

## ISSIQ OB-HAVO VA TASHQI HAVO IFLOSLANISHINING NAFAS YO'LLARI VA KARDIORESPIRATOR KASALLIKLARGA TA'SIRI BO'YICHA GLOBAL TADQIQOTLAR TAHLILI.

**Nuraliyev Odiljon Atham o'g'li**

Sariosiyo Abu Ali ibn Sino nomidagi Jamoat salomatligi texnikumi

Xorijiy til fan o'qituvchisi

E-mail odilnuraliyev@gmail.com

Telefon: +998912299758

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17811615>

**Annotatsiya:** Global iqlim o'zgarishi va shahar atmosferasida ifloslanishning ortishi natijasida, issiq ob-havo (heatwave) va havo ifloslanishining birgalikdagi ta'siri inson salomatligiga — xususan nafas yo'llari va yurak-qon tomir tizimi kasalliklariga — salbiy ta'sir ko'rsatadi. Turli mamlakatlarda olib borilgan epidemiologik tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, issiq ob-havo davrlarida nafaqat umumiy mortalitet va barcha kasalliklar bo'yicha o'limlar ortmoqda, balki respirator va kardiorespirator kasalliklar, surunkali obstruktiv o'pka kasalligi (SOPK / COPD), astma, yurak xuruji va insult holatlari ham ko'paymoqda. Bundan tashqari, issiqlik va havodagi zararli moddalar (PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> va boshqalar) birgalikda ta'sir qilganda sog'liq uchun xavf sezilarli darajada oshadi. Ushbu maqolada global darajadagi tadqiqotlar tahlili asosida issiq ob-havo va havo ifloslanishining birgalikdagi ta'siri va uning sog'liq uchun oqibatlari muhokama qilinadi.

**Kalit so'zlar:** Issiq ob-havo, heatwave, havo ifloslanishi, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, kardiorespirator kasalliklar, respirator mortalitet, yurak-qon tomir kasalliklari, iqlim o'zgarishi, global sog'liq.

**Аннотация:** В результате глобальных климатических изменений и увеличения загрязнения городской атмосферы совместное воздействие жары и загрязнения воздуха оказывает негативное влияние на здоровье человека — в частности на заболевания дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Эпидемиологические исследования, проведённые в разных странах, показывают, что в период жаркой погоды увеличивается не только общая смертность и смертность от всех заболеваний, но и случаи респираторных и кардиореспираторных заболеваний, хронической обструктивной болезни лёгких (ХОБЛ / COPD), астмы, инфаркта и инсульта. Кроме того, совместное воздействие тепла и вредных веществ в воздухе (PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> и др.) значительно повышает риск для здоровья. В данной статье обсуждаются результаты анализа глобальных исследований о

совместном влиянии жары и загрязнения воздуха и их последствиях для здоровья.

**Ключевые слова:** жара, heatwave, загрязнение воздуха, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, кардиореспираторные заболевания, респираторная смертность, сердечно-сосудистые заболевания, климатические изменения, глобальное здоровье.

**Annotation:** As a result of global climate change and increasing urban air pollution, the combined impact of heatwaves and air pollution negatively affects human health—particularly respiratory and cardiovascular diseases. Epidemiological studies conducted in various countries indicate that during periods of hot weather, not only do overall mortality and deaths from all causes increase, but cases of respiratory and cardiorespiratory diseases, chronic obstructive pulmonary disease (COPD), asthma, heart attacks, and strokes also rise. Furthermore, the combined exposure to heat and harmful air pollutants (PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, etc.) significantly increases health risks. This article discusses the findings of global studies on the combined effects of heatwaves and air pollution and their health consequences.

**Keywords:** heat, heatwave, air pollution, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, cardiorespiratory diseases, respiratory mortality, cardiovascular diseases, climate change, global health.

Global miqyosda iqlim o'zgarishi tufayli ekstremal issiqlik hodisalari — issiq to'liqini (heatwaves) — tez-tez va intensiv shaklda uchrab turadi. Simultan ravishda shaharsozlik va sanoat rivojlanishi, transport va energiya ishlab chiqarish natijasida havoga zararli moddalar — PM (zarrachalar), oksidant gazlar (masalan, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>) — chiqib, havo sifati yomonlashadi. Bu ikki omil — issiq ob-havo va havo ifloslanishi — alohida holatlarda ham salomatlikka salbiy ta'sir ko'ratsa-da, ularning kombinatsiyalangan ta'siri ayniqsa xavfli hisoblanadi.

