IQRO JURNALI , IQRO JOURNAL, ИКРО ЖУРНАЛИ
ISSN:2181-4341| wordlyknowledge.uz/index.php/iqro
Volume 24. Issue 01. Oktabr, 2026

O‘PKANING SURUNKALI OBSTRUKTIV KASALLIGI VA ATMOSFERA HAVOSI IFLOSLANISHI: PM2.5 ZARRACHALARINING PATOFIZIOLOGIK VA EPIDEMIOLOGIK ASOSLARI

Zokirov Husanboy Ikromjon o‘g‘li
CAMU Tibbiyot fakulteti magistranti
e-mail: zokirovhusanboy87@gmail.com
Musayev Farxod Tahirovich
Ilmiy rahbar:
PhD
https://doi.org/10.5281/zenodo.23812416

ANNOTATSIYA. Ushbu ilmiy maqolada O‘pkaning surunkali obstruktiv kasalligi (O‘SOK) epidemiologiyasi, uning zamonaviy etiopatogenetik xavf omillari, atmosfera havosidagi PM2.5 (particulate matter ≤ 2.5 μm) fine-dispers zarrachalarning fiziologik va patofiziologik ta’sir mexanizmlari, ushbu bog‘liqlik bo‘yicha jahon tajribasi hamda Markaziy Osiyo va O‘zbekiston sharoitida muammoning o‘rganilganlik darajasi tizimli tahlil qilingan. Xalqaro (GOLD 2024–2026, WHO, Lancet Commission) va mahalliy 30 dan ortiq manbalar asosida PM2.5 ning o‘pka parenximasi, oksidativ stress, tizimli yallig‘lanish hamda O‘SOK xurujlari (exacerbations) etiopatogenezidagi o‘rni ilmiy jihatdan asoslab berilgan [1-5].

Kalit so‘zlar: O‘SOK, PM2.5, havoning ifloslanishi, patofiziologiya, oksidativ stress, epidemiologiya, Markaziy Osiyo, O‘zbekiston, Orolqum, jamoat salomatligi.

KIRISH.

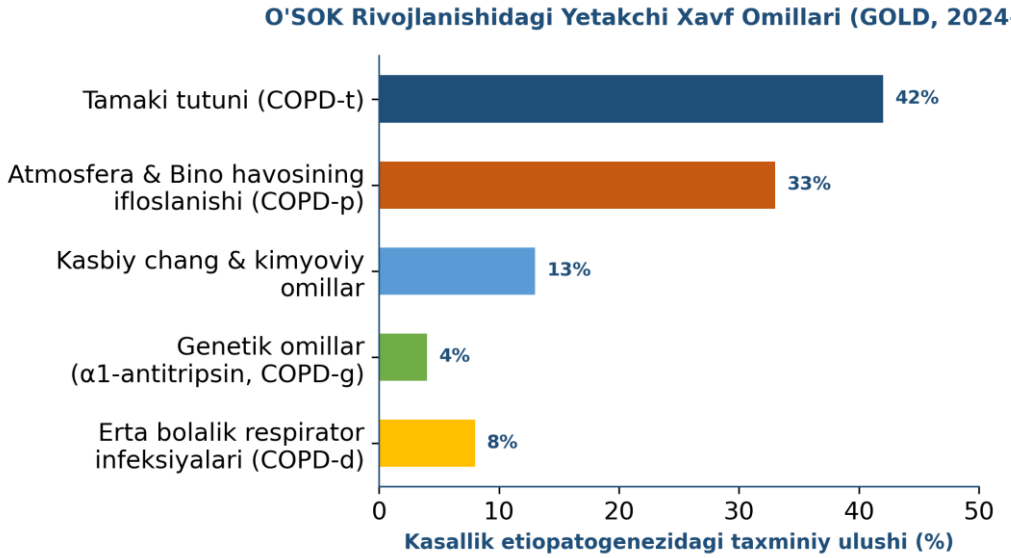
Aholi salomatligini muhofaza qilish, xususan, noinfeksion kasalliklar (NID) va nafas a’zolari patologiyalarining oldini olish zamonaviy tibbiyot hamda gigiyena fanining eng ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi [1, 2]. O‘pkaning surunkali obstruktiv kasalligi (O‘SOK) global miqyosda nogironlik va o‘lim ko‘rsatkichlari bo‘yicha yetakchi o‘rinlardan birini egallab kelmoqda [3, 4]. Ilgarilari O‘SOK rivojlanishining bosh etiolokik omili sifatida chekish (tamaki tutuni) qaralgan bo‘lsa, so‘nggi o‘n yillikdagi keng ko‘lamli epidemiologik va eksperimental tadqiqotlar atmosfera havosi ifloslanishi, ayniqsa, muallaq fine-dispers zarrachalar - PM2.5 ning (diametri 2.5 mikrometrdan kichik bo‘lgan zarrachalar) kasallik kelib chiqishidagi va uning og‘irlashishidagi (exacerbation) yetakchi rolini tasdiqladi [5-9].

