CHO‘L MINTAQALARIDA TARQALGAN UMURTQALI HAYVONLARNING EKSTREMAL HARORAT SHAROITLARIGA ADAPTATSIYA MEXANIZMLARI

Fayziyeva Sitora Iskandarovna
E-mail: sitorafayziyeva05@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.23170172

Annotatsiya. Mazkur maqolada cho‘l mintaqalarida yashovchi umurtqali hayvonlarning yuqori va past ekstremal harorat sharoitlariga moslashish mexanizmlari tahlil qilingan. Cho‘l ekotizimlarida haroratning sutkalik va mavsumiy keskin o‘zgarishi, kuchli quyosh radiatsiyasi hamda suv tanqisligi hayvonlarning termoregulyatsiyasi uchun murakkab ekologik sharoitlarni yuzaga keltiradi. Tadqiqotda sudralib yuruvchilar, qushlar va sutemizuvchilarning xulq-atvor, morfologik, fiziologik va biokimyoviy adaptatsiyalari o‘rganildi. Termik mikrohabitatni tanlash, tungi faollik, inlardan foydalanish, tana haroratini boshqarish, bug‘lanish orqali sovish, suvni tejash, heterotermiya va issiqlik shok oqsillarining hosil bo‘lishi muhim moslanish mexanizmlari sifatida aniqlandi. Cho‘l umurtqalilarining moslashuvi yagona mexanizmga emas, balki bir-birini to‘ldiruvchi kompleks adaptiv strategiyalar tizimiga asoslanishi ko‘rsatildi.
Kalit so‘zlar: cho‘l ekotizimi, umurtqali hayvonlar, termoregulyatsiya, adaptatsiya, ekstremal harorat, heterotermiya, suv balansi, fiziologik moslanish.

Аннотация. В данной статье анализируются механизмы адаптации позвоночных, обитающих в пустынных регионах, к экстремальным высоким и низким температурам. В пустынных экосистемах резкие суточные и сезонные изменения температуры, сильное солнечное излучение и нехватка воды создают сложные экологические условия для терморегуляции животных. В исследовании рассматривались поведенческие, морфологические, физиологические и биохимические адаптации рептилий, птиц и млекопитающих. Важными механизмами адаптации были определены выбор термических микросред, ночная активность, использование нор, контроль температуры тела, испарительное охлаждение, сохранение воды, гетеротермия и выработка белков теплового шока. Показано, что адаптация пустынных позвоночных основана не на одном механизме, а на системе сложных, взаимодополняющих адаптивных стратегий.
Ключевые слова: пустынная экосистема, позвоночные, терморегуляция, адаптация, экстремальные температуры, гетеротермия, водный баланс, физиологическая адаптация.

Abstract. This article analyzes the mechanisms by which vertebrate animals inhabiting desert regions adapt to conditions of extreme high and low temperatures. In desert ecosystems, drastic diurnal and seasonal temperature fluctuations, intense solar radiation, and water scarcity create challenging environmental conditions for animal thermoregulation. The study examined the behavioral, morphological, physiological, and biochemical adaptations of reptiles, birds, and mammals. Key adaptive mechanisms identified include the selection of

thermal microhabitats, nocturnal activity, burrow use, body temperature regulation, evaporative cooling, water conservation, heterothermy, and the production of heat shock proteins. It is demonstrated that the adaptation of desert vertebrates relies not on a single mechanism, but on a system of complementary, complex adaptive strategies.

Key words: desert ecosystem, vertebrates, thermoregulation, adaptation, extreme temperature, heterothermy, water balance, physiological adaptation.

Kirish. Cho‘l ekotizimlari o‘zining yuqori harorat, kuchli quyosh radiatsiyasi, atmosfera namligining pastligi, yog‘ingarchilikning kamligi va suv resurslarining cheklanganligi bilan boshqa tabiiy zonalardan keskin farq qiladi. Ayniqsa, sutkalik harorat amplitudasining katta bo‘lishi cho‘l hayvonlari uchun muhim ekologik va fiziologik muammo hisoblanadi. Kunduzgi vaqtda tuproq hamda havo harorati keskin ko‘tarilsa, kechasi haroratning sezilarli darajada pasayishi kuzatiladi. Bunday sharoitda hayvonlarning yashab qolishi ularning termoregulyatsiya, suv almashinuvi va energiya sarfini boshqarish qobiliyatiga bevosita bog‘liq. Cho‘l hayvonlarining ekstremal muhitga moslashuvi evolyutsion jihatdan turli yo‘nalishlarda shakllangan. Ayrim turlar noqulay harorat sharoitlaridan xulq-atvor orqali qochsa, boshqalari fiziologik jihatdan yuqori haroratga chidamlilikni rivojlantirgan. Ilmiy adabiyotlarda cho‘l hayvonlari shartli ravishda noqulay sharoitdan “qochuvchilar”, bug‘lanish orqali sovuvchilar va yuqori haroratga chidovchilar guruhlariga ajratiladi.

