O‘SIMLIK KASALLIKLARI VA ULARNING OG‘IRLIK DARAJASINI CHUQUR O‘QITISH ASOSIDA ANIQLASH USULLARI: G‘O‘ZA MISOLIDA QIYOSIY TAHLIL

Otajonov D.M
Farg‘ona davlat texnika universiteti, O‘zbekiston

Abdullayev T.M.
Ilmiy rahbar: texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent
Farg‘ona davlat texnika universiteti, O‘zbekiston
https://doi.org/10.5281/zenodo.22973274

Annotatsiya: Ushbu ishda 2017–2025-yillarda e’lon qilingan beshta ilmiy tadqiqot asosida o‘simlik, xususan, g‘o‘za kasalliklarini va ularning og‘irlik darajasini chuqur o‘qitish yordamida aniqlash usullari qiyosiy tahlil qilindi. Usullar tasvir darajasida tasniflash, obyekt detektsiyasi va piksel darajasidagi segmentatsiya yondashuvlariga ajratilib, ularning ko‘rsatkichlari, ma’lumotlar to‘plamlari va amaliy qo‘llanilish imkoniyatlari baholandi hamda O‘zbekiston sharoiti uchun tavsiyalar ishlab chiqildi.
Tayanch so‘zlar: chuqur o‘qitish, g‘o‘za kasalliklari, kasallik og‘irlik darajasi, transfer o‘qitish, YOLOX, instansli segmentatsiya, izohlanadigan sun’iy intellekt.

Аннотация: В данной работе на основе пяти научных исследований, опубликованных в 2017–2025 гг., проведён сравнительный анализ методов выявления болезней растений, в частности хлопчатника, и оценки степени их тяжести с помощью глубокого обучения. Методы разделены на подходы классификации на уровне изображения, детекции объектов и сегментации на уровне пикселей; оценены их показатели, наборы данных и возможности практического применения, а также разработаны рекомендации для условий Узбекистана.
Ключевые слова: глубокое обучение, болезни хлопчатника, степень тяжести заболевания, трансферное обучение, YOLOX, сегментация экземпляров, объяснимый искусственный интеллект.

Abstract: Based on five studies published in 2017–2025, this paper presents a comparative analysis of deep learning methods for detecting plant diseases, particularly cotton diseases, and estimating their severity. The methods are grouped into image-level classification, object detection and pixel-level segmentation approaches; their performance, datasets and practical applicability are evaluated, and recommendations for the conditions of Uzbekistan are proposed.
Keywords: deep learning, cotton diseases, disease severity, transfer learning, YOLOX, instance segmentation, explainable artificial intelligence.

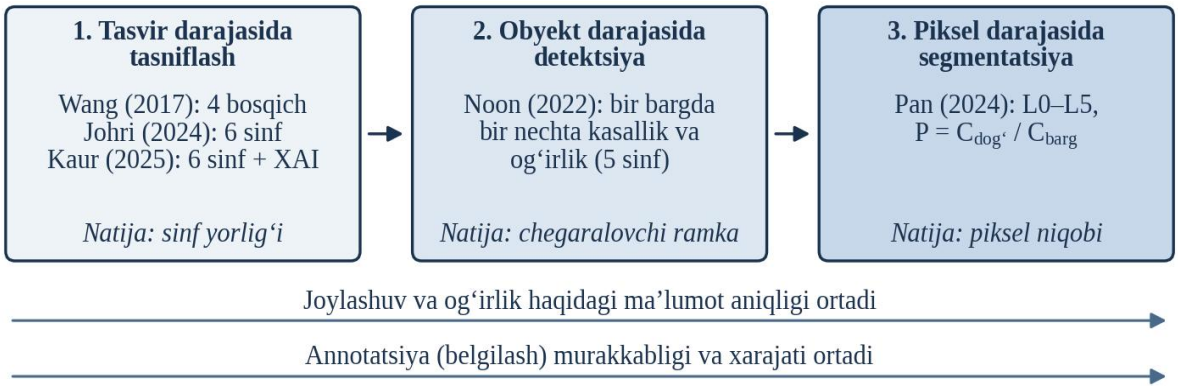
Kirish. O‘simlik kasalliklarining og‘irlik darajasi hosil yo‘qotishlarini prognozlash va himoya choralarini tanlashning muhim ko‘rsatkichi hisoblanadi; an’anaviy vizual baholash esa qimmat va samarasizligi sababli zamonaviy qishloq xo‘jaligi rivojiga to‘sqinlik qiladi [7, 1-b.]. G‘o‘za kasalliklari hosildorlik va tola sifatini pasaytirib, fermerlarga iqtisodiy zarar yetkazadi, vizual tashxis esa mutaxassis malakasiga bog‘liq bo‘lgani uchun xatolarga moyil [1, 2-b.]. Fuzarioz va vertitsillyoz so‘lish kasalliklari O‘zbekistonda ham keng tarqalgan [6, 1-b.].

