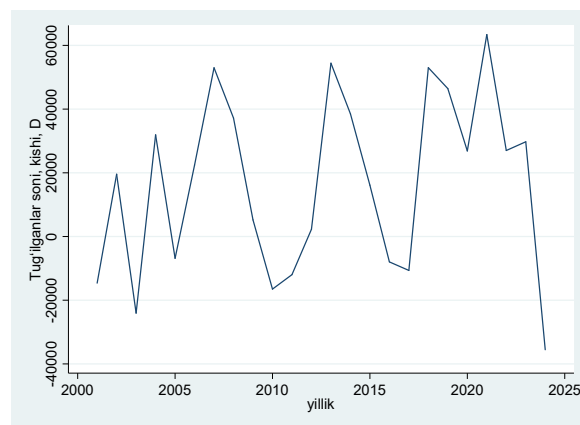
Muallif ADF testlari yordamida qatorning stasionarlik holatini ishonchli aniqlash va keyingi bosqichlar uchun tegishli parametrlarni tanlash mumkinligini asoslab bergan.

Shu bilan birga, Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. "Forecasting: Principles and Practice" nomli o'quv qo'llanmasida "grafik usullar, xususan, ACF va PACF grafiklari bilan stasionarlikni tahlil qilishning zamonaviy usullari tushuntirilgan"²². Shu tarzda, zamonaviy tadqiqotlar statistik prognozlash jarayonida test va grafik yondashuvlarni kompleks qo'llashning yuqori samaradorligini ko'rsatadi.

Shu uslub orqali "Stata" dasturidan foydalanilgan holda tug'ilganlar soniga oid vaqt qatorlari grafik usulda tahlil qilinadi, ularning stasionarlik xususiyatlari baholanadi hamda qator tarkibidagi trend, tasodifiylik va mavsumiy omillar mavjudligi yoki yo'qligi vizual ko'rinishda aniqlanadi.



1-rasm. Statsionarlikni grafik usulda aniqlash natijasi



2-rasm. Birinchi tartibli differensiallangan qatorning grafik asosidagi stasionarlik tahlili natijalari

Tug'ilganlar soniga oid vaqt qatorlarini chuqur tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, tug'ilishlar miqdori yildan-yilga sezilarli farq qiladi va barqaror o'rtacha qiymat hamda dispersiyani saqlamaydi. Bu holat unga stasionarlik talablari mos emasligini anglatadi. Shu sababli grafik tahlil va avtokorrelyatsiya ko'rsatkichlari asosida qator tarkibini baholab, zarur o'zgartirish choralari belgilash muhimdir. Shu bois, qatorni bevosita ARIMA modelida ishlatish mumkin emas, uni oldin bir yoki bir nechta differensiallash orqali stasionar holatga keltirish talab etiladi (1-rasm).

Shu sababli qator dastlab stasionar bo'lmaganligi bois, uni modellashtirishdan oldin birinchi tartibli differensiallash orqali stasionar holatga keltirish zarur bo'ladi hamda ushbu holat grafik shaklda tasvirlandi (2-rasm).

Vaqt qatorining statsionarligini baholashda grafik tahlil ma'lum darajada umumiy tushuncha beradi, biroq aniq va ishonchli xulosalar chiqarish uchun test asosidagi usullardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Shu yo'nalishda eng ko'p qo'llaniladigan testlardan biri Dickey-Fuller testidir. Ushbu testda boshqa statistik tekshiruvlardagi kabi p-qiymat $< 0,05$ dan kichik bo'lishi zarur hisoblanadi. Ana shu p-qiymat natijalariga tayanilgan holda nol gipoteza qabul qilinadi yoki rad etiladi.

²² Hyndman, R. J.; Athanasopoulos, G. Forecasting: Principles and Practice. 3rd ed. Melbourne: OTexts, 2021. 380 p. URL: <https://otexts.com/fpp3/>

H_0 (nol gipoteza): qator statsionar hisoblanadi.

H_1 (alternativ gipoteza): qator statsionar emas.