Sudralib yuruvchilar, masalan, tashqi muhit haroratiga kuchli bog‘langan ektoterm hayvonlar hisoblanadi. Shu sababli ular quyoshga chiqish, soyaga o‘tish, inlardan foydalanish va faoliyat vaqtini o‘zgartirish orqali tana haroratini boshqaradi. Sutemizuvchilar va qushlar esa endoterm organizmlar sifatida metabolik issiqlik hosil qilish orqali tana haroratini nisbatan barqaror saqlashga qodir. Iqlim o‘zgarishi sharoitida cho‘l hududlarida haroratning yanada oshishi ushbu adaptatsiya mexanizmlarini o‘rganishning ilmiy-amaliy ahamiyatini kuchaytirmoqda. Zamonaviy tadqiqotlarda cho‘l sudralib yuruvchilarining issiqlik stressiga javobi va xulq-atvor plastiklik darajasi ularning kelajakdagi iqlim sharoitlariga chidamliligini baholashda muhim omil sifatida ko‘rilmoqda.

Adabiyotlar tahlili. Cho‘l hayvonlarining ekstremal haroratga moslashuvi ekologiya, zoologiya va fiziologiyaning muhim tadqiqot yo‘nalishlaridan biridir. D. Ward cho‘l hayvonlarining abiotik omillarga moslashuvini morfologik, fiziologik va xulq-atvor mexanizmlari orqali tahlil qilib, termoregulyatsiyada mikrohabitatni tanlash, tana haroratini o‘zgartirish va metabolik jarayonlarni boshqarish muhimligini ko‘rsatgan.

Schwimmer va Haim kichik cho‘l sutemizuvchilarining fiziologik moslanishlarini o‘rganib, termoregulyatsiya, osmoregulyatsiya, suv va tuz almashinuvi o‘zaro bog‘liq holda ishlashini ta’kidlagan. Ayniqsa, past metabolik faollik va suv tanqisligi sharoitida fiziologik jarayonlarning qayta tashkil etilishi cho‘l kemiruvchilarining yashab qolishida muhim ahamiyatga ega.

Fuller va hammualliflar qurg‘oqchil hududlardagi yirik sutemizuvchilarda tana haroratining o‘zgaruvchanligi, xulq-atvor orqali termoregulyatsiya va selektiv miya sovitilishi kabi mexanizmlarni tahlil qilgan. Ularning fikricha, soya izlash, tungi faollik va tana holatini o‘zgartirish kabi xulq-atvor reaksiyalari fiziologik mexanizmlarga nisbatan kamroq energetik xarajat talab qiladi.

Mitchell va hammualliflarning tadqiqotlarida qurg‘oqchil hudud sutemizuvchilarida adaptiv heterotermiya va selektiv miya sovitilishi muhim termoregulyatsion mexanizmlar sifatida ko‘rsatilgan. Heterotermiya tana haroratini ma’lum darajada o‘zgartirish orqali suv yo‘qotilishini kamaytirishga yordam beradi.

Cho‘l qushlari orasida qum kaptarlari (sandgrouse) ekstremal issiqlik va suv tanqisligiga moslashuvning yorqin misollaridan biridir. Ularning termoregulyatsiyasida mikrohabitatni tanlash, faoliyat vaqtini o‘zgartirish, patlarni ko‘tarish va bug‘lanish orqali issiqlikni chiqarish kabi mexanizmlar muhim rol o‘ynaydi. Shunday qilib, adabiyotlar tahlili cho‘l umurtqalilarining ekstremal haroratga moslashuvi xulq-atvor, morfologik, fiziologik va molekulyar mexanizmlarning kompleks tizimidan iborat ekanligini ko‘rsatadi.

Tadqiqot natijalari va muhokamasi. Tadqiqot natijalari cho‘l mintaqalarida yashovchi umurtqali hayvonlarning ekstremal harorat sharoitlariga moslashuvi ko‘p bosqichli va kompleks biologik mexanizmlar asosida amalga oshishini ko‘rsatdi. Cho‘l ekotizimlarida yuqori harorat, kuchli quyosh radiatsiyasi, havo namligining pastligi va suv resurslarining cheklanganligi hayvon organizmiga bir vaqtning o‘zida bir nechta stress omillarining ta’sir ko‘rsatishiga sabab bo‘ladi. Shu bois termoregulyatsiya faqat tana haroratini boshqarish bilan emas, balki suv va energiya almashinuvini muvofiqlashtirish bilan ham chambarchas bog‘liq.