Respirator va yurak-qon tomir kasalliklari global surunkali kasalliklarning asosiy sabablaridan biri bo'lib, iqlim va atrof-muhit omillari ularni yanada kuchaytirishi mumkin. Shuning uchun, issiq ob-havo hamda havo ifloslanishi birlashgan holatlarning salomatlikka ta'sirini, epidemiologik jihatdan tahlil qilish dolzarb ilmiy masala hisoblanadi. Ushbu maqola ularning global tendensiyalarini, sog'liqqa zarar darajasini va tibbiy hamda ijtimoiy oqibatlarini ko'rib chiqadi.

### **Metodologiya**

Maqolada foydalanilgan asosiy metod — adabiyotlarni tizimli ko'rib chiqish (systematic review) va mavjud meta-tahlillar natijalarini tahlil qilish. Xususan, quyidagi turdagi manbolar ko'rib chiqildi:

- Meta-analizlar va sistematik sharhlar: global va mintaqaviy darajadagi issiq ob-havo ta'siri bo'yicha.

- Mintaqaviy epidemiologik tadqiqotlar: issiq ob-havo va havo ifloslanishi birgalikdagi ta'sirini baholaganlar.

- So'nggi yillarda nashr qilingan ishlanmalar: issiq va iflos havo holatlarida kardiorespirator morbiditet va mortalitetni model qilganlar.

Tanlov mezonlari: ingliz tilidagi peer-review jurnallar; 2000–2025 yillar oralig'idagi tadqiqotlar; issiq ob-havo (heatwave / extreme heat) hamda tashqi havo ifloslanish (PM, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> va h.k.) ko'rsatkichlarini birgalikda yoki alohida tahlil qilgan maqolalar.

Natijalar, risk koeffitsiyentlari (RR, OR) va aholi guruhlari (keksa, yosh, jins) bo'yicha xarakteristikalar — jadval va matn orqali umumlashtirildi.

### **Natijalar**

- Global meta-tahlil: 54 ta tadqiqot va 20 mamlakat ma'lumotlari asosida, issiq ob-havo bilan bog'liq kardiorespirator mortalitet va morbidity tahliliga ko'ra — kardio-mortality uchun risk koeffitsiyenti (RE)  $\approx 1.149$  (95% CI: 1.090–1.210), respirator mortality uchun RE  $\approx 1.183$  (95% CI: 1.092–1.282).

- Biroq, shu meta-tahlilda kardio va respirator morbidity (kasalxona yotqiziqchiligi, qayta yordam chaqiruvlari) bo'yicha umumiy (pooled) samarali ko'rsatkichlar aniq emasligi qayd etilgan (masalan, respirator morbidity uchun RE: 1.043, lekin p-qiyamat = 0.08 — statistik jihatdan ishonchli emas)

- Mintaqaviy misollar: Helsinki (Finlandiya) shahrida 2001–2017 yillarda yozgi oylar davomida olingan tahlillarda, issiq ob-havo kunlari (heatwave days) keksa odamlar ( $\geq 75$ ) orasida pnevmoniya bo'yicha kasalxona yotqiziqchiligi 20.5% ga ko'paygani aniqlangan.

- Tropik sharoitdagi misol: Rio de Janeiro (Braziliya) shahrida 2012–2017 yillarda heatwave davrida kardio va respirator mortality sezilarli oshgan. Ayniqsa, respirator o'lim yurak kasalliklaridan ham yuqori darajada ta'sirlangan.

- Birgalikdagi ta'sir (issiqlik + havoning ifloslanishi): 2024 yilgi tadqiqot — 250 dan ortiq tuman/ma'muriy birliklarda (“concurrent heatwave + yuqori O<sub>3</sub>”) tahlil qilingan, bunda bu holatlar faqat heatwave yoki faqat yuqori O<sub>3</sub> ga qaraganda sezilarli darajada yuqori non-accidental, kardio va respirator mortalitet bilan bog'liq ekanligi aniqlangan: masalan, cardiovascular mortality uchun RR  $\approx 1.43$ ; respirator mortality uchun RR  $\approx 1.35$ .

