

UDK: 504.5:581.5 (taklif etilayotgan indeks)

**URBANIZATSIYA JARAYONIDA FARG‘ONA SHAHRI MANZARALI
O‘SIMLIKLARINING ATMOSFERA HAVOSI IFLOSLANISHIGA
CHIDAMLILIGINI BAHOLASHDA EKOLOGIK MONITORING USULLARIDAN
FOYDALANISH IMKONIYATLARI**

Dilfuza Ahmedova Mahammadovna

Farg‘ona davlat universiteti, «Ekologiya» kafedrasi dotsenti,

biologiya fanlari nomzodi

ahmedova1965@gmail.com

Tel: (+998 93) 374 03 62

Nizomov Nizomiddin Yusubjon o‘g‘li

Farg‘ona shahar Maktabgacha va maktab ta’limi bo‘limi tasarrufidagi 33- umumiy

o‘rta ta’lim maktabi Maslahatchisi

E-mail: nizomovnizomiddin24@gmail.com

Tel: (+998 93) 483 44 97

Annotatsiya. Maqolada urbanizatsiya sharoitida Farg‘ona shahrining manzarali daraxt va butalarini atmosfera havosi ifloslanishiga chidamlilik nuqtayi nazaridan baholash uchun ekologik monitoring usullaridan foydalanish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Adabiyotlar tahlili, bioindikatsiya, barg yuzasida chang to‘planishini aniqlash, barglarning morfologik va fiziologik-biokimyoviy ko‘rsatkichlarini o‘lchash hamda atmosfera havosidagi $PM_{2.5}$, PM_{10} va gazsimon ifloslantiruvchilarni instrumental kuzatish bir-birini to‘ldiruvchi yondashuvlar sifatida asoslanadi. O‘simliklarning atmosfera ifloslanishiga chidamlilik indeksi (APTI) va kutilayotgan samaradorlik indeksi (API) yordamida turlarni qiyosiy baholash taklif etiladi. Farg‘ona shahri uchun transport oqimi, yo‘l cheti, turar joy, sanoatga yaqin va nisbatan kam ta’sirlangan nazorat nuqtalarini qamrab oluvchi monitoring dizayni ishlab chiqiladi. Maqola metodologik-tahliliy xarakterga ega; unda Farg‘ona shahrida o‘tkazilgan dala o‘lchovlari natijalari keltirilmagan. Shu sababli tavsiyalar keyingi empirik tadqiqotda tekshirilishi lozim.

Kalit so‘zlar: urbanizatsiya, Farg‘ona shahri, manzarali o‘simliklar, atmosfera havosi, ekologik monitoring, bioindikatsiya, APTI, $PM_{2.5}$, PM_{10} , yashil infratuzilma.

Аннотация: В статье рассматриваются возможности применения методов экологического мониторинга для оценки устойчивости декоративных деревьев и кустарников города Ферганы к загрязнению атмосферного воздуха в условиях урбанизации. На основе анализа научной литературы обосновывается комплексный подход, включающий биоиндикацию, определение накопления пыли на поверхности листьев, измерение морфологических и физиолого-биохимических показателей растений, а также инструментальный мониторинг $PM_{2.5}$, PM_{10} и газообразных загрязнителей. Предлагается использовать индекс толерантности растений к загрязнению воздуха (APTI) и индекс ожидаемой эффективности (API) для

сравнительной оценки видов. Разработан проект мониторинговой схемы для Ферганы с учетом транспортных, жилых, промышленных и контрольных участков. Работа имеет методологический характер; результаты полевых измерений в городе Фергане не представлены, поэтому предложенные положения требуют эмпирической проверки.

Ключевые слова: урбанизация, город Фергана, декоративные растения, атмосферный воздух, экологический мониторинг, биоиндикация, APTI, $PM_{2.5}$, PM_{10} , зелёная инфраструктура.

