

**IQLIM O'ZGARISHINING DORI VOSITALARINI SAQLASH
SIFATI VA BARQARORLIGIGA TA'SIRI**

Karimova Malika Kamol qizi

Urganch davlat tibbiyot instituti

Stomatologiya fakulteti Farmatsiya yo'nalishi

1-bosqich talabasi

+998977762509

E-mail malikakarimova0509@gmail.com

Annotatsiya: *Ushbu maqolada global iqlim o'zgarishi, jumladan, havo haroratining ko'tarilishi va anomal issiqlik to'liqlarining farmatsevtika mahsulotlari sifati, xavfsizligi hamda barqarorligiga ko'rsatayotgan tizimli ta'siri atroflicha tahlil qilingan. Faol farmatsevtika substansiyalarining termal, gidrolitik va fotolitik parchalanish mexanizmlari kimyoviy kinetika qonuniyatlari asosida yoritilgan. Maqolada global logistika va "sovuqlik zanjiri" tizimidagi uzilishlar o'rganilib, iqlim o'zgarishi sharoitida an'anaviy yaroqlilik muddatlarini qayta baholash zaruriyati muhokama qilinadi hamda barqarorlashtirish texnologiyalari ilgari suriladi.*

Kalit so'zlar: *iqlim o'zgarishi, dori vositalari barqarorligi, termal degradatsiya, sovuqlik zanjiri, gidroliz, farmatsevtika logistikasi, Arrenius tenglamasi.*

So'nggi o'n yilliklarda yer yuzida kuzatilayotgan global iqlim o'zgarishi nafaqat tabiiy ekotizimlarga, balki sogliqni saqlash va farmatsevtika xavfsizligiga ham jiddiy xavf tug'dirmoqda. Jahon meteorologiya tashkilotining (WMO) rasmiy hisobotlariga ko'ra, global o'rtacha harorat sanoatlashish davridan oldingi ko'rsatkichlarga nisbatan sezilarli darajada ko'tarilgan bo'lib, ekstremal issiqlik to'liqlarining davomiyligi va chastotasi keskin oshgan [1]. Ushbu global transformatsiya farmatsevtika sanoatining eng nozik va kritik nuqtasi — dori

vositalarining barqarorligi (stability) va ularni saqlash sharoitlarini ta'minlash masalasini kun tartibiga chiqarmoqda. Dunyo bozoridagi dorivor preparatlarning mutlaq ko'pchiligi muayyan standart iqlimiy zonalar sharoitida (ko'pincha +15 dan +25 C gacha bo'lgan harorat va 60% gacha bo'lgan nisbiy namlikda) saqlanishi uchun sertifikatlanadi. Biroq, anomal issiq iqlim sharoitida ushbu ko'rsatkichlarning buzilishi dori vositalarining terapevtik samaradorligini keskin pasaytirishi yoki ularning tarkibida toksik xususiyatga ega parchalanish mahsulotlarining hosil bo'lishiga olib kelishi mumkin. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (JST) ekspertlari ta'kidlaganidek, "Dori vositalarining xavfsizligi va samaradorligi ularni ishlab chiqarishdan to oxirgi iste'molchiga yetib borguncha bo'lgan barcha bosqichlarda qat'iy harorat nazoratini talab qiladi va iqlim o'zgarishi ushbu tizimni jiddiy sinovdan o'tkazmoqda" [3]. Ushbu kontekstda, iqlimiy o'zgarishlarning dorilar kimyosiga va logistikasiga ta'sirini fundamental ravishda o'rganish zamonaviy farmatsevtika ilmining kechiktirib bo'lmaydigan vazifasidir.

