

¹Құрмаш С.С.  ²Надинова Г.Е. 

^{1, 2}Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ Шығыстану факультеті, Алматы, Қазақстан
E-mail: ¹qurmash.syrym@gmail.com, ²gulnarermuratovna@gmail.com

БІРІККЕН АРАБ ӘМІРЛІКТЕРІНДЕ ТҰРАҚТЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ДАМУ КОНТЕКСТІНДЕГІ СУ МЕН ЭНЕРГИЯ РЕСУРСТАРЫНЫҢ ӨЗАРА БАЙЛАНЫСЫ

Аңдатпа. Құрғақ климатта тұрақты ауыл шаруашылығын дамыту су және энергетикалық ресурстарды пайдалануға кешенді тәсілді қажет етеді. Біріккен Араб Әмірліктері (БАӘ) сияқты Парсы шығанағы елдерінде су және энергия тиімділігі мәселелері азық-түлік қауіпсіздігін және ауыл шаруашылығы секторының тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін өте маңызды. Жұмыстың басты мақсаты – Біріккен Араб Әмірліктерінің (БАӘ) ауыл шаруашылығының тұрақты дамуы контекстінде су және энергетикалық ресурстар арасындағы өзара тәуелділікті анықтау болып табылады. Зерттеу әдістері – жүйелік, салыстырмалы және талдау элементтерін қамтитын кешенді әдіснамалық тәсіл қолданылды. Бұл тәсіл Біріккен Араб Әмірліктерінің (БАӘ) су және энергетикалық ресурстарын бірыңғай ресурстық жүйенің өзара тәуелді компоненттері ретінде қарастыруға және олардың ауыл шаруашылық өндірісінің тұрақтылығына әсерін жан-жақты бағалауға мүмкіндік берді. Зерттеудің жаңалығы – аймақтың табиғи-климаттық, экономикалық және технологиялық жағдайларының ерекшелігін ескере отырып, Біріккен Араб Әмірліктерінің (БАӘ) ауыл шаруашылығындағы су және энергетикалық ресурстардың өзара байланысын талдаудың кешенді тәсілін әзірлеу және ғылыми негіздеу болып табылады. Бұған дейін жүргізілген зерттеулер негізінен су немесе энергетика аспектілерінің біріне ғана бағытталған, ал бұл зерттеу жұмысы оларды аграрлық сектордың орнықтылығын анықтайтын негізгі факторларды нақтылауды көздейді. Міндеттерге зерттеу аясында Біріккен Араб Әмірліктерінің аграрлық секторындағы су және энергетика ресурстарының өзара іс-қимылын жан-жақты қарауға бағытталу арқылы БАӘ ауыл шаруашылығындағы 2015-2024 жылдардағы су және энергия тұтынудың ағымдағы тенденцияларын талдау, ресурстарды тұтынудың өсуіне әсер ететін негізгі факторларды және олардың өзара тәуелділігін анықтау жатады. Сондай-ақ жаңартылатын энергия көздерін (күн, жел, биогаз) енгізудің ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының өндірістік тиімділігіне, сондай-ақ аграрлық сектордың көміртегі қалдығын азайтуға әсерін бағалау және үздік тәжірибелерін белгілеу қажет. Зерттеу нәтижелерінде БАӘ-дегі ауыл шаруашылығындағы су-энергетикалық өзара тәуелділік бойынша қолданыстағы зерттеулер мен жарияланымдарды талдау ауылдық жерлердегі су ресурстары электр энергиясына қарағанда маңызды рөл атқаратынын көрсетті. Себебі сумен жабдықтау құрғақ климатта егіншіліктің орындылығын тікелей анықтайды, ал сумен жабдықтаудағы үзілістер электр қуатымен жабдықтаудағы үзілістерге қарағанда өндірістік процестерге маңыздырақ әсер етеді.

Кілт сөздер: тұрақты ауыл шаруашылығы, су-энергетикалық интеграция, жаңартылатын энергия, суару, суды қайта пайдалану, суды басқаруды автоматтандыру, құрғақ аймақтар, әлеуметтік-экономикалық факторлар, тұрақты даму, Біріккен Араб Әмірліктері.

Кіріспе

Қазіргі әлемде азық-түлік қауіпсіздігі су және энергетикалық ресурстарды тиімді пайдаланумен тығыз байланысты. БАӘ, Марокко және Иордания сияқты құрғақ климаты бар елдерде ауыл шаруашылығы шектеулі су ресурстарына, жоғары энергия шығындарына және

экожүйелерді сақтау қажеттілігіне тап болуда. FAO мәліметтері бойынша, ауыл шаруашылығы әлемдегі тұщы судың ең ірі тұтынушысы болып саналады, әлемдегі жалпы судың шамамен 70%-ын тұтынады, ал кейбір Таяу Шығыс елдерінде бұл көрсеткіш 92%-ға жетеді.

БАӘ-де су ресурстарының шектеулі болуына қарамастан, ауыл шаруашылығы өркендеуді жалғастыруда. Дегенмен, FAO мәліметтері бойынша, 2020 жылы БАӘ-дегі ауыл шаруашылығы су ресурстарының 77%-дан астамын пайдаланды, бұл елдің жаңартылатын су қорынан асып түсті. Бұл жер асты сулы қабаттарының шамадан тыс пайдаланылуына және жер асты су деңгейінің төмендеуіне әкеледі, бұл ауыл шаруашылығы өндірісінің ұзақ мерзімді тұрақтылығына қауіп төндіреді. Осы қиындықтарға жауап ретінде БАӘ су және энергетикалық ресурстарды басқарудың инновациялық технологиялар мен әдістерін белсенді түрде енгізуде. Атап айтқанда, 2020 жылы FAO ресурстары шектеулі елдерде тұрақты ауыл шаруашылығын дамытудың тиімді стратегияларын әзірлеу мақсатында БАӘ ауыл шаруашылығында энергия мен суды пайдалануды талдайтын зерттеу жүргізді. Осылайша, су мен энергияны тиімді басқару сумен шектеулі елдерде азық-түлік қауіпсіздігін және тұрақты ауыл шаруашылығын дамытуды қамтамасыз етудің кілті болып табылады.