Abstract: *This article examines the opportunities for applying environmental monitoring methods to assess the tolerance of ornamental trees and shrubs in Fergana city to atmospheric pollution under urbanization. Based on a review of scientific literature, it substantiates an integrated approach combining biomonitoring, measurement of particulate matter accumulated on leaf surfaces, morphological and physiological-biochemical plant traits, and instrumental monitoring of $PM_{2.5}$, PM_{10} and gaseous pollutants. The Air Pollution Tolerance Index (APTI) and Anticipated Performance Index (API) are proposed for comparative screening of plant species. A monitoring design is outlined for traffic corridors, residential areas, sites influenced by industrial activity and relatively less affected reference locations. This is a methodological and analytical article; it does not report field measurements collected in Fergana city. Therefore, the proposed framework should be validated through empirical research.*

Keywords: *urbanization, Fergana city, ornamental plants, ambient air, environmental monitoring, biomonitoring, APTI, $PM_{2.5}$, PM_{10} , green infrastructure.*

1. KIRISH

Urbanizatsiya shahar hududlarida aholi, transport, qurilish va xizmat ko‘rsatish infratuzilmasining zichlashuvi bilan kechadi. Bu jarayon atmosfera havosiga chiqariladigan ifloslantiruvchi moddalar miqdori va ularning makon bo‘yicha taqsimlanishiga ta‘sir ko‘rsatishi mumkin. Avtomobil transporti, qurilish ishlari, yo‘l changi va ayrim ishlab chiqarish faoliyatlari zarrachalar hamda gazsimon birikmalarning asosiy shahar manbalari qatoriga kiradi. Bunday sharoitda shahar yashil hududlari nafaqat estetik va rekreatsion vazifani, balki ekologik holatni kuzatish hamda ayrim ifloslantiruvchilarni barg yuzasida ushlab qolish funksiyasini ham bajaradi [1–3].

Manzarali daraxt va butalarning ifloslanishga javobi bir xil emas. Tur xususiyatlari, bargning yuzasi va tuklanganligi, mum qatlami, barg maydoni, stomalarning xususiyatlari, o‘simlikning yoshi, suv bilan ta‘minlanishi, tuproq sharoiti va mavsumiy omillar changni ushlab qolish hamda fiziologik stressga chidamlilikni o‘zgartirishi mumkin [2, 4]. Shu sababli shaharni ko‘kalamzorlashtirishda faqat tashqi ko‘rinish yoki tez o‘sish mezoniga tayanish yetarli emas; ekologik monitoring natijalari bilan tasdiqlangan, mahalliy iqlim va parvarish sharoitiga mos turlarni tanlash muhimdir.

Farg‘ona shahri misolida mazkur masala hududiy jihatdan dolzarb tadqiqot yo‘nalishi hisoblanadi. Biroq shahar bo‘yicha o‘simliklarning APTI qiymatlari, barglarda chang

to‘planishi va havodagi ifloslantiruvchilarning bir vaqtda o‘lchangan natijalari mavjud bo‘lmasa, muayyan turni eng chidamli deb e‘lon qilish ilmiy jihatdan asosli bo‘lmaydi. Shuning uchun ushbu maqolaning maqsadi — Farg‘ona shahrida manzarali o‘simliklar chidamliligini baholash uchun qo‘llash mumkin bo‘lgan ekologik monitoring usullarini tizimlashtirish va takrorlanadigan dala tadqiqoti dizaynini taklif etishdan iborat.

2. TADQIQOT MAQSADI VA VAZIFALARI

Tadqiqotning maqsadi urbanizatsiya sharoitida Farg‘ona shahridagi manzarali o‘simliklarning atmosfera havosi ifloslanishiga chidamliligini kompleks baholashga xizmat qiluvchi monitoring metodikasini asoslashdir.

Maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi: (1) o‘simliklar bioindikatsiyasi va APTI/API indekslarining ilmiy asoslarini tahlil qilish; (2) barg yuzasida changni aniqlash va bargning funksional belgilarini o‘lchash imkoniyatlarini ko‘rsatish; (3) instrumental havo monitoringi bilan biologik kuzatuvlarni uyg‘unlashtirish; (4) Farg‘ona shahri uchun namunaviy kuzatuv nuqtalari, namuna olish tartibi va ma‘lumotlarni statistik tahlil qilish sxemasini ishlab chiqish; (5) monitoring natijalarini shahar ko‘kalamzorlashtirish amaliyotiga tatbiq etish yo‘llarini belgilash.

