JANUBIY FARG‘ONA SIRFIDLARI (DIPTERA: SYRPHIDAE: SYRPHINAE)NI O‘RGANISHNING YAXLIT METODIK YONDASHUVI: DALA YIG‘IMIDAN EKOLOGIK MODELLASHTIRISHGACHA

[a]Temirova Shamsiqamarbegim Ilyosjon qizi
[a]Farg‘ona davlat universiteti, tayanch doktorant

[b]Xasanova Gulizoda Xayrullo qizi
[b]Farg‘ona davlat universiteti, talaba

Annotatsiya: *Ushbu maqolada Janubiy Farg‘ona hududi sirfidlari (Diptera: Syrphidae: Syrphinae) faunasi va ekologiyasini o‘rganish uchun yaxlit metodik yondashuv taklif etiladi. Yondashuv beshta o‘zaro bog‘liq bosqichdan iborat: dala yig‘imi, materialni fiksatsiya qilish va kolleksiyalash, morfologik hamda molekulyar (DNK-shtrixkodlash) usullar yordamida aniqlash, ma’lumotlarni georeferensiyalash va ochiq bazalarga joylashtirish, hamda ekologik-niche modellashtirish (MaxEnt). Maqolada har bir bosqichning usullari, afzalliklari va cheklovlari ko‘rib chiqilib, mintaqa sharoitiga moslashtirilgan, takrorlanuvchan va integrativ taksonomiya hamda ochiq fan tamoyillariga asoslangan metodik tizim asoslanadi. Bunday yondashuv ham fundamental faunistik inventarizatsiya, ham amaliy (biologik nazorat, changlatish, tabiatni muhofaza qilish) masalalarini hal qilishga xizmat qiladi.*

Kalit so‘zlar: *metodika, sirfidlar, Syrphinae, Malez tuzog‘i, tovoq-tuzoq, DNK-shtrixkodlash, COI, integrativ taksonomiya, GBIF, Darwin Core, MaxEnt, ekologik-niche modellashtirish, Farg‘ona vodiysi.*

KIRISH

Sirfidlar (Diptera: Syrphidae) changlatish va biologik nazoratni bir vaqtda ta’minlovchi muhim guruh bo‘lib, ularning, ayniqsa afidofag Syrphinae kenja oilasining, agroekotizimlardagi ahamiyati katta [2]. Janubiy Farg‘ona — O‘zbekistonda eng yuqori endemizm darajasiga ega, intensiv qishloq xo‘jaligi bosimidagi izolyatsiyalangan biogeografik hudud [10] — sirfidlar faunasi bo‘yicha deyarli o‘rganilmagan. Bunday sharoitda tadqiqotning ishonchliligi va takrorlanuvchanligini ta’minlaydigan standartlashtirilgan, integrativ metodik tizim alohida ahamiyat kasb etadi.

Ushbu maqolaning maqsadi — Janubiy Farg‘ona sirfidlarini o‘rganish uchun dala yig‘imidan ekologik modellashtirishgacha bo‘lgan yaxlit metodik yondashuvni taqdim etish. Klassik morfologik usullarni molekulyar va spatial vositalar bilan birlashtirgan bunday tizim mintaqa faunasini zamonaviy darajada hujjatlashtirish imkonini beradi. Metodik tizimning umumiy sxemasi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Janubiy Farg‘ona sirfidlarini o‘rganishning yaxlit metodik tizimi (besh bosqichli ish jarayoni).

1. Dala yig‘imi

Sirfidlarni vakillik darajasida yig‘ish uchun bir nechta usulni birgalikda qo‘llash tavsiya etiladi, chunki har bir usul faunaning turli qismini qamrab oladi. Malez tuzoqlari (Malaise traps) uchuvchi hasharotlarni passiv ravishda yig‘ib, odatda eng yuqori tur boyligini beradi. Rangli tovoq-tuzoqlar (pan/bowl traps) — ayniqsa sariq va ko‘k ranglilari — arzon, oddiy va sirfidlar uchun samarali hisoblanadi [1, 8]. Entomologik to‘r bilan qoqish (sweep netting) va gul ustida qo‘lda yig‘ish esa maqsadli bo‘lib, *Sphaerophoria* va *Melanostoma* kabi avlodlarni hamda trofik aloqalarni qayd etishda muhim. Field’dan to‘plangan lichinka va g‘umbaklardan imago o‘stirish (rearing) Syrphinae lichinkalarining shira o‘ljalari bilan aloqasini aniqlashga imkon beradi.