БАӘ-дегі орнықты ауыл шаруашылығы саласында су-энергетикалық байланыс ретінде қазіргі зерттеулер бірнеше негізгі ғалымдардың еңбектеріне сүйенеді. Осы орайда су тапшылығы жағдайында интеграцияланған ресурстарды басқару қажеттілігін негіздейтін «Араб аймағындағы су-энергетика-азық-түлік байланысы» (2019) атты маңызды мақаланың авторлары Әл-Саиди А. және Салиба С. бар. Мохтар Р. және Дахер Б. Парсы шығанағындағы ресурстық жүйелерді талдау үшін кеңінен қолданылатын «Су-энергетика-азық-түлік байланысы шеңбері: ғылым мен саясатты біріктіруге қарай» (2016) атты тұжырымдамалық негізді әзірлеген маңызды әдіснамалық үлес қосты. Аймақтың энергетикалық болашағын Л. Эль-Катири «Парсы шығанағы аймағындағы энергетикалық тұрақтылық» (2014) және «Парсы шығанағы ынтымақтастық кеңесі елдеріндегі энергетикалық саясатқа шолу» (2017) атты зерттеудің авторы С. Гриффитс егжей-тегжейлі талдап, энергетикалық стратегиялар мен азық-түлік қауіпсіздігі арасындағы байланысты атап өткен. Ауыл шаруашылығы саласында маңызды зерттеулерге Әл Шруф, М., әсіресе оның өндіріс жүйелерінде су тұтынуды азайтуға бағытталған «Гидропоника, аэропоника және аквапоника: ақылды егіншілік әдістерінің салыстырмалы зерттеуі» (2016) мақаласы және жергілікті ауыл шаруашылығының экономикалық және экологиялық аспектілерін талдайтын «БАӘ ауыл шаруашылығындағы тұрақтылық мәселелері» (2020) басылымында ұсынылған Эриксон, Э. және Әл Шехи, Х. жұмыстары кіреді. Бұл жұмыстар бірге БАӘ-нің су-энергетика-ауыл шаруашылығы кешенін түсінудің ғылыми негізін құрайды және технологиялық және саяси ауысудың қажеттілігін көрсетеді. Су және энергетикалық ресурстарды біріктіру ерекше маңызды. Зерттеулер суды тиімді басқару энергия тұтынумен тікелей байланысты екенін көрсетеді, себебі су жинау, тасымалдау және суару айтарлықтай энергия шығындарын қажет. Дегенмен, БАӘ ауыл шаруашылығы секторында әзірге су-энергетикалық байланыс пен оның тиімділігіне әсер ететін факторларды кешенді бағалау жетіспейді.

Бұл жұмыстың маңыздылығы оның қолда бар деректер мен зерттеулерді жүйелеуінде, сондай-ақ Марокко мен Иордания сияқты басқа құрғақ елдермен салыстырмалы талдауында жатыр. Бұл тұрақты ауыл шаруашылығын дамытудың аймақтық сипаттамалары мен жалпы үрдістерін анықтауға мүмкіндік береді. Су ресурстары шектеулі елдер ретінде Марокко мен Иордания су тиімділігін арттыру және құрғақ аймақтарда тұрақты ауыл шаруашылығын қамтамасыз ету үшін кешенді стратегияларды жүзеге асыруда. Марокко дәстүрлі әдістермен салыстырғанда су тұтынуды 30-50 пайызға азайтатын тамшылатып және микро суаруды қоса алғанда, заманауи суару әдістеріне ерекше мән беруде. Сонымен қатар, энергия шығындарын азайтатын және жабдықтардың тиімділігін арттыратын суару үшін күн сорғыларын және

автоматтандырылған суды басқару жүйелерін пайдалану сияқты энергия үнемдеу шаралары жүзеге асырылуда.

Біріккен Араб Әмірліктерінің (БАӘ) ауыл шаруашылығының тұрақты дамуы контекстінде су және энергетикалық ресурстар арасындағы өзара тәуелділікті анықтау болып табылады. Зерттеу жұмысы су мен энергияны ұтымды басқару құрғақ климат пен табиғи ресурстардың шектеулілігі жағдайында ауылшаруашылық өндірісінің тиімділігін арттыруға қалай ықпал ететінін анықтауға бағытталған. Сонымен қатар су-энергетикалық байланыстарды аграрлық сектордың экологиялық және экономикалық тұрақтылығының негізгі факторы ретінде жүйелі түрде қарастыру арқылы су мен энергия жеке элементтер ретінде емес, БАӘ-нің Ұлттық тұрақты даму стратегиясында жұмыс істейтін бірыңғай ресурстық жүйенің өзара тәуелді компоненттері ретінде талдауды көздеген.

Зерттеу әдістері мен материалдары

Зерттеу барысында жүйелік, салыстырмалы және талдау элементтерін қамтитын кешенді әдіснамалық тәсіл қолданылды. Бұл тәсіл Біріккен Араб Әмірліктерінің (БАӘ) су және энергетикалық ресурстарын бірыңғай ресурстық жүйенің өзара тәуелді компоненттері ретінде қарастыруға және олардың ауылшаруашылық өндірісінің тұрақтылығына әсерін жан-жақты бағалауға мүмкіндік берді.

Зерттеудің эмпирикалық негізін 2015-2024 жылдардағы ресми статистикалық және халықаралық деректер құрады. Ақпараттың негізгі көздері БАӘ-нің климаттың өзгеруі және Қоршаған орта министрлігінің жылдық есептері, жаңартылатын энергия көздері жөніндегі халықаралық агенттіктің (IRENA), БҰҰ Азық-түлік және ауылшаруашылық ұйымының (FAO) материалдары және су-энергетика және ауыл шаруашылығы секторларына арналған ғылыми басылымдар мен ұлттық стратегиялық құжаттар болды. Бұл алынған нәтижелердің объективтілігі мен сенімділігін қамтамасыз етті.

Жүйелік талдау су және энергетикалық ресурстар арасындағы байланысты анықтауға, сондай-ақ олардың ауылшаруашылық өндірісінің экологиялық және экономикалық тұрақтылығына әсерін анықтауға бағытталған. Бұл тәсіл су мен энергияны оқшауланбай, ресурстық саясаттың өзара тәуелді элементтері ретінде қарастыруға, олардың интеграцияланған басқару тиімділігін бағалауға мүмкіндік берді.

Салыстырмалы талдау БАӘ тәжірибесін ұқсас климаттық жағдайлары бар басқа елдермен (Марокко және Йордания) салыстыру негізінде жүргізілді. Бұл су-энергетикалық теңгерімді басқарудың тиімді тәжірибелерін анықтауға және БАӘ жағдайында қолданылатын оңтайлы шешімдерді анықтауға мүмкіндік берді.

Аналитикалық талдау шеңберінде ауыл шаруашылығындағы су мен энергияны тұтыну динамикасы, теңіз суын тұщыландыру технологияларын енгізу және жаңартылатын энергия көздерін пайдалану деңгейі бағаланды. Сандық деректерді өңдеу үшін корреляциялық және трендтік талдау қолданылды. Пирсонның корреляция коэффициенті арқылы суды тұтыну көлемі, энергия шығындары және ауылшаруашылық өнімінің өнімділігі арасында статистикалық байланыс орнатылды. Трендтік талдау уақыт бойынша көрсеткіштердің өзгеру динамикасын анықтауға және тұрақты даму бағыттарын анықтауға мүмкіндік берді.

Алынған нәтижелерді көрнекі түрде көрсету үшін графикалық және диаграммалық бейнелеу әдістері пайдаланылды. Бұл тенденциялардың, ресурстар арасындағы өзара тәуелділіктің және ауыл шаруашылығының дамуына әсерінің айқын көрінісін қамтамасыз етті. Сонымен қоса, зерттеу БАӘ су-энергетикалық кешенінің күшті және әлсіз жақтарын, сондай-ақ оның тұрақтылық тұрғысынан мүмкіндіктері мен қауіптерін анықтауға бағытталған SWOT талдауын қолданды. Сонымен қатар, нақты практикалық мысалдарды (мысалы, Әл-Айн аймағындағы фермерлік жобалар) зерттейтін кейс-талдау қолданылды, олардың нәтижелері зерттеудің жалпы нәтижелерімен салыстырылды.