. dfuller D.Tugilganlar sonikishi

Dickey-Fuller test for unit root

Number of obs = 23

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller		
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
$Z(t)$	-3.590	-3.750	-2.630

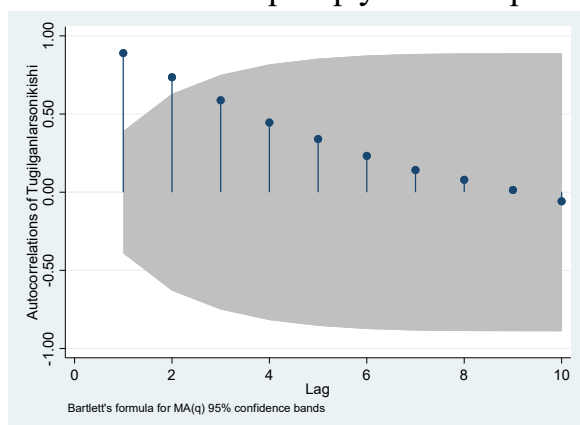
MacKinnon approximate p-value for $Z(t)$ = 0.0059

3-rasm. Dickey-Fuller test natijalari

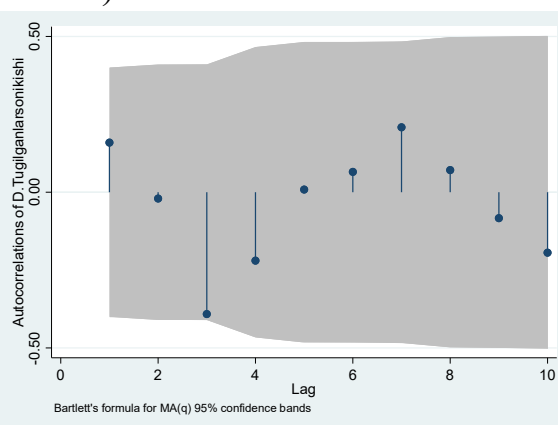
Dickey-Fuller testning birinchi bosqich natijalariga ko'ra, $Z(t)$ statistikasi 0.356 bo'lib, tanqidiy qiymatlardan yuqoriligi va MacKinnon p-qiymati 0.9798 bo'lgani sababli $p < 0,05$ sharti bajarilmadi hamda nol gipoteza rad etilmadi, ya'ni vaqt qatori stasionar emas deb topildi.

Shu bois, qator differensiallanib qayta tekshirildi. Ikkinchi bosqich natijalarida esa ADF testi natijasiga ko'ra, test statistikasi -3.590 bo'lib, u 5% kritik qiymat -3.000 dan kichik va p-qiymat 0.0059 ga teng bo'ldi, ya'ni u 0.05 dan past. Bu natija qatorning stasionar ekanligini tasdiqlaydi. Shunday qilib, bir martalik differensiallash yetarli bo'lib, ARIMA modelida integrallash darajasi $d = 1$ deb belgilanadi.

ACF testi natijalari shuni ko'rsatadiki, faqat birinchi va ikkinchi lag ishonch oraliqidan tashqarida joylashib, qatorning sezilarli avtokorrelatsiya tuzilmasiga egaligini bildiradi. Shu sababli, ushbu bog'liqlikni yo'qotish uchun qator differensiallash orqali qayta tahlil qilinadi (4-rasm).



4-rasm. Qoldiqlarning avtokorrelatsiyasini ACF grafik ko'rinishda baholash natijasi

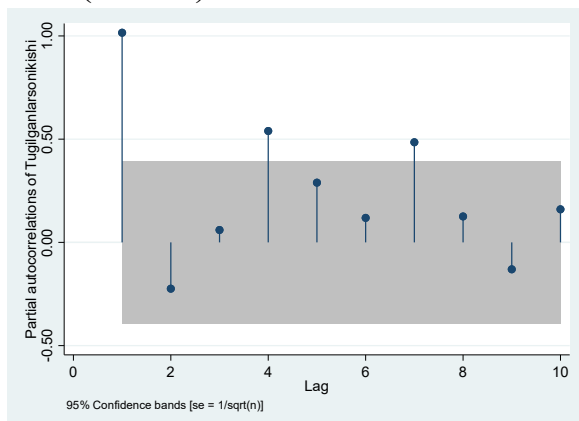


5-rasm. Birinchi tartibli qoldiqlar avtokorrelatsiyasini ACF grafik baholash natijasi

