

УЎТ: 628.112.13

ЕР ОСТИ СУВЛАРИ САТҲИНИ ГОРИЗОНТАЛ ДРЕНАЖ ОРҚАЛИ БОШҚАРИШ МОДЕЛИ

А.Арифжанов - т.ф.д., профессор, М.Отахонов - PhD доцент
Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти,
З.Абдулхаев - докторант, Фарғона политехника институти

Аннотация

Мақолада Фарғона шаҳри ер ости сувлари сатҳининг кўтарилишига таъсир этувчи асосий омиллар ва уларни барта- раф этиш йўллари кўрсатилган. Ҳозирги кунда ер ости сувлари сатҳининг кўтарилиши атроф-муҳит экологияси, экин майдонлари, бино ва иншоотлар ҳамда ер ости муҳандислик коммуникацияларига салбий таъсирни камайтириш мақ- садида шаҳар худудига горизонтал дренажларни лойиҳалаш таклиф қилинган ва ер ости сувлари сатҳини ўзгариши- нинг математик модели ишлаб чиқилган. Бунинг учун кузатув қудуқларидан олинган кўп йиллик маълумотлар таҳлил қилинган ва худуднинг гидрогеологиясидан фойдаланиб горизонтал дренажнинг гидравлик параметрлари танланган. Ернинг рельефи ва тупроқ қатламларининг хусусиятларини инобатга олиб ер ости сувларни шаҳар марказидан ўтувчи “Марғилонсой” орқали шаҳардан ташқарига чиқаришнинг имкониятлари ишлаб чиқилган. Келтирилган тенглама сон- ли ҳисоблаш усулида ечилган бўлиб, натижалар намоиши ер ости сувлари сатҳининг ўзгариши ҳар хил ранглар орқали тасвирланган 3D график ҳолатида берилган. Сонли ечимлар ва кузатув қудуқлардан олинган маълумотлар таҳлили асосида горизонтал дренаж орқали ер ости сувлари сатҳининг пасайиши кўрсатилган. Натижалар адекватлиги табиий дала шароитида тўпланган маълумотлар билан солиштириб баҳоланган.

Таянч сўзлар: горизонтал дренаж, ер ости сувлари, фильтрация коэффициенти, ер ости сувлари сатҳи, инфильтра- ция, ўтказувчанлик коэффициенти, математик модели, физик модели.

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА

А. Арифджанов - д.т.н., профессор, М.Отахонов - PhD доцент
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства
З.Абдулхаев - докторант, Ферганский политехнический институт

Аннотация

В статье описаны основные факторы, влияющие на повышение уровня грунтовых вод в городе Фергана и способы их устранения. В настоящее время для снижения негативного воздействия повышения уровня грунтовых вод на окружающую среду, посевные поля, здания и сооружения, подземные инженерные коммуникации необходимо проектировать горизонтальный дренаж на городской территории и разработана математическая модель изменения уровня грунтовых вод. Для этого проанализированы многолетние данные по наблюдательным скважинам и выбраны гидравлические па- раметры горизонтального дренажа с учетом гидрогеологии местности и характеристик почвенных слоев. Разработаны рекомендации по отводу грунтовых воды за пределы города через «Маргилан сай», проходящий через центр города. Приведенное уравнение решается численным методом расчета, а результаты представлены в виде 3D графическом ре- жиме, где изменение уровня грунтовых вод представлено разными цветами. На основе численных решений и анали- за данных наблюдательных скважин показано, снижение уровня грунтовых вод с помощью горизонтального дренажа. Адекватность результатов оценивалась путем сравнения данных, собранных в естественных полевых условиях.

Ключевые слова: горизонтальный дренаж, грунтовые воды, коэффициент фильтрации, уровень грунтовых вод, инфильтрация, проводимость, математическая модель, физическая модель.

MODEL OF GROUNDWATER LEVEL CONTROL USING HORIZONTAL DRAINAGE

A. Arifjanov - d.t.s, Professor, M.Otaxonov - PhD associate professor
Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers
Z.Abdulkhaev - doctorate, Fergana Polytechnic Institute

Abstract

The article describes the main factors affecting the rise in the level of groundwater in the city of Fergana and ways to eliminate them. Currently, in order to reduce the negative impact of rising groundwater levels on the environment, crops, buildings and structures, as well as underground utilities, it is proposed to design horizontal drainage in urban areas and a mathematical model has been developed for changing the groundwater level. For this, long-term data from observation wells were analyzed and the hydraulic parameters of horizontal drainage were selected taking into account the hydrogeology of the area. Taking into account the terrain and characteristics of the soil layers, the possibility of diverting the collected water outside the city through the "Margilan Say" passing through the city center has been developed. This equation is solved by a numerical calculation method, and the results are presented in the form of a 3D graphic mode, where the change in the groundwater level is presented in different colors. Based on numerical solutions and analysis of data from observation wells, it is shown that the groundwater level can be lowered due to horizontal drainage. The adequacy of the results was assessed by comparing data collected in natural field conditions.

Key words: horizontal drainage, groundwater, filtration coefficient, groundwater level, infiltration, conductivity, mathematical model, physical model.

