

EKINLARNI JOYLASHTIRISHNI MAQBULLASHTIRISHDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISHNI TAHLIL QILISH

Mahsudov Bobomurod

Dotsent

Xudaynazarov Asadbek

TAQU 2-kurs magistranti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17193016>

Annotatsiya: O'nlab yillar davomida qishloq xo'jaligining oziq-ovqat xavfsizligi dunyodagi eng muhim muammolardan biriga aylandi. Barqaror qishloq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqarish texnologiyalari oziq-ovqatga bo'lgan yuqori talablar tufayli yuzaga kelgan qashshoqlikni yumshatishda ishonchli bo'ldi. So'nggi paytlarda qishloq xo'jaligi-oziq-ovqat tizimi texnologiyalarini qo'llash tashqi kuchlar va ichki kuchlar tufayli dunyo miqyosini sezilarli darajada o'zgartirmoqda. Raqamli qishloq xo'jaligi (DA) barqaror oziq-ovqat ishlab chiqarishga o'sib borayotgan global talabni qondirishga yordam beradigan kashshof texnologiyadir. Sun'iy intellekt, avtomatlashtirish va robototexnika, sensorlar, narsalar interneti (IoT) va ma'lumotlar tahlili kabi DA texnologiyalarining turli kichik tarmoqlarini chiqindilarni kamaytirish, dehqonchilik uchun sarflanadigan mablag'larni optimallashtirish va hosildorlikni oshirish uchun qishloq xo'jaligi amaliyotiga integratsiya qilish. Bu zerikarli operatsiyalardan uzluksiz avtomatlashtirilgan jarayonlarga o'tishga yordam beradi, natijada mahsulot va jarayonlarning kuzatilishini ta'minlash orqali qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish hajmini oshiradi. DA qo'llanilishi qishloq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqaruvchilarga o'simliklarning sog'lig'i, tuproq sifati, ob-havo sharoiti, zararkunandalar va kasalliklar bosimi kabi ularning mahsuldorligiga ta'sir qiluvchi turli xususiyatlar bo'yicha aniq va real vaqt rejimida kuzatuvlar bilan ta'minlaydi.

Annotation: Over the decades, agri-food security has become one of the most critical concerns in the world. Sustainable agri-food production technologies have been reliable in mitigating poverty caused by high demands for food. Recently, the applications of agri-food system technologies have been meaningfully changing the worldwide scene due to both external strengths and internal forces. Digital agriculture (DA) is a pioneering technology helping to meet the growing global demand for sustainable food production. Integrating different sub-branches of DA technologies such as artificial intelligence, automation and robotics, sensors, Internet of Things (IoT) and data analytics into agriculture practices to reduce waste, optimize farming inputs and enhance crop production. This can help shift from tedious operations to continuously automated processes, resulting in increasing agricultural production by enabling the traceability of products and processes. The application of DA provides agri-food producers with accurate and real-time observations regarding different features influencing their productivity, such as plant health, soil quality, weather conditions, and pest and disease pressure.

Аннотация: На протяжении десятилетий агропродовольственная безопасность стала одной из важнейших проблем в мире. Технологии устойчивого агропродовольственного производства надежно смягчают бедность, вызванную высоким спросом на продовольствие. В последнее время применение технологий агропродовольственных систем существенно меняет мировую ситуацию благодаря как внешним, так и внутренним факторам. Цифровое сельское хозяйство (ЦС) – это

новаторская технология, помогающая удовлетворить растущий глобальный спрос на устойчивое производство продуктов питания. Интеграция различных направлений ЦС, таких как искусственный интеллект, автоматизация и робототехника, датчики, Интернет вещей (IoT) и аналитика данных, в сельскохозяйственную практику позволяет сократить отходы, оптимизировать сельскохозяйственные ресурсы и повысить урожайность. Это может помочь перейти от трудоемких операций к непрерывно автоматизированным процессам, что приведет к увеличению сельскохозяйственного производства за счет обеспечения прослеживаемости продуктов и процессов. Применение ЦС предоставляет производителям агропродовольственной продукции точные и актуальные данные наблюдений за различными факторами, влияющими на их производительность, такими как здоровье растений, качество почвы, погодные условия, а также воздействие вредителей и болезней.

Kalit so'zlar: Raqamli qishloq xo'jaligi(DA), Narsalar internet(IoT); Raqamli texnologiya(DT); Katta ma'lumotlar(BD);

Kirish. O'nlab yillar davomida qishloq xo'jaligi mahsulotlarini yetkazib berishga bo'lgan talab ortib borishi butun dunyo bo'ylab qishloq xo'jaligiga ta'sir ko'rsatdi. Bundan tashqari, inson turmush tarzining o'zgarishi va aholi sonining ko'payishi va urbanizatsiya qishloq-ozuqat mahsulotlarini ishlab chiqarish va iste'mol qilishga bevosita ta'sir ko'rsatdi. Strategik o'simliklarning moliyaviy qiymati va qishloq xo'jaligi uchun tabiiy resurslarning tanqisligi o'simlik ishlab chiqaruvchilari va qishloq xo'jaligi tadqiqotchilarini oziq-ovqat inqirozidan chiqishning yangi usullarini kashf etishga undadi. Hozirgacha qishloq-ozuqat tarmoqlarida turli zamonaviy texnologiyalar va samarali strategiyalar joriy qilingan [2]. Shu bilan birga, hisobotlar ishlab chiqarish samaradorligini oshirish orqali ochlik muammosi va talab-taklif tafovutini bartaraf etish uchun joriy qishloq xo'jaligi-ozuqat vositalarini topish va/yoki takomillashtirish zarurligini ko'rsatadi. Shu sababli, global miqyosda "ilmiy kashfiyotlar 2050 yilgacha barchani barqaror va samarali oziqlantirishga qodirmi yoki yo'qmi degan savol" qishloq-ozuqat sektorining kelajagi bilan bog'liq asosiy tashvishdir [1].Raqamli qishloq xo'jaligi (DA) barqaror oziq-ovqat ishlab chiqarishga o'sib borayotgan global talabni qondirishga yordam beradigan texnologiyadir. Sun'iy intellekt, avtomatlashtirish va robototexnika, sensorlar, narsalar interneti (IoT) va ma'lumotlar tahlili kabi DA texnologiyalarining turli kichik tarmoqlarini chiqindilarni kamaytirish, dehqonchilik uchun sarflanadigan mablag'larni optimallashtirish va hosildorlikni oshirish uchun qishloq xo'jaligi amaliyotiga integratsiya qilish. Bu zerikarli operatsiyalardan uzluksiz avtomatlashtirilgan jarayonlarga o'tishga yordam beradi, natijada mahsulot va jarayonlarning kuzatilishini ta'minlash orqali qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish hajmini oshiradi. DA qo'llanilishi qishloq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqaruvchilarga o'simliklarning sog'lig'i, tuproq sifati, ob-havo sharoiti, zararkunandalar va kasalliklar bosimi kabi ularning mahsuldorligiga ta'sir qiluvchi turli xususiyatlar bo'yicha aniq va real vaqt rejimida kuzatuvlar bilan ta'minlaydi. DA tomonidan erishilgan natijalarni tahlil qilish qishloq xo'jaligi ishlab chiqaruvchilari va olimlariga hosildorlikni oshirish, samaradorlikni oshirish, xarajatlarni kamaytirish va resurslarni boshqarish bo'yicha yaxshiroq qarorlar qabul qilishga yordam beradi. Joriy ishning asosiy yo'nalishi qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda DA ning ba'zi kichik tarmoqlarining afzalliklarini aniqlash, bu sohada amaliy DA muammolarini muhokama qilish va DA ning kelajakdagi istiqbollarini ta'kidlashdir. Ushbu

