



चौबीसवां अंक
पूर्सा सुरभि

अक्टूबर, 2024-मार्च, 2025



भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान
नई दिल्ली-110012



चौबीसवां अंक
पूसा सुरभि

(अक्टूबर, 2024-मार्च, 2025)

परिशुद्ध कृषि विशेषांक



भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान
नई दिल्ली-110012

पूसा सुरभि
अक्टूबर, 2024-मार्च, 2025

संरक्षक एवं अध्यक्ष
डॉ. सीएच. श्रीनिवास राव
निदेशक

सह-अध्यक्ष
डॉ. विश्वनाथन चिन्नुसामी
संयुक्त निदेशक (अनुसंधान)

संपादक मंडल
डॉ. ज्ञान प्रकाश मिश्रा, अध्यक्ष, बीज विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संभाग
डॉ. दिनेश कुमार, प्रधान वैज्ञानिक, सस्यविज्ञान संभाग
डॉ. राधा मोहन शर्मा, प्रधान वैज्ञानिक, फल एवं औद्योगिकी प्रौद्योगिकी संभाग
डॉ. नफीस अहमद, प्रधान वैज्ञानिक, कैटेट
डॉ. राकेश पांडे, प्रधान वैज्ञानिक, पादप कार्यक्रम संभाग
डॉ. इन्दु चोपड़ा, वरिष्ठ वैज्ञानिक, मृदा विज्ञान एवं कृषि रसायन विज्ञान संभाग
सुश्री सुनीता, उप निदेशक (राजभाषा)
श्रीमती कृति शर्मा, तकनीकी सहायक/हिंदी अनुवादक

संपर्क सूत्र
हिंदी अनुभाग
भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली - 110 012
दूरभाष: 011-25843588, (एक्सटेंशन नं. 4231/4235)
ई-मेल: hindicell@iari.res.in, hindicelliari@gmail.com

ISSN - 2348-2656

आवश्यक सूचना

इस अंक में प्रकाशित रचनाओं में व्यक्त विचारों/आंकड़ों आदि के लिए लेखक स्वयं उत्तरदायी हैं

मुद्रण: दिसंबर, 2024

भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, पूसा, नई दिल्ली के लिए हिंदी अनुभाग द्वारा प्रकाशित एवं
मै. एम एस प्रिंटर्स, सी-108/1 बैक साइड नारायण इंडस्ट्रीयल एरिया, फेस-1, नई दिल्ली - 110 028
द्वारा मुद्रिता फोन: 7838075335, ईमेल: msprinter1991@gmail.com



आमुख

भारत की कृषि व्यवस्था आज संक्रमण काल से गुजर रही है। जहां एक ओर बढ़ती जनसंख्या के लिए पर्याप्त एवं पौष्टिक आहार उपलब्ध कराना एक चुनौती है, वहीं दूसरी ओर भूमि, जल एवं प्राकृतिक संसाधनों का नियंत्रण, जलवायु परिवर्तन, लागत में वृद्धि तथा फसलों पर कीट एवं रोगों का प्रकोप कृषि उत्पादन को सीमित कर रहा है। ऐसे समय में हमें पारंपरिक ज्ञान के साथ आधुनिक विज्ञान और तकनीक का समन्वय करते हुए आगे बढ़ना होगा। इन्हीं चुनौतियों के समाधान के लिए परिशुद्ध कृषि (Precision Agriculture) एक नवीन और कारगर उपाय है। परिशुद्ध कृषि का मूल उद्देश्य है—सटीक आंकड़ों के आधार पर खेती करना ताकि संसाधनों का सर्वोत्तम उपयोग हो सके और उत्पादन की गुणवत्ता व मात्रा दोनों में सुधार लाया जा सके। सेंसर आधारित उपकरण, ड्रोन, रिमोट सेंसिंग, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, भू-स्थानिक तकनीक एवं डिजिटल कृषि साधन आज किसान को वह सामर्थ्य प्रदान कर रहे हैं, जिससे वह कम लागत में अधिक उपज प्राप्त कर सके।

यह हमारे लिए प्रसन्नता और गर्व का विषय है कि पूसा सुरभि का चौबीसवां अंक परिशुद्ध कृषि विशेषांक के रूप में प्रकाशित हो रहा है। इस विशेषांक में मृदा स्वास्थ्य प्रबंधन, पोषण तंत्र, जल एवं ऊर्जा संरक्षण, डिजिटल खेती, स्मार्ट यंत्रीकरण, फसल विविधीकरण और जलवायु-स्मार्ट कृषि जैसे बहुआयामी पहलुओं पर उपयोगी लेख सम्मिलित हैं। यह सामग्री न केवल वैज्ञानिकों और शोधकर्ताओं के लिए मार्गदर्शक है, बल्कि किसानों के लिए भी व्यवहारिक दृष्टि से अत्यंत लाभकारी सिद्ध होगी।

भा.कृ.अनु.प.—भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान का उद्देश्य है कि राजभाषा हिंदी के माध्यम से किसानों और समाज को कृषि विज्ञान की नवीनतम ज्ञानकारी सहज रूप में प्राप्त हो, जिससे खेती अधिक समृद्ध और टिकाऊ बन सके। इसी क्रम में संस्थान की गृह पत्रिका “पूसा सुरभि” का यह चौबीसवां अंक परिशुद्ध कृषि विशेषांक के रूप में आपके समक्ष प्रस्तुत है। इस विशेषांक के सफल प्रकाशन में डॉ. विश्वनाथन चिन्नुसामी, संयुक्त निदेशक (अनुसंधान) तथा हिंदी अनुभाग के सतत सहयोग और परिश्रम की महत्वपूर्ण भूमिका रही है। मैं उनके प्रति हृदय से आभार व्यक्त करता हूं। साथ ही संपादन मंडल एवं लेखकों का भी धन्यवाद, जिनके प्रयासों से यह अंक और अधिक प्रभावशाली एवं उपयोगी बन सका है।

आशा है कि यह अंक न केवल पाठकों के ज्ञान को समृद्ध करेगा, बल्कि भारतीय कृषि के उज्ज्वल भविष्य की दिशा तय करने में भी सहायक सिद्ध होगा।


(सीएच. श्रीनिवास राव)
निदेशक



प्रावक्थन

परिशुद्ध कृषि (Precision Agriculture) आधुनिक कृषि का पर्याय बन चुकी है। कृषि संबंधी वार्तालाप में भी हम परिशुद्ध कृषि से संबंधित कई शब्दों का उपयोग करते हैं, जैसे कि-डिजीटल कृषि, स्मार्ट कृषि, सैटेलाइट फार्मिंग, वेरियेबल रेट टेक्नॉलॉजी, डेटा आधारित कृषि, अगली पीढ़ी की कृषि, नॉलेज आधारित कृषि, सेंसर आधारित कृषि, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) आधारित कृषि आदि। यदि हम परिशुद्ध कृषि का विकास देखें तो इसकी शुरूआत 1980 के दशक के अंत और 1990 के दशक की शुरूआत में अमेरिका में हुई जहां पर बड़े-बड़े क्षेत्रफल वाले कृषि फार्मों में संसाधनों (उर्वरक, बीज, जल आदि) के समुचित उपयोग की आवश्यकता पड़ी ताकि संसाधन उपयोगिता दक्षता बढ़ाई जा सके। यह तब संभव हो सका जब सैटेलाइट से संचालित जीपीएस (GPS) और कंप्यूटरों को फार्म मशीनरी से जोड़ा गया। शुरूआती दौर में इसके द्वारा बड़े कृषि फार्मों का सटीक मानचित्रण तथा स्थान विशिष्ट पैदावार आंकड़े एकत्रित किए गए। जिसे पैदावार मानचित्रण (Yield Mapping) कहा जाता है। इसके बाद पैदावार मानचित्रण के अनुसार अलग-अलग प्रक्षेत्रों का भौगोलिक सूचना प्रणाली (GIS) के द्वारा क्षेत्र विविधता आधारित विश्लेषण किया गया। इस उपयोगी जानकारी के द्वारा खेत के अलग-अलग हिस्सों में आवश्यकतानुसार (अर्थात् विभिन्न दरों से) उर्वरक, कीटनाशक और अन्य संसाधनों का उपयोग किया गया। इसे वेरियेबल रेट टेक्नॉलॉजी का नाम दिया गया। इसके बाद 2000 के दशक में परिशुद्ध कृषि में सेंसर आधारित युग की शुरूआत हुई जिससे खेत की 'रीयल टाइम' निगरानी की जा सकती थी। परिशुद्ध कृषि में बड़ा परिवर्तन 2010 के बाद आया जब ड्रोन, आईओटी, मशीन लर्निंग कृत्रिम बुद्धिमत्ता आदि के द्वारा कृषि में स्वचालित बुद्धिमत्तापूर्ण समाधान संभव हो सके।

वर्तमान में यह तकनीकियां स्मार्टफोन एप्स, क्लाउड डाटा, रीयल टाइम अलर्ट सिस्टम के द्वारा छोटे और मध्यम किसानों को भी परिशुद्ध कृषि में सहायता प्रदान कर रही हैं। भारत में भी इन तकनीकियों का उपयोग 2010 के बाद तेजी से बढ़ा है, खासकर अनुसंधान संस्थानों एवं स्टार्टअप्स द्वारा। देश-विदेश में परिशुद्ध कृषि के आधुनिकतम अनुसंधानों के साथ चलते हुए भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान भी परिशुद्ध कृषि एवं कृषि में रिमोट सेंसिंग के अनुसंधान कार्य में अग्रणी रहा है। इसमें संस्थान के कृषि भौतिकी, कृषि अभियांत्रिकी, जल प्रौद्योगिकी केंद्र आदि ने तथा भारतीय कृषि सांचियकी अनुसंधान संस्थान ने अनुसंधान कार्य एवं प्रशिक्षण में बहुत योगदान दिया है। भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान के अंतर्गत क्षेत्रीय प्रौद्योगिकी प्रबंधन और व्यवसाय आयोजन एवं विकास इकाई (ZTM & BPD Unit) भी परिशुद्ध कृषि के स्टार्टअप के लिए शुरूआती धनराशी का सहयोग एवं प्रौद्योगिकी के लिए इन्क्यूबेटर्स का कार्य कर रहे हैं। भारत सरकार ने भी परिशुद्ध कृषि पर विभिन्न कार्यक्रमों द्वारा जोर दिया है, जैसे-राष्ट्रीय कृषि विकास योजना, कृषि यंत्रीकरण उप मिशन, डिजीटल इंडिया मिशन, ड्रोन पॉलिसी आदि।

परिशुद्ध कृषि को अपनाकर किसान भी लाभ ले रहे हैं। इस अंक में भी एक नवोन्मेषी किसान श्री अभिषेक धाम का उदाहरण प्रस्तुत है। परिशुद्ध खेती अपनाकर उन्होंने अपने खेत में जलसिंचन एवं उर्वरीकरण का सटीक प्रबंधन किया और लाभ तथा रोजगार के अवसर भी पैदा किए। इस अंक में पाठकों को परिशुद्ध कृषि से संबंधित विभिन्न विषयों में नवीन जानकारी मिलेगी, जैसे कि-परिशुद्ध कृषि द्वारा सिंचाई एवं उर्वरक प्रबंधन, फसल रोग पहचान एवं प्रबंधन, स्मार्ट शहरी बागवानी, कृत्रिम बुद्धिमत्ता का योगदान, रिमोट सेंसिंग, रोबोटिक तकनीकियां आदि। परिशुद्ध कृषि पर पूसा सुरभि के इस विशेषांक को लाने के लिए में सभी लेखकों, संपादन मंडल के सदस्यों एवं संस्थान के हिंदी अनुभाग के सदस्यों का हार्दिक धन्यवाद करता हूं। जय हिंद।

विश्वनाथन

(विश्वनाथन चिन्नुसामी)
संयुक्त निदेशक (अनुसंधान)

संपादकीय

"श्रवण" करना, सीखने का प्रथम चरण है। कहते हैं, अच्छे श्रोता ही अच्छे वक्ता बन सकते हैं। हमारे चित्त में विचारों का जो व्यापार चलता है, वह हमारे द्वारा लंबे काल तक श्रवण की गई भाषा के अनुरूप ही होता है। अतः व्यक्ति का श्रेष्ठतम नैसर्गिक चिंतन अपनी मातृभाषा में ही अभिव्यक्त होना स्वाभाविक है। "हमें हिंदी का भला करना है" - यह हम सब मानते हैं। जबकि वास्तविकता यह है कि हमें हिंदी 'से' भला करना है। हिंदी का भला करने की बात कोरा भाषण है। जबकि भाषा से भला करने की धारणा व्यवहारिक है। भाषा को पालना नहीं है, बल्कि स्वयं को पालने के समय भाषा के प्रति कृतज्ञभाव रखना है। भाषा एक संस्कार है। किसी भी भाषा का महत्व इस बात में निहित नहीं होता कि कितने करोड़ लोगों द्वारा बोली जा रही है, या उसमें कितना प्रचुर साहित्य लिखा जा रहा है, बल्कि इस बात में निहित होता है कि उसे बोलने वालों की इसमें कितनी निष्ठा है। स्वाधीनता की लड़ाई में खुद महात्मा गांधी जैसे नेताओं व चिंतकों को भी महसूस हुआ कि यही एक ऐसी भाषा है, जो सभी भाषाओं के बीच सेतु का काम कर सकती है। इसलिए उन लोगों ने हिंदी को ही स्वाधीनता आन्दोलन को गति देने के लिए माध्यम बनाया। हिंदी को 14 सितंबर, 1947 को केंद्रीय राजभाषा का स्थान किसी तरह दे दिया गया, किंतु इसे संपूर्ण तरीके से लागू नहीं किया गया। इंडोनेशिया भी लगभग उसी समय स्वतंत्र हुआ था, जहां स्वतंत्रतापूर्व राजकाज की भाषा डच थी, किंतु स्वतंत्रता के तुरंत बाद तत्कालीन राष्ट्रपति ने सभी सरकारी कार्यालयों में इंडोनेशियाई भाषा में कार्य करने के आदेश दिए। आज वहां डच भाषा जानने वालों की संख्या अंगुलगणित है। अतः अब इस बात पर गंभीरता से सोचने का समय आ गया है, कि हिंदी वरदान है, दायित्व नहीं और इस वरदान की सहजता बनाए रखना हमारा दायित्व है।

आधुनिक दुनिया के बदलते परिवेश में जहां हर कदम पर विभिन्न देशों में आगे निकलने की प्रतिस्पर्धा है, वहीं कृषि प्रधान देश होने के नाते अंतरराष्ट्रीय बाजारों में हमें अपने कृषि उत्पादों की मात्रा व गुणवत्ता में उत्कृष्टता बनाए रखने की बड़ी चुनौती भी है, जिस लक्ष्य को आधुनिक तकनीकों को अपनाकर ही प्राप्त किया जा सकता है। इसके लिए हमें परिशुद्ध कृषि को अपनाने की अविलंब आवश्यकता है। परिशुद्ध कृषि एक कृषि प्रबंधन अवधारणा है, जो फसलों में अंतर और अंतर-क्षेत्रीय परिवर्तनशीलता को देखने, मापने और उस पर प्रतिक्रिया करने पर आधारित है। अतः बदलते कृषि परिवेश एवं जलवायु परिवर्तन के प्रतिकूल प्रभावों को ध्यान में रखते हुए हमारे संस्थान के निदेशक डॉ. सी.ए.च. श्रीनिवास राव एवं संयुक्त निदेशक (अनुसंधान) डॉ. विश्वनाथन चिन्नुसामी के दिशा निर्देशन में परिशुद्ध कृषि पर "पूसा सुरभि" का यह 24वां अंक विशेषांक के रूप में प्रकाशित किया जा रहा है, जिससे कृषि क्षेत्र के सभी हितधारकों तक नवीन कृषि तकनीकियों को पहुंचाया जा सके, ताकि वे विकसित भारत के लक्ष्यों तक पहुंचने में अपना योगदान देकर सहभागी बन सकें। साथ ही हम उन सभी लेखकों के आभारी हैं, जिन्होंने इस अंक में अपने लेखों द्वारा योगदान दिया है। इसके अतिरिक्त हम संपादक मंडल व हिंदी अनुभाग के सभी सदस्यों का प्रत्यक्ष व परोक्ष रूप से सहयोग देने हेतु आभार व्यक्त करते हैं।

विषय सूची

आमुख	iii
प्राक्कथन	v
संपादकीय	vii

तकनीकी खंड...

