

## उपांतरित कलश सिंचाई- कृषि में जल संरक्षण की राह

### Modified Pitcher Irrigation- Path to Conservation of Water in Agriculture

पंकज जाखड़<sup>1</sup>, राजदीप मुंधियाड़ा<sup>2</sup>, रोहिताश बाजिया<sup>3</sup>, आनंद कृष्णन प्लापल्ली<sup>4</sup>

Pankaj Jakhar<sup>1</sup>, Rajdeep Mundiya<sup>2</sup>, Rohitash Bajiya<sup>3</sup>, Anand Krishnan Plappally<sup>4</sup>

<sup>1, 4</sup> Indian Institute of Technology Jodhpur

<sup>2,3</sup> Agriculture University Jodhpur

<sup>4</sup>Center for Emerging Technologies for Sustainable Development, IIT Jodhpur

[jakhar.2@iitj.ac.in](mailto:jakhar.2@iitj.ac.in), [rmundiya5@gmail.com](mailto:rmundiya5@gmail.com), [bajiyarohitash@gmail.com](mailto:bajiyarohitash@gmail.com), [anandk@iitj.ac.in](mailto:anandk@iitj.ac.in)

<https://doie.org/10.0524/VP.2024694052>

#### सारांश

कलश सिंचाई विश्व की सबसे पुरानी सिंचाई प्रणाली में सम्मिलित है जिससे शुष्क क्षेत्रों में सिंचाई हेतु उच्च जल उपयोग दक्षता प्राप्त होती है। उपांतरित कलश सिंचाई पूर्व में उपयोग लायी जा रही कलश सिंचाई विधि का ही एक उन्नत रूप है, जिसमें कुछ विशेष गुण हैं जैसे नवीनतम निर्माण प्रणाली, उच्च पारगम्यता, टिकाऊ संरचना और गैर ऊर्जा आधारित जल प्रवाह प्रणाली। नैनो छिद्र आधारित उपांतरित कलश की पारगम्यता नियंत्रित होती है और आसपास के क्षेत्र में गुरुत्वाकर्षण प्रवाह के माध्यम से सूक्ष्म सिंचाई का साधन बनाता है। उपांतरित कलश सिंचाई प्रणाली में जल एवं उर्वरक का इष्टतम उपयोग संभव है। इस तकनीक की उपयोग से कृषि में जल संरक्षण और सघन बहुफसली खेती संभव है। इस प्रणाली द्वारा किसान कुम्हार संबंध का पुनः कायाकल्प किया जा सकता है साथ ही इससे स्थानीय स्तर पर स्वरोजगार सृजन की भी संभावनाएं हैं।

#### Abstract

Pitcher Irrigation is one of the oldest irrigation systems from ancient times and has a proven track record of achieving high-water use efficiency and practicability in arid zone. Modified pitcher irrigation is an advanced form of traditional pitcher irrigation technology which has some unique features like an advanced manufacturing process, serviceability and high durability with non-energy-based water dissipation system. Nano pore based modified pitchers have controlled permeability and provide micro-irrigation through gravity flow in the vicinity. Modified pitcher irrigation can allow optimal use of water and fertilizers. This technology can pave the path for the promotion of water conservation in agriculture along with intensive multi-cropping. With the adoption of this technology, the farmer-potter bond can be rejuvenated, along with the employment generation at the local level.

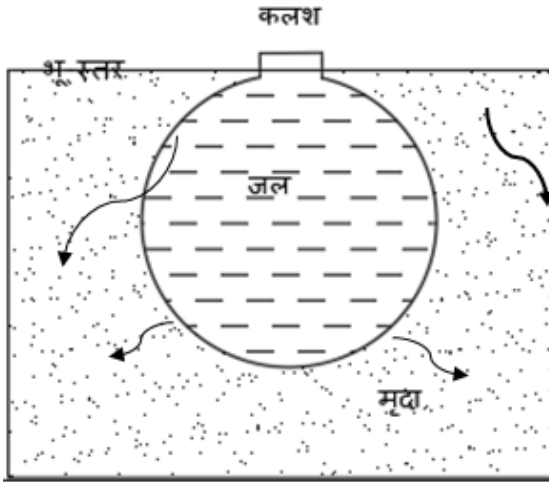
**मुख्य शब्द:** सूक्ष्म सिंचाई, कलश, जल संरक्षण, स्थानीय स्वरोजगार