sharh fermada DA dasturini tezlashtirish va an'anaviy qishloq xo'jaligini zamonaviy qishloq xo'jaligi texnologiyalari bilan bog'lash uchun yangi yo'nalishlarni ochishi mumkin. Raqamli texnologiyani amalga oshirish "dunyodagi eng muhim hududlarda oziq-ovqat ishlab chiqarishni inqilob qiladigan ko'p qirrali texnologiyani" ta'minlashi mumkin. Umuman olganda, raqamli qishloq xo'jaligi (Digital Agricultural) hozirgi vaqtda qishloq xo'jaligida dehqonchilik tizimini takomillashtirish va optimallashtirish, hosil sifati va hosildorligini oshirish, chiqindilarni kamaytirish, zararkunandalar va kasalliklar bosimini boshqarish uchun zamonaviy vositalar, ma'lumotlar monitoringi va tahlillari hamda ma'lumotlarga asoslangan yechimlardan foydalanish deb tushuniladi. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqaruvchilari va tadqiqotchilar DA dan foydalangan holda, sun'iy yo'ldoshlar, sensorlar, ulangan ob'ektlar, smartfonlar, saqlash va ma'lumotlarni uzatish protokollari (3G/4G/5G qamrovi, past tezlikdagi yer usti yoki sun'iy yo'ldosh tarmoqlari, bulutlar) orqali erishiladigan ma'lumotlarni to'plash orqali axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan (AKT) foydalanishlari mumkin. DA turli qishloq xo'jaligi ekotizimlarida va uni ishlab chiqarishning turli darajalarida, xoh fermer xo'jaligida (ekin ekinlarini optimallashtirish), qo'llab-quvvatlash xizmatlarida (avtomatik ravishda to'plangan ma'lumotlarga asoslangan yangi qishloq xo'jaligi maslahat xizmatlari) yoki kengroq hududda (suv boshqaruvi) qo'llanilishi mumkin. Bundan tashqari, qiymat zanjirida ham qo'llanilishi mumkin (urug'lik kabi manbalarni ko'paytirish, ishlab chiqarish va bozor o'rtasidagi uyg'unlikni yaxshilash).

"Qishloq xo'jaligida raqamli texnologiyalar" nimani anglatishini umumiy tushunish, birinchi navbatda, "dalada" to'plangan ma'lumotlarni kengaytirish, sun'iy intellektning hissasi, ulanish protokollari va avtomatlashtirishga qaratilgan. Ko'pgina operatsiyalar, jumladan, fermerlik operatsiyalarini rejalashtirish, moliyalashtirish, hisobot berish, ko'plab operatsiyalar va ko'rsatkichlarni kuzatish raqamli texnologiyalar yordamida soddalashtirilgan. Qishloq xo'jaligidagi raqamli texnologiyalar fermerlikning turli sohalarida, jumladan, fermer xo'jaligi jihozlari, hayvonlarni qayta ishlash uskunalari, agronomiya va aloqada qo'llanilgan. Qizig'i shundaki, DA agro-oziq-ovqat sektorining asosiy ilovalaridan tortib, texnik yordam olish va fermer xo'jaliklarini kuzatish uchun mobil qurilmadan foydalanishdan tortib, ob-havo sharoitlarini bashorat qilish va dalalarni xaritalash uchun sun'iy yo'ldoshlar va Global joylashuvni aniqlash tizimidan (GPS) foydalanish kabi keng qamrovli amalga oshirishgacha keng qamrab oladi. 1900-yillarning boshlarida ishlab chiqilgan Precision Agriculture (PA) DA asosidir. Yaqinda DA ning yangi texnologiyalari, masalan, narsalar interneti (IoT), sun'iy intellekt (AI) va blokcheyn joriy etildi. IoT, AI, simsiz sensorlar, robototexnika, mexanizatsiyalash, sensorlar va ma'lumotlar tahlili samaradorlikni oshirish, suv va boshqa xo'jalik resurslaridan foydalanishni yaxshilash salohiyatiga ega. Ushbu texnologiyalar o'simlik va chorvachilikda chidamlilik va uzoq muddatli barqarorlikni oshirishga yordam beradi.

DAni joriy etish va uning turli xil oziq-ovqat ishlab chiqarish tizimlarida potentsial qo'llanilishi haqidagi hozirgi tushunchaga asoslanib, quyidagi tadqiqot savollari dolzarbdir:

Qishloq xo'jaligida qanday raqamli texnologiyalar qo'llanilgan?

Ushbu texnologiyalar qishloq xo'jaligi sanoatiga barqaror oziq-ovqat ishlab chiqarishga qanday ta'sir qilishi mumkin?

Ushbu texnologiyalarni qabul qilish holati qanday?

Qishloq xo'jaligida ushbu texnologiyalarni qo'llashda qanday muammolar mavjud?

Ushbu sharhning maqsadi DA dan foydalanishning mumkin bo'lgan afzalliklari va to'siqlarini ishlab chiqish va qishloq xo'jaligi barqarorligi, samaradorlik va mahsuldorlikni qo'llab-quvvatlash uchun ushbu texnologiyalardan foydalanish usullarini aniqlashdan iborat.

1 . Qishloq xo'jaligi oldida turgan muammolar

Qishloq-oziq-ovqat sektori butun dunyo bo'ylab an'anaviy turmush tarzidan zamonaviy turmush tarziga o'tish tufayli ortib borayotgan talabni boshdan kechirmoqda. Bundan tashqari, ularning dietasi o'zgarib borayotganiga qaramay, oziqlanishi kerak bo'lgan aholi soni o'sib bormoqda. Qishloq xo'jaligining uzoq muddatli barqarorligini ta'minlash uchun sanoatning moslashish jarayonini tezlashtirishi va atrof-muhitga ta'sirini samarali ravishda kamaytiradigan, hayvonlarning farovonligini rag'batlantiradigan, karbonat angidridni sekvestrlashga hissa qo'shadigan va biologik xilma-xillikni saqlaydigan innovatsion o'simlik va chorvachilik usullarini ishlab chiqishi zarur . O'tgan yetmish yillikda qishloq xo'jaligining dinamikasi intensivlashtirish va ixtisoslashuvni izchil qo'llab-quvvatladi. Globallashtirish qishloq xo'jaligi sanoatida (fermer sektorida) raqobatbardosh narxlarning keng tarqalgan hodisalarini ancha og'irlashtirdi. Aslini olganda, fermerlar bir-biriga qarama-qarshi bo'lmasa-da, manfaatdor tomonlar o'rtasidagi teng bo'lmagan kuch dinamikasi qurboni bo'lishadi.

