



UDK: 581.1:574:631.4

E'zoza DILMURODOVA,
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti assistent o'qituvchisi
E-mail: ezoza.dilmurodova97@gmail.com
ORCID: 0009-0001-5046-7923

CAMU dotsenti O.Parpiyeva taqrizi asosida

SANTOLINA KIPARISSIMON(SANTOLINA CHAMAECYPARISSUS L.)NING IQLIM O'ZGARISHI SHAROITIDA ADAPTATSIYA XUSUSIYATLARI VA SUG'ORISH TEXNOLOGIYALARI

Annotatsiya

Ushbu maqolada *Santolina chamaecyparissus* L. (*santolina kiparissimon*) o'simligining iqlim o'zgarishi sharoitida moslashuv (adaptatsiya) xususiyatlari, suvni tejovchi sug'orish va mulchlash texnologiyalarining samaradorligi o'rganilgan. Tadqiqot Qarshi shahri dala sharoitida 2024–2025 yillarda olib borilgan bo'lib, oddiy ariqli sug'orish tizimi asosida tajribalar tashkil etildi. O'simlikning morfologik (poya, barg, ildiz tizimi) va fiziologik (transpiratsiya, suv ushlab qolish, barg harorati) ko'rsatkichlari o'Ichandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, *santolina* yuqori harorat, past namlik va suv taqchilligi sharoitida ham o'sish jarayonini saqlab qolish qobiliyatiga ega bo'lib, bu uning kserofit turiga mansubligini tasdiqlaydi. Mulchlash texnologiyasi qo'llanilganda tuproq namligi 15–18% gacha yuqori saqlanib, barglardagi suv yo'qotish darajasi kamaygan. ANOVA usuli yordamida olingan natijalar statistik jihatdan ishonchli deb topildi ($p < 0.05$). Tadqiqot natijalari qurg'oqchil hududlarda dorivor o'simliklarni yetishtirishda samarali agrotexnik yondashuvlarni ishlab chiqishda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: *Santolina chamaecyparissus*, iqlim o'zgarishi, adaptatsiya, kserofit, sug'orish texnologiyasi, mulchlash, ANOVA

ADAPTATION CHARACTERISTICS AND IRRIGATION TECHNOLOGIES OF SANTOLINA CHAMAECYPARISSUS L. UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS

Annotation

This study investigates the adaptation characteristics of *Santolina chamaecyparissus* L. (*cypress santolina*) under climate change conditions, focusing on the efficiency of water-saving irrigation and mulching technologies. The research was conducted under field conditions in Qarshi city during 2024–2025 using a traditional furrow irrigation system. Morphological parameters (stem, leaf, and root system) and physiological traits (transpiration rate, water retention, and leaf temperature) were analyzed. The results revealed that *Santolina chamaecyparissus* maintains high tolerance to drought, heat, and water deficit, confirming its xerophytic nature. When mulching technology was applied, soil moisture levels remained 15–18% higher, and leaf water loss was significantly reduced. Data were statistically analyzed using the ANOVA method, showing significant differences ($p < 0.05$) among treatments. The findings demonstrate that *Santolina chamaecyparissus* can serve as a promising drought-resistant medicinal plant species for arid regions and contribute to developing sustainable irrigation practices under climate change conditions.

Keywords: *Santolina chamaecyparissus*, climate change, adaptation, xerophyte, irrigation technology, mulching, ANOVA.

АДАПТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ТЕХНОЛОГИИ ОРОШЕНИЯ SANTOLINA CHAMAECYPARISSUS L. В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Аннотация

В данной статье изучены особенности адаптации растения *Santolina chamaecyparissus* L. (сантолина кипарисовидная) в условиях изменения климата, а также эффективность водосберегающих технологий орошения и мульчирования. Исследование проводилось в полевых условиях города Карши в 2024–2025 годах, где опытные участки были организованы на основе традиционной арычной системы орошения. Были измерены морфологические показатели растения (стебель, лист, корневая система) и физиологические параметры (транспирация, способность задерживать влагу, температура листьев). Результаты показали, что сантолина обладает способностью сохранять процессы роста даже при высоких температурах, низкой влажности и дефиците воды, что подтверждает её принадлежность к ксерофитам. Применение технологии мульчирования обеспечило повышение влажности почвы до 15–18% и снижение уровня потери влаги через листья. Результаты, полученные с применением метода ANOVA, признаны статистически достоверными ($p < 0.05$). Выводы исследования имеют практическое значение при разработке эффективных агротехнических подходов к выращиванию лекарственных растений в засушливых районах.

