

TOSHKENT SHAHRI ATMOSFERA HAVOSI IFLOSLANISHIGA TA'SIR ETUVCHI TABIIY OMILLAR

Sagatova Gulchexra

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zMU geografiya fakulteti 1-kurs magistranti

Annotatsiya. Mazkur ilmiy maqolada Toshkent shahri atmosfera havosi ifloslanishining shakllanish jarayonlari kompleks yondashuv asosida tahlil qilinadi. Tadqiqotda shahar hududining tabiiy-geografik sharoitlari, relef, iqlimiy omillar, harorat inversiyasi, shamol rejimi hamda chang ko'chish jarayonlarining havodagi mayda dispers zarrachalar to'planishiga ta'siri ilmiy jihatdan o'rganilgan. Shuningdek, transport, issiqlik ta'minoti, sanoat va qurilish faoliyatining havo sifatiga ta'siri statistik ma'lumotlar asosida baholangan. Maqolada PM2.5 va PM10 zarrachalarining fizik-kimyoviy xususiyatlari, inson salomatligiga xavfi hamda boshqa davlatlardagi havo sifati ko'rsatkichlari bilan taqqoslovchi tahlil keltirilgan.

Kalit so'zlar: atmosfera havosi, PM2.5, PM10, havo ifloslanishi, harorat inversiyasi, ekologik monitoring, urban ekologiya, Toshkent shahri.

Abstract. This scientific article analyzes the processes of formation of atmospheric air pollution in Tashkent city based on an integrated approach. The study scientifically studies the influence of natural and geographical conditions of the urban area, relief, climatic factors, temperature inversion, wind regime and dust migration processes on the accumulation of fine dispersed particles in the air. Also, the impact of transport, heat supply, industrial and construction activities on air quality is assessed based on statistical data. The article presents a comparative analysis of the physicochemical properties of PM2.5 and PM10 particles, their risk to human health and air quality indicators in other countries.

Keywords: atmospheric air, PM2.5, PM10, air pollution, temperature inversion, ecological monitoring, urban ecology, Tashkent city.

Kirish. Zamonaviy urbanizatsiya sharoitida atmosfera havosi ifloslanishi global ekologik muammolarning eng dolzarb yo'nalishlaridan biriga aylangan. Yirik shaharlar aholisi sonining ko'payishi, sanoatning rivojlanishi va transport tizimlarining kengayishi havoga chiqarilayotgan zararli moddalar miqdorining keskin ortishiga sabab bo'lmoqda. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, dunyo aholisining qariyb 90 foizi sifati me'yorlardan past bo'lgan havodan nafas olmoqda.

Toshkent shahri Markaziy Osiyodagi eng yirik shahar sifatida ekologik bosim yuqori bo'lgan hudud hisoblanadi. So'nggi yillarda ayniqsa PM_{2.5} va PM₁₀ zarrachalarining yuqori konsentratsiyasi kuzatilmoqda. Bu holat shahar aholisi salomatligiga jiddiy xavf tug'dirib, ekologik vaziyatni murakkablashtirmoqda. Atmosfera havosining ifloslanishiga nafaqat antropogen faoliyat, balki tabiiy-geografik va meteorologik omillar ham muhim ta'sir ko'rsatadi.

Adabiyotlar tahlili. Atmosfera havosi ifloslanishining shakllanishi va tarqalish jarayonlari ko'plab mahalliy va xorijiy tadqiqotchilar tomonidan o'rganilgan bo'lib, ilmiy adabiyotlarda ushbu jarayonga ta'sir etuvchi omillar antropogen va tabiiy guruhlariga ajratib tahlil qilinadi. So'nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, shahar atmosferasidagi ifloslanish darajasini baholashda tabiiy omillarni inobatga olmasdan turib aniq va ishonchli xulosalarga kelish mumkin emas.

