DAVLAT REYESTRI ASOSIDA OROLBO‘YI UCHUN O‘SIMLIK VA NAV MOSLIGINING KOGNITIV AXBOROT MODELI

Samandarov Batirbek Satimovich[1], Bo’riyev Yusuf Absamat o’g’li[2], Sobirov Sherzod Toxirovich[3]

[1]Toshkent Kimyo xalqaro universiteti, Axborot texnologiyalari kafedrasi professori.
[2]Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent Axborot Texnologiyalari Universiteti.
[3]Toshkent Kimyo xalqaro universiteti, Axborot texnologiyalari kafedrasi muiri.
E-mail: batirbeksamandarov@gmail.com, sh.sabirov@kiut.uz, y8609131@gmail.com

K E Y W O R D S

kognitiv axborot modeli, ma’lumotlarni integratsiyalash, semantik modellashtirish, qarorlarni qo‘llab-quvvatlash tizimi, axborot-analitik tizim, agroekologik ma’lumotlar, Davlat reyestri

A B S T R A C T

Orolbo‘yi hududlarida o‘simlik va nav mosligini baholash turli manbalardagi agroekologik hamda rasmiy reyestr ma’lumotlarini yagona axborot muhitida integratsiyalashni talab etadi. Tadqiqotda O‘zbekiston Respublikasi Davlat reyestridagi hudud, ekin, nav, reyestr holati, vaqt va manba o‘rtasidagi munosabatlarni ifodalovchi kognitiv axborot modeli taklif etildi. 2023 va 2024 yilgi reyestrlar tahlili asosida nav holatlarining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi va hududiy tavsiyalarni alohida modellashtirish zarurligi asoslandi. Reyestr tavsiyasi agroekologik moslikning yakuniy etalon belgisi emas, balki dastlabki rasmiy dalil sifatida talqin qilindi. Taklif etilgan model keyinchalik tuproq, iqlim, suv, geofazoviy va masofadan zondlash ma’lumotlarini integratsiyalash, moslikni hisoblash hamda qarorlarni qo‘llab-quvvatlovchi axborot-analitik tizimni shakllantirish uchun konseptual va formal asos yaratadi.

1. Kirish

Orol dengizi havzasida so‘nggi o‘n yilliklarda yuzaga kelgan ekologik o‘zgarishlar suv resurslarining qisqarishi, tuproq sho‘rlanishi, cho‘llanish, tuz va chang ko‘chishi hamda yer resurslarining degradatsiyasi bilan xarakterlanadi. Orol dengizining qisqarishi mintaqa ekotizimiga, suv rejimiga va yerdan foydalanish sharoitlariga katta ta’sir ko‘rsatgan [1]. Zamonaviy masofadan zondlash tadqiqotlari ham Orol dengizi havzasida suv yuzasi, tuproq va yer qoplami dinamikasi, cho‘llanish hamda suv resurslarini kuzatishda ko‘p manbali ma’lumotlardan foydalanish zaruratini ko‘rsatmoqda [2,3,4].

Bunday sharoitda degradatsiyaga uchragan va qishloq xo‘jaligi uchun qayta foydalanish ehtimoli mavjud bo‘lgan hududlarda o‘simliklarni tanlash faqat bir parametrga asoslanishi mumkin emas. O‘simlik yoki navning muayyan hududga mosligi tuproqning fizik va kimyoviy xossalari, sho‘rlanish darajasi, harorat rejimi, yog‘ingarchilik, suv ta’minoti, vegetatsiya davri, qurg‘oqchilik va issiqlikka chidamlilik kabi ko‘plab omillarning o‘zaro ta’siri bilan belgilanadi.

Raqamli qishloq xo‘jaligida mazkur ma’lumotlar turli axborot manbalarida va turli formatlarda shakllanadi [5]. Sensorlar, meteorologik kuzatuvlar, tuproq tahlillari, davlat statistikasi, reyestrlar, geografik axborot tizimlari va masofadan zondlash ma’lumotlarining geterogenligi ulardan yagona qaror qabul qilish jarayonida foydalanishni murakkablashtiradi. Aqlli dehqonchilik (Smart farming) sohasidagi tadqiqotlarda ham ma’lumotlar geterogenligi, o‘zaro moslik (interoperability) va semantik integratsiya asosiy muammolardan biri sifatida ko‘rsatilgan [6-11].

O‘zbekiston sharoitida o‘simlik va navlarni tanlash uchun muhim rasmiy axborot manbalaridan biri O‘zbekiston Respublikasi hududida ekish uchun tavsiya etilgan qishloq xo‘jaligi ekinlari Davlat reyestri xisoblanadi . Reyestrda davlat sinovlaridan o‘tgan nav va duragaylarni ishlab chiqarish, realizatsiya qilish va mamlakat hududida foydalanishga oid ma’lumotlar jamlangan.

(cc) BY

2024 yilgi reyestrda nav yoki duragayning nomi, originator raqami, mamlakat kodi, reyestrga kiritilgan yil va ekishga tavsiya etilgan hududlar kabi strukturali atributlar keltirilgan. Mazkur axborot navning muayyan hududda davlat sinovlari va ekspert xulosalari asosida tavsiya etilganligini ifodalaydi. Biroq reyestr jadvalida tuproq pH, elektr o‘tkazuvchanlik, sho‘rlanish, harorat, yog‘ingarchilik, suv sifati yoki masofadan zondlash ko‘rsatkichlari kabi agroekologik parametrlar mavjud emas.

Shunga ko‘ra, reyestrdagi “hudud uchun tavsiya etilgan” belgisini muayyan nuqta yoki Orol dengizining qurib qolgan tubi uchun agroekologik moslikning tayyor etalon belgi sifatida qabul qilish metodologik jihatdan noto‘g‘ri. U rasmiy ekspert va davlat sinovlaridan kelib chiqqan dastlabki ma’lumotlar, ya’ni keyingi agroekologik baholash uchun dastlabki dalil sifatida foydalanilishi lozim.