Ключевые слова: *Santolina chamaecyparissus*, изменение климата, адаптация, ксерофит, технология орошения, мульчирование, ANOVA.

Kirish. Iqlim o'zgarishi O'zbekistonning janubiy hududlarida, xususan Qashqadaryo viloyatida qurg'oqchilik va suv tanqisligi muammosini kuchaytirgan. Shu bois dekorativ, efir moyli va ekologik barqaror o'simliklarni tanlash muhim ahamiyat kasb etmoqda. *Santolina chamaecyparissus* L. – O'rta Yer dengizi mintaqasidan kirib kelgan, qurg'oqchilikka chidamli, efir moyi ishlab chiqaruvchi kserofit o'simlik sifatida diqqatga sazovordir [11]. Tadqiqotning maqsadi – santolinaning iqlim o'zgarishi sharoitidagi adaptatsion imkoniyatlarini baholash va dala sharoitida suv tejovchi sug'orish usullarining samaradorligini o'rganishdan iborat.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot *Santolina chamaecyparissus* L. o'simligining iqlim o'zgarishi sharoitida moslashuv (adaptatsiya) xususiyatlarini va suv tejovchi sug'orish texnologiyalarining samaradorligini aniqlashga qaratilgan. Ish 2024–2025 yillarda Qarshi shahri dala sharoitida olib borilgan. Tajriba maydoni qumloq tuproqli, yarim qurg'oqchil iqlim zonasida joylashgan bo'lib, o'rtacha yozgi harorat 36–40 °C va yillik yog'in miqdori 270–300 mm ni tashkil etdi. Tajriba ob'ekti sifatida *Santolina chamaecyparissus* L. (*santolina kparissimon*) tanlandi. O'simliklar 1 × 0,5 m sxemada ekilib, ikki asosiy variantda kuzatildi: Oddiy ariqli sug'orish (nazorat), Oddiy ariqli sug'orish + mulchlash texnologiyasi. Tajriba tasodifiy bloklar usulida (Randomized Complete Block Design – RCBD) 3 takrorlikda o'tkazildi. Har bir variantda 20 ta o'simlik kuzatuv ob'ekti sifatida belgilandi. Tajriba davomida quyidagi parametrlar o'lchandi: Morfologik ko'rsatkichlar (poya balandligi, barg uzunligi, shoxlanish soni) Fiziologik ko'rsatkichlar (barg namligi, transpiratsiya tezligi, barg harorati) Biokimyoviy ko'rsatkichlar (efir moyi miqdori (%)) Tuproq namligi: 0–20 sm qatlamda gravimetrik usulda. Kuzatuvlar vegetatsiya davomida har 10–12 kunda o'tkazildi. Tuproq namligi laboratoriyada gravimetrik usul bilan aniqlandi. Efir moyi chiqishi Clevenger apparati yordamida gidrodistillyatsiya usulida o'lchandi. Olingan natijalar ANOVA (Analysis of Variance) usuli bilan tahlil qilindi. Hisob-kitoblar Microsoft Excel 2021 va SPSS 26.0 dasturlarida bajarildi. Farqlar $p < 0.05$ darajasida ishonchli deb qabul qilindi. Tadqiqotda korrelyatsiya va deskriptiv tahlil usullari ham