Usullarni tanlashda ularning cheklovlarini hisobga olish zarur. Masalan, sariq tovoq-tuzoqlar och sirfidlarni ko‘proq jalb qiladi va atrofdagi gul resurslari bilan raqobatlashadi, bu esa namuna tarkibini buzishi mumkin [8]. Shu sababli faqat bitta usulga tayanish vakillik xatosiga olib keladi; usullarni birlashtirish (1-jadval) ob’ektiv inventarizatsiyani ta’minlaydi.

1-jadval. Sirfidlarni yig‘ishning asosiy usullari, afzalliklari va cheklovlari

Usul	Afzalliklari	Cheklovlari
Malez tuzog‘i	Eng yuqori tur boyligini beradi; uzluksiz, passiv yig‘im	Qimmat; lokalizatsiyasi past, ko‘p qo‘shimcha material

Usul	Afzalliklari	Cheklovlari
Rangli tovoq-tuzoq (sariq, ko‘k)	Arzon, oddiy; sirfidlar uchun samarali; ko‘plab tur	Ochlik holatiga bog‘liq; gul resurslari bilan raqobat
Entomologik to‘r (qoqish)	Maqsadli; gul-tur aloqasini qayd etadi	Mehnat talab; ob-havoga sezgir; oz miqdor
Qo‘lda yig‘ish (gul ustida)	Aniq biotopik/trofik ma’lumot; vaucher sifati yuqori	Subyektiv; kam unumli
Lichinka/g‘umbakdan o‘stirish	Lichinka–o‘lja (shira) aloqasini ochadi; Syrphinae biologiyasi	Vaqt va mehnat talab; o‘lim ehtimoli

Yig‘im dizayni hududning landshaft xilma-xilligini qamrashi lozim: agroekotizimlar (mevali bog‘lar, paxta va sabzavot maydonlari), daryo bo‘yi (qoramtir) biotoplari, qumli cho‘l qoldiqlari va tog‘ oldi–tog‘ kamarlari. Mavsumiy takrorlash (bahor–yoz–kuz) fenologik ma’lumot beradi, har bir namuna uchun aniq GPS koordinatalari qayd etiladi va yig‘im kuchi (effort) standartlashtiriladi. Bu yondashuv Rakhimov (2023) ning Zarafshon tizmasidagi kolleksiyaga asoslangan inventarizatsiyasiga o‘xshash, biroq georeferensiya va molekulyar bosqichlar bilan to‘ldirilgan [13].

2. Materialni fiksatsiya qilish va kolleksiyalash

Yig‘ilgan material ikki yo‘nalishda qayta ishlanadi. Morfologik tahlil uchun namunalar etilatsetat bilan o‘ldirilib, quritiladi va ignaga olinadi (montaj qilinadi); molekulyar tahlil uchun ajratilgan namunalar 96% etil spirtida saqlanib, sovuq sharoitda (muzlatkichda) ushlab turiladi, bu DNK ning yaxlitligini saqlaydi. Har bir namuna to‘liq etiket bilan ta’minlanadi: joy nomi, koordinatalar, sana, yig‘uvchi va biotop.

Sirfidlarni, xususan Syrphinae’ni, tur darajasida aniq aniqlash uchun ko‘pincha erkak genitaliyasini preparatlash talab etiladi: qorin uchi KOH eritmasida yumshatilib, genitaliya ajratiladi va glitserinda mikropreparat sifatida saqlanadi. Aniqlangan namunalar vaucher (guvoh) namuna sifatida muassasa kolleksiyasiga topshiriladi, bu natijalarni keyinchalik qayta tekshirish imkonini beradi.

3. Aniqlash: morfologik va molekulyar usullar

Morfologik aniqlash sovet va Palearktika maktabi aniqlagichlariga — Shtakelberg (1952), Violovich (1983) va Peck (1988) katalogiga tayanadi [14, 15, 11]. Aniqlash stereomikroskop ostida tashqi morfologik belgilar va erkak genitaliyasi tuzilishi asosida amalga oshiriladi. Biroq eski kalitlar bir qator avlodlarda kriptik turlarni ajrata olmaydi, shu sababli morfologik usul molekulyar usul bilan to‘ldiriladi.