Mazkur tadqiqotning maqsadi O‘zbekiston Respublikasi Davlat reyestridagi “hudud-ekin-nav-vaqt-reyestr” holati munosabatlarini formallashtirish va ularni kelgusida tuproq, iqlim, suv va geofazoviy ma’lumotlar bilan birlashtirib o‘simlik va nav mosligini baholash imkonini beruvchi kognitiv axborot modelini ishlab chiqishdan iborat.

Maqsadga erishish uchun Davlat reyestridagi asosiy axborot obyektlari va ularning semantik munosabatlari aniqlandi. Reyestrning yillik versiyalarini hisobga oluvchi vaqtga bog‘liq axborot strukturasi shakllantirildi. Hududiy tavsiyaning mavjudligi va navning reyestrdagi holati semantik jihatdan ajratildi. Reyestr ma’lumotlarini keyingi agroekologik ma’lumotlar bilan integratsiyalashga mo‘ljallangan kognitiv axborot modeli formal ifodalandi hamda uning strukturasi 2023 va 2024 yilgi Davlat reyestri ma’lumotlari misolida tahlil qilindi [12,13].

2. Adabiyotlar tahlili

Qishloq xo‘jaligini raqamlashtirish natijasida ma’lumotlar hajmi va manbalar sonining ortishi agrar axborot tizimlarida ma’lumotlarni integratsiyalash masalasini alohida ilmiy yo‘nalishga aylantirdi. De Alwis va boshqalar aqlli dehqonchilik tizimlarida geterogen va shovqinli ma’lumotlarni to‘g‘ri kategoriyalash hamda qaror qabul qilish algoritmlariga mos tayyorlash muhimligini ko‘rsatgan [6]. Goldstein va boshqalar turli agrar manbalarni yagona tahlil muhitida integratsiyalashga mo‘ljallangan konseptual asos taklif etgan [7]. Roussaki va boshqalar tomonidan ishlab chiqilgan DEMETER arxitekturasi esa turli qurilma, platforma, servis va ma’lumot modellari o‘rtasida o‘zaro moslik ta’minlashga qaratilgan [8].

Semantik texnologiyalar ma’lumotlarning faqat sintaktik formatini emas, ularning ma’nosini ham muvofiqlashtirish imkonini beradi. Khatoon agrar IoT tizimlarida ontologiya va umumiy lug‘atlar geterogen ma’lumot manbalari o‘rtasida semantik o‘zaro moslik uchun muhimligini ko‘rsatgan [9]. Zeginis va hammualliflar esa sensor, iqlim, statistik, davlat, dron, sputnik va kartografik ma’lumotlarni birlashtirish uchun semantik metamodel taklif qilgan [14].

Kognitiv modellashtirish agrar sohada ham qo‘llanilgan. Musina, Yangirov va Kharitonov mintaqaviy qishloq xo‘jaligi sektorini boshqarish uchun kognitiv model va yo‘naltirilgan sabab-oqibat bog‘lanishlari grafi taklif etgan [15]. Ushbu yondashuv iqtisodiy va boshqaruv ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi bog‘lanishlarni modellashtirishga qaratilgan. Biroq uning asosiy obyekti alohida o‘simlik yoki navning agroekologik mosligi emas, balki mintaqaviy agrar sektorni strategik boshqarishga qaratilgan.

So‘nggi yillarda o‘simlik tanlash bo‘yicha ko‘plab ishlar mashinali o‘qitish algoritmlariga asoslangan. Masalan, Afzal va hammualliflar N, P, K, pH, harorat, namlik va yog‘ingarchilik kabi parametrlar asosida 22 ta ekindan mosini tavsiya qilish uchun ansambl modelini taklif qilgan [16]. Shastri va boshqalar ham tuproq va iqlim parametrlari asosida nazorat ostida o‘qitish hamda tushuntiriladigan sun’iy intellekt (explainable AI) vositalarini ekinni tavsiya qilish masalasiga qo‘llagan [17].

Bunday yondashuvlar klassifikatsiya masalasini samarali yechishi mumkin. Ammo ularning ko‘pchiligi ekin turi darajasida ishlaydi va davlat reyestrlaridagi nav darajasidagi rasmiy tavsiyalar, tavsiyaning amal qilish hududi, vaqt bo‘yicha o‘zgarishi va manba ma’lumotning kelib chiqish tarixini alohida modellashtirilmaydi.

(cc) BY

Nav sinovlariga oid katta ma’lumot resurslarini shakllantirish bo‘yicha xalqaro tajribalar ham mavjud. Avstraliya National Variety Trials ma’lumotlari asosida tuzilgan resursda minglab navlar, turli joylar, dala sinovlari, tuproq, boshqaruv va masofadan zondlash ma’lumotlari integratsiya qilingan [18]. 2026 yilda e’lon qilingan Nordic ma’lumotlar to‘plami (dataset) esa besh mamlakatdagi milliy va yetishtirish va foydalanish qiymatini sinash (VCU) sinovlarini uyg‘unlashtirib qilib, 2000 dan ortiq nav va qariyb 3000 ta yil–joy muhitini bir resursga birlashtirgan [19]. Bu ishlar rasmiy nav sinovlari ma’lumotlarini vaqt va muhit kesimida tuzilmalash kelgusi ML va genotip–muhit o‘zaro ta’siri tahlillari uchun yuqori qiymatga ega ekanini ko‘rsatadi.

Avvalgi tadqiqotlarda Qoraqalpog‘iston sharoitiga mos o‘simliklar bo‘yicha ma’lumotlar bazasining konseptual, mantiqiy va fizik modeli ishlab chiqilgan [20]. Unda Plant, Climate, Soil, Region va Parameter kabi obyektlar ajratilgan.