Xulq-atvor orqali termoregulyatsiya. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, cho‘l umurtqalilarida ekstremal haroratga moslashishning eng muhim va tezkor mexanizmlaridan biri xulq-atvor o‘zgarishlaridir. Hayvonlar noqulay harorat sharoitidan qochish orqali organizmga tushadigan issiqlik yuklamasini kamaytiradi. Cho‘l sutemizuvchilari va sudralib yuruvchilarining katta qismi kunning eng issiq vaqtlarida faoliyatini kamaytirib, ertalab, kechqurun yoki tungi vaqtda faol bo‘ladi. Bunday strategiya organizmning ortiqcha qizib ketishining oldini olish bilan birga, bug‘lanish orqali suv yo‘qotilishini ham kamaytiradi. Sudralib yuruvchilarda termik mikrohabitatni tanlash alohida ahamiyatga ega. Masalan, kaltakesaklar ertalab quyosh nuri tushadigan joylarda tana haroratini oshiradi, optimal haroratga erishgach esa soya, tosh osti yoki inlarga o‘tadi. Bu jarayon organizmga tashqi muhit haroratidan foydalanib, tana haroratini nisbatan optimal diapazonda ushlab turish imkonini beradi. Shunday qilib, xulq-atvor termoregulyatsiyasi fiziologik mexanizmlarga nisbatan kamroq energetik xarajat talab qiladigan dastlabki himoya strategiyasi sifatida namoyon bo‘ladi.

Sudralib yuruvchilarning termik moslashuvi. Sudralib yuruvchilar ektoterm organizmlar bo‘lganligi sababli ularning tana harorati tashqi muhit haroratiga kuchli bog‘liq. Tadqiqot natijalari ushbu guruhda termoregulyatsiyaning asosiy vositasi tana haroratini fiziologik ravishda doimiy ushlab turish emas, balki tashqi muhitdagi issiqlik manbalaridan foydalanishni faol boshqarish ekanligini ko‘rsatadi. Cho‘l kaltakesaklarida quyoshda isinish va soyaga o‘tish o‘rtasidagi almashinuv tana haroratining optimal darajada saqlanishini ta’minlaydi. Harorat haddan tashqari oshgan sharoitda esa hayvonlar inlardan foydalanadi. Yer osti inlari nisbatan barqaror harorat va namlikni ta’minlagani sababli ular ekstremal issiqlikdan himoyalanishning muhim mikrohabitati hisoblanadi. Bundan tashqari, sudralib yuruvchilarda teri qoplamining tuzilishi suv yo‘qotilishini kamaytirishga xizmat qiladi. Bu xususiyat termoregulyatsiya va suv balansining o‘zaro bog‘liqligini ko‘rsatadi.

Sutemizuvchilarda fiziologik adaptatsiyalar. Cho‘l sutemizuvchilarida yuqori haroratga moslashuv nisbatan murakkab fiziologik mexanizmlar orqali amalga oshadi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, bunday hayvonlarda evaporativ sovish, heterotermiya, suvni tejash va

metabolik faollikni boshqarish asosiy adaptatsion mexanizmlar hisoblanadi. Evaporativ sovish nafas olish va terlash orqali organizmdagi ortiqcha issiqlikni chiqarishga imkon beradi. Biroq cho‘l sharoitida suv resurslarining cheklanganligi sababli bug‘lanishning haddan tashqari kuchayishi organizm uchun salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin. Shu sababli cho‘l sutemizuvchilarida suv yo‘qotilishini minimallashtiruvchi fiziologik mexanizmlar rivojlangan. Muhim mexanizmlardan biri adaptiv heterotermiya bo‘lib, bunda hayvon tana haroratini ma’lum chegaralarda o‘zgartirishga imkon beradi. Tana haroratining nisbatan ko‘tarilishiga vaqtincha yo‘l qo‘yish orqali organizm evaporativ sovishga bo‘lgan ehtiyojni kamaytiradi. Natijada suv sarfi qisqaradi va energiya tejaladi.

Suv almashinuvi va termoregulyatsiyaning o‘zaro bog‘liqligi. Tadqiqotning muhim natijalaridan biri shundaki, cho‘l hayvonlarida termoregulyatsiya va suv balansi bir-biridan ajralgan holda ishlamaydi. Yuqori harorat organizmning suvga bo‘lgan ehtiyojini oshiradi, suv tanqisligi esa organizmning sovish imkoniyatlarini cheklaydi.