1. परिशुद्ध कृषि के लिए अरबस्कुलर माइकोराइजा का सतत उपयोग - सीमा सांगवान	1
2. कृत्रिम बुद्धिमता-आधारित दृष्टिकोण से पीड़िक कीटों की त्वरित और सटीक पहचान : प्रयोगशाला से खेत तक - सौरव चक्रवर्ती, शशांक पी. आर., बविता यादव एवं एम. के. डिल्लौं	5
3. कृषि में परिशुद्ध पादप प्रजनन का अनुप्रयोग और परिणाम - अक्षय तालुकदार, निकिता चन्दिला एवं मनीषा सैनी	7
4. स्मार्ट शही बागवानी खेती - एम. हसन, ए.एम. त्रिपाठी, विनोद कुमार एवं अंजनी कुमार यादव	10
5. सूत्रकृमि विज्ञान : परिशुद्धता कृषि में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का योगदान - पंकज एवं राशिद परवेज	13
6. स्मार्ट कृषि तकनीक : कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित फसल रोग पहचान और प्रभावी प्रबंधन - ज्योति शर्मा, पूजा गर्ग, शिखा त्रिपाठी, शिव शंकर शर्मा, रंजीत कुशवाहा एवं महेश राव	15
7. स्मार्ट सिंचाई : आधुनिक कृषि में जल प्रबंधन का रूपांतरण - शिखा त्रिपाठी, पूजा गर्ग, ज्योति शर्मा, शिव शंकर शर्मा, रंजीत कुशवाहा, स्नेहा गुप्ता एवं महेश राव	21
8. परिशुद्ध खरपतवार प्रबंधन - टीकम सिंह एवं रमनजीत कौर	26
9. नैनोप्रौद्योगिकी : परिशुद्ध कृषि में क्रांतिकारी बदलाव - प्रीतम चानक, मोनिका कुंडू अनंता वसिष्ठ, प्रमीला कृष्णन एवं सुभाष नटराज पिल्लई	31
10. परिशुद्ध खेती में दूरस्थ जानकारी तंत्र (सुदूर संवेदी तंत्र) का उपयोग : (रिमोट सेंसिंग - Remote Sensing) - रणबीर सिंह, अंचल दास एवं शिवाधार मिश्रा	35
11. सरसों की खेती में परिशुद्ध कृषि तकनीकों का उपयोग - रंजीत कुशवाहा, शिव शंकर शर्मा, ज्योति शर्मा, शिखा त्रिपाठी, पूजा गर्ग, स्नेहा गुप्ता एवं महेश राव	40
12. कृषि में परिशुद्ध (प्रिसिजन) जल प्रबंधन की आवश्यकताएं और चुनौतियां - पी. एस. ब्रह्मानंद एवं विजय प्रजापति	43

विविधा...

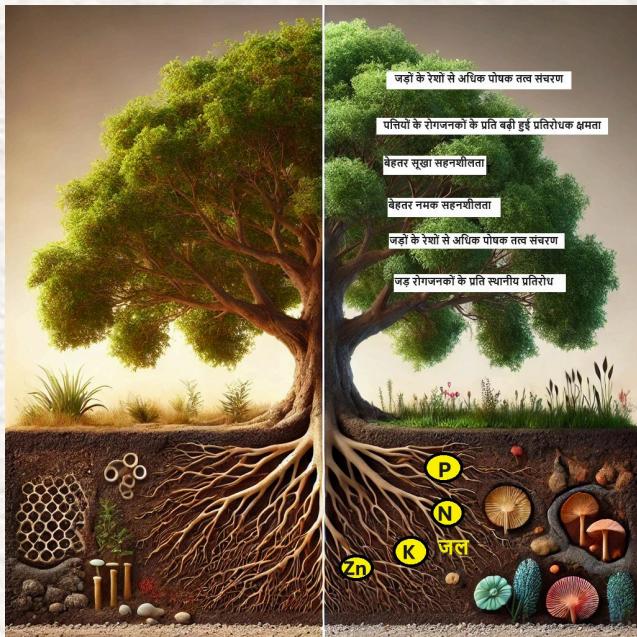
13. परिशुद्ध कृषि पर कृषि अभियांत्रिकी संभाग द्वारा किए गए उत्कृष्ट कार्यों एवं शोधों के बारे में एक परिचय - प्रमोद कुमार साहू एवं दिलीप कुमार कुशवाहा	49
14. डिजिटल युग की खेती : परिशुद्ध कृषि की ओर बढ़ते कदम - प्रतिभा जोशी, अनिल कुमार सिंह, पुनीता पी, सरवशीस चक्रवर्ती, नफीस अहमद, आनंद विजय दुबे, परगट सिंह एवं रघुवीर सिंह मीना	56

15. सटीक खेती में रोबोटिक तकनीकियों की संभावनाएं एवं उपयोगिता - दिलीप कुमार कुशवाहा, प्रमोद कुमार साहू एवं अमित गुप्ता	65
16. डिजिटल युग में परिशुद्ध कृषि : भारतीय किसानों के लिए वरदान - रमनजीत कौर, टीकम सिंह एवं एस एल मीणा	72
17. परिशुद्ध कृषि : कृषि में चुनौतियों का समाधान एवं संभावनाएं - नरेन्द्र मोहन सिंह, अलका सिंह, उत्कर्ष तिवारी, एम. बालासुब्रमानियन, नेहा मनहास एवं सुधीर कुमार झा	80
18. ठंडे क्षेत्रों की फसल का गर्म क्षेत्र में किया सफलतापूर्वक उत्पादन : एक प्रगतिशील किसान की कहानी - नरेन्द्र मोहन सिंह, अलका सिंह, उत्कर्ष तिवारी, एम. बालासुब्रमानियन, पवन कुमार मालिक, सिमरन कौर एवं सागर सूद	83

राजभाषा खंड...

19. भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान - राजभाषा प्रगति रिपोर्ट (2024-25)	87
20. हिंदी कार्यशालाएं - कार्यशाला (अक्टूबर से दिसंबर, 2024) - कार्यशाला (जनवरी से मार्च, 2025)	89
21. राजभाषा के प्रचार-प्रसार में अखिल भारतीय राजभाषा सम्मेलन जैसे मंचों का महत्व	92
22. मां जा चुकी थी	95
23. शीर्षक: तोल-मोल के बोल	96
24. कविता	96

तकनीकी खंड...



परिशुद्ध कृषि के लिए अरबस्कुलर माइकोराइज़ा का सतत उपयोग

सीमा सांगवान

सूक्ष्मजीव विज्ञान संभाग, भा.कृ.अनु.प.- भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली-110 012

परिचय

परिशुद्ध कृषि (Precision Agriculture, PA) आधुनिक कृषि प्रणाली का एक महत्वपूर्ण घटक बन चुकी है, जिसमें प्राकृतिक संसाधनों का कुशल उपयोग करते हुए अधिकतम उत्पादन प्राप्त किया जाता है। अरबस्कुलर माइकोराइज़ाल कवक (Arbuscular Mycorrhizal Fungi, एमएफ) जैविक खेती और सटीक कृषि के एकीकृत समाधान के रूप में उभर रहा है। यह कवक मिट्टी के पोषण तंत्र को सशक्त बनाकर फसलों की वृद्धि, पोषक तत्व अवशोषण और जल प्रबंधन को बेहतर बनाता है। इसकी वैज्ञानिक भूमिका मिट्टी की संरचना को सुधारने, पर्यावरणीय स्थिरता बनाए रखने और उर्वरक उपयोग को कम करने में अत्यधिक प्रभावी सिद्ध हुई है।

परिशुद्ध कृषि में एमएफ का लक्षित और वैज्ञानिक अनुप्रयोग

परिशुद्ध कृषि में एमएफ के उपयोग को डेटा-संचालित तकनीकों के माध्यम से अधिक प्रभावी और लक्षित बनाया जा सकता है। निम्नलिखित वैज्ञानिक दृष्टिकोण एमएफ के प्रभावी उपयोग को सुनिश्चित कर सकते हैं:

1. मिट्टी माइक्रोबायोम विश्लेषण और एमएफ संगतता

आधुनिक जीनोमिक्स और मेटाजीनोमिक्स तकनीकों द्वारा मिट्टी में उपलब्ध एमएफ समुदायों की पहचान की जा सकती है। इससे पता चलता है कि कौन-सी फसल और मिट्टी एमएफ के लिए अधिक अनुकूल हैं। यदि मिट्टी में प्राकृतिक रूप से एमएफ की कमी है, तो आवश्यकतानुसार लक्षित इनोकुलेशन किया जा सकता है जिससे पौधों को

पोषक तत्वों की आपूर्ति में वृद्धि होती है।

2. रिमोट सेंसिंग और GIS आधारित पोषण प्रबंधन

रिमोट सेंसिंग और GIS (Geographic Information System) के माध्यम से खेत की मिट्टी और पौधों की स्वास्थ्य स्थिति का सटीक मूल्यांकन किया जा सकता है। इसके द्वारा मिट्टी में पोषक तत्वों की कमी वाले क्षेत्रों की पहचान की जाती है जहां एमएफ इनोकुलेशन को लक्षित किया जा सकता है। यह विधि सटीक उर्वरक प्रबंधन में सहायक होती है जिससे पोषक तत्वों की क्षति और जल प्रदूषण को रोका जा सकता है।

3. वैरिएबल-रेट तकनीक द्वारा नियंत्रित एमएफ इनोकुलेशन

परिशुद्ध कृषि में वैरिएबल-रेट टेक्नोलॉजी (VRT) का उपयोग कर मिट्टी और फसल की आवश्यकताओं के आधार पर एमएफ इनोकुलेशन की दर को नियंत्रित किया जाता है। यह प्रणाली न केवल इनोकुलेंट के प्रभाव को बढ़ाती है बल्कि लागत को भी कम करती है और अधिकतम उत्पादकता सुनिश्चित करती है।



3. जल प्रबंधन और सूखा प्रतिरोधक क्षमता में सुधार

एमएफ अपनी विस्तारित हाइफल नेटवर्क के माध्यम से जल अवशोषण को बढ़ाता है और सूखा प्रतिरोधी तंत्र को मजबूत करता है। जल संतुलन सेंसर और स्वचालित सिंचाई प्रणालियों के माध्यम से उन क्षेत्रों की पहचान की जाती है जहां मिट्टी में जल धारण क्षमता कम है। इन क्षेत्रों में एमएफ इनोकुलेशन से पौधों की जल उपयोग क्षमता में सुधार किया जा सकता है। जिससे सिंचाई की आवश्यकता कम हो जाती है और जल संसाधनों का संरक्षण संभव किया जा सके।

4. फसल चक्रण और एमएफ-संवर्धित कृषि प्रणाली

विभिन्न फसलों की एमएफ पर निर्भरता भिन्न होती है। वैज्ञानिक शोध बताते हैं कि कुछ फसलों जैसे कि दलहन और मक्का एमएफ के साथ मजबूत संबंध बनाती हैं और अधिक पोषक तत्व अवशोषित करने में सक्षम होती हैं। सटीक कृषि में फसल चक्रण तकनीक का उपयोग कर इस संबंध को बनाए रखा जा सकता है। जिससे मिट्टी की उर्वरता में स्थिरता बनी रहे हैं।

5. एमएफ आधारित जैविक उर्वरकों का उपयोग

एमएफ को जैविक उर्वरकों के साथ मिलाकर दीर्घकालिक मिट्टी उर्वरता सुनिश्चित की जा सकती है। धीमी गति से घुलने वाले फॉस्फोरस युक्त उर्वरकों और जैविक संशोधनों के साथ एमएफ का उपयोग किया जा सकता है, जिससे पोषक तत्वों की दीर्घकालिक उपलब्धता बनी रहती है। जीपीएस-आधारित उर्वरक अनुप्रयोग प्रणाली का उपयोग कर यह सुनिश्चित किया जाता है कि केवल आवश्यक क्षेत्रों में ही एमएफ इनोकुलेशन किया जाए।

6. सटीक कृषि में अजैविक और जैविक तनाव को कम करने में आर्बस्कुलर माइकोराइजल की भूमिका

आर्बस्कुलर माइकोराइजल फंगी (एमएफ) पौधों की जड़ों के साथ सहजीवी संबंध बनाकर उन्हें विभिन्न प्रकार के जैविक (biotic) और अजैविक (abiotic) तनावों से बचाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। ये कवक पोषक तत्वों के अवशोषण को बढ़ाने, जल संतुलन बनाए रखने और पौधों की प्रतिरोधक क्षमता बढ़ाने में मदद करते हैं, जिससे सटीक कृषि (precision agriculture) को अधिक सतत और प्रभावी बनाया जा सकता है।

1. अजैविक तनाव को कम करना

अत्यधिक सूखा, लवणीयता, भारी धातु प्रदूषण और पोषक तत्वों की कमी जैसी समस्याएं आधुनिक कृषि के लिए बड़ी

चुनौतियां हैं। एमएफ इन तनावों को निम्नलिखित तरीकों से कम करते हैं:

क) सूखा प्रतिरोधी क्षमता विकसित करना

- जड़ों का सतह क्षेत्र बढ़ाकर जल अवशोषण क्षमता बढ़ाते हैं।
- पौधों के जल उपयोग की दक्षता (water-use efficiency) में सुधार करते हैं।
- प्रोलाइन और शर्करा जैसे परास्माटिक संतुलन बनाए रखने वाले यौगिकों के संचय को बढ़ाते हैं।

ख) लवणीयता तनाव कम करना

- सोडियम (Na^+) के अवशोषण को नियंत्रित कर पोटेशियम (K^+) के अवशोषण को बढ़ाते हैं।
- एंटीऑक्सिडेंट एंजाइम की सक्रियता को बढ़ाकर ऑक्सीडेटिव तनाव को कम करते हैं।

ग) भारी धातु विषाक्तता कम करना

- विषाक्त धातुओं को अपने माइसेलियम में संग्रहित करके पौधों में इनके संचयन को रोकते हैं।
- तनाव प्रतिक्रिया से जुड़े जीनों की अभिव्यक्ति (gene expression) को सक्रिय कर विषाक्तता को कम करते हैं।

घ) पोषक तत्वों की कमी

- फॉस्फोरस (P), नाइट्रोजन (N), जिंक (Zn), और आयरन (Fe) जैसे आवश्यक पोषक तत्वों के अवशोषण में सुधार करते हैं।
- मिट्टी की उर्वरता और पोषक तत्वों के चक्रण को बढ़ावा देते हैं।

2. जैविक तनाव को कम करना

पैथोजन्स, नेमाटोड्स और शाकाहारी कीट जैसे जैविक कारक फसलों की उत्पादकता को प्रभावित कर सकते हैं। एमएफ पौधों को निम्नलिखित तरीकों से इन खतरों से बचाते हैं:

क) रोग प्रतिरोधक क्षमता बढ़ाना

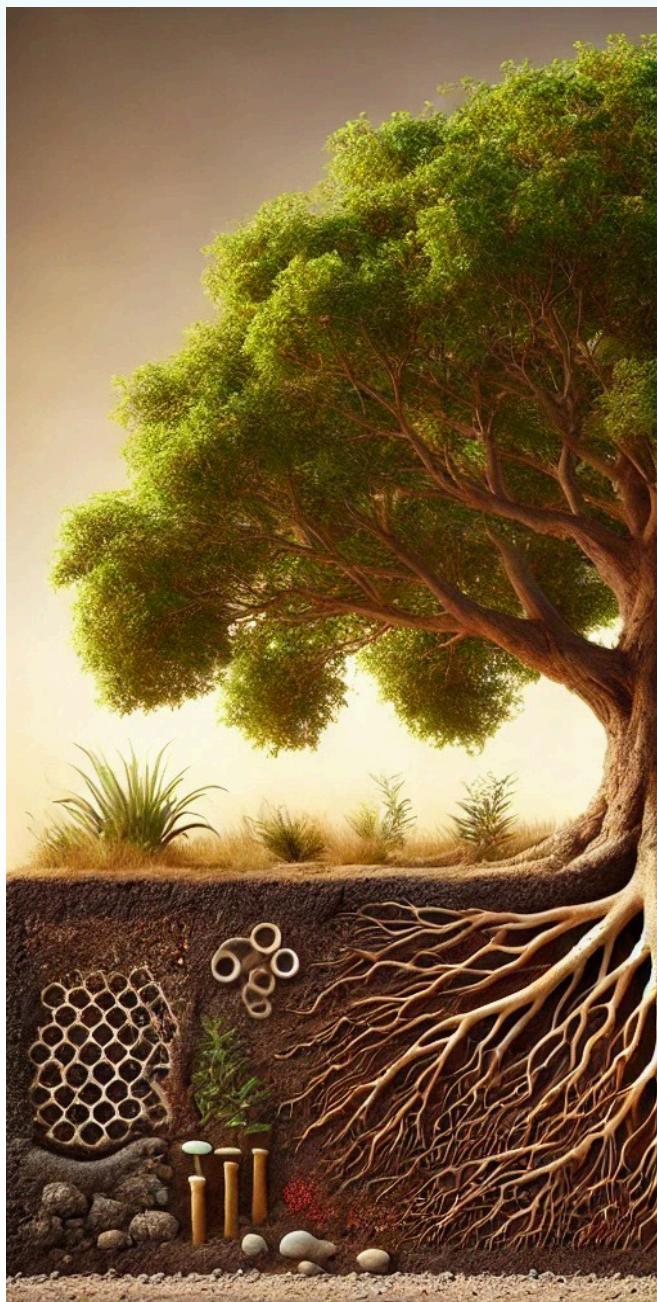
- पौधों की जड़ों के लिए पैथोजन्स के साथ प्रतिस्पर्धा कर संक्रमण की संभावना को कम करते हैं।
- पौधों में रोग प्रतिरोधक प्रतिक्रिया (Induced

Systemic Resistance – ISR) को सक्रिय कर सुरक्षा बढ़ाते हैं।

- रोगाणुरोधी यौगिकों के उत्पादन को प्रोत्साहित करते हैं।

ख) नेमाटोड नियंत्रण

- पौधों की कोशिका भित्ति (cell wall) को मजबूत बनाते हैं, जिससे नेमाटोड्स को जड़ों में घुसने में कठिनाई होती है।
- पौधों की समग्र वृद्धि में सुधार करके नेमाटोड के प्रभाव को कम करते हैं।



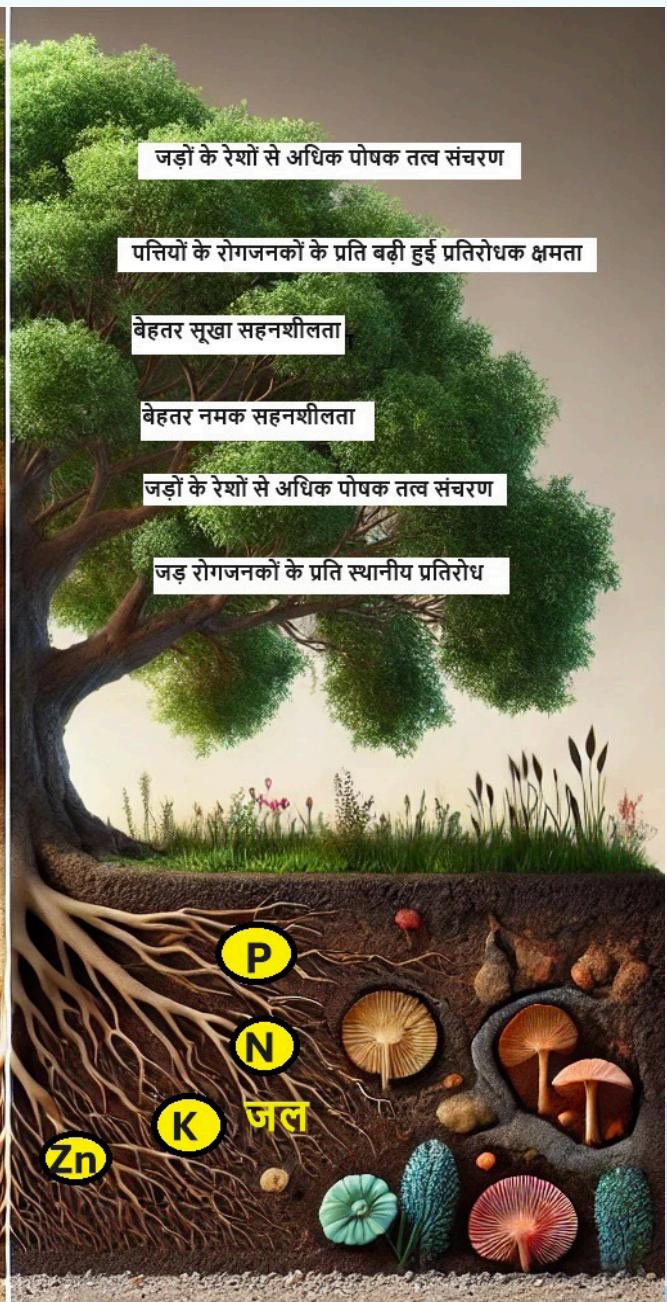
ग) कीट प्रतिरोधक क्षमता बढ़ाना

- द्वितीयक मेटाबोलाइट्स के उत्पादन को बढ़ाकर कीटों को हानि पहुंचाने से रोकते हैं।
- पौधों की वृद्धि को तेज करके नुकसान की भरपाई करने में मदद करते हैं।

एएमएफ के वैज्ञानिक और पर्यावरणीय लाभ

1. पोषक तत्वों की उच्च उपलब्धता और उर्वरक उपयोग में कमी

एएमएफ की उपस्थिति फॉस्फोरस, नाइट्रोजन और माइक्रोन्यूट्रिएंट्स (जैसे जिंक, तांबा) की जैव उपलब्धता



को बढ़ाती है। शोध से पता चला है कि एएमएफ के उपयोग से फॉस्फोरस का अवशोषण 70% तक बढ़ सकता है। जिससे रासायनिक उर्वरकों पर निर्भरता कम होगी।

2. मिट्टी की संरचना और जैव विविधता में सुधार

एएमएफ ग्लोमलिन प्रोटीन उत्पन्न करता है। जो मिट्टी संरचना को मजबूत करता है और मिट्टी के कणों का संयोजन बढ़ाता है। इससे जल धारण क्षमता में सुधार होता है, कटाव में कमी आती है और मिट्टी के भीतर जैव विविधता बढ़ती है।

3. जल संतुलन और सूखा सहिष्णुता

एएमएफ द्वारा विस्तारित हाइफल संरचना जड़ प्रणाली को अधिक जल उपलब्ध कराने में सहायता करती है। जिससे सूखे की स्थिति में भी फसलों की उत्पादकता प्रभावित नहीं होती। शोध दर्शाते हैं कि एएमएफ के उपयोग से सिंचाई की आवश्यकता में 30% तक की कमी लाई जा सकती है।

4. कार्बन पृथक्करण और जलवायु परिवर्तन में योगदान

एएमएफ कार्बनिक पदार्थों के अपघटन को धीमा करके मिट्टी में कार्बन के स्थिरीकरण में सहायता करता है। यह प्रक्रिया

ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करती है और जलवायु परिवर्तन को धीमा करने में सहायक होती है।

5. लागत-कुशल कृषि से उच्च पैदावार की ओर

एएमएफ के लक्षित अनुप्रयोग से खेती में निवेश कम होता है, जिससे किसानों की आय में वृद्धि की जा सकती है। इसके अलावा शोध से पता चला है कि एएमएफ से जुड़े पौधों में अधिक जैविक वृद्धि, रोग प्रतिरोधक क्षमता और उपज स्थिरता होती है।

निष्कर्ष

अरबस्कुलर माइकोराइज़ा स्टीक कृषि के लिए एक महत्वपूर्ण जैविक साधन है जो पौधों को आवश्यक पोषक तत्व उपलब्ध करवाकर मिट्टी की उर्वरता को बनाए रखने में सहायता होता है। स्टीक कृषि प्रौद्योगिकियों जैसे कि जीआईएस, रिमोट सेंसिंग, और वैरिएबल-रेट इनोकुलेशन के माध्यम से एएमएफ को प्रभावी ढंग से एकीकृत किया जा सकता है। भविष्य में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) और डेटा एनालिटिक्स द्वारा एएमएफ उपयोग को और अधिक परिष्कृत किया जा सकता है। जिससे पर्यावरण-अनुकूल, लागत-कुशल और उत्पादक कृषि प्रणाली विकसित की जा सकेगी।

———— *** —————

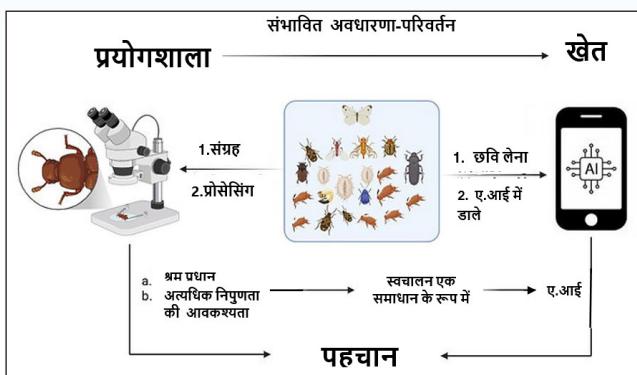
‘‘ समरत भारतीय भाषाओं के लिए यहि कोई एक लिपि आवश्यक हो तो वह देवनागरी ही हो सकती है। ’’

(जस्टिस) कृष्णस्वामी अच्युर

कृत्रिम बुद्धिमता-आधारित हृष्टिकोण से पीड़क कीटों की त्वरित और सटीक पहचान : प्रयोगशाला से खेत तक

सौरव चक्रवर्ती, शशांक पी. आर., बबिता यादव एवं एम. के. दिल्लौं
राष्ट्रीय पूसा संग्रह, भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली 110 012

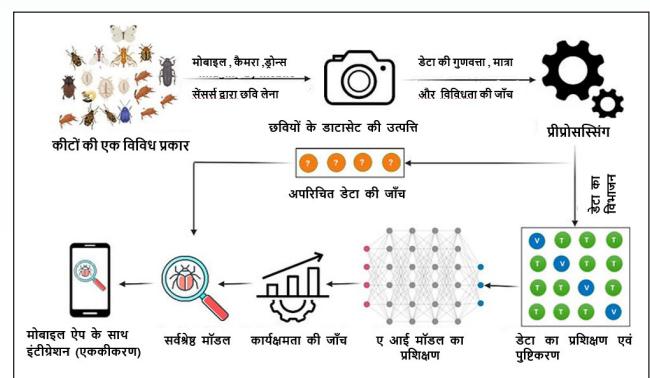
पीड़क कीट वैश्विक कृषि के लिए गंभीर चुनौतियां खड़ी करते हैं, जिससे प्रतिवर्ष फसलों का भारी नुकसान होता है। पारंपरिक कीट पहचान और निगरानी-विधियां, यद्यपि प्रभावी हैं, किंतु प्रायः श्रम-गहन, समय लेने वाली, प्रयोगशाला-केंद्रित होती हैं और इसमें उच्च स्तर की विशेषज्ञता की आवश्यकता होती है। कीट विज्ञान में तेजी से हो रही प्रगति के साथ, कृत्रिम बुद्धिमता-आधारित प्रणालियों द्वारा पीड़क कीटों की उपस्थिति पता लगाना इन कृषि खतरों की पहचान और प्रबंधन में क्रांतिकारी परिवर्तन लारहा है, जो टिकाऊ कीट नियंत्रण समाधानों के लिए अभूतपूर्व सटीकता, दक्षता और मापनीयता प्रदान करती है (चित्र-1.)।



चित्र-1. प्रयोगशाला से खेत तक : वास्तविक समय में कीट पीड़क का पता लगाने के लिए ए.आई.-आधारित दृष्टिकोण।

पारंपरिक वर्गीकरण प्रक्रियाएं समय साध्य होती हैं और इसके लिए उच्च स्तरीय विशेषज्ञों की आवश्यकता होती है। दूसरी ओर, कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित स्वचालन वास्तविक समय की छवियों का उपयोग करके सामान्य कीट पीड़क की पहचान करने का सबसे आसान तरीका है। ए.आई.-आधारित कीट पहचान प्रणाली कम श्रम-गहन होती है, इसमें न्यूनतम समय लगता है, और किसान एवं अन्य हितधारक इसे बिना किसी विशेषज्ञता के कर सकते हैं। कुल मिलाकर, यह प्रणाली शीघ्र पहचान सुनिश्चित करती हैं तथा कुशल कीट प्रबंधन रणनीतियों के निर्माण में सहायक सिद्ध होती है।

कीट पीड़क का पता लगाने में ए.आई के एकीकरण की प्राथमिक प्रेरणा टिकाऊ और सटीक फसल प्रबंधन की अनिवार्यता से प्रेरित है। पारंपरिक कीट नियंत्रण रणनीतियां अक्सर व्यापक स्पेक्ट्रम कीटनाशकों पर निर्भर होती हैं, जो लाभकारी कीटों के साथ-साथ पर्यावरण को भी नुकसान पहुंचा सकती हैं। इसलिए, स्वचालित प्रणालियों के माध्यम से कीटों का शीघ्र पता लगाकर लक्षित हस्तक्षेप को सक्षम किया जा सकता है, जिससे कीटनाशकों का अत्यधिक उपयोग कम किया जा सकता है और पर्यावरण अनुकूल कृषि पद्धतियों का समर्थन किया जा सकता है। ए.आई.-संचालित कीट पहचान तकनीक वास्तविक समय की क्षेत्रीय छवियों का उपयोग करते हुए कीट प्रजातियों, उनके विकासात्मक चरणों तथा क्षति के लक्षणों को त्वरित और सटीक रूप से पहचानने की क्षमता प्रदान करती है (चित्र-2.)। यह किसानों और कृषि विशेषज्ञों को समय पर उपाय करने, कीट संक्रमण के तेजी से प्रसार को रोकने और फसल के नुकसान को कम करने में सक्षम बनाता है।



चित्र-2. ए.आई.-आधारित मॉडल कैसे विकसित किए जाते हैं, इस पर सामान्य प्रवाह चार्ट।

एक डेटासेट तैयार करने के लिए मोबाइल, कैमरे, ड्रोन और सेंसर जैसे उपकरणों का उपयोग करके कीटों की छवियां ली जाती हैं। फिर छवियों को प्रीप्रोसेस किया जाता है और प्रशिक्षण,

सत्यापन और परीक्षण के लिए एक निश्चित अनुपात में विभाजित किया जाता है। तत्पश्चात् अध्ययनाधीन ए.आई-मॉडल को प्रशिक्षण और सत्यापन उपसमूहों (सबसेट) का उपयोग करके प्रशिक्षित किया जाता है तथा प्रदर्शन की जांच की जाती है। इसके बाद अनदेखे परीक्षण डेटा पर भी मॉडल के प्रदर्शन की जांच की जाएगी। समग्र प्रदर्शन के आधार पर, सर्वश्रेष्ठ मॉडल का चयन कर उसे सामान्य उपयोग के लिए मोबाइल एप्लिकेशन के साथ एकीकृत किया जाता है।