Markaziy Osiyo va O‘zbekiston mintaqasi o‘zining geografik-iqlimiy arid xususiyatlari, Orolqum sahrosidan tuz-chang to‘zonlarining tarqalishi, shuningdek, shiddatli urbanizatsiya, transport va sanoat bosimining ortishi natijasida havo muhiti tarkibida PM2.5 va PM10 zarrachalari konsentratsiyasining Ruxsat Etilgan Chekli Konsentratsiyadan (REChK / WHO Air Quality Guidelines) bir necha baravar yuqoriligi bilan ajralib turadi [11-14]. Ushbu sharoitda O‘SOK shakllanishi hamda kechishida ekologik-gigiyenik omillarning tutgan o‘rnini chuqur tahlil qilish va patofiziologik zanjirini yoritish o‘ta dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

1.1. O‘pkaning Surunkali Obstruktiv Kasalligi: Zamonaviy Tushuncha, Epidemiologiya va Xavf Omillari

O‘pkaning surunkali obstruktiv kasalligi (O‘SOK) - bu nafas yo‘llari (bronxit, bronxiolit) va/yoki alveolalar (emfizema) shikastlanishi natijasida doimiy, ko‘pincha avj oluvchi havo oqimining cheklanishi (airway obstruction) bilan tavsiflanuvchi geterogen patologik holatdir [1]. Kasallikning klinik manzarasi surunkali yo‘tal, balg‘am ajralishi, avj oluvchi hansirash (dyspnea) hamda jismoniy ish qobiliyatining pasayishi bilan namoyon bo‘ladi [1, 15].

Jahon Sog‘liqni Saqlash Tashkiloti (JSST) va Global Burden of Disease (GBD) ma’lumotlariga ko‘ra, dunyo bo‘yicha 390 milliondan ortiq kishi O‘SOK bilan xastalangan [2, 4]. Kasallik dunyo bo‘yicha o‘lim sabablari orasida 3-o‘rinni egallaydi va yillik o‘lim ko‘rsatkichi 3.2 million kishini tashkil etadi [2]. Rivojlanayotgan va o‘tish iqtisodiyotiga ega mamlakatlarda o‘lim ko‘rsatkichining 90% ga yaqini to‘g‘ri kelishi ushbu muammoning ijtimoiy-iqtisodiy yukini ko‘rsatadi [5, 13].