Кириш. Курилишнинг жадал ривожланиши ер ости сувларининг муҳандислик геологик ва экологик муаммоларини янада жиддийлаштирмоқда. Кўпгина ҳолларда, масалан, пойдевор чуқурини қазийда тупроқ деформацияси ёки чуқур тубининг ёрилиши, ер ости қурилишида сувсизлантириш, қувур ўтказиш ёки қумни суюлтириш йўли билан ернинг чўкиши, тош қатламидаги барқарорлик муаммоси, бетон, темир ва пўлатдан ясалган арматураларнинг коррозияга учраши ҳар доим ҳал қилиниши керак бўлган муаммолардан ҳисобланиб келмоқда. Тадқиқотчилар ва муҳандислар муҳандислик-геологик, гидрогеологик муаммолар ёки қурилиш фалокатларига катта эътибор қаратишмоқда. Сўнги ўн йилликда ер ости сувлари муҳандислиги тўғрисида кўплаб янги маълумотлар тўпланган [1, 2].

Ер ости сувлари таъсирини аниқлаш ер ости сувлари гидрогеологиясининг асосий муаммоси ҳисобланади [3]. Шаҳар ер ости сувларини йиғиб олиш ва унинг ҳолатини баҳолаш суғориладиган деҳқончилик ва шаҳар сув таъминоти учун катта аҳамиятга эга ва бу мавзу кўплаб тадқиқотчилар томонидан моделлаштирилган [4, 5, 6, 7, 8]. Ер ости сувлари моделларини яратиш ва қўллаш ер ости сувларини бошқаришнинг замонавий ҳамда самарали усулларини қўллаш учун асос бўлиб хизмат қилади. Ер ости сувлари оқимининг тизимини ўрганишда асосан қумли идиш моделлари, аналог моделлари ва математик моделлар ишлатилган [9, 10]. Моделлар кўпинча ҳисоблашлари ва ўрганиши қийин бўлган, фазовий ўзгарувчан сувли қатламларнинг физик ва геологик ҳолатини аниқлаш имконини беради. Аммо, бу ҳисоблаш мураккаб ва узок вақтни талаб қилгани учун бундай ҳисоблашлар замонавий компьютер дастурлари асосида бажарилади. Бир неча йиллардан буён кўплаб тадқиқотчилар ер ости сувларининг физик модели ва ҳисоблаш вақтини қисқартириш учун турли хил математик усуллар қўллашган. Одатда, моделнинг иш вақтини қисқартириш модели аниқлиги билан боғлиқ [11, 12]. Ер ости сувлари жараёнига асосланган математик модели, муаммоли соҳадаги физик жараёнларни, муаммоли майдон ва оқимнинг бошланғич ва чегаравий шартларни, вақтга боғлиқ бошланғич шартларни тавсифловчи тенгламасидан иборат.

Математик моделларни аналитик ёки сонли ечиш мумкин бўлиб, бунда ер ости сувлари оқими учун математик моделлар ўзгарувчан ва ўзгармас вақтлар учун ечилади [13]. Аналитик моделларда ечим олиш учун математик тарзда эчилиши мумкин бўлган масалани юқори даражада соддалаштиришни талаб қилади. Оддий аналитик ечимларни калькулятор ёрдамида ҳал қилиш мумкин, лекин мураккаброқ ечимлар кўпинча электрон жадвал ёки компьютер дастури ёки махсус дастурий таъминот ёрдамида амалга оширилади [14]. Аналитик ечимларга асосланган таҳминлар, нисбатан содда тизимлар учун ўзини оқлайди, шунинг учун ер ости сувларининг кўпгина амалий масалаларига мос келмайди. Шунга қарамай, аналитик ечимлар ҳали ҳам баъзи муаммолар учун фойдалидир ва ер ости сувлари тизимларининг ҳаракатлари тўғрисида муҳим тушунча беради. Аналитик моделлар янада мураккаб рақамли моделларни тузишда фойдали воситалари бўлиши мумкин, яъни рақамли моделларни ечадиган кодлар тўғри дастурлаштирилганлигини текшириш учун ишлатилади [15]. Аналитик элемент усули мураккаб масалаларни аналитик ечимларни беради. Аналитик элемент усули Гриннинг функцияларига асосланган ва аналитик элементлар деб номланувчи маълум турдаги аналитик ечимларни жойлаштириш учун компьютер кодига таянади [16, 17]. Ҳозирги вақтда аналитик

элемент моделлари ер ости сувлари оқими муаммосининг икки ўлчовли ва вақт бўйича ўзгармас ҳолатида энг кўп қўлланилади [16, 18]. Аналитик элемент моделларидан уч ўлчовли ва вақт бўйича ўзгарувчан моделлаштириш сифатида ҳам фойдалидир. Одатда чекли айирмалар ёки чекли элементлар усулига асосланган сонли моделлар ер ости сувларининг бошланғич ва чегаравий шартлари мураккаб бўлган ҳамда вақт бўйича ўзгарувчан ва ўзгармас оқимининг уч ўлчовли ғовак муҳитларда ҳаракатини ҳисоблаш имкон беради [13].

