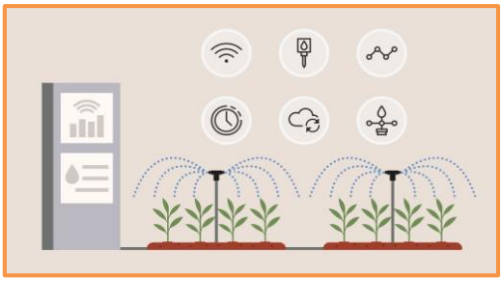
एग्री मैगज़ीन
(कृषि लेखों के लिए अंतरराष्ट्रीय ई-पत्रिका)
वर्ष: 03, अंक: 07 (जुलाई, 2026)
www.agrimagazine.in पर ऑनलाइन उपलब्ध
© एग्री मैगज़ीन, आई. एस. एस. एन.: 3048-8656

स्मार्ट सिंचाई और मृदा नमी: कम पानी में अधिकतम फसल उत्पादन की तकनीक

*रागिनी वर्मा, अंकुल कुमार एवं सत्यार्थ सोनकर
चंद्रशेखर आजाद कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, कानपुर, उत्तर प्रदेश, भारत
*संवादी लेखक का ईमेल पता: ragini1999verma@gmail.com

जलवायु परिवर्तन, घटते भूजल स्तर और बढ़ती वैश्विक जनसंख्या के दौर में आधुनिक कृषि के सामने सबसे बड़ी चुनौती 'कम जल में अधिक उत्पादन' हासिल करना है। पारंपरिक सिंचाई प्रणालियों में पानी का भारी अपव्यय होता है, जिससे न केवल जल संसाधनों का क्षरण होता है बल्कि मृदा की उर्वरता और फसल की गुणवत्ता पर भी नकारात्मक प्रभाव पड़ता है। इस समस्या का सबसे कारगर समाधान स्मार्ट सिंचाई और मृदा नमी प्रबंधन तकनीक है।



प्रस्तावना एवं स्मार्ट सिंचाई का आधार

स्मार्ट सिंचाई तकनीक उस प्रक्रिया को संदर्भित करती है जहाँ फसलों को उनकी वास्तविक आवश्यकता के अनुसार सही समय, सही मात्रा और सही स्थान पर पानी दिया जाता है।

पारंपरिक बनाम स्मार्ट सिंचाई का तुलनात्मक अध्ययन

विशेषता	पारंपरिक सिंचाई (Flood Irrigation)	स्मार्ट सिंचाई (Smart Irrigation)
जल दक्षता (Water Efficiency)	30% - 40%	85% - 95%
श्रम लागत (Labor Cost)	अत्यधिक	बहुत कम (स्वचालित)
मृदा अपरदन (Soil Erosion)	अधिक जोखिम	नगण्य
खरपतवार नियंत्रण	कठिन (पूरा खेत गीला होता है)	आसान (केवल जड़ क्षेत्र में नमी)
फसल उपज (Crop Yield)	सामान्य	20% - 40% अधिक

मृदा नमी सेंसर और IoT तकनीक

स्मार्ट सिंचाई का दिल **मृदा नमी सेंसर** और **IoT (Internet of Things)** नेटवर्क हैं।

1. मुख्य सेंसर प्रकार

- **कैपेसिटिव सेंसर:** मिट्टी के ढाँचे को नुकसान पहुँचाए बिना मिट्टी की विद्युत धारिता (Dielectric Permittivity) मापकर नमी का सटीक स्तर बताते हैं।
- **टेन्शियोमीटर:** यह मापता है कि पौधे की जड़ों को मिट्टी से पानी खींचने के लिए कितना तनाव (Suction Force) लगाना पड़ रहा है।
- **TDR:** उच्च सटीकता वाले वाणिज्यिक सेंसर जो शोध और बड़े फार्म हाउस में उपयोग किए जाते हैं।

2. ऑटोमेशन एवं मौसम डेटा एकीकरण

आधुनिक स्मार्ट नियंत्रक केवल मिट्टी की नमी ही नहीं, बल्कि मौसम पूर्वानुमान (वर्षा की संभावना, तापमान, आर्द्रता और हवा की गति) को क्लाउड डेटा के जरिए विश्लेषित करते हैं। यदि 2 घंटे में बारिश होने की संभावना है, तो सिस्टम स्वचालित रूप से सिंचाई रोक देता है।