3. MATERIALLAR VA METODLAR

3.1. Tadqiqot yondashuvi

Maqola ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish va dala tadqiqotini loyihalashga asoslangan metodologik ishdur. Ilmiy manbalarda qo‘llanadigan bioindikatsiya, o‘simliklarning fiziologik-biokimyoviy tahlili, barg morfologiyasi hamda atmosfera havosining instrumental monitoringi usullari qiyosiy ko‘rib chiqildi [1–6]. Ushbu maqolada keltirilgan hududiy sxema amaliy tadqiqot uchun taklif bo‘lib, u Farg‘ona shahrida allaqachon o‘tkazilgan o‘lchovlar sifatida talqin qilinmasligi kerak.

3.2. Kuzatuv hududlarini tanlash

Shahar ichida ifloslanish bosimi farqlanishi ehtimoli yuqori bo‘lgan kamida to‘rt turdagi nuqta tanlanishi tavsiya etiladi: A — transport oqimi yuqori bo‘lgan asosiy ko‘cha yoki chorraha atrofi; B — turar joy hududi; C — qurilish yoki ishlab chiqarish ta’siri mavjud bo‘lishi mumkin bo‘lgan hudud; D — transport va ishlab chiqarish ta’siri nisbatan kam bo‘lgan nazorat hududi. Nuqtalarning aniq manzili dastlabki rekognostsirovka, ruxsat etilgan monitoring ma‘lumotlari va xavfsiz kirish imkoniyati asosida belgilanadi. Har bir nuqtada bir xil o‘simlik turlarini kuzatish imkoniyati bo‘lsa, hududlararo qiyoslash ishonchliroq bo‘ladi.

Har bir hududda kamida 3–5 ta sog‘lom, bir xil turga mansub va o‘xshash yoshdagi daraxt yoki butani tanlash mumkin. Barg namunalari har bir individ bo‘yicha alohida belgilanib, bir daraxtning turli shoxlaridan bir xil balandlik va yo‘nalish tamoyiliga muvofiq olinadi. Namuna olish sanasi, oxirgi yog‘ingarchilik, sug‘orish, yo‘l chetigacha masofa, daraxtning holati va parvarish xususiyatlari qayd etiladi. Mavsumiy farqlarni aniqlash uchun vegetatsiya davrida kamida uch marotaba takroriy kuzatuv o‘tkazish maqsadga muvofiq.

3.3. Atmosfera havosini instrumental monitoring qilish

Biologik ko‘rsatkichlar ifloslanishning o‘simlikka ta’sirini aks ettiradi, biroq ular havodagi muayyan moddaning konsentratsiyasini bevosita aniqlamaydi. Shu bois barg tahlillari PM_{2.5} va PM₁₀ zarrachalari, shuningdek, mahalliy manbalardan kelib chiqishi

mumkin bo‘lgan NO₂, SO₂, CO va O₃ kabi ko‘rsatkichlarni tegishli asboblardan yoki vakolatli monitoring stansiyalari ma‘lumotlari bilan to‘ldirilishi lozim [1, 5]. O‘lchash uskunalarining kalibrlanishi, o‘lchov vaqti, meteorologik sharoitlar va ma‘lumotlarning aniqlik darajasi protokolda ko‘rsatiladi.

Agar rasmiy stansiya ma‘lumotlari mavjud bo‘lsa, ularni o‘simlik namunalari olingan vaqt va joyga imkon qadar moslashtirish kerak. Arzon sensorlar dastlabki fazoviy taqqoslash uchun foydali bo‘lishi mumkin, biroq ularning natijalari kalibrlash va sifat nazoratisiz rasmiy referens o‘lchovlar o‘rnini bosa olmaydi.

