Emro Science and Education
Open-access scientific journal
Journal homepage: https://journal.emro.uz

OPEN ACCESS

CONFERENCE PAPER OPEN ACCESS

Vol. 2 No. 2 (2026) · “Milliy statistika tizimida yangi bosqich: barqaror rivojlanish maqsadlari, xalqaro standartlar va zamonaviy tende...

“MILLIY STATISTIKA TIZIMIDA YANGI BOSQICH: BARQAROR RIVOJLANISH MAQSADLARI, XALQARO STANDARTLAR VA ZAMONAVIY TENDENSIYALAR”

ATROF-MUHIT IFLOSLANISHINI STATISTIK TAHLIL QILISHDA PARAMETRIK VA NOPARAMETRIK TESTLARDAN FOYDALANISH USLUBIYATI

Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, Iqtisodiy statistika kafedrasi, katta o’qituvchi(DSc)
JALOLOV ILHOMJON ISOMIDDINOVICH
ilhom.jalolov@mail.ru, 973030780

Annotatsiya

Ilmiy ishda atrof-muhit ifloslanishini monitoring qilish va statistik tahlil qilishda parametrik hamda noparametrik statistik testlarni qo‘llashning ilmiy-uslubiy asoslariga bag‘ishlangan. Maqolada ekologik ma’lumotlarning o‘ziga xos xususiyatlari – normallikdan chetga chiqish, kichik tanlanma hajmi, mavsumiylik va autlayerlarning mavjudligi – statistik testlarni tanlashga ta’siri tahlil qilinadi. Xorijiy tadqiqotchilarning ilmiy ishlari o’rganildi va tahlil qilindi. Natijada, O‘zbekiston Respublikasida atrof-muhit ifloslanishi ma’lumotlari asosida statistik tahlillar amalga oshirildi va ekologik ma’lumotlar tahlili uchun bosqichma-bosqich statistik strategiya taklif etildi.

Kalit so‘zlar: atrof-muhit monitoringi, parametrik testlar, t-test, noparametrik testlar, Ekotoksikologiya, O‘zbekiston, ifloslanish, statistik tahlil.

1. Kirish

O‘zbekiston Respublikasida so‘nggi yillarda ekologik monitoring tizimini takomillashtirishga alohida e’tibor qaratilmoqda. 2021-2025 yillarga mo‘ljallangan Atrof tabiiy muhit monitoringi Dasturiga asosan, 390 ta sanoat korxonasi, 68 ta yer usti suv oqimi punkti va 61 ta atmosfera havosini kuzatish postlarida muntazam kuzatuvlar olib boriladi . Ushbu keng ko‘lamli monitoring tizimi natijasida to‘planayotgan katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash, tahlil qilish va asosli xulosalar chiqarish uchun zamonaviy statistik usullarni joriy etish dolzarb masala hisoblanadi.

Ekologik ma’lumotlar o‘zining tabiatiga ko‘ra ko‘pincha an’anaviy parametrik statistik testlarning (masalan, t-test yoki oddiy regressiya) asosiy sharti bo‘lgan normal taqsimotga bo‘ysunmaydi . Ifloslantiruvchi moddalar kontsentratsiyasi ko‘pincha manba yaqinida keskin yuqori, uzoq hududlarda esa past bo‘ladi, bu esa ma’lumotlarda “o‘ng tomonlama asimmetriya” (right-skewed) va dispersiyaning o‘zgaruvchanligini keltirib chiqaradi. Bunday sharoitda parametrik testlarni qo‘llash noto‘g‘ri xulosalar (masalan, II tur xatolik – haqiqiy ifloslanishni aniqlay olmaslik) ehtimolini oshiradi.

Published: 05.06.2026

Cite this article: Jalolov Ilhomjon Isomiddinovich (2026). Atrof-muhit ifloslanishini statistik tahlil qilishda parametrik va noparametrik testlardan foydalanish uslubiyati. Emro Science and Education, 2(2). https://journal.emro.uz/public/maqola/836

© 2026 The Author(s). Published by Emro Science and Education. This is an open access article.

Shu sababli, ushbu maqolaning maqsadi O‘zbekiston sharoitida atrof-muhit ifloslanishi ma’lumotlarini statistik tahlil qilishda parametrik va noparametrik testlardan foydalanishning ilmiy asoslangan uslubiyatini ishlab chiqishdan iborat. Maqolada xalqaro tajriba, mahalliy monitoring tizimining o‘ziga xos xususiyatlari va amaliy tahlil natijalari integratsiyalashgan holda yoritilgan.