इस संबंध में ए.आई. का अनुप्रयोग नियंत्रित प्रयोगशाला सेटिंग्स से गतिशील क्षेत्रीय परिस्थितियों की ओर संक्रमण को दर्शाता है, जो एक बहुत ही महत्वपूर्ण कदम भी है। क्षेत्र की परिस्थितियां विभिन्न प्रकाश तीव्रता, जटिल पृष्ठभूमि और अतिव्यापी वस्तुओं (या कीटों) जैसी अनेक चुनौतियां प्रस्तुत करती हैं। इन बाधाओं के बावजूद, ए.आई.-संचालित मॉडल सशक्त प्रदर्शन दिखाने की क्षमता रखते हैं, जो किसानों और कृषि हितधारकों के लिए व्यावहारिक उपयोगिताओं को उजागर करते हैं। कीटों एवं क्षति के लक्षणों की वास्तविक समय में पहचान से पता लगाने और हस्तक्षेप के मध्य का समय अंतराल काफी घट जाता है। यह सटीकता, लक्षित कीट नियंत्रण को सक्षम बनाती है, जिससे कीटनाशकों का उपयोग कम होता है और पारिस्थितिक संतुलन को बढ़ावा मिलता है। इसके अलावा, ए.आई.-आधारित समाधान विभिन्न फसलों और कीट प्रजातियों में संभावित अनुप्रयोगों के साथ विस्तार योग्य (स्केलबेल) हैं।

हालांकि ए.आई. कोई नया विषय नहीं है, लेकिन कृषि में इसका एकीकरण अभी प्रारंभिक चरण में है। प्रगति के अंतर्गत ऐसे नए मोबाइल एप्लिकेशन शामिल हो सकते हैं जो किसानों को खेत की फोटो अपलोड करने और तत्काल कीट निदान प्राप्त करने के लिए उपयोगकर्ता के अनुकूल इंटरफ़ेस प्रदान करें। ए.आई.-संचालित ड्रोन और सेंसर नियंत्रित कीट निगरानी एवं डेटा संग्रह में सहायक हो सकते हैं, जबकि भविष्यवाणी आधारित विश्लेषण मॉडल पर्यावरणीय और ऐतिहासिक डेटा के आधार पर कीट प्रकोप का पूर्वानुमान लगाने में सक्षम होंगे। ये नवाचार कीट प्रबंधन को अधिक सक्रिय और कुशल बनाएंगे, जिससे पर्यावरणीय स्थिरता सुनिश्चित करते हुए फसलों को नुकसान से बचाने में मदद मिलेगी। ऐसी तकनीकों को व्यापक रूप से अपनाने से बढ़ती वैश्विक खाद्य मांग को पूरा करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई जा सकती है। यह दृष्टिकोण कीट प्रबंधन को एक प्रतिक्रियाशील अभ्यास से सक्रिय अभ्यास में बदलने की क्षमता रखता है। प्रयोगशाला-आधारित नवाचारों और क्षेत्र-स्तरीय अनुप्रयोगों के बीच की खाई को पाटते हुए, ए.आई किसानों को स्मार्ट और अधिक टिकाऊ कृषि प्रणालियों के लिए आवश्यक उपकरणों के साथ सशक्त बनाता है। जैसे-जैसे तकनीक का नियंत्रित विकास हो रहा है, यह ऐसे भविष्य का संकेत देती है, जहां फसल सुरक्षा न केवल कुशल होगी, बल्कि पर्यावरण के प्रति जिम्मेदार भी होगी।

आइए प्रयोगशाला से खेत तक छलांग लगाएं को साकार करें और एक उज्ज्वल कृषि भविष्य के लिए ए.आई की शक्ति का लाभ उठाएं।

————— *** —————

राष्ट्रभाषा हिंदी का किसी क्षेत्रीय भाषा से कोई संघर्ष नहीं है।

अनंत गोपाल शेवडे

कृषि में परिशुद्ध पादप प्रजनन का अनुप्रयोग और परिणाम

अक्षय तालुकदार, निकिता चन्द्रिला एवं मनीषा सैनी

आनुवंशिकी संभाग, भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली-110 012

संयुक्त राष्ट्र के अनुसार वर्ष 2050 तक दुनिया की आबादी 1.7 अरब तक पहुंच जाएगी। इतनी बड़ी आबादी को खिलाने के लिए अधिक उत्पादनशील फसलों और पशुपालन की आवश्यकता होगी। यह बढ़ती आबादी और जलवायु परिवर्तन से उत्पन्न बढ़ती चुनौतियां कृषि में नवीन समाधानों की मांग करती हैं। इन्हीं चुनौतियों से निपटने हेतु दो अत्याधुनिक दृष्टिकोण, परिशुद्ध पादप प्रजनन (Precision plant breeding) और परिशुद्ध कृषि (Precision agriculture), एक साथ मिलकर एक अधिक टिकाऊ और कुशल खाद्य उत्पादन प्रणाली बनाने के निर्माण में योगदान दे रहे हैं। परिशुद्ध पादप प्रजनन से विकसित बेहतर फसलें परिशुद्ध कृषि तकनीकों का उपयोग करके अधिक कुशलता से उगाई जा सकती हैं। यह किसानों को कम संसाधनों का उपयोग करते हुए अधिक खाद्य पदार्थ उत्पादन करने में मदद करता है, और जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करता है। इस दृष्टिकोण में, परिशुद्ध पादप प्रजनन एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

परिशुद्ध कृषि क्या है?

परिशुद्ध कृषि एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें डेटा-संचालित तकनीकों का उपयोग किया जाता है, जिसमें सेंसर, जीपीएस (GPS) और ड्रोन शामिल हैं, ताकि कृषि पद्धतियों को अनुकूलित किया जा सके। यह किसानों को उनकी फसलों की विशिष्ट आवश्यकताओं के अनुसार पानी और उर्वरकों जैसे आदानों को अनुकूलित करने में सक्षम बनाता है, जिससे बर्बादी कम होती है और उपज अधिकतम होती है।

परिशुद्ध पादप प्रजनन क्या है?

परिशुद्ध पादप प्रजनन एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें उन्नत आनुवंशिक तकनीकों और डेटा विश्लेषण का उपयोग करके फसलों की नई किस्मों का विकास किया जाता है। यह पारंपरिक

पादप प्रजनन से भिन्न है, जिसमें लक्ष्य अधिक सटीक और तेज होता है। इसमें जीनोमिक्स, फेनोमिक्स, और बायोइन्फॉर्मेटिक्स जैसी तकनीकों का उपयोग किया जाता है।

परिशुद्ध पादप प्रजनन के लाभ:

परिशुद्ध पादप प्रजनन के कई लाभ हैं, उनमें से कुछ निम्नलिखित हैं:

तेज विकास: इस प्रक्रिया में आणविक चिह्नों और डेटा विश्लेषण का उपयोग करके, वांछित विशेषताओं वाले पौधों को सटीक तरीके तथा तेजी से पहचाना जाता है, जिससे नई किस्मों का विकास भी तेज होता है। उदाहरण के लिए, आणविक चिह्नों का उपयोग करके, जलमग्नता सहनशीलता के लिए 'Sub1' जीन को स्वर्णा (स्वर्णा सब1), रंजीत (रंजीत सब1), आदि जैसी लोकप्रिय धान की किस्मों में स्थानांतरित किया गया है। ये किस्में काफी हद तक जलमग्नता को सहन कर सकती हैं और तनाव की स्थिति में भी अधिक उपज देती हैं। इसी प्रकार, सूखा-सहिष्णुता से जुड़े आनुवंशिक चिह्नों की पहचान करके, प्रजनक तेजी से धान की ऐसी किस्में विकसित कर सकते हैं जो कम पानी में भी अच्छा प्रदर्शन करती हैं।

बेहतर फसलें: परिशुद्ध प्रजनन के माध्यम से ऐसी फसलें विकसित की जा सकती हैं, जो जलवायु परिवर्तन, कीटों और रोगों के प्रति अधिक प्रतिरोधी हो। बी-टी मक्का (Bt Maize) एक ऐसी मक्का की किस्म है जिसे आणविक प्रजनन के माध्यम से विकसित किया गया है। इसमें बैसिलस थुरिंजियन्सिस नामक जीवाणु से प्राप्त एक जीन डाला गया है, जो मक्के के तना छेदक (stem borer) जैसे कीटों के प्रति प्रतिरोधक क्षमता प्रदान करता है जिससे कीटनाशकों की आवश्यकता कम हो जाती है। इस प्रकार, बी-टी मक्का कीटों से होने वाले नुकसान को कम करता है और किसानों को बेहतर उपज प्रदान करता है। साथ ही धान के

नमक सहिष्णु किस्में विकसित की गई है जो जल मन स्थिति में उगाई जा सकती है।

संसाधनों का कुशल उपयोग: परिशुद्ध प्रजनन से विकसित किस्में पानी, उर्वरक और कीटनाशकों का कम उपयोग कर सकती हैं, जिससे पर्यावरण पर प्रभाव कम होता है। गेहूं और कुछ अन्य फसलों की किस्म को उच्च नाइट्रोजन उपयोग दक्षता के लिए आणविक चिह्नक और अन्य उन्नत प्रजनन तकनीकों का उपयोग करके विकसित किया गया है। यह किस्में कम नाइट्रोजन उर्वरक में भी अच्छी उपज देती है। इसे यह किस्म किसानों को उर्वरक लागत कम करने और पर्यावरण पर नाइट्रोजन प्रदूषण के प्रभाव को कम करने में मदद करती है।

बढ़ी हुई उपज: परिशुद्ध प्रजनन से अधिक उपज देने वाली फसलें विकसित की जा सकती हैं, जिससे किसानों की आय बढ़ती है। सोयाबीन प्रजनक अधिक फलियां, बीज और उपज देने वाली सोयाबीन की किस्में विकसित करने के लिए जीनोमिक्स और जीनोम संपादन जैसी अत्याधुनिक तकनीकों का उपयोग कर रहे हैं (चित्र-1.)। जिससे उच्च उपज के साथ-साथ किसानों की आय भी बढ़ेगी, जिससे किसान खुशहाल और समृद्ध होंगे।

पोषण में सुधार: यह समय की मांग है कि हमें न केवल उच्च उपज वाली बल्कि पोषण से भरपूर फसलें भी पैदा करनी चाहिए। ऐसी अधिक पोषक तत्व वाली फसलों से लोगों के स्वास्थ्य में सुधार होता है। उदाहरण के तौर पर गोल्डन राइस- यह आनुवंशिक रूप से संशोधित धान की एक किस्म है, जिसमें विटामिन ए की मात्रा अधिक होती है। इसका गहरा पीला रंग बीटा-कैरोटीन के कारण होता है, जो विटामिन-ए का एक अग्रदूत है। यह मनुष्यों में विटामिन-ए की कमी को कम करने में मदद करता है। इस प्रकार, परिशुद्ध पादप प्रजनन के माध्यम से जिंक, आयरन आदि जैसे पोषक तत्वों से भरपूर फसल की किस्में भी विकसित की जा रही हैं।

कृषि में परिशुद्ध पादप प्रजनन का उपयोग कैसे होता है:

परिशुद्ध प्रजनन को कृषि में कई तरह से उपयोग किया जा सकता है, जिनमें से कुछ प्रमुख तरीके इस प्रकार हैं:

डेटा-संचालित फसल सुधार: डेटा का उपयोग परिशुद्ध प्रजनन कार्यक्रमों को सूचित करने के लिए किया जा सकता है। ड्रोन, सेंसर और उपग्रह से प्राप्त चित्र (सैटेलाइट इमेजरी) का उपयोग

करके पौधों की वृद्धि, स्वास्थ्य और उपज का डेटा एकत्र किया जाता है। जैसे कि ड्रोन का उपयोग करके फसलों की कैनोपी तापमान और हरेपन का आकलन करना, आदि। यह वैज्ञानिकों को उन आनुवंशिक विशेषताओं की पहचान करने में मदद करता है जो विशिष्ट कृषि पद्धतियों के लिए सबसे उपयुक्त हैं।

विशिष्ट वातावरण के लिए अनुकूलित फसलें: परिशुद्ध प्रजनन का उपयोग करके, ऐसी फसलें विकसित की जा सकती हैं जो विशिष्ट मिट्टी के प्रकार, जलवायु परिस्थितियों और जल उपलब्धता के लिए अनुकूलित हों। उदाहरण के लिए, बासमती चावल केवल भारत के उत्तर-पश्चिमी भाग के कुछ निश्चित क्षेत्रों में ही लाभदायक रूप से उगाया जा सकता है; इसके बाहर, फसल अच्छी तरह से नहीं बढ़ती है और अपनी विशिष्ट विशेषताओं को बनाए रखने में विफल रहती है। परिशुद्ध कृषि उपकरणों के माध्यम से क्षेत्रों का मानचित्रण करने से किसानों को बासमती उगाने के लिए उपयुक्त क्षेत्रों का चयन करने में मदद मिल सकती है और इस प्रकार उन्हें संभावित नुकसान से बचाया जा सकता है।

गुणवत्ता में बढ़ि: परिशुद्ध प्रजनन का उपयोग करके, ऐसी फसलें विकसित की जा सकती हैं जिनमें बेहतर पोषण मूल्य, स्वाद या शेल्फ-लाइफ हो। यह उपभोक्ताओं को उच्च गुणवत्ता वाले खाद्य उत्पाद प्रदान करने में मदद करता है।

संसाधन-कुशल फसलें: परिशुद्ध प्रजनन से ऐसी फसलें विकसित की जा सकती हैं जिन्हें कम पानी, उर्वरक और कीटनाशकों की आवश्यकता होती है। ऐसी प्रकार, परिशुद्ध प्रजनन विभिन्न रोगों और कीट-पतंगों के प्रति प्रतिरोधी फसल किस्में उत्पन्न कर सकता है। उदाहरणस्वरूप, भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली ने पूसा बासमती 1121 का उन्नत संस्करण विकसित किया है, जो पत्ती झूलसा रोग के प्रति प्रतिरोधी है। यह किसानों को संसाधनों को बचाने और पर्यावरण पर प्रभाव को कम करने में मदद कर रहा है।

जीनोमिक विश्लेषण: डीएनए अनुक्रमण और आनुवंशिक चिह्नों का उपयोग करके पौधों के आनुवंशिक गुणों का विश्लेषण किया जाता है। उदाहरण के तौर पर टमाटर के जीनोम का अनुक्रमण करके, रोग प्रतिरोधक जीन की पहचान करना और उनका उपयोग नई किस्मों में करना- यह काम तेजी से हो रहा है।

फेनोटाइपिंग: उच्च-तकनीकी फेनोटाइपिंग मंच (उच्च-श्रूपुट

फेनोटाइपिंग) का उपयोग करके पौधों की शारीरिक विशेषताओं का तेजी से विश्लेषण किया जाता है। इस में स्वचालित चित्रण प्रणाली (इमेजिंग सिस्टम) का उपयोग करके पौधों की ऊंचाई, पत्ती क्षेत्र और पुष्पों की संख्या का मापन किया जा सकता है। इस दृष्टिकोण से प्राप्त आंकड़े अधिक परिशुद्ध और यथार्थ होते हैं।

डेटा विश्लेषण और मॉडलिंग: आजकल, परिशुद्ध पादप प्रजनन में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का व्यापक रूप से उपयोग किया जा रहा है। बायोइन्फॉर्मेटिक्स और मशीन लर्निंग का उपयोग करके डेटा का विश्लेषण किया जाता है और पौधों के प्रदर्शन का पूर्वानुमान लगाया जाता है। उदाहरणस्वरूप, मौसम का डेटा, मृदा डेटा और आनुवंशिक डेटा का उपयोग करके फसलों की उपज का पूर्वानुमान लगाने के लिए मशीन लर्निंग मॉडल का उपयोग हो रहा है।

लक्षित प्रजनन: आनुवंशिक डेटा और फेनोटाइपिक डेटा का उपयोग करके वांछित विशेषताओं वाले पौधों का चयन किया जाता है और उनका प्रजनन किया जाता है। इस दृष्टिकोण का उपयोग करते हुए, भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली द्वारा एंटी-न्यूट्रिशनल फैक्टर मुक्त सोयाबीन किस्में (पुसा सोयाबीन 21) विकसित की गई हैं। सूखा-सहिष्णुता वाले गेहूं के पौधों का चयन भी इसी तरह किया जा रहा है।