Chuqur o‘qitish ko‘p qatlamli hisoblash modellariga ma’lumotlarni turli abstraksiya darajalarida ifodalashni avtomatik o‘rganish imkonini beradi [3, 436-b.]. Biroq bu

yo‘nalishdagi tadqiqotlar vazifa qo‘yilishi, ma’lumotlar to‘plami va baholash mezonlari bo‘yicha keskin farq qiladi, bu esa natijalarni bevosita solishtirishni qiyinlashtiradi. Ishning maqsadi — beshta tadqiqotni yagona mezonlar asosida qiyosiy tahlil qilish, ularning kuchli va zaif tomonlarini aniqlash hamda O‘zbekiston paxtachiligi uchun amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Materiallar va usullar. Tahlil obyekti sifatida 2017–2025-yillarda xalqaro jurnallarda e’lon qilingan beshta tadqiqot tanlandi: olma qora chirish kasalligining og‘irlik bosqichlarini tasniflash [7], g‘o‘zada bir vaqtda uchraydigan kasalliklar og‘irligini detektsiya qilish [4], g‘o‘za kasalliklarini transfer o‘qitish orqali tasniflash [1], izohlanadigan gibrid model [2] va g‘o‘za vilti og‘irligini segmentatsiya asosida baholash [5]. Tadqiqotlar vazifa turi, ma’lumotlar manbai va hajmi, model, baholash ko‘rsatkichlari, og‘irlik darajasini ifodalash usuli va amaliy joriy etish imkoniyati mezonlari bo‘yicha taqqoslandi. Manba ma’lumotlari asosida muallif tomonidan nisbiy ko‘rsatkichlar hisoblandi.

Usullar natija ko‘rinishiga ko‘ra uch guruhga ajratildi: tasvir darajasida tasniflash, obyekt darajasida detektsiya va piksel darajasida segmentatsiya (1-rasm).



1-rasm. Tahlil qilingan tadqiqotlarning vazifa turi bo‘yicha tasnifi

Natijalar. Tahlil qilingan tadqiqotlarning asosiy tavsiflari 1-jadvalda umumlashtirildi.