- Global ko'lamda: 1990–2019 yillar oralig'ida “hot-and-polluted episodes” (HPE) — ya'ni issiq va iflos havo birgalikda — tufayli paydo bo'lgan

oldindan ishdan chiqqan (premature) o'limlar soni tahminan 694,440 kishi bo'lib, ulardan 80% Global Janubida joylashgan mamlakatlarga to'g'ri keladi.

- Yangi tadqiqotlar: So'nggi yillarda chiqarilgan epidemiologik maqolalar yuqori harorat bilan bog'liq yurak-qon tomir kasalliklari mortalitetini, shuningdek "lag effect" (kechikkan ta'sir) holatlarining mavjudligini ko'rsatmoqda.

### **Tahlil va muhokama**

So'nggi yillarda olib borilgan epidemiologik va ekologik tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, **issiqlik (heatwave / extreme heat) va tashqi havo ifloslanishining (PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub> va boshqa zararli gaz/zarrachalar) kombinatsiyalangan ta'siri** — nafaqat individual omillarga bog'liq zararli ta'sirlarning soddalangan yig'indisi emas, balki ko'pincha **sinergik (qo'shma)** natijalar bilan namoyon bo'ladi. Boshqacha aytganda, ularning birgalikda ta'siri alohida ta'sirlarning oddiy summasidan ham kuchliroq bo'lishi mumkin. Ushbu holat, global iqlim o'zgarishi va urbanizasyon jarayonlari ortib borayotgan bugungi sharoitda jiddiy sog'liq muammosini anglatadi.

### **Ishtirokchi (sinergik) ta'sirning dalillari**

Eng muhim dalillardan biri — 2024–2025 yillarda nashr qilingan va keng hududlarni qamrab olgan meta-tahlil va ko'p markazli tadqiqotlar. Masalan, Heat-related cardiorespiratory mortality: Effect modification by air pollution across 482 cities from 24 countries (2000–2018 ma'lumotlari asosida) nomli tadqiqotda 482 shahar/joylashuvda nafaqat issiqlik ta'siri tahlil qilingan, balki PM<sub>2.5</sub> va boshqa havo ifloslanish parametrlarining ta'siri bilan birgalikda o'rganilgan.

Ushbu tadqiqot natijalariga ko'ra:

- Respirator mortalityda, 2-kunlik o'rtacha yozgi harorat 75-percentildan 99-percentilga ko'tarilganda, PM<sub>2.5</sub> darajasi past bo'lgan hollarda o'lim 7.7% ga ortsa, o'rtacha darajada 11.3% va yuqori darajada 14.3% ga oshgan.
- Yurak-qon tomir (cardiovascular) mortality esa O<sub>3</sub> darajasi past bo'lgan hollarda 1.6% ga, o'rtacha darajada 5.1% ga, yuqori darajada esa 8.7% ga oshgan.

Bunday misollar shuni ko'rsatadiki, yuqori harorat bilan yuqori ifloslanish darajasi birgalikda bo'lganda, ilmiy jihatdan sezilarli darajada ko'proq zararli ta'sir paydo bo'ladi. Bu esa "issiqlik + iflos havo" ni alohida holatlar emas, balki birgalikda boshqarish lozim bo'lgan "kompond risk holatlari" deb qabul qilish zarurligini ko'rsatadi.

Boshqa mahalliy misollar ham bu xulqni tasdiqlaydi. Masalan, Heat wave, fine particulate matter, and cardiovascular disease mortality: A time-stratified case-crossover study in Shenzhen, China (2013–2022) tadqiqotida issiq ob-havo va PM<sub>2.5</sub> darajasi o'rtasida sinergik ta'sir aniqlangan. Tadqiqotchilar aytishicha, issiq ob-havo sharoitida PM<sub>2.5</sub> bo'yicha ortish bo'lmasa ham — issiqlik o'zi ham yurak-qon tomir kasalliklari mortalitetini oshiradi, lekin PM<sub>2.5</sub> bilan birga bo'lganda bu xavf ancha kattalashadi; ayniqsa keksa yoshdagilar va ayollar guruhida.