Bundan tashqari, dehqonchilik ko'p hollarda ixtisoslashuvga aylanib, nomutanosiblikni keltirib chiqaradigan hududlarda amalga oshiriladi. Ixtisoslashuv va o'zaro bog'liqlik natijasida murakkablikning sezilarli o'sishi kuzatiladi, bu beqarorlikni oshiradi, muvaffaqiyatsizlik ehtimolini oshiradi va oxir-oqibatda o'zgarish uchun sezilarli to'siq yaratadi. Shu sababli, qishloq xo'jaligi-oziq-ovqat tizimini barqarorligini kuchaytirish uchun ishlab chiqarish usullari va yondashuvlarini yaxshilash bo'yicha strategiyalarni imkon qadar tezroq amalga oshirish juda muhimdir.

2 . Raqamli qishloq xo'jaligi (DA)

DA birgalikda safarbar qilinganda innovatsiyalarga olib keladigan quyidagi beshta harakatga asoslanadi: (1) sensorlarning rivojlanishi (nano-datchiklardan sun'iy yo'ldoshlarga) va qulaylashtirilgan aloqa va saqlash hisobiga ma'lumotlarning ko'pligi, (2) sun'iy intellektni va yangi modellashtirish usullarini amalga oshirishga imkon beradigan hisoblash quvvatini oshirish, (3) ma'lumot almashish mexanizmini qo'llab-quvvatlash, (3) ma'lumot almashish mexanizmini qo'llab-quvvatlash. qishloq xo'jaligi, (5) avtomatlashtirish, boshqarish va robototexnika. So'nggi o'ttiz yillikda dehqonchilik amaliyoti avtomatlashtirish va boshqarish tizimlari, ma'lumotlarni tahlil qilish vositalari, veb-ga asoslangan va mobil ilovalar kabi texnologiyalarning keng qo'llanilishi bilan inqilob qildi. Ushbu innovatsiyalarning asosiy maqsadi qishloq xo'jaligi erlari va resurslarining unumdorligini maksimal darajada oshirish edi. 1990-yillarning boshidan 2010-yilgacha paxtakorlar o'z maydonlarini kuzatib bordilar va kamchiliklarni GPS , sun'iy yo'ldosh xaritalari va ma'lumotlarni qayd qiluvchilar kabi mahalliy zondlash uskunalari yordamida aniqladilar. Ushbu yondashuv Precision Agriculture (PA) deb nomlanadi. Oldinga qarab, PA va aqlli dehqonchilik amaliyotlari uchuvchisiz havo vositalari (UUA), uzoq masofali simsiz sensorlar va IoT qurilmalarining paydo bo'lishi bilan raqamlashtirish tomon rivojlandi. Bu oziq-ovqat ta'minoti barqarorligini oshirish uchun yangi umidlarni taqdim etdi.

Muammolarni aniqlash va mavjud resurslardan samarali foydalanish orqali qishloq xo'jaligi samaradorligini oshirish uchun PA turli manbalardan to'plangan mavjud ma'lumotlardan foydalanadi, masalan, sun'iy yo'ldosh fotosuratlar va mobil sensorli

platformalar. Bir vaqtning o'zida aqlli va raqamli qishloq xo'jaligi dala samaradorligini oshirish va xarajatlarni minimallashtirish uchun ekin maydonlarida tuproq, suv ta'minoti va ob-havo o'zgarishlarini aniqlash, baholash va nazorat qilish uchun robototexnika, simsiz tizimlar, mobil ilovalar va IoT-ga asoslangan avtomatlashtirishdan foydalanadi. Avtomatlashtirish sohasida aqlli sug'orishni qo'llash, suv yo'qotilishini nazorat qilish va uzoq joylarda tuproqning ozuqa moddalari darajasini doimiy ravishda aniqlash simsiz sensorlar va IoT qurilmalaridan foydalish kerak.

DA texnologiyalarini qabul qilish va ulardan foydalanish dunyoning turli mintaqalarida farq qiladi va bu o'zgarishga ta'sir qiluvchi bir qancha omillar mavjud. Yevropada, ayniqsa, Fransiya, Germaniya va Niderlandiya kabi qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi yuqori bo'lgan mamlakatlarda DA texnologiyalarini o'zlashtirish va ulardan foydalanish nisbatan yuqori darajada. Evropa Ittifoqi, shuningdek, umumiy qishloq xo'jaligi siyosati orqali PA amaliyotlarini qabul qilishni rag'batlantirmoqda. Shimoliy va Janubiy Amerikada DA texnologiyalarini qabul qilish va ulardan foydalanish nisbatan yuqori bo'lib, AQSh, Braziliya va Kanada bu sohada yetakchi davlatlar qatoriga kiradi. Bu mamlakatlar PA amaliyotini erta qo'llagan va tadqiqot va yangi texnologiyalarni ishlab chiqishga sarmoya kiritmoqda. Osiyoda DA texnologiyalarini qabul qilish va ulardan foydalanish tez sur'atlar bilan o'sib bormoqda va Xitoy bu sohada etakchi davlat hisoblanadi. Xitoy hukumati ekinlar hosildorligini oshirish va atrof-muhitga ta'sirini kamaytirish uchun PA texnologiyalaridan foydalanishni rag'batlantirmoqda.

Afrikada texnologiya va infratuzilmaga kirishning cheklanganligi, tadqiqot va ishlanmalarga investitsiyalarning past darajasi kabi turli omillar tufayli DA texnologiyalarini qabul qilish va ulardan foydalanish hali ham nisbatan past. Biroq, Afrika qishloq xo'jaligi texnologiyalari jamg'armasining raqamli qishloq xo'jaligi xizmatlari loyihasi kabi Afrikada DA texnologiyalaridan foydalanishni rag'batlantirishga qaratilgan tashabbuslar mavjud. Umuman olganda, DA texnologiyalarini qabul qilish va ulardan foydalanish dunyoning turli mintaqalarida farqlanadi va texnologiya va infratuzilmaga kirish, hukumat siyosati va tashabbuslari, tadqiqot va ishlanmalarga sarmoya kiritish kabi omillar ta'sir qiladi.

3 . Raqamli qishloq xo'jaligida muhim texnologik yutuqlar

Raqamlashtirish tufayli fermerlar endi o'z fermer xo'jaliklari va qishloq xo'jaligi ishlarini masofadan turib yanada samarali boshqarishlari mumkin. Qishloq xo'jaligi sensorlari, aktuatorlari va gadjetlari yaqin kelajakda IoT orqali ulanadi, bu esa real vaqtda avtomatik o'zaro ta'sir qilish, nazorat qilish va qaror qabul qilish imkonini beradi. Bu inson mehnatiga bo'lgan ehtiyojni kamaytirishi mumkin, bu esa o'z navbatida samaradorlik va daromadni oshiradi. SmartFarm va Agrivi kabi bulutga asoslangan fermer xo'jaligini boshqarish vositalari bu ma'lumotlarni turli manbalardan birlashtirishga va ularni qaror qabul qilish jarayonlariga qo'shishga intiladi. Ushbu omillarning kombinatsiyasi fermerlarga dinamik boshqaruvni rejalashtirish uchun ilgari faqat yirik megafirmalar uchun mavjud bo'lgan ma'lumotlar bilan ta'minlaydi.