**Key words:** Micro Irrigation, Pitchers, Water Conservation, Local self-employment

#### 1. परिचय

पौधों को जल प्रदान करने की प्रक्रिया को सिंचाई कहते हैं, और इससे पौधे को जल एवं अन्य पोषक तत्व प्राप्त होते हैं। कलश सिंचाई एक प्राचीन सिंचाई प्रणाली है और पारंपरिक प्रणालियों में सबसे दक्ष मानी

जाती है [1,2,3]। प्राचीन समय में कलश सिंचाई प्रणाली का प्रयोग भारत, चीन, अफ्रीका, दक्षिणी अमरीका और मध्य पूर्व के क्षेत्रों में होता रहा है [1]। यह सिंचाई प्रणाली तुलनात्मक रूप से कम दर पर ड्रिप सिंचाई के समान दक्षता प्रदान करती है [4]। कलश सिंचाई हेतु उपयोग में लाये जा रहे चिकनी मिट्टी के कलश को आवश्यकतानुसार आकार में ढाल कर उच्च तापमान (400°C से अधिक) पर पकाया जाता है। मिट्टी में अन्य अवयवों (समान्यतः कार्बनिक अवयव) को निर्धारित अनुपात में मिलाकर आवश्यकता अनुसार रिसाव दर प्राप्त की जा सकती है [5,6]।

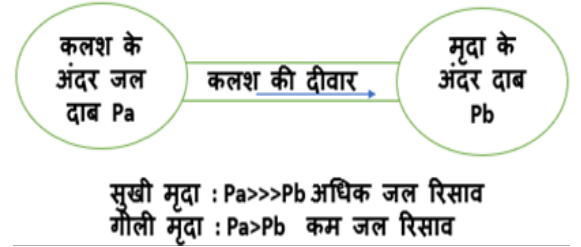


चित्र 1. कलश सिंचाई प्रणाली योजनाबद्ध आरेख

इस प्रणाली में कलश को मिट्टी में सिरे तक गाड़कर उसमें समय-समय पर फसल की आवश्यकतानुसार जल भर दिया जाता है। अन्य सिंचाई स्रोत के अभाव में वाष्पीकरण और पौधों द्वारा अवशोषण के कारण मृदा में जल की मात्रा समय के साथ कम होती है। इस कारण कलश और मृदा के बीच द्रवीय ढाल उत्पन्न होती है और जल कलश की दीवारों से रिसकर आसपास की मृदा में नमी की मात्रा को बढ़ाता है। कलश उप-सतह सिंचाई प्रणाली की दक्षता कई कारकों पर निर्भर करती है जैसे कि कलश का प्रवाहकत्व, छिद्रता, मोटाई, छिद्र का आकार, मृदा और फसल का प्रकार और

फसल की उम्र। इन सभी में सबसे प्रमुख कलश का प्रवाहकत्व है। [5]

कुछ शोधकर्ताओं के अनुसार कलश प्रणाली एक प्रकार की स्व-नियामक सिंचाई प्रणाली है। समय के साथ कलश से जल रिसकर समीप की मृदा की नमी को बढ़ाता है। सूखी मृदा के अंदर गीली मृदा की तुलना में अधिक ऋणात्मक चूषण दाब होता है। अतः एक बार मृदा नम हो जाने के पश्चात कलश से जल प्रवाह दर कम हो जाती है। दूसरे शब्दों में कहें तो सूखी मृदा-कलश (प्रारम्भिक अवस्था) में जल प्रवाह अधिक होगा और नम मृदा-कलश (अंतिम अवस्था) में स्वतः रूप से जल प्रवाह दर कम हो जाती है। [7]