Biroq mazkur ma’lumotlar bazasi modelida asosiy urg‘u ma’lumotlarni saqlash va relyatsion strukturaga qaratilgan edi. Navning qaysi yilda qaysi hudud uchun rasmiy tavsiya etilganligi, uning reyestrdagi holati va manba versiyasi mustaqil kognitiv munosabat sifatida formallashtirilmagan.

Shu asosda mazkur tadqiqotda bir nechta ilmiy bo‘shliqlar aniqlandi. Mavjud tadqiqotlarda agrar ma’lumotlarni integratsiyalash, kognitiv boshqaruv modellari, mashinaviy o‘qitish asosida ekinni tavsiya qilish va nav sinovi ma’lumotlar to‘plamlarini shakllantirish masalalari alohida o‘rganilgan. Biroq ushbu yo‘nalishlar o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik yetarli darajada shakllantirilmagan. Xususan, Orolbo‘yi sharoitida davlat reyestridagi rasmiy «hudud–ekin–nav–status–vaqt» munosabatlarini agroekologik moslik modeliga dastlabki rasmiy ma’lumot sifatida integratsiyalash masalasi yetarlicha tadqiq etilmagan.

3. Material va metodlar

Tadqiqotning asosiy rasmiy manbalari sifatida 2023 va 2024 yillarda nashr etilgan «O‘zbekiston Respublikasi hududida ekish uchun tavsiya etilgan qishloq xo‘jaligi ekinlari Davlat reyestri» olindi . 2023 yilgi nashrda 2152 ta nav va duragay qayd etilgan. Reyestr jadvalida buyurtma raqami, nav nomi, originator raqami, mamlakat kodi, reyestrga kiritilgan yil va tavsiya etilgan hududlar berilgan. 2024 yilgi nashrda esa 2177 ta nav va duragay keltirilib, 2024 yil uchun 25 ta yangi nav va duragay kiritilganligi ko‘rsatilgan.

Reyestrning qaror qismida nav yoki duragaylar uchun quyidagi turdagi holatlar uchraydi:

- Davlat reyestriga ro‘yxatdan o‘tkazish;
- istiqbolli deb hisoblash;
- ro‘yxatdan o‘tkazishni rad etish;
- istiqbolli nav sifatida kiritishni rad etish;
- Davlat reyestridan chiqarish.

2024 yilgi hujjatda mazkur holatlar alohida qaror bandlari sifatida ifodalangan. Shu sababli Davlat reyestri statik “navlar ro‘yxati” sifatida emas, vaqt bo‘yicha o‘zgarib boruvchi versiyalangan rasmiy axborot resursi sifatida qaraldi.

Reyestr ma’lumotlarining axborot obyekti. Reyestrdagi har bir yozuvni quyidagi axborot korteji orqali ifodalash taklif etiladi:

$$d_i = (a_i, c_i, v_i, o_i, k_i, y_i, H_i, u_i, z_i, \pi_i) \qquad (1)$$

bu yerda,

a_i – buyurtma yoki reyestr identifikatori;
c_i – ekin turi;
v_i – nav yoki duragay;
o_i – originator;
k_i – kelib chiqish mamlakati kodi;
y_i – reyestrga kiritilgan yil;
H_i – ekishga tavsiya etilgan hududlar to‘plami;
u_i – qo‘shimcha ekish sharoiti, masalan, sug‘oriladigan yoki lalmikor yer, asosiy yoki takroriy muddat;
z_i – reyestrdagi holat;
π_i –ma’lumotning kelib chiqish tarixi, ya’ni manba, reyestr nashri, yil va zarur holda sahifa yoki yozuv identifikatori.

(1) ifoda avvalgi o‘simliklarga yo‘naltirilgan ma’lumotlar modelidan farqli ravishda nav, vaqt, hudud va rasmiy holatni mustaqil axborot komponentlari sifatida ajratadi.

(cc) BY

Reyestr holatini formal ifodalash. v navning h hududda t vaqtdagi reyestr holatini:

$$Z(v,h,t) \in \{REG, PROS, REJ, REM, UNK\} \quad (2)$$

ko‘rinishida belgilaymiz.

Bu yerda, REG – hudud uchun reyestrga kiritilgan, PROS – istiqbolli deb topilgan, REJ – ro‘yxatga olish yoki istiqbolli deb topish bo‘yicha rad etilgan, REM – reyestrdan chiqarilgan, UNK – mazkur nav–hudud–vaqt kombinatsiyasi bo‘yicha reyestrda yetarli ma’lumot mavjud emas.

Bu yerda eng muhim metodologik shart:

$$Z(v,h,t) = UNK \nRightarrow S(v,h,t) = 0 \quad (3)$$

Ya’ni navning muayyan hudud uchun reyestrda ko‘rsatilmaganligi uning agroekologik jihatdan mos emasligini anglatmaydi. Nav mazkur hududda sinovdan o‘tmagan, ariza berilmagan yoki reyestr hujjatida bu munosabat aks etmagan bo‘lishi mumkin.

Shuningdek,

$$Z(v,h,t) = REG \nRightarrow S(v,x) = 1 \quad (4)$$

deb qabul qilinadi, bu yerda S(v, x) muayyan x agroekologik sharoit uchun haqiqiy moslikni ifodalaydi.

Demak, Davlat reyestri tavsiyasi moslikning yakuniy etalon belgisi emas, balki rasmiy tavsiya dalili sanaladi.