4 . UUAga asoslangan masofadan zondlash

UUAga asoslangan masofadan zondlash bu uchuvchisiz uchish apparatlarini (UUA) yuqoridan yer yuzasi tasvirlari va ma'lumotlarini (bu hisobotda qishloq xo'jaligi sohasiga taalluqli) yig'ish uchun qo'llash hisoblanadi. Ushbu texnologiya suv havzalari, o'simliklar, quruqlik va sun'iy, shuningdek, tabiiy ob'ektlardan yuqori aniqlikdagi ma'lumotlarni olishga yordam beradigan radar, lidar, termal, multispektral, giperspektral sensorlar kabi turli turdagi

sensorlar bilan jihozlangan . Sun'iy yo'ldoshlardan olingan fotosuratlar bilan taqqoslaganda, yuqori aniqlikdagi tasvir sensorlari bilan birlashtirilgan dronlar tomonidan to'plangan ma'lumotlar to'plami fermerlarga yuqori aniqlik bilan ta'minlashi mumkin. UUAga asoslangan masofadan zondlash asosan tuproq xususiyatlarini va ekin stressini kuzatish uchun ishlatiladi. Bu aqlli zararkunandalarga qarshi kurash, o'g'itlash va sug'orishni boshqarish bo'yicha qarorlarni qo'llab-quvvatlash tizimlarini ishlab chiqishda ishlatilishi mumkin bo'lgan qimmatli ma'lumotlarni yaratadi. UUAning keng assortimenti mavjud, masalan, qo'zg'almas qanotli (samolyotlar), bir rotorli (vertolyot), gibrid tizim (vertikal uchish va qo'nish) va ko'p rotorli (dron). Ular orasida to'rtta (kvadrotor) yoki oltita (olti rotorli) rotorlar tomonidan ko'tariladigan va harakatga keltiriladigan dronlar (ko'p rotorli texnologiya) vertolyotlarga nisbatan mexanik soddaligi tufayli qishloq xo'jaligi sohasida tobora ommalashib bormoqda, ular ancha murakkab plastinka boshqaruv mexanizmiga tayanadi.

Masofadan zondlash raqamli qishloq xo'jaligi uchun kuchli vosita bo'lib, turli maqsadlarda foydalanish mumkin. Masalan, nomaqbul ob-havo sharoiti va kasallikning patogenligining dalada hosildorlikka ta'sirini bashorat qilishda keng ko'lamli ma'lumotlardan foydalanish mumkin. Fermerlar fermer xo'jaligi boshqaruvini yaxshilash uchun masofadan zondlashni boshqa texnologiyalar, jumladan, katta ma'lumotlarni tahlil qilish, IoT va AI bilan birlashtirishi mumkin. Barcha batafsil ma'lumotlar va prognozlar fermerlarga samarali zararkunandalar va kasalliklar, shuningdek ozuqaviy moddalarni boshqarish orqali ekinlarning stressini kamaytirish orqali hosildorlikni oshirishga yordam beradi. Masofadan zondlash asosidagi datchik qurilmalarining yuqori aniqligi aniq tuproqqa asoslangan birikmalar, molekulyar o'zaro ta'sirlar, ekinlarning stressi va ekinlarning biofizik yoki biokimyoviy xususiyatlari haqida batafsilroq ma'lumot olish imkonini berdi. O'simliklarning o'sishi bilan bog'liq bo'lgan bunday o'lchovlar o'simliklarning ozuqaviy ehtiyojlarini, tuproqdagi ozuqaviy moddalar miqdorini, o'simliklarning suvga bo'lgan talablarini va begona o'tlarga qarshi kurashish ehtiyojlarini aniqlash imkonini beradi. Bundan tashqari, masofaviy zondlash nafaqat hosildorlikni oshiribgina qolmay, balki atrof-muhitni ham himoya qiladi, chunki bu fermerlarga ekinlarning o'sishi va suv/ozuq moddalarni iste'mol qilish o'rtasida yaxshiroq moslikni topishga imkon beradi. Masofaviy zondlashning an'anaviy qo'llanilishi haqida ko'plab munozaralar mavjud, ammo uning boshqa texnologiyalar bilan kombinatsiyasi haqida juda kam munozaralar mavjud. So'nggi paytlarda UUA-ga asoslangan masofadan zondlash sensorlar tizimidagi yutuqlar va arzon dronlarning mavjudligi tufayli yanada ommalashdi, bu esa uni don yetishtiruvchilar, olimlar va tadqiqotchilar uchun qimmatli qishloq xo'jaligi vositasiga aylantiradi. 1-jadvalda qishloq xo'jaligida UUA asosida masofadan zondlashning ijobiy va salbiy tomonlari ko'rsatilgan.

1-jadval . UUAga asoslangan masofadan zondlashning afzalliklari va kamchiliklari.

Afzallik	Kamchilik
Yaxshilangan ekin monitoringi: U ekinlarning sog'lig'i, o'sish naqshlari va stress haqida batafsil ma'lumot berishi mumkin, bu fermerlarga muammolarni erta aniqlash va tuzatish choralarini ko'rish imkonini beradi.	Batareya va parvoz vaqti: Ayni paytda lityum-ion batareyalar qo'llanilmoqda, chunki ularning sig'imi an'anaviy batareyalarnikidan kattaroqdir. Ammo

Afzallik

Kamchilik

Resurslarni yaxshiroq boshqarish: Bu fermerlarga suv va o'g'it kabi resurslardan foydalanishni optimallashtirish, xarajatlarni kamaytirish va atrof-muhitga ta'sirni minimallashtirishga yordam beradi.

Hosildorlikni oshirish: Batafsil va o'z vaqtida ma'lumot berish orqali fermerlarga ko'proq asosli qarorlar qabul qilishda yordam beradi, bu esa hosildorlikni oshirish va rentabellikni oshirishga yordam beradi.

Yerdan samarali foydalanish: bu fermerlarga o'z erlarining to'liq foydalanilmayotgan yoki haddan tashqari foydalanilmayotgan maydonlarini aniqlashga yordam beradi, bu esa ularga o'z resurslaridan yaxshiroq foydalanish va hosildorlikni oshirish imkonini beradi.

To'g'ri xaritalash: Bu qishloq xo'jaligi erlarining aniq xaritasini taqdim etishi mumkin, bu fermerlarga o'z erlarini yaxshiroq tushunishga va ekish, o'rim-yig'im va boshqa tadbirlar haqida ko'proq asosli qarorlar qabul qilish imkonini beradi.

batareya quvvatining oshishi dronning og'irligini oshiradi.

Texnik murakkablik: Masofadan zondlash texnologiyasi tomonidan yaratilgan ma'lumotlar murakkab bo'lishi mumkin, bu fermerlarga o'z operatsiyalarini sharhlash va qo'llashni qiyinlashtirishi mumkin.

Ma'lumotlar sifati: Masofadan zondlash ma'lumotlarining sifati foydalanilgan uskuna va ma'lumotlar to'plangan sharoitga qarab farq qilishi mumkin, bu esa texnologiya samaradorligi atrofida noaniqlikka olib kelishi mumkin.

Cheklangan kirish: Ishonchli va yuqori sifatli ma'lumotlarga kirishning cheklanganligi ko'plab fermerlar uchun, ayniqsa rivojlanayotgan mamlakatlar yoki chekka hududlarda qiyinchilik tug'dirishi mumkin.

Maxfiylik va xavfsizlik bilan bog'liq muammolar: Masofadan zondlash texnologiyasi orqali to'plangan ma'lumotlarning maxfiyligi va xavfsizligi bilan bog'liq xavotirlar bo'lishi mumkin, ayniqsa bu maxfiy ma'lumotlarga tegishli.