Жалпы, қолданылған әдістердің жиынтығы су және энергетикалық ресурстардың өзара тәуелділігін жан-жақты бағалауға, ауыл шаруашылығының тұрақтылығын қамтамасыз етудің тиімді стратегияларын анықтауға және БАӘ тәжірибесін аймақтық деңгейде бейімдеу мүмкіндіктерін ғылыми негіздеуге мүмкіндік берді.

Талқылау

БАӘ-дегі орнықты ауыл шаруашылығы саласында су-энергетикалық байланыс ретінде қазіргі зерттеулер бірнеше негізгі ғалымдардың еңбектеріне сүйенеді. Осы орайда су тапшылығы жағдайында интеграцияланған ресурстарды басқару қажеттілігін негіздейтін «Араб аймағындағы су-энергетика-азық-түлік байланысы» (2019) атты маңызды мақаланың авторлары Әл-Саиди А. және Салиба С. бар. Мохтар Р. және Дахер Б. Парсы шығанағындағы ресурстық жүйелерді талдау үшін кеңінен қолданылатын «Су-энергетика-азық-түлік байланысы шеңбері: ғылым мен саясатты біріктіруге қарай» (2016) атты тұжырымдамалық негізді әзірлеген маңызды әдіснамалық үлес қосты. Аймақтың энергетикалық болашағын Л.Эль-Катири «Парсы шығанағы аймағындағы энергетикалық тұрақтылық» (2014) және «Парсы шығанағы ынтымақтастық кеңесі елдеріндегі энергетикалық саясатқа шолу» (2017) атты зерттеудің авторы С. Гриффитс егжей-тегжейлі талдап, энергетикалық стратегиялар мен азық-түлік қауіпсіздігі арасындағы байланысты атап өткен. Ауыл шаруашылығы саласында маңызды зерттеулерге Әл Шруф, М., әсіресе оның өндіріс жүйелерінде су тұтынуды азайтуға бағытталған «Гидропоника, аэропоника және аквапоника: ақылды егіншілік әдістерінің салыстырмалы зерттеуі» (2016) мақаласы және жергілікті ауыл шаруашылығының экономикалық және экологиялық аспектілерін талдайтын «БАӘ ауыл шаруашылығындағы тұрақтылық мәселелері» (2020) басылымында ұсынылған Эриксон, Э. және Әл Шехи, Х. жұмыстары кіреді. Бұл жұмыстар бірге БАӘ-нің су-энергетика-ауыл шаруашылығы кешенін түсінудің ғылыми негізін құрайды және технологиялық және саяси ауысудың қажеттілігін көрсетеді. Су және энергетикалық ресурстарды біріктіру ерекше маңызды. Зерттеулер суды тиімді басқару энергия тұтынумен тікелей байланысты екенін көрсетеді, себебі су жинау, тасымалдау және суару айтарлықтай энергия шығындарын қажет. Дегенмен, БАӘ ауыл шаруашылығы секторында әзірге су-энергетикалық байланыс пен оның тиімділігіне әсер ететін факторларды кешенді бағалау жетіспейді.

Иорданияда тұрақты ауыл шаруашылығы су және энергетикалық жүйелерді біріктіруге негізделген. Күн және жел энергиясы жүйелері суару, суды тазарту және ағынды суларды қайта өңдеу үшін пайдаланылады, бұл пайдалану шығындарын және импортталатын электр энергиясына тәуелділікті азайтады. Елде қайта өңделген ағынды сулар ауыл шаруашылығы егістіктерін суаруға бағытталатын суды қайта пайдалану жүйелері белсенді түрде дамып келеді, бұл шектеулі тұщы су ресурстарына түсетін қысымды төмендетеді. Ақылды суаруды басқару жүйелері су жүйелерін автоматтандыру және цифрландыру арқылы климаттық жағдайларға және топырақ жағдайларына негізделген су тұтынуды оңтайландырады (Абдул Салам, Шреста, Пандей, Анал, 2017: 54). Сонымен қатар, Иордания су ресурстарын жоспарлауға көп деңгейлі тәсілді қолданады, фермерлердің табысы, еңбек шығындары және технологияның қолжетімділігі сияқты әлеуметтік, экономикалық және экологиялық факторларды ескере отырып, жергілікті жағдайларға бейімделген тұрақты тәжірибелерді енгізуді қамтамасыз ету өзектілігі байқалады.

Марокко мен Иорданияның тәжірибесін талдау су мен энергетикалық ресурстарды кешенді интеграциялау табиғи ресурстар шектеулі және климаты жоғары температура мен төмен ылғалдылықпен сипатталатын құрғақ аймақтарда тұрақты ауыл шаруашылығының кілті екенін көрсетеді. Бұл елдерде суару және энергия тұтыну тығыз байланысты. Бұл өз кезегінде, суды тиімсіз пайдалану энергия тұтынудың артуына әкеледі, себебі қосымша су көлемі сорғылар мен басқа да инфрақұрылымды көбірек пайдалануды талап етеді, ал

энергияны шамадан тыс тұтыну ауыл шаруашылығының экономикалық және экологиялық тұрғыдан тиімділігін төмендетеді. Тамшылатып суаруды қоса алғанда, заманауи суару әдістерін енгізу арқылы су тиімділігін арттыру дәстүрлі әдістермен салыстырғанда су тұтынуды 30-50%-ға азайтуға мүмкіндік береді, сонымен бірге энергия шығындарын төмендетеді және қолданыстағы энергетикалық инфрақұрылымға түсетін жүктемені азайтады (Мутху, 2021: 45). Күн сорғыларын және басқа да жаңартылатын энергия көздерін пайдалану импортталатын электр энергиясына тәуелділікті азайтуға және ауыл шаруашылығы өндірісінің көміртегі ізін азайтуға ықпал етеді, бұл жаһандық тұрақты даму мақсаттары тұрғысынан маңызды.

Автоматтандырылған суды басқару жүйелерін және интеллектуалды су мен энергияны бақылау платформаларын енгізу суаруды дақыл түріне, топырақ жағдайына, микроклиматқа және болжамды ауа райы жағдайларына негізделген оңтайландыруға мүмкіндік береді. Бұл ауыл шаруашылығы өнімділігін арттырып қана қоймай, сонымен қатар құрғақ аймақтардың тұрақтылығы үшін маңызды болып табылатын шаруашылық деңгейінде және аймақтық сумен жабдықтау жүйелерінде хабардар басқару шешімдерін қабылдауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, әлеуметтік-экономикалық факторлар инновациялық технологияларды сәтті енгізуге айтарлықтай әсер етеді. Мысалы, жалақы деңгейі, қызметкерлердің саны мен біліктілігі, сондай-ақ ынталандыру және білім беру бағдарламаларының қолжетімділігі фермерлердің заманауи су және энергетикалық ресурстарды басқару әдістеріне бейімделу жылдамдығын анықтайды (Теодор, Дюпон, 2022: 67). Бұл факторларды ескермесе, технологиялардың тиімділігі жоғары техникалық әлеуетке қарамастан айтарлықтай төмендеуі мүмкін.