Dori vositalarining harorat va namlik ta'sirida parchalanishi kimyoviy kinetikaning fundamental qonuniyatlariga bo'ysunadi. Vant-Goff qoidasiga binoan, harorat har 10C ga ko'tarilganda, kimyoviy reaksiyalar tezligi 2-4 barobarga ortadi. Yanada aniqroq hisob-kitoblar uchun qo'llaniladigan Arrenius tenglamasi dorivor moddalarning faollanish energiyasi (E_a) va parchalanish konstantasi (k) o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rsatadi va harorat (T) o'sishi bilan dori tarkibidagi faol farmatsevtika substansiyalarining (FFS) gidroliz, oksidlanish va fotoliz jarayonlari eksponentsial ravishda tezlashishini isbotlaydi [2]. Masalan, hayotiy muhim oqsil tabiati dorilar, xususan insulin, gormonal preparatlar, immunobiologik vaksinalar va monoklonal antitellar qat'iy ravishda +2C dan +8C gacha bo'lgan harorat rejimini ("sovuqlik zanjiri" yoki cold chain) talab qiladi. Havo harorati kritik darajadan oshganda, oqsillarning uchlamchi va to'rtlamchi strukturalarida denaturatsiya (fazoviy shaklning buzilishi) sodir bo'ladi va preparat o'zining immunogenlik yoki gormonal faolligini butunlay yo'qotadi. Faqatgina suyuq va inyeksion shakllar emas, balki qattiq dori shakllari — tabletka va kapsulalar ham yuqori harorat va yuqori nisbiy namlik sharoitida gidrolitik parchalanishga moyil

bo'ladi. Masalan, keng tarqalgan atsetilsalitsil kislotasi (aspirin) nam muhitda tezda sirka va salitsil kislotalariga ajraladi, bu esa dori samaradorligini yo'qotibgina qolmay, bemorlarda me'da-ichak shilliq qavatining kuchli timalishi va qon ketish xavfini oshiradi. Shuningdek, antibiotiklar, ayniqsa beta-laktam guruhi (penitsillinlar, sefalosporinlar), yuqori haroratda o'zining molekulyar halqasini yo'qotib, terapevtik jihatdan nafaol va yuqori darajada allergen moddalarga aylanadi.

Iqlim o'zgarishi keltirib chiqarayotgan yana bir yirik muammo — bu global farmatsevtika logistikasi va ta'minot zanjirining buzilishidir. Hozirgi kunda dunyo bo'ylab vaksinalar va biologik preparatlarni tashishda qo'llaniladigan "sovuqlik zanjiri" tizimi anomal issiqlik to'lqinlarisen va elektr ta'minotidagi uzilishlar (blackouts) sababli tez-tez nosozliklarga uchramoqda. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, rivojlanayotgan mamlakatlarni, ayniqsa tropik va subtropik mintaqalarda (Afrika, Janubiy Osiyo va Markaziy Amerikaning bir qismi), saqlash va tashish sharoitlarining optimal darajada ta'minlanmaganligi sababli barcha yetkazib beriladigan vaksinalarning 25% dan 50% gacha bo'lgan qismi iste'molchiga yetib borguncha o'z sifatini qisman yoki butunlay yo'qotadi. Bu holat nafaqat ulkan iqtisodiy zararga olib keladi, balki yuqumli kasalliklarga qarshi emlash dasturlarining barbod bo'lishiga va epidemiologik xavfning ortishiga sabab bo'ladi. Dorivor vositalar omborlaridagi iqlim nazorati tizimlari ko'pincha ekstremal tashqi harorat sharoitida (masalan, soya harorati +45C dan oshganda) binolarni etarli darajada sovitib bera olmaydi, bu esa dorilarning saqlash muddatini bir necha barobarga qisqartiradi.