Shuningdek, “issiqlik + O<sub>3</sub>” kombinatsiyasining zararli ta'siri haqida ham dalillar bor. The synergistic and mediating effects of ozone on associations between high temperature, heatwaves and mortality in the Greater London area between 2010 and 2018 nomli tadqiqot shuni ko'rsatdiki, O<sub>3</sub> nafaqat issiqlik bilan birgalikda o'lim xavfini oshiradi, balki mediatsiya (vositachilik) ro'lini ham bajaradi. Xususan, London shahrida 1 °C harorat oshishi bilan all-cause mortality 1.3% ga ohsa, issiq-to'lqin (heatwave) kunlarida bu 8.6% ga ko'tarilgan; lekin O<sub>3</sub> darajasi yuqori bo'lganda, bu ta'sir yanada kuchaygan. Bunday natijalar “issiqlik ta'siri + ifloslanish ta'siri” o'rtasidagi mustahkam interaksiyani ko'rsatadi.

Shu bilan birga, umumiy tahlillar ham mavjud. Combined Effect of Hot Weather and Outdoor Air Pollution on Respiratory Health: Literature Review (adabiyot sharhi) nomli maqolada 153 tadqiqot ko'rib chiqilgan va ularning 40 tasi “issiqlik + havoning ifloslanishi” ga oid bo'lganlar. Ularning aksariyati respirator mortalitet, hospitalizatsiya, shoshilinch bo'limga murojaatlar, astma, surunkali obstruktiv o'pka kasalligi (SOPK) kabi holatlar bilan bog'liq bo'lgan. Bu — global jihatdan bu muammo keng va tarqalganligini ko'rsatadi.

Demak, ilmiy dalillar jamiyati shuni ko'rsatadiki: issiq ob-havo va havo ifloslanishining birgalikda ta'siri — individual omillardan mustaqil emas, balki ularning o'zaro reaksiyasi natijasida yuzaga keluvchi “kompound holat” bo'lib, salomatlik uchun ko'proq xavf tug'diradi.

### **Qaysi guruhlar eng zaif?**

Tadqiqotlarda zaif (vulnerable) guruhlar doim e'tiborda bo'lgan. Meta-tahlil va epidemiologik ishlarda asosan quyidagi guruhlar ko'p ko'rsatilgan:

- Keksa yoshdagilar: ko'plab tadqiqotlarda > 65 yoki > 75 yoshdagi shaxslar issiq + iflos havo ta'sirida eng yuqori mortalitet va morbiditet riskiga ega bo'lishlari qayd etilgan.
- Surunkali kasalliklar kechayotgan bemorlar — masalan, yurak-qon tomir kasalliklari, surunkali respirator kasalliklar (SOPK, astma).

- Ijtimoiy jihatdan zaif guruhlar: kambag'al jamiyatlar, kam resursli hududlarda yashovchilar, shuningdek shaharlar, ko'p aholi zichligiga ega hududlar.

Masalan, Association of compound exposure to heat wave and ozone pollution with cause-specific cardiopulmonary mortality: A space-time-stratified case-crossover study (Xitoy, Anhui viloyati, 2013–2021) natijalarida ayollar, keksa shaxslar va qishloq-mix hududlarda yashovchilar compound (issiqlik + O<sub>3</sub>) ta'siriga nisbatan yuqori sezuvchanlik ko'rsatgan.

Shu bilan birga, zaif guruhlar bilan cheklanib qolmaydi — zaif sog'liq holatiga ega bo'lmagan, ya'ni "sog'lom" deb ko'riladigan odamlar ham compound ta'siriga duch kelganda salomatlik muammolari rivojlanishi mumkin. Bu esa sog'liqni saqlash va oldini olish siyosatini yanada keng qamrovli bo'lishini talab qiladi.

### **Muammolar, cheklovlar va metodologik xatoliklar**

Garchi ko'plab asosiy natijalar sinergik ta'sirni ko'rsatgan bo'lsa-da, mavjud tadqiqotlarda bir qancha metodologik, kontseptual va regional cheklovlar ham mavjud, bu esa natijalarni umumlashtirish imkoniyatini cheklaydi.

**Bir — epidemiologik tahlillar ko'pincha "assotsiativ" bo'ladi.** Ko'p meta-tahlillar va ko'p-shaharli tahlillar "quasi-Poisson" yoki "case-crossover" dizaynidan foydalanadi. Bu dizaynlar sabab–natija munosabatini to'liq isbotlash imkonini bermaydi. Masalan, boshqa confounding omillar — ijtimoiy-iqtisodiy holat, sog'liq xizmatlari mavjudligi, demografiya, aholi zichligi, yashash sharoiti, havo harorati bilan birga namlik, shamol, suv holati, sog'liq tarixi va boshqalar — ba'zida yetarlicha nazorat qilinmaydi. Bu holat xulosalar ishonchligini pasaytiradi. Buni tanqid qilgan tarkibiy baholar ham mavjud. Masalan, qo'llanilgan meta-tahlillarning asosiy ma'lumotlari sifatida keltirilgan ko'plab asosiy tadqiqotlar — "observation study" ga asoslangan; ya'ni, randomizatsiya qilinmagan, shuning uchun natijalar "asosli, lekin ehtimollik asosida" deb baholanishi kerak.