3.4. Barg yuzasida chang to‘planishini aniqlash

Barglarda to‘plangan zarrachalarni o‘lchash uchun har bir turdan standart miqdordagi barg namunasi olinadi. Laboratoriyada barglar ma‘lum hajmdagi distillangan suv bilan yuvilib, yuvindi filtrlash orqali yig‘iladi; filtrning massa farqi analitik tarozida aniqlanadi. Natijani bargning umumiy yuzasiga nisbatan, masalan, mg/m² ko‘rinishida ifodalash mumkin. Filtrlar doimiy harorat va namlik sharoitida tortilishi, bo‘sh filtr nazorati yuritilishi va har bir namuna uchun takroriy o‘lchovlar bajarilishi kerak. Aniq protokol laboratoriya imkoniyati va qo‘llanadigan standartga muvofiq tasdiqlanadi.

Changning bargda ko‘p to‘planishi har doim ham turning fiziologik jihatdan eng chidamli ekanini anglatmaydi: bu barg yuzasining tuzilishi va changni ushlab qolish qobiliyatini ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli chang tutish samaradorligi va ifloslanish stressiga fiziologik chidamlilik alohida ko‘rsatkichlar sifatida tahlil qilinadi [2, 4, 6].

3.5. Barglarning fiziologik-biokimyoviy ko‘rsatkichlari va APTI

Atmosfera ifloslanishiga chidamlilik indeksi (Air Pollution Tolerance Index — APTI) to‘rtta ko‘rsatkichni birlashtiradi: barg ekstraktidagi askorbin kislota miqdori (A), umumiy xlorofill miqdori (T), barg ekstrakti pH qiymati (P) va nisbiy suv miqdori (R). Adabiyotda qo‘llanadigan formula quyidagicha [3]:

$$APTI = [A \times (T + P) + R] / 10$$

Bunda A — askorbin kislota miqdori (odatda mg/g); T — umumiy xlorofill miqdori (mg/g); P — barg ekstrakti pH qiymati; R — bargning nisbiy suv miqdori foizda ifodalanadi. O‘lchov birliklari, namuna tayyorlash va hisoblash usuli bir xil protokol bo‘yicha bajarilishi zarur. Turli tadqiqotlar natijalarini taqqoslashdan oldin aynan bir xil birlik va usul ishlatilganini tekshirish lozim.

APTI yuqori bo‘lgan o‘simliklar muayyan sharoitda nisbatan chidamli bo‘lishi mumkin, past ko‘rsatkichlar esa sezgirlik ehtimolini ko‘rsatadi. Biroq chegaraviy qiymatlar barcha iqlim va tur sharoitlari uchun universal emas. APTI alohida olingan holda daraxt ekish bo‘yicha yakuniy qaror chiqarish uchun yetarli emas; tur xususiyatlari, mahalliy iqlim, suv talabi, invazivlik riski, parvarish xarajati va ekotizimga ta’sirini ham hisobga olish kerak [1, 5].

3.6. Morfologik belgilar va API yondashuvi

Barg maydoni, bargning solishtirma maydoni, qalinligi, sirt teksturasi, mum qatlami va tuklanganlik darajasi changning ushlanishi va o‘simlikning ekologik javobi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin [4, 6]. Morfologik ko‘rsatkichlar foto qayd, standart o‘lchagich yoki tasvir

tahlili yordamida aniqlanishi mumkin. Har bir o‘simlik turi uchun bargning yoshi va holati imkon qadar tenglashtiriladi.

Kutilayotgan samaradorlik indeksi (Anticipated Performance Index — API) APTI natijalarini boshqa mezonlar, jumladan, o‘simlikning biologik shakli, toj zichligi, barg xususiyatlari, mahalliy iqlimga mosligi, parvarish talabi va shahar sharoitida foydalanish maqsadi bilan birgalikda baholash konsepsiyasidir [5]. API ballari tanlangan metodikaga muvofiq oldindan belgilanadi; mezonlar natijalarni ko‘rgandan keyin o‘zgartirilmasligi kerak.