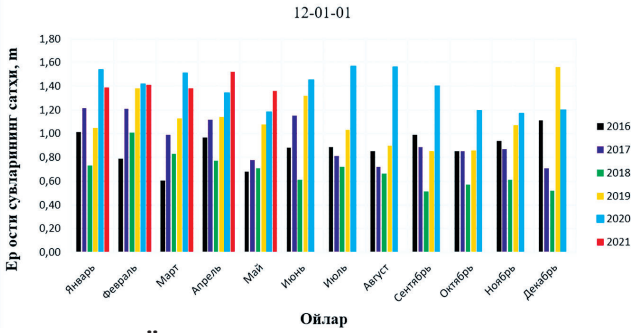
Шаҳар худудида ер ости сувларининг сатҳининг кўтарилиши аҳоли яшаш жойлари, кўпдан-кўп муаммоларни келтириб чиқармоқда. Фарғона шаҳрининг марказий қисмларида, Ермазор, Жўйдам худудларида ер ости сувларининг сатҳи 1–1,5 метрни ташкил қилмоқда. Бу муаммони ҳал қилиш учун, ҳозирги кунда чуқур зовурлар қазилиб сувлар йиғилмоқда, бу зовурлар шаҳарда турли муаммолар ва ноқулайликлар келтириб чиқармоқда.

Ечиш усули. Кейинги йилларда Фарғона шаҳри худудида ер ости сувларининг сатҳи кўтарилиши кўплаб муаммоларни келтириб чиқараётганлиги сабабли, ушбу худудда жойлашган кузатув қудуқларидан ер ости сувлари сатҳи ўлчанади ва олинган натижалар таҳлил қилинади. Ер ости сувлари юқорида жойлашган худудлар учун худуднинг гидрогеологиясидан фойдаланиб горизонтал дренажнинг гидравлик параметрлари танланади. Танланган гидравлик параметрлар ва ўлчаш натижалари математик моделнинг бошланғич шартлари сифатида қабул қилиниб, математик модель асосида шаҳар худудидаги ер ости сувлари сатҳининг пасайиши ҳисобланади. Натижалар таҳлилининг аниқлигини ошириш мақсадида, математик моделдан олинган натижалар 3D график ҳолга келтирилади.

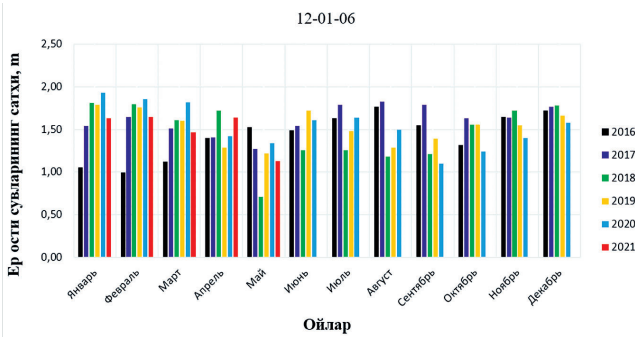
Натижалар таҳлили ва мисоллар. Муҳандислик қидирув ишлари натижаларига кўра, худудда йил давомида ёгингарчилик куз, қиш ва баҳор ойларида кўп бўлади, чунки бу даврда ёмғир ёғиши кўпроқ, ёз ойларида эса озроқ бўлади. Ўртача бир йил давомида ёгингарчилик миқдори 181,1 мм бўлиб, бир кунлик ёгингарчилик миқдори 0,496 мм. Июль ойидан сентябрь ойигача ҳаво қуруқ бўлади, бу ойларда ёгингарчилик кам бўлади. Худуднинг филтрация коэффициенти $K=0.000436$ м/сек бўлиб, аксарият жойларда сув ўтказмас қатламгача бўлган баландлик 40 м. ни ташкил қилади. Ҳозирги кунда ер ости сувларининг кўтарилиши бино ва иншоотлар, экология, экин майдонлари ва ер ости коммуникацияларига салбий таъсирини кўрсатмоқда. Шаҳар худудида очик горизонтал канал ва зовурлар мавжуд бўлиб, тез тўлиб қолиши натижасида экологияга салбий таъсир кўрсатиб келмоқда. Бундай иншоотларни умумий ҳисоблаб чиққанда катта майдонни эгаллайди [19]. Бундан ташқари баъзи бино ва иншоотларни ертўла қисмидан ер ости сувлари чиқиши ҳам кузатилмоқда. Шу ва шунга ўхшаш муаммоларни бартараф этишнинг энг мақбул ечими ёпиқ горизонтал дренажлар орқали ер ости сувларини йиғиб ва шаҳар ташқарисидаги экин майдонларга суғориш учун беришдир. Худуднинг гидрогеологик ҳолати ўрганилганда йиғилган сувларни шаҳар марказидан ўтувчи “Марғилонсой” орқали шаҳардан ташқарига чиқариш учун ернинг рельефи мос келиши исботланган [12, 20, 21].

Ўрганилаётган худуднинг кузатув қудуқларидан олинган 5-йиллик маълумотлари олинган (1, 2-расмлар), бу маълумотларга кўра, ер ости сувларининг сатҳи ер сиртидан 0,4-1,8 м пастда жойлашган.

