कृषि नवाचार

ISSN: 3048-6092
https://www.krishinavachar.in
खण्ड 02 भाग 12 मार्च, 2026

सतत कृषि पद्धतियाँ: वैश्विक खाद्य सुरक्षा और पारिस्थितिक संतुलन के लिए एक वैज्ञानिक दृष्टिकोण

श्वेता [1*] और सलोनी सिंह [2]

[1]सहायक प्रोफेसर, आनुवंशिकी एवं पादप प्रजनन विभाग, चंद्रशेखर आज़ाद कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, कानपुर, उत्तर प्रदेश, भारत

[2] पी-एच.डी. स्कॉलर, आनुवंशिकी एवं पादप प्रजनन विभाग, चंद्रशेखर आज़ाद कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, कानपुर, उत्तर प्रदेश, भारत

***E-mail: shweta@csauk.ac.in**

वर्तमान वैश्विक परिदृश्य में कृषि न केवल भोजन का स्रोत है, बल्कि यह जलवायु परिवर्तन और संसाधन क्षरण के केंद्र में भी है। 'एंथ्रोपोसीन' युग में बढ़ती जनसंख्या (अनुमानित 2050 तक 9.7 बिलियन) को खिलाने के लिए हमें उत्पादन में 70% वृद्धि की आवश्यकता है, लेकिन हमारे प्राकृतिक संसाधन (मृदा और जल) सीमित और प्रदूषित हो रहे हैं। पारंपरिक सघन कृषि, जो उच्च निवेश पर आधारित है, ने उत्पादकता तो बढ़ाई परंतु इसके साथ ही 'इकोलॉजिकल फुटप्रिंट' को भी खतरनाक स्तर तक पहुँचा दिया है। इस संदर्भ में, सतत कृषि एक ऐसी वैज्ञानिक प्रतिमान है जो पारिस्थितिक अखंडता, आर्थिक लाभप्रदता और सामाजिक न्याय को एकीकृत करती है।

सतत कृषि के वैज्ञानिक आयाम और स्तंभ

सतत कृषि केवल खेती का एक तरीका नहीं, बल्कि एक 'होलिस्टिक' दृष्टिकोण है। संयुक्त राष्ट्र के खाद्य एवं कृषि संगठन के अनुसार, इसके तीन प्रमुख आयाम हैं:

- पारिस्थितिक स्थिरता: यह मृदा के स्वास्थ्य, जल चक्र और जैव विविधता को बनाए रखने पर केंद्रित है। इसका मुख्य उद्देश्य 'एग्रो-इकोसिस्टम' की लचीलापन बढ़ाना है।
- आर्थिक व्यवहार्यता: वैज्ञानिक रूप से, इसका तात्पर्य 'इनपुट यूज एफिशिएंसी' को बढ़ाकर उत्पादन लागत को कम करना है। यह किसानों को बाजार के उतार-चढ़ाव से बचाने के लिए 'रिसोर्स ऑप्टिमाइजेशन' पर जोर देता है।
- सामाजिक न्याय: इसमें छोटे किसानों के अधिकारों, लैंगिक समानता और पारंपरिक स्वदेशी ज्ञान का वैज्ञानिक एकीकरण शामिल है।

पारंपरिक बनाम सतत कृषि: एक तुलनात्मक

पारंपरिक कृषि 'मोनोकल्चर' और रासायनिक निर्भरता पर टिकी है, जबकि सतत कृषि 'पॉलीकल्चर' और जैविक अंत:क्रियाओं पर।

प्रमुख सतत कृषि पद्धतियाँ: तकनीकी क्रियविधि

1. जैविक खेती और मृदा माइक्रोबायोम: जैविक खेती का मुख्य विज्ञान 'मृदा स्वास्थ्य' में निहित है। रासायनिक उर्वरक मृदा के लाभकारी सूक्ष्मजीवों को नष्ट करते हैं। इसके विपरीत, वर्मीकम्पोस्ट और जैव उर्वरक मृदा के राइजोस्फीयर में लाभकारी गतिविधियों को प्रेरित करते हैं। यह न केवल पोषक तत्वों की उपलब्धता बढ़ाता है बल्कि पौधों की रोग प्रतिरोधक को भी मजबूत करता है।

2. संरक्षण कृषि: तीन बुनियादी सिद्धांतों पर काम करती है जो वैज्ञानिक रूप से मृदा के भौतिक और जैविक गुणों की रक्षा करते हैं:

- न्यूनतम मृदा विक्षोभ: यह मृदा की संरचना को बनाए रखता है और ऑक्सीकरण के माध्यम से होने वाली कार्बन हानि को रोकता है।
- स्थायी मृदा आवरण: फसल अवशेष सूर्य की सीधी किरणों से मृदा की रक्षा करते हैं और नमी को वाष्पित होने से बचाते हैं।
- विविध फसल चक्र: यह कीटों और बीमारियों के जीवन चक्र को तोड़ता है और विभिन्न जड़ों के माध्यम से मृदा के विभिन्न स्तरों से पोषक तत्व प्राप्त करता है।

3. एकीकृत कीट एवं पोषण प्रबंधन: इसमें कीट नियंत्रण के लिए 'इकोनॉमिक थ्रेशोल्ड लेवल' का उपयोग किया जाता है। फेरोमोन ट्रैप, जैविक नियंत्रण एजेंट (जैसे ट्राइकोडर्मा और मित्र कीटों का उपयोग रसायनों के उपयोग को 60% तक कम कर सकता है। INM: यह मिट्टी परीक्षण आधारित दृष्टिकोण है। यह रासायनिक, जैविक और हरित खाद का ऐसा संतुलन है, जो न्यूट्रिएंट यूज एफिशिएंसी को अधिकतम करता है।

4. सूक्ष्म सिंचाई और जल प्रबंधन: जल संकट को देखते हुए, ड्रिप और स्प्रिंकलर सिंचाई प्रणालियाँ महत्वपूर्ण हैं। ये तकनीकें 'वाष्पीकरण' को कम करती हैं और 'फर्टिगेशन' (सिंचाई के साथ उर्वरक देना) के माध्यम से पोषक तत्वों की बर्बादी को रोकती हैं।

जलवायु परिवर्तन, आनुवंशिकी और लचीलापन

एक प्लांट ब्रीडर के रूप में, यह समझना महत्वपूर्ण है कि सतत कृषि में 'जेनेटिक डायवर्सिटी' की क्या भूमिका है।

- क्लाइमेट रेजिलिएंट क्रॉप्स: मोटे अनाज जैसे बाजरा और ज्वार में C4 प्रकाश संश्लेषण प्रणाली होती है, जो उन्हें उच्च तापमान और कम पानी में भी उत्पादक बनाती है।
- जीन बैंक और लैंड्रेसेस: स्थानीय प्रजातियों में ऐसे जीन होते हैं जो तनाव सहनशीलता प्रदान करते हैं। सतत कृषि इन प्रजातियों के संरक्षण और 'इन-सीटू' संरक्षण को बढ़ावा देती है।

वैज्ञानिक साक्ष्य और डेटा विश्लेषण

IARI और ICAR की रिपोर्ट: दीर्घकालिक परीक्षणों से पता चला है कि सतत पद्धतियों से गेहूं और धान की उत्पादकता में स्थिरता आती है और मिट्टी के पीएच (pH) मान में सुधार होता है।

- वैश्विक अध्ययन: शोध बताते हैं कि सतत कृषि पद्धतियाँ अपनाने से कार्बन पृथक्करण की दर प्रति वर्ष 0.5 से 1.0 टन प्रति हेक्टेयर तक हो सकती है।
- NABARD डेटा: सूक्ष्म सिंचाई अपनाने वाले क्षेत्रों में उत्पादन लागत में 25-30% की कमी और आय में 20% की वृद्धि दर्ज की गई है।

भारत सरकार की रणनीतिक पहलें: नीतिगत और तकनीकी विश्लेषण

भारत सरकार ने सतत कृषि को केवल एक विकल्प नहीं, बल्कि 'राष्ट्रीय खाद्य सुरक्षा' का आधार माना है। इन योजनाओं का मुख्य उद्देश्य 'कम इनपुट, उच्च आउटपुट' के वैज्ञानिक सिद्धांत को चरितार्थ करना है।

i. परंपरागत कृषि विकास योजना: मृदा स्वास्थ्य और जैविक प्रमाणीकरण 2015 में शुरू हुई यह योजना 'एग्रो-इकोलॉजी' पर आधारित है।

- **वैज्ञानिक पक्ष:** यह सूक्ष्मजीवविज्ञानी गतिविधियों को पुनर्जीवित करने के लिए 'क्लस्टर' दृष्टिकोण अपनाती है।
- **तकनीकी लाभ:** यह भागीदारी गारंटी प्रणाली के माध्यम से प्रमाणीकरण को सरल बनाती है, जिससे किसानों को स्थानीय स्तर पर ही 'जैविक' टैग मिल जाता है। यह रासायनिक उर्वरकों के स्थान पर नाइट्रोजन-फिक्सिंग बैक्टीरिया और 'ग्रीन मैन्योरिंग' के उपयोग पर शोध-आधारित प्रशिक्षण प्रदान करती है।

ii. मृदा स्वास्थ्य कार्ड योजना: संतुलित पोषण के आधार पर यह योजना 'प्रिसिजन फार्मिंग' की दिशा में पहला कदम है।

