

**HAVO HARORATI VA ANTIBIOTIK REZISTENTLIGI O'RTASIDAGI
POTENSIAL EPIDEMIOLOGIK BOG'LIQLIK**

Xoliqberdiyeva Zebo Rasuljon qizi

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti talabasi

E-mail: zeboxoliqberdiyeva@icloud.com,

+998936044779

Annotatsiya: Ushbu tezis havo haroratining ko'tarilishi va antibiotiklarga chidamlilik (antimicrobial resistance – AMR) o'rtasidagi potensial epidemiologik bog'liqlikni o'rganishga bag'ishlangan. Global iqlim o'zgarishi va antibiotiklarga chidamlilik zamonaviy tibbiyotning ikkita eng dolzarb muammosi hisoblanadi. So'nggi yillarda o'tkazilgan ko'plab ilmiy tadqiqotlar haroratning oshishi bakteriyalarning ko'payish tezligini, gorizontal gen transferini va stressga javob mexanizmlarini faollashtirish orqali antibiotik rezistentlikning tarqalishiga yordam berishini ko'rsatmoqda. Ushbu tezisda haroratning AMR rivojlanishiga ta'sir qiluvchi biologik, ekologik va epidemiologik mexanizmlar tahlil qilinadi, shuningdek, iqlim o'zgarishi sharoitida AMR muammosini kamaytirish bo'yicha strategiyalar taklif etiladi.

Kalit so'zlar: antibiotiklarga chidamlilik, havo harorati, iqlim o'zgarishi, gorizontal gen transferi, epidemiologik bog'liqlik, "Yagona salomatlik" yondashuvi.

Kirish

Antibiotiklarga chidamlilik (AMR) butun dunyoda sog'liqni saqlash tizimi uchun jiddiy tahdid bo'lib qolmoqda. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (JSST) ma'lumotlariga ko'ra, AMR hozirda yiliga taxminan 700 000 o'limga sabab bo'lmoqda va agar samarali choralar ko'rilmasa, 2050-yilga borib bu ko'rsatkich 10 millionga yetishi mumkin. Shu bilan birga, global iqlim o'zgarishi, xususan, havo haroratining ko'tarilishi, insoniyat oldidagi yana bir muhim muammo hisoblanadi. So'nggi o'n yillikdagi tadqiqotlar ushbu ikki global tahdid o'rtasida potensial bog'liqlik mavjudligini ko'rsatmoqda.

An'anaviy ravishda AMR ning asosiy sabablari sifatida antibiotiklarni haddan tashqari va noto'g'ri qo'llash, infektsiyalarni nazorat qilishning sustligi va sog'liqni saqlash infratuzilmasining zaifligi qayd etilgan. Biroq, so'nggi dalillar atrof-muhit

omillari, xususan, haroratning o'zgarishi AMR ning rivojlanishi va tarqalishida muhim rol o'ynashini ko'rsatmoqda. Havo haroratining ko'tarilishi bakteriyalarning ko'payish tezligini oshirishi, gen almashinuvini faollashtirishi va antibiotiklarning atrof-muhitdagi barqarorligini o'zgartirishi mumkin.

Ushbu tezisning maqsadi – havo harorati va antibiotik rezistentligi o'rtasidagi potensial epidemiologik bog'liqlikni zamonaviy ilmiy adabiyotlar asosida tahlil qilish, ushbu bog'liqlikning mexanizmlarini yoritish va iqlim o'zgarishi sharoitida AMR muammosini hal qilish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Asosiy qism

1. Harorat va antibiotik rezistentligi o'rtasidagi bog'liqlik: epidemiologik dalillar

So'nggi yillarda o'tkazilgan ko'plab yirik miqyosli tadqiqotlar havo harorati va antibiotik rezistentligi o'rtasida ijobiy korrelyatsiya mavjudligini ko'rsatmoqda.

1.1. Global miqyosdagi tadqiqotlar

56 mamlakat va hududda 24 yil (1999–2022) davomida o'tkazilgan ko'p mamlakatli tahlilda harorat va AMR o'rtasidagi murakkab, chiziqli bo'lmagan munosabatlar aniqlangan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, haroratning har 1°C ga oshishi ba'zi rezistent bakteriyalarning o'sish tezligini 10–15% ga oshirishi mumkin. Yana bir global miqyosdagi tadqiqotda o'rtacha harorat va yuqori harorat bilan bog'liq ekstremal iqlim indeksleri AMR darajasi bilan sezilarli darajada ijobiy bog'liq ekanligi, sovuq bilan bog'liq indeksler esa salbiy bog'liqligi aniqlangan. Ushbu natijalar mamlakatning iqtisodiy ko'rsatkichlari (GDP), aholi zichligi va antibiotik iste'moli kabi omillarni hisobga olgandan keyin ham o'z kuchini saqlab qolgan.