Kognitiv axborot modelining umumiy strukturasi. Taklif etilayotgan kognitiv axborot modeli quyidagicha ifodalanadi:

$$M_C = \langle V, E, A, W, \Phi, R, \Pi \rangle \quad (5)$$

bu yerda,

V – konseptlar to‘plami;

E – konseptlar orasidagi tiplashtirilgan yo‘naltirilgan bog‘lanishlar;

A – konseptlarning atributlari;

W – bog‘lanishlarning ta’sir yoki ishonch koeffitsiyentlari;

Φ – parametrlarni normallashtirish va moslikni hisoblash funksiyalari;

R – qaror va xulosa chiqarish qoidalari;

Π – ma’lumotning kelib chiqish tarixi, versiya va ma’lumot manbasini ifodalovchi metama’lumotlar.

Konseptlar to‘plami:

$$V = V_H \cup V_C \cup V_N \cup V_S \cup V_K \cup V_W \cup V_G \cup V_Q \quad (6)$$

ko‘rinishida ajratiladi.

Bu yerda, V_H – hudud, V_C – ekin turi, V_N – nav yoki duragay, V_S – tuproq parametrlari, V_K – iqlim parametrlari, V_W – suv va sug‘orish parametrlari, V_G – geofazoviy va masofadan zondlash parametrlari, V_Q – reyestr holati va rasmiy tavsiyaga oid konseptlar.

Joriy tadqiqotda V_H, V_C, V_N va V_Q komponentlari Davlat reyestri ma’lumotlari asosida formallashtirildi. V_S, V_K, V_W va V_G esa keyingi bosqichda geterogen agroekologik ma’lumotlarni integratsiyalash uchun model strukturasida saqlanadi. Bu yondashuv hali mavjud bo‘lmagan tuproq yoki iqlim ma’lumotlarini reyestrdan olingan deb ko‘rsatishning oldini oladi.

Kognitiv munosabatlar. Modelda quyidagi asosiy munosabatlar ajratiladi:

$$Variety \xrightarrow{belongs_to} Crop, \quad (7)$$

$$Variety \xrightarrow{recommended_for} Region, \quad (8)$$

$$Variety \xrightarrow{has_status} RegistryStatus, \quad (9)$$

$$RegistryStatus \xrightarrow{valid_at} Time, \quad (10)$$

$$Region \xrightarrow{has} Soil, Climate, Water, Geo, \quad (11)$$

$$Soil, Climate, Water, Geo \xrightarrow{affect} Suitability, \quad (12)$$

$$RegistryStatus \xrightarrow{provides_{prior}} SuitabilityEvidence. \quad (13)$$

Shunday qilib, “Qoraqalpog‘istonga tavsiya etilgan” kabi reyestr fakti to‘g‘ridan-to‘g‘ri Suitability=1 munosabatiga emas, balki provides_prior munosabati orqali moslikni baholash jarayoniga uzatiladi.

(cc) BY

Hudud uchun nomzod navlar to‘plamini shakllantirish. h hudud va t vaqt uchun reyestrda faol tavsiyaga ega navlar to‘plami:

$$C_{REG}(h,t) = \{v \mid Z(v,h,t) = REG\}, \quad (14)$$

istiqbolli navlar to‘plami esa:

$$C_{PROS}(h,t) = \{v \mid Z(v,h,t) = PROS\} \quad (15)$$

ko‘rinishida shakllantiriladi.

Bunda

$$C_{REG}(h,t) \neq C_{Suitable}(h,t). \quad (16)$$

Ya’ni reyestr bo‘yicha nomzodlar to‘plami agroekologik moslik bo‘yicha yakuniy tanlov emas.

Kelgusida yakuniy moslik funksiyasini:

$$S(v,h,t) = F(P_R, Q_S, Q_K, Q_W, Q_G) \quad (17)$$

ko‘rinishida tashkil etish mumkin. Bu yerda, P_R – Davlat reyestri asosidagi oldingi dalillar, Q_S – tuproq bo‘yicha moslik, Q_K – iqlim bo‘yicha moslik, Q_W – suv bo‘yicha moslik, Q_G – geofazoviy va masofadan zondlash ma’lumotlari bo‘yicha moslik.

(17) formula joriy maqolada hisoblangan natija emas, u taklif etilayotgan kognitiv axborot modelining keyingi hisoblash bosqichini ifodalovchi konseptual funksiya hisoblanadi.

Qaror qoidalari. Model uchun quyidagi semantik qoidalar taklif etildi.

Q1. Agar v nav muayyan h hudud uchun t yilgi reyestrda tavsiya etilgan bo‘lsa, u mazkur hudud uchun nomzod navlar to‘plamiga kiritiladi.

Q2. Reyestrda nav–hudud munosabati mavjud bo‘lmasa, nav avtomatik ravishda mos emas deb belgilanmaydi va holat UNK sifatida saqlanadi.

Q3. Yangi reyestr nashri avvalgi yil ma’lumotlarini o‘chirmaydi. Har bir holat o‘zining vaqt belgisi bilan saqlanadi.

Q4. “Istiqbolli”, “reyestrga kiritilgan”, “rad etilgan” va “chiqarilgan” holatlar bir xil semantik qiymatga ega emas va alohida kategoriya sifatida saqlanadi.

Q5. Reyestr tavsiyasi o‘simlikning Orol dengizining qurib qolgan tubiga mosligini avtomatik tasdiqlamaydi.

Q6. Yakuniy moslik qarori oldingi reyestr bilan birga tuproq, iqlim, suv va boshqa agroekologik dalillar mavjud bo‘lgandagina hisoblanishi lozim.

4. Natijalar va muhokama

2023 va 2024 yilgi reyestrlarning tuzilmaviy tahlili mazkur manbani statik ma’lumotlar jadvali emas, balki vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchi axborot jarayoni sifatida modellash zarurligini ko‘rsatdi.

2023 yilgi reyestrda 2152 ta nav va duragay keltirilgan. 2024 yilgi reyestrda esa 2177 ta nav va duragay qayd etilgan va 2024 yil uchun 25 ta yangi nav va duragay kiritilgan.