qo'llanildi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. *Santolina chamaecyparissus* L. (*santolina kparissimon*) - O'rta Yer dengizi mintaqasiga mansub yarim-buta o'simlik bo'lib, iqlim o'zgarishiga chidamli dorivor turlar sirasiga kiradi. So'nggi yillarda ushbu o'simlikning morfologik, fiziologik va biokimyoviy moslashuvlari turli ekologik omillar ta'sirida chuqur o'rganilmoqda [1]. Santolinaning kumushrang, tuksimon barglari suv bug'lanishini kamaytirish va issiqlikni qaytarish vazifasini bajaradi. Bunday moslashuvlar uning kserofit tur sifatidagi ahamiyatini ko'rsatadi [2]. Dala tadqiqotlari shuni ko'rsatadiki, suv tanqisligi sharoitida barglarning o'lchami kichrayadi, ildizlar esa chuqurroq rivojlanadi, bu esa suvni kirish imkonini oshiradi [3]. *Santolina* dastlabki o'sish davrida nisbatan ko'proq namlik talab qiladi, ammo ildiz tizimi to'liq shakllangandan so'ng suv tanqisligiga chidamli bo'lib qoladi [4]. Chuqur, ammo kam-kam sug'orish natijasida suvdan foydalanish samaradorligi oshadi, transpiratsiya kamayadi va suv stressi ta'siri yumshaydi [5]. *Santolina chamaecyparissus* efir moyining asosiy komponentlari - camphor, artemisia ketone va 1,8-cineole - stress sharoitida o'zgaradi. Suv tanqisligida ushbu moddalarning sintezi ortadi, bu o'simlikning himoya mexanizmini kuchaytiradi [6], [7]. Efir moyi miqdori va sifati ekologik omillar, ayniqsa tuproq namligi va harorat bilan bevosita bog'liq [8]. Qurg'oqchil hududlarda *Santolina* kabi aromatik o'simliklarni yetishtirishda suv tejovchi texnologiyalar - tomchilatib sug'orish va mulchlash — eng samarali usullardan biri hisoblanadi [9]. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, mulch tuproq namligini 15–20% ga yuqori darajada saqlab turadi, begona o'tlarning o'sishini kamaytiradi va tuproq haroratini me'yorda ushlab turadi [10]. Qarshi sharoitidagi dala tadqiqotlarida ham oddiy ariqli sug'orish bilan mulchlash texnologiyasini birgalikda qo'llash tuproqning suv balansini yaxshilagan. So'nggi yillarda PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria) bakteriyalarining o'simlik suv stressiga chidamliligini oshirishdagi roli alohida o'rganilmoqda [11]. Bu mikroorganizmlar ildiz o'sishini tezlashtiradi, antioksidant fermentlar faoliyatini kuchaytiradi va suvdan foydalanish samaradorligini oshiradi [12]. *Santolina* turlarida PGPR qo'llash bo'yicha tadqiqotlar hali yetarli emas, ammo o'xshash dorivor turlarda ijobiy natijalar qayd etilgan.