सूक्ष्म सिंचाई पद्धतियाँ और फर्टिगेशन

स्मार्ट ऑटोमेशन को प्रभावी बनाने के लिए कुशल जल वितरण नेटवर्क का होना अनिवार्य है।

1. ड्रिप सिंचाई और सब-सरफेस ड्रिप (SDI)

- **ड्रिप सिंचाई:** पानी को बूंद-बूंद करके सीधे पौधे के जड़ क्षेत्र (Root Zone) में पहुँचाया जाता है। इससे वाष्पीकरण (Evaporation) द्वारा जल हानि शून्य के करीब हो जाती है।
- **सब-सरफेस ड्रिप:** इसमें ड्रिप पाइपलाइन को जमीन के 10-20 सेमी नीचे दबाया जाता है। यह तकनीक गन्ने, मक्का और कपास जैसी फसलों के लिए क्रांति सिद्ध हो रही है।

2. फर्टिगेशन

पानी के साथ घुलनशील उर्वरकों को सीधे ड्रिप लाइन के माध्यम से देना **फर्टिगेशन** कहलाता है। इससे:

- उर्वरक की खपत 25-30% कम होती है।
- पोषक तत्व सीधे जड़ों तक पहुँचते हैं।
- पोषक तत्वों का निक्षालन (Leaching) नहीं होता।

आर्थिक लाभ, चुनौतियाँ एवं सरकारी योजनाएँ

प्रमुख लाभ

1. **जल बचत:** 40% से 60% तक पानी की बचत।
2. **ऊर्जा बचत:** पंप सेट चलाने के लिए बिजली और डीजल के खर्च में 30-40% की कमी।
3. **उपज में वृद्धि:** निरंतर और नियंत्रित नमी मिलने से फसल की गुणवत्ता व वजन में सुधार।

चुनौतियाँ एवं समाधान

- **प्रारंभिक लागत:** सेंसर और ऑटोमेशन किट की शुरुआती लागत छोटे किसानों के लिए अधिक हो सकती है।
- **तकनीकी साक्षरता:** मोबाइल ऐप और सेंसर रखरखाव की समझ विकसित करना आवश्यक है।

सरकारी सहायता (PMKSY)

भारत सरकार **प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना (PMKSY - Per Drop More Crop)** के तहत ड्रिप एवं स्प्रिंकलर सिंचाई प्रणालियों की स्थापना पर **55% से 80% तक सब्सिडी** प्रदान करती है।

कार्यान्वयन के चरण एवं भविष्य की राह

1.मृदा परीक्षण और योजना:चरण 1.

खेत की मिट्टी के प्रकार (बलुई, दोमट या चिकनी) और फसल के जड़ क्षेत्र की गहराई के अनुसार सेंसर और ड्रिप लाइनों का खाका तैयार करें।

2.सेंसर एवं नेटवर्क की स्थापना:चरण 2.

फसल के मुख्य जड़ क्षेत्र (Root Zone) में कैपेसिटिव या टेन्शियोमीटर सेंसर स्थापित करें और उन्हें सौर संचालित IoT नोड से जोड़ें।

3.सोलेनोइड वाल्व और ऑटोमेशन पैनल सेटअप:चरण 3.

मुख्य जल लाइन में स्वचालित इलेक्ट्रॉनिक वाल्व (Solenoid Valves) लगाएँ जिन्हें कंट्रोलर द्वारा चालू या बंद किया जा सके।

4.थ्रेशोल्ड लिमिट तय करना और परीक्षण:चरण 4.

मोबाइल ऐप में मिट्टी के सुखाने की सीमा (Wilting Point) और फील्ड कैपेसिटी (Field Capacity) के अनुसार न्यूनतम और अधिकतम नमी का मान सेट करें।

भविष्य की दिशा: AI और सैटेलाइट डेटा

भविष्य की कृषि में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) और इसरो/नासा के सैटेलाइट डेटा का उपयोग करके पूरे क्षेत्र की नमी का मानचित्रण (Soil Moisture Mapping) किया जाएगा, जिससे बिना व्यक्तिगत सेंसर लगाए भी सटीक सिंचाई संभव हो सकेगी।