Физик модели. Мукамал бўлмаган горизонтал дренаж (3-расм) учун солиштирма филтрация сарфи:



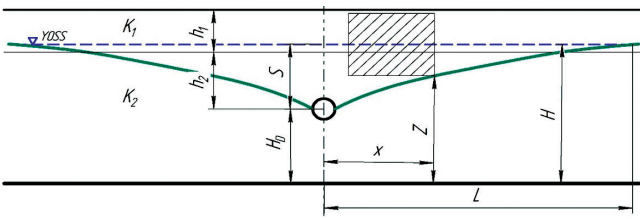
1-расм. Ёрмозор ҳудудида жойлашган 12-01-01 кузатув қудуғидан олинган ер ости сувлари сатҳи



2-расм. Ёрмозор ҳудудидаги жойлашган 12-01-06 кузатув қудуғидан олинган ер ости сувлари сатҳи

$$q = \frac{K(H^2 - H_D^2)}{2 \cdot (L + \Delta f_{(H_D)})} \quad (1)$$

бу ерда: H - ер ости сувлари сатҳини сув ўтказмас қатламдан баландлиги, m ; H_D - сув ўтказмас қатламдан дренаж марказигача бўлган баландлик, m ; K - грутнинг филтрация коэффициенти, $m/сек$; L - горизонтал дренажнинг таъсир майдони узунлиги, m ; $\Delta f_{(H_D)}$ - қўшимча филтрация қаршилиги.



3-расм. Мукамал бўлмаган горизонтал дренаж

Ўрганилаётган ҳудуднинг грунти 2 хил қатламдан иборат бўлгани учун K -филтрация коэффициенти қуйидагича топилади:

$$K = \frac{K_1 h_1 + K_2 h_2}{h_1 + h_2}$$

Қўшимча филтрация қаршилиги қуйидагича топилади:

$$\Delta f_{H_D} = 0.73 \cdot H_D \cdot \log_{10} \frac{2 \cdot H_D}{\pi H_D \cdot d} \quad (2)$$

бу ерда: d - дренажнинг диаметри, m .

Дренаж марказидан масофагача бўлган узунликда сув ўтказмас қатламдан депрессия чизигигача бўлган ордината қуйидагича топилади:

$$Z = \sqrt{(H_D^2 + (H^2 - H_D^2) \cdot \frac{x}{L}} \quad (3)$$

Дренажнинг таъсир доирасидаги ҳудудда ер ости сувларининг пасайиши учун кетган вақти:

$$t = \sqrt{\frac{L^2}{3 \cdot \frac{K}{S_s} \cdot h_a}} \quad (4)$$

бу ерда: S_s - грутнинг сувни чиқариш коэффициенти, $1/m$; h_a - ер ости сувининг баландлиги пасайтирилаётган ҳудуднинг ўртача қиймати, m .

Ер ости сувининг баландлиги пасайтирилаётган ҳудуднинг ўртача қувватини аниқлаш учун қуйидаги формуладан фойдаланилади:

$$h_a = \frac{S}{2} \quad (5)$$

бу ерда: S - дренажнинг марказидан ер ости сувларининг сатҳигача бўлган баландлик, m .

Юқоридаги формулалардан фойдаланиб l узунликдаги горизонтал дренаж қабул қилган сувнинг сарфи ҳисобланган.

Математик модели. Дарси қонунида ифодаланган муносабатлар ва масса сақланиши қонуни ер ости сувларининг оқиши жараёнини ифодалайди. Ер ости сувлари оқимини чекли айрималар усулида ифодалаш учун Лаплас тенгласидан фойдаланилади. Икки ўлчамли Лаплас тенгласи қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = 0 \quad (6)$$

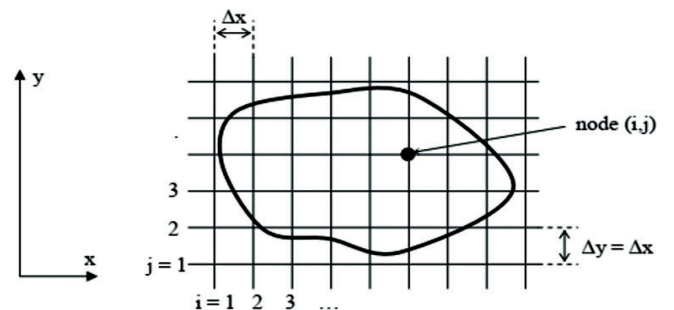
Бу ерда ҳудудга оқиб келаётган ёки кетаётган суюқлик миқдорини ҳам инobatга олиш зарур, агар ҳудудга суюқлик қўшилса Q нинг ишораси мусбат, ҳудуддан суюқлик оқиб чиқадиган бўлса Q нинг ишораси манфий олинади. Лекин ҳудудда ёғингарчилик туғайли (ёмғир-қор сувлари) $Q_{кел}$ сарф қўшиляпти, дренаж орқали $Q_{чик}$ сарфдаги сув ер остидан чиқариляпти. Демак, умумий сарф:

$$Q = Q_{кел} - Q_{чик}$$

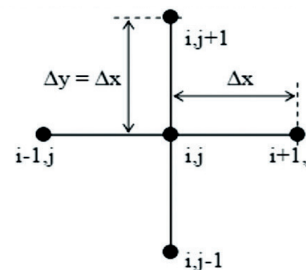
Ўрганилаётган майдон чегараси аниқлангандан сўнг, тўрлар усули орқали сегментларга бўлинади. Сегментдаги ҳар бир тугунда 4 тадан кўшни нуқталар мавжуд бўлиб, x ва y ўқлари бўйича иккинчи даражали ҳосилани қуйидагича ёзиб чиқиш мумкин бўлади (4-расм) [10, 19, 22]:

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = \frac{h_{i-1,j} - 2h_{i,j} + h_{i+1,j}}{(\Delta x)^2} \quad (7)$$

$$\frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = \frac{h_{i,j-1} - 2h_{i,j} + h_{i,j+1}}{(\Delta y)^2} \quad (8)$$



4-расм. Чегараланган майдонни сегментларга бўлиниши



5-расм. Чекли айрималар тўрининг ички тугунлари

Бу тенгламаларни (6) тенгламага алмаштириш орқали чекланган айрималар тенгламасига эга бўлдик:

$$\frac{h_{i-1,j} - 2h_{i,j} + h_{i+1,j}}{\Delta x^2} + \frac{h_{i,j-1} - 2h_{i,j} + h_{i,j+1}}{\Delta y^2} \pm \frac{Q_{i,j}}{T(\Delta x)^2} = 0 \quad (9)$$

$$h_{i-1,j} + h_{i,j-1} - 4h_{i,j} + h_{i+1,j} + h_{i,j+1} \pm \frac{Q_{i,j}}{T(\Delta x)^2} = 0 \quad (10)$$

бу ерда: T - ўтказувчанлик коэффиценти бўлиб, фильтрация коэффиценти ва қатламнинг қалинлигига боғлиқ, $m^2/сек$.

(10) тенгламадан $h_{i,j}$ ни топадиган бўлсак:

$$\frac{P_0}{\gamma} = -H_1 - \frac{\alpha_0 \theta_0^2}{2g} + \frac{\alpha_1 \theta_1^2}{2g} + h_{0-1} = -1 - \frac{\alpha_0 \theta_0^2}{2g} + \frac{\alpha_1 \theta_1^2}{2g} + h_{0-1} \quad (11)$$

Ҳисоблашлар кўп мартаба такрорланадиган бўлса, такрорланиш сонини m даража кўрсаткичи орқали ифодаланади:

$$h_{i,j}^{m+1} = \frac{h_{i-1,j}^m + h_{i+1,j}^m + h_{i,j-1}^m + h_{i,j+1}^m}{4} \pm \frac{Q_{i,j}}{4T(\Delta x)^2} \quad (12)$$

Юқоридаги тенглама чегараланган ҳудуднинг ички тугунлар учун ўринли. Агар x ўқидаги чегара учун $h_{i-1,j} = h_{i,j+1}$ деб қабул қилсак, ҳамда x ўқидаги чегара тугунлар учун (11) ва (12) тенгламаларга қуйидаги ўзгартиришни киритсак:

$$h_{i,j} = \frac{h_{i-1,j} + h_{i+1,j} + 2h_{i,j+1}}{4} \pm \frac{Q_{i,j}}{4T(\Delta x)^2} \quad (13)$$

ёки

$$h_{i,j}^{m+1} = \frac{h_{i-1,j}^m + h_{i+1,j}^m + 2h_{i,j+1}^m}{4} \pm \frac{Q_{i,j}}{4T(\Delta x)^2} \quad (14)$$

Барча чегара тугунлар учун (13) ва (14) тенгламаларга ўхшаб ўзгартиришлар киритилади.

Масалани сонли ечишда қуйидагича бошланғич ва чегаравий шартлар белгиланган:

киришда: $\frac{h}{h_0} = h_x \quad (15)$

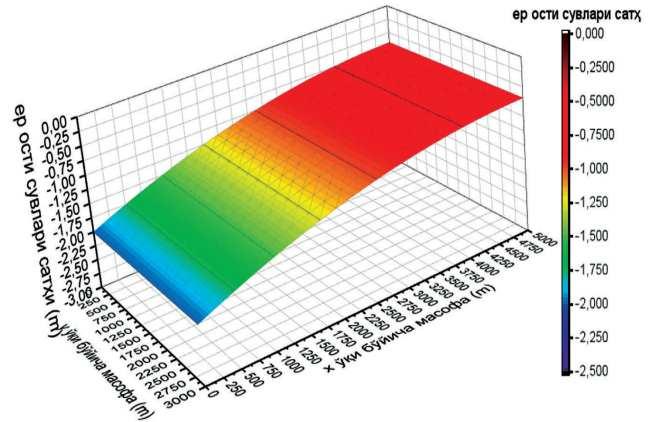
бу ерда: h_0 - киришдаги напор, m ; h_x - ер ости сувининг сатҳи, m .