UUA-ga asoslangan masofadan zondlash dasturining rivojlanishiga qaramay, qishloq xo'jaligi-oziq-ovqat sektoriga UUA-ga asoslangan masofadan zondlashning joriy etilishi quyidagi muammolar tufayli sekin kechmoqda:

Narxi: Masofadan zondlash uskunalarini sotib olish va ularga xizmat ko'rsatish narxi yuqori bo'lishi mumkin, bu ko'plab fermerlar uchun to'siq bo'lishi mumkin.

Murakkablik: Masofadan zondlash texnologiyasi tomonidan yaratilgan ma'lumotlar murakkab bo'lishi mumkin, bu fermerlarga o'z operatsiyalarini sharhlash va qo'llashni qiyinlashtirishi mumkin.

Standartlashtirish: Ma'lumotlarni to'plash va tahlil qilish uchun standartlashtirishning etishmasligi mavjud, bu ma'lumotlarni turli manbalar yoki texnologiyalar bo'yicha taqqoslashni qiyinlashtirishi mumkin.

Ma'lumotlar sifati: Masofadan zondlash ma'lumotlarining sifati ishlatilgan uskuna va ma'lumotlar yig'ilgan sharoitga qarab farq qilishi mumkin. Bu texnologiya samaradorligi atrofida noaniqlikka olib kelishi mumkin.

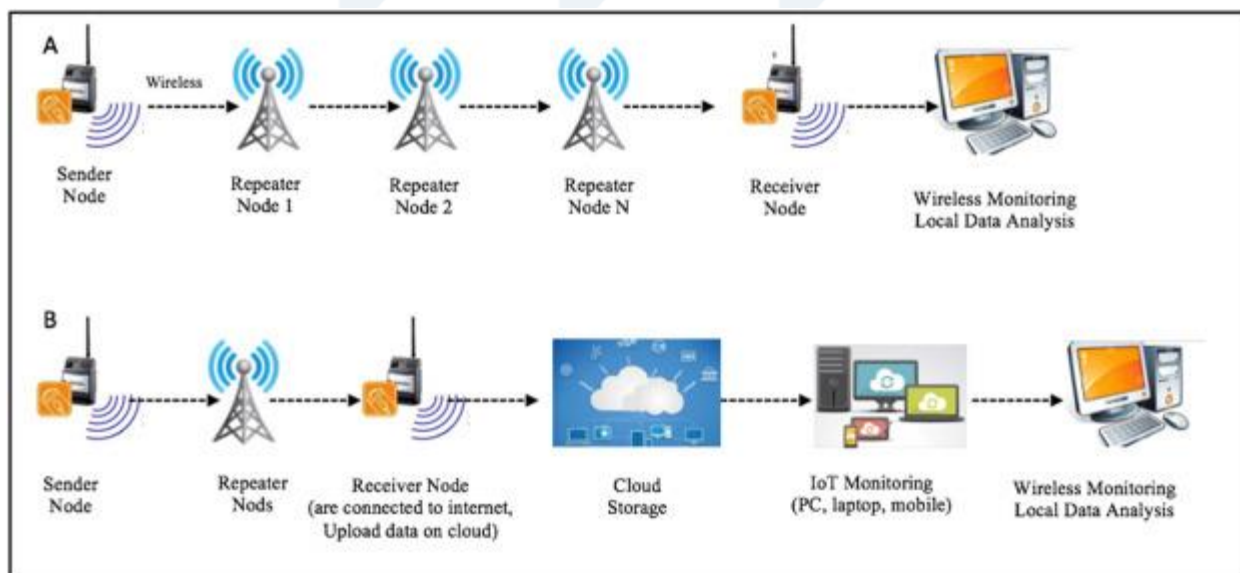
Kirish: Ishonchli va yuqori sifatli ma'lumotlar va internetga ulanishning cheklanganligi ko'plab fermerlar uchun, ayniqsa rivojlanayotgan mamlakatlar yoki chekka hududlarda qiyinchilik tug'dirishi mumkin.

Maxfiylik va xavfsizlik: Masofadan zondlash texnologiyasi orqali to'plangan ma'lumotlarning maxfiyligi va xavfsizligi bilan bog'liq xavotirlar mavjud, xususan, ular hosildorlik va yerdan foydalanish kabi nozik ma'lumotlarga tegishli.

Umuman olganda, bu muammolar qishloq xo'jaligida masofaviy zondlash texnologiyasini joriy etishni sekinlashtirdi, ammo bu muammolarni hal qilish va ushbu texnologiyani qo'llashni oshirish bo'yicha harakatlar olib borilmoqda.

5. Simsiz sensorlar va IoT yordamida avtomatlashtirilgan jarayonlar

IoT-ga asoslangan avtomatlashtirish tizimi tuproq, ekinlar va ob-havo o'rtasidagi o'zaro ta'sirlarni yaxshiroq tushunish orqali raqamli qishloq xo'jaligining unumdorligi va rentabelligini oshirish uchun maydon bo'ylab o'zaro bog'langan sensor tugunlari, bir nechta takrorlagichlar va qabul qiluvchilarni o'z ichiga oladi. Simsiz monitoring tizimida ma'lumotlarga kirish cheklangan, chunki qabul qiluvchi tugun ma'lumotlarni mahalliy xostda saqlaydi. Bundan farqli o'laroq, IoT-ga asoslangan monitoring tizimlarida qabul qiluvchi tugun ma'lumotlarni veb-serverga yuklaydi, shunda internetga ulangan har qanday mijoz qurilmasi unga kirishi mumkin. Ko'plab simsiz datchiklardan olingan o'lchovlar an'anaviy qaror qabul qilish tizimiga (DSS) yoki AI algoritmlari bilan ta'minlangan hosilni o'stirish modeliga kiritiladi, yakuniy maqsad ham ishlab chiqarish samaradorligini, ham rentabellikni oshirishdan iborat bo'lib, keng ko'lami qishloq xo'jaligida internet ulanishlari va bulutga asoslangan oqim tizimlaridan foydalanish orqali amalga oshiriladi. IoT gadjetlari qishloq xo'jaligi resurslarini boshqarishni yaxshilash va ishlab chiqarish barqarorligini oshirish uchun foydali ekanligini ko'rsatdi.



2-rasm. A) Simsiz sensor tarmog'i yordamida maydonni o'lchash va ma'lumotlarni yig'ishni sxematik namoyish qilish va B) IoT monitoringi va bulutga asoslangan ma'lumotlarni tahlil qilish.

Uzluksiz ma'lumotlarni to'plashni ta'minlash uchun yirik fermer xo'jaliklari sensorli tugunlar soni, takrorlash joylari, quvvat sarfi, ish chastotalari va uzatuvchi va qabul qiluvchilar orasidagi masofa kabi omillarni diqqat bilan ko'rib chiqishni talab qiladi. IoT arxitekturasini

ishlab chiqish va uning uzatuvchi va qabul qiluvchilarini ushbu sohada muvaffaqiyatli amalga oshirish juda qiyin bo'lishi mumkin. Aksariyat shlyuzlar ARM protsessorlari bilan jihozlangan bitta taxtali kompyuterlardan foydalanadi, aksariyat dasturiy ta'minotlar esa x86 protsessorlari uchun mo'ljallangan. Bu muvofiqlik tashvishlari va kutilmagan xatti-harakatlarga olib keladi. WiFi, Bluetooth Low Energy (BLE), LoRaWAN, SigFox, NB-IoT va LTE IoT uchun eng keng tarqalgan dasturga ega radio protokollaridir.