2. Metodologiya: Statistik testlarni tanlashning nazariy asoslari

Atrof-muhit ifloslanishini tahlil qilishda statistik testni tanlash ma’lumotlarning tuzilishi va tadqiqot savoliga bog‘liq. Atrof-muhit ifloslanishini tahlil qilishda statistik testni amalga oshirishdan oldin, normallik testlarini ko’rib chiqish kerak. Agar ma’lumotlar normal taqsimlanmagan bo‘lsa, parametrik testlarning natijalari noto‘g‘ri bo‘lishi (I tur yoki II tur xatoliklarning ortishi) mumkin. Shu sababli, statistik tahlilning dastlabki bosqichida normallikni tekshirish muhim ahamiyatga ega.

Normallikni tekshirish usullari:

1. *Grafik usullar:*

- **Histogramma:** Ma’lumotlarning chastota taqsimotini ko‘rsatadi. Normal taqsimotda histogramma qo‘ng‘iroq shaklida bo‘ladi.

2. *Analitik (statistik test) usullar:*

- **Shapiro–Wilk testi:** Kichik va o‘rta hajmdagi namunalar ($n \leq 2000$) uchun eng kuchli testlardan biri hisoblanadi. Null gipoteza (H_0) — ma’lumotlar normal taqsimlangan. Agar p-value < α (odatda 0.05), H_0 rad etiladi.

Normallik testining cheklovlari ham inobatga olish zarur. Normallik testlari namuna hajmiga sezgir. Katta namunalarda ($n > 100$) hatto kichik og‘ishlar ham statistik ahamiyatli bo‘lishi mumkin, bu esa normal taqsimotni rad etishga olib keladi. Shu sababli, grafik usullar bilan birgalikda test natijalarini baholash tavsiya etiladi. Agar normallik sharti bajarilmasa, noparametrik testlardan (masalan, Mann–Whitney U, Wilcoxon signed-rank, Kruskal–Wallis) foydalanish maqsadga muvofiq. Umumiy qoida sifatida, agar ma’lumotlar normal taqsimlangan bo‘lsa va dispersiyalar bir hil bo‘lsa, parametrik testlar (kuchliroq statistik quvvatga ega), aks holda, noparametrik testlar tavsiya etiladi.

1-jadval

Parametrik va noparametrik testlarning qiyosiy tahlili

Xususiyat	**Parametrik testlar**	**Noparametrik testlar**
Asosiy shart	Ma’lumotlar normal taqsimlangan	Taqsimot sharti talab etilmaydi
Ma’lumotlar turi	Interval va nisbat shkalasi	Barcha shkalalar (tartib, nominal)

Xususiyat	Parametrik testlar	Noparametrik testlar
Quvvat (Power)	Yuqori (agar shartlar bajarilsa)	O‘rta yoki past (kichik tanlanmada)
Autlayerga chidamlilik	Past (ta’sirchan)	Yuqori (mustahkam)
Qo‘llaniladigan holatlar	Laboratoriya tahlillari, normal fon	Ekologik monitoring, trend tahlili

2.1 Parametrik testlar va ularning qo‘llanilishi

Parametrik testlar ma’lumotlarning o‘rtacha qiymat va standart chetlanish kabi parametrlariga asoslanadi.

- **t-test va ANOVA:** Bir yoki bir necha guruhlardagi ifloslanish darajasini solishtirishda qo‘llaniladi (masalan, tozalash inshootidan oldingi va keyingi suv tarkibidagi og‘ir metallar kontsentratsiyasini solishtirish). Biroq, ekologik ma’lumotlar ko‘pincha normal taqsimlanmagani sababli, ma’lumotlarni transformatsiya qilish (logarifmik yoki kvadrat ildiz) talab qilinishi mumkin.
- **Pearson korrelyatsiyasi:** Ifloslanish ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi chiziqli bog‘liqlikni o‘lchaydi.

2.2 Noparametrik testlar va ularning afzalliklari

Noparametrik testlar taqsimot shakliga bog‘liq emas, bu ularni atrof-muhit monitoringi uchun ideal qiladi.

- **Wilcoxon Signed-Rank testi:** Bu test bir-biriga bog‘liq ikkita tanlanmani (masalan, bir nuqtadagi havo ifloslanishining qish va yoz oylaridagi qiymatlari) solishtirishda qo‘llaniladi.
- **Kruskal-Wallis testi:** Bu test ANOVAning noparametrik alternativi bo‘lib, ikki yoki undan ortiq mustaqil guruhlarni solishtiradi (masalan, Toshkent, Samarqand va Buxoro shaharlaridagi havoning o‘rtacha ifloslanish darajasini solishtirish) .