चित्र 2. स्व-नियामक सिंचाई प्रणाली

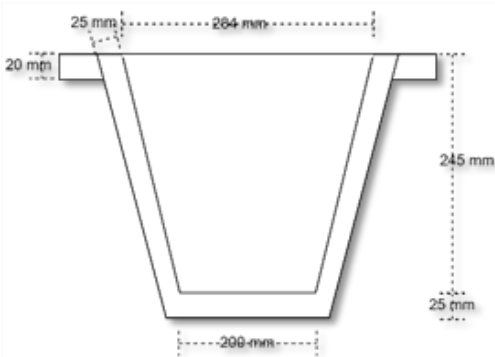
एक अन्य शोध के अनुसार कलश से निस्सरण होने वाले द्रव की प्रवाह दर कलश से दूरी के साथ तेजी से कम होती है। समान्यतः केवल 30 सेंटीमीटर त्रिज्या और 40 सेंटीमीटर गहराई तक ही जल का प्रवाह होता है [8]। अतः कलश के आसपास के क्षेत्र के पौधों की जड़ों में ही जल प्राप्त होता है और अधिक जल दक्षता प्राप्त की जा सकती है [8]। उपांतरित कलश सिंचाई द्वारा कलश के आसपास की मृदा की क्षारता 75% तक कम की जा सकती है [9]। संरक्षण कृषि एक खेती विधि है जिसमें मृदा को न्यूनतम आकुल करते हुए कृषि योग्य भूमि में आवश्यक खनिजों को संरक्षित किया जाता है। इससे कृषि योग्य भूमि का संरक्षण होता है और क्षरित भूमि के पुनर्नियोजन में सहायता मिलती है [10]।

वर्तमान शोध में उपांतरित कलश सिंचाई पर प्रकाश डाला गया है जिसमें पारंपरिक कलश को

और अधिक दक्ष बनाया गया है और इससे कृषि हेतु जल संरक्षण की संभावनाओं पर प्रकाश डाला गया है।

## 2. आकार एवं निर्माण

उपांतरित कलश सिंचाई, पारंपरिक कलश सिंचाई का एक उन्नत रूप है। उपांतरित कलश का आकार उल्टे छिन्नक रूप का होता है जिससे जल प्रवाह पौधों के जड़ के रूप में ही होता है और क्षैतिज दिशा में अधिक जल प्रवाह प्राप्त किया जा सकता है। ऊपरी सिरे पर कॉलर के कारण उपांतरित कलश को उपयोग के दौरान और उपयोग पश्चात मृदा से निकाल कर उसकी सफाई आसानी से की जा सकती है। उल्टे छिन्नक रूप के कारण कलश के आसपास की मृदा को बिना आकुल किए मृदा से निकाला और पुनः डाला जा सकता है। पारंपरिक कलश के गोलाकार आकार के कारण एक बार भूमि में गाड़ने के पश्चात भूमि को बिना आकुल किए निकालना संभव नहीं है। इस सिंचाई प्रणाली में संरक्षण कृषि विधि का प्रयोग किया जा सकता है। पारंपरिक कलश की मोटाई केवल 5–7 मिमी होती है और इस कारण उपयोग के समय इसके टूट-फूट की संभावना बढ़ जाती है। उपांतरित कलश की मोटाई 25 मि.मी. होती है इस कारण वह अधिक मजबूत और टिकाऊ होता है और 4–5 वर्षों तक सिंचाई में उपयोग लिया जा सकता है।



चित्र 3. उपांतरित कलश आरेख

पारंपरिक कलश के निर्माण में 90 प्रतिशत से अधिक चिकनी मिट्टी का प्रयोग होता है और इस कारण इसकी पारगम्यता काफी कम (0.07 से.मी./दिन–0.14 से.मी./दिन) होती है। इस कारण रेतीली मिट्टी में कलश से जल का क्षैतिज फैलाव कम होता है और ऊर्ध्वाधर फैलाव अधिक होता है। इस कारण काफी मात्रा में जल पौधों के जड़ क्षेत्र से अधिक गहराई में जाकर अनुपयोगी हो जाता है। उपांतरित कलश के निर्माण में 70 प्रतिशत चिकनी मिट्टी और 30% प्रतिशत (आयतन) सूखी वनस्पति का प्रयोग होता है। यह वनस्पति कच्चे घड़े को पकाने के पश्चात कलश की पारगम्यता बढ़ा (2–3 से.मी./दिन) देती है। इस अधिक पारगम्यता के कारण कलश से जल रसाव दर में वृद्धि होती है और ऊर्ध्वाधर दिशा में भी जल प्रवाह बढ़ता है। ऊर्ध्वाधर दिशा में प्रवाहित जल से अधिक संख्या में पौधों को सिंचित किया जा सकता है और साथ ही बहु-फसली कृषि भी अपनायी जा सकती है। उपांतरित कलश के निर्माण हेतु मशीन का उपयोग होता है जिससे एक रूप, आकार और मोटाई के साथ तीव्र निर्माण संभव है। इस मशीन द्वारा 10 टन के भार के कारण कलश का घनत्व बढ़ जाता है और सभी छिद्रों का आकार (0.02–25 नैनोमीटर) नैनो छिद्रों की श्रेणी में आ जाता है।