Har xil turdagi WSN mavjud bo'lib, ular joylashtirilgan muhitga qarab toifalarga bo'linadi. Ular orasida er usti simsiz sensor tarmoqlari (TWSN), simsiz er osti sensor tarmoqlari (WUSN), suv osti simsiz sensor tarmoqlari (UWSN), simsiz multimedia sensor tarmoqlari (WMSN) va mobil simsiz sensor tarmoqlari (MWSNs). Qishloq xo'jaligida TWSN va UWSN keng qo'llaniladi. TWSN-larda tugunlar atrofdagi ma'lumotlarni to'plash uchun sensorlardan tashkil topgan er yuzasi ustida joylashgan. WSN ning ikkinchi varianti uning er osti hamkasbi, WUSNs bo'lib, u erda sensorli tugunlar tuproq ichiga ekilgan. Bunday sharoitda past chastotalar tuproqqa osonlik bilan kirib boradi, yuqori chastotalar esa qattiq zaiflashadi. Shu sababli, tarmoq cheklangan aloqa radiusi tufayli katta maydonni qamrab olish uchun ko'proq sonli tugunlarni talab qiladi. Adabiyotda sug'orishni boshqarish, suv sifatini baholash va atrof-muhit monitoringi kabi turli xil tashqi va ichki ilovalar uchun WSNdan foydalanishni muhokama qiladigan ko'plab tadqiqot maqolalari mavjud. Ushbu tadqiqotlar soddalashtirilgan, arzon narxlardagi, energiya tejaydigan va kengaytiriladigan WSN arxitekturasini ishlab chiqishga qaratilgan. Shunga qaramay, WSN bilan bog'liq bo'lgan turli omillar, masalan, minimal texnik xizmat ko'rsatish, mustahkam va xatoga chidamli arxitektura va o'zaro ishlash kabi qo'shimcha e'tibor talab qiladi.

DAda simsiz zondlash va IoTdan foydalangan holda avtomatlashtirilgan jarayonlarni qabul qilish bir qator qiyinchiliklarga olib keladi. Ko'pgina fermerlar simsiz sensorlar va IoT qurilmalarining potentsial afzalliklaridan xabardor bo'lmasligi mumkin, bu ularni ushbu texnologiyalarga sarmoya kiritishni istamaydi. Simsiz sensorlar va IoT qurilmalari murakkab bo'lishi mumkin va ularni sozlash va samarali ishlatish uchun maxsus bilimlarni talab qilishi mumkin, bu esa texnik yordamga ega bo'lmagan ko'plab fermerlar uchun to'siq bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, ba'zi fermerlar simsiz zondlash va IoT qurilmalarini qo'llab-quvvatlash uchun ishonchli internet ulanishi kabi zarur infratuzilmaga ega bo'lmasligi mumkin. Simsiz zondlash va IoT qurilmalari orqali to'plangan ma'lumotlarning maxfiyligi va xavfsizligi bilan bog'liq xavotirlar bo'lishi mumkin, ayniqsa, bu hosildorlik va erdan foydalanish kabi nozik ma'lumotlarga tegishli. Bundan tashqari, tartibga soluvchi to'siqlar, shuningdek, qishloq xo'jaligida simsiz zondlash va IoT qurilmalaridan foydalanishga to'sqinlik qilishi mumkin, masalan, simsiz aloqa uchun ma'lum chastotalardan foydalanishga cheklovlar. Ushbu qabul qilish muammolarini hal qilish DAda simsiz zondlash va IoTdan foydalangan holda avtomatlashtirilgan jarayonlarning samarali va keng tarqalishini ta'minlash uchun juda muhimdir. Bunga xabardorlikni oshirish va ta'limni oshirish, xarajat va infratuzilma muammolarini hal qilish, ma'lumotlar maxfiyligi va xavfsizligini ta'minlash, o'zaro ishlash va ma'lumotlar muvofiqligini qo'llab-quvvatlash uchun standart protokollar va qoidalarni o'rnatish orqali erishish mumkin.

6. Katta ma'lumotlarni tahlil qilish

IoT va bulutli hisoblash texnologiyalarining jadal rivojlanishi ma'lumotlar hajmini beqiyos oshirdi. Katta ma'lumotlar (BD) deb ham ataladigan bu ma'lumotlar matnli tarkibni

(ya'ni, tuzilgan, yarim tizimli va tuzilmagan) va multimedia kontentini (masalan, videolar, tasvirlar, audio) o'z ichiga oladi. Yashirin naqshlarni, noma'lum korrelyatsiyalarni, bozor tendentsiyalarini, mijozlarning afzalliklarini va boshqa foydali ma'lumotlarni aniqlash uchun ushbu ma'lumotlarni o'rganish jarayoni katta ma'lumotlar tahlili (BDA) deb ataladi. Katta ma'lumotlar odatda beshta V bilan aniqlangan besh o'lchovga ko'ra tavsiflanadi, ular: (1) Qiymat, (2) Hajm, (3) Tezlik (4) Turli xillik va (5) Haqiqat. BD asosidagi aqlli qishloq xo'jaligining paradigmasi nisbatan yangi, ammo bu dasturning tendentsiyasi ijobiydir, chunki u ishlab chiqarishni ko'paytirish orqali oziq-ovqat ta'minoti zanjiri va oziq-ovqat xavfsizligini inqilobiy o'zgartirish imkoniyatiga ega. Qishloq xo'jaligi BD odatda qishloq xo'jaligining turli tarmoqlari va bosqichlaridan hosil bo'ladi, ularni qishloq xo'jaligi dalalaridan maxsus kameralar va datchiklar yordamida yer datchiklari, havo vositalari va yerdagi transport vositalari orqali yig'ish mumkin; hisobotlar va nizomlar shaklida davlat organlaridan; xususiy tashkilotlardan onlayn veb-xizmatlar orqali; so'rovlar orqali bilim shaklida fermerlardan; yoki ijtimoiy tarmoqlardan. Ma'lumotlar qishloq xo'jaligi sohasiga qarab atrof-muhit (ob-havo, iqlim, namlik darajasi), biologik (masalan, o'simlik zararkunandalari/kasalligi, o'simlik ozuqasi) yoki geo-fazoviy bo'lishi mumkin va hajmi, tezligi va formatlari bo'yicha farqlanadi. Yig'ilgan ma'lumotlar kompyuter ma'lumotlar bazasida saqlanadi va urug'lik xususiyatlari, ob-havo sharoitlari, tuproq xususiyatlari, marketing va savdo operatsiyalari, iste'molchilarning xatti-harakatlari va inventarni boshqarish bo'yicha nisbiy baholarni yaratish uchun kompyuter algoritmlari tomonidan qayta ishlanadi.