**Ikki — "issiqlik" va "havo ifloslanishi" tushunchalarining definitsiyalari bir xilda emas.** Tadqiqotlarda heatwave yoki extreme heat uchun har xil temperatura mezonlari va davomiylilik (2 kun, 3 kun, 4 kun, yoki 90-percentil, 95-percentil, 99-percentil kabi) ishlatiladi. Shu bilan birga, havo ifloslanishi parametrlari ham turlicha: ayrimlari faqat PM<sub>2.5</sub>, ba'zilar PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, CO — kombinatsiyalar bilan ko'rib chiqadi. Bu o'rganishlar o'rtasida to'g'ri taqqoslashni qiyinlashtiradi va meta-tahlillarda heterojenlik (o'zgaruvchanlik) yuqori bo'ladi.

**Uch — hududiy va ijtimoiy jihatlar yetarlicha o'rganilmagan.** Ko'p tadqiqotlar Yevropa, Xitoy, Shimoliy Amerika, ayrim Osiyo shaharlari bilan cheklangan. Kam daromadli mamlakatlar, Global Janubdagi sharoitlar, shuningdek Markaziy Osiyo, O'zbekiston kabi mintaqalar bo'yicha ma'lumotlar deyarli yo'q. Bu esa "global" xulosalar chiqarishda katta bo'shliq bo'lib qoladi. Bunday bo'shliq, iqlim heterojenligi, shaharsozlik, sanitariya, sog'liq xizmatlari va ijtimoiy struktura farqlari sababli ayniqsa muhim.

**To'rt — boshqa havo va meteorologik omillar yodda olinmasligi.** Ba'zi tadqiqotlarda namlik, shamol, havoning vertikal qatlamlanishi, havo bosimi, quyosh radiatsiyasi, tungi harorat va boshqa omillar muhim deb baholanishi mumkin. Lekin ularning barchasi har doim tahlillarga kiritilavermaydi. Shunday bo'lganda, faqat harorat va bir-ikki havo ifloslanish parametri bilan cheklanish, real dunyo sharoitining murakkabligini kamaytiradi va xulosalarning "cheklar doirasida" ekanligini anglatadi.

**Besh — vaqtiy deferensial va kechikish (lag) effektlari turlicha.** Ba'zi kasalliklar va o'lim holatlari darhol hit bo'ladi; ba'zi holatlarda esa bir necha kun yoki haftadan keyin (lag) ko'rinadi. Tadqiqotlarda lag-analizlar turlicha qo'llanadi — bu ham natijalarni solishtirishni murakkablashtiradi. Masalan, compound ta'sirlar ko'pincha lag 0-1-2 kunlarda ko'riladi, lekin bu ham har tadqiqotda bir xil emas.

**Oltinchi — nashr biasi va tanlov biasi ("publication bias" va "selection bias").** Ko'p meta-tahlillar faqat chop etilgan tadqiqotlarni qamrab oladi, lekin nolinatijali yoki qarama-qarshi natijalarni e'tiborsiz qoldirishi mumkin. Bundan tashqari, nashrga tavsiya etilgan tadqiqotlarning sifatida ham farqlar bo'lishi ehtimoli mavjud. Tanqidiy baholashda bunday risklar ko'rsatib o'tilgan.

**Yettinchi — sog'liq yukini baholash va ta'sir ko'lamini aniqlashdagi cheklovlar.** Ba'zi tadqiqotlarda faqat mortalitet (o'lim) tahlil qilingan; lekin morbidity — ya'ni, kasalxona yotqiziqqlari, shoshilinch bo'limga murojaatlar, og'ir kasalliklar, surunkali kasalliklar kuchayishi, mehnat qobiliyatining pasayishi, sog'liq xarajatlari, umumiy ijtimoiy yuk va kutilmagan oqibatlar ko'p holatda hisobga olinmaydi. Shu tufayli, "salomatlik yukini" baholash to'liq bo'lmayapti.