चुनौतियां और भविष्य: परिशुद्ध पादप प्रजनन में कई चुनौतियां हैं, जिनमें डेटा प्रबंधन, तकनीक की लागत और किसानों में जागरूकता भी शामिल हैं। हालांकि, इस क्षेत्र में तेजी से प्रगति



चित्र 1- जिनोम सम्पादन प्रक्रिया से विकास कि जा रही सोयाबीन जिसमें अधिक फलियां और उपज भी अधिक हैं।

हो रही है, और भविष्य में यह कृषि करने के लिए एक महत्वपूर्ण तरीका बन जाएगा। परिशुद्ध कृषि के साथ मिलकर, परिशुद्ध पादप प्रजनन खाद्य सुरक्षा, स्थिरता और किसानों की समृद्धि में योगदान कर सकता है।

निष्कर्ष:

परिशुद्ध पादप प्रजनन कृषि का एक महत्वपूर्ण घटक है। यह तकनीक फसलों की उत्पादकता और गुणवत्ता में सुधार करने, संसाधनों का कुशल उपयोग करने और जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने में मदद कर सकती है। जैसे-जैसे तकनीक विकसित होती रहेगी, परिशुद्ध पादप प्रजनन, कृषि के भविष्य को एक नया आयाम देने में अत्यंत महत्वपूर्ण भूमिका निभाएगा।

———— *** —————



हिंदी ही भारत की राष्ट्रभाषा हो सकती है।

वी. कृष्णस्वामी अय्यर



स्मार्ट शहरी बागवानी खेती

एम. हसन, ए.एम. त्रिपाठी, विनोद कुमार एवं अंजनी कुमार यादव
संरक्षित कृषि प्रौद्योगिकी केंद्र, भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली 110 012

स्मार्ट शहरी बागवानी खेती आधुनिक तकनीकों की मदद से शहरी और उप-शहरी क्षेत्रों में उच्च मूल्य की बागवानी फसलों को उगाने से संबंधित है। उच्च मूल्य की बागवानी फसलों, जैसे सब्जियां, फूल, जड़ी-बूटियां और नवोद्धिद-पौधे, स्मार्ट शहरी खेती के तहत वर्षभर या बे-मौसम उगाई जा सकती हैं। इसे खुले खेत, संरक्षित संरचनाओं, छतों, बालकनियों, रसोई उद्यान और यहां तक कि बंद कमरे के अंदर भी अपनाया जा रहा है। इसे कृत्रिम प्रकाश के साथ या बिना अपनाया जा सकता है। स्मार्ट शहरी खेती में कई आधुनिक तकनीकों का उपयोग होता है, जो मुख्य रूप से ऊर्जा, पानी, बीज, उर्वरक और अन्य रसायनों जैसे महंगे इनपुट्स के कुशल नियंत्रण और प्रबंधन के लिए हैं। मूल्य श्रृंखला आधारित कुशल विपणन प्रणाली, स्मार्ट शहरी खेती का एक महत्वपूर्ण घटक है। स्मार्ट शहरी खेती के ये दो महत्वपूर्ण घटक मुख्य रूप से बड़े शहरों में युवाओं और आम नागरिकों को इसे बड़े पैमाने पर अपनाने के लिए आकर्षित कर रहे हैं। इस प्रकार की खेती समानांतर रूप से सुरक्षित भोजन उगाने में मदद करती है, जिसमें व्यक्ति की स्वयं की भागीदारी होती है और यह अक्सर घर के भीतर सीमित स्थान में भी संभव है। यह प्रदूषण नियंत्रण में मदद करती है और विशेष पौधों को उगाकर प्रचुर मात्रा में ऑक्सीजन की आपूर्ति और कई हानिकारक गैसों को नियंत्रित करने में सहायक होती है। यही मुख्य कारण है कि कोविड के बाद के युग में स्मार्ट शहरी खेती तकनीक को बड़े पैमाने पर अपनाया जा रहा है। यह हमें अपने परिवार और समाज के लिए सुरक्षित और उच्च मूल्य की बागवानी फसलों उगाने का अवसर प्रदान करती है। स्मार्ट शहरी खेती के विभिन्न पहलुओं से जुड़े कई स्टार्टअप अब बड़े शहरों में तेजी से फल-फूल रहे हैं।

स्मार्ट शहरी बागवानी खेती में महत्वपूर्ण आधुनिक तकनीकें निम्नलिखित हैं:

- संरक्षित खेती तकनीक
- टपक सिंचाई और फर्टिगेशन
- मृदा रहित खेती तकनीक

- हाइड्रोपोनिक्स, एयरोपोनिक्स और एक्वापोनिक्स
- मशीन लर्निंग (ML), आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI), ऑटोमेशन, सेंसर, कंट्रोलर और आईओटी (IoT)
- ऊर्ध्वाधर खेती



आकृति: आईओटी और सेंसर संचालित ग्रीनहाउस स्मार्ट शहरी खेती, भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, पूसा

स्मार्ट शहरी बागवानी खेती के मुख्य लाभ निम्नलिखित हैं:

- वर्षभर उच्च मूल्य की बागवानी फसलों उगाने की संभावना
- ऑफ-सीजन में उच्च मूल्य की बागवानी फसलों उगाने की उपलब्धता
- इनपुट्स का कुशल नियंत्रण और प्रबंधन
- उच्च मूल्य की बागवानी फसलों का सुरक्षित और रसायन-मुक्त उत्पादन
- स्वस्थ और पर्यावरण के अनुकूल वातावरण का निर्माण
- उच्च मूल्य की बागवानी फसलों उगाने में व्यक्तिगत भागीदारी

संरक्षित खेती तकनीक के तहत स्मार्ट शहरी बागवानी खेती

सुरक्षित खेती पर आधारित स्मार्ट शहरी खेती उच्च गुणवत्ता और अधिक उत्पादन के साथ बागवानी फसलों और उनके

पौधरोपण सामग्री के उत्पादन के लिए कई लाभ प्रदान करती है। भूमि और संसाधनों के कुशल उपयोग के माध्यम से फलों, सब्जियों और फूलों की फसलें सामान्य फसलों की तुलना में 4 से 8 गुना अधिक लाभ देती हैं। यह मुनाफा/लाभ अंतर कई गुना बढ़ सकता है यदि इन उच्च मूल्य वाली फसलों को संरक्षित परिस्थितियों जैसे ग्रीनहाउस, नेट हाउस, टनल, शेड नेट आदि के तहत उगाया जाए।

स्मार्ट शहरी खेती के लिए सामान्य रूप से उपयोग की जाने वाली संरक्षित संरचनाएं निम्नलिखित हैं:

- प्राकृतिक रूप से हवादार ग्रीनहाउस
- जलवायु नियंत्रित ग्रीनहाउस
- कीट प्रूफ नेट हाउस
- शेड नेट हाउस
- टनल-प्रकार ग्रीनहाउस
- वर्षा शरण

इन सभी संरक्षित संरचनाओं का उपयोग मृदा या मृदा रहित प्रणाली के आधार पर, एकल और बहु-परतों में स्मार्ट शहरी खेती अपनाने के लिए किया जा सकता है। उगाने की प्रणाली को विशेष आवश्यकताओं के अनुसार संशोधित और आसानी से निर्मित किया जा सकता है। इस प्रकार की कृषि उत्पादन प्रणाली शहरी और उप-शहरी क्षेत्रों में आय और रोजगार का अधिक लाभकारी स्रोत प्रदान कर सकती है। सब्जियों और कटे हुए फूलों में फसल कटाई के बाद होने वाले नुकसान की मात्रा (20-30%) काफी अधिक होती है, जिसे सुरक्षित खेती तकनीकों के माध्यम से सालभर फसल लेने पर काफी हद तक कम किया जा सकता है। सुरक्षित खेती का उद्यमशील मूल्य बहुत अधिक होता है और यह लाभ को अधिकतम करने के साथ-साथ स्थानीय रोजगार, सामाजिक सशक्तिकरण और किसानों की प्रतिष्ठा बढ़ाने में सहायक होती है। पर्यावरणीय रूप से सुरक्षित पद्धतियां, जिनमें जीएपी (गुड एग्रीकल्चर प्रैक्टिस) और आईपीएम (इंटीग्रेटेड पेस्ट मैनेजमेंट) रणनीतियां शामिल होती हैं, उच्च मूल्य उत्पादों से जुड़े खतरों को कम करती हैं।

मशीन लर्निंग, आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस, सेंसर और आईओटी के उपयोग द्वारा शहरी खेती का सतत प्रबंधन

मशीन लर्निंग (ML), इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT), और आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI) आधारित ऑटोमेशन हाल ही

में ग्रीनहाउस और शहरी खेती मॉडल को नियंत्रित करने के लिए सबसे सफल दृष्टिकोण रहे हैं। ये तकनीकें उच्च मूल्य की सब्जियों, फूलों और पौधों के गुणवत्तापूर्ण उत्पादन को अधिकतम करने और संबंधित व्यावसायिक मॉडलों को कुशलतापूर्वक नियंत्रित करने में मदद करती हैं। ये नवीनतम तकनीकें मानव विशेषज्ञता, सेंसर, ऑनलाइन और इन-सिटू डेटा, विभिन्न स्रोतों से प्राप्त सॉफ्टवेयर और हार्डवेयर को समाहित और एकीकृत करती हैं, ताकि संबंधित सभी इनपुट्स का कुशल प्रबंधन किया जा सके और गुणवत्ता और मात्रा दोनों के संदर्भ में उत्पादन को अधिकतम किया जा सके। स्मार्ट, कुशल और सटीक कृषि का भविष्य मुख्य रूप से आईओटी (IoT) और एआई (AI) से जुड़े स्वचालन (ऑटोमेशन) पर आधारित है।

स्मार्ट शहरी खेती में सामान्य रूप से उपयोग किए जाने वाले सेंसर निम्नलिखित हैं:

- जलवायु सेंसर
- फर्टिगेशन सेंसर
- पानी की गुणवत्ता सेंसर
- रोग निगरानी सेंसर
- पौधों के सेंसर
- पत्तियों के सेंसर

भा.कृ.अनु.प.-भा.कृ.अनु.स., पूसा, दिल्ली, स्मार्ट शहरी खेती तकनीक के विभिन्न पहलुओं पर शोध, शिक्षा और प्रशिक्षण में अग्रणी संस्थानों में से एक है। इसमें सॉयललेस वर्टिकल हाइड्रोपोनिक्स आधारित खेती को भी शामिल किया गया है, जिसे संरक्षित खेती तकनीक केंद्र (CPCT) में विकसित किया गया है। सॉयललेस, हाइड्रोपोनिक्स, एयरोपोनिक्स और बहु-स्तरीय वर्टिकल खेती के लिए स्वदेशी संरचनाएं विकसित, स्थापित और मूल्यांकित की गई हैं, जिनमें स्वचालन (ऑटोमेशन) और आईओटी (IoT) विकास सहित सेंसर तकनीकों में महत्वपूर्ण उपलब्धियां हासिल की गई हैं। भा.कृ.अनु.प.-भा.कृ.अनु.स.द्वारा स्मार्ट शहरी खेती से संबंधित तकनीक के प्रसार के लिए “Hydroponics Technology for Horticultural Crops” (TB-ICN:188/2018), Smart Urban Farming Technology (TB-ICN:270/2022- English) and स्मार्ट शहरी खेती तकनीक (TB-ICN:H-195/2022-Hindi) शीर्षक वाली तकनीकी बुलेटिन प्रकाशित की हैं।



आकृति: किसान गेला, भा.कृ.अनु.प.-भा.कृ.अनु.स., पूसा, दिल्ली में प्रदर्शित स्मार्ट शहरी वर्टिकल फार्मिंग मॉडल

भारत सरकार (GOI) की स्मार्ट शहरी खेती को बढ़ावा देने की पहल

स्मार्ट शहरी खेती भारतीय कृषि के लिए बड़े अवसर प्रदान करती है। यह किसानों की आय को दोगुना करने की एक संभावित तकनीक है। बदलती खाद्य आदतों हरी सब्जियों, जड़ी-बूटियों और फलों के बढ़ते प्रचलन के साथ, हाइड्रोपोनिक्स तकनीक शहरी एवं उप-शहरी क्षेत्रों में सतत और वर्षभर उत्पादन के लिए एक प्रमुख भूमिका निभाने वाली है। यद्यपि, यह तकनीक पूँजी-प्रधान है और इसमें तकनीकी जानकारी की आवश्यकता होती है। सरकार ने विभिन्न एजेंसियों के माध्यम से इस तकनीक को बढ़ावा देने के लिए कई योजनाएं शुरू की हैं।

स्मार्ट शहरी खेती को बढ़ावा देने वाली प्रमुख एजेंसियां निम्नलिखित हैं:

1. कृषि एवं किसान कल्याण मंत्रालय, भारत सरकार
2. राष्ट्रीय बागवानी बोर्ड (NHB)
3. राष्ट्रीय बागवानी मिशन (NHM)
4. उत्तर-पूर्व और हिमालयी राज्यों के लिए बागवानी मिशन

हाइड्रोपोनिक्स खेती के लिए संरक्षित स्थितियों में व्यावासिक उत्पादन इकाइयों की स्थापना से संबंधित क्रेडिट लिंक्ड परियोजनाओं को राष्ट्रीय बागवानी बोर्ड (NHB) द्वारा वित्तीय सहायता प्रदान की जाती है। इन योजनाओं का विवरण www.nhb.gov.in पर उपलब्ध है। इसके अलावा, राष्ट्रीय बागवानी मिशन (NHM) और उत्तर-पूर्व एवं हिमालयी राज्यों के लिए बागवानी मिशन भी संरक्षित खेती पहलों के तहत हाइड्रोपोनिक्स से संबंधित परियोजनाओं को अप्रत्यक्ष रूप से समर्थन प्रदान करते हैं। किसान और उद्यमी अपनी पात्रता और उपयुक्तता के आधार पर इन योजनाओं का लाभ उठा सकते हैं। भारत सरकार के कृषि और किसान कल्याण मंत्रालय द्वारा स्मार्ट शहरी खेती मॉडलों जैसे वर्टिकल फार्मिंग, सॉयललेस, हाइड्रोपोनिक्स और एयरोपोनिक्स के लिए कृषि अवसंरचना फंड के तहत किसानों को (2 करोड़ तक का ऋण) वित्तीय सहायता प्रदान की जा रही है।

———— *** —————

विदेशी भाषा का किसी स्वतंत्र राष्ट्र के राजकाज और शिक्षा की भाषा होना सांस्कृतिक दासता है।

वाल्टर चेनिंग

सूत्रकृमि विज्ञान : परिशुद्धता कृषि में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का योगदान

पंकज एवं राशिद परवेज

सूत्रकृमि विज्ञान संभाग, भा.कृ.अनु.प. - भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली- 110 012

परिशुद्धता कृषि में संसाधनों के उपयोग को अनुकूलित करने, कीट, रोग एवं सूत्रकृमियों के प्रबंधन में दक्षता और फसल उत्पादकता में सुधार करने के लिए प्रौद्योगिकियों का उपयोग किया जाता है। इसमें फसलों की विशिष्ट आवश्यकताओं का अवलोकन, माप और विश्लेषण करना भी शामिल है। जिससे उर्वरकों और पानी जैसे इनपुट के अधिक लक्षित और सटीक अनुप्रयोग की सटीक जानकारी मिलती है। इनपुट का अधिक सटीक अनुप्रयोग आवश्यक संसाधनों की मात्रा को कम करता है जिससे लागत में बचत, पर्यावरणीय को कम दूषित करने और अंततः फसल की पैदावार बढ़ाने में मदद करता है।

