



## ГЛОБАЛ ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИ ВА СУВ ТАНҚИСЛИГИ ШАРОИТИДА ГИДРОГЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЯСИ: КЎЧАТ ЭКИШДА ИННОВАЦИОН ЁНДАШУВ ВА САМАРАДОРЛИК

**Сагатова Барно Талгатовна**

*Тошкент давлат аграр университети талабаси*

**Нуруллаева Бахора Сардор кизи**

*Тошкент давлат аграр университети талабаси*

**Шамсиддинов Тўлқин Шамсиддинович**

*Тошкент давлат аграр университети, биология фанлари номзоди, доцент*

**Аннотация:** Ушбу мақолада глобал иқлим ўзгариши ва сув танқислиги шароитида кўчат экиш жараёнида гидрогель технологиясини қўллашнинг аҳамияти таҳлил қилинган. Гидрогелнинг тупроқ физик-кимёвий хоссаларига таъсири, сув тежамкорлиги ва ўсимликларнинг яшовчанлик даражасини оширишдаги роли илмий асослаб берилган. Шунингдек, кўчат экишда гидрогелдан фойдаланиш бўйича амалий тавсиялар ва иқтисодий самарадорлик кўрсаткичлари келтирилган.

**Калит сўзлар:** гидрогель, сув танқислиги, кўчат экиш, сув тежовчи технологиялар, тупроқ намлиги, инновацион деҳқончилик, илдиз тизими, полимер.

**Аннотация:** В данной статье анализируется значение применения технологии гидрогеля при посадке саженцев в условиях глобального изменения климата и дефицита воды. Научно обосновано влияние гидрогеля на физико-химические свойства почвы, его роль в экономии воды и повышении приживаемости растений. Также представлены практические рекомендации по использованию гидрогеля при посадке и показатели экономической эффективности.

**Ключевые слова:** гидрогель, дефицит воды, посадка саженцев, водосберегающие технологии, влажность почвы, инновационное сельское хозяйство, корневая система, полимер.

**Abstract:** This article analyzes the significance of applying hydrogel technology during seedling planting in the context of global climate change and water scarcity. The influence of hydrogel on the physico-chemical properties of soil, its role in water conservation, and increasing the survival rate of plants are scientifically justified. Furthermore, practical recommendations for using hydrogel in planting and indicators of economic efficiency are provided.

**Keywords:** hydrogel, water scarcity, seedling planting, water-saving technologies, soil moisture, innovative agriculture, root system, polymer.



Бугунги кунда глобал иқлим ўзгариши, ҳаво ҳароратининг кўтарилиши ва сув ресурсларининг тақчиллиги қишлоқ ва ўрмон хўжалиги олдида жиддий вазифаларни қўймоқда. Ўзбекистон шароитида вегетация даврида буғланиш даражасининг юқорилиги, айниқса, янги экилган кўчатларнинг илдиз отиш жараёнини қийинлаштиради. Анъанавий суғориш усулларида сувнинг катта қисми тупроқнинг қуйи қатламларига сизиб кетади ёки буғланиб йўқолади. Бу эса кўчатларнинг 30-40% гача қуриб қолишига олиб келади.

Иқлим ўзгариши бизнинг давримизнинг энг долзарб глобал муаммоларидан биридир: ҳароратнинг кўтарилиши, экстремал об-ҳаво ҳодисалари ва ёмонлашиб бораётган экотизимлар ҳам инсоният жамиятига, ҳам атроф-муҳитга таҳдид солмоқда [2]. 1800 йилларнинг охирларидан бери Ернинг ўртача ҳарорати тахминан 1 °C га ошди, 2024 йилда ҳарорат саноатгача бўлган даражадан (1850–1900) 1,55 °C ± 0,13 °C юқори бўлиб, бу 175 йиллик рекорд даражадаги энг иссиқ йил бўлди [13, 14, 15]. Денгиз сатҳи тахминан 24 см га кўтарилди ва кўтарилишда давом этиши прогноз қилинмоқда. 2023 йилда атмосферада карбонат ангидрид (CO<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>) ва азот оксиди (N<sub>2</sub>O) каби асосий иссиқхона газларининг концентрацияси камида 800 000 йил ичида энг юқори даражага етди, CO<sub>2</sub> узоқ умр кўрадиган иссиқхона газлари томонидан ютилган иссиқликнинг тахминан 66% ни ташкил қилади [7, 8].