### सारणी 1: पारंपरिक कलश और उपांतरित कलश

गुणधर्म	पारंपरिक कलश	उपांतरित कलश
निर्माण में कच्चे पदार्थ	चिकनी मिट्टी >90%	चिकनी मिट्टी -70%
दीवारों की मोटाई (मी. मी.)	7	25
आकार	गोलाकार	उल्टा छिन्नक
पारगम्यता (से.मी./दिन)	0.07–0.14	2–3
क्षैतिज जल प्रवाह	न्यूनतम	मध्यम
रखरखाव	संभव नहीं	आसान
जीवनकाल (कृषि ऋतु)	2	8 –10

## उर्वरक उपयोग

उर्वरकों के अत्यधिक उपयोग से समय के साथ साथ मृदा के उपजाऊपन पर भी नकारात्मक प्रभाव पड़ता है और यदि समय पर सही उपचार न किया जाए तो उपज ऋणात्मक हो जाती है। अतः मृदा की उर्वरकता बनाए रखने के लिए इस विधि में जल घुलित उर्वरकों का भी इस्तेमाल किया जा सकता है जिसे निश्चित मात्रा में जल में घोल कर उपांतरित कलश के जल के साथ मिला दिया जाता है। चूंकि उर्वरक केवल जल के साथ प्रवाहित होते हैं अतः इसे एक प्रकार से परिशुद्ध खेती कहा जा सकता है। नाइट्रोजन हेतु हाल ही में इपको (IFFCO) द्वारा उत्पादित नैनो यूरिया के उपयोग से उपांतरित कलश सिंचाई विधि में और अधिक दक्षता प्राप्त की जा सकती है। 500 मिलीलीटर नैनो यूरिया 50 किलोग्राम दानेदार यूरिया के समकक्ष प्रभावी होता है और इसको जल में घोल कर पत्तों पर छिड़काव करके कृषि में रासायनिक उर्वरकों के उपयोग को कम किया जा सकता है।

## सामाजिक प्रभाव

कलश निर्माण का इतिहास मानव सभ्यता के इतिहास के साथ जुड़ा हुआ है। परंपरागत रूप से यह कला भारतीय जीवनशैली का अभिन्न अंग थी और ग्रामीण क्षेत्रों में शिल्पकारों (कुम्हारों) के लिए यह रोजगार का प्रमुख साधन था। परंतु वर्तमान समय में उत्क्रम परासरण (Reverse Osmosis) और बूँद-बूँद सिंचाई के साधनों के आगमन से प्राचीन किसान-कुम्हार का सामाजिक जोड़ टूट गया है। इस सिंचाई प्रणाली के उपयोग से न सिर्फ जल उपयोग दक्षता में वृद्धि होगी अपितु ग्रामीण क्षेत्रों में स्वरोजगार बढ़ने के साथ साथ किसान-कुम्हार का सामाजिक जोड़ पुनः स्थापित होने में भी सहायता मिल सकती है।

## ऊर्जा उपयोग

वर्तमान में जल दक्ष सिंचाई प्रणालियाँ (ड्रिप/

फव्वारा) न केवल महंगी है बल्कि यह अत्यधिक ऊर्जा का उपयोग भी करती है। इस कारण कई बार दूर दराज के क्षेत्रों और छोटे किसानों के लिए इन प्रणालियों का प्रयोग दुर्गम हो जाता है। इसके विपरीत उपांतरित कलश का प्रयोग कहीं पर भी बिना ऊर्जा पर निर्भर रहे हुए किया जा सकता है [11]।