Mazkur fakt:

$$Registry_t \neq Registry_{t+1} \quad (18)$$

ekanligini, ya’ni reyestr ma’lumotlarining vaqtga bog‘liqligini ko‘rsatadi.

Shuning uchun ma’lumotlar modelida registry_year va status atributlarini saqlamasdan turib nav tavsiyalari evolyutsiyasini to‘g‘ri tiklash mumkin emas.

Reyestrlarni solishtirishda “Yuksalish” kuzgi yumshoq bug‘doy navi axborot modelining vaqt komponenti zarurligini namoyon etuvchi misol sifatida ko‘rib chiqildi. 2023 yilgi qarorda “Yuksalish” navi Qoraqalpog‘iston Respublikasi va bir qator viloyatlar bo‘yicha sug‘oriladigan yerlarda kuzgi muddatda ekish uchun istiqbolli deb ko‘rsatilgan.

2024 yilgi qarorda esa “Yuksalish” navi Qoraqalpog‘iston Respublikasi, Buxoro, Samarqand, Toshkent, Surxondaryo, Xorazm va Sirdaryo viloyatlari bo‘yicha reyestrga kiritilgan navlar qatorida keltirilgan.

Shu munosabatni modelda:

$$Z(Yuksalish, QR, 2023) = PROS \quad (19)$$

(cc) BY

$$Z(Yuksalish, QR, 2024) = REG \quad (20)$$

ko‘rinishida aks ettirish mumkin. Bu misol bir nav uchun faqat “tavsiya etilgan hudud” atributini saqlash yetarli emasligini ko‘rsatadi. Navning holati vaqt bo‘yicha o‘tish sifatida saqlanishi kerak:

$$PROS \rightarrow REG \quad (21)$$

2024 yilda «Mang‘it-1» g‘o‘za navi Qoraqalpog‘iston Respublikasi bo‘yicha reyestrga kiritilgan. Asosiy reyestr jadvalida ham mazkur nav uchun 2024 yil va 1-hudud ko‘rsatilgan.

Kognitiv model bu faktni:

$$Mangit1 \xrightarrow{belongs_to} Cotton,$$

$$Mangit1 \xrightarrow{recommended_for} Karakalpakstan,$$

$$Mangit1 \xrightarrow{has_status} REG,$$

$$REG \xrightarrow{valid_at} 2024$$

munosabatlari orqali ifodalaydi.

Biroq model $Mangit1 \not\Rightarrow \mathrm{SuitableForDriedAralSeabed}$ munosabatini avtomatik yaratmaydi. Bu farq tadqiqotning metodologik muhim jihati sanaladi. Qoraqalpog‘iston Respublikasining ma’muriy hududi ekologik jihatdan bir xil emas. Shuning uchun xudud darajasidagi rasmiy tavsiya keyingi bosqichda tuman, koordinata, tuproq va suv sharoiti bilan bog‘lanishi lozim.

Avvalgi tadqiqotda Plant obyekti markaziy element bo‘lib, Climate, Soil, Region va Parameter obyektlari u bilan relyatsion bog‘langan edi [20].

Joriy tadqiqotda struktura quyidagi jihatlar bilan kengaytirildi.

1-jadval.

Ma’lumotlar bazasi modelidan kognitiv axborot modeliga o‘tishdagi asosiy o‘zgarishlar

Belgi	Avvalgi ma’lumotlar bazasi modeli	Joriy kognitiv model
Asosiy obyekt	Plant	Ekin + Nav
Hudud	Region	Region + tavsiya munosabati
Vaqt	cheklangan	mustaqil vaqt o‘lchami
Reyestr holati	mavjud emas	REG, PROS, REJ, REM, UNK
Manba	Parameter manbasi	yozuv darajasidagi kelib chiqishi
Semantika	relyatsion FK	tiplashtirilgan kognitiv bog‘lanish
Moslik	keyingi tahlil uchun	reyestrga asoslangan aprior ma’lumot (registry prior) + agroekologik dalillar
Noma’lum holat	aniq ajratilmagan	UNK mustaqil holat

Shunday qilib, joriy model ma’lumotlarni faqat saqlashga emas, ularning semantik ma’nosi va qaror qabul qilish jarayonidagi rolini formallashtirishga qaratilgan.

An’anaviy ekinni tavsiya qilish modellarida ko‘p hollarda:

$$\boldsymbol{X} = [N, P, K, T, RH, pH, R_f] \quad (22)$$

kabi belgilar vektori asosida

$$X \rightarrow CropLabel \quad (23)$$

klassifikatsiya masalasi yechiladi [16,17].

Bu usullar algoritmik jihatdan samarali bo‘lsa-da, bizning masalada ikki muhim cheklov mavjud. Birinchidan, umumiy tadqiqot vazifasi faqat ekin turini tanlash emas, balki muayyan hudud uchun ekin va nav mosligini baholashdan iborat. Ikkinchidan, Orolbo‘yidagi moslik masalasida sho‘rlanish, suv rejimi, geografik

(cc) BY

koordinata va ekologik xavf ham hisobga olinishi kerak.

Shu sababli joriy ishda tasodifiy o‘rmon (Random Forest), tayanch vektorlar mashinasi (SVM), XGBoost yoki qaror daraxti (Decision Tree) kabi tayyor algoritmlarni qo‘llash mustaqil ilmiy natija sifatida qabul qilinmadi. Ular keyingi eksperimental bosqichda taqqoslash uchun boshlang‘ich model sifatida ishlatilishi mumkin. Joriy bosqichda asosiy natija ma’lumotlarning semantik strukturasi va rasmiy tavsiyani agroekologik moslikdan ajratuvchi formal kognitiv model hisoblanadi.