4. TAKLIF ETILAYOTGAN MONITORING TIZIMI

Farg‘ona shahri sharoitida amaliy monitoringni quyidagi bosqichlarda tashkil etish tavsiya qilinadi: 1) kuzatuv hududlarini xaritalash va o‘simlik turlarini inventarizatsiya qilish; 2) bir xil turdagi individlarni transport va nazorat hududlarida tanlash; 3) bir vaqtda havo sifati hamda meteorologik sharoitlar haqidagi ma’lumotlarni yig‘ish; 4) barg changi, morfologik belgilar va APTI parametrlarini aniqlash; 5) ma’lumotlarni sifat nazoratidan o‘tkazish va statistik tahlil qilish; 6) natijalarni GIS xaritasida aks ettirib, ko‘kalamzorlashtirish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqish.

Monitoring natijalarini talqin qilishda havo ifloslanishi bilan o‘simlik holati o‘rtasidagi bog‘liqlikni ko‘rsatish mumkin, ammo sababiy xulosa chiqarishda ehtiyotkorlik zarur. Tuproq sho‘rlanishi, sug‘orish rejimi, issiqlik stressi, kasallik va zararkunandalar ham barg ko‘rsatkichlarini o‘zgartirishi mumkin. Shu omillar dala kundaligida qayd etilib, tahlilda imkon qadar nazorat qilinadi.

1-jadval. Monitoring usullari, ko‘rsatkichlar va ularning ilmiy vazifasi

Usul	Asosiy ko‘rsatkichlar	Talqin qilishdagi vazifasi
Instrumental havo monitoringi	PM _{2.5} , PM ₁₀ , NO ₂ , SO ₂ , CO, O ₃ ; meteorologik omillar	Havodagi ifloslantiruvchilar darajasini mustaqil baholash
Barg yuzasidagi chang	Barg yuzasiga nisbatan zarracha massasi (mg/m ²)	Turlar va hududlar kesimida zarracha ushlanishini taqqoslash
APTI tahlili	Askorbin kislota, xlorofill, barg ekstrakti pH, nisbiy suv miqdori	Fiziologik-biokimyoviy chidamlilikni kompleks baholash
Morfologik tahlil	Barg maydoni, tekstura, tuklanganlik, mum qatlami	Changni ushlash xususiyatlarini va tur farqlarini tavsiflash
GIS va statistik tahlil	Nuqtalar koordinatasi, masofa, korrelyatsiya, guruhlar farqi	Fazoviy naqshlarni ko‘rsatish va qaror qabul qilishni qo‘llab-quvvatlash

5. MA’LUMOTLARNI QAYTA ISHLASH VA SIFAT NAZORATI

Har bir o‘lchov uchun namuna kodi, sana, vaqt, tur nomi, kuzatuv nuqtasi, daraxt identifikatori, laboratoriya protokoli va o‘lchov birligi qayd etiladi. Ma’lumotlar bazasida yetishmayotgan qiymatlar alohida belgilanadi, taxminiy qiymatlar esa haqiqiy o‘lchov sifatida kiritilmaydi. Laboratoriya tahlillarida takroriy o‘lchov, blank-namuna va kalibrlash yozuvlari saqlanishi kerak.

Statistik tahlilda dastlab o‘rtacha qiymat, standart og‘ish, median va diapazon kabi tavsifiy ko‘rsatkichlar beriladi. Ma’lumotlarning taqsimoti va dispersiyasi tekshirilgach, hududlar yoki turlar o‘rtasidagi farqlar uchun mos parametrik yoki noparametrik testlar tanlanadi. Havo ifloslantiruvchilari konsentratsiyasi, barg changi va APTI o‘rtasidagi aloqalar korrelyatsiya yoki regressiya modeli orqali tekshirilishi mumkin. Mavsum, namuna olingan kun, sug‘orish va boshqa aralashuvchi omillar modelda inobatga olinishi maqsadga muvofiq. Statistik ahamiyatlilik bilan bir qatorda effekt kattaligi va ishonch oralig‘i ham keltirilishi lozim.