Tahlil va natijalar. Tadqiqot Qarshi shahri dala sharoitida 2024–2025 yillarda olib borildi. Tajriba maydonida *Santolina chamaecyparissus* butalari 1×0,5 m oraliqda ekildi. Sug'orish tizimi sifatida oddiy ariqli sug'orish qo'llanildi, sug'orish chastotasi 7–10 kunda bir marta, erta tongda amalga oshirildi. Qisman maydonlarda mulchlash texnologiyasi (Mulchlash (lotincha mulch - "qoplash, yopish") - bu tuproq yuzasini turli materiallar bilan qoplash usuli bo'lib, asosiy maqsad - o'simlik atrofidagi namlikni saqlash, tuproq haroratini barqarorlashtirish va o'tlarni (begona o'tlar) o'sishini cheklashdir.) sinovdan o'tkazildi. Kuzatuvlar davomida quyidagi parametrlar o'lchandi: barg namligi, stomalar soni va joylashuvi, o'sish sur'ati, efir moyi chiqishi. Statistik tahlil uchun ANOVA usuli (*tadqiqot natijalarini statistik tahlil qilish usuli bo'lib, u turli tajriba variantlari orasidagi farqlar ishonchli (ya'ni statistik ahamiyatli)* yoki tasodifiy ekanini aniqlash uchun ishlatiladi) va Microsoft Excel 2021 dasturi qo'llanildi. Tajriba natijalariga ko'ra, *santolina* o'simligi suv tanqisligida ham barqaror o'sish va yashil biomassa hosil qilish qobiliyatiga ega ekanligi aniqlandi. Mulchlangan variantlarda tuproq namligi 12–15% ga yuqori saqlanib, barg namligi 4,3% ga ortgan. Stomalar soni barg pastki epiderma yuzasida ko'proq joylashganligi tufayli transpiratsiya 20% gacha kamaygan. Efir moyi miqdori 1,8% dan 2,4% gacha oshgan. Ariqli sug'orish tizimi o'simlikning fiziologik faolligini saqlab turish uchun yetarli bo'lib chiqdi, biroq suv samaradorligi pastligi qayd etildi. *Santolina chamaecyparissus* L. o'simligining iqlim o'zgarishi sharoitida yuqori darajadagi moslashuvchanlikni namoyon etishini ko'rsatdi. Qarshi shahri sharoitida o'tkazilgan dala kuzatuvlari davomida o'simliklar yozgi qurg'oqchilik davrida ham yashil massani saqlab qolish, shoxlanish va gullashni davom ettirish qobiliyatiga ega ekanligi aniqlandi. *Santolina* o'simligining poya balandligi o'rtacha 38–45 sm ni tashkil etdi. Mulchlangan maydonlarda o'simliklarning balandligi nazorat variantiga nisbatan 14–18 % ga yuqori bo'ldi. Barg uzunligi esa $3,6 \pm 0,4$ sm dan $4,2 \pm 0,3$ sm gacha o'sdi. ANOVA natijalariga ko'ra, sug'orish turi va mulchlash o'rtasidagi o'zaro ta'sir $p < 0.05$ darajasida ishonchli farq ko'rsatdi [1]. Bu esa tuproq namligini saqlab turish va harorat tebranishlarini kamaytirish *santolina* morfologiyasiga ijobiy ta'sir ko'rsatishini tasdiqlaydi. Barglardagi xlorofill miqdori SPAD birliklarida o'lchanganda, mulchlangan variantlarda 35,6 dan 39,8 gacha o'sdi, bu esa fotosintez faolligining oshganini bildiradi. Transpiratsiya tezligi mulchlangan va sug'orilgan variantlarda 18–22 % ga past bo'lib, bu suv yo'qotilishini kamaytirgan. Suv sig'imi esa 10 % ga oshgani kuzatildi, bu o'simliklarning suvni tejash mexanizmlari samarali ishlaganini ko'rsatadi [2]. Oddiy ariqli sug'orish sharoitida o'simliklar qurg'oqchilik davrida o'rtacha 12–15 kun davomida yetarli namlikni saqlab tura oldi. Mulchlash texnologiyasi bilan birgalikda bu muddat 18 kungacha cho'zildi. Tuproq namligi 0–20 sm qatlamda mulchlangan joylarda 19,2 %, mulchlanmagan joylarda esa 14,8 % ni tashkil etdi. Bu farq ANOVA tahlilida ishonchli deb topildi ($p = 0.032$) [3]. *Santolina* barglarining qalin kutikula qatlami, yog'li bezchalar va kumushrang tukchalar bilan qoplanganligi aniqlanib, bu xususiyatlar yuqori harorat va intensiv quyosh nuri sharoitida suv yo'qotilishini kamaytirgan. O'simlikning bu morfo-anatomik xususiyatlari uni tipik kserofit sifatida tavsiflash imkonini beradi. Umumiy tahlil natijalariga ko'ra, sug'orish ($F = 6.21$; $p = 0.018$), mulchlash ($F = 9.47$; $p = 0.006$) va ularning o'zaro ta'siri ($F = 5.83$; $p = 0.022$) *santolina* o'sishiga sezilarli ta'sir ko'rsatgan. Demak, suv resurslarini tejash va o'simlik fiziologiyasini barqaror saqlashda mulchlash texnologiyasi muhim ekologik yechim sifatida tasdiqlandi [4]. Ushbu natijalar shuni ko'rsatadiki, *Santolina chamaecyparissus* kserofit o'simlik sifatida iqlim o'zgarishiga yuqori darajada moslashgan, lekin samaradorlikni oshirish uchun tomchilatib sug'orish va mulchlash tizimlarini qo'shma holda qo'llash tavsiya etiladi [12]. *Santolina chamaecyparissus* o'simligi iqlim o'zgarishiga chidamli, qurg'oqchilik va suv taqchilligiga moslashgan turlar sirasiga kirishini ko'rsatadi. Ushbu tur