3. Xorij tajribasi: Ilg‘or yondashuvlar

Atrof-muhit ifloslanishini statistik tahlil qilish sohasida parametrik va noparametrik testlarni qo'llash uslubiyati muhim ilmiy munozara mavzusi hisoblanadi. Ekotoksikologiya va atrof-muhitni boshqarishda to'g'ri statistik usulni tanlash, ifloslantiruvchi moddalarning atrof-muhit va tirik organizmlarga ta'sirini aniqlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Ushbu adabiyotlar sharhida mazkur mavzu bo'yicha tadqiqot olib borgan yetakchi olimlar va ularning ishlari tahlil qilinadi.

3.1. Eduard Szöcs va Ralf B. Schäfer tadqiqotlari

"Ecotoxicology is not normal: A comparison of statistical approaches for analysis of count and proportion data in ecotoxicology" nomli tadqiqotida Szöcs va Schäfer (2015) ekotoksikologiyada uchraydigan hisoblash va nisbat ma'lumotlarini tahlil qilishda parametrik va noparametrik usullarni qiyosiy o'rgangan. Ushbu tadqiqotda mualliflar:

- Generalizatsiyalangan chiziqli modellar (GLM) — Puasson, binomial va negative binomial taqsimotlarga asoslangan parametrik usullarni;
- An'anaviy chiziqli modellar — transformatsiya qilingan ma'lumotlarda normallikni talab qiluvchi usullarni;
- Noparametrik testlar — taqsimot haqida hech qanday taxmin qilmaydigan usullarni qiyoslagan.[1]

3.2. Xing Liqun va hamkorlari tadqiqotlari

Xing Liqun, Liu Hongling, Zhang Xiaowei, Markus Hecker, John P. Giesy va Hongxia Yu (2014) tomonidan olib borilgan tadqiqot suv sifat me'yorlarini ishlab chiqishda parametrik va noparametrik usullarni qiyosiy o'rganishga bag'ishlangan. "Comparison of statistical methods for deriving freshwater quality criteria for the protection of aquatic organisms" nomli ishda:

- 12 xil kimyoviy modda uchun 9 ta statistik yondashuv (parametrik va noparametrik) solishtirilgan;
- Turlarning sezgirlik taqsimotlari (SSDs) asosida suv sifat me'yorlari (HC_5) hisoblangan;
- Bootstrap usuli ma'lumotlar yetarli bo'lganda ($n>20$) eng yaxshi moslashuvchan model sifatida tavsiya etilgan;
- Parametrik usullar ichida log-triangle va Weibull modellari eng samarali deb topilgan.[2]

3.3. Wang M. va Riffel M. tadqiqotlari

"Making the right conclusions based on wrong results and small sample sizes: Interpretation of statistical tests in ecotoxicology" maqolasida Wang va Riffel (2010) kichik namunaviy hajmlarda statistik testlarning ishonchliligini o'rgangan. Muhandislarning asosiy xulosalari:

- Ekotoksikologik ma'lumotlarning aksariyati normal taqsimlanmagan;
- $N<20$ bo'lgan holatlarda normallikdan chetlanishlarni aniqlash deyarli imkonsiz;
- Noparametrik testlar (Mann-Whitney U-testi) parametrik testlarga nisbatan sezilarli darajada yuqori sezgirlik ko'rsatgan;
- Faqat ma'lumotlar qat'iy normal taqsimlanganda parametrik testlar biroz sezgirroq bo'lgan.[3]

4. Natijalar va Takliflar: O’zbekistonda yildan yilga qurilish va sanoat tarmoqlarining rivojlanishi bilan birga, havoga chiqarilayotgan ifloslantiruvchi moddalar hajmining ham oshishiga sabab bo’lmoqda. 2023 yil va 2024 yillarda

viloyatlarida atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalar hajmida katta farq bormi gipotezasini tekshirish maqsadida quyidagi statistik tahlillar amalga oshirildi.

2-jadval.