чиқишда: $\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = 0 \quad \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = 0 \quad (16)$

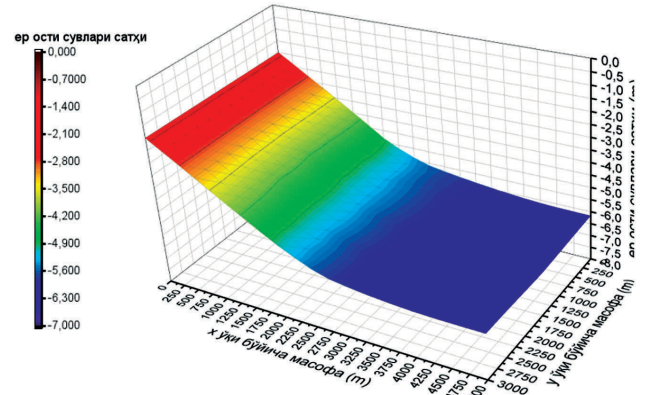
Ҳисоблашда ҳудуднинг барча қисмида ер ости сувларининг сатҳи 2 м [23], инфильтрация коэффиценти $0,496 \text{ мм/кун}$ деб қабул қилинган. Юқоридаги шартлар асосида олинган дифференциал тенглама сонли усулда ечилади. Фарғона шаҳрининг Бешбола, Жўйдам ва Ёрмазор ҳудудларида ер ости сувларининг сатҳи кўтарилган. Ер ости сувларини пасайтириш учун горизонтал дренажлардан фойдаланиш энг самарадор усуллардан ҳисобланади. Ҳудудга тушаётган ёгин миқдори, горизонтал дренажнинг сув қабул қилиш қуввати ва ер ости сувларининг напори каби бошланғич ва чегаравий шартлар асосида физик ва математик модели шакиллантирилган. Моделлаштиришдан олинган сонли ҳисоб натижалар график ҳолига келтирилган (5, 6-расмлар). Графикдаги ранглар ер ости сувлари сатҳининг ўзгаришини кўрсатади.

Ер ости сувлари сатҳининг уч ўлчамли кўриниши 6-расмдаги графикда кўрсатилган бўлиб, бошланғич ҳолатда ер ости сувларининг сатҳини 2 м деб қабул қилинди, ер юзасидаги ёгингарчилик ҳисобига тушаётган сувнинг миқдори ҳисобига ер ости сувларининг сатҳи $0,6-0,7 \text{ м}$ гача кўтарилганлигини кўриш мумкин. Ҳақиқатдан ҳам ёгингарчилик кўп бўлган ойлarda ер ости сувларининг сезиларли даражада кўтаририлганлигини, яъни $0,4-0,7 \text{ м}$ гача кўтарилганлигини 1, 2-расмлардаги диаграммадан кўриш мумкин. Юқорида кўрсатилган 6-расмдаги график горизонтал дренаж жойлаштирилмаган ҳолат учун, яъни ҳудуддан го-

ризонтал дренаж орқали сувоқлик йиғиб олинмаган ҳолати учун моделдан олинган натижалар график ҳолатига келтирилган. Бу расмдаги графикдан ер ости сувларининг бошланғич баландлиги 2 м эканлигини кўриш мумкин бўлади. Агар ер ости сувлари ҳудуддан чиқарилмаса йил бўйлаб ёлган ёгингарчилик ҳамда ҳудудга ер ости ва ер устидан келадиган сувлар ҳисобига ер ости сувларининг кўтарилишини кўриш мумкин.



6-расм. Горизонтал дренаж ўрнатилмаган ҳол учун ер ости сувлари сатҳининг уч ўлчамли кўриниши



7-расм. Горизонтал дренаж ўрнатилгандан кейин ер ости сувлари сатҳининг уч ўлчамли кўриниши

Хулоса. Ер ости сувларини пасайтириш учун горизонтал дренажлардан фойдаланиш энг самарадор усуллардан ҳисобланади. Горизонтал дренажни қўллаш орқали шаҳар ҳудудида ер ости сувлари пасайтирилса, шаҳарнинг экологик ҳолати яхшиланади, шаҳардаги бино-иншоотлар, муҳандислик коммуникацияларига таъсир этаётган салбий оқибатлар камаяди. Йиғилган сувлар "Марғилонсой" орқали шаҳар ташқарисидаги экин майдонларга суғориш учун жўнатилади. Ҳудудга тушаётган ёгин миқдори, горизонтал дренажнинг сув қабул қилиш қуввати ва ер ости сувларининг напори каби бошланғич ва чегаравий шартлар асосида физик ва математик моделлари шакиллантирилган. Муҳадислар учун қулайликлар яратиш мақсадида физик ва математик ҳисоблашларнинг сонли натижалари 3D кўринишдаги график ҳолига келтирилган. Графикда ер ости сувлари сатҳининг ҳар бир ўзгариши ранглар ва чизиклар билан ажратиб кўрсатилган. Таҳлиллар натижасига кўра, шаҳарнинг ер ости сувлари кўтарилган жойларида горизонтал дренажлар орқали ер ости сувларининг сатҳини пасайтирилиши кўрсатилган.