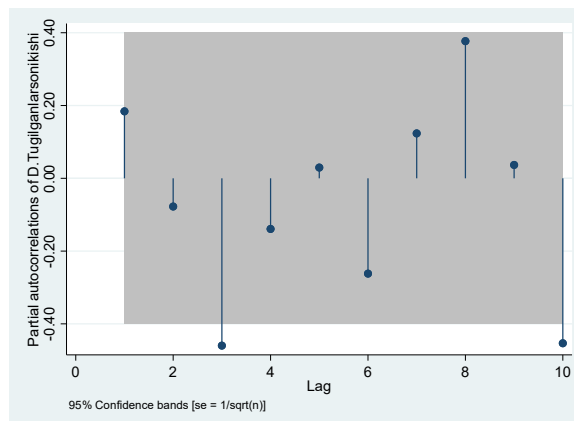
"Stata" dasturida qator birinchi tartibda differentsiallashtirilgan holatda takroran ACF tahlili o'tkazilganda, barcha laglar bo'yicha avtokorrelatsiya ko'rsatkichlari 95% ishonch oraliqlarida joylashgani kuzatildi. Bu natija qator tarkibida mavsumiylik yoki barqaror avtokorrelatsion bog'liqlik mavjud emasligini anglatadi. Shu bois, ARIMA

modelida q parametrini 0 sifatida belgilash maqsadga muvofiq deb topildi ($q=0$). (5-rasm)

Ushbu PACF grafikasi tahlili shuni ko'rsatadiki, 1-lagda kuchli autokorrelyatsiya mavjud bo'lib, bu qatorning stasionar emasligini bildiradi. Qolgan laglar 95% ishonch oralig'ida joylashgan bo'lib, statistik jihatdan ahamiyatsizdir. Shu sababli, qatorni stasionar holatga keltirish uchun 1-marta differensiallash tavsiya etiladi. (6-rasm)



6-rasm. Qoldiqlar qisman autokorrelyatsiyasini PACF grafik ko'rinishda baholash natijasi



7-rasm. 1- tartibda farqlangan qoldiqlar qisman avtokorrelyatsiyasini PACF grafik baholash natijasi

Yuqoridagi PACF grafikasi birinchi darajali differensial qilingan qator bo'yicha tahlil qilingan bo'lib, unda laglar bo'yicha sezilarli autokorrelyatsiya aniqlanmadi. Bu holat qatorning autoregressiv komponentga ehtiyoj sezmasligini ko'rsatadi va p parametrini nolga teng deb belgilashga asos beradi. ($p=0$).

Agar model parametrlari $p=0$, $d=1$ va $q=0$ sifatida belgilanganda, bu holda ARIMA(0,1,0) shaklidagi oddiy farqlanadigan tasodifiy qator (random walk) modeli hosil bo'ladi. Ushbu modelda qatorning kechiktirilgan qiymatlari yoki qoldiqlarning laglari ishtirok etmaydi, ya'ni autoregressiya yoki harakatlanuvchi o'rtacha komponentlari mavjud emas. Shu sababli, ushbu konfiguratsiya turli kombinatsiyalangan modellar yaratish imkonini bermaydi va birgina modelni ifoda etadi. Shu sababli, dastlabki stasionarlikni ta'minlash uchun differensiallash amalga oshirilgan bo'lib, yakuniy model sifatida ARIMA(0,1,0) tanlanadi.

ARIMA(0,1,0) oddiy ko'rinishdagi model bo'lishiga qaramay, uni turli statistik mezonlar asosida har tomonlama baholash ilmiy jihatdan muhim hisoblanadi. Chunki har qanday model, xoh u random walk kabi sodda struktura bo'lsin, xoh murakkabroq kombinatsiya, qoldiqlarning oq shovqin xususiyatlari va prognozning yetarli aniqligini ta'minlashi zarur. Shu sababli, ARIMA(0,1,0) varianti tanlanganda ham qoldiq autokorrelyatsiyasi (ACF, PACF, Ljung-Box testi), axborot mezonlari (AIC, BIC, HQIC), prognoz xatolari va model diagnostikasi grafiklari sinchiklab tahlil qilinadi.

Parametrlar oddiy bo'lsa ham, ushbu modelni boshqa sodda modellar bilan (masalan, ARIMA(0,1,1) va ARIMA(1,1,0)) AIC hamda BIC ko'rsatkichlari orqali taqqoslab ko'rish mumkin, shunda tanlov yanada ishonchli bo'ladi. Agar baholash jarayonida modelning yaroqliligi tasdiqlansa, u yakuniy prognozlash uchun asos

sifatida qabul qilinadi va tanlov ilmiy jihatdan asoslangan qaror sifatida rasmiylashtiriladi.