Avstraliya va Nordic mamlakatlari misoli rasmiy nav sinovi ma’lumotlarini ko‘p yillik va ko‘p muhitli ma’lumotlar to‘plamlariga birlashtirish agrar modellashtirish uchun muhim ekanligini ko‘rsatadi [18,19]. Avstraliya NVT ma’lumotlar to‘plamida nav–sinov joyi kombinatsiyalari tuproq, boshqaruv, meteorologik va masofadan zondlash ma’lumotlari bilan boyitilgan. Nordic ma’lumotlar to‘plamida esa turli davlatlardagi sinov protokollari uyg‘unlashtirib, yagona ko‘p yillik resurs shakllantirilgan.

O‘zbekiston Davlat reyestri uchun ham shunga o‘xshash yondashuv quyidagi zanjirda amalga oshirilishi mumkin:

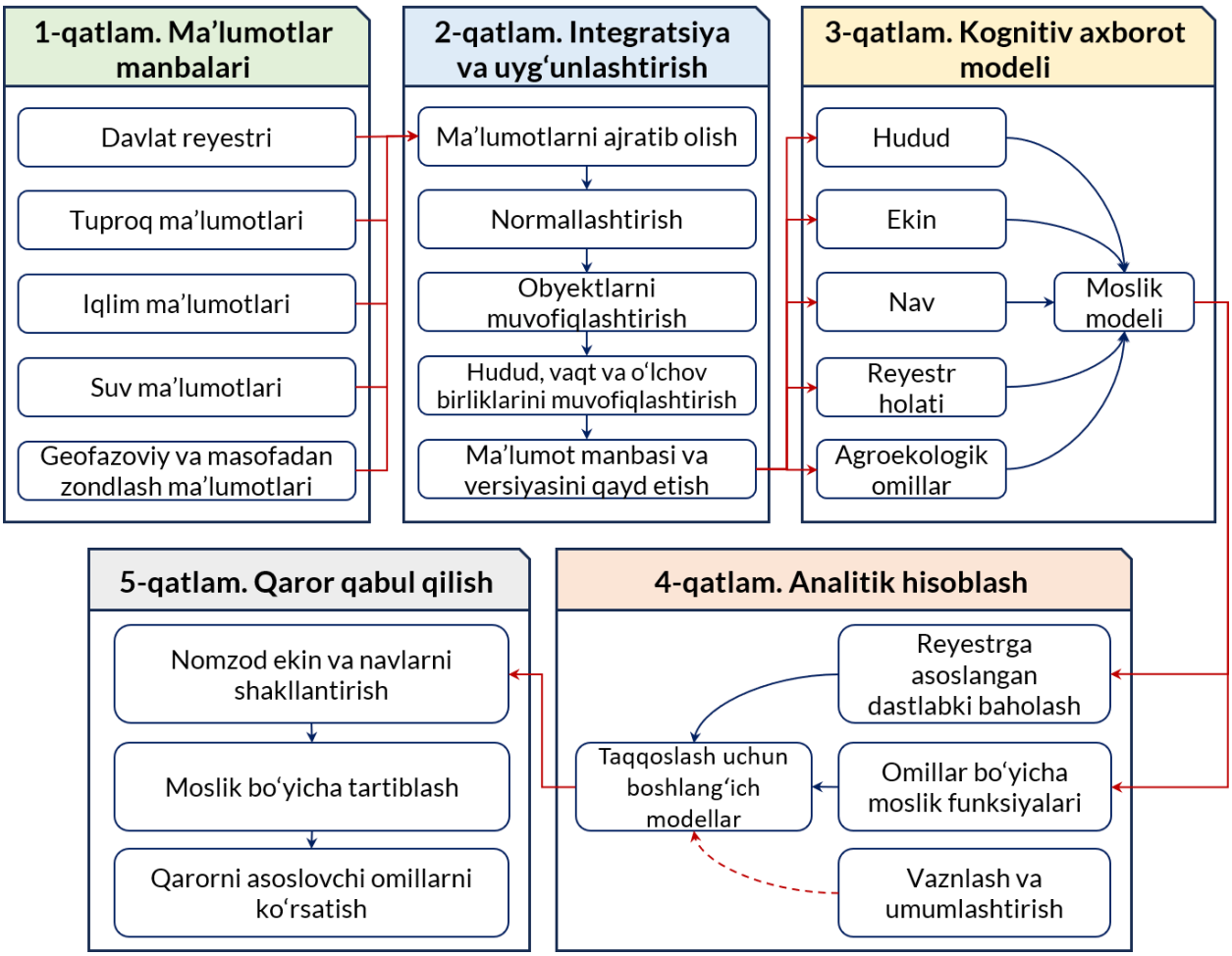
$$\text{PDF/Web Registry}$$
$$\downarrow$$
$$\text{Extraction} \rightarrow \text{Normalization} \rightarrow \text{Entity Resolution}$$
$$\downarrow$$
$$\text{Crop} - \text{Variety} - \text{Region} - \text{Year} - \text{Status}$$
$$\downarrow$$
$$\text{Versioned Registry Dataset}$$
$$\downarrow$$
$$\text{Soil} + \text{Climate} + \text{Water} + \text{Geo} + \text{RS}$$
$$\downarrow$$
$$\textit{Integrated Agroecological Dataset.}$$

Biroq mazkur ma’lumotlar to‘plami hozirgi tadqiqot natijasi sifatida e’lon qilinmadi. Bu yo‘nalish keyingi mustaqil tadqiqot vazifasi sifatida belgilandi.