**Iqlim o'zgarishi va kelajakdagi tendensiyalar: compound hodisalar ortib boradi**

Muammoli jihatlariga qaramay, joriy tendensiyalar compound (issiqlik + ifloslanish) hodisalarning chastotasi va intensivligini oshirish tarafida. Masalan, Rising cause-specific mortality risk and burden of compound heatwaves amid climate change nomli 2024-yildagi tahlil 1,088,742 no-accidental o'lim holatlari

ma'lumotlari (Xitoy shaharlarida) asosida compound (day–night, ya'ni kun–tungi birikma) heatwave'lar cardiopulmonary (yurak va nafas yo'llari) mortality riskini ancha oshirayotganini ko'rsatdi.

Xususan, compound heatwave'lar sababli ishemik insult, surunkali obstruktiv o'pka kasalligi (SOPK), astma va boshqa nafas yo'llari kasalliklaridan o'lim holatlari ortgani qayd etilgan. Bundan tashqari, prognozlarga ko'ra, agar jahonda issiqlik yanada ko'payishi va havoni tozalash choralari ko'rilmasa — 2090-yillarda compound hodisalar sababli cardiopulmonary mortality hozirgiga nisbatan **4.0–7.6 barobar** oshishi mumkin.

Demak, bugungi epidemiologik dalillar + iqlim prognozlari birga olinsa — compound heat + pollution hodisalari fuqarolar salomatligi uchun jiddiy global xavf. Ayniqsa, Global Janub, past daromadli hududlar, shaharlar zichligi yuqori bo'lgan joylar, ijtimoiy himoyasi zaif, sog'liq xizmatlari chegaralangan hududlarda bu xavf oshadi.

### **Siyosat, sog'liqni saqlash va atrof-muhit boshqaruvi kontekstida muhim xulosalar**

Tadqiqotlar natijasidan kelib chiqib, bir nechta muhim tavsiyalar va strategik yo'nalishlarni ajratish mumkin:

- Havo sifati monitoringi va boshqaruvi hamda iqlimga moslashish choralari birgalikda olib borish: Faqat havoni tozalash yo'lini tanlab, iqlim moslashuvini e'tiborsiz qoldirish yoki faqat iqlimga moslashuv strategiyalariga suyanish yetarli emas. Compound xavfni kamaytirish uchun har ikki jihat integratsiyalashgan tarzda rejalashtirilishi kerak.

- Zaif guruhlarni aniqlash va himoya qilish: keksa yoshdagilar, surunkali kasalligi borlar, ijtimoiy jihatdan zaif qatlamlar (past daromad, zich joylashuv, chekka hududlar) uchun maxsus monitoring, ogohlantirish, sog'liq xizmatlari va profilaktika choralari kuchaytirish lozim.

- Global va mintaqaviy tadqiqotlarni kengaytirish: ayniqsa past va o'rta daromadli mamlakatlar, Global Janub hududlari, mintaqaviy iqlim zonalari (masalan, Markaziy Osiyo, O'zbekiston) bo'yicha ilmiy ma'lumotlar kam. Bunday tadqiqotlar nafaqat epidemiologik, balki ijtimoiy, demografik, iqtisodiy omillarni ham hisobga olishi kerak.

- Standart definitsiyalarni ishlab chiqish: Heatwave, extreme heat, "hot-and-polluted episodes" (HPE) kabi tushunchalar uchun xalqaro konsensus — mezonlar, davomiylik, havo ifloslanish ko'rsatkichlari, lag-vaqtlar va sog'liq oqibatlarini baholash usullari kerak. Bu, tadqiqotlar o'rtasida solishtiriluvchanlik va meta-tahlillar ishonchliligini oshiradi.

- Sog'liq yukini to'liq baholash: mortalitet bilan birga morbidity, kasalxona yotqiziqqlari, sog'liq xizmatlari yukini, iqtisodiy va ijtimoiy xarajatlarni ham ko'rib chiqish lozim — bu global siyosat va resurs taqsimlashda real ro'y-holatni ko'rsatadi.

### **Cheklangan hududlar va bo'sh joylar: nimani bilmayapmiz?**

Shuni ta'kidlash lozimki — hozirgi adabiyot va tadqiqot bazasi global bo'lsa ham, ko'p bo'sh joylar va cheklovlar mavjud. Biz hali quyidagilarni bilmaymiz yoki ma'lumotlarimiz kam:

- Past va o'rta daromadli mamlakatlar holati — ayniqsa Global Janub, rivojlanayotgan hududlar, urbanizatsiya sur'ati yuqori bo'lgan shaharlar va zich aholi yashaydigan joylar.