- **वैज्ञानिक विश्लेषण:** मृदा के 12 महत्वपूर्ण मापदंडों (N, P, K, S, Zn, Fe, Cu, Mn, B, pH, EC, OC) का परीक्षण किया जाता है।
- **प्रभाव:** यह किसानों को 'लीबिंग्स लॉ ऑफ मिनिमम' के आधार पर केवल वही पोषक तत्व डालने की सलाह देती है जिनकी कमी है। अध्ययन बताते हैं कि इसके उपयोग से यूरिया की खपत में 8-10% की गिरावट और पैदावार में 5-6% की वृद्धि देखी गई है।

iii. राष्ट्रीय कृषि विकास योजना: नवाचार और लचीलापन इसका उद्देश्य कृषि को एक लाभकारी व्यवसाय बनाना है।

- **वैज्ञानिक पक्ष:** यह योजना प्री-हार्वेस्ट और कटाई के बाद बुनियादी ढांचे के विकास पर केंद्रित है। यह कृषि-उद्यमिता और नवाचार के लिए वैज्ञानिक अनुसंधान को वित्तपोषित करती है।
- **तकनीकी हस्तक्षेप:** इसमें जैविक खेती के साथ-साथ एकीकृत कृषि प्रणाली को बढ़ावा दिया जाता है, जो पारिस्थितिक तंत्र की सेवाओं को अधिकतम करती है।

iv. ई-नाम: डिजिटल बाजार और मूल्य निर्धारण सतत कृषि का आर्थिक स्तंभ पारदर्शी विपणन है।

- **तकनीकी ढांचा:** यह एक 'पैन-इंडिया' इलेक्ट्रॉनिक ट्रेडिंग पोर्टल है।
- **लाभ:** वैज्ञानिक ग्रेडिंग और एसेइंग के माध्यम से किसान अपनी उपज की गुणवत्ता का सही मूल्य प्राप्त करते हैं। यह बिचौलियों को हटाकर किसानों की 'फार्म गेट प्राइस' में सुधार करता है, जिससे सतत खेती की आर्थिक स्थिरता सुनिश्चित होती है।

v. प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना: "Per Drop More Crop" सतत कृषि में जल प्रबंधन का यह सबसे महत्वपूर्ण वैज्ञानिक घटक है।

- **तकनीकी पक्ष:** यह सूक्ष्म सिंचाई पर 55% से 80% तक की सब्सिडी प्रदान करती है।
- **पर्यावरणीय प्रभाव:** यह न केवल भू-जल दोहन को कम करती है, बल्कि जलभराव के कारण होने वाले मृदा लवणीकरण को भी रोकती है।

चुनौतियाँ और तकनीकी बाधाएं

सतत कृषि के मार्ग में कई वैज्ञानिक और व्यावहारिक चुनौतियां हैं:

- **उपज अंतराल:** संक्रमण काल के दौरान शुरू में पैदावार कम हो सकती है।
- **श्रम सघनता:** खरपतवार प्रबंधन और जैविक खाद तैयार करने में अधिक श्रम की आवश्यकता होती है।
- **प्रसार:** प्रयोगशाला से खेत तक तकनीकी ज्ञान पहुँचाने में अभी भी एक बड़ा अंतराल है।

समाधान और भविष्य की राह

- **शुद्ध कृषि:** सेंसर, ड्रोन और आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस का उपयोग करके उर्वरक और पानी की सटीक मात्रा तय करना।
- **FPOs और सामूहिक विपणन:** छोटे किसानों को बाजार से जोड़ना और 'वैल्यू चैन' बनाना।
- **नैनो टेक्नोलॉजी:** नैनो-यूरिया और नैनो-डीएपी जैसे नवाचारों का सतत कृषि में उपयोग करना जो पर्यावरण के अनुकूल हैं।

निष्कर्ष

ISSN: 3048-6092
https://www.krishinavachar.in
खण्ड 02 भाग 12 मार्च, 2026

सतत कृषि केवल एक पद्धति नहीं है, बल्कि यह भविष्य की पीढ़ियों के प्रति हमारा नैतिक और वैज्ञानिक दायित्व है। मृदा की उर्वरता, जल का संरक्षण और आनुवंशिक विविधता का संवर्धन ही हमें 'जीरो हंगर' के लक्ष्य तक पहुँचा सकता है। भारत जैसे कृषि प्रधान देश के लिए, जहाँ जलवायु परिवर्तन का प्रभाव सबसे अधिक है, सतत कृषि पद्धतियों को मुख्यधारा में लाना अब विकल्प नहीं, बल्कि अपरिहार्यता है।

●●●