№	Литература	References
1	Y. Tang, J. Zhou, P. Yang, J. Yan, and N. Zhou, Groundwater engineering. – Shanghai, 2017. – 420 p.	Y. Tang, J. Zhou, P. Yang, J. Yan, and N. Zhou, Groundwater engineering. Shanghai, 2017. 420 p.
2	A. M. Арифжанов, Л. Н. Самиев, Ф. К. Бабажанов, Г. М. Хамдамова ва С. Н. Юсупов “Ер ости сувлари сатҳининг ўзгаришини агроландшафтлар барқарорлигига таъсирини геоахборот тизими услублари ёрдамида моделлаштириш” // “Irrigatsiya va melioratsiya” журнали. – Тошкент, 2020. – №3(21). – Б. 43-46.	A. M. Arifjanov, L. N. Samiev, F. K. Babajanov, G. M. Xamdamova, and S. N. Yusupov “Yer osti suvlari sathining o'zgarishini agrolandshaftlar barqarorligiga ta'sirini geoaxborot tizimi uslublari yordamida modellash tirish” [Modeling the impact of changes in the ground water level on the stability of agricultural landscapes using GIS]. Journal “Irrigation and melioration”. Tashkent, 2020. No3(21). Pp. 43-46. (in Uzbek)
3	K. B. Mulligan and D. P. Ahlfeld “Model reduction for combined surface water/groundwater management formulations”//Environmental Modelling and Software. Oxford, 2016. vol. 81. Pp. 102-110.	K. B. Mulligan and D. P. Ahlfeld “Model reduction for combined surface water/groundwater management formulations” Environmental Modelling and Software. Oxford, 2016. vol. 81. Pp. 102-110.
4	J. Bredehoeft “Hydrologic tradeoffs in conjunctive use management” // Groundwater. - Hoboken, 2011. - vol. 49, no. 4, Pp. 468-475.	J. Bredehoeft “Hydrologic tradeoffs in conjunctive use management”. Groundwater. Hoboken, 2011. vol. 49, no. 4, Pp. 468-475.
5	J. G. Arnold, P. M. Allen, and G. Bernhardt, “A comprehensive surface-groundwater flow model” // Journal of hydrology. Amsterdam, 1993. vol. 142, No. 1-4, Pp. 47-69.	J. G. Arnold, P. M. Allen, and G. Bernhardt, “A comprehensive surface-groundwater flow model”. Journal of hydrology. Amsterdam, 1993. vol. 142, No. 1-4, Pp. 47-69.
6	R. M. Maxwell et al., “Surfacesubsurface model intercomparison: A first set of benchmark results to diagnose integrated hydrology and feedbacks” // Water Resources Research. Washington, 2014. vol. 50, No. 2, Pp. 1531–1549.	R. M. Maxwell et al., “Surfacesubsurface model intercomparison: A first set of benchmark results to diagnose integrated hydrology and feedbacks” Water Resources Research. Washington, 2014. vol. 50, No.2, Pp. 1531–1549.
7	N. R. Rossman and V. A. Zlotnik “Regional groundwater flow modeling in heavily irrigated basins of selected states in the western United States” // Journal of hydrology. Amsterdam, 2013. vol. 21, No. 6, Pp. 1173-1192.	N. R. Rossman and V. A. Zlotnik “Regional groundwater flow modeling in heavily irrigated basins of selected states in the western United States”. Journal of hydrology. Amsterdam, 2013. vol. 21, no.6, pp.1173-1192.
8	M. A. Sophocleous, J. K. Koelliker, R. S. Govindaraju, T. Birdie, S. R. Ramireddygar, and S. P. Perkins “Integrated numerical modeling for basin-wide water management: The case of the Rattlesnake Creek basin in south-central Kansas” // Journal of hydrology. - Amsterdam, 1999. vol. 214, No. 1–4, Pp. 179-196.	M. A. Sophocleous, J. K. Koelliker, R. S. Govindaraju, T. Birdie, S. R. Ramireddygar, and S. P. Perkins “Integrated numerical modeling for basin-wide water management: The case of the Rattlesnake Creek basin in south-central Kansas”. Journal of hydrology. Amsterdam, 1999. vol. 214, No.1-4, Pp.179-196.
9	A. Arifjanov, L. Samiev, S. Yusupov, D. Khusanova, Z. Abdulkhaev and S. Tadjiboyev “Groundwater Level Analyse In Urgench City With Using Modflow Modeling And Forecasting System” // E3S Web of Conferences.-Moscow, 2021. vol.263, Pp.1-8.	A. Arifjanov, L. Samiev, S. Yusupov, D. Khusanova, Z. Abdulkhaev and S. Tadjiboyev “Groundwater Level Analyse In Urgench City With Using Modflow Modeling And Forecasting System”. E3S Web of Conferences. Moscow, 2021. vol.263, Pp.1-8.
10	J. Istok “Groundwater modeling by the finite element method” Washington, 1989. 501 p.	J. Istok “Groundwater modeling by the finite element method”. Washington, 1989. 501 p.
11	M. Gosses, W. Nowak, and T. Wöhling, “Explicit treatment for Dirichlet, Neumann and Cauchy boundary conditions in POD-based reduction of groundwater models”//Advances in Water Resources. - Oxford, 2018. vol. 115, Pp. 160-171.	M. Gosses, W. Nowak, and T. Wöhling, “Explicit treatment for Dirichlet, Neumann and Cauchy boundary conditions in POD-based reduction of groundwater models”. Advances in Water Resources. Oxford, 2018. vol. 115, Pp. 160-171.
12	Z. E. Abdulkhaev, A. M. Sattorov and M. A. O. Shoev “Protection of Fergana City from Groundwater” // Euro Afro Studies International Journal. - Vienna, 2021. vol. 3, no. 6, - pp. 70-81.	Z. E. Abdulkhaev, A. M. Sattorov and M. A. O. Shoev “Protection of Fergana City from Groundwater”. Euro Afro Studies International Journal. Vienna, 2021. vol. 3, no. 6, pp. 70-81.
13	M. P. Anderson, W. W. Woessner and R. J. Hunt “Applied groundwater modeling: simulation of flow and advective transport”. Amsterdam, 2015. 565 p.	M. P. Anderson, W. W. Woessner and R. J. Hunt “Applied groundwater modeling: simulation of flow and advective transport”. Amsterdam, 2015. 565 p.

