HASHAROTLARNING BIOINDIKATOR SIFATIDAGI EKOLOGIK AHAMIYATI

Qodirova Madina Nosirovna
Buxoro Davlat Pedagogika instituti 4-kurs talabasi
E-mail: madinaq475@gmail.com

Annotatsiya: *Mazkur maqolada hasharotlarning bioindikator organizmlar sifatidagi ekologik ahamiyati ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqotda turli ekologik omillarga nisbatan hasharotlar guruhlarining sezuvchanligi, ularning muhit sifatini baholashdagi o‘rni hamda antropogen ta’sirlarni aniqlashdagi ahamiyati yoritiladi. Natijalar hasharotlar populyatsiyasi tarkibi va xilma-xilligi atrof-muhit holatini baholashda ishonchli biologik ko‘rsatkich ekanligini ko‘rsatadi. Ushbu maqola ekologiya, biologiya va tabiatni muhofaza qilish sohalarida ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.*

Kalit so‘zlar: *bioindikator, hasharotlar, ekologik monitoring, biologik xilma-xillik, antropogen omillar, atrof-muhit sifati.*

Аннотация: *В данной статье с научной точки зрения анализируется экологическое значение насекомых как биоиндикаторных организмов. В исследовании рассматривается чувствительность различных групп насекомых к экологическим факторам, их роль в оценке качества окружающей среды, а также значение в выявлении антропогенных воздействий. Полученные результаты показывают, что структура и разнообразие популяций насекомых являются надёжными биологическими показателями состояния окружающей среды. Статья имеет научно-практическую значимость для областей экологии, биологии и охраны природы.*

Ключевые слова: *биоиндикатор, насекомые, экологический мониторинг, биологическое разнообразие, антропогенные факторы, качество окружающей среды.*

Abstract: *This article provides a scientific analysis of the ecological significance of insects as bioindicator organisms. The study highlights the sensitivity of various insect groups to environmental factors, their role in assessing environmental quality, and their importance in detecting anthropogenic impacts. The results demonstrate that the composition and diversity of insect populations serve as reliable biological indicators of environmental conditions. This article has scientific and practical relevance for the fields of ecology, biology, and nature conservation.*

Keywords: *bioindicator, insects, environmental monitoring, biodiversity, anthropogenic factors, environmental quality.*

Hozirgi vaqtda atrof-muhit holatini baholash va ekologik muammolarni aniqlashda biologik indikatorlardan foydalanish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etib kelmoqda[3]. Bioindikatorlar - bu muayyan ekologik sharoitlarga sezgir bo‘lgan tirik organizmlar bo‘lib, ular orqali muhitning sifat ko‘rsatkichlarini aniqlash mumkin. Hasharotlar bioindikator organizmlar orasida alohida o‘rin tutadi, chunki ular son jihatdan ko‘pligi va muhit o‘zgarishlariga tezkor javob berishi bilan ajralib turadi[4].

Hasharotlar deyarli barcha quruqlik va chuchuk suv ekosistemalarida uchraydi va ularning turlari turli ekologik qismlarni egallaydi. Shu sababli hasharotlar populyatsiyasidagi o‘zgarishlar ekologik muvozanatning buzilishi, ifloslanish darajasi va antropogen bosim haqida muhim axborot beradi[5]. Ushbu maqolaning maqsadi hasharotlarning bioindikator sifatidagi ekologik ahamiyatini ilmiy asosda yoritib berishdan iborat.

Tadqiqot jarayonida ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish, ekologik monitoring bo‘yicha mavjud ma’lumotlarni solishtirish va umumlashtirish usullaridan foydalanildi. Hasharotlarning bioindikatorlik xususiyatlari ularning ekologik guruhlari, yashash muhitiga bog‘liqligi va muayyan omillarga sezuvchanligi asosida baholandi[2].