Qishloq xo'jaligida BD shifrlash uchun foydalaniladigan vositalar va xizmatlarning qisqacha mazmuni 2-jadvalda keltirilgan. Mashinani o'rganish, bulutga asoslangan platformalar, Modellashtirish va simulyatsiya eng ko'p ishlatiladigan usullardir. Xususan, mashinani o'rganish vositalari bashorat qilish, klasterlash va tasniflash muammolarida qo'llaniladi. Holbuki, bulutli platformalar katta hajmdagi ma'lumotlarni saqlash, oldindan qayta ishlash va vizualizatsiya qilish uchun ishlatiladi. Mavjud adabiyotlarda etarli darajada yoritilmagan ko'plab potentsial sohalar mavjud bo'lib, ularda qishloq xo'jaligining turli muammolarini hal qilish uchun BDA qo'llanilishi mumkin. Masalan, ma'lumotlarni ko'p talab qiladigan issiqxonalar va yopiq vertikal dehqonchilik tizimlari, tashqi va yopiq fermalarda ekinlarning sifatini nazorat qilish va sog'lig'ini monitoring qilish, genetik muhandislik, fermerlarga yopiq vertikal fermalarni loyihalashda yordam berish uchun qarorlarni qo'llab-quvvatlash platformalari va siyosatchilarga jismoniy ekosistemning barqarorligi bo'yicha qaror qabul qilishda yordam beradigan ilmiy modellar kiradi. Aksariyat tizimlar hali prototip bosqichida.

2-jadval. Qishloq xo'jaligida katta ma'lumotlar vositalari va xizmatlari.

Xizmat toifasi	Amaldagi vositalar va texnikalar	Katta ma'lumotlar manbai	Fermer xo'jaligi turi	Yetuklik darajasi
Suv va atrof-muhitni boshqarish	Ekinlarni modellashtirish va simulyatsiya, geofazoviy tahlil	Ob-havo stantsiyasi, tarixiy ma'lumotlar bazalari	Ochiq havoda	Kontseptual

Ekinlarni boshqarish	Klasterlash, bashorat qilish va tasniflash. Vektor mashinasini qo'llab-quvvatlash.	Sensor, tarixiy va fermer ma'lumotlari.	Ochiq havoda	Kontseptual
Sug'orishni boshqarish	Bulutga asoslangan dastur. Bulutli platforma va veb-xizmatlar	Sensor ma'lumotlari sanoati standartlari	Ochiq havoda gidroponika	Kontseptual, prototip

DAda BDA qabul qilinishi so'nggi yillarda doimiy ravishda oshib bormoqda. Ko'pgina qishloq xo'jaligi kompaniyalari va tashkilotlari ob-havo ma'lumotlari, tuproq namunalari va sun'iy yo'ldosh tasvirlari kabi yirik va murakkab ma'lumotlar to'plamidan tushuncha olish uchun ilg'or tahlil va mashinani o'rganish usullaridan foydalanmoqda. Bu tushunchalar fermerlarga ekish, sug'orish va hosilni qachon yig'ish kerakligi kabi ekinlarni boshqarish bo'yicha ko'proq ma'lumotli qarorlar qabul qilishda yordam beradi, shuningdek, kasalliklarning avj olishi va hosilning yo'qolishi kabi potentsial muammolarni aniqlashga yordam beradi. Ular, shuningdek, suv, o'g'it va energiya kabi resurslardan yanada samarali foydalanishni qo'llab-quvvatlashi mumkin.

7. Qishloq xo'jaligida sun'iy intellekt

Sun'iy intellekt (AI) hissiy idrok etish va qaror qabul qilish kabi inson aql-zakovatini talab qiladigan vazifalarni bajarishga qodir bo'lgan nazariya va kompyuter tizimlarini ishlab chiqishni o'z ichiga oladi. Bulutli hisoblash, IoT va BD bilan birgalikda AI, ayniqsa Machine Learning (ML) va Deep Learning (DL) jabhalarida qishloq xo'jaligini raqamlashtirishning asosiy omillaridan biri sifatida qaraladi. Ushbu texnologiyalar o'simlik ishlab chiqarishni yaxshilash va real vaqt rejimida monitoring, yig'ish, qayta ishlash va marketingni yaxshilash salohiyatiga ega. Yovvoyi o'tlarni aniqlash, hosilni bashorat qilish yoki o'simlik kasalliklarini aniqlash uchun ML va DL algoritmlari yordamida bir nechta aqlli qishloq xo'jaligi tizimlari ishlab chiqilgan. Ushbu tizimlar keyingi ikkita kichik bo'limda muhokama qilinadi.

7.1. Qishloq xo'jaligida ML

ML texnikasi uchta toifaga bo'linadi: 1) nazorat ostida o'rganish (chiziqli regressiya, regressiya daraxtlari, chiziqli bo'lmagan regressiya, Bayes chiziqli regressiya, polinom regressiyasi va vektor regressiyasini qo'llab-quvvatlash), 2) nazoratsiz o'rganish (k-klasterlash, ierarxal klasterlash, NN komponentlarini aniqlash, anomaliyalarni aniqlash), mustaqil tarmoq komponentlari. tahlil, a-priori algoritmi va singulyar qiymatlarni parchalash (SVD)); va 3) mustahkamlash o'rganish (Markov qaror jarayoni va Q o'rganish). Qishloq xo'jaligida hosildorlikni bashorat qilish, kasallik va begona o'tlarni aniqlash, yog'ingarchilikni bashorat qilish, tuproqning fizik-kimyoviy bahosi (turi, namligi, harorat, pH, ozuqa moddalari), suvni boshqarish, o'g'itlarni optimallashtirish va chorvachilikni boshqarish uchun ML texnikasi va algoritmlari qo'llaniladi.

Ekinlar hosildorligini bashorat qilish keng o'rganilgan tadqiqot sohasidir. Chiziqli regressiya, neyron tarmoq, tasodifiy o'rmon va qo'llab-quvvatlash vektor mashinasi aqlli dehqonchilik sohasida eng ko'p ishlatiladigan ML usullaridir. Ba'zi foydalanish holatlari hali ham tadqiqot bosqichida, tijorat maqsadlarida foydalanish haqida xabar berilmagan. AI texnikasi issiqxona va yopiq vertikal dehqonchilik tizimlarida, xususan, gidroponika, akvaponika va aeroponikada kam o'rganiladi. Kiber-xavfsizlik va

ma'lumotlar maxfiyligi muammolarini hisobga olgan holda, DANI yoqish uchun federatsiyalangan o'rganish va maxfiylikni saqlash usullari kabi yangi yondashuvlar ishlab chiqilmoqda. Ushbu yondashuvlar shaxsiy ma'lumotlar namunalarini almashmasdan, mahalliy parametrlardan ML modellarini yaratadi va shu bilan xavfsizlik muammolarini yumshatadi.

7.2. Qishloq xo'jaligida DL

DL murakkab muammolarni (tasniflash va bashorat qilish) ayniqsa yaxshi va tez hal qila oladigan klassik ML kengaytmasini ifodalaydi, chunki modelga ko'proq "chuqurlik" (murakkablik) qo'shiladi. DL ning asosiy afzalligi - bu katta ma'lumotlar to'plamidan xususiyatlarni (yuqori darajadagi ma'lumotlar) avtomatik ravishda ajratib olishni o'z ichiga olgan xususiyatlarni o'rganishdir. Turli DL algoritmlariga konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN), uzoq qisqa muddatli xotira (LSTM) tarmoqlari, takroriy neyron tarmoqlari (RNNs), generativ raqib tarmoqlari (GANs), radial asosli funksiya tarmoqlari (RBFNs), ko'p qatlamli perseptronlar (MLPs), o'z-o'zini anglatuvchi tarmoqlar (OrganifiNS) kiradi. Deep Belief Networks (DBNs), Cheklangan Boltzmann Machines (RBMs) va autoencoders. Ushbu algoritmlar, mashhur arxitekturalar va o'quv platformalarining batafsil tavsifi turli manbalarda mavjud.