Natijalarni xaritalashda kuzatuv nuqtalari koordinatalari GIS muhitiga kiritilib, havo ifloslanishi va o‘simlik ko‘rsatkichlarining fazoviy taqsimoti taqqoslanadi. Yetarli nuqtalar soni va metodik asos bo‘lmasa, interpolatsiya xaritalari aniq o‘lchangan qiymat sifatida talqin qilinmasligi kerak.

6. MUHOKAMA

Ilmiy adabiyotlar APTI usuli o‘simliklarning havo ifloslanishiga sezgirligi yoki chidamliligini qiyosiy baholashda foydali ekanini ko‘rsatadi. Biroq turli shaharlar va ekologik sharoitlarda bir turning indeksi o‘zgarishi mumkin; shuning uchun xorijiy tadqiqotlarda aniqlangan natijalarni Farg‘ona shahriga bevosita ko‘chirish to‘g‘ri emas [1, 3, 5]. Mahalliy turlar bo‘yicha takroriy o‘lchovlar zarur.

Barg morfologiyasiga asoslangan bioindikatsiya monitoring tarmog‘ini zichlashtirish, ifloslanishning nisbiy farqlarini aniqlash va uzoq muddatli o‘zgarishlarni kuzatishda qo‘shimcha ma’lumot berishi mumkin. Shu bilan birga, bargda chang ko‘pligi havodagi PM_{2.5} konsentratsiyasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri ifodalamaydi; barg yuzasida asosan turli o‘lchamdagi zarrachalar to‘planishi mumkin, ularning miqdori esa shamol, yog‘ingarchilik, barg shakli va namuna olish vaqtiga bog‘liq [2, 4, 6]. Demak, biomonitoringni instrumental o‘lchovlar bilan birlashtirish ilmiy ishonchlilikni oshiradi.

Farg‘ona shahri uchun tavsiya etilayotgan modelning amaliy qiymati shundaki, u kuzatuvni alohida laboratoriya ko‘rsatkichlari bilan cheklamaydi. Havo sifati, o‘simliklarning fiziologik holati, bargning chang tutish xususiyati va hududiy omillar yagona ma’lumotlar to‘plamida tahlil qilinadi. Bunday yondashuv yashil hududlarni rejalashtirish, mavjud daraxtlarni parvarishlash va sezgir turlarni aniqlash bo‘yicha dalillarga asoslangan qarorlar ishlab chiqishga xizmat qilishi mumkin.

Cheklovlar sifatida quyidagilar qayd etiladi: maqolada mahalliy dala o‘lchovlari bajarilmagan; shahar bo‘yicha o‘simlik turlari inventarizatsiyasi va rasmiy havo sifati qatorlari tahlil qilinmagan; APTI ko‘rsatkichlari uchun laboratoriya sharoitida standartlashtirilgan protokol talab etiladi. Shu sababli maqoladagi metodik tavsiyalarni yakuniy ekologik xulosa yoki Farg‘ona shahridagi muayyan tur chidamliligining isbotlangan reytingi sifatida qo‘llash mumkin emas.

7. AMALIY TAVSIYALAR

Birinchidan, shahar ko‘kalamzorlashtirish boshqarmasi, oliy ta‘lim muassasalari va tegishli ekologik tashkilotlar hamkorligida doimiy monitoring nuqtalarini belgilash lozim. Ikkinchidan, kuzatuv uchun keng tarqalgan manzarali daraxt va butalar turlari inventarizatsiya qilinib, har bir turdan bir necha individ tanlanishi kerak. Uchinchidan, havo sifati bo‘yicha instrumental ko‘rsatkichlar o‘simlik namunalari bilan vaqt va makon jihatdan moslashtirilishi zarur. To‘rtinchidan, APTI natijalariga asoslangan dastlabki saralash mahalliy iqlimga moslik, suv sarfi, ildiz tizimining shahar infratuzilmasiga ta’siri, kasalliklarga chidamlilik va biologik xilma-xillik mezonlari bilan to‘ldirilishi lozim.