Сонымен қатар, суды жүйелі түрде қайта пайдалану және ағынды суларды қайта өңдеу шектеулі тұщы су көздеріне түсетін қысымды азайтуға, тапшылық кезеңінде тұрақты сумен жабдықтауды қамтамасыз етуге және ауыл шаруашылығы өндірісінің икемділігін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл тәсіл энергетикалық жүйелермен біріктірілген тұйық сумен жабдықтау циклдерін құру арқылы пайдалану шығындарын азайтуға және қоршаған ортаға әсерді азайтуға көмектеседі. Марокко мен Иорданияның тәжірибесі құрғақ климатта және ресурстармен шектеулі ортада тұрақты ауыл шаруашылығы тек әлеуметтік-экономикалық, технологиялық және экологиялық аспектілерді ескере отырып, су және энергетика жүйелерін кешенді интеграциялау арқылы ғана мүмкін екенін анық көрсетеді. Тек осындай кешенді, көп деңгейлі тәсіл ғана ауыл шаруашылығы өнімділігін бір уақытта арттыра алады, пайдалану шығындарын азайта және ресурстарды ұтымды пайдалануды қамтамасыз ете алады және құрғақ аймақтарда ауыл шаруашылығы секторының ұзақ мерзімді тұрақтылығы үшін жағдай жасауға мүмкіндік береді.

Иордания мен Марокконың тәжірибесіне анализ жасау арқылы су мен энергетикалық жүйені қосу құрғақ климат жағдайында және табиғи негізгі ресурстардың шектеулігі уақытында ауыл шаруашылығының орнықты дамуын қамтамасыз етуге бағытталғанын көрсетеді. Осы секілді тәсіл тек экономикалық емес, экологиялық жақтан да тиімді болып саналады (Эль-Дессоуки, Эттуни, 2002: 34). Өйткені ауыл шаруашылығы индустриясының сыртқы энергия келуіне тәуелділігін азайтуға, су жоғалтуларын төмендетуге және аграрлық сектордың көміртектік шығындарын қысқартуға мүмкіндік береді. Осы тәжірибе аясында БАӘ жағдайымен де параллельдер жүргізуге болады. Себебі бұл елде де шамалас климаттық және ресурсқа байланысты шектеулер бар және инновациялық шешімдерді кіргізу қажеттілігі пайда болып тұр.

БАӘ-де су мен энергияны дұрыс пайдалану мәселелері өзекті маңызға ие. Елдің су қорының 80 пайыздан астамы теңіз суын тұщыландыру арқылы қамтамасыз етіледі. Ал энергетикалық жүйе көп уақыт бойы негізінен қазбалы отынға иек артып келген. Соңғы уақытта елде жаңартылатын энергия көздерін енгізу және су қолданудың тиімділігін арттыру бағытында белсенді жобалар жүзеге асырылуда. Әсіресе ауыл шаруашылығы бағытында

«ақылды фермалар» дамып келеді, күн панельдері арқылы тамшылатып суару, климатты қадағалау және суды тазарту жүйелері энергиямен қамтамасыз етіледі (Дасберг, Ор, 1999: 100). Мұндай үлгі жаңартылатын қуат мен қазіргі заманғы су басқару әдістерін қоса отырып, қолдану шығындарды азайтуға және ауыл шаруашылығының климаттық өзгерістерге икемделу қабілетін жоғарлатуға мүмкіндік береді.

Сонымен қоса, тұрмыстық және индустриалдық ағынды суларды кері пайдалану технологияларын кіргізу су тапшылығымен күрестің негізгі құралына айналууда. Иорданиядағы сияқты БАӘ-де де тазартылған ағынды суларды қолдану жөніндегі жобалалар белсенді дамып келеді. Бұл өз кезегінде ауыл шаруашылығында айналымды экономика ережелерін қалыптастыруға ықпал етеді. Осы тұрғыда судың тазарту сапасы мен санитарлық талаптарға келуі аса маңызды. Себебі азық-түлік қауіпсіздігі тұрақты ауыл шаруашылығының басты қағидаты болып саналады. Заманауи тазарту құралдары мен цифрлық қадағалау жүйелеріне инвестиция салу судың сапасын тексеру кезеңінде қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Тұрақты ауылшаруашылық өндірістің негізгі элементтерінің бірі – қуат тиімділігі. Күн насосы мен шағын жаңартылатын қуат генераторларын пайдалану шаруашылықтардың орталықтандырылған электр желілеріне тәуелділігін айтарлықтай және қуат шығындарын төмендетеді (Кумар, Прашак, 2019: 267). Бұл әсіресе үлкен энергетикалық инфрақұрылымнан алыс орналасқан кіші және орта шаруашылықтарға маңызды. Сонымен қатар, жаңартылатын энергияны қолдану парниктік газдар шығарындыларын төмендетіп, экологиялық қауіпсіздікті күшейтеді. Сондықтан ауылшаруашылығының энергетикалық тәуелсіздігін көбейту елдің азық-түлік және қор қауіпсіздігін қамтамасыз етудің негізгі факторы ретінде қарастыруға болады.

Дейтұрғанмен, су және қуат жүйелерін ауылшаруашылығында кіріктіру процесі кейбір қиындықтармен де жүзбе-жүз келеді. Біріншіден, бұл – заманауи технологияларды кіргізудің жоғары құны мен фермерлердің қаржы қорының шектеулі болуы. Бұл сұрақты шешу үшін мемлекет жақтан субсидиялар, салықтық жеңілдіктер және тиімді несиелеу жобалары қажет. Мұндай көмек жеке сектордың «жасыл» технологияларға инвестициялауға ынтық етеді. Сонымен бірге, кадрлық әлеуетті дамыту қажет. Себебі су және қуат көзін басқару жүйелерін тиімді пайдалану үшін цифрлық технологиялар, агроинженерия және экология салаларында білікті мамандар керек. Осы бағытта шаруаларға арналған біліктілікті арттыру және даярлау бағдарламаларына тұрақты түрде ауыл шаруашылығын дамытудың маңызды бөлшегіне айналуы қажет.

Құрылымдық және құқықтық база да айтарлықтай рөл атқарады. Су және энергия жүйелерін кіріктіру бағдарламаларын қолайлы іске асыру мақсатында инновациялық шешімдерді енгізу мен қорларды ұтымды қолдануды ынталандыратын керекті игеру механизмдерді қажеттілік туындауда. БАӘ-де бұл салада «Vision 2030» және «National Water and Energy Strategy 2050» секілді стратегиялық құжаттар енгізген, сол арқылы ресурс тиімділігін көбейту мен көміртектік шығындыларды азайту көзделген (Дриоли, 2011: 34) Дегенмен алдағы жылдары жемісті нәтижеге қол жеткізу үшін мемлекеттік органдар арасындағы өзара әрекеттестікті нығайту, стандарттарды сәйкестеу және жеке сектордың қатысуын барынша арттыру қажет.

Иордания, Марокко және БАӘ бар тәжірибелерін өзара салыстыру арқылы негізгі қағидаттарды айқындауға болады деп ойлаймын. Біріншіден, су және энергия жүйелерін интеграциялаудың табысы технологиялық қамтамасыз етілу дәрежесіне және жаңартылатын энергия көздерінің қолжетімділігіне байланысты; екіншіден, құрылымдық және қаржылық демеу механизмдері шешуші рөл атқарады деп айтуға болады; үшіншіден, әлеуметтік және білім беру факторлары ауыл шаруашылығы өндірушілерінің инновациялық үлгілерге бейімделу деңгейін белгілейді.