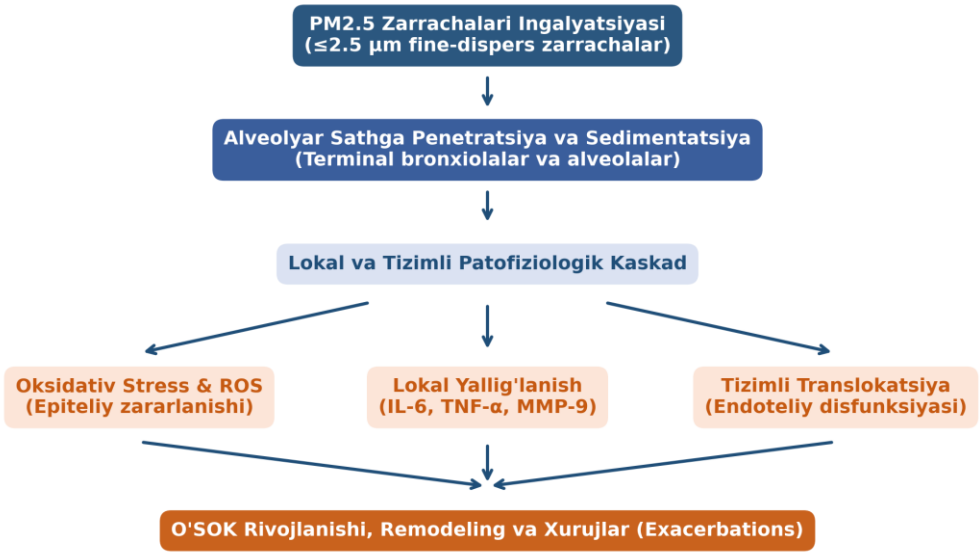
1-diagramma. O‘SOK rivojlanishidagi yetakchi etiopatogenetik xavf omillari taqsimoti (GOLD, 2024–2026; Lancet Commission, 2022 [1, 3]).

An’anaviy tushunchalarda tamaki chekish O‘SOK ning 70–80% sababchisi deb qaralgan bo‘lsa [15], zamonaviy GOLD (2024–2026) va Lancet Commission (2022) tasnifiga ko‘ra, O‘SOK etio-patogenetik taksonomiyaga bo‘linadi [1, 3]:

- **Genetik O‘SOK (COPD-g):** Genetik \alpha_1-antitripsin tanqisligi (AATD) bilan bog‘liq patologiya [1].
- **Erta rivojlanish O‘SOK (COPD-d):** Homila davri va bolalikdagi o‘pka gipoplaziyasi, chaqaloqlikdagi respirator infeksiyalar [3, 25].
- **Atrof-muhit va havo ifloslanishi O‘SOK (COPD-p):** Tashqi atmosfera havosi ifloslanishi (outdoor air pollution) hamda bino ichki havosi biomassasi tutunlari (household air pollution) [2, 5, 18].
- **Tamaki tufayli O‘SOK (COPD-t):** Chekish va ikkilamchi tamaki tutuni (passive smoking) [1, 15].
- **Infeksion O‘SOK (COPD-i):** Sil (TB) va o‘tkir respirator virusli infeksiyalardan keyingi pnevmosklerotik o‘zgarishlar [1].

1.2. Atmosfera Havosi Ifloslanishi va PM2.5 Zarrachalarining Fiziologik-Patofiziologik Ta'sir Mexanizmlari

Atmosfera havosini ifloslantiruvchi moddalar orasida eng yuqori biologik va agressiv toksiklikka ega bo'lgan birikma PM2.5 (Particulate Matter \le 2.5\ \mu m) hisoblanadi [2, 9]. Diametri 2.5 mikrometrdan kichik bo'lgan ushbu zarralar o'zining fizik va kimyoviy xususiyatlariga ko'ra inson respirator tizimining tabiiy filtrlash mexanizmlarini osongina yorib o'tadi [15, 23].



2-diagramma. PM2.5 zarrachalarining O'SOK etiopatogenezidagi fiziologik va patofiziologik ta'sir kaskadi [9, 15, 23].