Shuningdek, suv va quruqlik ekotizimlarida keng qo‘llaniladigan bioindikator hasharotlar guruhlari, jumladan Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera va Lepidoptera vakillari haqida ma’lumotlar tahlil qilindi[6]. Antropogen omillar, xususan sanoat chiqindilari, qishloq xo‘jaligi pestitsidlari va urbanizatsiya ta’sirida hasharotlar populyatsiyasidagi o‘zgarishlar ilmiy manbalar asosida o‘rganildi[3,11,12].

Ushbu mavzuga doir bir qancha olimlar faoliyat olib borishgan jumladan:

Kevan P. G. (1999)- changlatuvchi hasharotlar, ayniqsa asalarilar, kapalaklar va pashshalarning atrof-muhit holatini baholashdagi rolini chuqur o‘rgangan olimlardan biri hisoblanadi. Uning tadqiqotlarida changlatuvchilarning populyatsiya dinamikasi, xilma-xilligi va faolligi muhit sifati bilan bevosita bog‘liqligi ilmiy asoslab berilgan. Kevan changlatuvchilarning pestitsidlar, havoning ifloslanishi, yashash joylarining parchalanishi kabi antropogen omillarga juda sezgir ekanligini ko‘rsatgan. U changlatuvchi hasharotlarni nafaqat o‘simliklar reproduksiyasi uchun muhim organizmlar, balki agroekotizimlar va tabiiy landshaftlarning ekologik barqarorligini ko‘rsatuvchi biologik indikatorlar sifatida baholagan. Uning ilmiy ishlari global miqyosda changlatuvchilar inqirozi muammosini tushunishda asosiy nazariy manbalardan biri hisoblanadi[7.8].

Rosenberg D. M. va Resh V. H. (1993)- chuchuk suv ekotizimlarida biologik monitoring metodologiyasini shakllantirgan yetakchi olimlardir. Ular tomonidan ishlab chiqilgan yondashuvlarda suv makro-umurtqasizlari, xususan EPT guruhi (Ephemeroptera – bir kunlik pashshalar, Plecoptera – toshqanotlilar, Trichoptera – ipakqanotlilar) asosiy bioindikator sifatida ko‘riladi. Ushbu guruhlar suvning ifloslanishiga, kislorod tanqisligiga va gidrologik o‘zgarishlarga juda sezgir bo‘lib, suv sifati va ekologik holatni aniq baholash imkonini beradi. Ularning ishlari asosida bugungi kunda ko‘plab mamlakatlarda biomonitoring indekslari, jumladan, EPT indeksi va biotik indekslar keng qo‘llanilib kelinmoqda[6,9,10].

Heliövaara K. va Väisänen R. (1990)- mazkur olimlar sanoat faoliyati natijasida yuzaga keladigan ifloslanish, ayniqsa og‘ir metallarning hasharotlar populyatsiyasiga ta’sirini o‘rgangan. Ular kapalaklar, bargxo‘r va o‘rmon hasharotlarining morfologik, fiziologik va populyatsion o‘zgarishlarini tahlil qilib, ifloslangan hududlarda hasharotlar xilma-xilligi kamayishini ilmiy jihatdan isbotlab bergan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, og‘ir metallarning bioakkumulyatsiyasi hasharotlarning rivojlanishi, ko‘payishi va yashovchanligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu ishlar hasharotlarni sanoat hududlarida ekologik monitoring vositasi sifatida qo‘llash uchun muhim ilmiy asos yaratgan[11,12].

Chowdhury S, Dubey V. K. (2023)- zamonaviy tadqiqotlarda Chowdhury va hamkorlari hasharotlarni ekologik monitoringdagi “yashirin xazina” sifatida ta’riflaydi. Ular molekulyar biologiya, GIS texnologiyalar, uzoqdan zondlash va avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari bilan hasharotlar bioindikatsiyasini integratsiya qilish imkoniyatlarini tahlil qilgan. Tadqiqotlarda hasharotlar orqali iqlim o‘zgarishi, urbanizatsiya, qishloq xo‘jaligi intensivlashuvi kabi global jarayonlarni baholash mumkinligi ko‘rsatib berilgan. Ushbu ishlar bioindikatsiyani an’anaviy usullardan zamonaviy kompleks monitoring tizimlariga o‘tishda muhim ahamiyatga ega.