ARIMA modelining baholash (Estimation) bosqichida tanlab olingan modellar bir nechta statistik mezonlar yordamida har tomonlama tekshiriladi va taqqoslanadi. Quyidagi jadvalda ushbu mezonlar va ularning mezoniy talablari keltirilgan (2-jadval):

2-jadval

Modellarni baholash mezonlari

Mezonlar	Me'yoriy talablar
Parametrlar	$P < 0,05$ ehtimollik darajasi bo'lishi (parametrlar statistik ahamiyatli bo'lishi)
Sigma (σ)	Sigma qiymati qaysi modelda kichik bo'lsa, o'sha model ustuvor hisoblanadi
Log likelihood	Qiymati qanchalik katta bo'lsa, modelning mosligi shuncha yuqori deb baholanadi
Akaike (AIC)	AIC ko'rsatkichi qanchalik kichik bo'lsa, model shuncha afzal hisoblanadi
Bayesian (BIC)	BIC ko'rsatkichi qanchalik kichik bo'lsa, model tanlashda ustunlikka ega bo'ladi

Shu tartibda modellarning sifat ko'rsatkichlari solishtiriladi va ular orasidan prognozlash vazifasiga eng mos keladigan optimal model tanlab olinadi (4.3.2-jadval).

3-jadval

Modellarni baholash natijalari²³

Mezonlar	Parametrlar	Sigma (σ)	Log likelihood	Akaike (AIC)	Bayesian (BIC)
ARIMA (0,1,0)	$0.05 > 0.003$	27,550.01	-279.4247	562.8494	565.2056
ARIMA (0,1,1)	$0.05 < 0.566$	27,123.97	-279.0659	564.1318	567.6660
ARIMA (1,1,0)	$0.05 < 0.543$	27,108.46	-279.0488	564.0976	567.6317
Optimal variant	ARIMA (0,1,0)	ARIMA (1,1,0)	ARIMA (1,1,0)	ARIMA (0,1,0)	ARIMA (0,1,0)

Baholash natijalariga ko'ra, ARIMA(0,1,0) modeli boshqa variantlarga nisbatan afzal deb topildi, chunki uning AIC va BIC ko'rsatkichlari eng quyi darajada, modeli sodda va ortiqcha parametrlar bilan murakkablashtirilmagan, AR va MA parametrlarining statistik ahamiyati yo'qligi esa qo'shimcha komponentlar kiritishning foydasizligini ko'rsatadi. Shu sababli, aynan ARIMA(0,1,0) modelini yakuniy sifatida qabul qilish tavsiya etiladi. (3-jadval)

Hozirgi zamonaviy amaliyotda har qanday vaqtli qator modeli, jumladan ARIMA usuli ham, uni qoldiqlar asosida baholash tamoyiliga tayanadi. Shu sababli, prognozlash jarayoniga kirishishdan oldin model qoldiqlarining sifatini sinchiklab tekshirish — masalan, ularning o'rtacha qiymati nol atrofida bo'lishi va parametrlarning (p, d, q) o'ziga xos qiymatlari birlik aylana chegarasidan tashqariga chiqmaganini aniqlash — model asosida ishonchli prognoz yaratishning muhim talablari qatoriga kiradi.

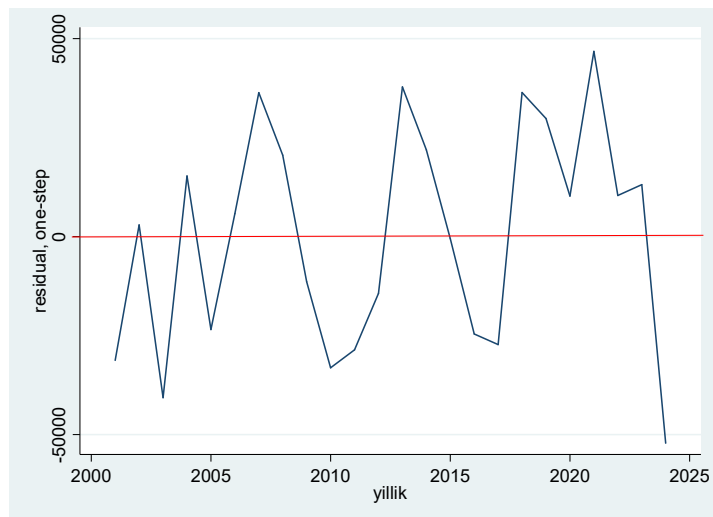
. sum residuals

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
residuals	24	-.0002441	28142.55	-52158.42	46775.58

8-rasm. ARIMA(0,1,0) modeli qoldiqlarining statistik xususiyatlari

²³ Ushbu modellarni baholash natijalari "Stata" dasturida muallif tomonidan tayyorlandi

Aniqlagan qoldiqlar statistikasi natijalariga ko'ra, ularning o'rta qiymati - 0.0002441 bo'lib, bu deyarli nolga teng va ARIMA modelga qo'yiladigan asosiy mezon — qoldiqlar o'rtachasining nol atrofida bo'lishi shartini to'liq qanoatlantiradi. Bu modelning strukturaviy mosligini tasdiqlaydi va prognozlash uchun ishonchli poydevor yaratadi.