Atmosfera ifloslanishining meteorologik omillarga bog'liqligi masalasi dastlab rus iqlimshunos olimlarining fundamental ishlarida yoritilgan. Jumladan, M.I. Budiko o'z tadqiqotlarida iqlimiy sharoitlar, havo massalarining harakati va energiya almashinuvi jarayonlarining atmosferadagi moddalarning to'planishi va tarqalishiga bevosita ta'sir ko'rsatishini ilmiy jihatdan asoslab bergan. Uning ishlari shahar iqlimi va atmosfera barqarorligi masalalarini o'rganishda muhim metodologik asos bo'lib xizmat qiladi [1, 2].

Shamol rejimi va harorat inversiyasi hodisalarining atmosfera ifloslanishiga ta'siri A.A.Isayev tadqiqotlarida atroflicha tahlil qilingan. Olimning fikricha, shamol tezligining past bo'lishi va uzoq davom etuvchi antitsiklon sharoitlari ifloslantiruvchi moddalar konsentratsiyasining ortishiga olib keladi. Bu holat, ayniqsa, yirik shaharlar uchun xos bo'lib, relief va qurilish zichligi bilan birgalikda murakkab ekologik vaziyatni yuzaga keltiradi [3, 4].

Markaziy Osiyo hududida, xususan Toshkent shahri iqlim sharoitlarini o'rganishda V.A.Bugay va O.P.Borisov ishlarida kontinental iqlim, mavsumiy harorat farqlari va yog'in miqdorining kamligi atmosfera havosining tabiiy o'z-o'zini tozalash jarayonlarini cheklashi qayd etilgan. Ushbu tadqiqotlarda yozgi chang bo'ronlari va qishki inversiya holatlari shahar havosining ifloslanish darajasini oshiruvchi muhim tabiiy omillar sifatida baholanadi [5, 6].

N.B.Nosirov va L.N.Samiyevlarning fikricha, Toshkent shahrining geografik joylashuvi va iqlim sharoitlari, ayniqsa, shamolning kuchi va yo'nalishi, zarrachalarning tarqalishiga sabab bo'ladi [9].

O.M.Qo'ziboyevaning bildirishicha, shahar tog'lar bilan o'ralgan va pasttekislikda joylashganligi sababli, shamolning past tezligi va yo'nalishi, shuningdek, harorat inverziyasi

kabi tabiiy omillar havo ifloslanishini yanada kuchaytiradi. Bu holat chang va zararli moddalar havoda uzoqroq saqlanib qolishiga olib keladi [10].

O'zbekiston olimlari tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda ham Toshkent shahri atmosfera havosining ekologik holati keng yoritilgan. Meteorologik ko'rsatkichlar bilan ifloslantiruvchi moddalar konsentratsiyasi o'rtasidagi bog'liqlik statistik va kuzatuv ma'lumotlari asosida tahlil qilingan. Ushbu tadqiqotlar tabiiy omillarni his obga olgan holda ekologik monitoring tizimini takomillashtirish zarurligini ko'rsatadi.

Shuningdek, Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti va xalqaro ekologik tadqiqotlar doirasida chop etilgan ilmiy ishlar shahar atmosfera havosining sifatiga iqlimiy va geografik sharoitlarning ta'sirini global miqyosda baholash imkonini beradi. Bu tadqiqotlar natijalari Toshkent shahri kabi yirik urbanizatsiyalashgan hududlar uchun qiyosiy tahlil o'tkazishda muhim ahamiyatga ega.

Tahlil qilingan adabiyotlar shuni ko'rsatadiki, Toshkent shahri atmosfera havosi ifloslanishiga ta'sir etuvchi tabiiy omillar masalasi ko'plab tadqiqotlarda yoritilgan bo'lsa-da, ularning kompleks va tizimli tahlili yetarli darajada amalga oshirilmagan. Shu bois, tabiiy omillarning o'zaro ta'siri va ularning ifloslanish jarayonlaridagi rolini chuqur o'rganish mazkur tadqiqotning asosiy ilmiy vazifalaridan biri hisoblanadi.