Taklif etilgan modelning joriy bosqichida bir qator cheklovlar mavjud. Birinchidan, Davlat reyestrida davlat sinovlarining hosildorlik, chidamlilik va boshqa sonli natijalari asosiy reyestr jadvalida keltirilmaydi. Reyestr hujjatida markaz navlarning hosildorligi, o‘suv davri, kasallik, zararkunanda, noqulay sharoitlarga chidamliligi va sifat tarkibi bo‘yicha sinovlar o‘tkazishi qayd etilgan, ammo mazkur sinovlarning to‘liq raqamli natijalari jadvalning ochiq qismida mavjud emas. Ikkinchidan, reyestrda tavsiya ma’muriy hudud darajasida berilgan bo‘lib, tuman yoki koordinata darajasidagi tuproq va iqlim farqlarini to‘g‘ridan-to‘g‘ri aks ettirmaydi. Uchinchidan, reyestrda navning hudud uchun ko‘rsatilmaganligi salbiy belgi sifatida talqin qilinishi mumkin emas. To‘rtinchidan, joriy bosqichda agroekologik moslik bahosi hisoblanmagan va ML klassifikatorlarining accuracy, precision, recall yoki F1 metrikalari olinmagan. Shuning uchun bunday natijalarni ushbu maqolada keltirish metodologik jihatdan asossiz bo‘lar edi. Bu cheklovlar kelgusi tadqiqot bosqichlarining yo‘nalishini aniq belgilab beradi.

Taklif etilgan model keyingi axborot-analitik tizim arxitekturasida ma’lumotlarni integratsiyalash va qaror qabul qilish qatlami o‘rtasidagi semantik vositachi sifatida ishlashi mumkin.

(cc) BY



1-rasm. O'simlik va nav mosligini baholash axborot-analitik tizimining konseptual komponentlar arxitekturasi

Taklif etilgan kognitiv axborot modelining axborot-analitik tizimdagi o'rnini aniqlash maqsadida tizimning konseptual komponentlar arxitekturasi shakllantirildi. Arxitekturada ma'lumotlarning Davlat reyestri va tashqi agroekologik manbalardan olinishidan boshlab, ularni normallashtirish va muvofiqlashtirish, kognitiv axborot modelida bog'lash, moslik ko'rsatkichlarini hisoblash hamda qaror qabul qilish uchun nomzod ekin va navlarni shakllantirishgacha bo'lgan axborot jarayoni aks ettirilgan. Bunda kognitiv axborot modeli ma'lumotlarni integratsiyalash qatlami bilan analitik hisoblash qatlami o'rtasidagi asosiy semantik bog'lovchi komponent sifatida qaraladi. Ushbu arxitektura joriy tadqiqotda konseptual darajada taklif etilgan bo'lib, uning dasturiy amalga oshirilishi va eksperimental baholanishi keyingi tadqiqot bosqichlariga tegishli.

6. Xulosa

Tadqiqotda O'zbekiston Respublikasi hududida ekish uchun tavsiya etilgan qishloq xo'jaligi ekinlari Davlat reyestri ma'lumotlarini Orolbo'yi hududlarida o'simlik va nav mosligini baholash jarayoniga integratsiyalashga mo'ljallangan kognitiv axborot modeli taklif etildi.

Tahlil natijasida Davlat reyestridagi ma'lumotlarni faqat statik navlar ro'yxati sifatida emas, balki "hudud-ekin-nav-reyestr holati-vaqt-manba" munosabatlari tizimi sifatida qarash zarurligi asoslandi. 2023 va 2024 yilgi reyestrlardagi ma'lumotlar hajmi va ayrim navlarning holat o'zgarishlari vaqt va versiya komponentlarini model tarkibiga kiritish zarurligini ko'rsatdi.

Kognitiv axborot modeli:

$$M_C = \langle V, E, A, W, \Phi, R, \Pi \rangle$$

(cc) BY

ko‘rinishida formallashtirilib, unda konseptlar, tiplashtirilgan bog‘lanishlar, atributlar, ta’sir koeffitsiyentlari, moslik funksiyalari, qaror qoidalari hamda ma’lumotning kelib chiqish tarixi alohida komponentlar sifatida ajratildi.

Tadqiqotning muhim metodologik natijasi sifatida Davlat reyestridagi hududiy tavsiya agroekologik moslikning tayyor etalon belgisi emasligi belgilandi. Reyestrdagi tavsiya keyingi tuproq, iqlim, suv va geofazoviy ma’lumotlar asosidagi moslik bahosiga qo‘shiladigan rasmiy dastlabki ma’lumotlar sifatida talqin qilindi. Shuningdek, reyestrda muayyan nav–hudud munosabatining yo‘qligi navni mos emas deb belgilash uchun asos bo‘la olmasligi formal qoida sifatida qabul qilindi.

Taklif etilgan yondashuv avvalgi ma’lumotlar bazasi modelini nav, vaqt, reyestr holati va ma’lumotning kelib chiqish tarixi komponentlari bilan kengaytiradi hamda ma’lumotlarni saqlash strukturasidan qaror qabul qilish uchun semantik axborot modeliga o‘tishni ta’minlaydi.