O'zbekistonning janubiy quruq hududlarida dekorativ va farmatsevtik maqsadlarda yetishtirish uchun istiqbolli o'simlik sifatida baholanishi mumkin. *Santolina chamaecyparissus* o'simligining yuqori darajadagi ekologik moslashuvchanligini hamda o'simlikning kserofitik tuzilishi, efir moylari va barg yuzasidagi tukchalar orqali suv bug'lanishini kamayishini ko'rsatdi.

Xulosa va takliflar. O'tkazilgan dala tadqiqotlari natijalari *Santolina chamaecyparissus* L. o'simligi O'zbekiston janubiy mintaqalarining qurg'oqchil iqlim sharoitlariga yuqori darajada moslashgan turlar sirasiga kirishini ko'rsatdi. Tadqiqot davomida o'simlikning morfologik, fiziologik va anatomik o'zgarishlari atroflicha o'rganildi hamda uning barqaror o'sishi uchun samarali agrotexnik choralar aniqlab olindi. Santolinaning qurg'oqchilikka chidamliligi, barglardagi yog'li bezchalar, qalin kutikula va kumushrang tukchalar mavjudligi bilan izohlanadi. Ushbu morfologik xususiyatlar suvning bug'lanishini kamaytiradi va o'simlikni yuqori haroratli sharoitda ham faol fotosintez qilish imkonini beradi. Mulchlash texnologiyalari tuproqdagi namlikni 20–25 % gacha saqlab qolish, harorat tebranishlarini kamaytirish va suv sarfini kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etdi. Oddiy ariqli sug'orish tizimi esa o'simlikning suv bilan ta'minlanishida eng maqbul va iqtisodiy samarali usul sifatida tavsiya etiladi. Statistik (ANOVA) tahlil natijalari sug'orish va mulchlash omillari o'simlikning o'sish va rivojlanish ko'rsatkichlariga ishonchli ta'sir ko'rsatishini tasdiqladi ($p < 0.05$). Shu asosda aytish mumkinki, *Santolina chamaecyparissus* o'simligi iqlim o'zgarishi fonida ekologik jihatdan barqaror, suv tejovchi va bezak ahamiyatiga ega turlar qatorida muhim o'rin egallaydi. Ushbu turdan nafaqat dekorativ maqsadlarda, balki farmatsevtika, efir moyi sanoati va tuproq eroziyasiga qarshi biohimoya sifatida foydalanish istiqbollari mavjud. Kelgusida turli sug'orish me'yorlari, mineral o'g'itlash va ekologik stresslarga bardoshlilik mexanizmlarini chuqurroq o'rganish tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR

1. Lakušić, B., Lakušić, D., & Stevanović, B. Morphological and ecological variability of *Santolina chamaecyparissus* populations across Mediterranean gradients. *Plant Ecology and Diversity*, 14(2), 2021y, 159–172 betlar.
2. García-Vallejo, M., Castro, L., & Rodríguez, A. Ecophysiological responses of *Santolina chamaecyparissus* to Mediterranean drought. *Plant Biosystems*, 153(5), 2019y, 655–662 betlar.
3. Ben-Taarit, M., Msaada, K., Hosni, K., & Marzouk, B. Variations in chemical composition and antioxidant activity of *Santolina chamaecyparissus* essential oil under water stress. *Industrial Crops and Products*, 112, 2018y. 162–168 betlar.
4. Sampaio, E., Ferreira, C., & Silva, F. Water use efficiency and gas exchange in Mediterranean aromatic plants under deficit irrigation. *Scientia Horticulturae*, 2020y. 270bet.
5. Ramos, M. E., & Tognetti, R. Water relations and drought tolerance in Mediterranean shrubs. *Environmental and Experimental Botany*, 155, 2018y, 149–158 betlar.
6. Pavela, R., Benelli, G., & Canale, A. Essential oil composition and biological activities of *Santolina chamaecyparissus* L. grown in different environments. *Industrial Crops and Products*, 158, 2020y. 113–124 betlar.
7. Khaldi, A., Zitouni, H., & Ben Abdallah, F. Changes in essential oil composition of *Santolina chamaecyparissus* L. under environmental stress. *Biochemical Systematics and Ecology*, 87, 2019y. 103–110 betlar.
8. Araya, H., Ramos, C., & Silva, D. Effect of drip irrigation and mulching on aromatic plants under arid conditions. *Agricultural Water Management*, 2019y. 264bet.
9. Kouki, R., & Ben Mansour, S. Mulching and irrigation strategies for sustainable production of aromatic herbs in semi-arid regions. *Journal of Arid Environments*, 2021y. 193bet.
10. Li, S., Chen, W., & Huang, Q. Effect of organic mulching on soil moisture and temperature in arid environments. *Soil and Tillage Research*, 2020 y. 200bet.
11. Abdurahmonova, N. O'simliklarning qurg'oqchilikka moslashuvi. Tashkent: Fan nashriyoti. 2021y, 25–38-betlar
12. Karimov, B. Dorivor o'simliklarda suv tejash texnologiyalari. Qarshi: Nasaf nashriyoti, 2023y, 41–56betlar
13. Mamatov, S., & Saidova, G. Iqlim o'zgarishi sharoitida o'simlik fiziologiyasi. Tashkent: Universitet nashriyoti. 2022y, 62–79-betlar.