14	P. M. Barlow and A. F. Moench "Analytical solutions and computer programs for hydraulic interaction of stream-aquifer systems". Massachusetts, 1998. 85 p.	P. M. Barlow and A. F. Moench "Analytical solutions and computer programs for hydraulic interaction of stream-aquifer systems". Massachusetts, 1998. 85 p.
15	H. Haitjema "The role of hand calculations in ground water flow modeling" // Groundwater. Hoboken, 2006. vol. 44, No. 6, Pp. 786-791.	H. Haitjema "The role of hand calculations in ground water flow modeling". Groundwater. Hoboken, 2006. vol. 44, No. 6, Pp. 786-791.
16	H. M. Haitjema "Analytic element modeling of groundwater flow". Bloomington: Academic Press, 1995. 393 p.	H. M. Haitjema "Analytic element modeling of groundwater flow". Bloomington: Academic Press, 1995. 393 p.
17	O. D. Strack, "Groundwater mechanics". Englewood, 1989. 513 p.	O. D. Strack, "Groundwater mechanics". Englewood, 1989. 513 p.
18	R. J. Hunt "Ground water modeling applications using the analytic element method" // Groundwater. - Hoboken, 2006. vol. 44, No. 1, Pp. 5-15.	R. J. Hunt "Ground water modeling applications using the analytic element method". Groundwater. Hoboken, 2006. vol.44, No. 1, Pp. 5-15.
19	S. B. Akmalov "Using remote sensing very high resolution data in observation of open drainage system conditions in Syrdarya province". Journal "Irrigatsiya va melioratsiya". Tashkent, 2016. No2. Pp.26-29.	S. B. Akmalov "Using remote sensing very high resolution data in observation of open drainage system conditions in Syrdarya province". Journal "Irrigation and melioration". Tashkent, 2016. No2. pp. 26-29.
20	A. Z. Erkinjonovich, M. M. Mamadaliyevich, and S. M. Axmadjon o'g'li "Reducing the Level of Groundwater In The City of Fergana" // International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology. Nashik, 2021. vol. 2, No. 2, Pp. 67-72.	A. Z. Erkinjonovich, M. M. Mamadaliyevich, and S. M. Axmadjon o'g'li "Reducing the Level of Groundwater In The City of Fergana". International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology. Nashik, 2021. vol. 2, No. 2, Pp. 67-72.
21	Фатхуллоев А.М., Самиев Л.Н., Ахмедов И.Ф., Жумабоев Х, Эшев С.С., Арифжанов С. Боғланмаган грунтлардан ташкил топган ўзанларда ювилмаслик тезликларини аниқлаш // "Irrigatsiya va melioratsiya" журнали. – Тошкент, 2019. – №1(15). – Б. 27-32.	Fathulloev A.M., Samiev L.N., Ahmedov I.G., Jumaboyev X, Eshev S.S., Arifjanov S. <i>Boglanmagan gruntlardan tashkil topgan uzanlarda yuvilmaslik tezliklarini aniqlash</i> [To the determination of non-effective speed in the beds containing from unconnected soils]. Journal "Irrigation and melioration". Tashkent, 2019. No1(15). Pp. 27-32. (in Uzbek)
22	F. De Smedt "Groundwater modeling" Brussel, 2003. 106 p.	F. De Smedt "Groundwater modeling" Brussel, 2003. 106 p.
23	А.Рамазанов О глубине дренажа на засоленных землях // Журнал "Irrigatsiya va Melioratsiya" – Ташкент, 2018. – №1 (11). – С. 13-17.	A.Ramazanov <i>O glubine drenazha na zasolennykh zemlyakh</i> [About the depth of drainage in saline lands]. Journal "Irrigation and Melioration". Tashkent, 2018. №1(11). Pp.13-17. (in Russian)