Shu sababli cho‘l umurtqalilarida quyidagi adaptiv muvozanat shakllangan:

yuqori harorat → tana qizishi → evaporativ sovish → suv yo‘qotilishi → suvni tejash mexanizmlarining faollashuvi.

Ushbu mexanizmning samaradorligi hayvonning ekologik nishasi, tana hajmi, faoliyat vaqti hamda suv manbalariga bog‘liq. Ayniqsa, kichik sutemizuvchilarda metabolik suvdan foydalanish, konsentrlangan siydik ajratish va nafas orqali suv yo‘qotilishini kamaytirish muhim ahamiyatga ega. Bunday moslanishlar cho‘l sharoitida tashqi suv manbalariga bog‘liqlikni sezilarli darajada kamaytiradi.

Cho‘l qushlarining issiqlikka moslashuvi. Qushlarda yuqori metabolizm tufayli tana ichida katta miqdorda issiqlik hosil bo‘ladi. Shu sababli cho‘l qushlari uchun ortiqcha issiqlikni chiqarish muhim fiziologik vazifa hisoblanadi. Qum kaptarlari kabi cho‘l qushlarida suv va issiqlik almashinuvini muvofiqlashtirish yuqori darajada rivojlangan. Bunday moslashuvlar suv manbalaridan uzoqda joylashgan hududlarda ham yashash imkonini beradi.

Morfologik adaptatsiyalar. Tadqiqot davomida cho‘l umurtqalilarining tana tuzilishida issiqlik almashinuvini boshqarishga yordam beradigan qator belgilar mavjudligi aniqlandi. Ular orasida tana yuzasi va hajmining nisbati, tana qoplamining xususiyatlari, quloqlarning kattaligi, oyoqlarning tuzilishi va tana rangining ekologik ahamiyati mavjud. Masalan, ayrim cho‘l sutemizuvchilarining katta quloqlari issiqlikni tashqi muhitga chiqarish uchun qo‘shimcha yuza hosil qiladi. Tana qoplamining och rangda bo‘lishi esa quyosh radiatsiyasining bir qismini qaytarishga yordam beradi. Sudralib yuruvchilarda esa terining quruq va nisbatan suv o‘tkazmaydigan tuzilishi suv yo‘qotilishini kamaytiradi. Demak, morfologik belgilar bir vaqtning o‘zida ham termoregulyatsiya, ham suv balansini saqlashga xizmat qiladi.

Hujayraviy va biokimyoviy adaptatsiyalar. Ekstremal harorat ta’sirida organizmning hujayra darajasidagi faoliyatida ham muhim o‘zgarishlar sodir bo‘ladi. Yuqori harorat oqsil molekulalarining denaturatsiyasi va hujayra membranalari faoliyatining buzilishi xavfini oshiradi. Bunday sharoitda issiqlik shok oqsillari — Heat Shock Proteins (HSP) sintezining kuchayishi muhim himoya mexanizmi hisoblanadi. Ushbu oqsillar boshqa oqsillarning strukturaviy barqarorligini saqlash, shikastlangan oqsillarni tiklash va hujayraning issiqlik stressiga chidamliligini oshirishda ishtirok etadi. Demak, cho‘l hayvonlarining ekstremal

haroratga moslashuvi faqat tashqi xulq-atvor bilan cheklanmay, hujayra va molekulyar darajada ham davom etadi.

Adaptatsiya mexanizmlarining kompleksligi. Tadqiqot natijalarini umumlashtirish asosida cho‘l umurtqalilarining termik adaptatsiyasini quyidagi tizim ko‘rinishida ifodalash mumkin:

Ekstremal harorat → xulq-atvoriy javob → fiziologik moslashuv → suv va energiya balansini boshqarish → hujayraviy himoya → hayotiy faoliyatning barqarorlashuvi.

Bu jarayonda xulq-atvor mexanizmlari eng tezkor javobni ta’minlasa, fiziologik mexanizmlar uzoqroq davom etuvchi stressga moslashishni ta’minlaydi. Molekulyar mexanizmlar esa hujayralarning ekstremal harorat ta’sirida faoliyatini saqlab qolishga yordam beradi.