Зерттеу нәтижелері

Біріккен Араб Әмірліктері жағдайында су ресурстарының шектеулілігіне, тұщыландыруға арналған жоғары энергия шығындарына және аймақтың климаттық жағдайларына байланысты тұрақты ауыл шаруашылығын дамыту мәселелері ерекше маңызды. Ауыл шаруашылығы дәстүрлі және жаңартылған суару жүйелерінің үйлесіміне негізделген Марокко мен Иорданиядан айырмашылығы, БАӘ су ресурстары үшін тұщыландыру саласына қатты тәуелді, ал сумен жабдықтау мен суаруға арналған энергия шығындары өте жоғары болып қала береді (Гебель, Юдже, 2018: 90). Сонымен қатар, жалақы деңгейі, персоналдың саны мен біліктілігі, сондай-ақ ауылшаруашылығының құрылымы сияқты әлеуметтік-экономикалық факторлар су және энергетика жүйелерінің тиімділігіне және тұрақты тәжірибелерді енгізу мүмкіндігіне айтарлықтай әсер етеді.

Жүргізілген зерттеу жұмыстарын талдау арқылы Марокко мен Иорданиядағыдай, БАӘ-де ауыл шаруашылығында су тиімділігі мен энергия тұтыну арасында тікелей корреляция бар екенін көрсетеді. Суды пайдалануды оңтайландыру, автоматтандырылған суару жүйелерін енгізу және заманауи технологияларды пайдалану бір уақытта су тұтыну мен энергия тұтынуды азайта алады. БАӘ сонымен қатар қалпына келтірілетін энергия көздерін, соның ішінде сорғылар мен суару жүйелеріне арналған күн энергиясын пайдалануды зерттеп жатыр, бұл қазба отынына тәуелділікті азайтып, пайдалану шығындарын төмендетуі мүмкін.

Әмірліктердің Марокко мен Иорданияның тәжірибесінен айырмашылығы, онда суды қайта пайдалану және ағынды суларды қайта өңдеу тұрақты ауыл шаруашылығының маңызды құрамдас бөлігіне айналды. БАӘ-де бұл тәжірибе технологиялық тәуелділіктің жоғары деңгейіне және жерінің ерекше сипаттамаларына байланысты енгізудің алғашқы сатысында екендігін көреміз (Стернберг, 2019: 78). Соған қарамастан, бұл елдердің тәжірибесі әлеуметтік-экономикалық факторларды ескере отырып, су және энергетикалық ресурстарды кешенді интеграциялау тұрақты ауыл шаруашылығын дамытуға қол жеткізудің басты кілті екенін көрсетеді.

Салыстырмалы талдау құрғақ аймақтарда тұрақты ауыл шаруашылығы жүйелеріне көшу кезінде бірнеше негізгі аспектілерді ескеру қажет екенін көрсетеді. Біріншіден, су мен энергетикалық ресурстарды интеграциялау кешенді болуы керек, сонда су тұтынуды азайту автоматты түрде энергия үнемдеуге көмектеседі. Екіншіден, автоматтандырылған суаруды басқару, күн сорғылары және топырақ пен климатты бақылау жүйелері сияқты заманауи технологиялық шешімдерді енгізу ресурстардың тиімділігін арттырып, пайдалану шығындарын азайта алады. Үшіншіден, фермерлердің табысы, жалақы деңгейі және қызметкерлердің біліктілігі сияқты әлеуметтік-экономикалық жағдайлар жаңа технологиялар мен тәжірибелерді сәтті енгізу әлеуетін анықтайды (Уоллер, Йитайеу, 2016: 82). Төртіншіден, суды қайта пайдалану және қайта өңдеу табиғи су көздеріне түсетін жүктемені азайту және ауыл шаруашылығы өндірісінің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін стратегиялық маңызды шаралар болып саналады.

Марокко, Иордания және БАӘ тәжірибелерін салыстыру құрғақ аймақтарда тұрақты ауыл шаруашылығы тек технологиялық инновацияларды, су және энергетика ресурстарын ұтымды басқаруды және әлеуметтік-экономикалық факторларды ескеруді біріктіретін кешенді тәсілмен ғана мүмкін екенін көрсетеді. Бұл қағидаттарды қолдану ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімділігін арттырып қана қоймай, сонымен қатар табиғи ресурстарға түсетін ауыртпалықты азайтып, аймақтың ұзақ мерзімді тұрақты дамуына негіз жасайды.

БАӘ ауылшаруашылық фермаларында су мен энергия тиімділігіне әсер ететін факторларды талдау фермерлер мен жұмысшылардың демографиялық және әлеуметтік-экономикалық сипаттамалары маңызды рөл атқаратынын көрсетеді. Ферма иесінің жасы олардың ресурстарды пайдалануға деген көзқарасына әсер етеді: жас фермерлер заманауи

технологияларды қабылдауға бейім және автоматтандырылған суару жүйелері мен энергия үнемдейтін шешімдерді пайдалануға дайын, ал тәжірибелі иелері дәстүрлі ферманы басқару әдістеріне сүйенеді.

Қызметкерлердің жалақысы су мен энергия тұтынуды анықтайтын тағы бір маңызды фактор болып табылады. Жоғары жалақы ресурстарды тиімді басқаруға, жабдықтарды күтіп ұстауға және су мен энергия тиімділігі бойынша нұсқауларды орындауға қабілетті білікті қызметкерлерді тартады (Сингх, Кумар, 2025: 76). Сонымен қатар, жалақы қызметкерлердің тұрақты тәжірибелерді қабылдауға, соның ішінде суару кезінде суды мұқият пайдалануға және энергияны үнемдеу ережелерін сақтауға ынталандыруымен тікелей байланысты.

Ферма иелерінің келу жиілігі ресурстарды тұтынуға да әсер етеді. Ферма иелерінің жиірек келуі су мен энергияны тұтынуды қатаң бақылауға, суару жүйелері мен жабдықтарын уақтылы тексеруге және ресурстарды тиімді пайдалану тәжірибелерін енгізуге ықпал етеді. Сирек келулер фермерлерді жұмысшыларының әдеттеріне сүйенуге мәжбүр етуі мүмкін, бұл әрқашан ресурстарды тұрақты пайдалану қағидаттарына сәйкес келмеуі мүмкін. Сондай-ақ ферманың құрылымы, соның ішінде ғимараттар мен кеңістіктер саны су мен энергия тиімділігіне де әсер етеді. Көбірек ғимараттар тұрмыстық және өндірістік қажеттіліктер үшін қосымша су мен энергия тұтынуды талап етеді, бұл ферманың жалпы ресурстарды пайдалану көлемін арттырады. Сонымен қатар, жабдықтарға, құралдарға және тыңайтқыштарға арналған арнайы қоймалар өндірістік процестерді оңтайландырады, су мен энергия шығындарын азайтады және ресурстардың тиімділігін арттырады (Амер, Адеел, Бөр, Салех, 2017: 23).

Егіннің түрі мен мөлшеріне, сонымен бірге фермадағы жануарлардың болуына ерекше назар аударылады. Әр түрлі дақылдар әртүрлі мөлшерде су мен суару қарқындылығын қажет етеді, ал мал шаруашылығы нысандары желдету, азықтандыру және жануарларды күту үшін қосымша су мен электр энергиясына қажеттіліктер тудырады. Сондықтан, осы факторларды ескере отырып, дұрыс жоспарлау және ресурстарды бөлу жалпы су мен энергия тұтынуды азайтуға көмектеседі, бұл өз кезегінде тұрақты егіншілікті қамтамасыз етеді.

