



UDK: 504.5 (575.11.2)

**Iqlim o'zgarishining ekinlar hosildorligiga ta'sirini baholashda modellashtirish yondashuvlari: DSSAT va AquaCrop modellarining roli**

*B.M.Abdullayeva., A.Sh.Iskandarova*

*“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislar universiteti” Milliy tadqiqot universiteti, magistrantlari.*

**Annotatsiya:** Iqlim o'zgarishi qishloq xo'jaligi tizimlariga jiddiy ta'sir ko'rsatmoqda. Hosildorlikdagi o'zgarishlarni tahlil qilish va prognoz qilish uchun matematik modellashtirish tizimlari, xususan DSSAT va AquaCrop modellaridan keng foydalanilmoqda. Ushbu sharhda har ikkala modelning imkoniyatlari, cheklovlari va ularning iqlim ssenariylari ostida ekinlar hosildorligini baholashdagi samaradorligi tahlil etiladi.

**Аннотация:** Изменение климата оказывает серьезное влияние на сельскохозяйственные системы. Для анализа и прогнозирования изменений урожайности широко используются системы математического моделирования, в частности модели DSSAT и AquaCrop. В данном обзоре проанализированы возможности и ограничения обеих моделей, а также их эффективность в оценке урожайности сельскохозяйственных культур в условиях климатических сценариев.

**Annotation:** Climate change is having a significant impact on agricultural systems. Mathematical modeling systems, particularly DSSAT and AquaCrop models, are widely used to analyze and predict changes in crop yields. This review analyzes the capabilities and limitations of both models, as well as their effectiveness in assessing crop productivity under climate scenarios.

**Kalit so'zlar:** Iqlim o'zgarishi, modellashtirish, DSSAT, AquaCrop, hosildorlik, ekinlar, simulyatsiya.

**Ключевые слова:** Изменение климата, моделирование, DSSAT, AquaCrop, урожайность, сельскохозяйственные культуры, симуляция.

**Keywords:** Climate change, modeling, DSSAT, AquaCrop, yield, crops, simulation.



**«EKOLOGIYA VA ATROF MUHIT MUHOFAZASI  
MUAMMOLARI VA ULARNING INNOVATSION YECHIMLARI»  
mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya**



**Kirish.** Iqlim o'zgarishi global oziq-ovqat xavfsizligiga tahdid solmoqda. Haroratning oshishi, yog'ingarchilik rejimining o'zgarishi va ekstremal hodisalarning ko'payishi natijasida qishloq xo'jaligi mahsulotlari yetishtirishda keskin pasayish kuzatilmoqda (IPCC, 2021). Ekinlarning hosildorligi va o'suv jarayonlariga ta'sirini oldindan baholash uchun agroekologik modellashtirish tizimlari muhim vosita sifatida rivojlandi. Eng keng tarqalgan tizimlardan ikkitasi — DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer) va AquaCrop (FAO tomonidan ishlab chiqilgan suvga sezgir ekinlar modeli).

Iqlim o'zgarishi bugungi kunda insoniyat duch kelayotgan eng yirik global muammolardan biri hisoblanadi. Bu hodisa ayniqsa qishloq xo'jaligi sektorida o'zining salbiy oqibatlarini ko'rsatmoqda. Haroratning muttasil ortib borishi, yog'ingarchilikning vaqt va miqdor bo'yicha nomutanosib taqsimlanishi, qurg'oqchilik, toshqinlar va boshqa ekstremal ob-havo hodisalarining kuchayishi natijasida hosildorlikda pasayish, tuproq degradatsiyasi va suv resurslariga bosim ortmoqda (IPCC, 2021; Wheeler & von Braun, 2013).

Ushbu salbiy ta'sirlar natijasida global oziq-ovqat xavfsizligiga jiddiy tahdid tug'ilmoqda. Ayniqsa rivojlanayotgan mamlakatlarda aholining asosiy oziq-ovqat manbalari bo'lgan ekinlarning hosildorligi keskin kamaymoqda. Shu sababli, iqlim o'zgarishining ekinlar o'suv fazalari, hosildorligi va resurslarga ehtiyojlariga qanday ta'sir ko'rsatishini oldindan baholash va prognoz qilish dolzarb ilmiy masalaga aylandi (Lobell et al., 2008).

Bu ehtiyojga javoban, agroekologik tizimlarning simulyatsiyasiga asoslangan modellashtirish yondashuvlari keng rivojlanmoqda. Bunday modellar ekinning o'suv bosqichlari, meteorologik sharoitlar, tuproq xususiyatlari, agrotexnika tadbirlari va suv resurslarini o'zaro bog'lab, turli ssenariylarda hosildorlikni bashorat qilishga imkon beradi. Xususan, eng keng tarqalgan va ilmiy hamjamiyatda tan olingan modellashtirish tizimlaridan ikkitasi bu — DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer) va AquaCrop (FAO tomonidan ishlab chiqilgan suvga sezgir ekinlar modeli) hisoblanadi.