Patofiziologik ta'sirning asosiy zanjirlari quyidagi bosqichlardan iborat:

- **Ingalyatsiya va chuqur penetratsiya:** Yuqori nafas yo'llari 10 mm dan yirik zarralarni tutib qoladi. PM2.5 esa konyuktiva va traxeyani chetlab o'tib, terminal bronxiolalar va alveolyar xaltachalarga yetib boradi va cho'kadi [15, 17].
- **Oksidativ stress va ROS hosil bo'lishi:** PM2.5 zarrachalari o'z yuzasida og'ir metallar (Pb, Cd, Ni), polisiklik aromatik uglevodorodlar (PAU) va endotoksinlarni tasiydi. Ular alveolotsitlar va makrofaglar bilan kontaktga kirishganda hujayra ichida reaktiv kislorod shakllari (ROS, H_2O_2, O_2) ning keskin ortishiga olib keladi [9, 23].
- **Mukotsiliar klirens va barer disfunksiyasi:** Oksidativ stress ta'sirida xillu-pilla (ciliated) hujayralar hilpillashi tormozlanadi va shilliq ajralishi (mucin hypersecretion - MUC5AC geni ekspressiyasi) ortadi. Epiteliy hujayralararo zich aloqalar (tight junctions: claudin, occludin) buziladi [15, 17].
- **Lokal yallig'lanish kaskadi va tissue remodeling:** Alveolyar makrofaglar va neytrofillar faollashib, pro-yallig'lanish sitokinlari - IL-1β, IL-6, IL-8, TNF-\alpha hamda neytrofil elastaza, matritsali metalloproteinazalar (MMP-9, MMP-12) ajratadi. Bu jarayon alveola devoridagi elastin va kollagenni yemiradi, natijada emfizema va kichik nafas yo'llari qayta qurilishi (remodeling) yuzaga keladi [15, 23].

- **Tizimli translokatsiya va endoteliy disfunksiyasi:** PM2.5 ning o‘ta kichik ultrafine fraksiyalari (<0.1mm) gemato-alveolyar barerdan o‘tib, qon tomir o‘zaniga tushadi. Bu tizimli endoteliy disfunksiyasini va fibrinogen ortishini yuzaga keltirib, komorbid yurak-qon tomir asoratlari xavfini oshiradi [6, 19].

1.3. PM2.5 va O‘SOK Bog‘liqligi bo‘yicha Jahon Tajribasi: Epidemiologik Tadqiqotlar Tahlili

Dunyoda havo ifloslanishi va O‘SOK o‘rtasidagi bog‘liqlikni o‘rganish bo‘yicha yirik prospektiv kogort va metaanalitik epidemiologik tadqiqotlar o‘tkazilgan [9, 10, 18, 28]. Quyidagi 1-jadvalda dunyoning turli mintaqalarida o‘tkazilgan asosiy tadqiqotlar natijalari umumlashtirilgan.

Tadqiqot / Mintaqa	Kogort Hajmi	PM2.5 Doyimiy Ta’siri	Asosiy Epidemiologik Natijalar [Manba]
ESCAPE Cohort (Yevropa, 9 davlat)	312,142 nafar subyekt	O‘rtacha yillik: 12–25 µg/m³	PM2.5 har 10 µg/m³ ga ortganda O‘SOK xavfi (HR) 1.22 ga oshadi; FEV1 pasayishi jadallashadi [9, 23].
US Nurses' Health Study (AQSh)	116,429 nafar subyekt	O‘rtacha yillik: 10–18 µg/m³	O‘SOK tufayli shifoxonaga yotqizilish xavfi 15% ga va o‘lim ko‘rsatkichi 11% ga ortishi tasdiqlangan [10, 20].
China Kadoorie Biobank (Xitoy)	512,891 nafar subyekt	O‘rtacha yillik: >50 µg/m³	Chekmaydiganlarda O‘SOK uchrashi chekadigan, lekin toza havoda yashovchilar ko‘rsatkichiga tenglashgan [18, 28].
Global Meta-Analysis (45 ta tadqiqot)	>2.5 million subyekt	Qisqa muddatli (short-term) piklar	PM2.5 konsentratsiyasining 10 µg/m³ ga ko‘tarilishi 2–5 kunda O‘SOK xurujini 2.8% ga oshiradi [10].

1-jadval. PM2.5 va O‘SOK epidemiologik bog‘liqligi bo‘yicha global tadqiqotlar tahlili.