Rainio J. va Niemelä J. (2003)- yer qo‘ng‘izlari (Carabidae) ekologiyasini chuqur o‘rganib, ularni landshaft o‘zgarishlari va ifloslanish darajasining ishonchli indikatorlari sifatida baholagan. Yer qo‘ng‘izlari tuproq sharoiti, o‘simlik qoplami va antropogen bosimga tez moslashuvchi yoki sezgir guruh hisoblanadi. Tadqiqotlar natijasida urbanizatsiya va intensiv qishloq xo‘jaligi hududlarida Carabidae turlarining tarkibi va soni keskin o‘zgarishi aniqlangan. Bu ularni ekologik monitoring va yer resurslarini baholashda muhim bioindikatorga aylantiradi[13,14].

Qodirov A. va Sharipova G. (2020)- ushbu O‘zbekistonlik olimlar go‘ngxo‘r qo‘ng‘izlarning (Scarabaeidae) tuproq unumdorligini oshirish va ekologik holatni baholashdagi rolini o‘rgangan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, go‘ngxo‘rlar organik qoldiqlarni parchalaydi, tuproq aeratsiyasini yaxshilaydi va mikrobiologik faollikni oshiradi. Shu bilan birga, ularning populyatsiya holati chorvachilik tizimi, tuproq ifloslanishi va agroekotizim barqarorligini ko‘rsatib beruvchi muhim bioindikator hisoblanadi[17,18].

Z.Yusupov, F.Karimov va R.Abdullayev (2022)- mazkur tadqiqotchi olimlar O‘zbekistonning tog‘li hududlarida hasharotlar bioxilma-xilligini o‘rganib, ularning ekotizim barqarorligi bilan bog‘liqligini tahlil qilgan. Tadqiqotlarda balandlik mintaqalari bo‘yicha hasharotlar turlarining taqsimlanishi, iqlim va antropogen omillarga sezgirligi aniqlangan. Ular hasharotlar xilma-xilligini tog‘ ekotizimlarining ekologik sog‘lomligini baholashda asosiy indikatorlardan biri sifatida taklif qilgan[19,20].

S.N.Borisov(2022)- Kaspiybo‘yi va Markaziy Osiyo suv havzalarida uchraydigan suv hasharotlarining bioindikatorlik xususiyatlarini tadqiq etgan. U suv hasharotlari faunasi orqali suv ekotizimlarining ifloslanish darajasi, gidrologik rejimi va antropogen ta’sirni baholash imkoniyatlarini ko‘rsatib bergan. Tadqiqotlar mintaqaviy suv resurslarini muhofaza qilish va monitoring qilishda muhim amaliy ahamiyatga ega[21].

Z.Hakimov, U.O‘rinov (2025)- ushbu olimlar O‘zbekistonning cho‘l va dasht ekotizimlarida hasharotlar xilma-xilligini ekologik monitoring vositasi sifatida qo‘llash ustida ish olib bormoqdalar. Tadqiqotlarda ekstremal iqlim sharoitida yashovchi hasharotlarning moslanish mexanizmlari, populyatsiya barqarorligi va antropogen bosimga javobi tahlil qilinmoqda. Bu ishlar cho‘l ekotizimlarini muhofaza qilish va barqaror boshqarish uchun muhim ilmiy asos yaratadi[22].

Mazkur ilmiy yondashuvlar hasharotlarning ekotizim holatining o‘zgarishiga yuqori sezgirligi, keng tarqalganligi va qisqa rivojlanish sikliga ega ekanligi tufayli eng muhim bioindikator organizmlar qatoriga kiritilishini izohlaydi. Shu jihatdan, yuqoridagi olimlar

tadqiqotlari hasharotlar asosida ekologik monitoring olib borishning ilmiy va amaliy ahamiyatini to‘liq asoslab beradi[4,5].