Kelgusi tadqiqotlarda Davlat reyestrining yillik nashrlaridagi ma’lumotlarni avtomatik yoki yarim avtomatik ajratish, normallashtirish, ekin va nav nomlarini uyg‘unlashtirish, hudud kodlarini yagona klassifikatorga keltirish, ma’lumotning kelib chiqish tarixi va versiyalash mexanizmlarini joriy etish asosida ko‘p yillik mashinali o‘qitishga tayyor ma’lumotlar to‘plami ishlab chiqish rejalashtirilgan. Keyingi bosqichda ushbu ma’lumotlar to‘plami tuproq, iqlim, suv, sho‘rlanish, geofazoviy va masofadan zondlash ma’lumotlari bilan integratsiya qilinib, Orolbo‘yi sharoiti uchun ekin va navlarning moslik funksiyalari hamda qaror qabul qilish algoritmlarini eksperimental tekshirish uchun foydalaniladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. P. Micklin, “The Aral Sea Disaster,” Annual Review of Earth and Planetary Sciences, vol. 35, no. 1, pp. 47–72, May 2007, doi: 10.1146/annurev.earth.35.031306.140120.
1. J.-P. Deroin, “Use of Remote Sensing Data to Study the Aral Sea Basin in Central Asia—Geoscience and Geological Hazards,” Remote Sensing, vol. 17, no. 16, pp. 2814, Aug. 2025, doi: 10.3390/rs17162814.
2. X. Jamshid, N. Allabergen, B. Rifat, S. Nagima, Z. Nuratdin, “Orol dengizining qurigan tubida masofadan zondlash va GIS texnologiyalaridan foydalanib tuproq teksturasi, sho‘rlanishi va vegetatsiya holatini baholash,” Agro kimyo himoya va o‘simliklar karantini, vol. 120, no. 5, pp. 847–854, June 2026.
3. S. Kalabaev, F. Artikova, N. Dovulov, “Sun’iy yo‘ldosh kuzatuvlari bilan ko‘llarni xaritalash va monitoring qilish,” UzMU xabarlari, vol. 3, no. 3.1, pp. 242–246, Mar. 2024, doi: 10.69617/nuuz.v3i3.1.1782.
4. N. R. Nizomiddin Ro’zimurod o’g’li, “Mamlakatimiz qishloq xo‘jaligi korxonalar monitoring tizimida raqamli texnologiyalardan foydalanishning o‘ziga xos xususiyatlari,” vol. 3, no. 4, pp. 215–223, Aug. 2026, doi: 10.5281/ZENODO.22094434.
5. S. D. Alwis, Z. Hou, Y. Zhang, M. H. Na, B. Ofoghi, A. Sajjanhar, “A survey on smart farming data, applications and techniques,” Computers in Industry, vol. 138, pp. 103624, June 2022, doi: 10.1016/j.compind.2022.103624.
6. A. Goldstein, L. Fink, G. Ravid, “A Cloud-Based Framework for Agricultural Data Integration: A Top-Down-Bottom-Up Approach,” IEEE Access, vol. 10, pp. 88527–88537, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3198099.
7. I. Roussaki et al., “Building an interoperable space for smart agriculture,” Digital Communications and Networks, vol. 9, no. 1, pp. 183–193, Feb. 2023, doi: 10.1016/j.dcan.2022.02.004.
8. P. S. Khatoon, M. Ahmed, “Importance of semantic interoperability in smart agriculture systems,” Transactions on Emerging Telecommunications Technologies, vol. 33, no. 5, pp. e4448, May 2022, doi: 10.1002/ett.4448.
9. Babadjanov E. S, “Aqlli chorva fermer xo‘jaliklarini tashkil qilish masalalari va yechimlari,” Central Asian Journal of «Education and Computer Sciences» (CAJECS), vol. 1, no. 4, pp. 6–19, 2022.
10. B. Samandarov, A. Nishanov, O. Ruzibaev, D. Joldasbaev, “Algorithmic maintenance of

(cc) BY

the feed ration formulation system for livestock farms," presented at the Second International Scientific and Practical Conference on Actual Problems of Mathematical Modeling and Information Technology: APMMIT2024, Nukus, Uzbekistan, 2025, pp. 040006,1–10. doi: 10.1063/5.0299707.

11. O‘zbekiston Respublikasi Qishloq xo‘jaligi vazirligi, Qishloq xo‘jaligi ekinlari navlarini sinash markazi, O‘zbekiston Respublikasi hududida ekish uchun tavsiya etilgan qishloq xo‘jaligi ekinlari Davlat reyestri. Toshkent: Qishloq xo‘jaligi ekinlari navlarini sinash markazi, 2023.
12. O‘zbekiston Respublikasi Qishloq xo‘jaligi vazirligi, Qishloq xo‘jaligi ekinlari navlarini sinash markazi, O‘zbekiston Respublikasi hududida ekish uchun tavsiya etilgan qishloq xo‘jaligi ekinlari Davlat reyestri. Toshkent: Qishloq xo‘jaligi ekinlari navlarini sinash markazi, 2024.
13. D. Zeginis, E. Kalampokis, R. Palma, R. Atkinson, K. Tarabanis, "A semantic meta-model for data integration and exploitation in precision agriculture and livestock farming," Semantic Web, vol. 15, no. 4, pp. 1165–1193, Oct. 2024, doi: 10.3233/SW-233156.
14. D. R. Musina, A. V. Yangirov, S. V. Kharitonov, "Cognitive Model of Regional Agricultural Sector," IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 988, no. 3, pp. 032010, Feb. 2022, doi: 10.1088/1755-1315/988/3/032010.
15. H. Afzal et al., "Incorporating soil information with machine learning for crop recommendation to improve agricultural output," Scientific Reports, vol. 15, no. 1, pp. 8560, Mar. 2025, doi: 10.1038/s41598-025-88676-z.
16. S. Shastri, S. Kumar, V. Mansotra, R. Salgotra, "Advancing crop recommendation system with supervised machine learning and explainable artificial intelligence," Scientific Reports, vol. 15, no. 1, pp. 25498, July 2025, doi: 10.1038/s41598-025-07003-8.
17. S. J. Newman, R. T. Furbank, "A multiple species, continent-wide, million-phenotype agronomic plant dataset," Scientific Data, vol. 8, no. 1, pp. 116, Apr. 2021, doi: 10.1038/s41597-021-00898-8.
18. N. R. Aasen et al., "A multi-environment dataset consisting of official field trials for three major crops in the Nordic countries," Scientific Data, vol. 13, no. 1, pp. 1219, Aug. 2026, doi: 10.1038/s41597-026-07801-3.
19. Y. Bo'riyev, B. Absametov, D. Joldasbaev, "Qoraqalpog‘iston hududi iqlim-tuproq sharoitiga moslashgan o‘simliklar bo‘yicha ma'lumotlar bazasini loyihalash," Raqamli Transformatsiya va Sun'iy Intellekt ilmiy jurnali, vol. 3, no. 4, pp. 251–259, 2025.

(cc) BY