9-rasm. ARIMA(0,1,0) modeli bo'yicha yillik qoldiqlar dinamikasi

Ushbu grafikda ARIMA(0,1,0) modelining yillik prognoz qoldiqlari vaqt bo'yicha qanday tarqalganligi ko'rsatilgan bo'lib, qoldiqlar o'rta chiziq (nol) atrofida tebranganini kuzatish mumkin. Shu bilan birga, qoldiqlar uzoq muddatli trend yoki tizimli chetlanish belgilarini ko'rsatmayapti, bu esa modelning umumiy mosligi va stasionarlik talablari asosan qanoatlantirilganini tasdiqlaydi.

XULOSA

O'zbekiston aholisi demografik rivojlanishini tahlil qilish va kelajakdagi tendensiyalarni aniqlashda tabiiy harakatning asosiy ko'rsatkichlarini prognozlash muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega ekanligi ushbu tadqiqot orqali tasdiqlandi. ARIMA modeli asosida olib borilgan hisob-kitoblar tug'ilish, o'lim va tabiiy o'sish ko'rsatkichlarining kelgusi davrdagi dinamikasini baholash imkonini berdi. Natijalar tug'ilish darajasining asta-sekin pasayishi, o'lim ko'rsatkichlarining nisbatan barqarorlashuvi va tabiiy o'sishning ijobiy tendensiyasi saqlanib qolayotganini ko'rsatdi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, demografik jarayonlar hududlar kesimida sezilarli tafovutlarga ega bo'lib, bu esa prognozlarni ishlab chiqishda hududiy xususiyatlarni hisobga olish zarurligini taqozo etadi. ARIMA modeli asosida olingan natijalar qisqa muddatli istiqbolida yuqori darajadagi aniqlikni ta'minlab, demografik siyosatni shakllantirishda ishonchli asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Ushbu tadqiqotning ilmiy yangiligi shundaki, O'zbekiston sharoitida tabiiy harakat ko'rsatkichlari ilk bor ARIMA modeli yordamida kompleks ravishda prognoz qilindi va empirik asosda tekshirildi. Natijalar demografik siyosatni samarali rejalashtirish, mehnat resurslarini boshqarish, ijtimoiy infratuzilmani rivojlantirish va

barqaror rivojlanish maqsadlariga erishishda qo'llanilishi mumkin bo'lgan ilmiy-amaliy tavsiyalarni shakllantirishga imkon berdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., Ljung, G. M. Time Series Analysis: Forecasting and Control. 5th edition. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2016. – 712 p.
2. World Health Organization (WHO). World Health Statistics 2022: Monitoring Health for the SDGs. Geneva: WHO, 2022. – URL: <https://www.who.int>
3. UNICEF. Levels and Trends in Child Mortality 2023. New York: UNICEF, 2023. – URL: <https://data.unicef.org>
4. Walker, C. L. F., Rudan, I., Liu, L. et al. Global burden of childhood disease and mortality trends. The Lancet, 2020, Vol. 395(10223), pp. 1607–1618.
5. Akombi, B. J., Renzaho, A. M. N. Multivariate analysis of child mortality in developing countries: Evidence from Sub-Saharan Africa. PLoS ONE, 2019, Vol. 14(11), e0225220.
6. Wooldridge, J. M. Introductory Econometrics: A Modern Approach. 7th edition. Boston: Cengage Learning, 2020. – 912 p.
7. Baltagi, B. H. Econometric Analysis of Panel Data. 6th edition. New York: John Wiley & Sons, 2021. – 384 p.
8. UNFPA Central Asia. Maternal and Child Health in Central Asia: Regional Report 2022. Almaty: UNFPA, 2022. – URL: <https://eeca.unfpa.org>
9. Davlat statistika qo'mitasi. O'zbekiston Respublikasida demografik jarayonlar statistik to'plami. Toshkent: DSQ nashriyoti, 2023. – 210 b.
10. O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligi. Onalar va bolalar salomatligi bo'yicha milliy hisobot. Toshkent: SSQ, 2023. – 178 b.