Asosiy qism. PM_{2.5} va PM₁₀ zarrachalari atmosfera havosida uchraydigan mayda dispers qattiq moddalar bo'lib, ularning diametri mos ravishda 2,5 mikrometrdan kichik va 10 mikrometrdan kichik bo'ladi. Ushbu zarrachalar tuproq changi, yoqilg'i yonishi, sanoat chiqindilari, avtomobil gazlari va qurilish jarayonlari natijasida hosil bo'ladi. PM₁₀ zarrachalari asosan yuqori nafas yo'llarida ushlanib qolsa, PM_{2.5} zarrachalari o'ta mayda bo'lgani sababli o'pkaning eng chuqur qismiga kirib boradi va qon oqimiga o'tishi mumkin. Bu esa yurak-qon tomir kasalliklari, bronxit, astma va o'pka saratoni kabi og'ir kasalliklar xavfini oshiradi.

Toshkent shahri tog' oldi tekisligida joylashgan bo'lib, relefning nisbatan yopiq xususiyati havoning tabiiy almashinish jarayonlarini cheklaydi. Atrofdagi tog' tizmalari havo massalarining erkin harakatiga to'sqinlik qilib, zararli moddalar past qatlamlarda to'planishiga sharoit yaratadi. Shahar hududining geomorfologik tuzilishi asosan lessimon va allyuvial yotqiziqlardan iborat bo'lib, tuproq tarkibida mayda zarrachalar ulushi yuqori. Bu holat shamol ta'sirida chang ko'tarilishini kuchaytirib, havodagi PM₁₀ miqdorining ortishiga sabab bo'ladi.

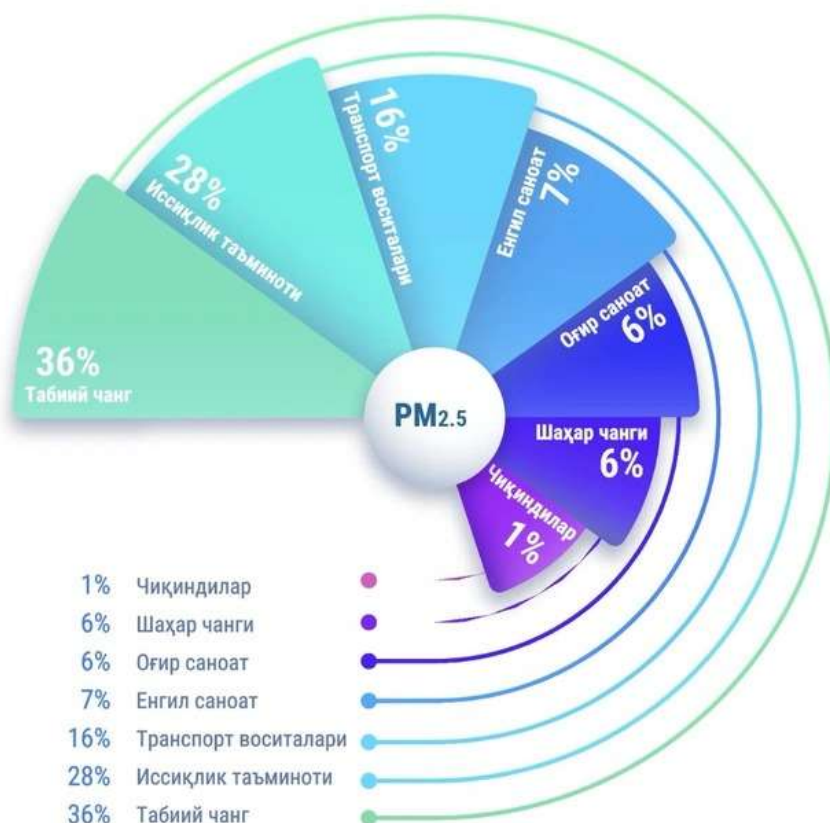
Toshkentning keskin kontinental iqlimi ham ifloslanish jarayonlariga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Yoz oylarida yuqori harorat va kuchli quyosh radiatsiyasi fotokimyoviy reaksiyalarni faollashtirib, zararli ikkilamchi birikmalar hosil bo'lishiga olib keladi. Qish mavsumida esa harorat inversiyasi hodisalari tez-tez kuzatiladi. Inversiya vaqtida sovuq

havo past qatlamda qolib, yuqoridagi issiq havo qatlamlari bilan almashinmaydi. Natijada chang va zararli gazlar havoda uzoq saqlanib, ifloslanish darajasi keskin oshadi.