O’zbekiston Resbuplikasi viloyatlar bo’yicha atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalar to’g’risoda ma’lumot(yillik, ming tonna)135

Klassifikator	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Qoraqalpog‘iston Respublikasi	29,2	23,5	19,5	25,8	26,7	32,8	30,6	37,7	34	37,2	28,9	31,4	21,1	9,8	10,5
Andijon viloyati	8,7	13,6	12,2	14,4	6,6	18,5	36,7	15,8	15,9	14,3	11,5	4,9	17,3	10,5	32,6
Buxoro viloyati	75,5	71,7	61,7	50,7	51,9	55,6	58,5	63,8	74,8	69,1	37,1	44,8	35,6	30,7	35,4
Jizzax viloyati	23,8	17,3	14,1	17,2	37,2	70,2	63,4	5,2	11,8	4,3	3,4	2,9	27	29,5	33,1
Qashqadaryo viloyati	141,2	142,5	163	167	171,8	176,3	167,9	165,7	152,2	140,4	128,1	132,2	115,7	117,7	88,6
Navoiy viloyati	40,3	45,2	42,4	43,9	42,6	47	57,4	44,1	49,9	43,6	48,4	68,6	41,6	35	39,2
Namangan viloyati	5,4	5,6	7	3,7	3,9	7,8	15,8	15,9	15,2	15,8	15	24	7,4	5	4,4
Samarqand viloyati	51,5	51,8	52,8	49,1	51,3	54,7	51,6	37,2	52,1	44,2	52,7	39,4	38,7	39,4	47,4
Surxondaryo viloyati	3,5	3,3	4,4	3,7	5,8	3,1	3,2	3,2	5,1	6,9	6,5	7,1	7,3	7,4	10,8
Sirdaryo viloyati	21	58,7	46,9	35,4	69,3	66,1	68,9	59,6	60,5	47,8	71,8	45,7	49,1	3,1	42,5
Toshkent viloyati	257,6	280,3	290,4	372,3	619,2	370,6	318,7	302,9	336,6	397,9	430	425,4	438	430,1	465
Farg‘ona viloyati	43	42,8	73,5	40,2	38,4	38,9	103,2	60,1	53,2	49,6	50,5	46,5	49,5	26,4	26,2
Xorazm viloyati	4,8	4,9	4,9	6,2	6,3	5	5,2	9,2	7,1	7,2	6,8	7,2	4,5	3,4	9,9
Toshkent shahri	23,5	27	24,8	25,6	31,1	28,5	27,1	33,1	15,3	74,5	33,7	28,6	20,8	15,2	21,1

O’zbekiston Resbuplikasi viloyatlar bo’yicha atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalar to’g’risidagi ma’lumotlarning normal taqsimotga egaligini tekshirish uchun R dasturida Shapiro–Wilk testidan foydalanamiz. Chunki, ma’lumotlar $n < 30$ dan kichik bo’lganligi uchun bu test natijasi kuchliroq hisoblanadi. Ma’lumotlar R dasturida tahlil qilinganda barcha ma’lumotlar normal emasligi aniqlandi. Shapiro–Wilk testi natijalariga ko‘ra, barcha yillar (2010–2024) uchun p-value < 0.05 ekanligini ko’rish mumkin.

H_0: ma’lumotlar normal taqsimlangan

H_a: ma’lumotlar normal taqsimlanmagan

Xulosa chiqarish uchun asos:

135 O‘zbekiston respublikasi milliy statistika qo‘mitasi ma’lumotlari asosida muallif tomonidan ishlab chiqildi.

p-value < 0.05 → ma’lumotlar normal taqsimlanmagan)
p-value ≥ 0.05 → ma’lumotlar normal taqsimlangan)
Natija shuni ko’rsatadiki, H_0 gipoteza rad etilmaydi. Bu esa viloyatlar bo‘yicha atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalar hajmi **normal taqsimotga ega emasligini** ko‘rsatadi. Shu sababli, asosiy statistik tahlilda noparametrik testlardan (masalan, Wilcoxon signed-rank test) foydalanish maqsadga muvofiq. Paired t-test natijalariga ehtiyotkorlik bilan yondashish kerak.

2010–2024 yillar oralig‘ida O‘zbekiston Respublikasining 14 ta hududida atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalar miqdorining qo‘shni yillar o‘rtasidagi farqlari statistik ahamiyatliligini parametrik va noparametrik usullar yordamida baholandi. Bu ma’lumotlar asosida parametrik testlardan **paired t-test** va noparametrik testlardan **Wilcoxon signed-rank testi asosida solishtirma tahlil amalga oshirildi.**

Quyigadicha gipotezalar yaratildi:

$$H_0: D = 0$$
$$H_a: D \neq 0$$

D-yillar orasidagi farq.

Xulosa chiqarish uchun asos:
p-value < 0.05 → Farq katta» (statistik ahamiyatli farq bor)
p-value ≥ 0.05 → Farq kichik» (farq statistik ahamiyatli emas)

Tahlillar R dasturida amalga oshirildi va natijalar quyidagicha chiqdi.

3-jadval.