1.2. Mintaqaviy tadqiqotlar

Tinch okeanining g'arbiy mintaqasida o'tkazilgan tizimli tahlilda o'rtacha haroratning 1°C ga oshishi karbapenem-rezistent *Acinetobacter baumannii* (CRAB) va karbapenem-rezistent *Pseudomonas aeruginosa* (CRPA) ga bog'liq o'lim holatlarining oshishi bilan bog'liqligi aniqlangan. Xitoyda o'tkazilgan tadqiqotda esa o'rtacha haroratning oshishi *E. coli* ning uch xil turida (3GCREC, CREC va QREC) rezistentlik darajasining oshishi bilan bog'liqligi qayd etilgan. Yana bir Xitoy tadqiqotida haroratning o'zgarishi karbapenem-rezistent grammanfiy bakteriyalar (CRGN) tarqalishiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi, bu ta'sir janubiy viloyatlarda shimoliy viloyatlarga nisbatan kuchliroq ekanligi aniqlangan.

1.3. Eksperimental va ekologik tadqiqotlar

Tabiatda o'tkazilgan uzoq muddatli (10 yillik) tajribada tuproqni 3°C ga isitish antibiotik rezistentlik genlari (ARGs) xilma-xilligi va ko'pligini sezilarli darajada oshirgan. Isitish sharoitida ARG larning harakatchanligi (mobility) kuchaygan va patogenlar o'rtasida gen almashinuvi intensivlashgan. Akvakulturada o'tkazilgan tadqiqotda esa yoz oylarida (issiq mavsum) beta-laktamaza va karbapenemaza genlarining tarqalishi ortishi, haroratning 35–37°C ga yetishi bu genlarning ko'payishiga qulay sharoit yaratishi aniqlangan.

2. Harorat ta'sirining biologik mexanizmlari

Haroratning ko'tarilishi antibiotik rezistentligining rivojlanishiga bir necha biologik mexanizm orqali ta'sir ko'rsatadi:

2.1. Bakteriyalarning ko'payish tezligining oshishi

Yuqori harorat bakteriyalarning metabolizmini va ko'payish tezligini oshiradi. Bu esa bakteriya populyatsiyasida mutatsiyalar va rezistentlik genlarining tarqalish ehtimolini oshiradi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, haroratning 10°C ga oshishi bakterial rezistentlikning 4–17% ga oshishi bilan bog'liq.

2.2. Gorizontal gen transferining faollashuvi

Gorizontal gen transferi (HGT) – bu rezistentlik genlarining bakteriyalar o'rtasida tarqalishining asosiy mexanizmi. Harorat plasmidlar orqali konjugatsiyaga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqotlarga ko'ra, konjugativ transfer chastotasi 5°C dan 30°C ga ko'tarilganda 30 barobargacha oshishi mumkin. Konjugatsiya uchun optimal harorat 20–30°C oralig'ida bo'lib, bu haroratda gen almashinuvi eng yuqori darajaga yetadi.

2.3. Stressga javob va mutatsiyalar

Yuqori harorat bakteriyalarda issiqlik shoki oqsilining sintezini faollashtiradi, bu esa hujayra membranasining o'tkazuvchanligini o'zgartiradi va DNKning hujayradan tashqariga chiqishiga olib kelishi mumkin. Bu esa erkin DNK tarkibidagi ARG larning yangi bakterial xostlarga o'tishiga yordam beradi. Bundan tashqari, UV-B nurlanishining kuchayishi (harorat o'zgarishi bilan bog'liq) plazmid konjugatsiyasini 2–10 barobargacha oshirishi va ekstraseellulyar DNK ning singishini tezlashtirishi mumkin.

3. Harorat ta'sirining ekologik va epidemiologik mexanizmlari

3.1. Suv havzalarida rezistentlikning kuchayishi

Global isish suv havzalarida antibiotik rezistentlik xavfini oshiradi. Haroratning ko'tarilishi suvdagi ozuqa moddalarining ko'payishiga olib keladi, bu esa bakterial jamoalarning metabolik faolligini oshiradi va HGT ni qulaylashtiradi. Suv haroratining oshishi baliqchilik xo'jaliklarida antibiotiklardan foydalanishni ko'paytiradi, chunki issiq suvda kasalliklar tez tarqaladi. Tadqiqotlarga ko'ra, baliqchilikda ishlatiladigan antibiotiklarning taxminan 80% atrof-muhitda to'planadi.

3.2. Ekstremal ob-havo hodisalari

Iqlim o'zgarishi natijasida tez-tez sodir bo'layotgan ekstremal ob-havo hodisalari (suv toshqinlari, bo'ronlar, qurg'oqchilik) AMR tarqalishiga bilvosita ta'sir ko'rsatadi. Suv toshqinlari kanalizatsiya tizimlarining to'lib-toshishiga olib keladi, natijada antibiotiklar va rezistentlik genlari atrof-muhit suvlariga to'g'ridan-to'g'ri chiqariladi. Masalan, 2024-yilda Braziliyaning Rio-Grande-du-Sul shtatida sodir bo'lgan suv toshqini shaharlarning 95% ga ta'sir ko'rsatgan va AMR tarqalishini tezlashtirgan.