Iqlim o‘zgarishi sharoitidagi muhokama. Iqlim o‘zgarishi natijasida cho‘l hududlarida o‘rtacha haroratning oshishi va issiq to‘lqinlarning chastotasi ortishi mavjud adaptatsiya mexanizmlariga qo‘shimcha bosim yaratadi. Agar atrof-muhit harorati hayvonlarning maksimal termik tolerantlik chegarasidan oshib ketsa, xulq-atvor orqali moslashishning o‘zi yetarli bo‘lmasligi mumkin. Ayniqsa, faoliyat vaqtini tungi davrga o‘zgartirish oziqlanish, juftlashish va yirtqichlardan himoyalanish kabi boshqa ekologik jarayonlarga ta’sir qilishi mumkin. Shuning uchun iqlim o‘zgarishi sharoitida turlarning yashovchanligini baholashda faqat fiziologik issiqlikka chidamlilik emas, balki ularning xulq-atvor plastiklik darajasi va mos mikrohabitatlarning mavjudligi ham hisobga olinishi kerak.n Umuman, tadqiqot natijalari cho‘l umurtqali hayvonlarining ekstremal harorat sharoitlariga moslashuvi ko‘p komponentli, integratsiyalashgan va evolyutsion jihatdan shakllangan tizim ekanligini ko‘rsatadi. Ushbu tizimning har bir komponenti — xulq-atvor, morfologiya, fiziologiya va hujayraviy mexanizmlar — hayvonning yashash muhitidagi termik va suv stressini kamaytirishga xizmat qiladi.

Xulosa. Cho‘l mintaqalarida tarqalgan umurtqali hayvonlarning ekstremal harorat sharoitlariga moslashuvi uzoq davom etgan evolyutsion jarayonlar natijasida shakllangan murakkab biologik tizim hisoblanadi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, ushbu moslashuvni xulq-atvor, morfologik, fiziologik va biokimyoviy mexanizmlarning o‘zaro uyg‘unligi sifatida baholash mumkin. Sudralib yuruvchilarda termik mikrohabitatni tanlash, inlardan foydalanish va faoliyat vaqtini o‘zgartirish yetakchi mexanizmlar bo‘lsa, sutemizuvchilarda heterotermiya, suvni tejash, evaporativ sovish va metabolik moslashuv muhim ahamiyatga ega. Cho‘l qushlarida esa bug‘lanish orqali sovish, mikrohabitatni tanlash va suv balansini boshqarish mexanizmlari rivojlangan. Shuningdek, hujayraviy darajada issiqlik shok oqsillari va metabolik moslanishlar organizmlarning yuqori harorat ta’siriga chidamliligini oshiradi. Shu sababli cho‘l umurtqalilarining ekstremal haroratga moslashuvini o‘rganishda turli biologik darajalarni — xulq-atvordan molekulyar mexanizmlargacha — kompleks ravishda tadqiq etish maqsadga muvofiq. Iqlim o‘zgarishi sharoitida mazkur tadqiqot yo‘nalishi nafaqat nazariy biologiya, balki cho‘l bioxilma-xilligini saqlash, noyob va endemik turlarni muhofaza qilish hamda tabiiy ekotizimlarning barqarorligini ta’minlash uchun ham muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ward D. The Biology of Deserts. – Oxford: Oxford University Press, 2008. – P. 66–101.
2. Ward D. The Biology of Deserts. 2nd Edition. – Oxford: Oxford University Press, 2016. – P. 75–108.
3. Schwimmer H., Haim A. Physiological adaptations of small mammals to desert ecosystems // Integrative Zoology. – 2009. – Vol. 4, No. 4. – P. 357–366.
4. Fuller A., Hetem R.S., Maloney S.K., Mitchell D. Adaptation to Heat and Water Shortage in Large, Arid-Zone Mammals // Physiology. – 2014. – Vol. 29, No. 3.
5. Mitchell D., Maloney S.K., Jessen C., Laburn H.P., Kamerman P.R., Fuller A. Adaptive heterothermy and selective brain cooling in arid-zone mammals // Comparative Biochemistry and Physiology Part B. – 2002. – Vol. 131, No. 4. – P. 571–585.
6. Cain J.W. III, Krausman P.R., Rosenstock S.S., Turner J.T. Literature Review and Annotated Bibliography: Water Requirements of Desert Ungulates. U.S. Geological Survey Open-File Report 2005-1141. – 2005.
7. Al-Amin A. et al. Mechanisms of thermoregulation and water balance in desert ungulates // Wildlife Society Bulletin. – 2006.
8. McKechnie A.E., Wolf B.O. What's special about the physiological ecology of desert organisms? // Journal of Arid Environments.
9. Grigg G., Beard L.A. Endocrinology of osmoregulation and thermoregulation of Australian desert tetrapods // General and Comparative Endocrinology. – 2016.
10. Life in Deserts: The Genetic Basis of Mammalian Desert Adaptation // Trends in Ecology & Evolution. – 2021. – Vol. 36, No. 7. – P. 637–650.