1-jadval

Tahlil qilingan tadqiqotlarning qiyosiy tavsifi

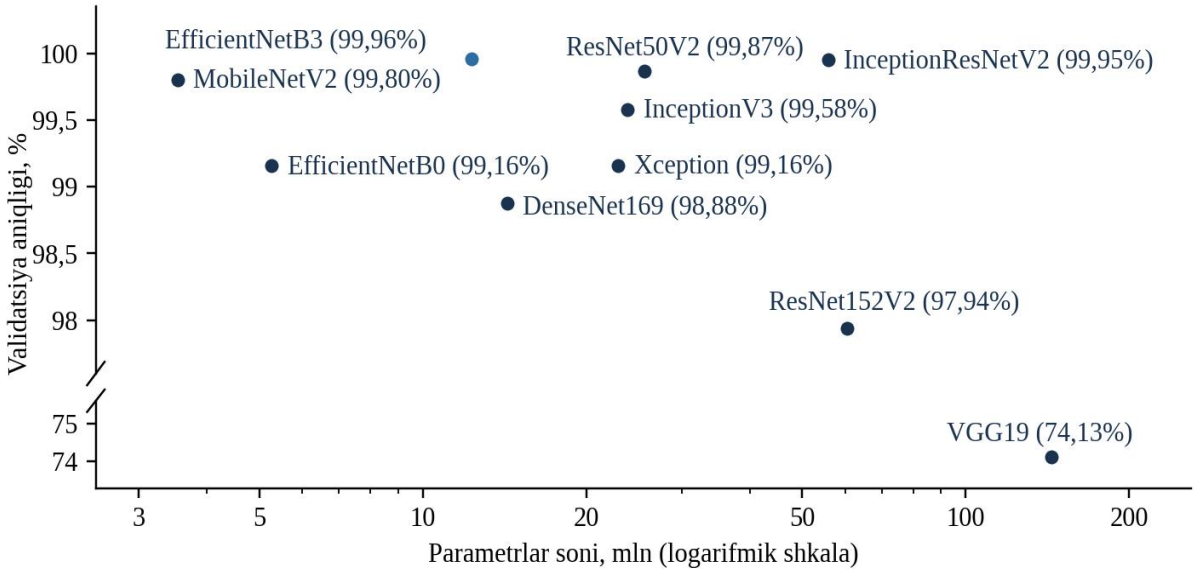
Manba	Ekin va kasallik	Vazifa	Ma’lumotlar	Model	Asosiy natija
Wang va boshq., 2017 [7]	Olma: qora chirish	Og‘irlikni tasniflash (4 bosqich)	2086 ta tasvir (PlantVillage)	VGG16 (transfer o‘qitish)	Test aniqligi 90,4%
Noon va boshq., 2022 [4]	G‘o‘za: barg jingalakligi, qurum zamburug‘i, enatsiya	Detektsiya + og‘irlik (5 sinf)	464 ta dala tasviri, augmentatsiya bilan 1112 ta (Pokiston)	Takomillashgan YOLOX-s (8,9 mln parametr)	Test mAP@0,5 72,31%
Johri va boshq., 2024 [1]	G‘o‘za: 5 ta kasallik va zararkunanda + sog‘lom	Tasniflash (6 sinf)	36 000 ta tasvir (Kaggle CPD)	EfficientNetB3 (12,32 mln parametr)	Validatsiya aniqligi 99,96%

Manba	Ekin va kasallik	Vazifa	Ma'lumotlar	Model	Asosiy natija
Pan va boshq., 2024 [5]	G'o'za: vertitsillyoz so'lish	Segmentatsiya + og'irlik (L0–L5)	11 310 ta tasvir, augmentatsiyadan keyin (Xitoy)	CVW-Etr (2,6 mln parametr)	mAP@0,5 92,9%; daraja aniqligi 92,92%
Kaur va boshq., 2025 [2]	G'o'za: 5 ta kasallik va zararkunanda + sog'lom	Tasniflash (6 sinf) + XAI	2637 ta tasvir (Kaggle)	EfficientNetB3 + InceptionResNetV2 (GA)	Aniqlik 98,0%; AUC 0,9992

Wang va boshq. PlantVillage to'plamidagi olma barglari tasvirlarini botaniklar yordamida to'rt og'irlik bosqichiga ajratgan; mutaxassislar bahosi mos kelmagan 179 ta tasvir chiqarib tashlanib, 2086 ta tasvir (shundan 1644 tasi sog'lom) qoldirilgan [7, 3-b.]. Noldan o'qitilgan sayoz tarmoqlarning eng yaxshi natijasi 79,3% bo'lsa, transfer o'qitilgan modellar 80,0–90,4% aniqlik bergan va eng yuqori natija VGG16 modelida qayd etilgan [7, 5–6-b.].

Noon va boshq. Pokistonning Janubiy Panjob mintaqasida smartfon yordamida 464 ta tasvir to'plab, ularni patologlar ishtirokida belgilagan [4, 134817-b.] va augmentatsiya orqali 1112 taga yetkazgan [4, 134819-b.]. O'zgartirilgan SPP bloki va α-IoU yo'qotish funksiyasiga ega YOLOX-s modeli (8,9 mln parametr) [4, 134815-b.] test to'plamida 72,31% mAP@0,5 ko'rsatib, asl YOLOX (69,04%), YOLOv5 (53,11%) va YOLOv4 (47,42%) modellaridan ustun kelgan [4, 134822-b.].

Johri va boshq. 36 000 ta tasvirdan iborat ochiq to'plamda [1, 3-b.] o'nta transfer o'qitish modelini 80:20 nisbatda ajratilgan ma'lumotlarda sinagan [1, 7-b.]; EfficientNetB3 validatsiyada 99,96% aniqlikka erishgan [1, 12-b.]. Parametrlar soni va aniqlik o'rtasidagi bog'liqlik 2-rasmda keltirilgan: 10 ta modeldan 8 tasi 98,8% dan yuqori aniqlik ko'rsatgan, eng ko'p parametrli VGG19 (143,67 mln) esa 74,13% bilan eng past natijani bergan [1, 11–12-b.]. Muallif hisobiga ko'ra, EfficientNetB3 VGG19 dan 11,7 marta kam parametr bilan 25,83 foiz punkt aniqroq.