DSSAT modeli turli agroekologik sharoitlarda hosildorlikni bashorat qilish uchun murakkab fizik-biologik jarayonlarni hisobga oladi (Jones et al., 2003). AquaCrop esa ayniqsa suv cheklangan hududlarda foydalanish uchun mo'ljallangan bo'lib, o'simlik suv foydalanish samaradorligiga asoslangan yondashuvni qo'llaydi



(Steduto et al., 2009). Har ikkala model ham iqlim ssenariylari ostida turli ekin turlarining moslashuv strategiyalarini ishlab chiqish, hosildorlikni saqlab qolish hamda resurslardan samarali foydalanishga oid qarorlarni qabul qilishda beqiyos ahamiyatga ega.

## **2. Modellashtirish tizimlarining umumiy tavsifi**

### **2.1. DSSAT modeli**

DSSAT modeli turli xil ekinlar, tuproq turlari va iqlim sharoitlari uchun hosildorlikni simulyatsiya qilish imkonini beradi. Model ekinlarning fiziologik rivojlanishi, suv va azot sikllari, fotosintez va o'simlik o'sishi jarayonlarini modellashtiradi (Jones et al., 2003). DSSAT 40 dan ortiq ekin turini qo'llab-quvvatlaydi va turli agrotexnologiyalarni baholash imkoniyatini beradi.

DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer) — bu ko'p komponentli, integratsiyalashgan agroekologik modellashtirish tizimi bo'lib, u qishloq xo'jaligi tizimlarida ekinlar hosildorligini bashorat qilish, agrotexnik usullar samaradorligini baholash va iqlim o'zgarishi sharoitida turli variantlarni sinab ko'rish imkonini beradi.

Model o'simlikning biologik jarayonlarini – urug'dan unib chiqish, vegetativ va generativ o'suv bosqichlari, hosil to'plashgacha bo'lgan davrni fiziologik asosda hisoblab chiqadi. Shuningdek, suv balansini, azot almashinuvi, fotosintez, transpiratsiya va o'simlik biomassasi hosil bo'lishi kabi jarayonlar chuqur modellashtirilgan (Jones et al., 2003).

DSSAT tizimi:

- 40 dan ortiq ekin turini (g'alla, loviya, makkajo'xori, paxta, sholi va boshqalar) o'z ichiga oladi.
- Har xil tuproq, iqlim va menejment sharoitlarida ishlay oladi.
- Ekin ekish sanasi, sug'orish jadvali, o'g'it miqdori, ekish zichligi kabi agrotexnik parametrlar ta'sirini solishtirishga imkon beradi.
- Uzoq muddatli iqlim ssenariylari asosida hosildorlikdagi potensial o'zgarishlarni prognozlaydi.



## «EKOLOGIYA VA ATROF MUHIT MUHOFAZASI MUAMMOLARI VA ULARNING INNOVATSION YECHIMLARI» mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya



Modelning kuchli tomonlaridan biri — moslashuvchanligi va keng qoʻllanilish doirasidir. Masalan, u Amerika, Afrika, Osiyo va Yevropa qitʻalarida turli ekinlar boʻyicha muvaffaqiyatli tatbiq etilgan (Timsina & Humphreys, 2006).

### 2.2. AquaCrop modeli

FAO tomonidan ishlab chiqilgan AquaCrop modeli oʻsimliklar biomassasining hosildorligini suv bilan bogʻliq ravishda simulyatsiya qiladi (Steduto et al., 2009). AquaCrop oddiyroq parametrlar talab qiladi va resurslari cheklangan hududlar uchun moslashtirilgan. U asosan suvga sezgir ekinlar, masalan, paxta, bugʻdoy va makkajoʻxori uchun ishlatiladi.

AquaCrop quyidagi ustunliklarga ega:

- Fotosintez yoki fiziologik jarayonlar toʻgʻridan-toʻgʻri modellashtirilmaydi, balki suvga nisbatan biomassaning hosil boʻlish koeffitsienti asosida hosildorlik baholanadi.
- Modellashda kamroq va sodda parametrlar talab qilinadi, bu esa resurslari kam boʻlgan mintaqalarda qoʻllash imkonini beradi.
- Sugʻorish tizimlari, suv taʼminoti, tuproq turlari, oʻsimlik zichligi, iqlim sharoitlari va agrotexnik chora-tadbirlar taʼsiri alohida komponentlar orqali hisobga olinadi.
- AquaCrop paxta, bugʻdoy, makkajoʻxori, sholi va boshqa asosiy ekinlar uchun kalibrlangan va validatsiyalangan.