Гидрогеллар анъанавий ёндашувларга нисбатан аниқ афзалликларга эга: улар пассив механизмлар орқали қуруқ вазнидан юзлаб ва минглаб марта кўпроқ сувни ютиб, энергия йўқотишларини бартараф этиши мумкин [9], электр энергиясидан фойдаланмасдан 90% гача сув миқдори билан буғланиш орқали совутишни таъминлайди [10, 11], қишлоқ хўжалиги суғориш эҳтиёжини 30-50% га камайтириш билан бирга экинлар ҳосилдорлигини оширади [12] ва биноларда автоном энергия тежаш имконини беради, бу эса истеъмолни 45% гача камайтиради [4].

Сув ресурсларининг камайиши Марказий Осиё ҳудудида ҳам яққол сезилмоқда. Дарё оқимларининг қисқариши, ер ости сувларининг пасайиши ҳамда суғориш тизимларидаги йўқотишлар натижасида сувдан самарали фойдаланиш масаласи янада долзарб аҳамият касб этмоқда. Шу сабабли сувни тежовчи ва намликни узоқ муддат сақловчи инновацион технологияларни жорий этиш зарур бўлиб қолмоқда. Шундай самарали технологиялардан бири гидрогель технологиясидир.

Гидрогель-бу сувни ўзига катта миқдорда сингдириб, уни аста-секин ўсимлик илдизларига етказиб берувчи юқори молекуляр гидрофил полимер моддадир. У тупроқ таркибига қўшилганда сувни ўзида жамлайди ва намлик камайганида уни секин-аста ажратиб чиқаради. Шу хусусияти туфайли гидрогель тупроқдаги намлик режимини барқарорлаштиришга хизмат қилади. Кимёвий жиҳатдан гидрогель кўпинча полиакрилат асосида ишлаб чиқарилади ва тармоқланган тузилишга эга бўлиб, сув билан тўйинганда бир неча юз



баробар ҳажмда шишади. Кўчат экиш жараёнида гидрогель қўлланилиши бир қатор агротехник афзалликларни беради. Аввало, тупроқнинг сувни ушлаб туриш қобилияти ошади ва суғориш оралиғи узаяди. Бу эса сув сарфини камайтиришга ёрдам беради. Бундан ташқари, доимий намлик мавжудлиги илдиз тизимининг фаол ривожланишини таъминлайди, озика моддаларнинг ўзлаштирилишини яхшилади ва ўсимликнинг стрессга чидамлилигини оширади.

Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, гидрогель қўлланилган майдонларда кўчатларнинг яшаб қолиш кўрсаткичи сезиларли даражада юқори бўлади. Гидрогель технологияси экологик ва иқтисодий жиҳатдан ҳам фойдали ҳисобланади. У тупроқ эрозиясини камайтиради, намликнинг тез буғланишини олдини олади ҳамда суғориш харажатларини қисқартиради. Айниқса кумли ва намликни тез йўқотувчи тупроқларда гидрогелнинг самарадорлиги юқори бўлади. Меъёрида қўлланганда у бир неча йил давомида ўз функциясини бажариши мумкин.

Гидрогелни қўллаш жараёни оддий бўлиб, у олдиндан сув билан аралаштирилиб шиширилади ва кўчат экиладиган чуқурчага жойлаштирилади. Сўнгра кўчат экилиб, тупроқ билан қопланади ва дастлабки суғориш амалга оширилади. Бироқ препаратни меъёридан ортиқ ишлатиш тавсия этилмайди, чунки бу тупроқнинг физик хусусиятларига салбий таъсир кўрсатиши мумкин.