Qishloq xo'jaligida DL algoritmlari asosan ekinlar hosildorligi, tuproq namligi, ob-havo sharoiti va kasalliklar, zararkunandalarni aniqlash va o'simlik turlarini aniqlash kabi asosiy o'zgaruvchilarni bashorat qilishga qaratilgan kompyuter ko'rish ilovalari bilan bog'liq muammolarni hal qilish uchun ishlatiladi. Kompyuterni ko'rish - bu fanlararo soha bo'lib, u so'nggi yillarda CNNlarning ko'payishi tufayli katta qiziqish uyg'otmoqda. DL algoritmlari orasida CNN yoki Convnet va uning variantlari qishloq xo'jaligida qo'llaniladigan algoritmlardir. CNN variantlari mintaqaga asoslangan CNN (RCNNs), FastRCNNs, Faster-RCNNs, YOLO va Mask-RCNNs bo'lib, ular orasida birinchi to'rttasi asosan ob'ektni aniqlash muammolarini hal qilish uchun ishlatiladi. Mask-RCNN esa misollarni segmentatsiyalash masalalarini hal qilish uchun ishlatiladi. Bir nechta tadqiqotlar boshqa DL usullaridan ham foydalangan. Ko'pgina DL modellari tasvir ma'lumotlari to'plamlari yordamida o'qitiladi, bir nechta modellar dalalardan to'plangan sensor ma'lumotlari yordamida o'qitiladi. Bu DLni turli xil ma'lumotlar to'plamlariga qo'llash mumkinligini ko'rsatadi. DL DANI yoqish potentsialiga ega bo'lsa-da, aksariyat tizimlar hali rivojlanish bosqichida. Bundan tashqari, kiber-xavfsizlik va maxfiylik muammolari bilan bog'liq yangi muammolar joriy DL va kompyuterni ko'rish yondashuvlarini optimallashtirishni talab qiladi.

7.3. Qishloq xo'jaligida qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash tizimi (DSS).

DSS-ni manfaatdor tomonlar va potentsial foydalanuvchilarga xom ma'lumotlar, hujjatlar, shaxsiy bilimlar va/yoki modellardan olingan foydali ma'lumotlar asosida tezkor javoblar berish orqali muayyan talablar va muammolar bo'yicha qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlaydigan aqlli tizim sifatida aniqlash mumkin. DSS ma'lumotlarga asoslangan, modelga asoslangan, aloqaga asoslangan, hujjatga asoslangan va bilimga asoslangan bo'lishi mumkin.

DA rivojlanishi tufayli dehqonchilik ma'lumotlari miqdori sezilarli darajada oshdi. Ushbu heterojen ma'lumotlarni amaliy bilimlarga o'tkazish uchun qishloq xo'jaligi DSS kabi platformalar fermaning ishlashi va ob'ektni joylashtirish bo'yicha aniq dalillarga asoslangan qarorlar qabul qilishlari kerak. So'nggi bir necha yil ichida qishloq xo'jaligi DSS qishloq xo'jaligi sohasida katta e'tibor qozondi. Fermer xo'jaligini boshqarish, suvni boshqarish va atrof-muhitni boshqarish kabi turli xil dehqonchilik tarkibiy qismlariga qaratilgan bir qator DSSlar

ishlab chiqilgan. Biroq, aksariyat qishloq xo'jaligi DSSlari foydalanuvchi ehtiyojlariga ko'ra tizimlarni ishlab chiqishni osonlashtirgani uchun juda qimmatli bo'lgan ekspert bilimlarini hisobga olmaydi. Qishloq xo'jaligidagi ba'zi DSSlar bilan bog'liq boshqa muammolar murakkab foydalanuvchi grafik interfeysi (GUI) va qayta rejalashtirish komponentlarining etarli emasligi, bashorat qilish va prognoz qilish qobiliyatining etishmasligi, noaniq va dinamik omillarga moslashish qobiliyatining yo'qligi. Shuni ham ta'kidlash kerakki, qishloq xo'jaligi DSSlarining aksariyati tashqi qishloq xo'jaligi tizimlari uchundir. Yopiq tuproqsiz dehqonchilik uchun qishloq xo'jaligi DSSlarini qo'llash hali ham juda ko'p ishlatilmagan.

Xulosa. Dunyoda oziq-ovqat xavfsizligi inqirozi ortib borayotgan tashvish tufayli zamonaviy sanoat fermer xo'jaliklari va rivojlangan qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish usullari zarur bo'lib bormoqda. Sanoat inqilobi 4.0 kun tartibi ma'lumotlarga asoslangan yondashuvlarni ko'paytirishda kashshof bo'lib, qishloq xo'jaligi sohasini qishloq xo'jaligi hosildorligini oshirish, narxlarni pasaytirish, chiqindilarni kamaytirish va texnologik jarayonlarni saqlab qolish uchun keng ko'lamli ijodiy yechimlar bilan jihozladi. Ushbu sharh qishloq xo'jaligida raqamli texnologiyalarning joriy holatining har tomonlama tahlilini taqdim etadi. Bizning baholashimiz shuni ko'rsatadiki, katta ma'lumotlar va tahlillar, simsiz sensorli tarmoqlar va kiber-fizik tizimlar hali dastlabki bosqichda. Ko'pgina foydalanish holatlari rivojlanish bosqichida va tijorat maqsadlarida foydalanish uchun bozorga hali etib bormagan. Bundan tashqari, blokcheynlarni birlashtirish fermerlar uchun ma'lumotlarni qaytarib bo'lmaydigan va o'zgarmas saqlash imkonini berish orqali foydali bo'lishi mumkin. Ta'minot zanjiri bo'ylab oziq-ovqat kuzatilishi va ma'lumotlarni saqlashni ta'minlash uchun blokcheyn texnologiyasidan foydalanish imkonini beradi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Chang, K. (2016). *Introduction to Geographic Information Systems*. McGraw-Hill Education.
2. Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press.
3. FAO (2021). *Digital Agriculture: Transforming Agricultural Practices for Sustainable Development*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
4. Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M.-J. (2017). "Big Data in Smart Farming – A Review." *Agricultural Systems*, 153, 69–80.
5. Xolmurodov, A. (2020). *Geoinformatika va uni qishloq xo'jaligida qo'llash asoslari*. Toshkent: Fan va texnologiya.
6. O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligi (2022). *Raqamli qishloq xo'jaligini rivojlantirish konsepsiyasi 2022–2030*. Toshkent.
7. Mansurov, S., & Raximov, I. (2021). "GIS texnologiyalaridan foydalanib ekin maydonlarini boshqarish." *O'zbekiston Geografiya Jamiyati axborotnomasi*, №2, 45–52.
8. McBratney, A. B., Whelan, B., Ancev, T., & Bouma, J. (2005). "Future Directions of Precision Agriculture." *Precision Agriculture*, 6(1), 7–23.
9. Mulla, D. J. (2013). "Twenty Five Years of Remote Sensing in Precision Agriculture: Key Advances and Remaining Knowledge Gaps." *Biosystems Engineering*, 114(4), 358–371.