सूत्रकृमि बहुत ही सूक्ष्म आकार, बेलनाकार, रंगहीन तथा धागेनुमा होते हैं। प्रायः इन्हें नग्न आंखों से नहीं देखा जा सकता है। इन्हें देखने के लिए विशेष प्रकार के सूक्ष्मदर्शी की आवश्यकता होती है। यह मुख्यतः मिट्टी में 5-35 से.मी. तक पाए जाते हैं। यह पौधों की जड़ों को बाहर तथा अंदर दोनों प्रकार से हानि पहुंचाते हैं। इनकी उपस्थिति एक निश्चित संख्या से अधिक होने पर पौधों को पानी तथा अन्य पोषक तत्वों को प्राप्त करने में बाधा उत्पन्न होती है। सूत्रकृमि अक्सर जड़ ऊत्तकों के कार्यों में बाधा पहुंचाते हैं। उनके द्वारा संक्रमित पौधों की जड़े मिट्टी से उचित पोषण एवं पानी नहीं ले पाती हैं। जिसके कारण पौधे के उपरी भागों में लक्षण उत्पन्न होते हैं जैसे:- पोषण की कमी, शुष्कता, लवण की अधिकता व अन्य तनाव की परिस्थितियां उत्पन्न होती हैं। पौधों की वृद्धि रूक जाती हैं, पत्तियां पीली पड़ जाती हैं तथा शाखाएं कम निकलती हैं।

प्रभावी सूत्रकृमि प्रबंधन आवश्यक है, लेकिन सूत्रकृमि के छोटे आकार और उन्हें पहचानने के लिए आवश्यक विशेष कौशल के कारण यह मुश्किल है। पारंपरिक प्रक्रियाओं में समय और कौशल की आवश्यकता होती है। इन नियंत्रण विधियों में अक्सर सूत्रकृमिनाशक (नेमेटीसाइड्स) का उपयोग किया जाता

है जो पर्यावरण के लिए हानिकारक होते हैं।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस – ए.आई) एक उभरती हुई तकनीक है जो मशीन लर्निंग (एमएल), डीप लर्निंग (डीएल) और इमेज प्रोसेसिंग का उपयोग करके सूत्रकृमियों की पहचान, संक्रमण की भविष्यवाणी और सटीक प्रबंधन करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

सूत्रकृमि विज्ञान में परिशुद्धता कृषि प्रौद्योगिकियां स्वचालित सूत्रकृमि पहचान प्रणाली

सूत्रकृमि पहचान प्रक्रिया पूरी तरह से माइक्रोस्कोप के अवलोकन पर निर्भर करती है; इसके लिए आकृति विज्ञान और वर्गीकरण में विशेषज्ञता और ज्ञान की आवश्यकता होती है। किसी भी गलत पहचान से प्रबंधन विधियां अप्रभावी हो सकती हैं।

सूत्रकृमियों की पहचान स्वचालित मशीन लर्निंग और डीप लर्निंग जैसे उपकरणों की मदद से की जा सकती है। एक अध्ययन में सूत्रकृमियों की उपजातियों की पहचान हेतु कन्वोल्यूशनल न्यूरल नेटवर्क (सी एन एन) का उपयोग किया जिससे लगभग 95% तक सटीकता के साथ किया गया। शोधकर्ताओं द्वारा सूत्रकृमियों के अंडों और शिशुओं की पहचान करने के लिए डीप लर्निंग एल्गोरिदम का एक जी यू आई - आधारित उपकरण विकसित किया गया था। ये उपकरण पहचान प्रक्रिया में विशेषज्ञ पर निर्भरता को कम करते हैं।

संक्रमण की भविष्यवाणी

शोधकर्ताओं ने केले के बागानों में नुकसान पहुंचाने वाले जड़-धाव सूत्रकृमि का आकलन करने के लिए एक एआई मॉडल विकसित किया है, यह उपकरण पर्यावरण संबंधी डेटा को एकीकृत करता है ताकि प्रबंधन तकनीकियों की सिफारिश की जा सके जो फसल के नुकसान को 30% तक कम कर सके।

सटीक प्रबंधन रणनीतियां

रासायनिक नेमेटीसाइड्स (सूत्रकृमिनाशक) का उपयोग सूत्रकृमियों के प्रबंधन का एक सामान्य समाधान है, लेकिन ये रसायन महंगे होने के साथ-साथ पर्यावरण के लिए हानिकारक भी हैं। इसके अतिरिक्त सूत्रकृमियों में इन सूत्रकृमिनाशकों के प्रति प्रतिरोधक क्षमता भी पैदा होती है, जिसके कारण टिकाऊ प्रबंधन में समस्या होती है।

अतः कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए.आई) सूत्रकृमियों के एकीकृत प्रबंधन के लिए सटीक कृषि तकनीकियों के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। ए.आई - एल्गोरिदम से लैस सेंसर विभिन्न सूत्रकृमियों की निगरानी कर सकते हैं और किसानों को इसके उपयोग के बारे में मार्गदर्शन प्रदान कर सकते हैं। नेमानेट (NemaNet) सीएनएन आधारित उपकरण है जो सोयाबीन की फसलों को नुकसान पहुंचाने वाले सूत्रकृमियों का पता लगा सकता है। सूत्रकृमियों की उपस्थितियों का विश्लेषण करता है और सूत्रकृमियों की 90% तक सटीक पहचान करके उनके निदान करने में मदद करता है।

सूत्रकृमि विज्ञान में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए.आई) के लाभ

दक्षता: जीपीएस-निर्देशित उपकरण, रिमोट सेंसिंग, मृदा सेंसर एवं उपज मॉनिटर जैसे ए.आई उपकरणों और प्रौद्योगिकियों का उपयोग मैनुअल श्रम को कम करता है।

सटीकता: एमएल और डीएल एल्गोरिदम सूत्रकृमियों की पहचान में मानवीय त्रुटियों को कम करते हैं। इसके अतिरिक्त सटीक रोपण, छिड़काव और उर्वरक एवं सूत्रकृमिनाशक के अनुप्रयोग करने में सहायता करता है।

स्थायित्व: सूत्रकृमिनाशकों के सटीक और लक्षित उपयोग को सक्षम बनाता है, जिससे पर्यावरणीय क्षति कम होती है।

वैश्विक अनुप्रयोग: इन ए.आई उपकरणों और प्रौद्योगिकियों को विभिन्न कृषि प्रथाओं के लिए अनुकूलित किया जा सकता है।

सूत्रकृमि विज्ञान में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए.आई) के लिए प्रमुख चुनौतियां

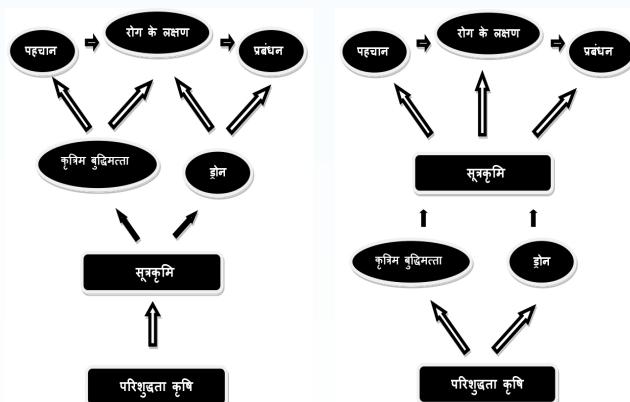
कृत्रिम बुद्धिमत्ता मॉडल को लागू करने के लिए उच्च गुणवत्ता वाले और व्यापक डेटा की आवश्यकता होती है, लेकिन सूत्रकृमि विज्ञान के क्षेत्र में विभिन्न सूत्रकृमियों की उपजातियों के लिए कोई समान डेटासेट नहीं है। प्रशिक्षण और उपयुक्त संसाधनों

की कमी के कारण किसानों को इन उपकरणों का उपयोग करने में कठिनाई हो सकती है।

सूत्रकृमि विज्ञान में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए.आई) हेतु भविष्य की संभावनाएं

भविष्य में रोबोटिक्स और सुदृढीकरण सीखने जैसी कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए.आई) तकनीकियां सूत्रकृमियों की पहचान और प्रबंधन में दक्षता को और बढ़ा सकती हैं, रोबोटिक सिस्टम का उपयोग करके विभिन्न स्थानों से मिट्टी के नमूने ले सकते हैं, सूत्रकृमियों की पहचान कर सकते हैं और उनको प्रबंधन करने के लिए आवश्यक उपचार से उपचारित कर सकते हैं।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए.आई) का उपयोग करके सूत्रकृमियों की पहचान, संक्रमण की निगरानी एवं सटीक प्रबंधन विधियों की सिफारिश करके स्थाई सक्षम सूत्रकृमि प्रबंधन से सूत्रकृमि विज्ञान के क्षेत्र में क्रांति ला सकते हैं। हालांकि इन सबमें डेटा की कमी एक प्रमुख समस्या है, लेकिन भविष्य में अधिक शोध, उपकरणों का विकास और संसाधनों का उपयोग करके सूत्रकृमि प्रबंधन के लिए नई संभावनाएं प्रदान कर सकते हैं।



चित्र: सूत्रकृमि विज्ञान में परिशुद्धता कृषि प्रौद्योगिकियां का उपयोग।

— *** —

स्मार्ट कृषि तकनीक : कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित फसल रोग पहचान और प्रभावी प्रबंधन

ज्योति शर्मा^{1,2}, पूजा गर्ग¹, शिखा त्रिपाठी^{1,3}, शिव शंकर शर्मा^{1,3}, रंजीत कुशवाहा¹ एवं महेश राव¹

¹भा.कृ.अनु.प.- राष्ट्रीय पादप जैव प्रौद्योगिकी संस्थान, पूसा कैपस, नई दिल्ली-110 012

²डिपार्टमेंट ऑफ बायोटेक्नोलॉजी, स्कूल ऑफ केमिकल एंड लाइफ साइंस, जामिया हमदर्द, नई दिल्ली-110062

³स्कूल ऑफ बायोटेक्नोलॉजी, काशी हिंदू विश्वविद्यालय, वाराणसी, उत्तर प्रदेश-221005

परिचय

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए.आई) कृषि क्षेत्र में क्रांति ला रही है क्योंकि यह किसानों को तेजी से और सटीक निर्णय लेने में मदद करती है। पारंपरिक तरीकों की तुलना में ए.आई आधारित तकनीकें फसलों में रोगों की पहचान और प्रबंधन को अधिक कुशल और प्रभावी बनाती हैं। यह फसल हानि को कम करने, उत्पादकता बढ़ाने और किसानों की आय में वृद्धि करने में सहायक होती है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता का उपयोग मुख्य रूप से फसल रोगों की पहचान, पर्यावरणीय परिस्थितियों का विश्लेषण, मिट्टी की गुणवत्ता जांचने और उर्वरकों एवं कीटनाशकों के सटीक उपयोग में किया जा रहा है। आधुनिक तकनीकों जैसे ड्रोन, सेंसर, और मशीन लर्निंग एल्गोरिदम की मदद से फसलों की स्थिति का वास्तविक समय में मूल्यांकन किया जाता है, जिससे किसान उचित समय पर सही निर्णय ले सकते हैं। कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीकें फसलों की निगरानी को स्वचालित बनाकर उत्पादकता में सुधार करती हैं। यह जलवायु परिवर्तन, मिट्टी की नमी, तापमान, और अन्य पर्यावरणीय कारकों का विश्लेषण करके फसलों के लिए अनुकूलन तकनीकों की सिफारिश करता है। इसके अतिरिक्त, कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित मॉडल यह भी अनुमान लगाते हैं कि किस क्षेत्र में कौन-सा रोग फैल सकता है, जिससे किसान समय रहते उचित कदम उठा सकते हैं।

पारंपरिक तरीके अधिक श्रम-आधारित और समय साध्य होते हैं, जबकि कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीकें तेज और अधिक सटीक होती हैं। पारंपरिक फसल निरीक्षण में अक्सर मानव त्रुटियां होती हैं, लेकिन कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित छवि विश्लेषण, डेटा एनालिटिक्स और पूर्वानुमान प्रणाली सटीक परिणाम देती हैं।

इसके अलावा, कृत्रिम बुद्धिमत्ता स्वचालित प्रणाली के माध्यम से बड़े खेतों की निगरानी में भी मदद करता है, जिससे किसानों का श्रम और समय बचता है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता, सतत कृषि (Sustainable Agriculture) को बढ़ावा देता है क्योंकि यह जल, उर्वरकों और कीटनाशकों का इष्टतम उपयोग सुनिश्चित करता है। यह मिट्टी की उर्वरता को बनाए रखने और फसल उत्पादन में निरंतरता बनाए रखने में मदद करता है। इसके अलावा, कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित रोबोटिक उपकरण फसल कटाई और रोग प्रबंधन को अधिक कुशल बनाते हैं, जिससे जैविक और पर्यावरणीय संतुलन भी बना रहता है।

सटीक कृषि में ए.आई का महत्व: रोगों की पहचान और समाधान

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए.आई) कृषि क्षेत्र में तेजी से अपनी जगह बना रही है। यह तकनीक फसलों में रोगों की पहचान और प्रभावी प्रबंधन के लिए उपयोग की जा रही है। पारंपरिक तरीकों की तुलना में कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित समाधान अधिक सटीक, तेज और लागत प्रभावी हैं।

1. कृत्रिम बुद्धिमत्ता द्वारा रोगों की पहचान में भूमिका

► छवि विश्लेषण तकनीक (Image Analysis Techniques):

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित छवि विश्लेषण तकनीक पौधों की पत्तियों, फलों और तनों की तस्वीरों का अध्ययन करके रोगों की सटीक पहचान करने में सक्षम है। इस तकनीक के अंतर्गत मशीन लर्निंग और डीप लर्निंग एल्गोरिदम का उपयोग किया जाता

है, जो विभिन्न प्रकार के पौधों के रोगों को पहचानने में मदद करता है।

मुख्य विशेषताएँ: किसान स्मार्टफोन के माध्यम से पौधों की तस्वीरें लेकर कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित ऐप्स जैसे Plan tix, Agrio और Leaf Doctor में अपलोड कर सकते हैं। ये ऐप्स बीमारी की पहचान करके उचित समाधान सुझाते हैं। यह तकनीक किसानों को तुरंत सही जानकारी देकर रोग प्रबंधन के लिए समय पर निर्णय लेने में सहायता प्रदान करती है। छवि विश्लेषण में कन्वोल्यूशनल न्यूरल नेटवर्क (CNN) और डीप लर्निंग मॉडल का उपयोग किया जाता है, जो पौधों के पत्तों पर छोटे से छोटे धब्बे, रंग परिवर्तन और अन्य लक्षणों का विश्लेषण करके रोग की पहचान करता है।

➤ ड्रोन और सेंसर आधारित निगरानी

ड्रोन और सेंसर तकनीक का उपयोग खेतों की निगरानी के लिए किया जाता है। इन तकनीकों से लिए गए डेटा को कृत्रिम बुद्धिमत्ता एल्गोरिदम के माध्यम से विश्लेषण करके रोग प्रभावित क्षेत्रों की पहचान की जाती है।

मुख्य विशेषताएँ: **ड्रोन (Drones):** ये खेतों की ऊंचाई से तस्वीरें लेकर फसलों की स्थिति का विश्लेषण करते हैं। कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित सॉफ्टवेयर इन तस्वीरों को स्कैन करके यह पता लगाते हैं कि किन क्षेत्रों में रोग फैला है। **मल्टीस्पेक्ट्रल और हाइपरस्पेक्ट्रल कैमरे (Multispectral & Hyperspectral Cameras):** ये कैमरे पौधों की उन विशेषताओं का पता लगाते हैं जो मानव आंखों से नहीं दिखती, जिससे रोगों की पहचान पहले चरण में ही की जा सकती है। **सेंसर टेक्नोलॉजी (Sensor Technology):** खेतों में लगे सेंसर मिट्टी की नमी, तापमान और अन्य पर्यावरणीय कारकों को मापकर कृत्रिम बुद्धिमत्ता को डेटा भेजते हैं, जिससे फसलों की सेहत पर निगरानी रखी जाती है।

➤ आवाज और डेटा विश्लेषण

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित सिस्टम पौधों के स्वास्थ्य और रोग लक्षणों से संबंधित डेटा का विश्लेषण करके रोगों की पहचान करता है।