## पर्यावरण प्रभाव

अधिक जल दक्षता हेतु वर्तमान में उपयोग होने वाली प्रणालियाँ (ड्रिप) प्लास्टिक से निर्मित होती हैं और इनके जीवनकाल के पश्चात सामान्यतः इसका निस्तारण कठिन होता है। कई बार यह गैर उपयोगी प्लास्टिक कचरा मृदा में माइक्रो प्लास्टिक प्रदूषण का स्रोत भी हो जाता है। इसके विपरीत उपांतरित कलश के जीवन काल के बाद इससे पर्यावरण पर कोई दुष्प्रभाव नहीं पड़ता और यह मिट्टी में कार्बन बढ़ाने का कार्य करता है।

## अनुप्रयोग

इस विधि का उपयोग मुख्य रूप से सब्जियों की खेती हेतु अधिक प्रभावी सिद्ध हो सकता है। क्षेत्र व फसल विशेष के अनुसार इस विधि का उपयोग करते हुए उन्नत उत्पादन तकनीक विकसित किये जाने की भी आवश्यकता है।

## भविष्य की दिशाएं

उपांतरित कलश को और अधिक दक्ष बनाने हेतु अधिक शोध के साथ साथ इसके प्रचार प्रसार की आवश्यकता है। चूंकि इससे ग्रामीण क्षेत्रों में रोजगार उत्पन्न होने की संभावना भी है अतः इसे सरकारी नीति में (जैसे महात्मा गांधी ग्रामीण रोजगार योजना) सम्मिलित कर ग्रामीण क्षेत्रों में वृक्षारोपण और चरागाह के कायाकल्प में उपयोग लिया जा सकता है।

## अभिस्वीकृति

इस शोध कार्य में रूरल टेक्नोलॉजी ऐक्शन ग्रुप (RuTAG) भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान दिल्ली, और भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान जोधपुर का सहयोग रहा है।

शोध पत्र में प्रयुक्त अंग्रेजी शब्दों की समानार्थक हिंदी शब्दावली

Alphabetically sorted terminology in English	वर्णमाला अनुक्रमित हिंदी शब्दावली
drip irrigation	बूंद-बूंद सिंचाई
frustum	छिन्नक
micro irrigation	सूक्ष्म सिंचाई
modified pitcher irrigation	उपांतरित कलश सिंचाई
reverse osmosis	उत्क्रम परासरण

संदर्भ

1. Mondal, R. C. "Farming with a pitcher: A technique of water conservation." World crops (1974).
2. Das, K. G. Controlled-release technology: bioengineering aspects. 1983..
3. Bainbridge, David A. "Buried clay pot irrigation: a little known but very efficient traditional method of irrigation." Agricultural water management 48.2 (2001): 79-88
4. Batchelor, Charles, Christopher Lovell, and Monica Murata. "Simple microirrigation techniques for improving irrigation efficiency on vegetable gardens." Agricultural Water Management 32.1 (1996): 37-48.
5. Siyal, Altaf A., Martinus Th van Genuchten, and Todd H. Skaggs. "Performance of pitcher irrigation system." Soil science 174.6 (2009): 312-320.
6. Plappally, A. K., et al. "Theoretical and experimental investigation of water flow through porous ceramic clay composite water filter." Fluid Dynamics and Materials Processing 5.4 (2009): 373-398..
7. Stein, T. M. Development and evaluation of design criteria for pitcher irrigation systems. Beiheft No. 66, Selbstverlag des Verbandes der Tropenlandwirte. Witzenhausen eV, Witzenhausen. ISBN3-88122-971-X, 1998..
8. Saleh, Edward, and Budi I. Setiawan. "Numerical modeling of soil moisture profiles under pitcher irrigation application." Agricultural Engineering International: CIGR Journal 12.2 (2010): 14-20.,
9. Jakhar, P., et al. "Controlled porosity based sub-surface porous vessel (SSPV) structures for irrigating organic farms of fruits and vegetables." International Symposium on Botanical Gardens and Landscapes 1298. 2019.
10. <https://www.fao.org/conservation-agriculture/overview/what-is-conservation-agriculture/en/>
11. <https://www.iffco.in/en/nano-urea-liquid-fertilizer>

"Don't decide your future, decide your habits  
and your habits will shape your future."

"अपना भविष्य तय न करें, अपनी आदतें तय करें और  
आपकी आदतें आपका भविष्य बनाएंगी।"

— डॉ. ए. पी. जे. अब्दुल कलाम