DNK-shtrixkodlash hasharotlarni mitoxondrial belgilar asosida aniqlashning standart usuli bo‘lib [6], sirfidlarda mitoxondrial sitoxrom c oksidaza I (COI) genining 5′-uchidagi shtrixkod hududidan foydalaniladi. Bu hudud LCO1490 va HCO2198 universal praymerlari yordamida amplifikatsiya qilinadi [5], so‘ng Jordaens va

boshqalar (2015) tomonidan Afrotropik sirfidlar uchun ishlab chiqilgan ramka asosida ketma-ketlanadi [7]. Olingan ketma-ketliklar BOLD va GenBank bazalaridagi mavjud shtrixkodlar bilan (BLAST orqali) solishtiriladi; turlararo va tur ichidagi farqlar Kimura ikki parametrli (K2P) modeli bo‘yicha baholanib, Neighbor-Joining yoki maksimal o‘xshashlik (ML) daraxtlari quriladi. Bu yondashuv *Eupeodes*, *Sphaerophoria*, *Scaeva* va *Paragus* kabi avlodlardagi kriptik va qardosh turlarni ishonchli ajratish imkonini beradi.

Morfologik, molekulyar va ekologik ma’lumotlarni birlashtirgan integrativ taksonomiya zamonaviy faunistik tadqiqotning asosini tashkil etadi. Mintaqaviy darajada bunday yondashuvning eng yaqin namunasi — Mengual va boshqalar (2020) ning Gruziya checklist’i bo‘lib, unda morfologik inventarizatsiya keng ko‘lamli DNK-shtrixkodlash bilan birlashtirilgan [9]. Aynan shu metodologik standart Janubiy Farg‘ona uchun ham qo‘llanilishi maqsadga muvofiq.

4. Georeferensiya va ma’lumotlar bazasi

Har bir uchrash qaydi tuzilgan ma’lumotlar bazasiga kiritiladi; bunda bioxilma-xillik ma’lumotlari uchun xalqaro Darwin Core standartidan foydalanish ma’lumotlarning birxilligi va integratsiyalashuvini ta’minlaydi [16]. Georeferensiyalangan qaydlar QGIS dasturida kartalanadi va tahlil qilinadi. Tayyor ma’lumotlar GBIF va Zenodo kabi ochiq omborlarga joylashtiriladi, tadqiqot protokoli esa OSF platformasida oldindan ro‘yxatdan o‘tkaziladi. Bunday ochiq fan amaliyoti natijalarning takrorlanuvchanligini oshiradi va mintaqaning global taqsimot xaritalaridagi spatial bo‘shlig‘ini to‘ldiradi.

5. Ekologik-niche modellashtirish (SDM/MaxEnt)

Yig‘ilgan georeferensiyalangan qaydlar asosida indikator Syrphinae turlarining potensial taqsimoti ekologik-niche modellashtirish orqali baholanadi. Maksimal entropiya (MaxEnt) algoritmi [12] faqat mavjudlik (presence-only) ma’lumotlari bilan ishlay olishi va prediktorlar o‘rtasidagi multikollinearlikka nisbatan barqarorligi bilan ajralib turadi [3], bu esa to‘liq yo‘qlik ma’lumotlari mavjud bo‘lmagan kam o‘rganilgan hududlar uchun ayniqsa qulay.

Modellashtirishda quyidagi bosqichlar bajariladi: mavjudlik qaydlarini spatial xatolikni kamaytirish uchun siyraklashtirish (thinning) [3]; WorldClim bazasidan 19 ta bioiqlimiy o‘zgaruvchini va relyef (balandlik) ma’lumotlarini tayyorlash [4]; o‘zaro yuqori korrelyatsiyali o‘zgaruvchilarni bartaraf etish; model parametrlarini (feature classes, regularizatsiya ko‘paytuvchisi) optimallashtirish; model sifatini AUC, omission rate va jackknife testi orqali baholash. So‘ngra model kelajakdagi iqlim ssenariylariga (masalan, SSP) proeksiyalanib, indikator turlar uchun yashash muhiti yaroqliligining o‘zgarishi baholanadi.

Bu bosqich faunistik ma’lumotlarni amaliy va konservatsion xulosalar bilan bog‘laydi: iqlim o‘zgarishi va agro-intensifikatsiya sharoitida changlatuvchi va biologik nazorat agenti bo‘lgan Syrphinae turlarining muhim hududlarini aniqlash, muhofaza ustuvorliklarini belgilash va integratsiyalashgan zararkunandalarga qarshi kurash (IPM) tizimlarini takomillashtirishga xizmat qiladi.

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, dala yig‘imidan ekologik modellashtirishgacha bo‘lgan besh bosqichli yaxlit metodik yondashuv Janubiy Farg‘ona sirfidlarini o‘rganish uchun standartlashtirilgan, takrorlanuvchan va integrativ asos beradi. Klassik morfologik usullarning DNK-shtrixkodlash, ochiq ma’lumotlar standartlari va spatial modellashtirish bilan uyg‘unlashtirilishi mintaqa faunasini zamonaviy darajada hujjatlashtirish hamda ham fundamental, ham amaliy masalalarni hal qilish imkonini beradi. Mazkur metodik tizimni rus tilidagi sovet davri manbalarini tizimli qayta tahlil qilish bilan birlashtirish tadqiqotga qo‘shimcha raqobat ustunligini va ishonchli tarixiy tayanchni ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Campbell J.W., Hanula J.L. Efficiency of Malaise traps and colored pan traps for collecting flower-visiting insects from three forested ecosystems // Journal of Insect Conservation. — 2007. — Vol. 11, No. 4. — P. 399–408.

2. Dunn L., Lequerica M., Reid C.R., Latty T. Dual ecosystem services of syrphid flies (Diptera: Syrphidae): pollinators and biological control agents // Pest Management Science. — 2020. — Vol. 76, No. 6. — P. 1973–1979.

3. Elith J., Phillips S.J., Hastie T., Dudík M., Chee Y.E., Yates C.J. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists // Diversity and Distributions. — 2011. — Vol. 17, No. 1. — P. 43–57.

4. Fick S.E., Hijmans R.J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas // International Journal of Climatology. — 2017. — Vol. 37, No. 12. — P. 4302–4315.

5. Folmer O., Black M., Hoeh W., Lutz R., Vrijenhoek R. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates // Molecular Marine Biology and Biotechnology. — 1994. — Vol. 3, No. 5. — P. 294–299.

6. Hebert P.D.N., Cywinska A., Ball S.L., deWaard J.R. Biological identifications through DNA barcodes // Proceedings of the Royal Society B. — 2003. — Vol. 270, No. 1512. — P. 313–321.

7. Jordaens K., Goergen G., Virgilio M., Backeljau T., Vokaer A., De Meyer M. DNA barcoding to improve the taxonomy of the Afrotropical hoverflies (Insecta: Diptera: Syrphidae) // PLOS ONE. — 2015. — Vol. 10, No. 10. — Article e0140264.

8. Laubertie E.A., Wratten S.D., Sedcole J.R. The role of odour and visual cues in the pan-trap catching of hoverflies (Diptera: Syrphidae) // Annals of Applied Biology. — 2006. — Vol. 148, No. 2. — P. 173–178.

9. Mengual X., Bot S., Chkhartishvili T., Reimann A., Thormann J., von der Mark L. Checklist of hover flies (Diptera, Syrphidae) of the Republic of Georgia // ZooKeys. — 2020. — Vol. 916. — P. 1–123.

10. Nazarov R.A., Abduraupov T.V., Shepelya E.Yu. et al. The Fergana Valley is an isolate of biodiversity: a discussion of the endemic herpetofauna and description of two new species of *Alsophylax* (Sauria: Gekkonidae) from Eastern Uzbekistan // Animals. — 2023. — Vol. 13, No. 15. — Article 2516.

11. Peck L.V. Family Syrphidae // Soós Á., Papp L. (Eds.) Catalogue of Palaearctic Diptera. Vol. 8. — Budapest: Akadémiai Kiadó, 1988. — P. 11–230.

12. Phillips S.J., Anderson R.P., Schapire R.E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions // Ecological Modelling. — 2006. — Vol. 190, No. 3–4. — P. 231–259.

13. *Rakhimov M.R.* Check list of hover flies (Diptera, Syrphidae) of west part of Zarafshan mountain ridge // Acta Biologica Sibirica. — 2023. — Vol. 9. — P. 167–193.

14. Штакельберг А.А. Новые виды Syrphidae (Diptera) палеарктической фауны // Труды Зоологического института АН СССР. — 1952. — Т. 12. — С. 350–404.

15. Виолович Н.А. Сирфиды Сибири (Diptera, Syrphidae). — Новосибирск: Наука, 1983. — 242 с.

16. Wieczorek J., Bloom D., Guralnick R. et al. Darwin Core: an evolving community-developed biodiversity data standard // PLOS ONE. — 2012. — Vol. 7, No. 1. — Article e29715.