Ушбу муаммони ҳал этишда тупроқнинг намлик сиғимини оширувчи ва сувни тежовчи инновацион полимерлар- гидрогеллар алоҳида аҳамият касб этмоқда. Гидрогель технологияси нафақат сувни тежайди, балки ўсимликнинг экстремал иссиқлик шароитида ҳам нормал ривожланишини кафолатлайди.

Гидрогель- бу юқори молекулали кросс-боғланган полимер бирикма бўлиб, у ўзига жуда кўп миқдордаги сув ва сувда эриган минерал моддаларни шимиб олиш хусусиятига эга.

Гидрогель гранулалари сув билан тўқнашганда, полимер занжирлари кенгаяди ва сув молекулаларини водород боғлари орқали ушлаб қолади. Бунда гранула ҳажми 300-500 мартагача катталашиб, гель ҳолатига ўтади.

Тупроқдаги сувнинг катта қисми “актив заҳира” ҳолатига ўтади.

Тупроқ қуриши билан ўсимлик илдизларидаги сўриш кучи (осмотик босим) таъсирида гель ўзидаги намликни аста-секин илдиз тизимига беради. Илмий жиҳатдан тупроқнинг умумий сув заҳираси қуйидаги формула билан ифодаланиши мумкин:

Гидрогель нафақат “намлик аккумулятори”, балки тупроқ мелиоранти вазифасини ҳам бажаради:

Гель шишиб ва қайта кичрайиши натижасида тупроқ доимий равишда “ҳаракатда” бўлади. Бу тупроқнинг зичлашиб қолишини олдини олади ва илдизларга кислород киришини таъминлайди.



Кумлоқ тупроқларда сувнинг ювилиб кетишини тўхтатади, лой тупроқларда эса сув ўтказувчанлигини яхшилайди.

Одатда суғориш пайтида минерал ўғитларнинг 40% гача қисми тупроқнинг чуқур қатламларига ювилиб кетади. Гидрогель эса бу моддаларни ўз таркибида ушлаб қолиб, ўғит самарадорлигини оширади.

Кўчат экиш жараёнида гидрогелдан фойдаланишнинг иккита асосий методи мавжуд:

1. Қуруқ гранулаларни тупроққа аралаштириш

Бу усул асосан катта майдонларда кўчат экишда қўлланилади.

Меъёр: Кўчат ўлчамига қараб 10 граммдан 40 граммгача.

Жараён: Экиш чуқурининг пастки қисмидаги тупроқ билан гранулалар яхшилаб аралаштирилади. Кўчат ўрнатилгандан сўнг, устидан тупроқ тортилади ва албатта кўп миқдорда сув берилади.

2. “Бўтқа” (гель) ҳолатида қўллаш

Бу метод кўчатларни кўчириб ўтказиш ва узоқ масофага ташишда тенгсиздир.

10 литр сувга 30-50 грамм гидрогель солиниб, 30-40 дақиқа давомида гелга айланиши кутилади.

Кўчат илдизи ушбу гелга ботирилади. Гель илдизни юпқа қобиқ сифатида ўраб олади ва экилгунча ўсимликни сувсизланишдан ҳимоя қилади.

Қуйидаги жадвалда гидрогель қўллашнинг анъанавий усулдан фарқи ва самарадорлиги 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

№	Кўрсаткичлар (1 гектар ҳисобига)	Анъанавий усул	Гидрогель қўллаш усули	Самарадорлик
1	Мавсумдаги суғориш сони	12-15 марта	5-6 марта	2.5 баравар тежалади
2	Сув сарфи (м <sup>3</sup> )	100%	55-60%	40% тежалади
3	Кўчатларнинг кўкариши	65-75%	95-98%	+25% юқори
4	Ишчи кучи харажати	Юқори	Паст	60% тежалади

Халқаро тажрибалар шуни кўрсатадики, гидрогель қўлланилганда манзарали дарахтларнинг йиллик ўсиш суръати 20-35% га ошади. Мевали дарахтларда эса намлик барқарорлиги ҳисобига меванинг ширинлик даражаси (Вrix шкаласи бўйича) яхшиланади.