Shamol rejimi va yog‘ingarchilik ham atmosfera havosining tozalanishida muhim rol o‘ynaydi. Shamol tezligining pastligi stagnatsiya holatini yuzaga keltirib, ifloslantiruvchi moddalar tarqalmasdan bir joyda to‘planib qolishiga olib keladi. Yog‘ingarchilik kam bo‘lgan davrlarda esa chang zarrachalarining yuvilib tushish jarayoni sustlashadi.

Tabiiy omillar bilan bir qatorda antropogen manbalar ham havo ifloslanishining asosiy sabablaridan hisoblanadi. Ma’lumotlarga ko‘ra, Toshkent shahrida PM_{2.5} zarrachalarining qariyb 36 foizi tabiiy chang hissasiga to‘g‘ri keladi, 28 foizi issiqlik ta’minoti tizimlaridan, 16 foizi transport vositalaridan, 13 foizi sanoat korxonalaridan kelib chiqadi. Qish mavsumida yoqilg‘i yoqish hajmining ortishi zararli moddalar chiqishini keskin oshiradi.

PM_{2.5} ДИСПЕРС ЗАРРАЧАЛАРИНИНГ МАНБААЛАРИ



Manba: <https://kun.uz/kr/60077464>

Toshkentdagi vaziyatni boshqa davlatlar bilan taqqoslaganda, muammo yanada yaqqol ko‘zga tashlanadi. Masalan, 2024–2025-yillarda PM2.5 o‘rtacha ko‘rsatkichlari quyidagicha bo‘lgan:

Hindistonning Dehli shahrida — 110–130 mkg/m^3

Xitoyning Pekin shahrida — 35–45 mkg/m^3

Qozog‘istonning Olmaota shahrida — 40–60 mkg/m^3

Qirg‘izistonning Bishkek shahrida — 120–150 mkg/m^3

Germaniyaning Berlin shahrida — 10–12 mkg/m^3

Fransiyaning Parij shahrida — 12–15 mkg/m^3

Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti tavsiyasiga ko‘ra, PM2.5 ning yillik o‘rtacha me‘yori 5 mkg/m^3 dan oshmasligi kerak. Toshkent shahrida esa ayrim kunlarda PM2.5 miqdori 150–200 mkg/m^3 gacha yetgani qayd etilgan bo‘lib, bu me‘yordan o‘nlab baravar yuqoridir.

Toshkent shahrining 2024–2025 yillardagi (2024 yil umumiy va 2025 yil real-vaqt monitoring ma‘lumotlari bo‘yicha) PM2.5 (mayda zarralar) konsentratsiyasi haqida mavjud qiymatlar quyidagicha ($\mu\text{g/m}^3$) bolib 2024 yil bo‘yicha Toshkent shahrining yillik o‘rtacha PM2.5 miqdori $\approx 31\text{--}31.5 \mu\text{g/m}^3$ bo‘ldi, bu Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (WHO) tomonidan belgilangan yillik ko‘rsatkichdan ($5 \mu\text{g/m}^3$) ancha yuqori, 2025 yilda kuzatilgan ma‘lumotlar ko‘rsatadiki, yil davomida PM2.5 darajasi mavsumga qarab sezilarli darajada o‘zgaradi:

- Bahor-yozda (aprel–may): taqqoslaganda pastroq o‘rtacha ($\approx 20\text{--}30 \mu\text{g/m}^3$).
- Kuz-qishda: juda yuqori konsentratsiyalar (ko‘p hollarda $60 \mu\text{g/m}^3$ dan ancha yuqori), ba‘zan kunlik cho‘qqilar yuz beradi.