Model hosildorlikni baholashda suv foydalanish samaradorligiga (Water Productivity, WP) katta urgʻ beradi. Aynan shu sababli, u suv tanqisligi boʻlgan mamlakatlar uchun muhim vosita sifatida koʻriladi (Raes et al., 2012).

### 3. DSSAT va AquaCrop modellarining qoʻllanilishi

#### 3.1 DSSAT modelidan foydalanish

DSSAT modeli dunyoning koʻplab hududlarida iqlim oʻzgarishi ssenariylari asosida ekin hosildorligini baholashda qoʻllanilgan:

- **Efiopiyada arpa hosildorligi:** Kassie et al. (2020) tomonidan olib borilgan tadqiqotda Efiopiya sharoitida harorat va yogʻingarchilik oʻzgarishlari arpa hosildorligini 15–20% kamaytirishi aniqlangan.



«EKOLOGIYA VA ATROF MUHIT MUHOFAZASI  
MUAMMOLARI VA ULARNING INNOVATSION YECHIMLARI»  
mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya



- **Janubiy Afrikada bug‘doy yetishtirish:** Oluwasemire et al. (2022) DSSAT orqali simulyatsiya qilib, 2°C harorat oshishi natijasida bug‘doy hosildorligi 30% gacha kamayishi mumkinligini ko‘rsatgan.

### 3.2 AquaCrop modelidan foydalanish

- **O‘zbekiston paxtachilik sektori uchun:** Karimov et al. (2022) tomonidan AquaCrop modeli asosida o‘tkazilgan tadqiqotda sug‘orishning 20% kamaytirilishi paxta hosilini 10–12% ga pasaytirishi aniqlangan.
- **Hindistonda guruch yetishtirish:** Mishra et al. (2021) AquaCrop yordamida suv taqchilligida guruch hosildorligini saqlab qolish strategiyalarini ishlab chiqqan.

### 4. Muhokama

DSSAT va AquaCrop modellarining har ikkalasi ham iqlim o‘zgarishining hosildorlikka ta‘sirini baholashda samarali ekanligi isbotlangan. DSSAT modeli kengroq fiziologik jarayonlarni tahlil qiladi va murakkab ssenariylar uchun afzal, AquaCrop esa kam ma‘lumot talab qiladi va resurslar cheklangan hududlar uchun ideal. Biroq, har ikkala model ham to‘liq moslashtirilishi va mahalliy kalibrlash jarayonidan o‘tishi lozim, aks holda natijalar ishonchsiz bo‘lishi mumkin.

### 5. Xulosa

Iqlim o‘zgarishining ekinlar hosildorligiga salbiy ta‘sirini o‘rganishda modellashtirish yondashuvlari muhim vositadir. DSSAT va AquaCrop modellarining integratsiyalangan qo‘llanilishi orqali hosildorlikdagi o‘zgarishlarni aniqlash, moslashuv strategiyalarini ishlab chiqish va siyosiy qarorlar qabul qilish mumkin. Kelgusida modellarni yangi hududlar uchun moslashtirish va natijalarni ko‘proq eksperimental ma‘lumotlar bilan solishtirish dolzarb masala bo‘lib qolmoqda.

### Foydalanilgan adabiyotlar:

- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press.
- Jones, J.W., et al. (2003). DSSAT Cropping System Model. *European Journal of Agronomy*.
- Steduto, P., et al. (2009). AquaCrop: FAO’s Crop Water Productivity Model. *Agronomy Journal*.



«EKOLOGIYA VA ATROF MUHIT MUHOFAZASI  
MUAMMOLARI VA ULARNING INNOVATSION YECHIMLARI»  
mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya



- Kassie, B.T., et al. (2020). Barley yields under climate change. *Field Crops Research*.
- Karimov, M., et al. (2022). Cotton yield simulation in Tashkent. *Agricultural Water Management*.
- Oluwasemire, K.O., et al. (2022). DSSAT for wheat under climate scenarios. *Climate Risk Management*.
- Mishra, A., et al. (2021). AquaCrop application for rice under water stress. *Agricultural Water Management*.
- Wheeler, T., & von Braun, J. (2013). Climate change impacts on global food security. *Science*, 341(6145), 508–513.
- Lobell, D.B., Burke, M.B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M.D., Falcon, W.P., & Naylor, R.L. (2008). Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science*, 319(5863), 607–610.