Гидрогель технологияси-бу Ўзбекистоннинг қуруқ ва иссиқ иқлими учун “яшил нажот” йўлидир. Уни кенг жорий этиш нафақат қишлоқ хўжалиги маҳсулдорлигини оширади, балки мамлакатнинг сув хавфсизлигини таъминлашга ҳам хизмат қилади.

Гидрогелни фақат тупроқ остига (илдиз зонасига) солиш лозим, чунки қуёш нури полимерни парчалайди.



Илк суғоришни максимал даражада тўйинтириб амалга ошириш шарт. Шўрланган ерларда калий асосли гидрогеллардан фойдаланиш тавсия этилади.

### Фойдаланилган адабиётлар:

1. Abbass, K.; Qasim, M.Z.; Song, H.; Murshed, M.; Mahmood, H.; Younis, I. A Review of the Global Climate Change Impacts, Adaptation, and Sustainable Mitigation Measures. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 2022, 29, 42539–42559.
2. Абдуллаев С.А., Хошимов И.Н. «Тупроқ мелиорацияси ва гидрогель технологиялари». Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги журнали, №4, 2019 й.
3. Albalasmeh, A.A.; Mohawesh, O.; Gharaibeh, M.A.; Alghamdi, A.G.; Alajlouni, 19.M.A.; Alqudah, A.M. Effect of Hydrogel on Corn Growth, Water Use Efficiency, and Soil Properties in a Semi-Arid Region. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 2022, 21, 518–524.
4. Biondi, M.; Borzacchiello, A.; Mayol, L.; Ambrosio, L. Nanoparticle-Integrated Hydrogels as Multifunctional Composite Materials for Biomedical Applications. *Gels* 2015, 1, 162–178.
5. Бабаев М. «Қурғоқчил худудларда гидрогеллардан фойдаланиш». Фан ва технология, 2021 й.
6. FAO. Water conservation technologies for sustainable agriculture. Rome, 2018.
7. Lan, H.; Tans, P.; Toning, K.; NOAA Global Monitoring Laboratoriyasi. NOAA Global Monitoring Laboratoriyasi O'lchovlaridan olingan global o'rtacha CO<sub>2</sub> tendentsiyalari; NOAA GML: Boulder, CO, AQSh, 2023.
8. The concentration of greenhouse gases in 2023 is expected to increase sharply, reaching a new record. Available online: <https://wmo.int/news/media-centre/greenhouse-gas-concentrations-surge-again-new-record-2023> (data access: July 11, 2025).
9. Shan, H.; Poredoš, P.; Ye, Z.; Qu, H.; Zhang, Y.; Zhou, M.; Wang, R.; Tan, S.C. All-Day Multicyclic Atmospheric Water Harvesting Enabled by Polyelectrolyte Hydrogel with Hybrid Desorption Mode. *Adv. Mater.* 2023, 35, e2302038.
10. El Sayed, M.M. Production of Polymer Hydrogel Composites and Their Applications. *J. Polym. Environ.* 2023, 31, 2855–2879.
11. Zhao, R.; Zhao, Z.; Song, S.; Wang, Y. Multifunctional Conductive Double-Network Hydrogel Sensors for Multiscale Motion Detection and Temperature Monitoring. *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2023, 15, 59854–59865.
12. Koupai, J.A.; Eslamian, S.S.; Kazemi, J.A. Enhancing the Available Water Content in Unsaturated Soil Zone Using Hydrogel, to Improve Plant Growth Indices. *Ecohydrol. Hydrobiol.* 2008, 8, 67–75.
13. Climate Change: Global Temperature|NOAA Climate.Gov. Available online: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature> (accessed on 20 May 2025).



14.WMO Confirms 2024 as Warmest Year on Record at About 1.55 °C Above Pre-Industrial Level. Available online: <https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155degc-above-pre-industrial-level> (accessed on 11 July 2025).

15.Global Climate Highlights 2024. Copernicus Climate Change Service (C3S). Global Climate Highlights 2024. Available online: <https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2024> (accessed on 11 July 2025).