So‘nggi yillarda O‘zbekistonda atmosfera havosini muhofaza qilish bo‘yicha muhim davlat dasturlari amalga oshirilmoqda. Avtomatlashtirilgan monitoring stansiyalari o‘rnatilishi, past sifatli yoqilg‘ilarni cheklash, transport oqimini tartibga solish, qurilishlarda ekologik standartlarni joriy etish hamda yashil hududlarni kengaytirish ushbu chora-tadbirlar sirasiga kiradi.

Xulosa. O‘tkazilgan tahlillar Toshkent shahri atmosfera havosi ifloslanishining shakllanishida tabiiy va antropogen omillar o‘zaro uzviy bog‘langan holda ta’sir ko‘rsatishini tasdiqladi. Relefning yopiq xususiyati, keskin kontinental iqlim, harorat inversiyasi va chang ko‘chish jarayonlari tabiiy fonni kuchaytirsa, transport, issiqlik ta’minoti va sanoat faoliyati antropogen bosimni oshirmoqda. PM2.5 va PM10 zarrachalarining yuqori konsentratsiyasi aholining sog‘ligiga jiddiy xavf tug‘diradi.

Atmosfera havosini yaxshilash uchun tabiiy sharoitlarni hisobga olgan holda kompleks ekologik siyosat yuritish, monitoring tizimini rivojlantirish va ekologik madaniyatni

oshirish zarur. Xalqaro tajribadan foydalanish orqali Toshkent shahrida havo sifatini bosqichma-bosqich yaxshilash mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Будыко М. И. Климат и жизнь. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 472 с.
2. Будыко М. И. Глобальная экология. – М.: Мысль, 1977. – 327 с.
3. Исаев А. А. Экология города. – М.: Научный мир, 2001. – 376 с.
4. Исаев А. А. Экологическая климатология. – М.: Наука, 2003. – 284 с.
5. Бугай В. А. Климат Центральной Азии. – Ташкент: Фан, 1986. – 312 с.
6. Борисов О. П. Городской климат и качество атмосферного воздуха. – М.: Изд-во МГУ, 2008. – 258 с.
7. World Health Organization. Air quality guidelines: global update 2005. – Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2006. – 484 p.
8. Seinfeld J. H., Pandis S. N. Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. – New York: John Wiley & Sons, 2016. – 1152 p.
9. Qo‘ziboyeva O.M. (2025). Toshkent shahrining havo ifloslanishiga ta’sir etuvchi omillar. *ИКРО журнал*, 14(02), 1213–1214. извлечено от <https://inlibrary.uz/index.php/iqro/article/view/76989>
10. Nosirov Nozimbek Bekzodo‘g‘li, Samiyev Luqmon Nayimovich. Toshkent shahri havosining 2019-2023-yillar davomida pm_{2,5} va pm₁₀ mayda dispers zarralar bilan ifloslanish holatining tahlili // SRT. 2024. №4-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/toshkent-shahri-havosining-2019-2023-yillar-davomida-pm2-5-va-pm10-mayda-dispers-zarralar-bilan-ifloslanish-holatining-tahlili> (дата обращения: 21.01.2026).
11. <https://gov.uz/oz/eco/news/view/23252>
12. <https://kun.uz/95625820>
13. <https://zamin.uz/uz/jamiyat/126264-toshkent-havosining-ifloslanishiga-qanday-omillar-sabab-bolmoqda-ekologiya-vazirligi-javobi.html>
14. <https://kun.uz/kr/60077464>
15. IQAir (AirVisual) — <https://www.iqair.com>
16. Global Air Quality Report (IQAir) — <https://www.iqair.com/world-air-quality-report>
17. Kun.uz — <https://kun.uz>
18. Live.kun.uz — <https://live.kun.uz>
19. Monitor.kun.uz — <https://monitor.kun.uz>
20. One.uz — <https://one.uz>

21. Zamin.uz — <https://zamin.uz>
22. Qalampir.uz — <https://qalampir.uz>
23. World Bank (Jahon banki) — <https://www.worldbank.org>
24. WHO – World Health Organization — <https://www.who.int>