- Ijtimoiy va demografik modifikatorlar — daromad darajasi, ta'lim darajasi, sog'liq xizmatlari mavjudligi, mehnat sharoitlari, yashash joyining zichligi, yashash sharoitlari (binolar, ventilatsiya, iqlimga mos qurilish) — bu kabi omillarning "issiqlik + ifloslanish" ta'siriga qanday ta'siri bor — bu yetarlicha o'rganilmagan.

- Meteorologik va ekologik ko'p omilli ta'sir: namlik, shamol, havo bosimi, quyosh radiatsiyasi, nishab, kechasi harorat pasayishi, hududiy mikroklimat va topografik sharoitlar — bularning har biri ta'sirni kuchaytirishi yoki kamaytirishi mumkin, lekin ko'p hollarda chuqur tahlil qilinmagan.

- Uzun muddatli natijalar: surunkali kasalliklar rivojlanishi, mehnat qobiliyati pasayishi, ijtimoiy va iqtisodiy xarajatlar, sog'liq tizimiga yuk — bular ko'pincha qisqa muddatli mortalitet bilan cheklanib qoladi.

- Kelajakdagi rivojlanish: iqlim o'zgarishi prognozlarini, urbanizatsiya, demografik o'zgarishlar, sanoat va transportdagi ifloslanish dinamikasi — bular compound xavfni qanday o'zgartiradi, oldindan bashorat qilish murakkab.

Shuning uchun, hozirgi bilimlar — muhim, lekin cheklangan ko'lami bilan. Biz "issiqlik + ifloslanish = xavf" degan xulosaga kelishimiz mumkin, lekin "qayerda, kim uchun, qachon, qanday darajada" — bu savollar hanuz ochiq.

### **Nima qilish kerak: ilmiy va amaliy tavsiyalar**

Asosiy xulosalar va mavjud bo'shliq/ehtiyojlar asosida, quyidagi yo'nalishlarni tavsiya qilish mumkin:

#### **1. Hududiy tadqiqotlarni kengaytirish va diversifikatsiya**

Past va o'rta daromadli davlatlar, Global Janub, mintaqaviy, iqlim va ijtimoiy xususiyatlari turlicha hududlar (masalan, Markaziy Osiyo, Shimoliy-Afrika, Lotin Amerikasi, Janubiy Osiyo) bo'yicha epidemiologik tadqiqotlar, sog'liq va

atrof-muhit monitoringi joriy etilishi lozim. Bu orqali global baholash yanada aniq va keng bo'ladi.

## 2. Standart definityalar va metodologiyalar

"Heatwave", "extreme heat", "hot-and-polluted episode (HPE)", "compound exposure" kabi tushunchalar bo'yicha xalqaro hamkorlikda konsensusga erishish — ko'p tadqiqotni birlashtirish, solishtirish va meta-tahlil qilishni osonlashtiradi. Shuningdek, lag-vaqtlar, sog'liq oqibatlarini, demografik modifikatorlar va boshqa confounder'larni bir xil uslubda hisobga olish lozim.

## 3. Public health siyosati va moslashuv strategiyalari

Hukumatlar, sog'liqni saqlash tizimlari va shahar rejalashtiruvchilari compound riskni hisobga olgan strategiyalar ishlab chiqishi kerak. Masalan:

- Havoni tozalash choralarini kuchaytirish (avtomobil, sanoat chiqindilari, chiqindi yoqishlarni tartibga solish), havo sifatini nazorat qilish va monitoring.

- Iqlimga mos shaharsozlik: yashash binolari, ventilatsiya, ko'proq yashil maydonlar, soyali hududlar, odamlarga issiqlik va ifloslanish ogohlantirish tizimlar — hammasi birgalikda rejalashtirilishi lozim.

- Zaif guruhlarini ijtimoiy himoya qilish: keksa, surunkali kasalliklari borlar, ijtimoiy jihatdan zaif aholi uchun sog'liq xizmatlari, profilaktika, ogohlantirish, shifokor maslahatlari, pandemiya yoki favqulodda sharoitlarda tezkor yordam tizimlari.