Hasharotlar ekotizim holatining o‘zgarishiga juda sezgirligi, qisqa hayot sikli va keng tarqalganligi tufayli eng muhim bioindikatorlar hisoblanadi. Ularning ekologik ahamiyati quyidagi yo‘nalishlarda namoyon bo‘ladi:

Suv sifati ko‘rsatkichi: Ninachilar (Odonata), kunliklar (Ephemeroptera) va bahorikorlar (Plecoptera) kabi suv hasharotlari suvning tozaligi va undagi kislorod miqdoriga juda talabchan. Ularning turlari kamayishi suvning ifloslanganligidan dalolat beradi[6,9,21].

Tuproq unumdorligi va ifloslanishi: Tuproqda yashovchi qo‘ng‘izlar (masalan, go‘ngxo‘rlar va yer qo‘ng‘izlari) va chumolilar tuproqning morfofiziologik barqarorligini va undagi kimyoviy o‘zgarishlarni ko‘rsatadi[13,17,18].

Havoning tozaligi: Kapalaklar va asalarilar havo sifatining o‘zgarishiga, ayniqsa sanoat chiqindilari va pestitsidlar ta’siriga tez javob qaytaradi. Masalan, asalarilar o‘z tanasida og‘ir metallarni to‘plash xususiyati bilan atrof-muhit ifloslanishini o‘lchashda qo‘llaniladi[7,8,11,12].

Iqlim o‘zgarishi monitoringi: Hasharotlar populyatsiyasining migratsiyasi va sonining o‘zgarishi global iqlim isishi va ekotizimlarning parchalanishi haqida erta ogohlantiruvchi signal beradi[5,15].

Ekologik muvozanat: Hasharotlar o‘simliklarni changlatish va organik qoldiqlarni parchalash orqali moddalar almashinuvida ishtirok etadi. Ularning xilma-xilligi hududning umumiy biologik sog‘lomligini aks ettiradi[1,16].

Kunliklar (Ephemeroptera)- ularning lichinkalari suvda kislorod kamayishiga juda sezgir bo‘ladi. Agar suvda kunliklar ko‘p bo‘lsa, demak suv toza va kislorodga boy. Ularning soni kamayishi suvda erigan kislorod miqdori kritik darajaga tushganini bildiradi. Ba’zi turlari og‘ir metallar (masalan, mis va rux) bilan zaharlanishni erta aniqlaydi[6,9].

Bahorikorlar (Plecoptera)- faqat oquvchi, salqin va juda toza suvlarda yashay oladi. Ifloslanish boshlanishi bilan bu turlar birinchi bo‘lib yo‘qolishni boshlashadi. Ular o‘zgaruvchanlikka juda sezgir bo‘lib, suv harorati biroz ko‘tarilsa yoki oqim sekinlashsa, hududni tark etadi[6,10].

G‘ilofchilar (Trichoptera)- ularning lichinkalari suv ostida o‘ziga "uycha" quradi. Ular og‘ir metallar va kimyoviy ifloslanishga chidamsiz. Bu hasharotlarning lichinkalari og‘ir ifloslangan loyli cho‘kindilarda ham yashay oladi[6,11].

Ammo kuchli ifloslanish ta’sirida ularning mo‘ylovlari va jag‘ qismlarida deformatsiyalar (qiyshayishlar) yuzaga keladi, bu esa genotoksik muhitdan darak beradi.

Asalarilar (Apis mellifera)- ular "bio-yig‘uvchilar" dir. Asalarilar o‘z tanasiga va asaliga havodagi og‘ir metallarni (qo‘rg‘oshin, kadmiy) hamda pestitsidlarni yig‘ib oladi. Ularni tahlil qilish orqali butun bir hududning havo sifati haqida xulosa qilish mumkin. Ularning tanasidagi tukchalar havodagi mikrozarralarni (qo‘rg‘oshin, kadmiy, hatto radioaktiv elementlarni) yig‘ib oladi. Asalarilar o‘limining ko‘payishi hududda pestitsidlar konsentratsiyasi oshganining birinchi belgisidir[7,8,12].

Tungi kapalaklar (masalan, Bupalus piniarius)- sanoat chiqindilari ko‘p joylarda bu kapalaklarning g‘umbaklari vazni va o‘lchami kichrayib ketishi aniqlangan.