2-rasm. Johri va boshq. [1] tadqiqotidagi modellarning parametrlar soni va validatsiya aniqligi

Kaur va boshq. Kaggle platformasidagi olti sinfga ajratilgan 2637 ta tasvirda [2, 5-b.] EfficientNetB3 va InceptionResNetV2 xususiyatlarini birlashtirib, klassifikator giperparametrlarini genetik algoritm bilan optimallashtirgan va qarorlarni LIME hamda SHAP usullari bilan izohlagan; annotatsiyada 98,0% aniqlik va 0,9992 AUC-ROC qayd etilgan [2, 1-b.]. Pan va boshq. esa dog‘ piksellarining barg piksellariga nisbati orqali vilt og‘irligini olti darajada baholab, 2,6 mln parametrli model bilan 92,9% segmentatsiya aniqligi va 92,92% daraja bo‘yicha aniqlikka erishgan [5, 1-b.]; dala sinovida avtomatik baholash qo‘lda baholashga nisbatan aniqroq (92,66% va 91,33%) va tezroq (1330 va 1770 soniya) bo‘lgan [5, 15-b.]. Og‘irlik darajasini ifodalash yondashuvlari va bosqichlar bo‘yicha natijalar 2-jadvalda taqqoslangan.

2-jadval

Kasallik og‘irlik darajasini ifodalash yondashuvlari va natijalari

Manba	Og‘irlik shkalasi	Baholash asosi	Bosqichlar bo‘yicha natija
Wang va boshq. [7, 3, 6-b.]	4 bosqich: sog‘lom; erta (diametri 5 mm dan kichik dog‘lar); o‘rta (3 tadan ortiq dog‘, biri kattalashgan); oxirgi (barg to‘kiladigan darajada)	Butun tasvirni tasniflash (botaniklar yorlig‘i)	Aniqlik: sog‘lom — 100%; erta — 93,1%; o‘rta — 83,3%; oxirgi — 87,0%
Noon va boshq. [4, 134818, 134822-b.]	Sog‘lom; jingalaklik 1-bosqichi (xloroz) va 2-bosqichi (tomir qalinlashishi, chetlar buralishi); qurum zamburug‘i; enatsiya	Zararlangan joyni ramka bilan aniqlash	AP: jingalaklik-1 — 60,22%; jingalaklik-2 — 65,76%; sog‘lom — 61,55%; qurum — 74,02%; enatsiya — 100%
Pan va boshq. [5, 9, 14-b.]	L0–L5 (dog‘ ulushi P chegaralari: 0,15; 0,25; 0,40; 0,60)	Dog‘ va barg piksellari nisbati (P)	Aniqlik: L0–L4 — 89,47–95,00%; L5 — 100%

Muhokama. Tahlil e’lon qilingan ko‘rsatkichlarni bevosita solishtirish noto‘g‘ri xulosaga olib kelishi mumkinligini ko‘rsatadi: Johri va boshq. qayd etgan 99,96% aniqlik tasvir darajasidagi tasniflashga tegishli bo‘lsa, Noon va boshq. natijasi (72,31% mAP) bir bargdagi bir nechta kasallikni joylashuvi bilan aniqlashdek ancha murakkab vazifani aks ettiradi. Shu sababli usul tanlashda raqamning o‘zi emas, balki vazifa turi va ma’lumotlar sharoiti hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Ikkinchidan, ma’lumotlar sharoiti natijalarga kuchli ta’sir qiladi. PlantVillage tasvirlari nazorat qilinadigan sharoitda olingan [7, 2-b.]; Noon va boshq. modelni fondan tozalangan yakka barg tasvirlarida o‘qitib sinaganini cheklov sifatida tan olgan [4, 134824-b.]. Johri va boshq. ishida 10 ta modeldan 5 tasida validatsiya aniqligi o‘qitish aniqligidan yuqori bo‘lgan [1, 12-b.], Kaur va boshq. maqolasining turli bo‘limlarida esa genetik algoritm bilan optimallashtirilgan model uchun 90,21% [2, 18-b.], 92,45% [2, 21-b.] va 98% [2, 22-b.] aniqlik qiymatlari keltirilgan. Bunday hollarda natijalarni mustaqil dala tasvirlarida qayta tekshirish zarur; tahlil qilingan manbalar orasida mutaxassislar ishtirokidagi dala sinovi faqat Pan va boshq. ishida o‘tkazilgan [5, 15-b.].