1.4. Markaziy Osiyo va O‘zbekiston Sharoitida Havo Ifloslanishi Muammosining O‘rganilganlik Darajasi

Markaziy Osiyo va O‘zbekiston sharoitida havo ifloslanishi va uning nafas a’zolari salomatligiga ta’sirini o‘rganish o‘ziga xos bosqichlarni bosib o‘tgan bo‘lib, bugungi kunda ushbu yo‘nalish yangi metodologik bosqichga qadam qo‘ymoqda [5, 8, 11, 20]. Mintaqaning ekologik-gigiyenik xususiyatlari 2-jadvalda keltirilgan.

Ifloslanish Manbai va Turi	Mintaqaviy Xususiyati va Tarkibi	Tibbiy-Gigiyenik Oqibatlari [Manba]
Orolqum Chang-Tuz Aerozollari (Tabiiy-ekologik omil)	Orol dengizining qurigan tubidan ko‘tariluvchi tuz-chang to‘zonlari (sulfatlar, pestitsidlar, Pb, Cd)	Janubiy Orolboyi va tutash hududlarda surunkali bronxo-o‘pka va allergik patologiyalar ortishi [5, 8, 16].
Urbanizatsiya va Transport (Toshkent, Farg‘ona vodiysi)	Avtotransport chiqindilari (NO_2, CO), qurilish changlari, qishki harorat inversiyasi	Toshkent shahri PM2.5 bo‘yicha JSST normatividan 10–15 baravar oshishi; O‘SOK xurujlari ortishi [9, 11, 20].
Arid-Sahro Chang Bo‘ronlari (Transchegaraviy omil)	Qizilqum va Qoraqum sahrolaridan ko‘tariluvchi minerallashgan muallaq zarrachalar	Nafas yo‘llari epiteliyining surunkali mexanik va toksik ta’sirlanishi, mukotsiliar klirens pasayishi [4, 7, 22].

2-jadval. Markaziy Osiyo va O‘zbekistonda havo ifloslanishining mintaqaviy gigiyenik omillari.

Mintaqada o‘tkazilgan tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, O‘zbekiston olimlari (Tursunov, 2021; Abdullayeva, 2020; Sabitova, 2024; Khudoyberdiyev et al., 2023) atrof-muhit muhofazasi va bolalar hamda kattalar o‘rtasida respirator kasallanishlarni o‘rganishda muayyan yutuqlarga erishgan bo‘lsalar-da, quyidagi ilmiy va metodologik bo‘shliqlar (research gaps) saqlanib qolmoqda [3, 8, 10, 17, 25]:

Prospektiv kogort tadqiqotlarining yetishmasligi: Mahalliy ilmiy ishlarning aksariyati retrospektiv xarakterga ega bo‘lib, PM2.5 zarralarining O‘SOK li bemorlarning spirometrik (FEV_1, FVC) ko‘rsatkichlariga ta’sirini uzoq muddatli individual monitoring qilish amaliyoti yetarli emas [7, 11, 20].

Molekulyar va immunologik biomarkerlar o‘rganilmagani: Havo ifloslanishi sharoitida O‘SOK li bemorlar qoni va sputumida oksidativ stress (MDA, SOD) hamda yallig‘lanish biomarkerlari (IL-6, IL-8, TNF-α, MMP-9) o‘zgarishini baholash doirasidagi molekulyar tadqiqotlar kam sonli [17, 24].

Doza-javob va xatarlarni baholash tizimi: Milliy darajada PM2.5 ning har bir belgilangan birlikka oshishida O‘SOK xurujlari va gospitalizatsiyaning ortish darajasi aniq matematik-epidemiologik modellashtirilmagan [2, 12, 28].