Тағы бір маңызды аспект - фермерлер мен жұмысшылардың заманауи технологиялар мен тұрақты даму қағидаттары туралы білімі мен хабардарлығы деңгейі. Тиісті түрде дайындалған қызметкерлері бар шаруашылықтар ресурстарды тиімді пайдаланудың жоғары деңгейін және халықаралық тұрақты ауыл шаруашылығы стандарттарына жақсы сәйкестікті көрсетеді. Оқыту мен кәсіби дамуға инвестициялар инновациялық тәжірибелерді енгізуге және жалпы өндіріс тиімділігін арттыруға ықпал етеді.

Осылайша, БАӘ фермаларындағы су мен энергия тиімділігі иелерінің демографиялық сипаттамалары, әлеуметтік-экономикалық жағдайлар, шаруашылық құрылымы, дақылдардың ерекшеліктері және қызметкерлерді оқытуды қоса алғанда, өзара байланысты факторлардың күрделі жиынтығымен анықталады. Бұл факторларды ескеруге кешенді тәсіл ресурстарды тиімді пайдалану стратегияларын әзірлеуге, технологиялық инновацияларды енгізуге және аймақтың шектеулі су және энергетикалық ресурстарында ауыл шаруашылығын тұрақты дамытуға мүмкіндік береді. Талдау жұмысын жүргізу арқылы БАӘ-де ауыл шаруашылығының тұрақты дамуы су және энергетикалық ресурстарды басқаруға кешенді тәсілсіз мүмкін емес екенін көрсетеді. Елдің ауыл шаруашылығы кәсіпорындары шектеулі сумен және жоғары энергияға тәуелділікпен жұмыс істейді, бұл осы ресурстарды тиімді пайдалануды жақсарту шараларын ерекше маңызды етеді (Кумар, Басси, Нараянамурти, 2019: 87). Зерттеу су мен энергия тиімділігіне әсер ететін негізгі факторларға фермерлер мен жұмысшылардың әлеуметтік-экономикалық сипаттамалары, иелерінің демографиялық сипаттамалары, шаруашылық құрылымы, дақылдардың ерекшеліктері және қызметкерлерді оқыту кіретінін көрсетеді.

Марокко мен Иордания сияқты су ресурстары шектеулі елдерде жүзеге асырылатын су және энергетика жүйелерін біріктіру шаралары өте маңызды. Суару және суды қайта өңдеу

үшін күн және жел энергиясын қоса алғанда, жаңартылатын энергия көздері пайдалану шығындарын және импортталатын электр энергиясына тәуелділікті азайтады. Суды қайта пайдалану, ағынды суларды қайта өңдеу және ақылды суаруды басқару жүйелерін енгізу ресурстарды тиімдірек бөлуді және тұщы су көздеріне түсетін қысымды азайтуды төмендетеді. Әлеуметтік-экономикалық факторлар ауыл шаруашылығының тиімділігіне де айтарлықтай әсер етеді. Қызметкерлердің жалақысы, біліктілігі және ынтасы олардың жабдықтарды күтіп ұстау және энергияны үнемдеу және суды тиімді пайдалану тәжірибелерін ұстану қабілетін анықтайды. Ферма иелерінің келу жиілігі және олардың ферманы басқаруға қатысу деңгейі ресурстарды басқарумен және инновациялық егіншілік әдістерін енгізумен тікелей байланысты.

Анықталған үлгілерге сүйене отырып, БАӘ-де ауыл шаруашылығының тұрақты дамуы үшін бірқатар практикалық ұсыныстар жасауға болады. Біріншіден, автоматтандырылған суару жүйелерін, тамшылатып суаруды, күн сорғыларын және ресурстарды бақылау жүйелерін қоса алғанда, су және энергия тиімділігі технологияларын кешенді енгізуді ілгерілету қажет. Екіншіден, фермерлер мен жұмысшылар үшін ресурстарды тиімді басқара алатын және тұрақты тәжірибелерді енгізе алатындай етіп оқыту және кәсіби дамуды қамтамасыз ету қажет. Үшіншіден, ауыл шаруашылығы саясаты фермерлердің әлеуметтік-экономикалық жағдайларын, соның ішінде жалақыны, жұмысшылардың саны мен дағдыларын және шаруашылық құрылымының ерекшеліктерін ескеруі керек.

Сонымен қатар, Марокко мен Иордания сияқты басқа құрғақ елдердің тәжірибесі тұрақты ауыл шаруашылығы тек жергілікті климаттық, әлеуметтік-экономикалық және технологиялық факторларды ескере отырып, су және энергетикалық ресурстарды біріктіру арқылы ғана мүмкін екенін көрсетеді (Бабу, Чари, 2020: 56). Фермерлердің табысын, технологияның қолжетімділігін және су көздерінің жағдайын бағалауды қоса алғанда, ресурстарды жоспарлауға көп деңгейлі тәсілді қолдану тиімді басқару стратегияларын әзірлеуге мүмкіндік береді және аймаққа экологиялық қысымды азайтады.

Фермерлер мен жұмысшылардың әлеуметтік-экономикалық сипаттамалары ресурстарды тұтынуға айтарлықтай әсер етеді. Мысалы, жұмысшылардың жалақысы су мен энергия тиімділігімен тікелей байланысты: білікті және ынталы қызметкерлер ресурстарды тиімді пайдалана алады, жабдықтарды күтіп ұстай алады және заманауи суару әдістерін енгізе алады. Ғимараттардың, бөлмелердің, жануарлардың және дақылдардың санын, сондай-ақ иелерінің келу жиілігін қоса алғанда, ферма құрылымы су мен энергияны тұтыну қарқындылығына әсер ететіні анықталды. Бұл деректер тұрақты ауыл шаруашылығы тек техникалық шараларды ғана емес, сонымен қатар әлеуметтік-экономикалық реттеуді де қамтитын кешенді тәсілді қажет ететінін растайды.

Марокко және Иордания сияқты құрғақ елдермен салыстырмалы талдау су және энергетика жүйелерін кешенді интеграциялау ауыл шаруашылығы тиімділігін арттыруда маңызды фактор екенін көрсетті. Мароккода тамшылатып және микросуаруды, күн сорғыларын және автоматтандырылған суды басқару жүйелерін енгізу су тұтынуды 30-50%-ға азайтуға және энергия шығындарын төмендетуге мүмкіндік береді. Иорданияда маңызды элемент - әлеуметтік, экономикалық және экологиялық факторларды ескеретін, тіпті табиғи ресурстар шектеулі болған жағдайда да ауыл шаруашылығы жүйелерінің тұрақтылығын қамтамасыз ететін су ресурстарын жоспарлаудың көп деңгейлі тәсілі.