O’zbekiston Resbuplikasi viloyatlar bo’yicha atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalar hajmining ikki yil orasidagi farqlarning parametrik va noparametrik test natijalari136

2022	**2023**	**0.038**	**0.011**	**Farq katta**	**Farq katta**
2023	2024	0.118	**0.017**	Farq kichik	**Farq katta**

4.1. 2010–2021 yillar oralig‘idagi barcha qo‘shni yil juftliklari (masalan, 2010–2011, 2011–2012, …, 2020–2021, 2021–2022) bo‘yicha **statistik jihatdan ahamiyatli farq (p ≥ 0.05)** aniqlanmadi.

4.2. 2022–2023 yil juftligi uchun ikkala test ham **statistik ahamiyatli farq (p < 0.05)** ko‘rsatdi:

Paired t-test p = 0.038. $p(0.038) < \alpha(0.05)$

Wilcoxon test p = 0.011. $p(0.038) < \alpha(0.05)$

136 Muallif tomonidan R dasturida amalga oshirildi.

Bu kuchli dalil bo‘lib, **2022–2023 yillarda** ifloslantiruvchi moddalar hajmi **keskin o‘zgarganligini** tasdiqlaydi. Bu o‘zgarish hududlarning aksariyatida kuzatilgan va tizimli xususiyatga ega.

4.3. 2023–2024 yil juftligi bo‘yicha testlar o‘rtasida **nomuvofiqlik** kuzatildi:

Paired t-test p = 0.118 (farq statistik ahamiyatsiz). $p(0.118) > \alpha(0.05)$

Wilcoxon test p = 0.017 (farq statistik ahamiyatli). $p(0.017) < \alpha(0.05)$ Bunday nomuvofiqlik ma’lumotlarning **normal taqsimotdan chetlanishi** (asimetriya, chetki qiymatlar mavjudligi) bilan izohlanadi. Noparametrik test (Wilcoxon) bu holda ishonchliroq hisoblanadi. Shuning uchun **2023–2024 yillarda ham ahamiyatli farq mavjud** deb xulosa qilish mumkin.

5. Xulosalar. O‘zbekistonda atrof-muhit ifloslanishini statistik tahlil qilish murakkab va mas’uliyatli vazifa hisoblanadi. Monitoring tizimi tomonidan to‘planayotgan ekologik ma’lumotlarning o‘ziga xos xususiyati (normallikdan chetlanish, autlayerlar, mavsumiylik) parametrik testlarning ko‘p hollarda to‘g‘ridan-to‘g‘ri qo‘llanilishini cheklaydi. Bu kabi muammolarni tahlil qilishda xalqaro tajriba uslubiy ko‘rsatmalari va amalga oshirilgan tahlil natijalari noparametrik testlardan (Mann-Kendall, Kruskal-Wallis, Wilcoxon) keng foydalanishni tavsiya etadi.

Ushbu maqolada taklif etilgan bosqichma-bosqich uslubiyat O‘zbekiston ekologlari va statistiklari uchun amaliy qo‘llanma bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Bu tadqiqot monitoring dasturlariga integratsiyalash orqali prognoz qilish aniqligini oshirish va ekologik vaziyat haqida ishonchli xulosalar chiqarish imkoniyatini yaratib beradi.

6. Foydalanilgan Adabiyotlar:

1. Szöcs, E., Schäfer, R.B. Ecotoxicology is not normal. *Environ Sci Pollut Res* 22, 13990–13999 (2015). https://doi.org/10.1007/s11356-015-4579-3

2. Xing, L., Liu, H., Zhang, X. *et al.* A comparison of statistical methods for deriving freshwater quality criteria for the protection of aquatic organisms. *Environ Sci Pollut Res* 21, 159–167 (2014). https://doi.org/10.1007/s11356-013-1462-y

3. Magnus Wang, Michael Riffel. Making the right conclusions based on wrong results and small sample sizes: Interpretation of statistical tests in ecotoxicology. Ecotoxicology and Environmental Safety, Volume 74, Issue 4, May 2011, Pages 684-692

4. Yangiev, A., Adjimuratov, D., Panjiev, S., Azizov, S., & Primova, S. (2024). Research of floods in the mountains and foothill areas of Uzbekistan. *E3S Web of Conferences*.

5. Millard, S. P. (2025). EnvStats: Package for Environmental Statistics, Including US EPA Guidance. *R Documentation*.

6. Demirel, M. C., et al. (2025). Revisiting Trend Stability Using Mann-Kendall and Wilcoxon Signed-Rank Tests... *Sustainability*.

IQTISODIY
STATISTIKA KAFEDRASI
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti