

**ATROF-MUHIT VA TABIATNI MUHOFAZA QILISH
TEXNOLOGIYALARI ILMIY TADQIQOT INSTITUTI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJASINI BERUVCHI PHD.18/30.11.2022.T.153.01 RAQAMLI
ILMIY KENGASH**

**ATROF-MUHIT VA TABIATNI MUHOFAZA QILISH
TEXNOLOGIYALARI ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI**

IZBASAROVA ZAMIRA ERGASHEVNA

**IQLIM O'ZGARISHI SHAROITIDA TO'G'RIQANOTLI HASHAROTNI
TARQALISHINI MODELLASHTIRISH**

11.00.05 – Atrof-muhitni muhofaza qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish

**TEXNIKA FANLARI FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2024

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa (PhD) doktori dissertatsiyasi avtoreferati
mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of the of doctor of philosophy (PhD) on
technical sciences**

Izbasarova Zamira Ergashevna

Iqlim o'zgarishi sharoitida to'g'riqanotli hasharotni tarqalishini modellashtirish
(Jizzax viloyati)..... 3

Избасарова Замира Эргашевна

Моделирование распространения прямокрылых насекомых в условиях
изменения климата (Джизакская область)..... 25

Izbasarova Zamira Ergashevna

Modeling the spread of the right-wing insect in the conditions of climate change
(Jizzakh region) 49

E'lon qilingan ishlar ro'yxati

Список опубликованных работ

List of published works..... 53

**ATROF-MUHIT VA TABIATNI MUHOFAZA QILISH
TEXNOLOGIYALARI ILMIY TADQIQOT INSTITUTI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJASINI BERUVCHI PHD.18/30.11.2022.T.153.01 RAQAMLI
ILMIY KENGASH**

**ATROF-MUHIT VA TABIATNI MUHOFAZA QILISH
TEXNOLOGIYALARI ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI**

IZBASAROVA ZAMIRA ERGASHEVNA

**IQLIM O'ZGARISHI SHAROITIDA TO'G'RIQANOTLI HASHAROTNI
TARQALISHINI MODELLASHTIRISH**

11.00.05 – Atrof-muhitni muhofaza qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish

**TEXNIKA FANLARI FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2024

Texnika fanlari falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida №B2024.2.PhD/T2575 raqami bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertasiya Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot institutida bajarilgan.

Dissertasiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)) veb sahifada (www.taqi.uz) manzili bo‘yicha va «ZiyoNet» Axborot ta’lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbarlar:

Pulatov Baxtiyor Alimovich
texnika fanlar doktori, dotsent

Xalillayev Sherzod Alimboyevich
biologiya fanlari falsafa doktori, dotsent

Rasmiy opponentlar:

Mirzayeva Gulnara Saidarifovna
biologiya fanlari doktori, professor

Ungalov Akmal Navruzovich
texnika fanlari falsafa doktori

Yetakchi tashkilot:

Jizzax politexnika instituti

Dissertatsiya himoyasi Atrof-muhitni va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy tadqiqot instituti huzuridagi ilmiy darajasini beruvchi PhD.18/30.11.2022.T.153.01 raqamli Ilmiy Kengashning 2025 yil «__» _____ da soat ____ da majlisda bo‘lib o‘tadi. Manzil: 100043, Toshkent sh., Chilonzor tumani, Bunyodkor shoh ko‘chasi, 7a uy. (tel: (71) 277-69-83; faks: (71) 277-89-22; e-mail: ecoilm@umail.uz).

Dissertasiya bilan Atrof muhitni va tabiatni muxofaza qilish texnologiyalari ilmiy tadqiqot instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№ __ raqami bilan ro‘yhatga olingan). Manzil: 100043, Toshkent sh., Chilonzor tumani, Bunyodkor shoh ko‘chasi, 7a uy. (tel: (71) 277-69-83; faks: (71) 277-89-22; e-mail: ecoilm@umail.uz).

Dissertasiya avtoreferati 2024 yil «__» _____ kuni tarqatildi.

(2024 yil «__» _____ dagi _____ raqamli resstr bayonnomasi).



Sh.O.Murodov
Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash rais o‘rinbosari, t.f.d., professor

L.N.Samiyev
Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengashi kotibi, t.f.d., dosent

Sh.O.Murodov
Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash huzuridagi ilmiy seminar raisi, t.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori PhD dissertasiyasi annotasiyasi)

Dissertasiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda iqlim o'zgarishi sharoitida hasharotlarning xilma xilligi va tarqalishiga ta'sirini baholashda geoaxborot tizimlardagi modellar, turli xil senariyalarni qo'llash yetakchi o'rinlardan birini egallamoqda. «Dunyo miqyosida BMTning oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi har yili Markaziy Osiyo va Kavkaz hududida milliy va mintaqaviy miqyosda chigirtkaga qarshi kurashni takomillashtirish va zararli chigritkalardan tozalashda ish jarayonini sifatli amalga oshiradigan texnika va texnologiyalarni amaliyotga joriy etishni taqozo etadi»¹, Shu jihatdan hududlarni chigritkalardan tozalash uchun iqlim parametrlarini inobatga olish, biomassa ko'p bo'lgan hududlarni saqlashda turli xil zamonaviy innovatsion model va modellashtirish usullaridan foydalanish hamda energiya-resurstejamkor texnologiyalarini qo'llash muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Jahonda hududlarda turli xil zararli hasharotlarga qarshi kurashishdan oldin hududning geografik joylashuvi, bioxilma xilligi, iqlim o'zgarishlarini inobatga olib yangi ilmiy-texnikaviy yechimlarni ishlab chiqishga yo'naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada, hasharotlarni hududlardan dastlabki tozalash bosqichida - zararli hasharotlarni turlarini aniqlash va keng tarqalgan va zararli hasharotlarning rivojlanishi uchun qulay iqlim sharoitlarini tezkor aniqlash orqali biologik xilma xillikni asrashda ekologik tejamkor usullarni ishlab chiqish hamda uning texnologiyasini yaratish, qishloq xo'jaligi va atrof-muhitni muhofaza qilishni asoslashga alohida e'tibor berilmoqda.

Respublikamizda zararli hasharotlarni kamaytirishni amalga oshirishda kam mehnat hamda ekologik oqibatini kamaytirish, atrof-muhit resurslarini tejash, hasharotlarga qarshi kurashishda minimal ekologik kamaytirish imkonini beradigan resurstejamkor texnika va texnologiyalarni ishlab chiqish yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishilmoqda. 2022–2026-yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlanish strategiyasida, jumladan, «...atrof-muhit holatiga zarar yetkazadigan muammolarning oldini olish...»², bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarini amalga oshirishda, jumladan zamonaviy hasharot populyatsiyalarini ekologik monitoring qilishda masofadan turib aniqlashda sun'iy intellekt va mintaqalarda hasharotlar populyatsiyalarini kuzatadigan uzoq muddatli ekologik tadqiqotlar uchun muhim ma'lumotlarni taqdim etadigan halqaro zamonaviy modellashtirish dasturlarni yaratish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi “2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida”gi PF-60-son Farmoni, 2023-yilning 31-maydagi “Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi faoliyatini samarali tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida”gi PQ-171-sonli qarori, 2016-yil 19-sentyabrdagi «Hayvonot dunyosini muhofaza qilish va undan foydalanish to'g'risidagi» Qonuni, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2014-yil 20-oktyabrdagi «Biologik resurslardan foydalanishni tartibga solish va tabiatdan foydalanish

¹ <https://www.uzanalytics.com/iqtisodi%D0%B5t/7786/>

² O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi “O'zbekiston — 2030” strategiyasi to'g'risida”gi PF-158-son Farmoniga.

sohasida ruxsat berish tartib-tamoyillaridan o‘tish tartibi to‘g‘risida»gi qarori, 2019-yil

10-oktyabrdagi «2030-yilgacha bo‘lgan davrda O‘zbekiston Respublikasining atrof muhitni muhofaza qilish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida»gi PF-5863-son farmoni hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti ma‘lum darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublikada fan va texnologiyalar rivojlanishining V. “Qishloq xo‘jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof-muhit muhofazasi” ustuvor yo‘nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Iqlim o‘zgarishi sharoitida hasharotlarning tarqalishi ularni zamonaviy GAT texnologiyalar asosida masofadan ma‘lumotlarni hududlar bo‘yicha tarqalishi bo‘yicha G.-W. Walther, A. V. Kojarinov, Yamamura, Williamson, Nichols & Hewitt, Franklin, J., Magurran, A., Shi, Weibing; Xie, Shangxian; Chen, Xueyan; Sun, Su; Zhou, Xin; Lin D, B.Pulatov va boshqalar ilmiy tadqiqot ishlari olib borib ma‘lum darajada samarali natijalarga erishilgan.

To‘g‘riqanotli hasharotlarning turlar xilma-xilligi, faunistik komplekslari, ekologiyasi va zoogeografiyasiga yo‘naltirilgan ilmiy izlanishlar R.A.Alimdjanov, A.A.Bekuzin, N.E. Ergashev M.J.Medetov, B.R.Xolmatov, F.A. Gapparov, A.A. Nurjanov, M.J. Medetov, Henry J.E., Hunter D., Latchininsky A.V., Ramesh Sivanpillai, Kenneth L. Driese and Hans Wilps.-Can va boshqalar tomonidan olib borilgan.

Shunga qaramay tadqiqotlarda iqlim o‘zgarishi sharoitida iqlimiy omillarni inobatga olgan holda hasharotlar tarqalishi, hududning biomassasiga qarab o‘zgarishini, atrof-muhitga ta‘sirini baholash masalalari, zamonaviy GAT modellari asosida baholash yetarlicha o‘rganilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta‘lim muassasaning ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy tadqiqot institutining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining AL-7523011140 - «Toshkent viloyatida MMF modeli va geo-axborot texnologiyalari yordamida tuproq yeroziyasi xavfini baholash» (Soil erosion risk assessment using the MMF model and geo-information technology in Tashkent province, Uzbekistan) (2024-2025) mavzusidagi loyihasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi – Iqlim o‘zgarishi sharoitida to‘g‘riqanotli hasharotlarning GAT texnologiyalari asosida tarqalishini modellashtirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

Iqlim o‘zgarishi sharoitida hasharotlarni tarqalishini modellashtirish bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar tahlili;

Iqlim o‘zgarishi sharoitida (harorat, yog‘ingarchilik, shamol tezligi va shamol yo‘nalishi) to‘g‘riqanotli hasharotlarni hududlar bo‘yicha tarqalish dinamikasi;

Jizzax viloyatida iqlim o‘zgarishida hasharotlar zichligi o‘zgarish dinamikasi;

Jizzax viloyati bo'yicha yashillikning o'zgarishini hasharotlarning rivojlanishiga ta'sirini baholash;

Hududning iqlimiy sharoitidan kelib chiqib, zamonaviy geoaxborot tizimlaridan foydalanib, hasharotlarni tarqalishini modellashtirish va kadastr ma'lumotlar bazasiga kiritish.

Tadqiqotning obyekti Jizzax viloyati hududida tarqalgan to'g'riqanotli hasharotlar hisoblanadi.

Tadqiqotning predmeti to'g'riqanotli hasharotlarning faunasi, bioekologik xususiyatlari, zoogeografiyasi va ularga qarshi kurashda foydalanish mumkin bo'lgan yangi mikrobiologik preparatlarning samaradorligi hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida ekologiya va biologiyada umum qabul qilingan usullardan hamda geografik axborot tizimi asosida iqlim ssenariyalari va yer qoplami o'zgarishini baholash va bashorat qilish, statistika, inferensial statistika hamda dala tajribalari natijalarini qayta ishlash, sinalgan sonli usullardan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

ilk bor O'zbekiston sharoitida iqlim o'zgarishi sharoitida Jizzax viloyatida to'g'riqanotli hasharotlarni atrof-muhitga ta'sirini monitoring qilishda Global P-Locust modeli yaratilgan;

Global P-Locust modelini moslashtirish harorat, yog'ingarchilik, shamol tezligi va o'simlik qoplami va mintaqaga xos atrof-muhit ma'lumotlarini inobatga olgan holda 1998-2023-yillar uchun chigritkalarining tarqalishi modellashtirilgan;

shamol tezligi 5 m/s dan 30 m/s gacha ortishi bilan chigirtkalar sonining mos ravishda ko'payishi korrelyatsion bog'lanish asosida isbotlangan;

iqlim o'zgarishi sharoitida va o'simlik qoplami o'zgarishini hisobga olgan holda Jizzax viloyati bo'yicha to'g'riqanotli 100 m² maydonda 86 dan 126 tagacha tarqalish xaritasi yaratilgan.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati Jizzax viloyatida hasharotlar tarqalishini modellashtirish ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilishda muhim rol o'ynaydi. Ushbu tadqiqotlar to'g'riqanotlilari faunasini tahlil qilinganligi, yangi taksonomik birliklarni qayd qilinganligi, to'g'riqanotlilarni hayotiy shakllari hamda oziqlanishiga ko'ra, ekologik guruhlarini tavsiflanganligi, juda kamyob va endem turlar ro'yhati tuzilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi ishda klassik va zamonaviy usullarning qo'llanilganligi hamda ilmiy yondashuvlar, tahlillar asosida olingan natijalarni nazariy ma'lumotlarga mos kelishi, ularning yetakchi ilmiy nashrlarda chop etilganligi, ilmiy hamjamiyat tomonidan davlat fundamental loyihalarini bajarish davomida tan olinganligi, populyasion ma'lumotlarni zamonaviy dasturlar (Biostat 2007) asosida statistik tahlil qilinganligi, amaliy natijalarni vakolatli davlat va xalqaro tashkilotlar tomonidan tasdiqlanganligi hamda amaliyotga joriy etilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarini amaliy va ilmiy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati Jizzax viloyati hududlarida to'g'riqanotlilarning kamyob va endem turlari tarqalgan hududlarning aniq belgilanganligi hamda ularni muhofaza qilish

jumladan, O‘zbekiston Qizil kitobiga kiritish uchun tavsiya qilinganligi, yangi kimyoviy preparatlar yordamida qarshi kurash choralarini ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati Global G-Locust modeli global miqyosda chigirtkalarining tarqalishi va potentsial yashash muhitiga mosligini baholash uchun mo‘ljallangan bashoratli modellashtirish vositasidir. Mazkur global modelni moslashtirish harorat, yog‘ingarchilik, shamol tezligi va o‘simlik qoplami kabi mintaqaga xos atrof-muhit ma‘lumotlarini o‘z ichiga olgan holda amalga oshirilganligi va chigirtkalarining tarqalishi modellashtirilgan. Moslashtirilgan model asosida ishlab chiqarilgan xaritalari hudud bo‘ylab chigirtka xavfi zonalarining batafsil vizualizatsiyasi ta‘minlangan.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. “Iqlim o‘zgarishi sharoitida to‘g‘riqanotli hasharotni tarqalishini modellashtirish” mavzusi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari asosida:

Iqlim o‘zgarishi sharoitida to‘g‘riqanotli hasharotlarning tarqalishini GAT texnologiyalarini qo‘llagan holda Global G-Locust modeli ilk bor integratsiya qilish asosida Jizzax viloyatida chigirtkalarining tarqalishi modellashtirilgan Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligi tasarrufidagi Jizzax boshqarmasi tizimida joriy etilgan (O‘zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligi 2024-yil 27-iyundagi 03-03/3-6255-son ma‘lumotnomasi). Natijada moslashtirilgan model asosida ishlab chiqilgan xaritalar Jizzax viloyati bo‘ylab chigirtka xavfi zonalarining batafsil vizualizatsiyasi ta‘minlangan. Chigirtkalarining integratsiyalashgan atrof-muhit o‘zgaruvchilari asosida past va o‘ta xavfli hududlarni belgilash imkoniyati yaratilgan.

to‘g‘riqanotli hasharotlarning Jizzax viloyati hududida havo harorati, shamol tezligi, nisbiy namliklarni hisobga olgan holda hududlar bo‘yicha tarqalishi modellashtirilgan O‘zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligining Jizzax viloyati boshqarmasida amaliyotiga joriy etilgan. (O‘zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligi 2024-yil 27-iyundagi 03-03/3-6255-son ma‘lumotnomasi). Natijada Jizzax viloyatida tarqalgan to‘g‘riqanotli hasharotlarning o‘simlik qoplami va shamol yo‘nalishi, havo haroratining o‘zgarishi natijasida ularning keng miqyosda tarqalishi asoslangan.

to‘g‘riqanotli hasharotlar ekofaunasining zamonaviy holati tahlil qilingan, to‘g‘riqanotlilarning hudud iqlimiga moslash bo‘yicha tavsiyalar O‘zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligining Jizzax viloyati bo‘limi amaliyotiga joriy etilgan. (O‘zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligi 2024-yil 27-iyundagi 03-03/3-6255-son ma‘lumotnomasi). Natijada Jizzax viloyati to‘g‘riqanotli hasharotlarning kamyob, doimiy yashovchi, indikator va qishloq xo‘jaligi uchun zararkunanda turlarining tarqalishini aks ettiruvchi GAT xaritasini yaratish, populyasiyasining mavsumiy dinamikasini aniqlash va Jizzax viloyati to‘g‘riqanotli hasharotlar bo‘yicha kadastr ma‘lumotlari ishlab chiqish imkonini bergan;

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 2 ta xalqaro va 4 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 11 ta ilmiy ish nashr etilgan. Shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 4 ta maqola, jumladan, 5 ta respublika va 2 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan. 1ta Insecta Orthoptera to'g'riqanotli hasharotlarning info data dasturi bo'yicha guvohnoma olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya ishi kirish, besh bob, xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 120 betni tashkil etadi.

DISSERTASIYANING ASSOSIY MAZMUNI

Kirish qismida qismida o'tkazilgan tadqiqotlarning O'zbekiston va jahonda zaruriyati hamda dolzarbligi asoslangan, ishning maqsadi va vazifalari, obyekt va predmetlari shakllantirilib, respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari ochib berilgan. Olingan natijalarning nazariy va amaliy ahamiyatlari asoslangan, ishning aprobatsiyasi va natijalarining joriy qilinishi, hajmi va tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar berilgan.

Dissertatsiyaning «**Iqlim o'zgarishi sharoitida to'g'riqanotli hasharotlarni tarqalishini modellashtirishda olib borilgan tadqiqotlar tahlili**» deb nomlangan **birinchi** bobida havo harorati, shamol tezligi, atrof-muhitning holati, bioxilma xillikning o'zgarishi natijasida hasharotlarning tarqalishiga doir nazariy va amaliy izlanishlarning analitik tahlili keltirilgan.

Olib borilgan tadqiqotlarda va kuzatilgan, prognoz qilingan iqlim o'zgarishi va ularning hayotimizning turli jabhalariga, ya'ni tabiatdagi jonzotlarga bir necha yillar davomida ta'siri oshib bormoqda.

Issiq iqlim atrof-muhit va qishloq xo'jaligi sektoriga ta'sir qiladi va ekinlarning o'sishi ham, hasharotlar hujumi xavfiga ham harorat bevosita ta'sir qiladi. Dunyo miqyosida turli xil hasharotlarning iqlim o'zgarishi natijasida atrof-muhitga tarqalishi bo'yicha G.-W. Walther, A. V. Kojarinov, Yamamura, Williamson, Nichols & Hewitt, Franklin, J., Magurran, A., Shi, Weibing; Xie, Shangxian; Chen, Xueyan; Sun, Su; Zhou, Xin; Lin D, va boshqalar ilmiy tadqiqotlar olib borganlar. Evropada olib borilgan tadqiqotlarda iqlim havosining isishi natijasida Kolorado kartoshka qo'ng'izi (CPB) hasharotlar zararkunandasi agar nazoratsiz qoldirilsa, kartoshka hosilini sezilarli darajada pasayishiga olib kelgan. Yuqoridagi holatlarni asosiy omili iqlim o'zgarishi sharoitida hasharotlarning tarqalishiga olib keladi. Buni baholash uchun global iqlim modellaridan foydalanish mumkin.

Hasharotlarning tarqalishiga iqlim ta'sirini modellashtirish rivojlanish va potensial tarqalishini taxmin qilish uchun ishlatilishi mumkin. Turli xil boshqaruv strategiyalari CLIMEX birinchi modellashtirish vositalaridan biri bilan bog'liq xavflarni aniqlash uchun ishlatilgan.

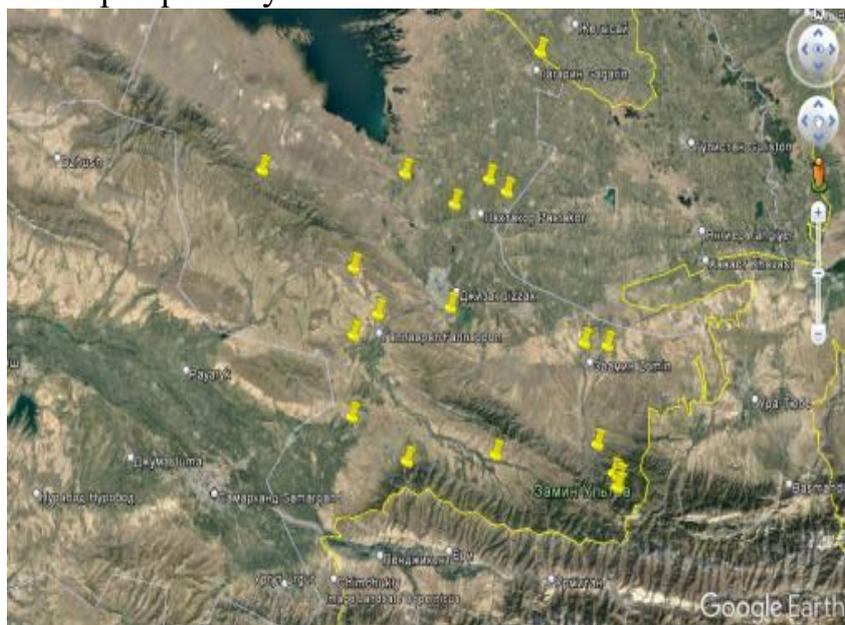
Shu boisdan iqlim o'zgarishi natijasida to'g'riqanotli hasharot chigirtkaning atrof-muhitga tarqalishini zamonaviy GAT texnologiyalari asosida global modellarni integratsiya qilish orqali tarqalishini modellashtirish muhimligi asoslangan.

Olib borilgan tahlillar asosida dissertatsiyaning maqsad va vazifalari belgilandi.

Dissertatsiyaning «**Dala sharoitida olib borilgan tadqiqotlar tahlili**» deb nomlangan **ikkinchi** bobida olib borilgan tadqiqot ob'ektining iqlim sharoiti va hududdagi bio xilma xillik bo'yicha izlanishlar tahlili keltirilgan.

Jizzax viloyati O'zbekistonning markaziy qismida, Zarafshon vodiysi va Qizilqum cho'li o'rtasida joylashgan. Viloyatning janubi-g'arbiy qismida Nurota tizmasi, shimolida esa Qizilqum cho'li joylashgan. Viloyat dengiz sathidan 240-350 metr balandlikda joylashgan.

Jizzax viloyati hududida asosan kichik o'rmonzorlar va butazorlar mavjud. Bular tog'li hududlarda va Nurota tizmasida joylashgan. Zarafshon daryosi viloyat hududidan o'tuvchi, asosiy suv manbai hisoblanadi. Shuningdek, viloyatda kichik suv omborlari va ko'llar mavjud. Viloyatda yarim cho'l va cho'l ekotizimlari mavjud bo'lib, o'simliklar dunyosi va hayvonot olami xilma-xildir. Nurota tizmasida o'simlik va hayvon turlari ko'proq uchraydi.



1-rasm. Dala tadqiqoti olib borilgan hududlar (Jizzax viloyati va uning tumanlari)

Hasharotlar faunasi elementlarini geografik kenglik va uzunliklarga ajratish ular tarqalgan hududning tabiati, tuproq sharoiti va iqlimining kontinentalligiga binoan belgilangan. Zararli chigirtkalarga qarshi zamonaviy kurashish usullari bu tajriba qilinayotgan insektisidning test ob'ektga bevosita ta'sirining samaradorligini aks etiruvchi zararkunandalar soni kamayishining foizi bilan ifodalanadi.

Biologik samaradorlikni hisoblash Abbot formulasi bo'yicha olib borilgan

$$C = \frac{A - B}{A} \cdot 100 \quad (1.1)$$

Bu yerda: *C* - biologik samaradorlik darajasi; *A* - zararkunanda hasharotlar yoki zararlangan o'simliklarning kurash o'tkazishdan oldingi miqdori; *B* - hasharotlarning kurash o'tkazilgandan keyingi miqdori.

Chigirtkasimonlarga qarshi preparatni ijobiy baholash mezonlari: katta yoshdagi lichinkalarning 90% dan kam bo'lmagan nobud bo'lishi (4-5 yosh), uch yoshdagi lichinkalarning 95% dan kam bo'lmagan nobud bo'lishi, kichik yoshdagi (1 va 2 yosh) lichinkalarning 100% ga yaqin bo'lgan nobud bo'lishi hisoblanadi.

Hasharotlarning tarqalishi va iqlimiy omillarning ularning harakatiga ta'siri bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar keyingi yillarda jiddiy rivojlangan. Bu tadqiqotlar asosan hasharotlarning yashash joylarining o'zgarishi, harorat, yog'ingarchilik va boshqa atrof-muhit omillariga bog'liq o'zgarishlar bilan qanday moslashishi yoki tarqalishini o'rganishga qaratilgan. Quyida zamonaviy usullar va xorijiy tajribalarning umumiy ko'rinishi keltirilgan:

1. Geografik Axborot Tizimlari (GAT) va uzoqdan Sezish texnologiyalari hasharotlarning tarqalishining makoniy andozalarini aniqlash va tahlil qilish uchun keng qo'llaniladi. Ular quyidagilarga imkoniyat beradi:

- **Hasharotlarning harakatlanish yo'nalishlarini xaritalash:** GAT ma'lumotlari yordamida hasharotlarning tarqalish yo'nalishlari va hududlarini xaritalash orqali tarqalishning makoniy andozalarini aniqlash;
- **Iqlimiy sharoitlarning o'zgarishini kuzatish:** Uzoqdan sezish yordamida o'zgaruvchan iqlim sharoitlari va hasharotlarning tarqalishiga ta'sir qiluvchi omillar kuzatiladi.
- **Model yaratish va prognoz qilish:** GAT ma'lumotlari va uzoqdan sezish texnologiyalari yordamida kelajakdagi tarqalish ssenariylarini bashorat qilish uchun modellar yaratiladi.

2. Individual asoslangan Modellashtirish (IBM).

Individual asoslangan modellar hasharotlarning harakat va tarqalish jarayonlarini individual darajada modellashtirish uchun qo'llaniladi. Bu **usul** quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- **Individlarning xulq-atvorini o'rganish:** Har bir hasharotning xatti-harakatlarini kuzatish va ularning harakatiga ta'sir qiluvchi ichki va tashqi omillarni tahlil qilish.
- **O'rta va uzoq masofalarga harakat prognozi:** Individlarning xatti-harakatlariga asoslangan holda harakatning qisqa va uzoq masofadagi yo'nalishlarini bashorat qilish.
- **Ekologik sharoitlarning ta'siri:** IBM yordamida har xil ekologik sharoitlar hasharotlarning harakat va tarqalishiga qanday ta'sir qilishini tushunish mumkin.

3. Populyatsiya dinamikasining asosiy maqsadi chigirtkalar populyatsiyasining o'sishi va kamayishini ifodalashdir. Bunda quyidagi modellar qo'llanilishi mumkin:

Logistik o‘shish modeli: resurslarning cheklanganligini va populyatsiyaning o‘shishi bilan kamayishini hisobga oladi. Ushbu model chigirtkalar populyatsiyasining vaqt bo‘yicha o‘zgarishini quyidagicha ifodalaydi:

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K} \right) \quad (1.2)$$

bu yerda: N - chigirtkalar populyatsiyasi soni, r - populyatsiyaning o‘shish tezligi, K - muhitning sig‘imi yoki populyatsiyaning maksimal hajmi.

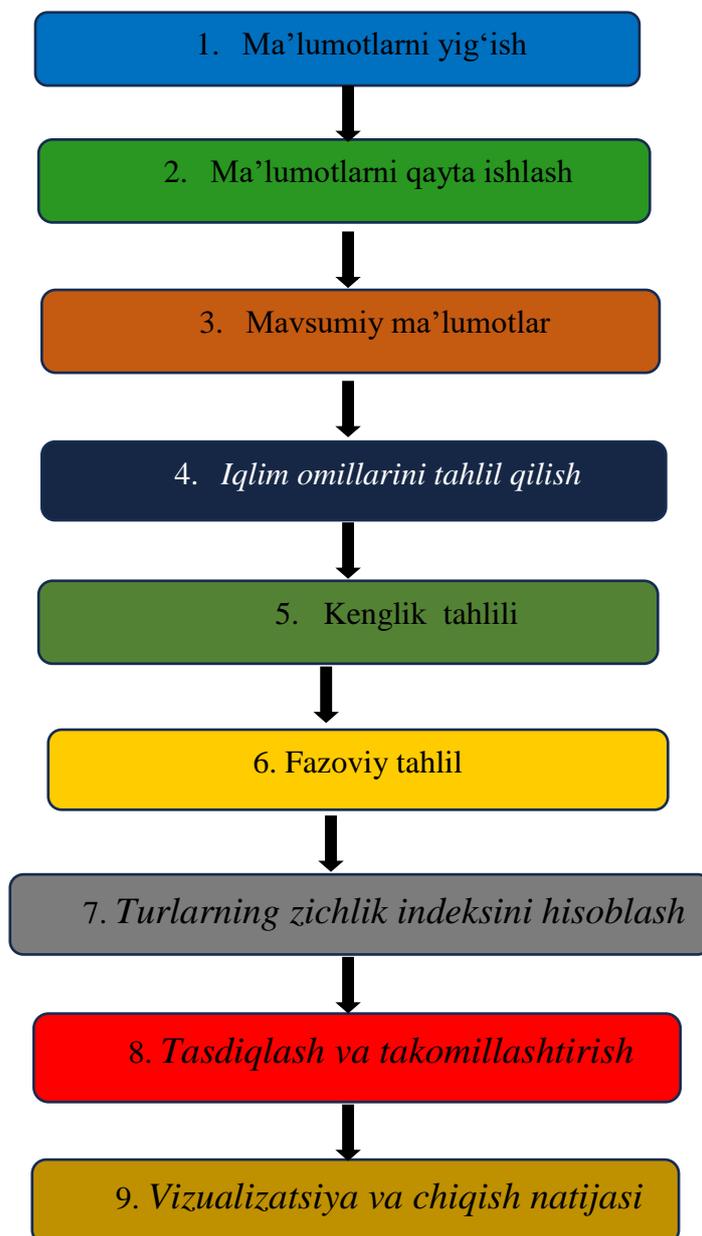
4. Xorijiy tajribalar. Xorijiy tadqiqotlarda hasharotlarning tarqalishi va iqlim o‘zgarishining ta‘sirini o‘rganish bo‘yicha **quyidagi tajribalar** amalga oshirilgan:

Tadqiqot natijalari asosida GAT modellarini qo‘llagan holda modellashtirish mexanizmlari ishlab chiqilgan. Iqlim o‘zgarishi dunyo bo‘ylab ekologik tizimlarga katta ta‘sir ko‘rsatmoqda va hasharotlarning tarqalish hududlarini sezilarli darajada o‘zgartirishga olib kelmoqda. Hasharotlarning tarqalishini modellashtirish bo‘yicha tadqiqotlar iqlim o‘zgarishining turli ssenariylari va harorat o‘zgarishlarining hasharotlar populyatsiyasiga qanday ta‘sir qilishini tushunish uchun muhimdir. Hasharotlarning iqlimga bog‘liq tarqalish modelini o‘rganish uchun ekologlar va biologlar turli matematik va kompyuter modellarini ishlab chiqqan. Ushbu modellar odatda hasharotlarning yashash joylari, iqlim o‘zgarishlarining ta‘siri va harorat, namlik, yog‘ingarchilik kabi iqlimiy o‘zgaruvchilarga asoslangan.

Global G-Locust Model. Global G-Locust modeli global miqyosda chigirtkalar tarqalishi va potentsial yashash muhitiga mosligini baholash uchun mo‘ljallangan bashoratli modellashtirish vositasidir. Ushbu tadqiqot uchun model yanada mahalliyashtirilgan va aniqroq tahlil qilish imkonini beruvchi Jizzax viloyatiga alohida e‘tibor qaratish maqsadida moslashtirilgan. Mazkur global modelni moslashtirish harorat, yog‘ingarchilik, shamol tezligi va o‘simlik qoplami kabi mintaqaga xos atrof-muhit ma‘lumotlarini o‘z ichiga olgan holda amalga oshirilgan. Moslashtirilgan model asosida ishlab chiqarilgan natija xaritalari Jizzax viloyati bo‘ylab chigirtka xavfi zonalarining batafsil vizualizatsiyasi ta‘minlangan. Chigirtkalar integratsiyalashgan atrof-muhit o‘zgaruvchilari asosida past va o‘ta xavfli hududlarni belgilash imkoniyati yaratilgan.

Ushbu Global G-Locust Modelni ishlatish uchun bir nechta bosqichda ishlarni bajarish kerak bo‘ladi. Bizga ma‘lumki har qanday global modellar turli xil joyda to‘g‘ridan to‘g‘ri ishlab ketavermaydi. Shuning uchun modelni hududning sharoitiga qarab moslashtirish kerak.

Modelni moslashtirish. Iqlim omillari va kengliklarni hisobga olgan holda turli fasllar bo‘yicha ArcGIS dasturida turlarning (chigirtkalar) zichlik (tarqalish) indeksini baholash uchun modelni moslashtirish sxemasini yaratish uchun quyidagi bosqichlar batafsil bajariladi (2-rasm)

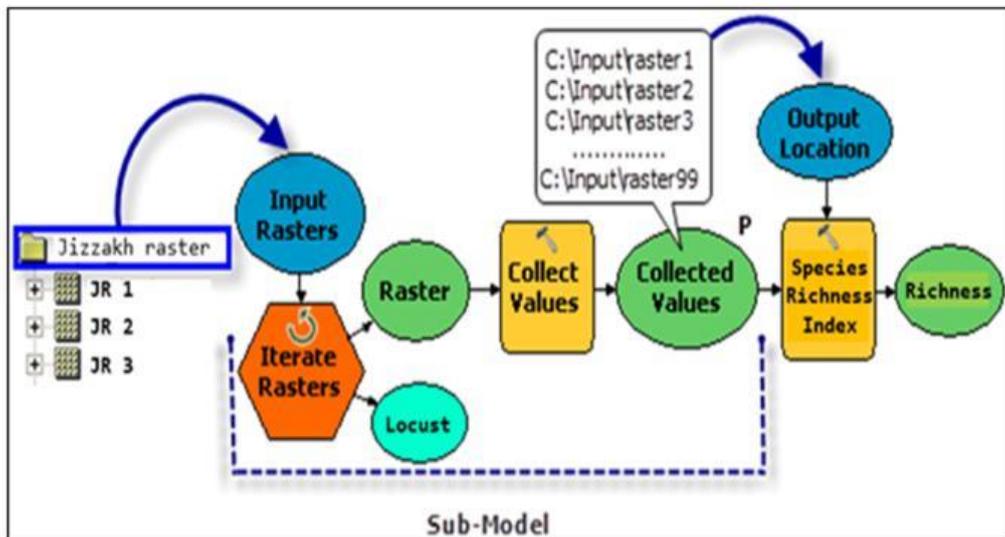


2-rasm. ArcGIS dasturida G-Locust modelini Jizzax viloyatiga moslashtirish bosqichlari

Tahlil GAT bo'yicha chigirtka tarqalishi modellash metodikasi. Turli rastr ma'lumotlar to'plamidan foydalangan holda Jizzax viloyatida chigirtkalarining tarqalishi yoki turlarining boyligini (zichligini) baholash uchun mo'ljallangan ArcGIS modeli tasvirlangan. Ushbu model fazoviy ma'lumotlarni takroriy qayta ishlash va ekologik tadqiqotlar uchun tegishli indekslarni hisoblash uchun tuzilgan (3-rasm).

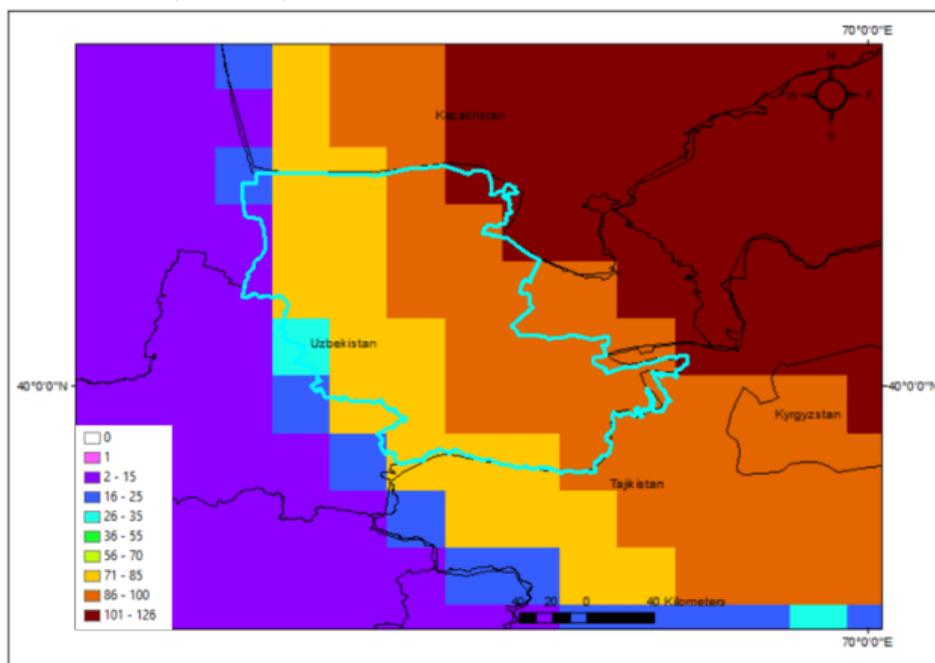
Fazoviy tahlilda, xususan, ekologik modellashtirishda rastr ma'lumotlar to'plami muhim ahamiyatga ega. Bu rastrlar ko'pincha turlarning tarqalishiga ta'sir ko'rsatishi mumkin bo'lgan o'simlik qoplami, tuproq turi, harorat va balandlik kabi atrof-muhit o'zgaruvchilarini ifodalaydi. Ushbu modelda "Kirish rastrlari (input rasters)" komponenti Jizzax viloyati uchun maxsus ma'lumotlar to'plamini nazarda tutadi. Rastr ma'lumotlar modellari ko'pincha geografik axborot tizimlarida (GAT) atrof-

muhitni modellashtirish uchun doimiy fazoviy hodisalarni aks ettirish qobiliyati tufayli qo‘llanildi, bu mintaqa bo‘ylab turlarning tarqalishini baholashda hal qiluvchi ahamiyatga ega.



3-rasm. Rastr ma’lumotlar to‘plamidan foydalangan holda Jizzax viloyatida chigirtkalarining tarqalishi yoki turlarining boyligini (zichligini) baholash modeli

Global G-Locust modelidan olingan Jizzax viloyatida chigirtkalarining tarqalishi yoki yashash muhitiga mosligining batafsil fazoviy tahlili keltirilgan. Xarita potentsial chigirtka invazyalarini mahalliyashtirilgan baholash imkonini beruvchi pasaytirilgan istiqbolni taklif etadi, bu esa samarali boshqaruv va javob strategiyasi uchun juda muhimdir (4-rasm).

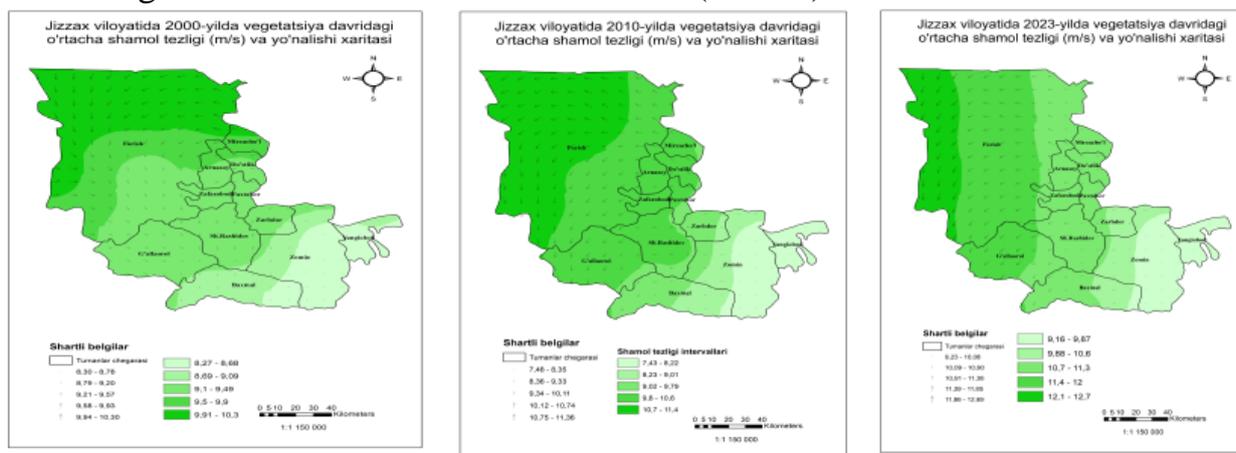


4-rasm. Global G-Locust modelidan olingan Jizzax viloyatida chigirtkalar tarqalishining fazoviy tahlili

Global G-Locust modelidan olingan xarita Jizzax viloyatida va undan tashqarida chigirtka tarqalishini modellashtirish va boshqarish uchun foydali manba bo'lib xizmat qiladi. Yashash muhitining yaroqliligining batafsil fazoviy tahlilini taklif qilish orqali model maqsadli tadbirlar haqida ma'lumot berishga va chigirtkalar xavfiga qarshi kurashda mintaqaviy hamkorlikni rivojlantirishga yordam beradi. Biroq, o'zgaruvchan atrof-muhit sharoitlarini hisobga olish va doimiy rivojlanayotgan landshaftda uning foydaliligini saqlab qolish uchun modelni doimiy yangilash va takomillashtirish zarur.

Dissertatsiyaning «Iqlim o'zgarishi sharoitida to'g'riqanotli hasharotlarning tarqalish dinamikasi va modellashtirish natijalari» deb nomlangan to'rtinchi bobida iqlim o'zgarishining tirik organizmlarga bo'lgan ta'sirini baholashga bag'ishlangan ko'plab ilmiy nashrlarda, hozirgi kunga qadar ular qanday munosabatda bo'lishlari haqida juda ko'p ma'lumotlar to'plangan. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida iqlim o'zgarishi sharoitida hasharotlarning tarqalishini GAT Global G-Locust modelidan foydalanish asosida hasharotlarning tarqalishini modellashtirilgan.

Jizzax viloyati meteorologik stansiyalardagi hasharotlarning shamol yo'nalishi bo'yicha ma'lumotlar tahlili hasharotlar populyatsiyasiga shamolning ta'sirini o'rganish uchun muhim. Shamol hasharotlarning tarqalishi va populyatsiya dinamikasiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin (5-rasm).



5-rasm Jizzax viloyatining 2000-2010-2023 yillar davomidagi shamol tezligi yo'nalishi xaritasi

Chigirtkalarining tarqalishi va ko'chishi ko'pincha shamolning tezligi, yo'nalishi va davomiyligiga bog'liq bo'lganligi sababli, meteorologik stansiyalarda bu ma'lumotlarni yig'ish juda muhim. Chigirtkalar uchun shamolning ahamiyati katta bo'lib, ularning harakatlanishi, tarqalishi va ko'payishiga ta'sir qiladi. Chigirtkalar shamol oqimidan foydalanib, minglab kilometr masofani tez va kam energiya sarflab bosib o'tishlari mumkin. Bu ularga yangi hududlarga tarqalish imkonini beradi. Shamol tezligi yuqori bo'lganida, chigirtkalar katta masofalarni qisqa vaqt ichida bosib o'tishi mumkin, bu esa ularning tarqalishini tezlashtiradi.

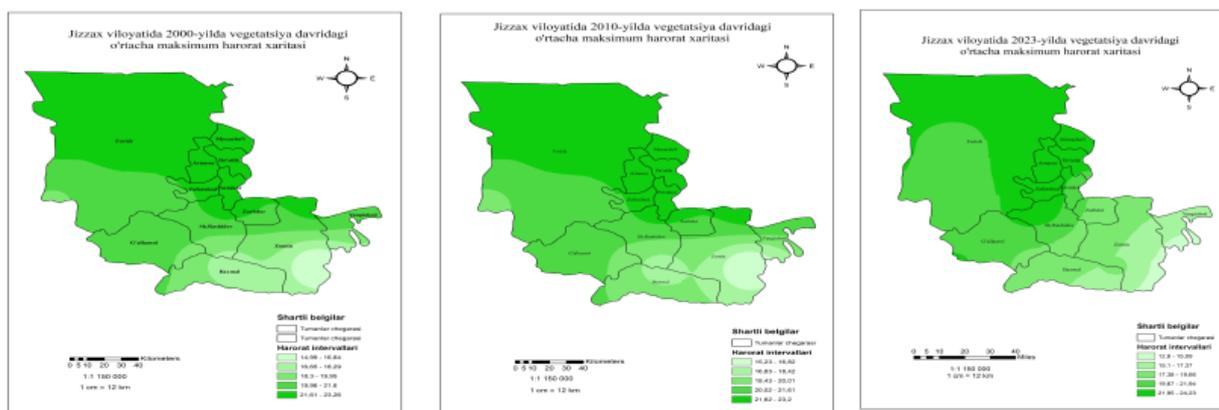
Shamol yordamida chigirtkalar yangi hududlardagi oziq-ovqat resurslariga kirib borishi mumkin, bu esa ularning omon qolishiga va ko'payishiga yordam beradi. Shamol yo'nalishini prognoz qilish va chigirtkalar harakatini kuzatish orqali zarur chora-tadbirlarni o'z vaqtida amalga oshirish mumkin.

Shamol chigirtkalar uchun muhim ahamiyatga ega bo'lib, ularning harakatlanishi, tarqalishi va ko'payishiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Shamolning ushbu jihatlarni o'rganish va tushunish qishloq xo'jaligida chigirtkalar hujumlarini samarali boshqarish va oldini olishga yordam beradi. Qishloq xo'jaligi hududlarida shamol va chigirtkalar monitoring tizimlarini rivojlantirish ushbu muammolarni hal qilishda muhim ahamiyat kasb etadi.

NDVI - Jizzax viloyati bo'ylab o'simlik qoplamini baholash uchun (NDVI) foydalanilgan. NDVI keng qo'llaniladigan masofaviy zondlash indeksi bo'lib, u yaqin infraqizil (o'simlikni kuchli aks ettiruvchi) va qizil (o'simlik o'zlashtiradigan) nurlari o'rtasidagi farqni o'lchash orqali yashil o'simliklar miqdorini aniqlaydi. NDVI quyidagi tenglama yordamida hisoblanadi:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (1.3)$$

bu yerda: *NIR* - yaqin infraqizil nurni aks ettirilishi; *RED* - qizil nurni aks ettirilishi.



6-rasm Jizzax viloyatining 2000-2010-2023 yillar davomidagi harorat xaritasi

ArcGIS yordamida sun'iy yo'ldosh tasvirlari ma'lumotlari turli vaqt oralig'ida NDVI qiymatlarini hisoblash uchun qayta ishlandi. Keyinchalik bu NDVI qiymatlari mintaqa bo'ylab o'simlik qoplamidagi o'zgarishlarni ko'rish uchun xaritaga tushirildi. Olingan xaritalar yashil qoplama va chigirtkalarining tarqalishi o'rtasidagi bog'liqlik haqida tanqidiy tushunchalar berdi, bu zich o'simliklar bilan bog'liq bo'lgan chigirtka faolligi davri va hududlarini aniqlashga yordam berdi.

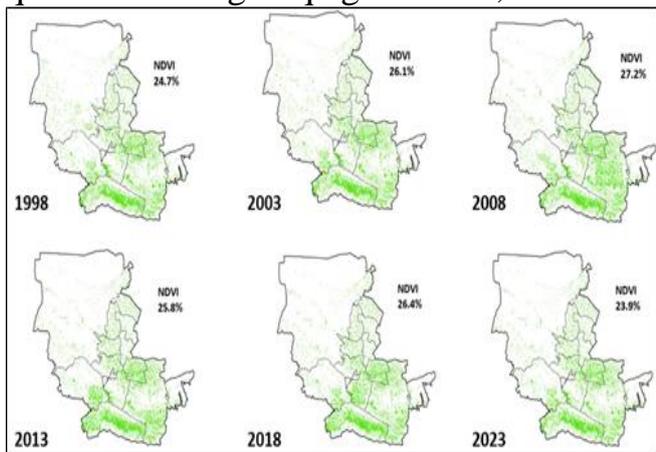
NDVI qiymatlari asosida chigirtka zichligi indeksi rastr xartasini yaratish va uni taqdim etilgan xaritada joylashtirish uchun biz quyidagi amallarni bajaramiz. Birinchidan, biz NDVI xartasini yuklashimiz va agar u RGB formatida bo'lsa, uni kulrang rangga aylantirishimiz kerak. Bu Matplotlib va Numpy dasturiy kutubxonalar yordamida amalga oshiriladi. NDVI qiymatlari chiqarilgandan so'ng, ma'lumotlarni standartlashtirish uchun ular 0 va 1 oralig'ida normallashtirildi.

Jizzax viloyati uchun NDVI (Normallashtirilgan o'simliklar farqi indeksi) xaritalari seriyasi keltirilgan bo'lib, unda olti muddatda: 1998, 2003, 2008, 2013, 2018 va 2023-yillardagi o'simliklar qoplami ko'rsatilgan. NDVI qiymatlari yashil o'simliklarning zichligini bildiradi hamda yuqori qiymatlar bilan zichroq o'simliklarni ko'rsatadi (7,8-rasm).

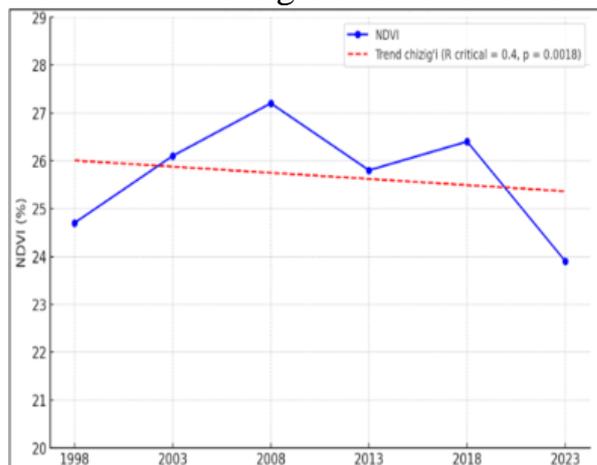
1998-yildan boshlab NDVI 24,7% da qayd etilgan. Xaritada NDVI ning nisbatan past ko'rsatkichlari ko'rsatilgan, zich yashil qoplamaning cheklangan hududlari asosan Jizzax viloyatining janubiy qismida to'plangan

2003-yilga kelib, NDVI 26,1% gacha o'sdi, bu o'simlik qoplaminin ozgina yaxshilanganligini ko'rsatadi. Yashil hududlar, ayniqsa janubiy mintaqada ko'proq ajralib turadi, bu o'simliklar bu davrda tiklana boshlagan yoki kengaygan bo'lishi mumkin (7,8-rasm).

2008-yilda NDVI yana 27,2% gacha ko'tarildi, bu ko'rsatilgan yillar orasida eng yuqori ko'rsatkichdir. Bu shuni ko'rsatadiki, bu yil o'simlik qoplami eng yuqori cho'qqiga chiqdi. Yashil maydonlar, xususan, mintaqaning janubiy va janubi-sharqiy qismlarida keng tarqalgan bo'lib, mustahkam o'simliklar zichligidan dalolat beradi.

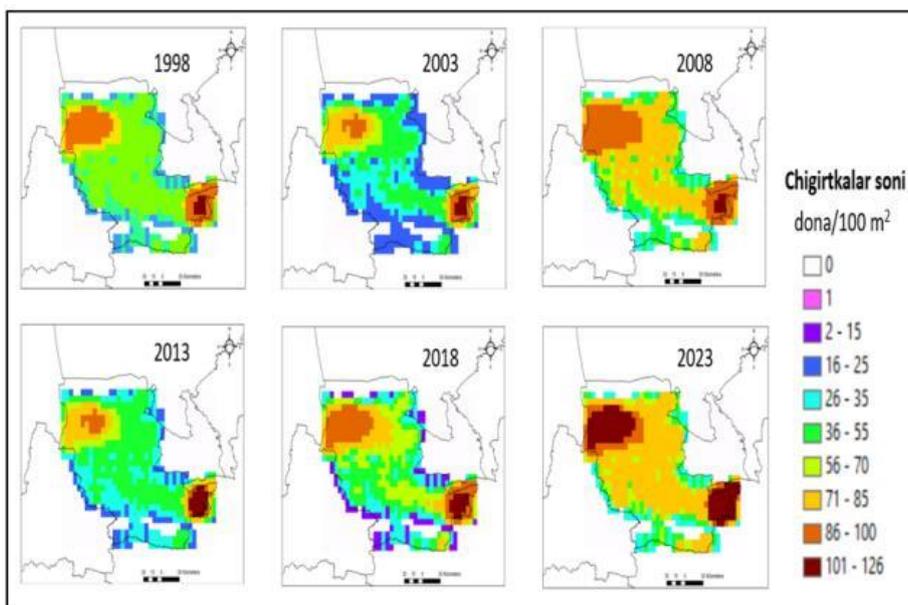


7-rasm Jizzax viloyati uchun NDVI xaritalari seriyasi



8-rasm. Jizzax viloyati uchun yillar kesimidagi NDVI qiymatlari

Biroq, 2013-yilga kelib, NDVI ulushi 25,8% gacha qisqardi. O'simlik qoplami nisbatan mustahkamligicha qolgan bo'lsa-da, yashil maydonlarning biroz qisqarishi kuzatildi, bu atrof-muhitning o'zgarishi yoki yerdan foydalanishdagi o'zgarishlar bilan bog'liq bo'lishi mumkin.



9-rasm. Jizzax viloyatida chigirtka populyatsiyasining turli yillardagi tarqalishi va zichligi xaritalar

2013-yilgi xarita 2008 yilga o'xshash taqsimotni aks ettiradi, butun mintaqada chigirtka faolligi keng tarqalgan. Yuqori zichlikdagi hududlar o'tgan yillarga mos keladi, bu esa bu hududlarning chigirtka hujumiga qarshi zaifligidan dalolat beradi. Biroq, yangi hududlarda chigirtkalarining o'rtacha zichligi sezilarli darajada oshgani, chigirtkalar ilgari kamroq ta'sirlangan hududlarga tarqalishi mumkinligini ko'rsatadi.

2018-yilga kelib, chigirtkalarining tarqalishi va zichligi nisbatan barqaror ko'rinadi, shimoliy va janubi-sharqiy hududlarda yuqori zichlikdagi hududlar barqaror bo'lib qoladi. Xarita shuni ko'rsatadiki, chigirtka populyatsiyasi sezilarli darajada ko'paymagan bo'lsa-da, yuqori kontsentratsiyali hududlar chigirtka faolligiga moyilligicha qolgan.

2023-yilda xaritada mintaq bo'ylab chigirtkalar zichligi oshganligi ko'rsatilgan. Shimol va janubi-sharqdagi yuqori zichlikli hududlar kengayib, ko'proq hududlarda chigirtkalar kontsentratsiyasi oshgan. Bunga qulay ob-havo sharoiti, o'simlik qoplaminig o'zgarishi yoki chigirtka populyatsiyasining o'sishi va tarqalishini qo'llab-quvvatlagan boshqa ekologik omillarning kombinatsiyasi sabab bo'lishi mumkin.

Xaritalar turkumi Jizzax viloyatida chigirtka populyatsiyasining vaqt o'tishi bilan qanday rivojlanganligi haqida batafsil ma'lumot beradi. O'simliklar qoplami va chigirtkalar zichligi o'rtasidagi bog'liqlik ushbu ekotizimlarning dinamik tabiatini va chigirtka hujumi bilan bog'liq davom etayotgan muammolarni hal qilish uchun moslashuvchan boshqaruv strategiyalari zarurligini ko'rsatdi.

Hasharotlarning iqlim sharoitida tarqalishi bo'yicha modellashtirish tahlili. (O'rtacha ko'p yillik mavsumiy havo harorati) taqdim etilgan xaritalar ikkita xaritadan iborat (10-rasm): yuqoridagi xarita Jizzax viloyati bo'ylab 25 yillik o'rtacha mavsumiy havo harorati taqsimotini ko'rsatadi, pastki xaritada xuddi shu hududda chigirtka tarqalishining xavf darajalarini ko'rsatadi. Harorat xaritasi -40°C dan 50°C gacha bo'lgan rang gradientini o'z ichiga oladi, bu uzoq muddatli o'rtacha haroratlarning fazoviy taqsimotini ko'rsatadi, chigirtka xavfi xaritasi esa mintaqani pastdan ekstremalgacha bo'lgan turli xavf zonalariga tasniflaydi.

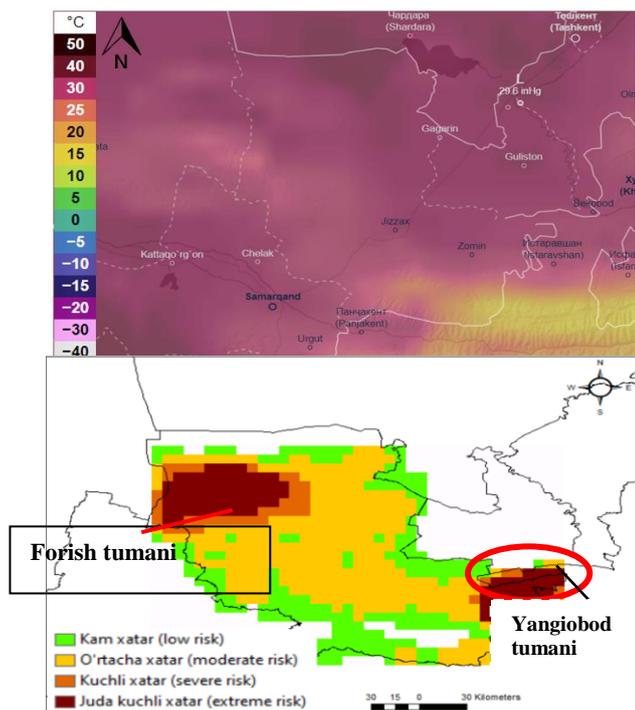
25 yillik o'rtacha mavsumiy havo harorati xaritasi Jizzax viloyati uchun eng yuqori o'rtacha ko'rsatkich janubiy hududlarda kuzatildi. Rang gradienti shuni ko'rsatadiki, bu hududlarda harorat odatda issiqroq, o'rtacha potentsial 20°C dan 25°C gacha yoki undan yuqori. Bundan farqli o'laroq, mintaqaning shimoliy qismlarida, ayniqsa, balandroq joylarda yoki Qozog'iston bilan chegaraga yaqin hududlarda sovuqroq harorat kuzatildi.

Jizzax viloyatida kuzatilgan issiqroq harorat va yuqori chigirtka xavfi o'rtasidagi bog'liqlik belgilangan ekologik tamoyillarga mos keladi. Issiqroq hududlarda chigirtkalar populyatsiyasi faolroq bo'ladi, ayniqsa ko'payish mavsumida, bu chigirtkalar tarqalish ehtimolini oshiradi. Bu chigirtka xavfi xaritasida yaqqol ko'rinadi, bu yerda eng xavfli hududlar harorat ko'tarilgan hududlarga to'g'ri keladi.

Harorat ma'lumotlarining aniqligi, 81% aniqlik va RMSE (Root Mean Square Error) 0,007, harorat xaritasi mintaqadagi uzoq muddatli iqlim sharoitlarini ishonchli tasvirlashni ta'minlaydi. Bu ishonchlilik chigirtka tarqalishining potentsial xavfini

baholash uchun juda muhimdir, chunki haroratning aniq ma'lumotlari chigirtka hujumiga eng zaif hududlarni bashorat qilishga yordam beradi.

Tarqalish sxemasi (scatter plot) havo harorati va chigirtkalar soni o'rtasidagi aniq ijobiy bog'liqlikni ko'rsatdi (11-rasm). Havo haroratining oshishi bilan chigirtkalar soni ham ortib boradi. Bu bog'liqlik R^2 qiymatining 0,78 qiymati bilan ko'rsatildi, bu chigirtkalar sonidagi o'zgaruvchanlikning taxminan 78% havo haroratining o'zgarishi bilan izohlanishi mumkinligini ko'rsatadi. $p = 0,001$ qiymati bu munosabatning statistik ahamiyatga ega ekanligini yana tasdiqlaydi, ya'ni kuzatilgan korrelyatsiya tasodif tufayli yuzaga kelishi ehtimoldan yiroq emas.

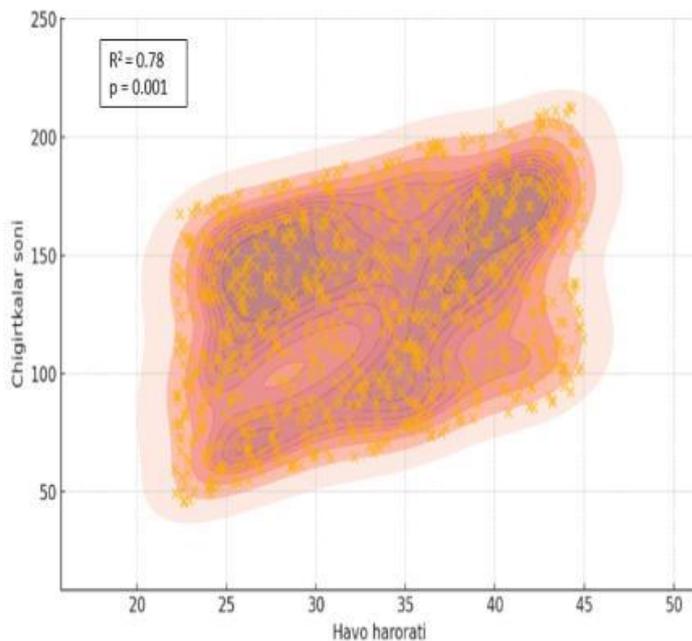


10-rasm. Jizzax viloyati bo'ylab ko'p yillik o'rtacha mavsumiy havo harorati va chigirtka tarqalishining xavf darajalari xaritalari

Harorat 35°C dan oshgani sari, chigirtkalar soni ortib bordi, ammo dala sharoitidagi kuztuvlarda zichligi biroz pasaydi. Bu shuni ko'rsatadiki, chigirtkalar issiqroq sharoitda o'sishi mumkin bo'lsada, ularning populyatsiyasi tez ko'paymadi. Harorat 25 °C dan pastroqda, chigirtkalar soni odatda pastroq bo'lib, sovuqroq harorat chigirtkalarining ko'payishiga kamroq yordam beradi degan fikrni kuchaytiradi.

O'rtacha ko'p yillik yog'ingarchilik yig'indisi. 12-rasmda taqdim etilgan xaritalar Jizzax viloyati bo'ylab 25 yillik o'rtacha mavsumiy yog'ingarchilik taqsimoti hamda chigirtka tarqalishining xavf darajalari tasvirlangan. Yog'ingarchilik xaritasi o'rtacha yog'ingarchilikning fazoviy taqsimotini ko'rsatuvchi 0 dan 50 mm gacha bo'lgan rang gradientidan, chigirtka xavfi xaritasi esa mintaqani pastdan o'ta xavfligacha bo'lgan turli xavf zonalariga ajratadi.

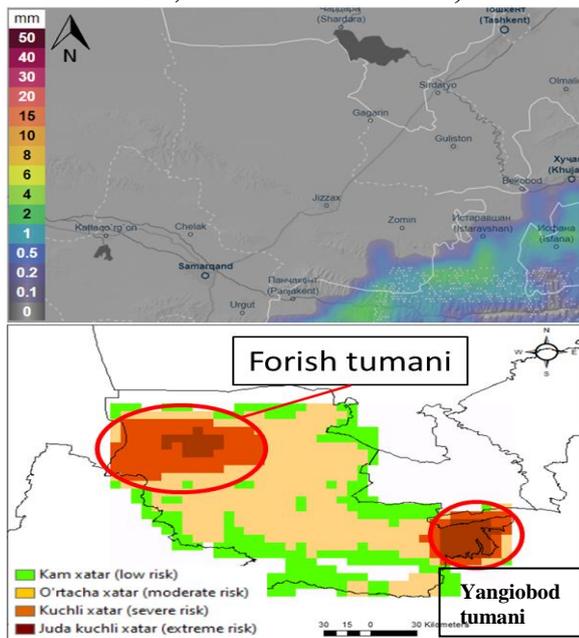
Yog'ingarchilik xaritasi Jizzax viloyatida o'rtacha mavsumiy yog'ingarchilikning turli darajalariga to'g'ri kelishini ko'rsatdi, eng yuqori miqdori janubi-sharqiy hududlarda va sharqiy mintaqaning ayrim qismlarida to'plangan. Bu



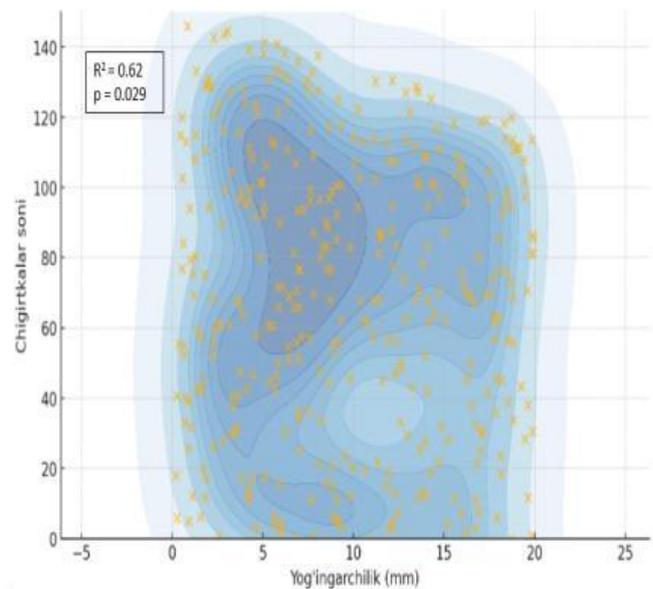
11-rasm. Havo harorati va chigirtkalar soni o'rtasidagi bog'liqlik grafigi

hududlar 10 dan 50 mm gacha bo'lgan yog'ingarchilik darajasini ko'rsatadigan ko'kdan binafsha ranggacha bo'lgan ranglarda tasvirlangan. Bundan farqli o'laroq, mintaqaning shimoliy va g'arbiy qismlarida yog'ingarchilik sezilarli darajada kam bo'ladi, ko'plab hududlarda 10 mm dan past bo'lgan qiymatlar kulrang bilan ifodalangan.

Ushbu yog'ingarchilik taqsimotini chigirtka xavfi xaritasi bilan taqqoslaganda, bir biriga bog'liqligi paydo bo'ldi. Chigirtkalar xavfi yuqori bo'lgan hududlar, xususan, mintaqaning g'arbiy va janubi-sharqiy qismlarida yog'ingarchilik kam va o'rtacha yog'in tushadigan zonalariga to'g'ri keladi. To'q jigarrang rang bilan belgilangan, chigirtkalar xavfi yuqori bo'lgan hududlar yog'ingarchilik kam bo'lgan hududlarda, birinchi navbatda, Jizzax viloyatining g'arbiy qismida joylashgan.



12-rasm. Jizzax viloyatining ko'p yillik o'rtacha mavsumiy yog'ingarchilik yig'indisi hamda chigirtka tarqalishining xavf darajalari xaritalari



13-rasm. Yog'ingarchilik va chigirtkalar soni o'rtasida o'rtacha ijobiy korrelyatsiya grafigi

$R^2 = 0,62$ qiymati chigirtkalar sonidagi o'zgaruvchanlikning taxminan 62% yog'ingarchilikning o'zgarishi bilan izohlanishi mumkinligini ko'rsatdi, bu esa bu ikki omil o'rtasidagi o'rtacha munosabatni ko'rsatdi. $p = 0,029$ qiymati bu munosabatlarning statistik ahamiyatga ega ekanligini tasdiqladi.(13-rasm)

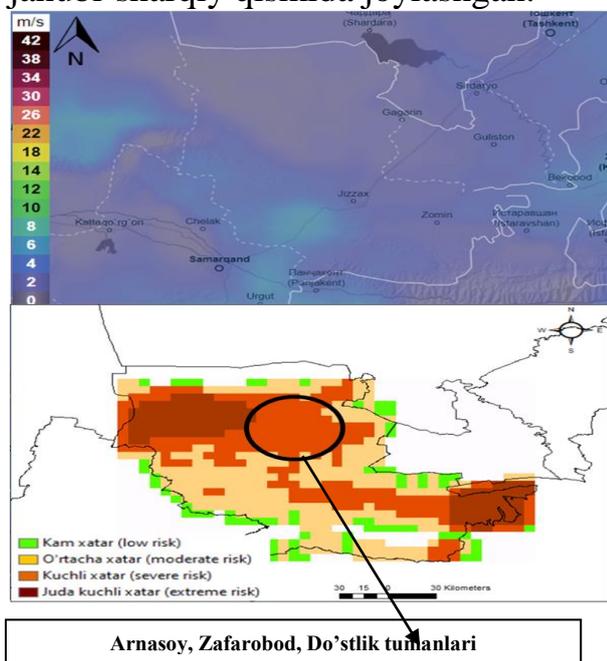
Yog'ingarchilik va chigirtkalar ko'pligi o'rtasidagi bog'liqlik haqida foydali ma'lumotlarni berdi, chigirtka populyatsiyasini qo'llab-quvvatlashda mo'tadil yog'ingarchilikning muhimligini ta'kidlaydi. Bu tushuncha chigirtkalar bilan zararlanishni boshqarish va ularning Jizzax viloyati qishloq xo'jaligi va ekotizimlariga ta'sirini yumshatish bo'yicha samarali strategiyalarni ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

O'rtacha ko'p yillik shamol tezligi. Quyidagi 14-rasm Jizzax viloyati bo'ylab 25 yillik o'rtacha mavsumiy shamol tezligini hamda chigirtka tarqalishining xavf darajasini ko'rsatdi. Shamol tezligi xaritasi sekundiga 0 dan 42 metrgacha (m/s) rang gradientidan foydalandi, bu shamol tezligining fazoviy taqsimotini ko'rsatadi,

chigirtka xavfi xaritasi esa mintaqani pastdan o‘ta xavfligacha bo‘lgan turli xavf zonalariga ajratadi.

Shamol tezligi xaritasi Jizzax viloyati bo‘ylab o‘rtacha shamol tezligining turli darajalarini ko‘rsatdi, eng yuqori tezliklar mintaqaning g‘arbiy va janubiy qismlarida to‘plangan, bu yerda qiymatlar 26 dan 42 m/s gacha, qizil rangda tasvirlangan. Mintaqaning markaziy va shimoliy qismlarida shamol tezligi pastroq bo‘lib, qiymatlar odatda 12 m/s dan past bo‘lib, ko‘kdan yashil ranggacha ko‘rsatilgan.

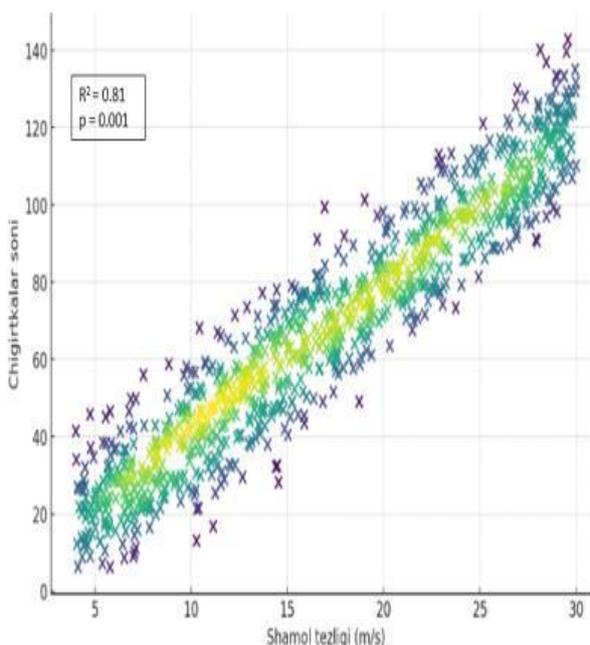
Bu shamol tezligi taqsimotini chigirtka xavfi xaritasi bilan solishtirganda, shamol tezligi va chigirtka tarqalish xavfi o‘rtasida bog‘liqlik paydo bo‘ladi. Chigirtkalar xavfi yuqori bo‘lgan hududlar, xususan, mintaqaning g‘arbiy va janubi-sharqiy qismlari shamol tezligi o‘rtacha va yuqori bo‘lgan zonalarga to‘g‘ri keladi. To‘q jigarrang rang bilan belgilangan, chigirtkaning o‘ta xavfini ko‘rsatuvchi hududlar asosan shamol tezligi yuqori bo‘lgan hududlarda, ayniqsa mintaqaning janubi-sharqiy qismida joylashgan.



14-rasm. Jizzax viloyatining o‘rtacha mavsumiy shamol tezligini hamda chigirtka tarqalishining xavf darajasi xaritalari

Shamol tezligi chigirtkalar ekologiyasida, ayniqsa kuchli shamollar tomonidan uzoq masofalarga olib o‘tilishi mumkin bo‘lgan katta yoshli chigirtkalar uchun hal qiluvchi omil hisoblanadi. Jizzax viloyatida yuqori shamol tezligi va chigirtkalar xavfi o‘rtasidagi kuzatilgan bog‘liqlik shamol chigirtka populyatsiyalarining tarqalishida asosiy omil bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatdi.

Shamol tezligi haqidagi ma’lumotlarning aniqligi, 84% aniqlik va RMSE (Root Mean Square Error) 0,003 bo‘lib, xarita mintaqadagi uzoq muddatli shamol indikatorlarining ishonchli ifodasini taqdim etishini ko‘rsatdi. Bu ishonchlilik shamolning chigirtkalar dinamikasiga potentsial ta’sirini baholash va chigirtkalarining tarqalishini boshqarish strategiyalarini ishlab chiqish uchun muhim ahamiyatga ega.



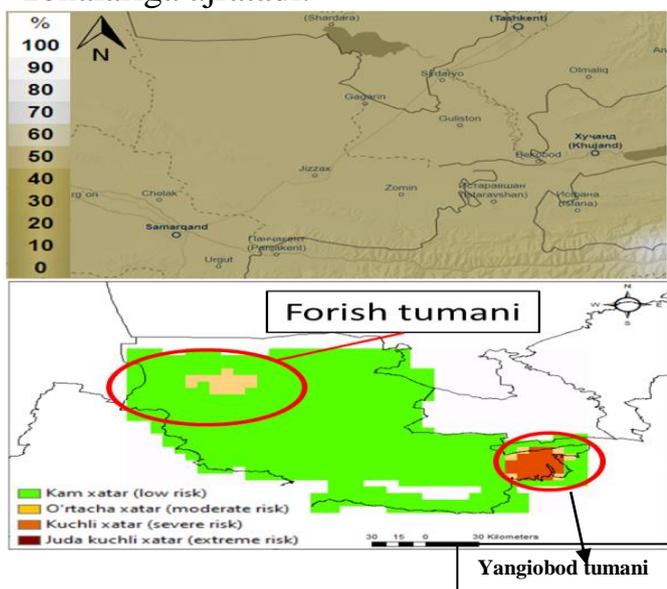
15-rasm. Shamol tezligi va chigirtkalar soni o‘rtasidagi bog‘liqlik grafigi

Mazkur quyidagi grafik (14,15-rasm) shamol tezligi va chigirtkalar soni o'rtasida kuchli ijobiy bog'liqlikni ko'rsatdi. Shamol tezligi taxminan 5 m/s dan 30 m/s gacha ortishi bilan chigirtkalar sonining shunga mos ravishda ortishi kuzatildi. Bu tendentsiya aniq chiziqli bo'lib, yuqori shamol tezligi chigirtkalar sonining yuqoriligi bilan bog'liqligini ko'rsatdi.

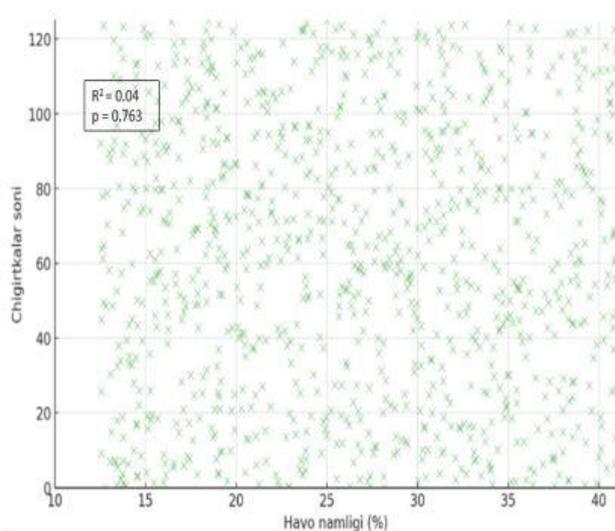
$R^2 = 0,81$ qiymati chigirtkalar sonidagi o'zgaruvchanlikning 81% shamol tezligidagi o'zgarishlar bilan izohlanishi mumkinligini ko'rsatdi, bu esa bu ikki o'zgaruvchi o'rtasidagi juda kuchli aloqani ko'rsatdi. $p = 0.001$ qiymati bu korrelyatsiyaning statistik ahamiyatga ega ekanligini yana bir bor tasdiqlaydi, ya'ni kuzatilgan munosabatlar tasodif tufayli bo'lishi ehtimoldan yiroq emas.

Ma'lumotlar nuqtalarining rang-kodlanishi shuni ko'rsatadiki, kuzatuvlarning eng zich kontsentratsiyasi shamol tezligi spektrining markaziy qismida, taxminan 10 m/s va 25 m/s oralig'ida joylashgan bo'lib, bu yerda chigirtkalar soni har bir kuzatuvda 40 dan 100 tagacha o'zgarib turadi. Bu shuni ko'rsatadiki, bu shamol tezligi chigirtkalar faoliyati uchun ayniqsa qulay sharoitlarni ta'minlaydi, ehtimol ularning landshaft bo'ylab tarqalishini osonlashtiradi.

O'rtacha ko'p yillik havoning nisbiy namligi. Quyidagi 3.13-rasm Jizzax viloyati bo'ylab 25 yillik o'rtacha mavsumiy namlik taqsimotini hamda chigirtka tarqalishining xavf darajasini ko'rsatdi. Namlik xaritasi o'rtacha namlikning fazoviy taqsimotini ko'rsatuvchi 0% dan 100% gacha bo'lgan rang gradientidan foydalanadi, chigirtka xavfi xaritasi esa mintaqani pastdan o'ta xavfligacha bo'lgan turli xavf zonalariga ajratadi.



16-rasm. Jizzax viloyatining mavsumiy namlik taqsimoti hamda chigirtka tarqalishining xavf darajasi xaritalari



17-rasm. Namlik darajasi va chigirtkalar soni o'rtasida bog'liqlik grafigi

Mazkur quyidagi grafik (16,17-rasm) namlik darajasi va chigirtkalar soni o'rtasida aniq bog'liqlikni ko'rsatmaydi. Ma'lumotlar nuqtalari grafik bo'ylab keng tarqalgan bo'lib, ikkita o'zgaruvchi o'rtasidagi munosabatni ko'rsatadigan aniq tendentsiyasizligi ko'rish mumkin. Bu yana $R^2 = 0,04$ qiymati bilan aniqlandi, bu chigirtkalar sonidagi o'zgaruvchanlikning atigi 4% namlikdagi o'zgarishlar bilan

izohlanishi mumkinligini ko'rsatdi. Bundan tashqari, $p = 0,763$ qiymati bu munosabat statistik ahamiyatga ega emasligini ko'rsatdi, ya'ni kuzatilgan taqsimot namlik va chigirtkalar ko'pligi o'rtasidagi har qanday mazmunli bog'lanishdan ko'ra tasodifiy o'zgarishlarga bog'liq bo'lishi mumkin.

Yuqoridagi grafik namlik Jizzax viloyatida chigirtka populyatsiyasi dinamikasining asosiy omili emasligini tasdiqlaydi. O'zaro bog'liqlikning yo'qligi boshqa atrof-muhit omillari chigirtkalarining tarqalishini shakllantirishda ko'proq ta'sir ko'rsatishini ko'rsatdi.

XULOSALAR

"Iqlim o'zgarishi sharoitida to'g'riqanotli hasharotni tarqalishini modellashtirish (Jizzax viloyati)" mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. O'zbekistonda ilk bor iqlim o'zgarishi sharoitida Jizzax viloyatida to'g'riqanotli hasharotlarni atrof-muhitga ta'sirini monitoring qilishda Global P-Locust modeli yaratildi. Global miqyosda chigirtkalarining tarqalishi va potentsial yashash muhitiga mosligini baholash va bashoratlash modellashtirilgan. Natijada modelni moslashtirishda harorat, yog'ingarchilik, shamol tezligi, o'simlik qoplami va mintaqaga xos atrof-muhit ma'lumotlarini o'z ichiga olgan holda ishlab chiqilgan xaritalari Jizzax viloyati bo'ylab chigirtka xavfli zonalarining batafsil vizualizatsiyasi ta'minlandi. Chigirtkalarining integratsiyalashgan atrof-muhit o'zgaruvchilari asosida past va o'ta xavfli hududlarni belgilash imkoniyati yaratilgan.
2. Jizzax viloyati uchun NDVI (Normallashtirilgan o'simliklar farqi indeksi) xaritalari ishlab chiqildi. Natijada 1998, 2003, 2008, 2013, 2018 va 2023 yillardagi o'simliklar qoplami dinamikasi baholandi.
3. Harorat ma'lumotlarining aniqligi, 81% aniqlik va RMSE (Root Mean Square Error) 0,007, harorat xaritasi mintaqadagi uzoq muddatli iqlim sharoitlarini ishonchligi tasvirlangan. Ishonchlilik asosida chigirtka tarqalishining potentsial xavfini baholash imkoniyati yaratilgan.
4. Tarqalish sxemasi (scatter plot) havo harorati va chigirtkalar soni o'rtasidagi aniq ijobiy bog'liqlikni ko'rsatdi. Havo haroratining oshishi bilan chigirtkalar soni ham ortib boradi. Bu bog'liqlik R^2 qiymatining 0,78 qiymati bilan ko'rsatildi, bu chigirtkalar sonidagi o'zgaruvchanlikning taxminan 78% havo haroratining o'zgarishi bilan izohlanishi va $p = 0,001$ qiymati bu munosabatning statistik ahamiyatga ega ekanligi bilan isbotlangan.
5. Shamol tezligi xaritasi Jizzax viloyati bo'ylab o'rtacha shamol tezligining turli darajalarini ko'rsatdi, eng yuqori tezliklar mintaqaning g'arbiy va janubiy qismlarida to'plangan, bu yerda shamol tezligi 26 dan 42 m/s gacha bo'lishini ko'rsatdi. Viloyat markaziy va shimoliy qismlarida shamol tezligi pastroq bo'lib, qiymatlar odatda 12 m/s dan past ekanligi aniqlandi. Natijada chigirtkalarining eng zich konsentratsiyasi shamol tezligi spektrining markaziy qismida, taxminan 10 m/s va 25 m/s oralig'ida joylashgan bo'lib, bu yerda chigirtkalar soni har bir kuzatuvda 40 dan 100 tagacha o'zgarishi aniqlandi.

Shamol tezligi chigirtkalar faoliyati uchun ayniqsa qulay sharoitlarni ta'minlaydi, ehtimol ularning landshaft bo'ylab tarqalishini osonlashishi aniqlangan.

6. Jizzax viloyatida chigirtkalarga qarshi kurash strategiyasida harorat, shamol shakllari va yashil qoplamaning kuzatishga ustuvor ahamiyat berishi kerak. Barqaror yerni boshqarish va qishloq xo'jaligi amaliyotlari orqali o'simlik qoplamaning saqlab qolish va yaxshilashga qaratilgan sa'y-harakatlar chigirtkalar hujumining ta'sirini yumshatishda hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'ladi. Bundan tashqari, ushbu ekologik o'zgaruvchilarni bashorat qiluvchi modellarga integratsiyalash erta ogohlantirish tizimlarining aniqligini yaxshilaydi, bu esa qishloq xo'jaligi va ekotizimlarni himoya qilish uchun yanada samarali choralar ko'rish imkonini bergan.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ РНД.18/30.11.2022.Т.153.01 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ В НАУЧНОМ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И
ПРИРОДООХРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ И ПРИРОДООХРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

ИЗБАСАРОВА ЗАМИРА ЭРГАШЕВНА

**МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРЯМОКРЫЛЫХ
НАСЕКОМЫХ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА
(ДЖИЗАКСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**11.00.05 – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных
ресурсов**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент - 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована Высшей аттестационной комиссией при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером №B2024.2.PhD/T2575

Диссертация выполнена в Научно-исследовательском институте окружающей среды и природоохранных технологий.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) на веб-странице (www.ecoiln.uz) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научные руководители :

Пулатов Бахтиёр Алимович

доктор технических наук, доцент

Халиллаев Шерзод Алимбоевич

Доктор философии биологических наук, доцент

Официальные оппоненты :

Мирзаева Гульнара Сайдарифовна

Доктор биологических наук, профессор

Унгалов Акмаль Наврузович

доктор философии технических наук

Ведущая организация:

Джизакский политехнический институт

Защита диссертации состоится «___» _____ 2024 года в ___ часов на заседании Научного совета PhD.18/30.11.2022.T.153.01 Начном-исследовательском институте Окружающей среды и природоохранных технологий по адресу: 100043, г.Ташкент, Чиланзарский район, улица Бунедкор, дом-7А, Тел.: (71) 277-69-83 E-mail: ecoilm@umail.uz

С диссертацией можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Начном-исследовательского института Окружающей среды и природоохранных технологий (регистрационный номер ___) (Адрес: 100043, г.Ташкент, Чиланзарский район, улица Бунедкор, дом-7А, Тел.: (71) 277-69-83 факс: (71) 277-89-22; E-mail: ecoilm@umail.uz)

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2024 года.

(Протокола рассылки №___ от «___» _____ 2024 года)

Мурадов Ш.О

Председатель Научного совета
по присуждению ученых степеней
доктор технических наук, профессор

Самиев Л.Н.

Ученый секретарь Научного совета по
присуждению ученых степеней, к.х.н.

Муродов Ш.О.

Председатель Научного семинара Научного
совета по присуждению ученых степеней
доктор технических наук, профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Использование моделей в геоинформационных системах и различных сценариев занимает одно из ведущих мест в оценке влияния изменения климата на разнообразие и распространение насекомых в мире. «В глобальном масштабе Департамент продовольствия и сельского хозяйства ООН ежегодно требует внедрения методик и технологий для улучшения борьбы с саранчой в национальном и региональном масштабе в Центральной Азии и на Кавказе, а также для внедрения качественных рабочих процессов по очистке вредной саранчи». , В связи с этим, учитывая параметры климата для очистки территорий от саранчи, используя различные современные инновационные модели и методы моделирования в поддержку территорий с большим количеством биомассы, и важным считается использование энерго-ресурсосберегающих технологий.

Прежде чем заняться различными вредными насекомыми в мире, проводятся научно-исследовательские работы, направленные на разработку новых научно-технических решений с учетом географического положения, биоразнообразия и климатических изменений региона. В связи с этим на начальном этапе очистки насекомых с территории - выявить виды вредных насекомых и оперативно определить климатические условия, благоприятные для развития широко распространенных и вредных насекомых, разработать экологически чистые методы сохранения биологического разнообразия, особое внимание уделяется обоснованию действий для создания технологий, для защиты сельского хозяйства и окружающей среды.

В нашей республике принимаются комплексные меры в связи с разработкой ресурсосберегающих приемов и технологий, позволяющих сократить численность вредных насекомых и уменьшить экологические последствия, экономить ресурсы окружающей среды, а также минимальное экологическое снижение при борьбе с насекомыми. В стратегии развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы определены важные задачи, среди которых «...предотвращение проблем, наносящих вред окружающей среде...». В реализации этих задач важное значение приобретает включение искусственного интеллекта в дистанционное зондирование современных популяций насекомых и создание международных программ современного моделирования, обеспечивающих важные данные для долгосрочных экологических исследований, осуществляющих мониторинг популяций насекомых в регионах.

Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 “о новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы”, закон «Об

охране и использовании животного мира» от 19 сентября 2016 года, постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 20 октября 2014 года № и природопользование о порядке прохождения разрешительных процедур в области, Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № ПФ-4947 «о стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и другие нормативно-правовые акты, касающиеся данной деятельности, в определенной степени способствуют реализации задач, поставленных данным диссертационным исследованием.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование является важным вкладом в развитие науки и технологий в республике. Выполнено в соответствии с приоритетом V. «сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

Степень изученности проблемы. Распространение насекомых в условиях изменения климата обусловлено их распространением по регионам на основе современных технологий Gat.-В. Уолтер, А. В. Кожаринов, Ямамура, Уильямсон, Николс И Хьюитт, Франклин, Дж., Магурран, А., Ши, Вэйбин; Се, Шаньсянь; Чэнь, Сюэянь; Сунь, Су; Чжоу, Синь; Линь Д., Б.Пулатов и другие проводя научные исследования добились некоторых эффективных результатов.

Научные исследования по видовому разнообразию, фаунистическим комплексам, экологии и зоогеографии прямокрылых насекомых Р.А.Алимджанов, А.А.Бекузин, Н.Е. Эргашев М.Ж.Медетов, Б.Р.Холматов, Ф.А. Гаппаров, А.А. Нуржанов, М.Ж. Медетов, Гаппаров Ф.А., Генри Дж.Е., Hunter D., Латчининский А.В., Рамеш Сиванпиллай, Кеннет Л. Driese and Hans Wilps.-Can и т. д.

Тем не менее, в исследованиях недостаточно изучены вопросы оценки распространения насекомых, изменения территории в зависимости от биомассы, воздействия на окружающую среду с учетом климатических факторов в условиях изменения климата, оценка на основе современных моделей ГИС.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательского вуза, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование плана научно-исследовательских работ Научно-исследовательского института природоохранных и природоохранных технологий выполнено в рамках проекта АЛ-7523011140 - «Оценка риска эрозии почв с использованием модели ММФ и геоинформационных технологий в Ташкентской области» информационные технологии в Ташкентской области, Узбекистан) (2024 г.) -2025).

Цель исследования — заключается в моделировании распространения прямокрылых насекомых в условиях изменения климата на основе технологий ГИС.

Задачи исследования:

Анализ исследований по моделированию распространения насекомых в условиях изменения климата;

Динамика распространения прямокрылых насекомых по регионам в условиях изменения климата (температура, осадки, скорость и направление ветра);

Динамика изменения плотности насекомых при изменении климата в Джизакской области;

Оценка влияния изменения зелени на развитие насекомых по Джизакской области;

Моделирование и внесение в кадастровую базу данных распространения насекомых с использованием современных геоинформационных систем на основе климатических условий местности.

Объектом исследования считаются прямокрылые насекомые, распространенные на территории Джизакской области.

Предметом исследования являются фауна, биоэкологические особенности, зоогеография прямокрылых насекомых и эффективность новых микробиологических препаратов, которые могут быть использованы в борьбе с ними.

Методы исследования. В ходе исследований были использованы проверенные численные методы общепринятые в экологии и биологии, а также оценка и прогнозирование климатических сценариев и изменений земного покрова на основе геоинформационной системы, описательной статистики, логической статистики, обработки результатов полевых экспериментов .

Научная новизна исследования:

впервые в Узбекистане создана глобальная модель P-Locust для мониторинга воздействия прямокрылых насекомых на окружающую среду в Джизакской области в условиях изменения климата;

адаптация глобальной модели P-Locust, смоделировавшей распространение саранчи на период с 1998 по 2023 год, принимая во внимание температуру, осадки, скорость ветра и растительный покров, а также данные об окружающей среде, специфичные для региона;

было доказано, что корреляция увеличивает численность кузнечиков при увеличении скорости ветра от 5 м/с до 30 м/с .

было создано от 86 до 126 карт рассеяния в условиях изменения климата и с учетом изменения растительного покрова численность ходулочных насекомых на площади 100 м² в Джизакской области.

Практическое значение исследования.

Научная значимость результатов исследования играет важную роль в экологии и охране окружающей среды посредством моделирования распространения насекомых в Джизакской области. Это отличается от других работ тем, что учитывает экологические проблемы и технологии моделирования. Это объясняется тем, что была проанализирована фауна

прямокрылых, отмечены новые таксономические единицы, описаны экологические группы прямокрылых по их жизненным формам и питанию, составлен список очень редких и эндемичных видов.

Достоверность результатов исследования. в работе использованы классические и современные методы, а также научные подходы, сопоставление результатов, полученных на основе анализа, с теоретическими данными, их публикация в ведущих научных изданиях, признание научным сообществом в ходе выполнения государственных фундаментальных проектов, статистический анализ популяционных данных на основе современных программ (Biostat 2007), подтверждение практических результатов компетентными государственными и международными организациями. а также объясняется внедрением в практику.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Практическая значимость результатов исследований объясняется тем, что ареалы распространения редких и эндемичных видов прямокрылатых в районах Джизакской области и их охрана рекомендованы к включению в Красную книгу Узбекистана.

Научная значимость результатов исследования глобальная модель G-Locust-это инструмент прогнозного моделирования, предназначенный для оценки распространения саранчи во всем мире и ее пригодности для потенциальной среды обитания. Было показано, что адаптация этой глобальной модели была выполнена с учетом данных об окружающей среде, характерных для региона, таких как температура, осадки, скорость ветра и растительный покров, а также смоделировано распространение саранчи. Карты, созданные на основе адаптированной модели, предоставляют подробную визуализацию зон риска саранчи по всей территории. Это объясняется обозначением зон с низким и высоким риском на основе интегрированных переменных окружающей среды саранчи.

Внедрение результатов исследования. На основании результатов исследований по теме "Моделирование распространения прямокрылых насекомых в условиях изменения климата:

Глобальная модель G-Locust распространения прямокрылых насекомых в условиях изменения климата с использованием технологий Gat была впервые внедрена в систему управления Джизакской области при министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения климата (министерство экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан) на основе интеграции распространение саранчи в Джизакской области 27 июня 2024 г. Справка № 03-03 / 3-6255). Результатом стали карты, созданные на основе адаптированной модели, обеспечивающей детальную визуализацию зон угрозы саранчи по всей Джизакской области. Возможность маркировки зон с низким и высоким риском была создана на основе интегрированных переменных окружающей среды саранчи.

моделирование распространения прямокрылых насекомых на территории Джизакской области по регионам с учетом температуры воздуха, скорости ветра, относительной влажности, внедрено в практику в Джизакском областном управлении Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан. (Справочник министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан от 27 июня 2024 года № 03-03/3-6255). В результате на растительном покрове и направлении ветра прямокрылых насекомых, распространенных в Джизакской области, основано их крупномасштабное распространение в результате изменения температуры воздуха.

проанализировано современное состояние экофауны прямокрылых насекомых, рекомендации по адаптации прямокрылых к климату территории внедрены в практику Джизакского областного отдела министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан. (Справочник министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан от 27 июня 2024 года № 03-03/3-6255). Результатом стало создание карты ГИС, отражающей распространение редких, постоянно проживающих, индикаторных и сельскохозяйственных видов вредителей прямокрылых насекомых Джизакской области, выявление сезонной динамики их популяций и разработка кадастровых данных по прямокрылым насекомым Джизакской области;

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 2 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 11 научных работ. Из них 4 статьи опубликованы в научных изданиях, в том числе 5 в республиканских и 2 в зарубежных журналах, в которых рекомендовано публиковать основные научные результаты докторских диссертаций вак Республики Узбекистан. Получено 1 свидетельство.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключений, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации-120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована необходимость и актуальность проведенных исследований в Узбекистане и мире, сформулированы цели и задачи, объекты и предметы работы, показано соответствие направлениям развития науки и технологий Республики, раскрыта научная новизна и практические результаты исследований. Обоснована теоретическая и практическая значимость

полученных результатов, дана информация об апробации и внедрении результатов работы, объеме и структуре.

Первая глава диссертации, под названием **«Анализ исследований, проведенных по моделированию распространения насекомых в условиях изменения климата»**, содержит аналитический анализ теоретических и практических исследований по распространению насекомых в результате изменения атмосферного воздуха, температура, скорость ветра, условия окружающей среды и биоразнообразия.

Проведенные исследования, а также наблюдаемые и прогнозируемые изменения климата и их влияние на различные стороны нашей жизни, а именно на живых существ природы, увеличиваются уже несколько лет.

Теплый климат влияет на окружающую среду и сельскохозяйственный сектор, а температура напрямую влияет как на рост урожая, так и на риск нападения насекомых. Г.-В. Вальтер, А.В. Кожаринов, Ямамура, Уильямсон, Николс и Хьюитт, Франклин Дж., Магурран А., Ши, Вейбинг; Се, Шансянь; Чен, Сюэянь; Вс, Вс; Чжоу, Синь; Лин Д. и др. провели научные исследования. В исследованиях, проведенных в Европе, насекомое-вредитель колорадский картофельный жук (СРВ) вызвал значительное снижение урожайности картофеля, если его не остановить в результате потепления климата. Основным фактором вышеперечисленных ситуаций является распространение насекомых в условиях изменения климата. Для оценки этого можно использовать глобальные климатические модели.

Моделирование воздействия климата на распространение насекомых может использоваться для прогнозирования развития и потенциального распространения. Различные стратегии управления CLIMEX используются для выявления рисков, связанных с одним из первых инструментов моделирования. Таким образом, важность моделирования распространения насекомых в окружающей среде в результате изменения климата посредством интеграции глобальных моделей на основе современных технологий ГИС.

Поэтому важно моделировать распространение насекомых в окружающей среде в результате изменения климата путем интеграции глобальных моделей на основе современных технологий ГИС.

На основе анализа были определены цели и задачи диссертации.

Во второй главе диссертации, озаглавленной **«Анализ исследований, проводимых в полевых условиях»**, представлен анализ исследований климатических условий объекта исследования и биоразнообразия на территории.

Джизакская область расположена в центральной части Узбекистана, между Зерафшанской долиной и пустыней Кызылкум. В юго-западной части области находится хребет Нурата, а на севере — пустыня Кызылкум. Район расположен на высоте 240-350 метров над уровнем моря.

На территории Джизакской области в основном встречаются небольшие леса и кустарники. Они расположены в горных районах и в Нуратинском хребте. Река Зарафшан проходит по территории района и является основным источником воды. В районе также есть небольшие водохранилища и озера. В регионе имеются полупустынные и пустынные экосистемы, разнообразна флора и фауна. В хребте Нуроты больше видов растений и животных.



Рисунок 1. Районы полевых исследований (Джизакская область и ее районы)

Деление элементов энтомофауны на географические широты и долготы определяется в зависимости от континентальности природы, почвенных условий и климата района их распространения. Современные методы борьбы с вредной саранчой представлены процентом снижения численности вредителей, что отражает эффективность прямого воздействия испытуемого инсектицида на тест-объект.

Биологическую эффективность рассчитывали по формуле Эббота.

$$C = \frac{A - B}{A} \cdot 100 \quad (1.1)$$

Здесь: S – уровень биологической эффективности; A - количество вредных насекомых или поврежденных растений до борьбы;

V - количество насекомых после боя.

Критерии положительной оценки препарата против саранчи: гибель не менее 90% взрослых личинок (4-5 лет), гибель не менее 95% трехлетних личинок, молодой возраст.

(1 и 2 года) гибель личинок близка к 100%.

Исследования по распространению насекомых и влиянию климатических факторов на их перемещение в последние годы получили значительное развитие. Эти исследования в основном сосредоточены на изучении того, как насекомые адаптируются или распространяются к изменениям среды обитания, температуры, осадков и других факторов окружающей среды. Ниже представлен обзор современных методов и зарубежного опыта:

1. Географические информационные системы (ГИС) и технологии дистанционного зондирования широко используются для выявления и анализа пространственных закономерностей распространения насекомых. Они позволяют:

- **Картирование направлений перемещения насекомых:** определение пространственных закономерностей распространения путем картирования направлений и ареалов распространения насекомых с помощью данных ГИС;

- **Мониторинг изменения климатических условий:** С помощью дистанционного зондирования наблюдаются изменения климатических условий и факторов, влияющих на распространение насекомых.

- **Моделирование и прогнозирование:** с использованием данных ГИС и технологий дистанционного зондирования создаются модели для прогнозирования будущих сценариев распределения.

2. Индивидуальное моделирование (IBM).

Индивидуальные модели используются для моделирования перемещения и процессов расселения насекомых на индивидуальном уровне. Этот метод включает в себя:

- Изучение поведения особей : Наблюдение за поведением каждого насекомого и анализ внутренних и внешних факторов, влияющих на их поведение.
- Прогнозирование движения на средне и долгосрочную перспективу : прогнозирование направлений движения на краткосрочную и долгосрочную основу на основе поведения людей.
- Влияние условий окружающей среды : С помощью IBM можно понять, как различные условия окружающей среды влияют на передвижение и распространение насекомых.

3. Основная цель динамики популяции – отобразить рост и сокращение популяции саранчи. Можно использовать следующие модели:

Модель логистического роста: учитывает, что ресурсы ограничены и уменьшаются с ростом населения. Эта модель представляет изменение популяции саранчи с течением времени следующим образом:

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K} \right) \quad (1.2)$$

здесь: N – численность популяции саранчи, r – скорость роста популяции, K – емкость среды или максимальная численность популяции.

4. Зарубежный опыт. Для изучения влияния распространения насекомых и изменения климата в естественных исследованиях, были проведены следующие эксперименты :

По результатам исследований были разработаны механизмы моделирования с использованием ГАТ-моделей.

Изменение климата оказывает серьезное воздействие на экосистемы по всему миру и вызывает значительные изменения в ареалах распространения насекомых. Исследования по моделированию распространения насекомых важны для понимания того, как различные сценарии изменения климата и изменения температуры повлияют на популяции насекомых. Экологи и биологи разработали различные математические и компьютерные модели для изучения закономерностей распространения насекомых в зависимости от климата. Эти модели обычно основаны на средах обитания насекомых, последствиях изменения климата и климатических переменных, таких как температура, влажность и осадки.

Глобальная модель G-саранчи. Глобальная модель G-саранчи — это инструмент прогнозного моделирования, предназначенный для оценки распространения саранчи и потенциальной пригодности среды обитания в глобальном масштабе. Для данного исследования модель была адаптирована специально для Джизакской области, что позволило провести более локализованный и точный анализ. Адаптация этой глобальной модели была осуществлена путем включения данных об окружающей среде для конкретного региона, таких как температура, осадки, скорость ветра и растительный покров. Полученные карты, созданные на основе адаптированной модели, обеспечили детальную визуализацию зон саранчового риска по Джизакской области. Можно определить зоны низкого и высокого риска на основе интегрированных переменных окружающей среды саранчи.

Чтобы использовать эту Глобальную модель G-Locust, необходимо выполнить несколько шагов. Потому что мы знаем, что любые глобальные модели не работают напрямую в разных местах. Поэтому модель следует корректировать в соответствии с условиями местности.

Адаптация модели. Детально выполняются следующие шаги для создания схемы адаптации модели для оценки индекса плотности (распределения) видов (саранчи) в программном обеспечении ArcGIS для разных сезонов с учетом климатических факторов и широт (рис. 2).

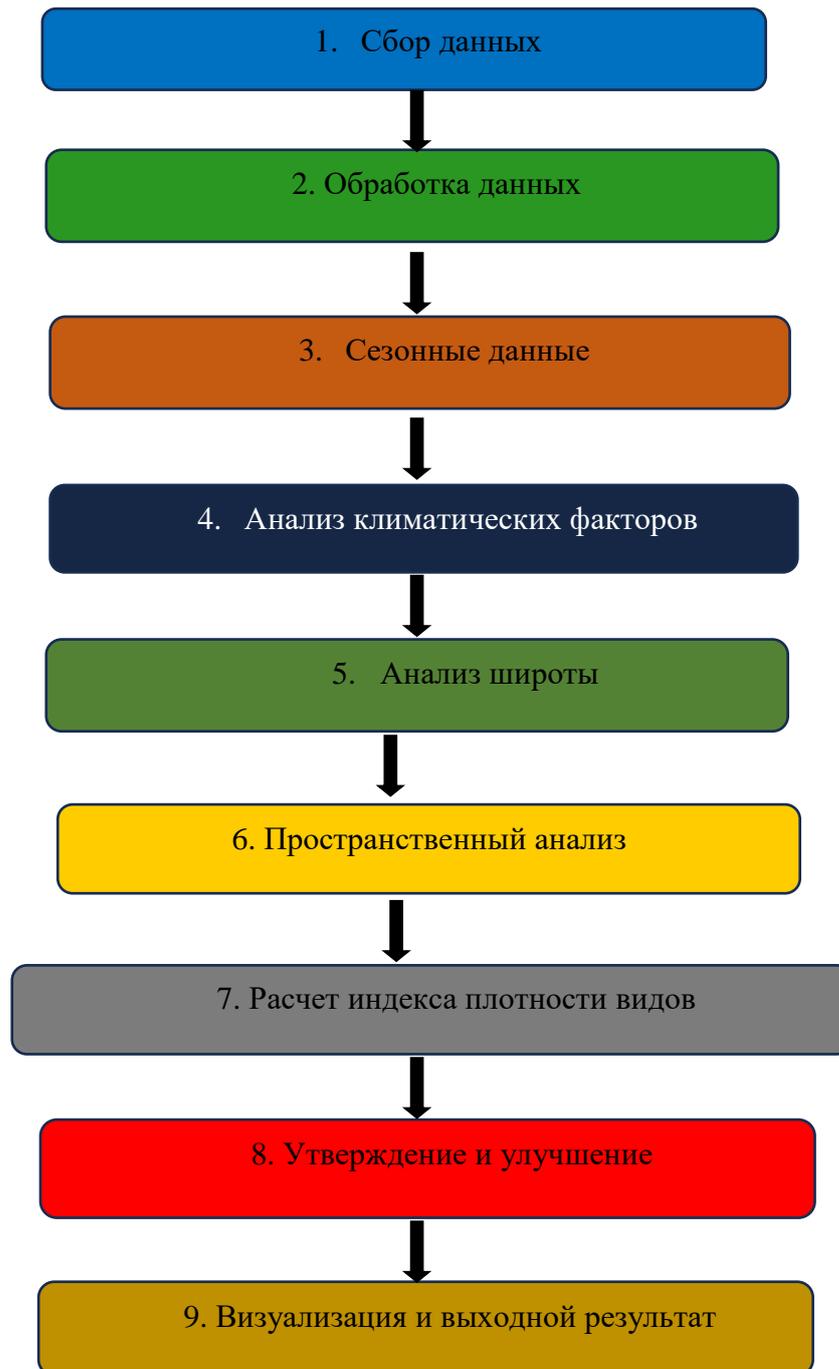


Рисунок 2. Этапы адаптации модели G-Locust к Джизакской области в программе ArcGIS

Методология анализа моделирования распространения саранчи с помощью ГИС. Описана модель ArcGIS, предназначенная для оценки распространения или видового богатства (плотности) саранчи в Джизакской области с использованием различных наборов растровых данных. Эта модель построена так, чтобы итеративно обрабатывать пространственные данные и рассчитывать соответствующие индексы для экологических исследований (рис.3).

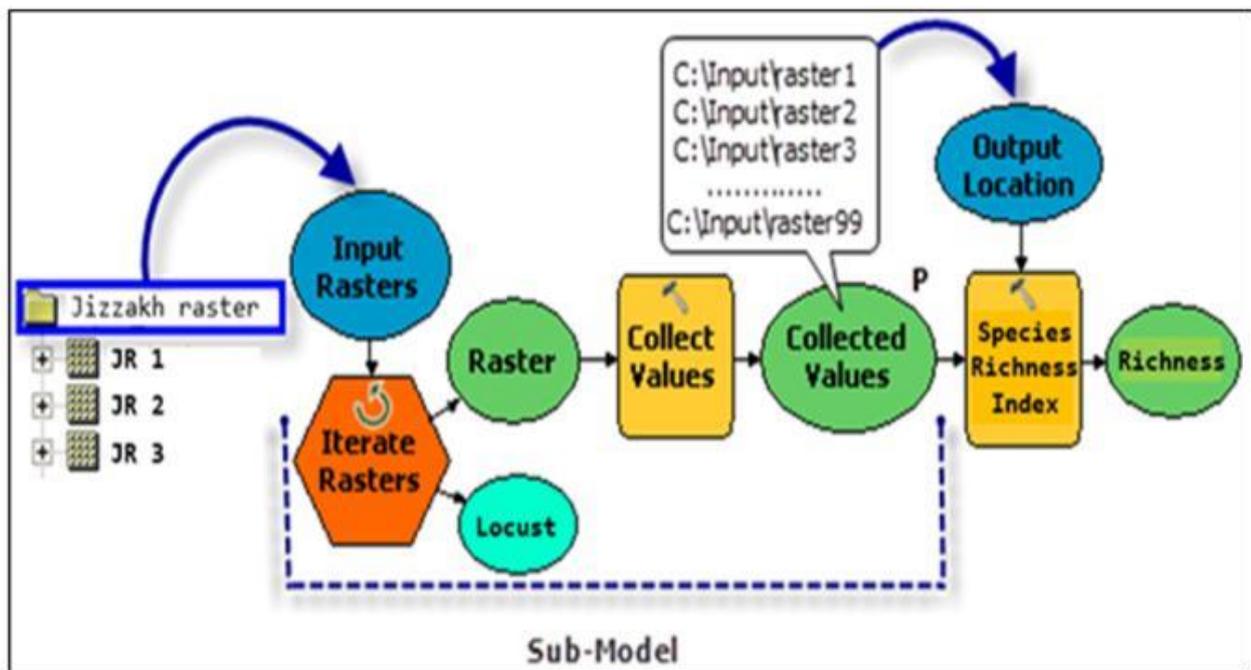


Рисунок 3. Модель оценки распространения или видового богатства (плотности) саранчи в Джизакской области с использованием наборов растровых данных

Наборы растровых данных важны для пространственного анализа, особенно в экологическом моделировании. Эти растры часто представляют переменные окружающей среды, такие как растительный покров, тип почвы, температура и высота над уровнем моря, которые могут повлиять на распространение видов. В этой модели компонент «Входные растры» предоставляет специальный набор данных для Джизакской области. Модели растровых данных часто используются в географических информационных системах (ГИС) для моделирования окружающей среды из-за их способности представлять непрерывные пространственные явления, что имеет решающее значение для оценки распределения видов по региону.

Представлен подробный пространственный анализ распространения саранчи или пригодности среды обитания в Джизакской области на основе глобальной модели G-Locust. Карта предлагает уменьшенную перспективу, которая позволяет локализовать оценку потенциальных заражений саранчой, что имеет решающее значение для эффективных стратегий управления и реагирования (Рисунок 4).

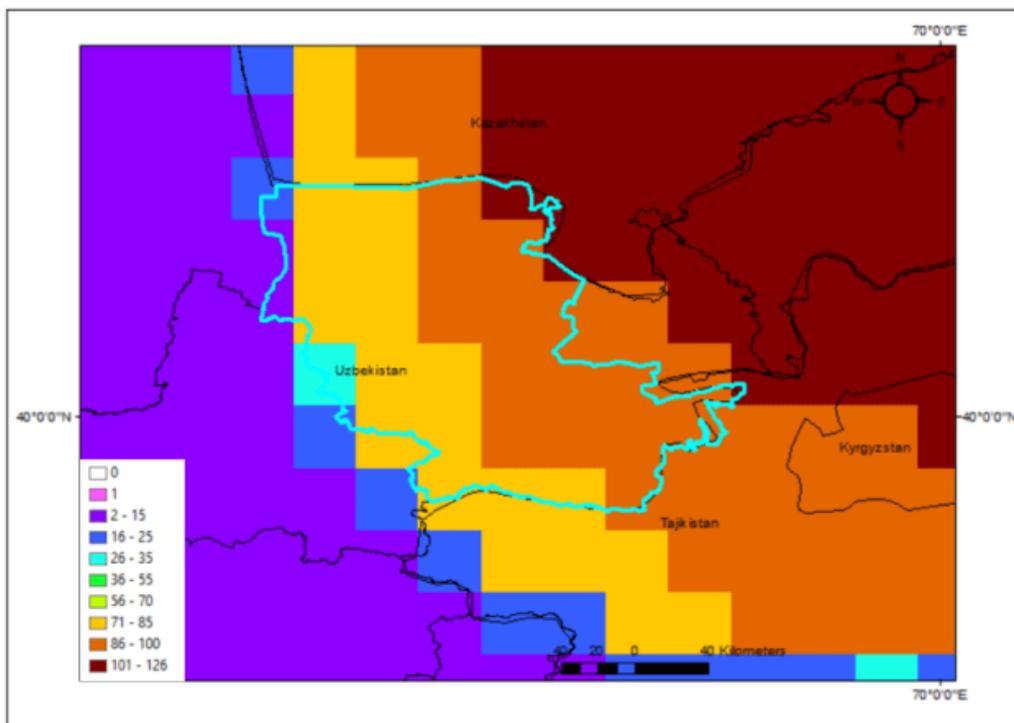


Рисунок 4. Саранча в Джизакской области по модели Global G-Locust пространственный анализ распределения

Карта из глобальной модели G-Locust послужит полезным ресурсом для моделирования распространения саранчи и борьбы с ней в Джизакской области и за ее пределами. Предлагая подробный пространственный анализ пригодности среды обитания, модель может помочь в принятии целевых мер и способствовать региональному сотрудничеству в борьбе с угрозой саранчи. Однако модель нуждается в постоянном обновлении и доработке, чтобы учитывать изменяющиеся условия окружающей среды и сохранять свою полезность в постоянно меняющемся ландшафте.

В четвертой главе диссертации, озаглавленной «**Динамика распространения насекомых в условиях изменения климата и результаты моделирования**», опубликовано множество научных публикаций, посвященных оценке влияния изменения климата на живые организмы, к настоящему времени собрано очень много информации, о том, как они взаимодействуют. В результате проведенных исследований было смоделировано распространение насекомых в условиях изменения климата на основе использования модели GAT Global G-Locust.

Анализ данных о направлении ветра насекомых на метеостанциях Джизакской области важен для изучения влияния ветра на популяцию насекомых. Ветер может существенно повлиять на распределение и динамику популяций насекомых (рис. 5).

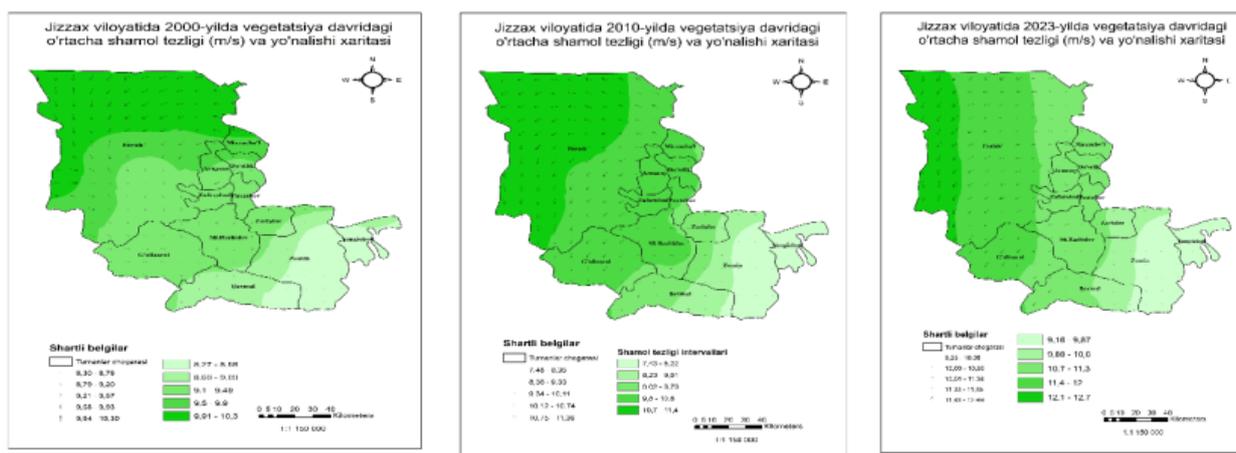


Рис. 5 Карта направления скорости ветра Джизакской области в 2000-2010-2023 гг.

Поскольку распространение и миграция саранчи часто зависит от скорости, направления и продолжительности ветра, очень важно собирать эти данные на метеорологических станциях. Ветер очень важен для саранчи, влияя на ее перемещение, распространение и размножение. Саранча может использовать ветровые потоки, чтобы быстро и с небольшими затратами энергии преодолевать тысячи километров. Это позволяет им быстро менять пищевые ресурсы и распространяться на новые территории. При высокой скорости ветра саранча может за короткое время преодолевать большие расстояния, что ускоряет их распространение.

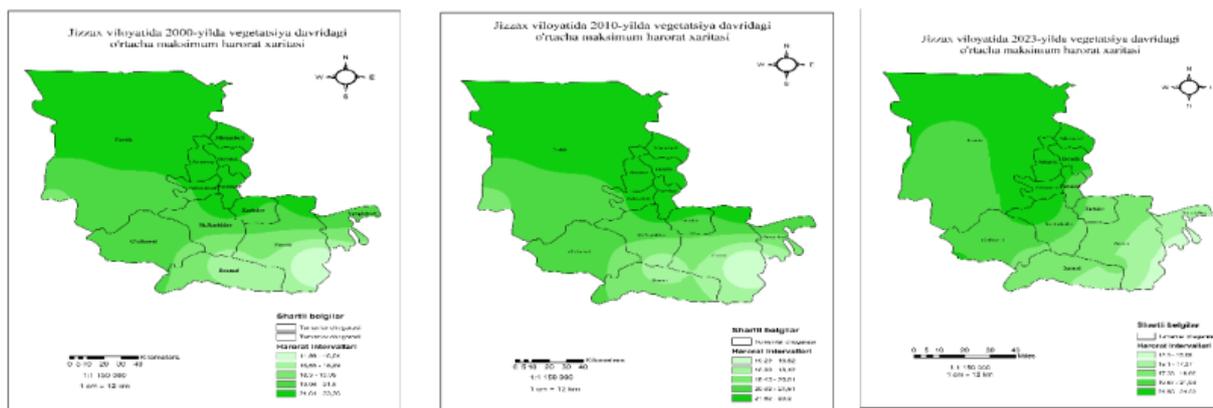
С помощью ветра саранча может проникать в пищевые ресурсы на новых территориях, что помогает ей выживать и размножаться. Прогнозируя направление ветра и наблюдая за перемещением саранчи, можно вовремя принять необходимые меры.

Ветер важен для саранчи и оказывает значительное влияние на ее перемещение, распространение и размножение. Изучение и понимание этих аспектов ветра может помочь эффективно управлять и предотвращать нападения саранчи в сельском хозяйстве. Развитие систем мониторинга ветра и саранчи в сельскохозяйственных районах играет важную роль в решении этих проблем.

NDVI – Нормализованный индекс разницы растительности (NDVI) использовался для оценки растительного покрова Джизакской области. NDVI — это широко используемый индекс дистанционного зондирования, который количественно определяет зеленую растительность путем измерения разницы между ближним инфракрасным диапазоном (сильно отражаемым растительностью) и красным (поглощаемым растительностью). NDVI рассчитывается по следующему уравнению:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (1,3)$$

здесь: **БИК** – отражение ближнего инфракрасного света; **КРАСНЫЙ** – отражение красного света.



6. Карта температуры Джизакской области за 2000-2010-2023 годы.

Данные спутниковых снимков были обработаны с помощью ArcGIS для расчета значений NDVI в разные временные интервалы. Эти значения NDVI затем наносятся на карту, чтобы увидеть изменения растительного покрова по всему региону. Полученные карты дают ценную информацию о взаимосвязи между зеленым покровом и распространением саранчи, помогая определить периоды и области активности саранчи, связанные с густой растительностью.

Чтобы создать растровую карту индекса плотности саранчи на основе значений NDVI и разместить ее на предоставленной карте, мы выполняем следующие шаги. Во-первых, нам нужно загрузить карту NDVI и преобразовать ее в оттенки серого, если она в формате RGB. Это делается с помощью программных библиотек Matplotlib и Numpy. После того, как значения NDVI были извлечены, они были нормализованы между 0 и 1 для стандартизации данных.

Представлена серия карт NDVI (нормализованного индекса различий растительности) для Джизакской области, на которых показан растительный покров за шесть разных лет: 1998, 2003, 2008, 2013, 2018 и 2023 годы. Значения NDVI указывают на густоту зеленой растительности, а более высокие значения указывают на более густую растительность (рис. 7,8).

С 1998 года NDVI фиксируется на уровне 24,7%. На карте показаны относительно низкие значения NDVI с ограниченными участками густого зеленого покрова, сосредоточенными в основном в южной части Джизакской области.

К 2003 году NDVI увеличился до 26,1%, что указывает на незначительное улучшение растительного покрова. Зеленые зоны более отчетливы, особенно в южном регионе, где растительность, возможно, начала восстанавливаться или расширяться в этот период (рис. 7,8).

В 2008 году NDVI снова увеличился до 27,2%, что является самым высоким показателем за указанные годы. Это свидетельствует о том, что в этом году растительный покров достиг своего пика. Зеленые зоны являются обычным явлением, особенно в южной и юго-восточной частях региона, что указывает на высокую плотность растительности.

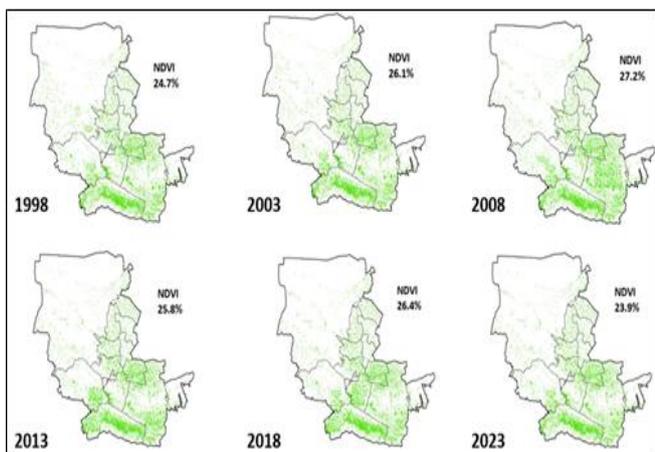


Рисунок 7. Серия карт NDVI для Джизакской области.

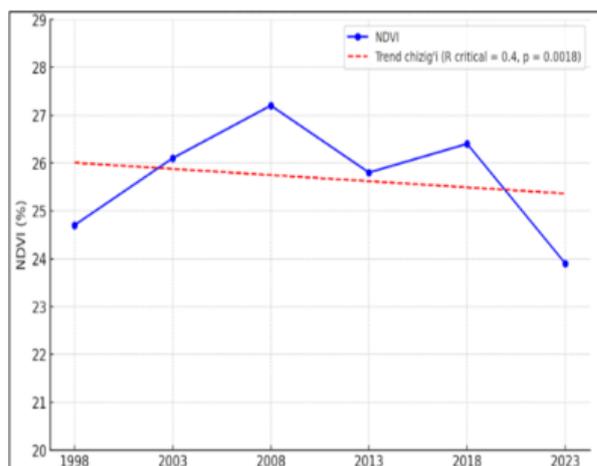


Рисунок 8. Значения NDVI по Джизакской области за разные годы

Однако к 2013 году доля NDVI снизилась до 25,8%. Хотя растительный покров остался относительно стабильным, произошло небольшое сокращение зеленых насаждений, что может быть связано с изменениями окружающей среды или изменениями в землепользовании.

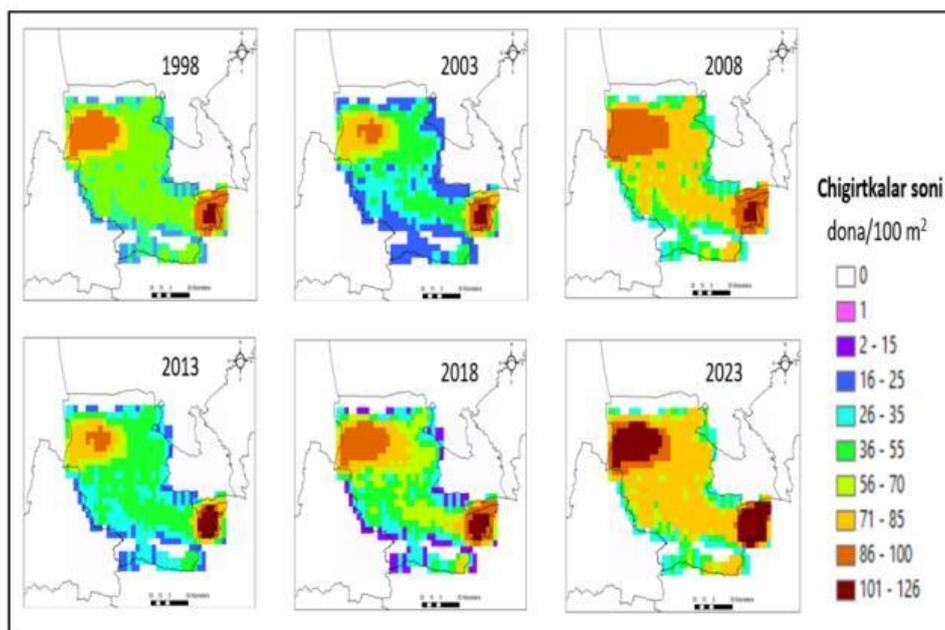


Рисунок 9. Карты распространения и плотности заселения саранчи в Джизакской области в разные годы

Карта 2013 года показывает такое же распределение, как и в 2008 году, с широко распространенной активностью кузнечиков по всему региону. Районы с высокой плотностью населения соответствуют предыдущим годам, что указывает на уязвимость этих территорий к нападению саранчи. Однако значительное увеличение средней плотности саранчи на новых территориях позволяет предположить, что саранча, возможно, распространилась на ранее менее пострадавшие районы.

К 2018 году распространение и плотность саранчи будут оставаться относительно стабильными, при этом районы с высокой плотностью останутся

стабильными в северных и юго-восточных регионах. Карта показывает, что, хотя популяция саранчи значительно не увеличилась, районы с высокой концентрацией по-прежнему подвержены активности саранчи.

В 2023 году на карте показано увеличение плотности саранчи по всему региону. Районы с высокой плотностью населения на севере и юго-востоке расширились, и во многих районах увеличилась концентрация саранчи. Это может быть связано с сочетанием благоприятных погодных условий, изменениями растительного покрова или другими факторами окружающей среды, благоприятствующими росту и распространению популяций саранчи.

Серия карт предоставляет подробную информацию о том, как с течением времени менялись популяции саранчи в Джизакской области. Взаимосвязь между растительным покровом и плотностью саранчи подчеркивает динамичный характер этих экосистем и необходимость в гибких стратегиях управления для решения текущих проблем, связанных с нашествием саранчи.

Модельный анализ распространения насекомых в климатических условиях. Представленные карты состоят из двух карт (рис. 10): карта выше (а) показывает среднесезонное распределение температуры воздуха за 25 лет по Джизакской области, нижняя карта (б) показывает тот же регион и указывает уровни риска нашествий саранчи. Карта температуры включает цветовой градиент от -40°C до 50°C , показывающий пространственное распределение многолетних средних температур, а карта саранчового риска классифицирует регион по различным зонам риска от низкого до экстремального.

Карта средней сезонной температуры воздуха за 25 лет показывает, что в Джизакской области наблюдается диапазон температур, причем самый высокий средний показатель наблюдается в южных регионах. Цветовой градиент показывает, что температура в этих районах, как правило, выше, с потенциальным средним значением от 20°C до 25°C или выше. Напротив, в северных частях региона температура ниже, особенно на возвышенностях или вблизи границы с Казахстаном.

Связь между более высокими температурами и более высоким риском саранчи, наблюдаемая в Джизакской области, соответствует устоявшимся экологическим принципам. В более теплых регионах популяции кузнечиков более активны, особенно в период размножения, что повышает вероятность их распространения. Это видно на карте опасности саранчи, где наиболее опасными являются районы с более высокими температурами.

Благодаря точности данных о температуре 81% и среднеквадратической ошибке 0,007, карта температуры обеспечивает надежное представление долгосрочных климатических условий в регионе. Эта надежность имеет решающее значение для оценки потенциального риска вспышек саранчи, поскольку точные данные о температуре могут помочь предсказать районы, наиболее уязвимые для нападения саранчи.

Диаграмма рассеяния показывает четкую положительную корреляцию между температурой воздуха и численностью кузнечиков (рис. 11). По мере

повышения температуры воздуха увеличивается и численность саранчи. Эту зависимость показало значение R^2 , равное 0,78, что указывает на то, что около 78% изменения численности кузнечиков можно объяснить изменением температуры воздуха. Значение $p = 0,001$ дополнительно подтверждает, что эта связь статистически значима, а это означает, что наблюдаемая корреляция вряд ли является случайной.

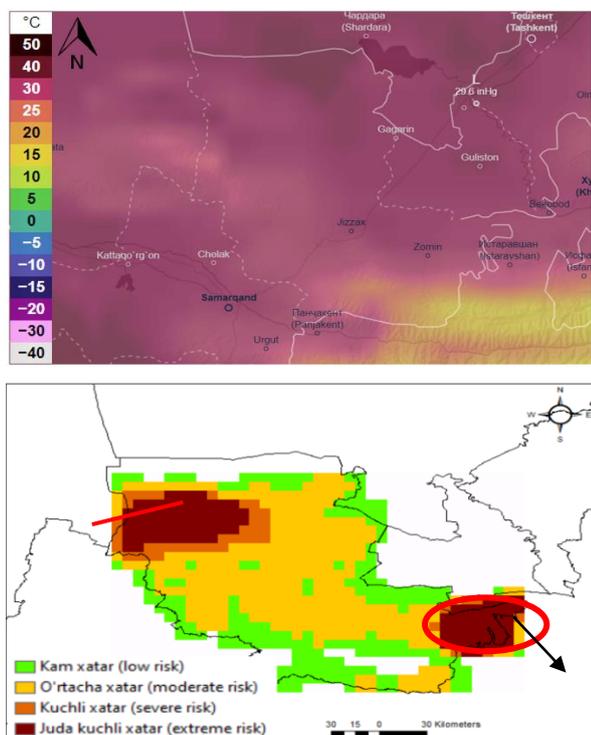


Рисунок 10. Карты среднегодовой сезонной температуры воздуха и уровней риска распространения саранчи по Джизакской области

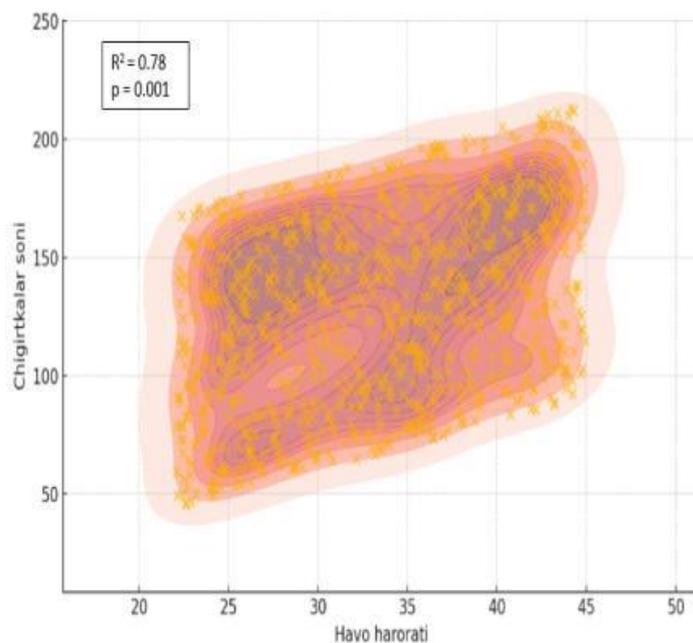


Рисунок 11. График зависимости температуры воздуха от численности саранчи

При повышении температуры выше 35°C численность кузнечиков увеличивалась, но плотность наблюдений несколько снижалась. Это говорит о том, что, хотя саранча может процветать в более теплых условиях, ее популяция не росла быстро. При температуре ниже 25°C численность саранчи, как правило, ниже, что подтверждает идею о том, что более низкие температуры менее способствуют размножению саранчи.

Средняя многолетняя сезонная сумма осадков. Карты, представленные на рисунке 3.9, отображают среднее сезонное распределение осадков за 25 лет и уровни риска вспышек саранчи в Джизакской области. Карта осадков использует цветовой градиент от 0 до 50 мм, чтобы показать пространственное распределение среднего количества осадков, в то время как карта саранчового риска делит регион на различные зоны риска, от низкого до высокого риска.

Карта осадков показывает различные уровни среднего сезонного количества осадков в Джизакской области, при этом наибольшее количество сосредоточено в юго-восточных регионах и некоторых частях восточного

региона. Эти области обозначены цветами от синего до фиолетового, что указывает на уровень осадков от 10 до 50 мм. Напротив, в северной и западной частях региона количество осадков значительно ниже, при этом во многих районах значения осадков ниже 10 мм затенены серым.

Интересная взаимосвязь возникает при сравнении распределения осадков с картой саранчовых рисков. Районы высокого риска саранчи, особенно в западной и юго-восточной частях региона, попадают в зоны с низким и умеренным количеством осадков. Районы высокого саранчового риска, отмеченные темно-коричневым цветом, расположены в районах с малым количеством осадков, преимущественно в западной части Джизакской области.

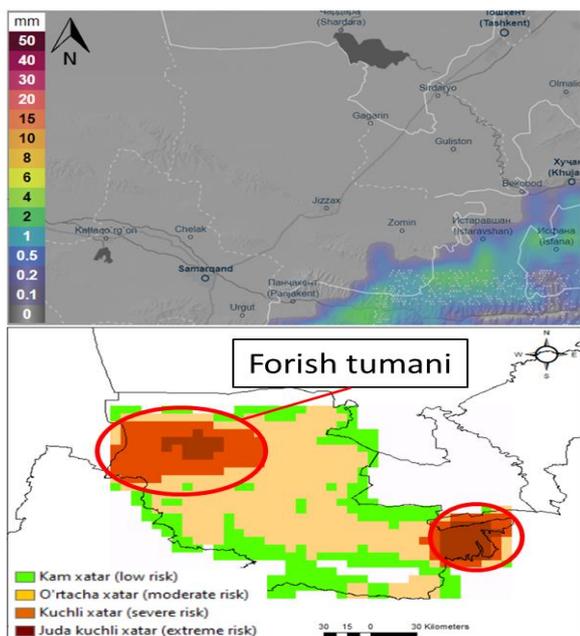


Рисунок 12. Карты среднемноголетних сезонных осадков и уровней риска нашествия саранчи в Джизакской области

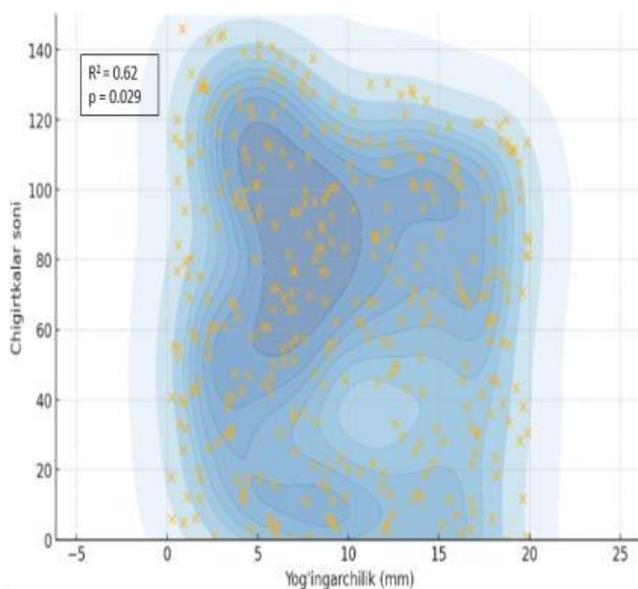


Рисунок 13. График средней положительной корреляции между количеством осадков и популяцией кузнечиков

$R^2 = 0,62$ указывает на то, что примерно 62% изменений численности саранчи можно объяснить изменением количества осадков, что указывает на умеренную связь между этими двумя факторами. Значение $p = 0,029$ подтверждает, что эта связь статистически значима, а это означает, что наблюдаемая корреляция вряд ли является случайной.

Предоставляет полезную информацию о взаимосвязи между количеством осадков и численностью саранчи, подчеркивая важность умеренных осадков для поддержания популяций саранчи. Это понимание важно для разработки эффективных стратегий борьбы с нашествием саранчи и смягчения их воздействия на сельское хозяйство и экосистемы в Джизакской области.

Средняя многолетняя сезонная скорость ветра. На рисунке 3.11 ниже показана средняя сезонная скорость ветра за 25 лет и риск появления саранчи в

Джизакской области. На карте скорости ветра используется цветовой градиент от 0 до 42 метров в секунду (м/с), чтобы показать пространственное распределение скорости ветра, в то время как карта саранчового риска делит регион на различные зоны риска от низкого до высокого риска.

Карта скорости ветра показывает различные уровни средней скорости ветра по Джизакской области, при этом самые высокие скорости сконцентрированы в западной и южной частях региона, где значения варьируются от 26 до 42 м/с, обозначены красным цветом. Скорость ветра ниже в центральной и северной частях региона, ее значения обычно ниже 12 м/с и показаны цветом от синего до зеленого.

Сравнение этого распределения скорости ветра с картой опасности распространения саранчи показывает взаимосвязь между скоростью ветра и риском распространения саранчи. Районы с высоким риском появления саранчи, особенно западная и юго-восточная части региона, соответствуют зонам с умеренной и высокой скоростью ветра. Районы крайней опасности саранчи, отмеченные темно-коричневым цветом, в основном расположены в районах с высокой скоростью ветра, особенно в юго-восточной части региона.

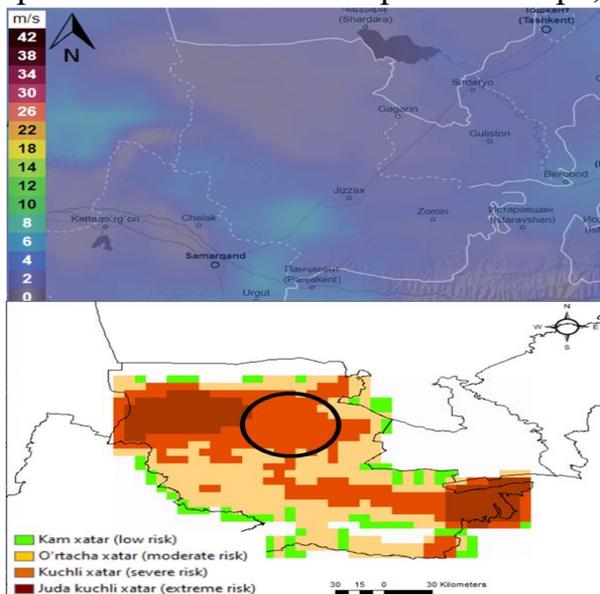


Рисунок 14. Карты среднесезонной скорости ветра и уровня саранчового риска Джизакской области

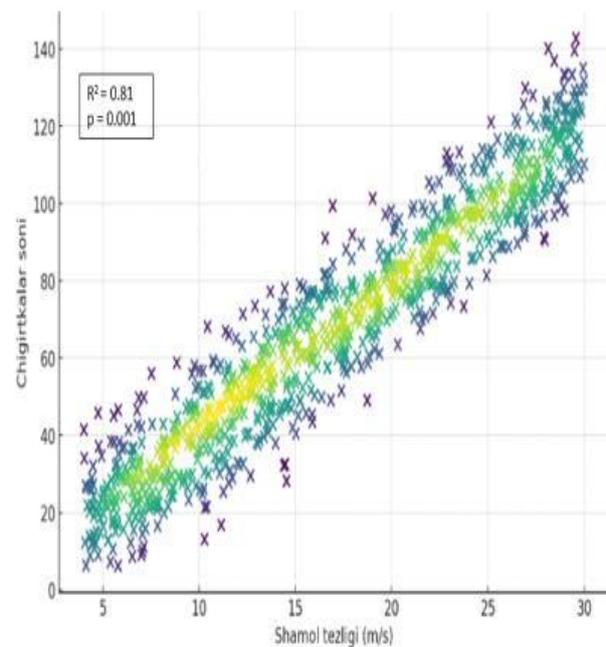


Рисунок 15. График зависимости скорости ветра от численности кузнечиков

Скорость ветра является критическим фактором в экологии саранчи, особенно для взрослых особей, которые сильным ветром могут переноситься на большие расстояния. Наблюдаемая корреляция между высокой скоростью ветра и риском появления саранчи в Джизакской области позволяет предположить, что ветер может быть основным фактором распространения популяций саранчи.

Точность данных о скорости ветра составляет 84%, а RMSE (среднеквадратическая ошибка) составляет 0,003, что указывает на то, что карта обеспечивает надежное представление долгосрочных показателей ветра в

регионе. Эта надежность важна для оценки потенциального воздействия ветра на динамику саранчи и для разработки стратегий борьбы с ее расселением.

На графике ниже (рис. 14, 15) видна сильная положительная корреляция между скоростью ветра и численностью кузнечиков. Когда скорость ветра увеличивается примерно с 5 м/с до 30 м/с, наблюдается соответствующий рост численности саранчи. Эта тенденция явно линейна, что указывает на то, что более высокие скорости ветра связаны с более высокой популяцией саранчи.

$R^2 = 0,81$ указывает на то, что 81% вариаций численности саранчи можно объяснить изменениями скорости ветра, что указывает на очень сильную связь между этими двумя переменными. Значение $p = 0,001$ дополнительно подтверждает, что эта корреляция статистически значима, а это означает, что наблюдаемая взаимосвязь вряд ли является случайной.

Цветовое кодирование точек данных показывает, что самая плотная концентрация наблюдений наблюдается в центральной части спектра скорости ветра, примерно от 10 м/с до 25 м/с, где количество кузнечиков на одно наблюдение составляет от 40 до 100 и варьируется в сторону увеличения. Это говорит о том, что такая скорость ветра создает особенно благоприятные условия для деятельности саранчи, возможно, способствуя ее распространению по ландшафту.

Средняя многолетняя сезонная относительная влажность воздуха.

На рисунке 3.13 ниже показано распределение средней сезонной влажности за 25 лет и риска саранчи по Джизакской области. Карта влажности использует цветовой градиент от 0% до 100%, чтобы показать пространственное распределение средней влажности, в то время как карта саранчового риска делит регион на различные зоны риска, от низкого до высокого риска.

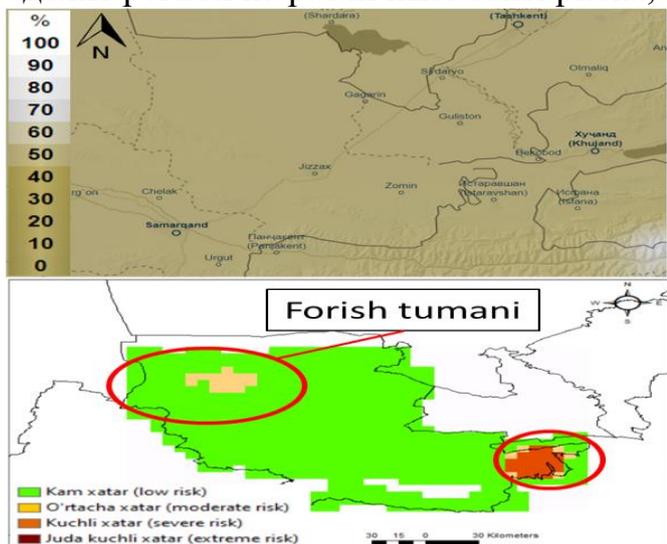


Рисунок 16. Карты сезонного распределения влаги и уровня саранчовой опасности Джизакской области

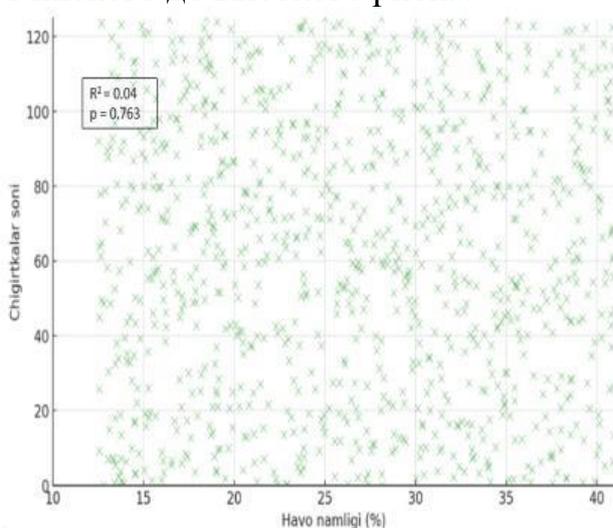


Рисунок 17. График зависимости уровня влажности от численности саранчи

На графике ниже (рис. 16, 17) не видно четкой зависимости между уровнем влажности и численностью саранчи. Точки данных широко разбросаны по графику, что свидетельствует о явном отсутствии тенденции,

указывающей на взаимосвязь между двумя переменными. Это снова было определено значением $R^2 = 0,04$, что указывает на то, что только 4% вариаций численности саранчи можно объяснить изменениями влажности. Более того, значение $p = 0,763$ указывает на то, что эта взаимосвязь не является статистически значимой, а это означает, что наблюдаемое распределение обусловлено случайными вариациями, а не какой-либо значимой взаимосвязью между влажностью и возможной численностью кузнечиков.

График выше подтверждает, что влажность не является основным фактором динамики численности саранчи в Джизакской области. Отсутствие корреляции предполагает, что другие факторы окружающей среды оказывают большее влияние на распространение саранчи, поэтому следует сосредоточить постоянные усилия по пониманию и борьбе с нашествием саранчи в регионе.

ВЫВОДЫ

На основании исследований, выполненных по теме докторской диссертации на тему «Моделирование распространения чешуйчатого насекомого в условиях изменения климата (Джизакская область)» были представлены следующие выводы:

1. Впервые в условиях Узбекистана создана модель Global P-Locust для мониторинга воздействия саранчи на окружающую среду в Джизакской области в условиях изменения климата. Была разработана оценка и прогнозное моделирование распространения саранчи и потенциальной пригодности среды обитания в глобальном масштабе. В результате была разработана детальная визуализация саранчовых зон по всей Джизакской области, карты которой включали температуру, осадки, скорость ветра, растительный покров и данные об окружающей среде для конкретного региона при аппроксимации модели. Можно определить зоны низкого и высокого риска на основе интегрированных переменных окружающей среды саранчи.
2. Для Джизакской области разработаны карты NDVI (нормализованного индекса различий растительности). В результате оценена динамика растительного покрова в 1998, 2003, 2008, 2013, 2018 и 2023 годах.
3. Точность данных о температуре 81% и RMSE (среднеквадратическая ошибка) 0,007. Карта температуры достоверно отображает долгосрочные климатические условия в регионе. Потенциальный риск вспышек саранчи можно оценить на основе достоверности.
4. Диаграмма рассеяния (scatter plot) показала четкую положительную корреляцию между температурой воздуха и численностью саранчи. По мере повышения температуры воздуха увеличивается и численность саранчи. Эту связь показало значение $R^2 = 0,78$, что означает, что около 78% вариации численности саранчи объясняется изменением температуры воздуха, а значение $p = 0,001$ доказывает, что эта связь статистически значима.
5. Карта скорости ветра показала разные уровни средней скорости ветра по Джизакской области, при этом самые высокие скорости сконцентрированы в

западной и южной частях региона, где значения колебались от 26 до 42 м/с. Было обнаружено, что скорость ветра ниже в центральной и северной частях региона, обычно ее значения ниже 12 м/с. В результате самая плотная концентрация расположена в центральной части спектра скорости ветра, примерно между 10 и 25 м/с, где количество саранчи варьируется от 40 до 100 за одно наблюдение. Было обнаружено, что скорость ветра обеспечивает особенно благоприятные условия для деятельности саранчи, что, возможно, способствует ее распространению по ландшафту.

6. Стратегия борьбы с саранчой в Джизакской области должна уделять приоритетное внимание мониторингу температуры, режима ветра и зеленого покрова в будущем. Усилия по поддержанию и улучшению растительного покрова посредством устойчивого землепользования и методов ведения сельского хозяйства будут иметь решающее значение для смягчения последствий нападений саранчи. Кроме того, интеграция этих переменных окружающей среды в модели прогнозирования повысит точность систем раннего предупреждения, что позволит принимать более эффективные меры по защите сельского хозяйства и экосистем.

**SCIENTIFIC COUNCIL PHD.18/30.11.2022.T.153.01 ON AWARDING
ACADEMIC DEGREES AT THE SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF
ENVIRONMENT AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES**
**RESEARCH INSTITUTE OF ENVIRONMENT AND ENVIRONMENTAL
TECHNOLOGIES**

IZBASAROVA ZAMIRA ERGASHEVNA

**MODELING THE SPREAD OF THE RIGHT-WING INSECT IN CLIMATE CHANGE
CONDITIONS**

**11.00.05 – Environmental protection and rational utilization of natural
resources**

**DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) ON TECHNICAL
SCIENCES**

Tashkent – 2024

The theme of doctoral dissertation (PhD) on technical science was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with number B2022.4.PhD/T2575.

The doctoral dissertation has been prepared at Research Institute of the Environment and Nature Protectional Technologies

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on website (www.tiiame.uz) and information-educational portal «ZiyoNet» at the adres (www.ziyo.net).

Scientific adviser: **Pulatov Bakhtiyar Alimovich**
doctor of technical sciences, associate professor

Khalillayev Sherzod Alimbayevich
doctor of philosophy in Biological Sciences, Associate Professor

Official opponents: **Mirzayeva Gulnara Saidarifovna**
doctor of biological sciences, professor

Ungalov Akmal Navruzovich
doctor of philosophy in technical sciences

Leading organization: **Jizzakh Polytechnic Institute**

The dissertation will be defended at the meeting of the Academic Council PhD.18/30.11.2022.t.153.01 on awarding academic degrees at the Initial Research Institute of the Environment and Environmental Technologies of the Republic of Uzbekistan "___" _____ 2024 year in ___ hours. (Address: 7A Bunyodkor Street, Chilanzar district, Tashkent, 100043, Tel.: (71) 277-69-83 E-mail: eco_nii@uznature.uz).

The dissertation can be found in the Information Resource Center of the Scientific Research Institute of the Environment and Environmental Technologies of the Republic of Uzbekistan (Address: 100043, Tashkent, Chilanzar district, Bunyodkor street, house-7A, Tel.: (71) 277-69-83 E-mail: eco_nii@uznature.uz

Abstract of dissertation was sent « _____ » _____ 2024 y.

(register of the distribution protocol № ___ from « _____ » _____ 2024y.

Sh.O.Murodov
Scientific degree-giver and scientific
deputy chairman of the board
doctor of technical science, professor

L.N.Samiyev
Scientific degree-granting
Secretary of the council, t.f.d., dosent

Sh.O.Murodov
Scientific degree-giver and scientific
deputy chairman of the board
doctor of technical science, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The purpose It consists in modeling the distribution of corrective insects in climate change conditions on the basis of GAT technologies.

The object it is considered the effectiveness of the fauna, bioecological properties, zoogeography and new microbiological preparations that can be used in the fight against them.

The object of the research as a research object, it is considered a corrective insect that is distributed throughout the territory of the Jizzakh region.

Scientific novelty of the work:

for the first time, a Global P-Locust model was created in the Jizzakh region in the conditions of climate change in Uzbekistan for monitoring the environmental impact of live insects;

Adaptation of the Global P-Locust model has modeled the spread of grasshoppers taking into account temperature, precipitation, wind speed and plant cover and region-specific environmental data;

a corresponding increase in the number of grasshoppers with an increase in wind speed from 5 m/s to 30 m/s has been proven on the basis of correlation coupling. a map of the distribution of corrective insects on an area of 100 m² has been developed by the Jizzakh region, taking into account the changes in climate change conditions and vegetation cover;

A species collection and cadastral database of live insects has been developed under the Jizzakh region.

Implementation of research results. the work is explained by the application of classical and modern methods and compliance with theoretical data of results based on scientific approaches, analyzes, their publication in leading scientific publications, recognition by the scientific community during the implementation of State fundamental projects, statistical analysis of population data on the basis of modern programs (Biostat 2007), confirmation of practical results by competent state and international organizations.

Introduction of the research results. Based on the results of research on the topic " modeling the spread of erect-winged insects in conditions of climate change:

The global G-Locust model of the distribution of erect-winged insects under climate change conditions using Gat technologies was first introduced into the management system of the Jizzakh region under the Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change (Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of Uzbekistan) based on the integration of locust distribution in the Jizzakh region on June 27, 2024 No. 03-03 / 3-6255). The result was maps created based on an adapted model that provides detailed visualization of locust threat zones throughout the Jizzakh region.

The ability to label low- and high-risk areas was created based on the integrated environmental variables of locusts. modeling of the distribution of erect-winged insects in the territory of the Jizzakh region by region, taking into account air temperature, wind speed, relative humidity, has been put into practice in the Jizzakh regional Department of the Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of Uzbekistan. (Handbook of the Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of Uzbekistan dated June 27, 2024 No. 03-03/3-6255). As a result, the vegetation cover and wind direction of the erect-winged insects common in the Jizzakh region are based on their large-scale distribution as a result of changes in air temperature.

The current state of the ecofauna of erect-winged insects has been analyzed, recommendations on the adaptation of erect-winged insects to the climate of the territory have been implemented in the practice of the Jizzakh regional Department of the Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of Uzbekistan. (Handbook of the Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of Uzbekistan dated June 27, 2024 No. 03-03/3-6255). The result was the creation of a Gat map reflecting the distribution of rare, permanently resident, indicator and agricultural pest species of erect-winged insects of the Jizzakh region, the identification of seasonal dynamics of their populations and the development of cadastral data on erect-winged insects of the Jizzakh region;

The structure and scope of the dissertation. The dissertation work consists of an introduction, five chapters, conclusions, a list of used literature and applications. The volume of the dissertation is 120 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS
NASHR QILINGAN ISHLAR

I бўлим (I часть; I part)

1. Pulatov B. Izbasarova Phenological spectra and ecological family of seasonal development of orthopterans: a case study from Jizzakh province, Uzbekistan Ekologik habarnomasi №3 Toshkent, 2024-yil. B.101-106. (11.00.00; №02)
2. Xalillayev Sh., Medetov M., Izbasarova Z., Qayumova G. Jizzax viloyati uzun mo'yovli to'g'riqanotlilari (Orthoptera: Dolichocera) tur tarkibi va ayrim bioekologik xususiyatlari. Mirzo Ulug'bek nomidagi Milliy universiteti. O'zMU xabarлари. №3/1 Toshkent, 2023. 3/1/1. Tabiiy fanlar, -B.162-166. (11.00.00; №04)
3. Izbasarova Z.E., Xalillayev Sh.A., Medetov M.J. Жиззах вилояти тўғриқанотли ҳашаротларининг мавсумий ривожланиши фенологик спекторлари ва экологик гуруҳланиши Мирзо Улуғбек номидаги Миллий университети. ЎзМУ хабарлари. №3/1 Тошкент, 2023. Табиий фанлар - Б.55-58. (11.00.00; №8)
4. Izbasarova Z.E., Xalillayev Sh.A., Medetov M.J. "Jizzax viloyati to'g'riqanotli xasharotlari (Insecta Orthoptera) tur tarkibi va ularning bioekologiyasi" Xorazm Ma'mun akademiyasi Axborotnomasi, 2023-2/1, -B. 42-46. (11.00.00; №5)
5. Z.E.Izbasarova, Sh.A.Khalillayev, M.J.Medetov. Insecta Orthoptera: bibliometric review of papers from the scopus database published in English for the period of 1986-2021. Издательство: «Springer Nature». Книжная серия: «Studies in Systems, Decision and Control». ISSN: 2198-4182, 2198-4190 Scopus: <https://www.scopus.com/sourceid/21100828949> Scimago: <https://www.scimagojr.com/journal/>
6. Izbasarova Z.E., Xalillayev Phenological spectrum and ecological grouping of the seasonal development of Insect: Orthoptera of Jizzakh region. Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. 2024. 6 (120). URL:<https://7universum.com/ru/nature/archive/item/17706>

II бўлим (II часть; II part)

7. Z.E. Izbasarova, Sh.A. Xalillayev, J.A. Abdusattorov, Atajanova D. A "Insecta Orthoptera to'g'riqanotli hasharotlarning infodata dasturi O'zbekiston Respublikasining "Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturlar va ma'lumotlar bazalarining huquqiy himoyasi to'g'risida O'zbekiston Respublikasi adliya vazirligi № dgu 35062 O'zbekiston Respublikasining dasturiy mahsulotlar davlat reyestrída 18.03.2024 y. ro'yxatdan o'tkazildi
8. Izbasarova Z.E. Allabergenova D.A Jizzax viloyati hududida Calliptamus aud. Serv.1831 avlodi chigirtkalarining tarqalishi va ayrim morfologik belgilari "Tabiiy fanlarning dolzarb masalalari" mavzusida II-xalqaro ilmiy nazariy anjuman matriallari to'plami-2022.b.380-381.

9. Izbasarova Z.E., Xalillayev Sh.A Ж.Жапакович Жиззах вилояти тўғриқанотли ҳашаротларининг мавсумий ривожланиши фенологик спекторлари “Sifatli ta’lim taraqqiyot poydevori” мавзусидаги Республика илмий амалий конференция тўплами 2023-йил 20-апрель 397-401- бет.
10. Xalillayev Sh.A., Izbasarova Z.E. Jizzax viloyati sharoitida ayrim zararli to’g’riqanotli hasharotlarning (insecta: orthoptera) bioekologik xususiyatlari “Farg’ona vodiysida biologik xilma-xillikni saqlab qolishning hozirgi zamon muammolari va yechimlari” / Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari [Matn]. – Andijon, 2022. b.170-173.
11. Izbasarova Z.E., Xalillayev Sh.A Каюмова Г. Жиззах вилояти тўғриқанотли ҳашаротларининг экологик гуруҳланиши Экологик хавфсизликни таъминлаш асослари Республика илмий-амалий конференция ва матриаллари 2023 йил 28 февраль 213-217 бет.
12. Избасарова З., Халиллаев Ш.А., Б.Холматов, А.Уринова. Узун мўйловли тўғриқанотли ҳашаротларнинг (Orthoptera: Dolichera) турли экологик биотопларда тақсимланиши. Атроф-муҳит муҳофазаси ва экологик районлаштириш: муаммо ва ечимлар» мавзусидаги I-халқаро илмий-амалий анжуман материаллари. Мақолалар ва тезислар тўплами. –Т.: 2023. –Б.17-24.
13. Избасарова З.Э., Халиллаев Ш.А., Каюмова Г.А. Жиззах вилояти тўғриқанотли ҳашаротларининг экологик гуруҳланиши. “Экологик хавфсизликни таъминлаш асослари” мавзусида республика илмий-амалий конференцияси материаллари. Тошкент, Ўзбекистон Республикаси Жамоат хавфсизлиги университети, 28 феврал 2023 йил. – Б. 213-217.

Avtorefyerat «EKOLOGIYA HABARNOMASI» ilmiy jurnali tahririyatida tahrirdan o'tkazildi va o'zbek, rus, ingliz (rezyume) tillaridagi matnlari mosligi tekshirildi (15.09.2024 y.).

Bosishga ruxsat etildi: 17.12.2024-yil.
Bichimi 60x84^{1/16}, "Times New Roman"
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i 3.4. Adadi: 100. Buyurtma: № 142.
Tel (99) 817 44 54.
Guvohnoma reestr № 219951
"PUBLISHING HIGH FUTURE" OK nashriyotida bosildi.
Toshkent sh., Uchtepa tumani, Ali qushchi ko'chasi, 2A-uy.