Beshinchidan, monitoring natijalari ochiq va qayta tekshiriladigan shaklda saqlanishi, o‘lchov protokollari va noaniqliklar ko‘rsatilishi kerak. Oltinchidan, natijalarga tayangan holda tavsiya etiladigan turlar ro‘yxati faqat mahalliy dala sinovlaridan keyin ishlab chiqilishi lozim. Bu yondashuv ko‘kalamzorlashtirish qarorlarining ekologik va iqtisodiy samaradorligini oshirishga yordam beradi.

8. XULOSA

Urbanizatsiya sharoitida Farg‘ona shahri manzarali o‘simliklarining atmosfera havosi ifloslanishiga chidamliligini baholash uchun kompleks ekologik monitoring tizimi zarur. Bunday tizim instrumental havo o‘lchovlari, barg yuzasida chang to‘planishini aniqlash, morfologik kuzatuvlar va APTI kabi fiziologik-biokimyoviy indeksni uyg‘unlashtirishi kerak.

APTI o‘simliklarning nisbiy chidamliligini dastlabki qiyoslash uchun foydali vosita bo‘lsa-da, uni yakka mezon sifatida qo‘llash tavsiya etilmaydi. Barg xususiyatlari va changni ushlab qobiliyati alohida baholanib, natijalar meteorologik sharoitlar, tuproq va parvarish omillari bilan birgalikda tahlil qilinishi lozim. Farg‘ona shahrida muntazam va standartlashtirilgan dala tadqiqotlari o‘tkazilishi mahalliy sharoitga mos manzarali o‘simliklarni ilmiy asosda tanlash, yashil infratuzilmani rivojlantirish va shahar ekologik boshqaruvini takomillashtirish uchun zarur daliliy bazani yaratishi mumkin.

Maqolaning asosiy ilmiy xulosasi — manzarali o‘simliklardan foydalanish imkoniyatini faqat yashil maydon miqdori bilan emas, balki o‘simlik turining biologik xususiyatlari, ifloslanish ta’siriga javobi va mahalliy ekologik sharoit bilan bog‘liq ko‘p mezonli monitoring asosida baholash zarurligidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Rai P.K. Impacts of particulate matter pollution on plants: Implications for environmental biomonitoring. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2016;129:120–136. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2016.03.012.
2. Abhijith K.V., Kumar P. Designing vegetation barriers for urban air pollution abatement: A practical review for appropriate plant species selection. *npj Climate and Atmospheric Science*. 2020;3:12. DOI: 10.1038/s41612-020-0115-3.
3. Singh S.K., Rao D.N. Air pollution tolerance index of plants. *Journal of Environmental Management*. 1991;32(1):45–55. DOI: 10.1016/S0301-4797(05)80080-5.

4. Chen L., et al. A systematic review of the leaf traits considered to contribute to removal of airborne particulate matter pollution in urban areas. *Environmental Pollution*. 2021;269:116104. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.116104.
5. Karmakar D., Deb K., Padhy P.K. Ecophysiological responses of tree species due to air pollution for biomonitoring of environmental health in urban area. *Urban Climate*. 2021;35:100741. DOI: 10.1016/j.uclim.2020.100741.
6. Macro-Morphological Traits of Leaves for Urban Tree Selection for Air Pollution Biomonitoring: A Review. *Forests*. 2022;13(10):1658. DOI: 10.3390/f13101658.
7. Dadkhah-Aghdash H., et al. Detection of urban trees sensitivity to air pollution using physiological and biochemical leaf traits in Tehran, Iran. *Scientific Reports*. 2022;12:15398. DOI: 10.1038/s41598-022-19865-3.
8. Zahid A., et al. Assessing the air pollution tolerance index (APTI) of trees in residential and roadside sites of Lahore, Pakistan. *Discover Applied Sciences*. 2023;5:294. DOI: 10.1007/s42452-023-05470-0.
9. Air pollution removal through deposition on urban vegetation: The importance of vegetation characteristics. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2023;81:127843. DOI: 10.1016/j.ufug.2023.127843.