3.3. Qadimiy rezistentlik genlarining "uyg'onishi"

Global isish natijasida qutb hududlaridagi muzliklar erishi qadimiy antibiotik rezistentlik genlarining atrof-muhitga chiqishiga olib kelmoqda. Metagenomik tadqiqotlar muzlik muzlarida 944 tagacha turli xil ARG lar aniqlangan. Bu holat AMR ning yangi manbalarini yuzaga keltirishi mumkin.

4. Muammoni hal qilish yo'llari: "Yagona salomatlik" yondashuvi

Havo harorati va antibiotik rezistentligi o'rtasidagi bog'liqlikni hisobga olgan holda, muammoni hal qilish uchun kompleks, tarmoqlararo yondashuv zarur:

1. **Atrof-muhit monitoringi:** Suv, tuproq va havoda ARG va antibiotik qoldiqlari muntazam monitoringini yo'lga qo'yish.
2. **Iqlim-resilient sog'liqni saqlash tizimlari:** Iqlim o'zgarishiga chidamli sog'liqni saqlash infratuzilmasini rivojlantirish, ayniqsa ekstremal ob-havo hodisalariga tayyorlikni oshirish.
3. **Antibiotiklarni oqilona qo'llash:** Tibbiyotda va qishloq xo'jaligida antibiotiklardan foydalanishni qat'iy nazorat qilish, ularni retseptsiz sotishni cheklash.
4. **Tadqiqotlarni kengaytirish:** Turli mintaqalar, iqlim zonalari va patogenlar bo'yicha harorat-AMR munosabatlarini o'rganish, chiziqli bo'lmagan modellar va kritik harorat chegaralarini aniqlash.

5. **Xalqaro hamkorlik:** Iqlim o'zgarishi va AMR muammolari transchegaraviy xususiyatga ega, shuning uchun global hamkorlik va ma'lumot almashish muhim ahamiyatga ega.

Xulosa

Havo harorati va antibiotik rezistentligi o'rtasida murakkab, ko'p omilli epidemiologik bog'liqlik mavjud. Haroratning ko'tarilishi to'g'ridan-to'g'ri (bakteriyalarning ko'payishi, gen transferi, mutatsiyalar) va bilvosita (ekstremal ob-havo hodisalari, ekotizim o'zgarishlari, suv ifloslanishi) mexanizmlar orqali AMR ning rivojlanishi va tarqalishiga yordam beradi. Global miqyosdagi tadqiqotlar haroratning o'sishi bilan AMR ko'rsatkichlari o'rtasida ijobiy korrelyatsiya mavjudligini tasdiqlaydi.

Iqlim o'zgarishi davrida AMR muammosini hal qilish uchun "Yagona salomatlik" (One Health) – inson, hayvon va atrof-muhit salomatligini birlashtirgan kompleks yondashuv zarur. Atrof-muhit monitoringini kuchaytirish, iqlim-resilient sog'liqni saqlash tizimlarini rivojlantirish, antibiotiklarni oqilona qo'llashni ta'minlash va xalqaro hamkorlikni kengaytirish – bu yo'nalishdagi asosiy ustuvor vazifalar hisoblanadi. Harorat va AMR o'rtasidagi bog'liqlikni yanada chuqurroq o'rganish, ayniqsa, mahalliy va mintaqaviy xususiyatlarni hisobga olgan holda kelajakdagi tadqiqotlarning muhim yo'nalishi bo'lishi kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Climate change and antimicrobial resistance: a global-scale analysis. *BMC Infectious Diseases*, 2025.
2. Climate change and antimicrobial resistance in the Western Pacific: a mixed-methods systematic analysis. *The Lancet Regional Health – Western Pacific*, 2026.
3. The silent microbial shift: climate change amplifies pathogen evolution, microbiome dysbiosis, and antimicrobial resistance. *Tropical Medicine and Health*, 2025.
4. Seasonal and environmental drivers of antibiotic resistance and virulence in *Escherichia coli* from aquaculture. *Nature Scientific Reports*, 2025.

5. Environmental drivers of antibiotic resistance: Synergistic effects of climate change, co-pollutants, and microplastics. *Science of The Total Environment*, 2025.
6. Ambient temperature variations and antimicrobial resistance: a multicountry analysis of non-linear relationships and temperature thresholds. *BMJ Global Health*, 2026.
7. Unraveling the potential impact of climate change on the evolution and acceleration of antimicrobial resistance. *Environmental Reviews*, 2026.
8. Increased risk of antibiotic resistance in surface water due to global warming. *Environmental Research*, 2024.
9. Panel data analysis of the effect of ambient temperature on antimicrobial resistance in China. *Nature Scientific Reports*, 2025.
10. Spatial panel data analysis of antimicrobial resistance in *Escherichia coli* in China. *Nature Scientific Reports*, 2025.
11. Decade-long warming accelerates antibiotic resistance in grassland soils. *Nature*, 2026.