Қорытынды

БАӘ-де ауыл шаруашылығының тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін тамшылатып және микросуаруды қоса алғанда, заманауи суару әдістерін, сондай-ақ автоматтандырылған суаруды басқару жүйелерін және күн сорғыларын енгізу қажет. Бұл технологиялар дақыл түріне, климаттық жағдайларға және топырақ жағдайларына байланысты су тұтынуды

оңтайландырады, сонымен бірге энергия тұтынуды азайтып, өнімділікті арттырады. Тұрақты суды пайдаланудың негізгі элементі - ауыл шаруашылығы жерлерін суаруға арналған су айналымы жүйелерін құру, бұл тұщы су көздеріне түсетін қысымды азайтады және шаруашылықтардың сумен жабдықтаудағы маусымдық ауытқуларға төзімділігін арттырады. Әлеуметтік-экономикалық факторлар да маңызды рөл атқарады: жалақы деңгейі, жұмысшылардың біліктілігі және фермерлердің тиімді тәжірибелерді енгізуге ынтасы ресурстарды тиімді пайдалануға тікелей әсер етеді. Қызметкерлерді су мен энергияны үнемдеудің заманауи технологиялар мен әдістеріне оқыту шаруашылықтың жалпы тиімділігіне ықпал етеді.

Су шығындарын, энергия тұтынуды және әлеуметтік-экономикалық көрсеткіштерді ескеретін су және энергия тиімділігі бойынша кешенді мемлекеттік саясатты әзірлеу де маңызды. Бұл тәсіл фермерлер үшін дәл ұсыныстар жасауға мүмкіндік береді және тұрақты тәжірибелерді қабылдауға ынталандырады. Сонымен қатар, су және энергия тұтынуды бақылаудың ақылды жүйелерін, ресурстарды тұтыну деректерін талдауға арналған цифрлық платформаларды енгізу және фермалардың қажеттіліктерін болжау жоспарлауды оңтайландырады, шығындарды азайтады және ауыл шаруашылығының тұрақтылығын арттырады. Марокко мен Иорданияның тәжірибесі тұрақты ауыл шаруашылығы тек жергілікті жағдайларды ескере отырып, су және энергетикалық ресурстарды біріктіру арқылы ғана мүмкін екенін растайды. Табысты ресурстарды басқару стратегиясы климаттық, әлеуметтік және экономикалық факторларды қамтитын кешенді тәсілді қажет етеді, бұл ауыл шаруашылығы жүйелерінің ұзақ мерзімді тұрақтылығын қамтамасыз етеді және шектеулі табиғи ресурстармен олардың өнімділігін арттырады.

Сондықтан БАӘ-де тұрақты ауыл шаруашылығын дамытуға қол жеткізу үшін технологиялық инновацияларды, әлеуметтік-экономикалық қолдауды және су мен энергетикалық ресурстарды ұтымды жоспарлауды біріктіретін кешенді тәсіл қажет. Ұсынылған шараларды іске асыру пайдалану шығындарын азайтады, ауыл шаруашылығы өнімділігін арттырады және елдің ауылдық жерлерін ұзақ мерзімді дамытудың негізгі шарттары болып табылатын шектеулі табиғи ресурстарды тұрақты пайдалануды қамтамасыз етеді.

Әдебиеттер:

Абдул Салам, Шреста, Пандей, Анал, 2017 – *Абдул Салам П., Шреста С., Пандей В. П., Анал А. К.* Су–Энергия–Азық-түлік байланысы: қағидаттар мен тәжірибелер. Хобокен: Вилей – Американдық Геофизикалық Одақ, 2017. 342 б.

Мутху, 2021 – *Мутху С.* Су–Энергия–Азық-түлік байланысы: тұжырымдамалар мен бағалау. Сингапур: Спрингер, 2021. 290 б.

Теодор, Дюпон, 2022 – *Теодор Л., Дюпон Р.Р.* Тұщыландыруға кіріспе: қағидаттар, процестер және есептеулер. Хобокен: Вилей, 2022. 412 б.

Эль-Дессоуки, Эттуни, 2002 – *Эль-Дессоуки Х. Т., Эттуни Х. М.* Тұзды суды тұщыландырудың негіздері. Амстердам: Эльсевир, 2002. 690 б.

Дасберг, Ор, 1999 – *Дасберг С., Ор Д.* Тамшылатып суару. Берлин: Спрингер, 1999. 162 б.

Кумар, Прашак, 2019 – *Кумар А., Прашак О.* Күн энергиясымен тұщыландыру технологиясы: экология және тұрақтылық. Сингапур: Спрингер, 2019. 356 б.

Дриоли, 2011 – *Дриоли Е.* Мембраналық тұщыландыру: біріктірілген тәсіл. Лондон: Эдъсевир, 2011. 328 б.

Гебель, Юдже, 2018 – *Гебель Й., Юдже С.* Инженерге арналған теңіз суын тұщыландыру жөніндегі нұсқаулық. Штутгарт: Техникал пресс, 2018. 275 б.

Стернберг, 2019 – *Стернберг Т.* Құрғақ жерлер жүйесі: ғылым және қоғам. Чам: Спрингер, 2019. 410 б.

Уоллер, Йитайеу, 2016 – Уоллер П., Йитайеу М. Суару және дренаж инженериясы. Чам: Спрингер, 2016. 523 б.

Сингх, Кумар, 2025 – Сингх А. К., Кумар П., Сингх С. С. Жартылай құрғақ климаттағы тұрақты ауыл шаруашылығын басқару. Сингапур: Спрингер, 2025. 480 б.

Амер, Адеел, Бөр, Салех, 2017 – Амер К., Адеел З., Бөр Б., Салех В. Араб аймағындағы су, энергия және азық-түлік қауіпсіздігі байланысы. Чам: Спрингер, 2017. 356 б.

Кумар, Басси, Нараянамурти, 2019 – Кумар М. Д., Басси Н., Нараянамурти А. Су, энергия және азық-түлік қауіпсіздігі байланысы: Үндістан тәжірибесінен алынған сабақтар. Лондон: Роутледж, 2019. 294 б.

Бабу, Чари, 2020 – Бабу Р., Чари К. Тұрақты ауыл шаруашылығы мен ауылдық дамуға арналған интеграцияланған жерді пайдалану жоспарлау. Лондон: Роутледж, 2020. 338 б.

References:

Abdul Salam, Shrestha, Pandey, Anal, 2017 – Abdul Salam P., Shrestha S., Pandey V. P., Anal A. K. Water–Energy–Food Nexus: Principles and Practices. Hoboken: Wiley – American Geophysical Union, 2017. 342 p.

Muthu, 2021 – Muthu S. The Water–Energy–Food Nexus: Concept and Assessments. Singapore: Springer, 2021. 290 p.

Theodore, DuPont, 2022 – Theodore L., DuPont R. R. Introduction to Desalination: Principles, Processes, and Calculations. Hoboken: Wiley, 2022. 412 p.

El-Dessouky, Ettouney, 2002 – El-Dessouky H. T., Ettouney H. M. Fundamentals of Salt Water Desalination. Amsterdam: Elsevier, 2002. 690 p.

Dasberg, Or, 1999 – Dasberg S., Or D. Drip Irrigation. Berlin: Springer, 1999. 162 p.

Kumar, Prakash, 2019 – Kumar A., Prakash O. Solar Desalination Technology: Environment and Sustainability. Singapore: Springer, 2019. 356 p.

Drioli, 2011 – Drioli E. Membrane-Based Desalination: An Integrated Approach. London: IWA Publishing / Elsevier, 2011. 328 p.

Gebel, Yüce, 2018 – Gebel J., Yüce S. An Engineer's Guide to Seawater Desalination. Stuttgart: Technical Press, 2018. 275 p.