मुख्य विशेषताएँ: **आई.ओ.टी. (Internet of Things)** उपकरण: ये उपकरण मिट्टी की नमी, तापमान, और पर्यावरणीय परिस्थितियों का डेटा एकत्रित करते हैं और कृत्रिम बुद्धिमत्ता एल्गोरिदम इनका विश्लेषण करके संभावित रोगों की पहचान करता है। **ध्वनि विश्लेषण (Sound Analysis):** कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीक पौधों की ध्वनि और कंपन का अध्ययन करके उनके स्वास्थ्य का विश्लेषण कर सकती है। यदि किसी पौधे में किसी प्रकार का संक्रमण या रोग है, तो कृत्रिम बुद्धिमत्ता सिस्टम उसकी ध्वनि पैटर्न से रोग का पता लगाने में सक्षम हो सकता है।

2. कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित स्मार्ट रोग नियंत्रण प्रणाली

➤ निर्णय समर्थन प्रणाली (Decision Support Systems)

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित निर्णय समर्थन प्रणाली (DSS) किसानों को सटीक और समय पर निर्णय लेने में मदद करती है।

मुख्य विशेषताएँ: यह प्रणाली मौसम, मिट्टी, और फसल की स्थिति के डेटा का विश्लेषण करके बताती है कि कौन-सा उपचार किस समय किया जाना चाहिए। कृत्रिम बुद्धिमत्ता सॉफ्टवेयर यह तय करते हैं कि रासायनिक नियंत्रण (Chemical Control), जैविक नियंत्रण (Biological Control), या अन्य उपाय कब और कितनी मात्रा में अपनाने चाहिए। यह किसानों को संभावित रोगों के बारे में पहले से सचेत कर सकता है, जिससे समय रहते आवश्यक कदम उठाए जा सकते हैं।

➤ रोग फैलाव का पूर्वानुमान (Disease Forecasting)

कृत्रिम बुद्धिमत्ता मॉडल विभिन्न पर्यावरणीय डेटा जैसे मौसम, मिट्टी की गुणवत्ता, तापमान और नमी का विश्लेषण करके भविष्य में संभावित रोगों का पूर्वानुमान लगाते हैं।

मुख्य विशेषताएँ: यह प्रणाली किसानों को संभावित रोगों की भविष्यवाणी करके उनकी रोकथाम के लिए

पहले से तैयारी करने में सहायता करती है। उदाहरण के लिए, यदि किसी क्षेत्र में अत्यधिक आर्द्रता पाई जाती है, तो कृत्रिम बुद्धिमत्ता मॉडल भविष्यवाणी कर सकता है कि वहां फंकूद जनित रोग (Fungal Diseases) फैलने की संभावना अधिक है। यह प्रणाली किसानों को सही समय पर जैविक या रासायनिक उपचार करने का सुझाव देती है, जिससे फसलों की हानि कम होती है।

➤ सटीक दवा और उर्वरक उपयोग (Precision Agriculture)

सटीक कृषि (Precision Agriculture) तकनीक के माध्यम से कृत्रिम बुद्धिमत्ता यह तय करता है कि किस क्षेत्र में कितनी मात्रा में कीटनाशकों और उर्वरकों का उपयोग किया जाना चाहिए।

मुख्य विशेषताएं: कृत्रिम बुद्धिमत्ता यह सुनिश्चित करता है कि केवल आवश्यक क्षेत्र में ही कीटनाशकों और उर्वरकों का छिड़काव किया जाए, जिससे अनावश्यक रसायनों के उपयोग से बचा जा सके। इससे किसानों की लागत कम होती है और पर्यावरणीय प्रभाव भी घटता है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित स्प्रेइंग रोबोट्स (Spraying Robots) केवल संक्रमित पौधों पर ही दवा छिड़कते हैं, जिससे फसलों को अनावश्यक दवा के प्रभाव से बचाया जा सकता है।

➤ स्वचालित कृषि यंत्र (Automated Machinery)

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित स्वचालित कृषि यंत्र खेतों में रोगग्रस्त पौधों की पहचान करके उन्हें हटाने या उपचारित करने का कार्य करते हैं।

मुख्य विशेषताएं: कृत्रिम बुद्धिमत्ता रोबोट (Artificial Intelligence Robots): ये रोबोट खेतों में स्वचालित रूप से कार्य करते हैं और केवल रोगग्रस्त पौधों पर कीटनाशकों या उपचारात्मक दवाओं का छिड़काव करते हैं। **सटीक कीटनाशक छिड़काव:** कृत्रिम बुद्धिमत्ता संचालित ड्रोन केवल प्रभावित क्षेत्रों में ही कीटनाशक का छिड़काव करते हैं, जिससे कृषि रसायनों के अत्यधिक उपयोग से बचा जा सकता है। **स्वचालित खरपतवार नियंत्रण:** कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीक से लैस रोबोट खरपतवार को पहचानकर

उन्हें बिना किसी मानवीय हस्तक्षेप के खेतों से निकाल सकते हैं।

बागवानी फसलों में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का बढ़ता प्रभाव और उपयोगिता

बागवानी फसलें, जिनमें फल, सब्जियां और फूल शामिल हैं, कृषि की एक महत्वपूर्ण शाखा हैं। ये फसलें उच्च आर्थिक मूल्य वाली होती हैं, लेकिन इनका उत्पादन विभिन्न प्रकार के जैविक (रोग, कीट) और अजैविक (तापमान, नमी, पोषक तत्वों की कमी) कारकों से प्रभावित होता है (चित्र. 1)। पारंपरिक तरीकों से इन फसलों की गुणवत्ता और रोग प्रबंधन में समय और श्रम अधिक लगता है, जबकि कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित तकनीकें अधिक कुशल और सटीक समाधान प्रदान करती हैं। कृत्रिम बुद्धिमत्ता के उपयोग से बागवानी फसलों की गुणवत्ता में सुधार किया जा सकता है और रोगों की शीघ्र पहचान कर उनके प्रभाव को कम किया जा सकता है।

1. फलों की गुणवत्ता का विश्लेषण (Fruit Quality Analysis)

फलों की गुणवत्ता उपभोक्ता की मांग और बाजार मूल्य निर्धारण का एक महत्वपूर्ण पहलू है। खराब गुणवत्ता वाले फल न केवल किसानों को आर्थिक हानि पहुंचाते हैं, बल्कि उनकी निर्यात क्षमता भी प्रभावित होती है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता कैसे फलों की गुणवत्ता का विश्लेषण करता है?

• छवि विश्लेषण तकनीक (Image Analysis Technology):

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित कैमरा सिस्टम और छवि विश्लेषण एल्गोरिदम फलों की सतह, रंग, आकार, और बनावट (Texture) का गहन अध्ययन करके उनकी गुणवत्ता निर्धारित करते हैं।

• डीप लर्निंग एल्गोरिदम (Deep Learning Algorithms):

मशीन लर्निंग तकनीकों का उपयोग करके यह प्रणाली यह पहचान सकती है कि कोई फल पूरी तरह से पका हुआ है या उसमें कोई रोगजनक संक्रमण मौजूद है।

- स्वचालित ग्रेडिंग सिस्टम (Automated Grading Systems):**
यह तकनीक फलों को उनकी गुणवत्ता के आधार पर विभिन्न श्रेणियों (Grades) में विभाजित करती है, जिससे किसानों को उनकी उपज का सही मूल्य मिल सके।
- दृश्य स्पेक्ट्रोस्कोपी विश्लेषण (Spectroscopy Analysis):**
कृत्रिम बुद्धिमत्ता और स्पेक्ट्रोस्कोपी तकनीक मिलकर फलों के अंदरूनी गुणों, जैसे मिठास (Sugar Content), अम्लता (Acidity), और पोषण स्तर का विश्लेषण करने में मदद करते हैं।

2. फफूंद और बैक्टीरिया से बचाव (Fungal and Bacterial Disease Prevention)

बागवानी फसलें विभिन्न प्रकार के रोगजनकों (Pathogens) के प्रति संवेदनशील होती हैं, जिनमें फफूंद, बैक्टीरिया और विषाणुजनित संक्रमण प्रमुख हैं। यदि इन रोगों का समय पर प्रबंधन नहीं किया जाए, तो फसल उत्पादन में भारी गिरावट आ सकती है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता कैसे रोगों से बचाव में मदद करता है?

- रोग पहचान एल्गोरिदम (Disease Detection Algorithms):**
कृत्रिम बुद्धिमत्ता मॉडल पौधों के पत्तों, फलों और तनों के चित्रों का विश्लेषण करके यह पता लगाते हैं कि कौन-सा फफूंद या बैक्टीरिया फसल पर हमला कर सकता है।
- पूर्वानुमान प्रणाली (Predictive Analytics):**
मशीन लर्निंग और डेटा एनालिटिक्स का उपयोग करके यह तकनीक यह अनुमान लगाती है कि किसी विशेष क्षेत्र में किस प्रकार के रोग फैलने की संभावना है।
- रोगग्रस्त क्षेत्रों की पहचान (Identification of Affected Areas):**
ड्रोन और मल्टीस्पेक्ट्रल इमेजिंग तकनीक खेतों के उन क्षेत्रों की पहचान करती है जहां संक्रमण फैल रहा होता है।

• जैविक नियंत्रण (Biological Control):

कृत्रिम बुद्धिमत्ता यह भी सुझाव देता है कि किस प्रकार के जैविक उपचार, जैसे लाभकारी बैक्टीरिया (Bio-fungicides) या प्राकृतिक उपचार, रोगों को नियंत्रित करने के लिए प्रभावी हो सकते हैं।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित उपकरण और एप्लिकेशन (AI-based Tools and Applications)

कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीक विभिन्न उपकरणों और एप्लिकेशन के माध्यम से किसानों को फसल निगरानी और रोग प्रबंधन में सहायता प्रदान कर रही हैं। ये उपकरण फसल के स्वास्थ्य की निगरानी करने, संभावित रोगों की भविष्यवाणी करने और किसानों को समय पर चेतावनी देने में मदद करते हैं।

1. फसल निगरानी उपकरण (Crop Monitoring Tools)

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित फसल निगरानी उपकरण किसानों को खेतों में फसलों की स्थिति को ट्रैक करने और किसी भी संभावित समस्या की पहचान करने में सहायता करते हैं।

• Crop In और Precision Hawk:

- ये सिस्टम सेंसर डेटा और उपग्रह चित्रों का उपयोग करके खेतों के स्वास्थ्य की निगरानी करते हैं।
- मिट्टी की नमी, तापमान, और फसल वृद्धि की स्थिति का आकलन करने में मदद करते हैं।
- किसानों को तुरंत आवश्यक कार्रवाई करने की सलाह देते हैं।

2. स्मार्टफोन एप्लिकेशन (Smartphone Applications)

कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीक वाले स्मार्टफोन एप्लिकेशन किसानों को रोगों की पहचान और समाधान सुझाने में मदद करते हैं।

• Plan tix और Agrio:

- किसान अपने स्मार्टफोन से फसलों की तस्वीरें किलक करके अपलोड कर सकते हैं।
- कृत्रिम बुद्धिमत्ता एल्गोरिदम उन तस्वीरों का विश्लेषण करके यह बताता है कि फसल में कौन-सा रोग हो सकता है।

- यह ऐप्स रोगों के प्रबंधन के लिए जैविक और रासायनिक उपचार के सुझाव भी देते हैं।

3. ड्रोन आधारित निगरानी प्रणाली (Drone-based Monitoring Systems)

ड्रोन प्रौद्योगिकी अब बड़े पैमाने पर खेतों की निगरानी और रोग प्रभावित क्षेत्रों की पहचान में उपयोग की जा रही है।

• कैसे काम करता है?

- ड्रोन खेतों के ऊपर से उड़ान भरते हुए मल्टीस्पेक्ट्रल और हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग कैमरों से तस्वीरें लेते हैं।
- कृत्रिम बुद्धिमत्ता एल्गोरिदम इन तस्वीरों का विश्लेषण करता है और खेत के उन क्षेत्रों को चिह्नित करता है जहां फसल में किसी प्रकार की समस्या पाई जाती है।
- किसान इस डेटा के आधार पर समय रहते उचित उपचार कर सकते हैं, जिससे फसल हानि को रोका जा सकता है।



चित्र 1: कृषि में कृत्रिम बुद्धिमत्ता के उपयोगों का चित्रण

कृत्रिम बुद्धिमत्ता के उपयोग में आने वाली चुनौतियां और उनके समाधान

1. सीमित संसाधन और उच्च लागत

चुनौती: कई छोटे और मध्यम किसान आधुनिक तकनीकों को अपनाने में सक्षम नहीं होते क्योंकि कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित उपकरण और सॉफ्टवेयर महंगे होते हैं। इसके अलावा, कृत्रिम बुद्धिमत्ता संचालित ड्रोन, सेंसर और अन्य स्वचालित यंत्रों की स्थापना और रखरखाव भी महंगा होता है, जिससे किसानों पर अतिरिक्त वित्तीय बोझ पड़ता है।

समाधान: सरकार और निजी संस्थानों को मिलकर ऐसे सस्ते और उपयोग में आसान कृत्रिम बुद्धिमत्ता उपकरण विकसित करने चाहिए, जो कम लागत में किसानों को उपलब्ध हो सकें। सरकार को किसानों को सब्सिडी और वित्तीय सहायता प्रदान करनी चाहिए, जिससे वे आधुनिक कृषि तकनीकों को अपनाने के लिए प्रोत्साहित हों। अनुसंधान संस्थानों को ऐसे उपकरण और तकनीक विकसित करनी चाहिए, जो स्थानीय जलवायु और कृषि परिस्थितियों के अनुसार अनुकूलित हों, ताकि किसानों को अधिक लाभ मिले।

2. तकनीकी ज्ञान की कमी

चुनौती: ग्रामीण क्षेत्रों में किसानों के पास कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीकों की जानकारी और उनके उपयोग की सही समझ नहीं होती। पारंपरिक खेती में अनुभव रखने वाले किसान नई तकनीकों को अपनाने में हिचकिचाते हैं क्योंकि उन्हें इनके लाभ और उपयोग के बारे में अधिक जानकारी नहीं होती।

समाधान: किसानों के लिए प्रशिक्षण और जागरूकता अभियान चलाए जाने चाहिए, जिससे वे कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीकों का उपयोग करना सीख सकें। कृषि विश्वविद्यालयों, अनुसंधान केंद्रों और सरकारी एजेंसियों को किसानों के लिए नियमित कार्यशालाओं और प्रशिक्षण कार्यक्रमों का आयोजन करना चाहिए। किसानों के लिए क्षेत्रीय भाषाओं में डिजिटल शिक्षा सामग्री तैयार की जानी चाहिए, ताकि वे आसानी से कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित उपकरणों का उपयोग सीख सकें। मोबाइल एप्लिकेशन और ऑनलाइन प्लेटफॉर्म के माध्यम से किसानों को कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीकों से जुड़ी जानकारी और मार्गदर्शन प्रदान किया जाना चाहिए।

3. डिजिटल इंफ्रास्ट्रक्चर की कमी

चुनौती: ग्रामीण क्षेत्रों में इंटरनेट कनेक्टिविटी की कमी और डिजिटल उपकरणों की अनुपलब्धता के कारण कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित तकनीकों को लागू करना कठिन हो जाता है। कई इलाकों में बिजली और नेटवर्क की समस्या भी होती है, जिससे स्मार्ट उपकरणों और सॉफ्टवेयर का सही उपयोग संभव नहीं हो पाता।

समाधान: सरकार और निजी टेलीकॉम कंपनियों को मिलकर ग्रामीण क्षेत्रों में मजबूत इंटरनेट कनेक्टिविटी और डिजिटल सुविधाओं को बढ़ावा देना चाहिए। सस्ती और सुलभ इंटरनेट