Kapalaklar (Lepidoptera)- ularning lichinkalari ma’lum o‘simliklar bilan oziqlanadi. Agar o‘simlik tarkibida sanoat chiqindilari (metallar) bo‘lsa, kapalak g‘umbaklari o‘lchami kichrayadi va o‘lim darajasi keskin oshadi. Harorat ko‘tarilishi bilan ko‘plab kapalak turlari (masalan, Janubiy oq kapalak) shimolga qarab ko‘cha boshlaydi. Ularning yashash areali o‘zgarishi global isishning aniq belgisidir.

Ninachilar (Odonata)- ularning lichinkalari suvda, kattalari havoda yashaydi. Hududda ninachilar turlarining kamayishi suv va havo muhitining birdek yomonlashganidan dalolat beradi.

Yer qo‘ng‘izlari (Carabidae)- ular tuproqdagi og‘ir metallar miqdorini aniqlashda qo‘llaniladi. Metal ko‘paygan sayin ularning morfologiyasi (tana tuzilishi) o‘zgarishi mumkin. Ularning turlari xilma-xilligi o‘rmonlar va qishloq xo‘jaligi yerlarining umumiy biologik holatini aks ettiradi[13,14].

Chumolilar (Formicidae): Tuproqning qanchalik o‘zgarganligi va tiklanish jarayonini chumoli inlari zichligi orqali bilish mumkin. Chumolilar jamoasining tarkibi o‘zgarishi hududda cho‘llanish yoki ekotizimning parchalanishi boshlanganidan dalolat beradi[5,17].

Harorat ko‘tarilishi bilan ko‘plab kapalak va ninachi turlari shimolga yoki balandroq tog‘li hududlarga ko‘cha boshlaydi. Global isish natijasida hasharotlarning qishki uyqudan uyg‘onish vaqti va ko‘payish mavsumi o‘zgarmoqda, bu esa ular changlatadigan o‘simliklar bilan o‘zaro nomutanosiblikni keltirib chiqarmoqda.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, hasharotlar muhit ifloslanishiga turlicha darajada sezuvchanlik bildiradi. Masalan, chuchuk suv ekotizimlarida uchraydigan ayrim hasharotlar lichinkalari faqat toza va kislorodga boy suvda yashaydi. Ularning yo‘qolishi suv havzalarida ekologik holatning yomonlashganidan dalolat beradi[6,21].

Quruqlik ekotizimlarida esa kapalaklar, qo‘ng‘izlar va chumolilar populyatsiyasining kamayishi yoki turlar tarkibining o‘zgarishi habitat fragmentatsiyasi va kimyoviy ifloslanish bilan bevosita bog‘liq ekani aniqlandi [4,5,13]. Shuningdek, biologik xilma-xillikning pasayishi hasharotlar orqali erta bosqichda aniqlanishi mumkinligi qayd etildi. Natijalar hasharotlarning ekologik monitoringda tezkor va ishonchli bioindikator ekanligini tasdiqlaydi [1].

Olingan natijalar avvalgi tadqiqotlar bilan solishtirilganda, hasharotlarning bioindikator sifatidagi ahamiyati yuqori ekanligini yana bir bor tasdiqlaydi. Hasharotlar qisqa hayot sikliga ega bo‘lgani sababli, muhitdagi hatto kichik o‘zgarishlarga ham tez javob beradi[3]. Bu xususiyat ularni uzoq muddatli kimyoviy tahlillarga nisbatan samaraliroq ekologik baholash vositasiga aylantiradi.

Bundan tashqari, hasharotlardan foydalanish iqtisodiy jihatdan ham qulay bo‘lib, ekologik monitoring tizimlarida keng qo‘llash imkonini beradi. Shu bilan birga, bioindikatorlik bahosining aniqligi hasharot turlarini to‘g‘ri aniqlash va ekologik talablarini chuqur bilishni talab qiladi[5]. Shu sababli kelgusida mintaqaviy bioindikator hasharotlar ro‘yxatini ishlab chiqish dolzarb vazifa hisoblanadi.