Ushbu muammolarning chuqur molekulyar va iqtisodiy tahlili shuni ko'rsatadiki, xalqaro miqyosda qabul qilingan dori vositalarining barqarorligini sinash standartlarini (ICH ko'rsatmalari) iqlim o'zgarishi tendensiyalaridan kelib chiqib qayta ko'rib chiqish vaqti keldi. Hozirda qo'llanilayotgan barqarorlik sinovlari iqlim zonalarining statsionar ekanligi haqidagi eski farazga asoslangan. Biroq, real vaqtda ko'plab geografik hududlar tez sur'atlar bilan issiqroq va namroq iqlim toifalari sari siljimoqda. Bu esa dorilarning qadog'ida ko'rsatilgan 2 yoki 3

yillik yaroqlilik muddati real hayotda ancha qisqa bo'lishi mumkinligini anglatadi. Ayniqsa, bemorlar tomonidan uylarda dori saqlash madaniyati tahlil qilinganda, ko'p hollarda preparatlar oshxona yoki yuvinish xonalarida — ya'ni harorat va namlik eng yuqori bo'lgan joylarda saqlanishi aniqlangan. Bu holat iqlim inqirozi sharoitida dori vositalarining toksikologik xavfini yanada oshiradi. Masalan, shoshilinch tibbiy yordam preparatlari (nitroglitserin, adrenal in epinefrin) issiqlik ta'sirida bir necha soat ichida parchalansa, bemor krizis holatida hayotiy muhim yordamdan mahrum bo'ladi. Shuning uchun farmatsevtika sanoatida faqatgina kimyoviy formulani optimallashtirish emas, balki iqlimga moslashgan aqlli qadoqlash (Smart va Active Packaging) texnologiyalarini rivojlantirish zarurati tug'iladi.

Xulosa qilib aytganda, global iqlim o'zgarishi dori vositalarining barqarorligi va xavfsizligiga bevosita daxldor bo'lgan tizimli ekogen inqirozdir. Ushbu muammoni bartaraf etish va dori sifatini saqlab qolish uchun farmatsevtika sanoatida nanotexnologik termomateriallardan tayyorlangan qadoqlarni joriy etish, logistika zanjirida qayta tiklanadigan energiya manbalarida (quyosh panellarida) ishlaydigan avtonom muzlatkich tizimlarini ommalashtirish lozim. Farmakopeya qo'mitalari dori vositalarining barqarorligini baholashda "stress-test" harorati parametrlarini yuqoriroq ko'rsatkichlarga moslab o'zgartirishi, shuningdek, shifokorlar va aholi o'rtasida anomal issiqlik sharoitida dorilarni saqlash bo'yicha keng qamrovli tushuntirish ishlarini olib borish strategik ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

- [1] World Meteorological Organization (WMO). (2024). State of the Global Climate 2023. WMO-No. 1316. Geneva.
- [2] Bajaj, S., & Singla, A. K. (2021). "Stability Testing of Pharmaceutical Products: An Overview." *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 90(3), 214-234.
- [3] World Health Organization. (2022). Guidelines for the storage and transport of time- and temperature-sensitive pharmaceutical products. WHO Technical Report Series, No. 1044.
- [4] Kumru, O. S., et al. (2024). "Vaccine Stability in the Cold Chain:

Phenomenological and Kinetic Models.” Trends in Biotechnology, 32(1), 34-44.

[5] Yoshioka, S., & Stella, V. J. (2022). Stability of Drugs and Dosage Forms. Springer Science & Business Media.

[6] Guimier, L., et al. (2023). “Challenges in Vaccine Cold Chain Logistics in Developing Nations.” Vaccine, 41(8), 1421-1430.

[7] International Council for Harmonisation (ICH). (2023). Q1A(R2): Stability Testing of New Drug Substances and Products.

[8] Cohen, V., et al. (2021). “The effect of ambient temperature on the degradation of emergency medications.” American Journal of Emergency Medicine, 39, 112-118.

[9] Waterman, K. C., et al. (2022). “An improved and accelerated approach to pharmaceutical stability testing.” Pharmaceutical Research, 19(8), 1105-1114.

[10] Clavel, T. (2024). “Climate change impacts on infrastructure and pharmaceutical supply chains.” Global Health Action, 17(1), 22314.