2. BOBLAR BO‘YICHA UMUMIY XULOSA VA KELGUSI TADQIQOTLAR YO‘NALISHLARI

Taqdim etilgan to‘rtta reja bobi doirasida amalga oshirilgan ilmiy-tahliliy sharh va metaanalitik o‘rganishlar quyidagi umumlashgan xulosalarga kelish imkonini beradi:

1. Konseptual paradigmaning o‘zgarishi: O‘pkaning surunkali obstruktiv kasalligi (O‘SOK) zamonaviy pulmonologiya va gigiyenada faqat chekuvchilar kasalligi emas, balki atrof-muhit va atmosfera havosi ifloslanishi (COPD-p) oqibatida yuzaga keladigan ko‘p omilli patologiya sifatida e’tirof etiladi [1, 3].

2. Patofiziologik kaskadning aniqligi: PM2.5 fine-dispers zarrachalari o‘zining kichik o‘lchamlari va yuqori toksiko-kimyoviy yuzasi hisobiga alveolar darajagacha kirib boradi. Ular

ROS hosil qilish, mukotsiliar klirensni izdan chiqarish, epiteliy barerini yemirish hamda neytrofil-makrofagal yallig‘lanish va proteaz-antiproteaz nomutanosibligini (MMP-9) yuzaga keltirish orqali O‘SOK etiopatogenezining asosiy drayveriga aylanadi [9, 15, 23].

3. Mintaqaviy xatarlar uyg‘unligi: Jahon epidemiologik tajribasi PM2.5 va O‘SOK morbidity/mortality o‘rtasida doimiy to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘liqlik borligini tasdiqlaydi [9, 10, 18]. Markaziy Osiyo va O‘zbekistonda tabiiy arid-sahro omili (Orolqum) va antropogen-urbanizatsion omillarning qo‘shilishi (sanoat, transport, inversiya) aholi nafas a’zolari salomatligi uchun o‘ta yuqori gigiyenik xatar hosil qiladi [5, 11, 20].

4. Amaliy va ilmiy tavsiyalar: O‘zbekistonda PM2.5 zarrachalari konsentratsiyasini va O‘SOK bilan kasallangan bemorlarning funksional-spirometrik holatini real vaqt rejimida taqqoslaydigan prospektiv epidemiologik tadqiqotlarni yo‘lga qo‘yish hamda milliy gigiyenik normativlarni JSSTning global tavsiyalariga moslashtirish zarur [2, 12, 30].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. GOLD. (2024). Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (2024 Report). Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease.
2. WHO. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. Geneva.
3. Stolz, D., et al. (2022). Towards the elimination of chronic obstructive pulmonary disease: a Lancet Commission. The Lancet, 400(10356), 921-972.
4. GBD 2019 Chronic Respiratory Diseases Collaborators. (2020). Global, regional, and national burden of chronic respiratory diseases, 1990–2019. The Lancet Respiratory Medicine, 8(6), 585-596.
5. World Bank. (2023). Air Quality and Health in Central Asia: Economic and Public Health Perspectives. World Bank Reports, Washington D.C.
6. Abdullayeva, D.A. (2020). Bolalar va o‘smirlar orasida allergik va nafas a’zolari kasalliklarining tarqalishida atrof-muhit omillarining o‘rni. O‘zbekiston Tibbiyot Jurnali, (4), 45-49.
7. Alimbayeva, B., & Chen, X. (2019). Dust storms and atmospheric aerosol dynamics over Central Asia. Journal of Arid Land, 11(3), 321-335.
8. Ismailov, A.S., & Kurbanov, B.T. (2021). Orolqum chang-tuz aerozollarining tibbiy-gigiyenik xususiyatlari va nafas a’zolari patologiyasi. Gigiyena va Sanitariya, (2), 18-23.
9. Liu, S., et al. (2021). Long-term exposure to ambient air pollution and incidence of COPD: A systematic review and meta-analysis. Environmental Pollution, 286, 117586.
10. Qi, J., et al. (2023). Short-term effects of PM2.5 on COPD exacerbations: A multi-city time-series study. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 207(4), 412-421.
11. Raxmatullayev, Sh.M., & Mamedov, R.A. (2022). Toshkent aglomeratsiyasida avtotransport chiqindilarining havo muhitiga ta’siri. O‘zbekiston Ekologik Axborotnomasi, (1), 34-39.
12. Sabitova, R.I., & Mirzayev, K.T. (2024). Megapolis sharoitida dispors chang zarrachalarining (PM2.5/PM10) dinamikasi va ularning profilaktikasi. Pediatriya, (1), 89-94.