Shunday qilib, hasharotlar bioindikator sifatida atrof-muhit holatini baholashda muhim ekologik ahamiyatga ega. Ularning turlar tarkibi, soni va tarqalishidagi o‘zgarishlar ekologik muammolarni erta aniqlash imkonini beradi. Hasharotlardan foydalanish ekologik

monitoringni takomillashtirish, biologik xilma-xillikni saqlash va barqaror rivojlanishni ta’minlashda samarali vosita bo‘lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Odum E.P. Fundamentals of Ecology. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1996.
2. Begon M., Townsend C., Harper J. Ecology: From Individuals to Ecosystems. Oxford: Blackwell Publishing, 2006.
3. Primack R. Essentials of Conservation Biology. Sunderland: Sinauer Associates, 2014.
4. McGeoch M.A. Insects and bioindication: theory and progress. Journal of Insect Conservation, 1998.
5. New T.R. Insect Conservation and Ecology. Oxford: Oxford University Press, 2009.
6. Rosenberg D.M., Resh V.H. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. New York: Chapman & Hall, 1993.
7. Kevan, P. G. (1999).Pollinators as bioindicators of the state of the environment: Species, activity and diversity. Agriculture, Ecosystems & Environment, 74(1–3), 373–393.
8. Kevan, P. G., & Baker, H. G. (1983).Insects as flower visitors and pollinators. Annual Review of Entomology, 28, 407–453.
9. Rosenberg, D. M., & Resh, V. H. (Eds.). (1993).Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates.New York: Chapman & Hall.
10. Resh, V. H., & Jackson, J. K. (1993).Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg & Resh (Eds.), Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates (pp. 195–233). Chapman & Hall.
11. Heliövaara, K., & Väisänen, R. (1990).Air pollution and forest insects: A review of effects and mechanisms. Annales Zoologici Fennici, 27, 1–17.
12. Heliövaara, K., Väisänen, R., & Immonen, A. (1989).Responses of insects to heavy metal pollution. Environmental Pollution, 58(1), 1–14.
13. Rainio, J., & Niemelä, J. (2003).Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. Biodiversity and Conservation, 12, 487–506.
14. Niemelä, J., Kotze, D. J., Ashworth, A., et al. (2000).The search for common anthropogenic impacts on biodiversity: A global network. Journal of Insect Conservation, 4, 3–9.
15. Chowdhury, S., Dubey, V. K., Singh, R., & Sharma, D. (2023).Insects as the hidden treasure of ecological monitoring: Current trends and future perspectives. Ecological Indicators, 148, 110063.
16. Samways, M. J. (2005).Insect diversity conservation.
Cambridge: Cambridge University Press.
17. Qodirov, A., & Sharipova, G. (2020).Go‘ngxo‘r qo‘ng‘izlarning tuproq unumdorligi va ekologik monitoringdagi ahamiyati. O‘zbekiston biologiya jurnali, 4, 45–52.

18. Sharipova, G., & Qodirov, A. (2021).Agroekotizimlarda Scarabaeidae oilasi vakillarining bioindikatorlik xususiyatlari. Agroilm, 2, 60–66.

19. Yusupov, Z., Karimov, F., & Abdullayev, R. (2022).Tog‘ ekotizimlarida hasharotlar bioxilma-xilligi va ekologik barqarorlik. Markaziy Osiyo ekologiya jurnali, 1, 33–41.

20. Karimov, F., & Yusupov, Z. (2021).Balandlik mintaqalari bo‘yicha hasharotlar faunasining shakllanishi. O‘zbekiston FA xabarlari. Biologiya seriyasi, 3, 58–65.

21. Borisov, S. N. (2022).Aquatic insects as bioindicators of water quality in Central Asia and Caspian regions. Hydrobiological Journal, 58(4), 75–88.

22. Hakimov, Z., O‘rinov, U., & To‘xtayev, B. (2025).Cho‘l va dasht ekotizimlarida hasharotlar xilma-xilligi asosida ekologik monitoring. O‘zbekiston ekologiya va tabiatni muhofaza qilish jurnali, 1, 12–21.