Uchinchidan, og‘irlikni baholagan uchala tadqiqotda ham oraliq darajalar eng ko‘p chalkashtirilgan: Wang va boshq. ishida o‘rta bosqich aniqligi 83,3% bo‘lib, xatolar faqat qo‘shni bosqichlar o‘rtasida kuzatilgan [7, 6-b.]; Noon va boshq. ishida jingalaklikning 1-

bosqichi sog‘lom barg va 2-bosqich bilan adashtirilgan [4, 134821-b.]; Pan va boshq. ishida esa eng past aniqlik L4 darajasiga (89,47%) to‘g‘ri kelgan [5, 14-b.]. Bu og‘irlik uzluksiz belgi ekanini va dog‘ ulushiga asoslangan miqdoriy mezon bosqichlarni sifat jihatidan belgilashga nisbatan obyektivroq ekanini ko‘rsatadi.

Amaliy joriy etish uchun yengil modellar (CVW-Etr — 2,6 mln, MobileNetV2 — 3,54 mln, takomillashgan YOLOX-s — 8,9 mln parametr) va izohlanadigan sun’iy intellekt usullari istiqbolli. Tahlil qilingan tadqiqotlarning birortasida O‘zbekiston dalalarida olingan tasvirlardan foydalanilmagan; shu bois mahalliy annotatsiyalangan to‘plam yaratish, avval tasniflash modellarini transfer o‘qitish orqali moslashtirish, so‘ngra vilt uchun segmentatsiyaga asoslangan og‘irlikni baholash tizimini ishlab chiqish maqsadga muvofiq.

Xulosa. Tahlil chuqur o‘qitish usullarining tasvir darajasidagi tasniflashdan piksel darajasidagi og‘irlikni baholashga tomon rivojlanayotganini ko‘rsatdi. Tasniflash vazifalarida aniqlik 90,4–99,96% ni tashkil etgan bo‘lsa, murakkabroq detektsiya va segmentatsiya vazifalarida mAP@0,5 72,31–92,9% oralig‘ida bo‘lgan; bu farq, avvalo, vazifa va ma’lumotlar sharoitidagi farqni aks ettiradi. Barcha tadqiqotlarda oraliq og‘irlik darajalarini ajratish eng qiyin masala bo‘lib qolmoqda. O‘zbekistonda mahalliy tasvirlar to‘plamini yaratish, modellarni mustaqil dala ma’lumotlarida sinash va og‘irlikni miqdoriy baholash tizimlarini joriy etish tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Johri P., Kim S., Dixit K. va boshq. Advanced deep transfer learning techniques for efficient detection of cotton plant diseases // Frontiers in Plant Science. 2024. Vol. 15. 1441117. DOI: 10.3389/fpls.2024.1441117
2. Kaur G., Al-Yarimi F.A.M., Bharany S. va boshq. Explainable AI for Cotton Leaf Disease Classification: A Metaheuristic-Optimized Deep Learning Approach // Food Science & Nutrition. 2025. Vol. 13, No. 7. e70658. DOI: 10.1002/fsn3.70658
3. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning // Nature. 2015. Vol. 521. P. 436–444.
4. Noon S.K., Amjad M., Qureshi M.A., Mannan A. Handling Severity Levels of Multiple Co-Occurring Cotton Plant Diseases Using Improved YOLOX Model // IEEE Access. 2022. Vol. 10. P. 134811–134825. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3232751
5. Pan P., Yao Q., Shen J. va boshq. CVW-Etr: A High-Precision Method for Estimating the Severity Level of Cotton Verticillium Wilt Disease // Plants. 2024. Vol. 13, No. 21. 2960. DOI: 10.3390/plants13212960
6. Tuxtamishev S.S., Musurmanov A.A., Raxmonov I.A. va boshq. Diseases of Fusarium wilt and Verticillium wilt in cotton plants and measures to control them. Zenodo, 2025. DOI: 10.5281/zenodo.15662863
7. Wang G., Sun Y., Wang J. Automatic Image-Based Plant Disease Severity Estimation Using Deep Learning // Computational Intelligence and Neuroscience. 2017. Vol. 2017. 2917536. DOI: 10.1155/2017/2917536