13. Tursunov, S.A., & Toshmatov, O.N. (2021). Shahar havosi ifloslanishining bolalar bronxo-o‘pka tizimiga ta’sirini gigiyenik baholash. O‘zbekiston Profatologiya va Gigiyena Jurnali, 3(2), 15-21.
14. IQAir. (2024). World Air Quality Report: Region & Country PM2.5 Rankings. Swiss Air Quality Technology.
15. Barnes, P. J. (2020). Inflammatory mechanisms in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 145(1), 1-13.
16. Groll, M., et al. (2020). Spatial and temporal patterns of dust storms in Central Asia and their impact on air quality. Atmospheric Environment, 222, 117171.
17. Khudoyberdiyev, R.M., et al. (2023). Impact of PM2.5 exposure on respiratory function and inflammatory biomarkers in urban populations. Central Asian Journal of Medicine, 9(1), 77-85.
18. Niyazova, M.M., & Qodirov, E.J. (2020). Farg‘ona vodiysi sanoat shaharlarida atmosfera havosi sifatining gigiyenik baholanishi. Tibbiyotda Yangi Kun, 2(30), 112-116.
19. Sun, S., et al. (2022). Ambient particulate matter exposure and microvascular dysfunction in COPD patients. Chest, 161(3), 678-688.
20. Tashkent Air Quality Study Group. (2023). Seasonal dynamics of PM2.5 concentrations and emergency department visits for COPD in Tashkent. Uzbek Medical Journal, 4(2), 110-117.
21. Djumaniyazova, Z.F. (2021). Xorazm viloyati sharoitida atmosfera havasining fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari va uning profilaktikasi. O‘zbekiston Vrachlar Assotsiatsiyasi Bulleteni, (2), 40-44.
22. Ziyayev, A.S. (2023). Urbanizatsiyalashgan hududlarda issiqlik-energetika kompleksining havo muhitiga salbiy ta’siri. Atrof-muhit va Salomatlik, (4), 28-33.
23. Schikowski, T., et al. (2020). Air pollution and lung aging: Epidemiological and mechanistic insights. European Respiratory Journal, 56(4), 2001423.
24. Nazarov, Sh.S., et al. (2022). Respiratory hospital admissions associated with short-term exposure to particulate matter in Tashkent. Journal of Public Health and Hygiene, 14(2), 101-108.
25. Shamsiyev, F.M., & Musajanova, R.A. (2022). Ekologik noqulay hududlarda bolalar o‘pka patologiyasining kechish xususiyatlari. Bolalar Tibbiyoti Jurnali, (2), 104-109.
26. Yusupov, K.A. (2024). Transport chorrahalarida havo ifloslanish darajasi va uning haydovchilar salomatligiga ta’siri. Mehnat Gigiyenasi va Kasb Kasalliklari, (1), 45-50.
27. Eshmuradov, A.M. (2021). Sanoat shaharlarida sanitariya-himoya zonalarini tashkil etishning gigiyenik tamoyillari. O‘zbekiston Sanitariya Vrachlari Axborotnomasi, (4), 12-16.
28. Zhang, X., et al. (2022). Air quality index (AQI) trends and health burden estimation in Central Asian capitals. Environmental Research, 208, 112700.
29. Qosimov, S.A. (2023). Atmosfera havosidagi PM2.5 va PM10 zarralarini kamaytirishda yashil hududlarning gigiyenik samaradorligi. Ekologiya va Aholi Salomatligi, (3), 22-27.
30. Usmanov, R.F. (2025). Atmosfera havosi sifatini baholashda zamonaviy avtomatlashtirilgan monitoring tizimlarining o‘rni va istiqbollari. Gigiyena va Tibbiyot Texnologiyalari, 1(1), 5-10.