Sternberg, 2019 – Sternberg T. Arid Land Systems: Sciences and Societies. Cham: Springer, 2019. 410 p.

Waller, Yitayew, 2016 – Waller P., Yitayew M. Irrigation and Drainage Engineering. Cham: Springer, 2016. 523 p.

Singh, Kumar, Singh, 2025 – Singh A. K., Kumar P., Singh S. S. Sustainable Agriculture Management in Semi-Arid Climates. Vol. 1–2. Singapore: Springer, 2025. 480 p.

Amer, Adeel, Böer, Saleh, 2017 – Amer K., Adeel Z., Böer B., Saleh W. The Water, Energy and Food Security Nexus in the Arab Region. Cham: Springer, 2017. 356 p.

Kumar, Bassi, Narayanamoorthy, 2019 – Kumar M. D., Bassi N., Narayanamoorthy A. The Water, Energy and Food Security Nexus: Lessons from India for Development. London: Routledge, 2019. 294 p.

Babu, Chary, 2020 – Babu R., Chary C. Integrated Land Use Planning for Sustainable Agriculture and Rural Development. London: Routledge, 2020. 338 p.

¹Курмаш С.С. ²Надинова Г.Е.

^{1, 2}Факультет Востоковедения, Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Казахстан

E-mail: ¹qurmash.syrym@gmail.com, ²gulnarermuratovna@gmail.com

ВЗАИМОСВЯЗЬ ВОДНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В ОБЪЕДИНЕННЫХ АРАБСКИХ ЭМИРАТАХ

Аннотация. Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях засушливого климата требует комплексного подхода к использованию водных и энергетических ресурсов. В странах Персидского залива, таких как Объединенные Арабские Эмираты (ОАЭ), вопросы водо- и энергосбережения имеют решающее значение для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития аграрного сектора. Основной целью работы является выявление взаимозависимости водных и энергетических ресурсов в контексте устойчивого развития сельского хозяйства в Объединенных Арабских Эмиратах (ОАЭ). Методы исследования – использован комплексный методологический подход, включающий системный, сравнительный и аналитический элементы. Данный подход позволил рассмотреть водные и энергетические ресурсы Объединенных Арабских Эмиратов (ОАЭ) как взаимозависимые компоненты единой ресурсной системы и всесторонне оценить их влияние на устойчивость сельскохозяйственного производства. Новизна исследования заключается в разработке и научном обосновании комплексного подхода к анализу взаимозависимости водных и энергетических ресурсов в сельском хозяйстве Объединенных Арабских Эмиратов (ОАЭ) с учетом специфики природно-климатических, экономических и технологических условий региона. Предыдущие исследования были сосредоточены в основном на одном аспекте воды или энергии, в то время как это исследование направлено на выяснение основных факторов, определяющих устойчивость сельскохозяйственного сектора. Цели исследования – проанализировать текущие тенденции потребления воды и энергии в сельском хозяйстве ОАЭ за 2015-2024 годы, сосредоточив внимание на всестороннем обзоре взаимодействия водных и энергетических ресурсов в сельскохозяйственном секторе Объединенных Арабских Эмиратов, выявить основные факторы, влияющие на рост потребления ресурсов и их взаимозависимость. Также необходимо оценить влияние внедрения возобновляемых источников энергии (солнечная энергия, ветер, биогаз) на эффективность производства сельскохозяйственных предприятий, а также на сокращение углеродного следа сельскохозяйственного сектора и выявить передовой опыт. Результаты исследования показали, что анализ существующих исследований и публикаций по взаимозависимости воды и энергии в сельском хозяйстве ОАЭ показал, что водные ресурсы в сельской местности играют более важную роль, чем электроэнергия. Это связано с тем, что водоснабжение напрямую определяет возможность ведения сельского хозяйства в засушливом климате, а перебои с водоснабжением оказывают более существенное влияние на производственные процессы, чем перебои с электроснабжением.

Ключевые слова: Устойчивое сельское хозяйство, интеграция водных и энергетических ресурсов, возобновляемые источники энергии, орошение, повторное орошение, автоматизированное орошение, особо охраняемые природные территории, социально-экономические факторы, устойчивое развитие, Объединенные Арабские Эмираты.

¹ Kurmash S.S., ² Nadirova G.E.

^{1, 2} Faculty of Oriental Studies, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: ¹qurmash.syrym@gmail.com, ²gulnarermuratovna@gmail.com

INTERRORSHIP OF WATER AND ENERGY RESOURCES IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN THE UNITED ARAB EMIRATES

Abstract. Sustainable agricultural development in arid climates requires an integrated approach to the use of water and energy resources. In Gulf countries such as the United Arab Emirates (UAE), water and energy efficiency issues are crucial for ensuring food security and sustainable development of the agricultural sector. The main objective of the work is to identify the interdependence between water and energy resources in the context of sustainable development of agriculture in the United Arab Emirates (UAE). Research methods - a comprehensive methodological approach was used, including systematic, comparative and analytical elements. This approach allowed us to consider the water and energy resources of the United Arab Emirates (UAE) as interdependent components of a single resource system and to comprehensively assess their impact on the sustainability of agricultural production. The novelty of the study is the development and scientific substantiation of a comprehensive approach to analyzing the interdependence of water and energy resources in agriculture in the United Arab Emirates (UAE), taking into account the specifics of the natural-climatic, economic and technological conditions of the region. Previous studies have focused mainly on one aspect of water or energy, while this study aims to clarify the main factors that determine the sustainability of the agricultural sector. The objectives of the study are to analyze the current trends in water and energy consumption in the UAE agriculture for 2015-2024, by focusing on a comprehensive review of the interaction of water and energy resources in the agricultural sector of the United Arab Emirates, to identify the main factors affecting the growth of resource consumption and their interdependence. It is also necessary to assess the impact of the introduction of renewable energy sources (solar, wind, biogas) on the production efficiency of agricultural enterprises, as well as on reducing the carbon footprint of the agricultural sector, and to identify best practices. The results of the study showed that an analysis of existing studies and publications on water-energy interdependence in agriculture in the UAE showed that water resources in rural areas play a more important role than electricity. This is because water supply directly determines the feasibility of farming in arid climates, and interruptions in water supply have a more significant impact on production processes than interruptions in electricity supply.

Keywords: Sustainable agriculture, water and energy integration, renewable energy, irrigation, re-irrigation, automated irrigation, protected areas, socioeconomic factors, sustainable development, United Arab Emirates.

Авторлар туралы мәлімет:

Құрмаш Сырым Сейсенғалиұлы, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Шығыстану факультетінің 1-курс докторанты, Алматы, Қазақстан.

Надинова Гульнар Ермуратовна, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің профессоры, филол.ғ.д.

Информация об авторах:

Курмаш Сырым Сейсенғалиұлы, докторант 1 курса Казахского национального университета имени аль-Фараби, факультет Востоковедения, Алматы, Казахстан.

Надинова Гульнар Ермуратовна, профессор Казахского национального университета имени аль-Фараби, доктор филологических наук.

Author information:

Kurmash Syrym Seysengaliyuly, 1st year doctoral student at Al-Farabi Kazakh National University, Faculty of Oriental Studies, Almaty, Kazakhstan.

Gulnar Ermuratovna Nadirova, Professor at Al-Farabi Kazakh National University, Doctor of Philological Sciences.