## 4. Sog'liq yukini baholaydigan keng ko'lamli tahlillar

Mortalitetdan tashqari — morbidity, sog'liq xizmatlaridan foydalanish, mehnat samaradorligi, ijtimoiy xarajatlar, uzoq muddatli kasalliklar, sog'liqdagi kamchiliklar (masalan, surunkali kasalliklar kuchayishi, boshqa kasallik risklari) bo'yicha tadqiqotlar kerak. Bu global sog'liq yukini baholashda muhim.

## 5. Ilmiy-monitoring va xabardorlik kampaniyalari

Aholi, sog'liq xodimlari, shahar rejalashtiruvchilari va siyosatchilarni compound xavf haqida ogohlantirish, ijtimoiy ongini oshirish, sog'liqni saqlash choralarini joriy etish. Bu orqali — zarar kamroq bo'ladi, sog'liq yukini nazorat qilish osonlashadi.

## 6. Iqlim o'zgarishi va atrof-muhitni integratsiyalangan boshqaruv

Global darajada iqlim siyosati, ifloslanishni kamaytirish strategiyalari, shahar rejalashtirilishi, energiya va transport sektorida ekologik barqaror yechimlar — hammasi bir-biriga bog'liq va compound xavfni kamaytirishda birgalikda amalga oshishi lozim.

## Xulosa

Global darajadagi epidemiologik va klimatologik tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki: issiq ob-havo (heatwave) va tashqi havo ifloslanishining kombinatsiyalangan ta'siri — nafaqat umumiy mortalitet, balki nafas yo'llari va yurak-qon tomir kasalliklari bo'yicha ham — sezilarli darajada salbiydir. Ayniqsa, keksa, surunkali kasalliklari bor shaxslar, va ijtimoiy jihatdan zaif guruhlar xavf ostida.

Bu holatlar kelajakda, global iqlim o'zgarishi va urbanizatsiya davom etar ekan, yanada kuchayishi ehtimoli bor. Shuning uchun sog'liqni saqlash tizimlarida mos keluvchi chora-tadbirlarni joriy etish, havoni ifloslanishdan himoya qilish va shahar hamda atrof-muhit siyosatini integratsiyalash zarur.

Tadqiqotlar — ayniqsa Global Janub va rivojlanayotgan mamlakatlarda — kengaytirilishi lozim: mijozlarga oid ma'lumotlar, ijtimoiy holatlar, demografik tuzilma, hududiy iqlim sharoitlari, kronik kasallik tarqalganligi — bularning barchasi hisobga olinishi kerak.

#### **Foydalangan adabiyotlar:**

1. Liu H., Huang T. PM2.5 Associated Premature Mortality Attributable to Hot And Polluted Episodes (HPEs), 1990–2019. *Geophysical Research Letters*, 2025.
2. Du H., et al. Exposure to Concurrent Heatwaves and Ozone Pollution and Associations with Mortality Risk: a Nationwide Study (2013–2018). *Environmental Health Perspectives*, 2024.
3. Shan L., et al. Global heatwaves: A scoping review on the trend, characteristics, impacts on air pollution and health. *Environmental Research*, 2025.
4. Singh N., et al. Heat and Cardiovascular Mortality: An Epidemiological Perspective. 2024.
5. Ren N., et al. Interactive effects of atmospheric oxidising pollutants and heatwaves on residential mortality. 2024.
6. Silveira M., et al. Effects of heat waves on cardiovascular and respiratory mortality in Rio de Janeiro, Brazil (2012–2017). *International Journal of Environmental Studies*, 2023.
7. Jaakkola J. J. K., et al. Heat, Heatwaves and Cardiorespiratory Hospital Admissions in Helsinki, Finland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020.
8. Global review: Heat exposure and respiratory diseases health outcomes: An umbrella review. 2024.
9. The Impact of Heatwaves on Mortality and Morbidity and the Associated Vulnerability Factors: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022.

10. Ejaz Z.H., et al. Impact of climate change and air pollution on cardiovascular and respiratory health: a meta analysis. 2025.
11. (Mahalliy manba) “Atmosfera havosining ifloslanishi va yurak-qon tomir tizimiga ta’siri” — A.A. Oralbayevich, 2024.
12. (Mahalliy manba) “Atmosferaning ifloslanishi va uning inson salomatligiga ta’siri” — I.E. Mirzoyeva, 2023.