सेवाएं प्रदान की जानी चाहिए, ताकि किसान ऑनलाइन प्लेटफॉर्म और मोबाइल एप्लिकेशन के माध्यम से कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीकों का लाभ उठा सकें। ग्रामीण इलाकों में कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीकों को सुलभ बनाने के लिए सौर ऊर्जा आधारित डिजिटल केंद्र और मोबाइल कनेक्टिविटी टावर स्थापित किए जाने चाहिए। सरकार को डिजिटल इंडिया कार्यक्रम के तहत किसानों के लिए विशेष योजनाएं लागू करनी चाहिए, जिससे वे आधुनिक तकनीकों का बेहतर उपयोग कर सकें।

नवीनतम शोध और उदाहरण

- फसल रोग पहचान:** भारत में, भा.कृ.अनु.प. द्वारा विकसित एग्री-इंफॉर्मेटिक्स मॉडल फसल रोगों की पहचान में मदद कर रहे हैं।
- सटीक रोग प्रबंधन:** अमेरिका में, फसल प्रबंधन के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित सिस्टम जैसे ब्ल्यू रिवर टेक्नोलॉजी का उपयोग किया जा रहा है।
- DJI Phantom 4 Multispectral Drone** एक ऐसा उपकरण है जो खेतों की स्थिति का विश्लेषण करने के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित सेंसर तकनीक का उपयोग करता है।
- Plant Village Nuru** नामक एक कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित ऐप, जो किसानों को उनके फसलों के रोगों की सटीक पहचान करने और उपचार के सुझाव देने में मदद करता है।
- कुछ आधुनिक कृत्रिम बुद्धिमत्ता सिस्टम जैसे **Agri Smart**

और **Smart Grade** बाजार में फलों की गुणवत्ता निर्धारित करने के लिए उपयोग किए जा रहे हैं।

निष्कर्ष:

कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीकों के कृषि में सफलतापूर्वक उपयोग के लिए इन चुनौतियों का समाधान करना आवश्यक है। सरकार, अनुसंधान संस्थान और निजी कंपनियों को मिलकर किसानों को सस्ती और सरल तकनीकों की सुविधा प्रदान करनी चाहिए। साथ ही, डिजिटल जागरूकता और इंफ्रास्ट्रक्चर में सुधार करके किसानों को इस तकनीकी क्रांति का हिस्सा बनाना चाहिए, जिससे उनकी उत्पादकता और आय में वृद्धि हो सके। कृत्रिम बुद्धिमत्ता का समावेश कृषि और बागवानी के क्षेत्र में एक महत्वपूर्ण कदम है। यह किसानों को आधुनिक तकनीकों से लैस करके उनकी उत्पादकता और आय में वृद्धि कर सकता है। भारत जैसे कृषि-प्रधान देश में, सरकार और अनुसंधान संस्थानों के संयुक्त प्रयास से कृत्रिम बुद्धिमत्ता को और अधिक उपयोगी और सुलभ बनाया जा सकता है, जिससे देश में सतत कृषि विकास को बढ़ावा मिलेगा।

संदर्भ

- भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (ICAR) की वार्षिक रिपोर्ट, 2024
- कृषि एवं किसान कल्याण मंत्रालय, भारत सरकार (2023)
- विश्व खाद्य एवं कृषि संगठन (FAO) की रिपोर्ट, 2024
- कृषि विज्ञान अनुसंधान पत्रिका, खंड 32, अंक 4, 2024

— *** —

‘‘
इस विशाल प्रदेश के हर भाग में शिक्षित-
आशिक्षित, नागरिक और ग्रामीण सभी हिंदी
को समझते हैं।’’

राहुल सांकृत्यायन

स्मार्ट सिंचाई : आधुनिक कृषि में जल प्रबंधन का रूपांतरण

शिखा त्रिपाठी^{1,2}, पूजा गर्ग¹, ज्योति शर्मा^{1,3}, शिव शंकर शर्मा^{1,4}, रंजीत कुशवाहा¹, स्नेहा गुप्ता⁵ एवं महेश राव¹

¹भा.कृ.अनु.प.- राष्ट्रीय पादप जैवप्रौद्योगिकी संस्थान, एलबीएस केंद्र, पूसा परिसर, नई दिल्ली – 110012

²वनस्पति विज्ञान विभाग, इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस, काशी हिन्दू विश्वविद्यालय, वाराणसी, उत्तर प्रदेश – 221005

³डिपार्टमेंट ऑफ बायोटेक्नोलॉजी, जामिया हमर्द, हमर्दनगर, नई दिल्ली -110062

⁴स्कूल ऑफ बायोटेक्नोलॉजी, इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस, काशी हिन्दू विश्वविद्यालय, वाराणसी, उत्तर प्रदेश – 221005

⁵स्वामी केशवानंद राजस्थान कृषि विश्वविद्यालय, बीकानेर, राजस्थान- 334006

कृषि वैश्विक खाद्य सुरक्षा की रीढ़ बनी हुई है, लेकिन यह दो बड़ी चुनौतियों, जनसंख्या वृद्धि और जलवायु परिवर्तन के बढ़ते दबाव का सामना कर रही है। जैसे-जैसे विश्व की जनसंख्या बढ़ती जा रही है, खाद्य उत्पादन की मांग भी उसी अनुपात में बढ़ रही है। इसके साथ-साथ बदलते जलवायु प्रतिरूप, वर्षा वितरण को प्रभावित कर रहे हैं, सूखे की घटनाओं की आवृत्ति बढ़ा रहे हैं, और पारंपरिक कृषि पद्धतियों में अनिश्चितता ला रहे हैं। जल, जो कृषि का मूल आधार है, अब एक मूल्यवान और तेजी से दुर्लभ होने वाला संसाधन बनकर रह गया है। पारंपरिक सिंचाई विधियां, जो अक्सर जल अपव्यय और अक्षमता से जुड़ी होती हैं, अब कई क्षेत्रों में व्यवहार्य नहीं रह गई हैं। इसलिए, सिंचाई के लिए नवीन और कुशल दृष्टिकोण अपनाना आवश्यक हो गया है।

इस संदर्भ में, स्मार्ट सिंचाई एक ऐसी प्रमुख नवाचार के रूप में उभरी है जो इन चुनौतियों का सीधा समाधान प्रदान करती है। यह तकनीक सेंसर, डेटा एनालिटिक्स, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) और स्वचालन जैसी आधुनिक तकनीकों को एकीकृत करके किसानों को जल संसाधनों का अधिक कुशल और सतत प्रबंधन करने की सुविधा देती है। यह प्रणाली सिंचाई को एक पारंपरिक श्रमिक कार्य से बदलकर एक गतिशील, डेटा-आधारित प्रक्रिया में रूपांतरित कर देती है, जो खेत की वास्तविक समय की परिस्थितियों के अनुसार समायोजित होती है। अगले खंडों में हम स्मार्ट सिंचाई की अवधारणाओं, इसे संभव बनाने वाली तकनीकों और इसे आधुनिक खेतों में लागू करने के उपायों की विस्तार से चर्चा करेंगे।

स्मार्ट सिंचाई: अवधारणा और घटक

स्मार्ट सिंचाई उन उन्नत तकनीकों का उपयोग करती है जो पर्यावरणीय स्थितियों की निगरानी कर स्वचालित रूप से सिंचाई कार्यक्रमों को समायोजित करती हैं। पारंपरिक प्रणालियां जहां स्थिर टाइमर या मानवीय नियंत्रण पर निर्भर रहती हैं, वहां स्मार्ट सिंचाई प्रणालियां वास्तविक समय के डेटा के अनुसार गतिशील रूप से प्रतिक्रिया देती हैं, जिससे जल वितरण इष्टतम बना रहता है।

एक विशिष्ट स्मार्ट सिंचाई प्रणाली में निम्नलिखित घटक शामिल होते हैं:

- नियंत्रक:** प्रणाली का मस्तिष्क, जो सेंसरों से प्राप्त निविष्टों के आधार पर सिंचाई कार्यक्रमों का प्रबंधन करता है।
- सेंसर:** मिट्टी की नमी, तापमान, आर्द्रता आदि जैसी पर्यावरणीय स्थितियों को मापने वाले उपकरण।
- मौसम डेटा एकीकरण:** बाहरी डेटा स्रोत जो यह निर्धारित करने में सहायता करते हैं कि कब और कितनी सिंचाई करनी है।
- वाल्व और फ्लो मीटर:** खेत के विभिन्न क्षेत्रों में जल वितरण को नियंत्रित और मापने वाले यंत्र।
- एनालिटिक्स डैशबोर्ड:** प्रणाली की कार्यप्रणाली और पर्यावरणीय मेट्रिक्स की वास्तविक समय में निगरानी के लिए एक अंतरापृष्ठ।

जल-कुशल समाधानों की आवश्यकता

जल संकट वैश्विक कृषि के सामने सबसे गंभीर चुनौतियों में से एक है। बढ़ती जनसंख्या और जलवायु परिस्थितियों की बढ़ती अनिश्चितता के कारण, मीठे पानी की मांग कई क्षेत्रों में उसकी उपलब्धता से कहीं अधिक है। स्मार्ट सिंचाई इस चुनौती का एक व्यावहारिक और दूरदर्शी समाधान प्रदान करती है, जो पारंपरिक सिंचाई पद्धतियों में मौजूद अक्षमताओं और अपव्यय को दूर करती है। ऐसे प्रणाली अपनाने के लाभ निम्न बिंदुओं के माध्यम से स्पष्ट हैं:

जल संरक्षण

स्मार्ट सिंचाई आवश्यकतानुसार सटीक मात्रा में पानी प्रदान करती है, जिससे अधिक सिंचाई को रोका जा सकता है—जो कि कृषि जल अपव्यय का एक प्रमुख कारण है। यह सटीकता भूजल और सतही जल स्रोतों को संरक्षित करने में मदद करती है, जिससे दीर्घकालिक रूप से जल का सतत उपयोग सुनिश्चित होता है।

उत्पादन में वृद्धि

पौधों की जरूरत के अनुसार समय पर और पर्याप्त मात्रा में पानी देने से पोषक तत्वों का अवशोषण और जड़ों का विकास बेहतर होता है, जिससे फसल की सेहत और उत्पादकता सीधे बढ़ती है। मिट्टी में नमी का संतुलन बनाए रखने से पौधों पर तनाव कम होता है, जिससे बेहतर गुणवत्ता और अधिक उपज मिलती है।

पर्यावरण संरक्षण

अधिक पानी देने से बहाव होता है, जो अक्सर उर्वरक और कीटनाशकों को नदियों, झीलों और भूजल स्रोतों तक पहुंचता है।

देता है। स्मार्ट सिंचाई इस बहाव को न्यूनतम करती है, जिससे प्रदूषण कम होता है और पारिस्थितिकी तंत्र रसायनों के संपर्क और कटाव से सुरक्षित रहता है।

आर्थिक दक्षता

पंप किए गए, उपचारित किए गए और उपयोग किए गए पानी की मात्रा को कम करके, स्मार्ट सिंचाई प्रणालियां उपयोगिता और ईंधन की लागत को घटा देती हैं। साथ ही, कम श्रम लागत और बेहतर फसल उत्पादन से कृषि व्यवसाय की वित्तीय व्यवहार्यता बढ़ती है, जिससे स्मार्ट तकनीक में निवेश लाभकारी साबित होता है।

स्मार्ट सिंचाई प्रक्रिया

स्मार्ट सिंचाई प्रणाली आपस में जुड़े हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर घटकों के एक नेटवर्क के माध्यम से काम करती है, जो खेत के डेटा के आधार पर वास्तविक समय में निर्णय लेती है। इसका मुख्य आधार होता है—मिट्टी की नमी मापने वाले सेंसर, मौसम संबंधी डेटा स्रोत, और स्वचालित नियंत्रक—जो लगातार पर्यावरणीय स्थितियों की निगरानी करते हैं। ये प्रणालियां मिट्टी में पानी की मात्रा, वातावरण का तापमान, नमी, सौर विकिरण और आगामी मौसम की भविष्यवाणियों जैसी जानकारियां एकत्रित करती हैं। केंद्रीय नियंत्रक इस जानकारी को प्रोसेस करता है और यह तय करता है कि खेत के प्रत्येक क्षेत्र को कब और कितनी मात्रा में पानी देना है। उदाहरण के लिए, यदि मौसम सेंसर यह पहचानता है कि बारिश होने वाली है, तो प्रणाली अपने-आप सिंचाई को रोक सकती है ताकि अनावश्यक पानी की बर्बादी न हो। वर्ही अगर अचानक गर्मी की लहर आती है, तो यह प्रणाली

स्मार्ट सिंचाई प्रणाली कैसे काम करती है



पानी की मात्रा बढ़ा सकती है ताकि पौधों को तनाव से बचाया जा सके। स्वचालन का यह स्तर न केवल सिंचाई की सटीकता को बढ़ाता है, बल्कि मैन्युअल और टाइमर-आधारित प्रणालियों में आमतौर पर पाई जाने वाली अक्षमताओं को भी समाप्त कर देता है।

स्मार्ट सिंचाई को वास्तव में “स्मार्ट” बनाने वाला तत्व है इसका डेटा विश्लेषण और मशीन लर्निंग एल्गोरिदम का उपयोग। ये प्रणालियां केवल तत्काल डेटा पर प्रतिक्रिया नहीं देती, बल्कि समय के साथ सीखती भी हैं। कई मौसमों के ऐतिहासिक डेटा को वर्तमान खेत की स्थितियों के साथ मिलाकर विश्लेषण करके, स्मार्ट सॉफ्टवेयर सिंचाई कार्यक्रमों को अधिक सटीक बना सकता है जिससे लंबे समय तक जल की बचत और फसल की सेहत बेहतर होती है। उदाहरण के लिए, कई सीजन का डेटा यह दिखा सकता है कि अलग-अलग फसलों किस तरह की सिंचाई प्रणाली पर बेहतर प्रतिक्रिया देती हैं, जिससे भविष्य की सिंचाई योजनाएं और अधिक प्रभावी बन सकें। इसके अलावा, मोबाइल या वेब-आधारित डैशबोर्ड किसानों को तुरंत सिस्टम से जुड़ी जानकारियां देता है, जिससे वे सुदूर स्थानों से भी सही निर्णय ले सकते हैं। इस विश्लेषणात्मक क्षमता के कारण सिंचाई एक स्थिर कार्य न बनकर एक लचीली, डेटा-आधारित प्रक्रिया बन जाती है, जो कृषि की बदलती आवश्यकताओं के अनुसार खुद को ढाल सकती है।

स्मार्ट सिंचाई प्रणालियों के प्रकार

फसल की जरूरतों और जलवायु के अनुसार विभिन्न प्रकार की स्मार्ट सिंचाई प्रणालियां उपलब्ध हैं:

- मौसम-आधारित प्रणाली:** यह प्रणाली मौसम स्टेशनों या सेंसरों से प्राप्त डेटा का उपयोग करके सिंचाई कार्यक्रमों को समायोजित करती है। यह बड़े खेतों के लिए उत्तम है जहां मौसम की अस्थिरता सिंचाई को बहुत प्रभावित करती है।
- मिट्टी की नमी सेंसर प्रणाली:** यह प्रणाली सीधे मिट्टी में पानी की मात्रा को मापती है। यह उन क्षेत्रों में अत्यंत उपयोगी है जहां जल संरक्षण अन्यथिक महत्वपूर्ण है।
- स्मार्ट स्प्रिंकलर नियंत्रक:** इन्हें स्मार्टफोन या कंप्यूटर के माध्यम से संचालित किया जा सकता है। ये प्रणाली विशेष क्षेत्रों के अनुसार सिंचाई नियंत्रित करती है और मौसम पूर्वानुमानों के साथ समन्वय करती है।



स्प्रिंकलर



ड्रिप सिंचाई

- स्मार्ट कंट्रोल वाली ड्रिप सिंचाई:** यह प्रणाली पानी को सीधे पौधों की जड़ों तक बहुत ही कम बर्बादी के साथ पहुंचाती है। सेंसर वास्तविक समय की परिस्थितियों के अनुसार पानी के प्रवाह को नियंत्रित करते हैं, जिससे एक-एक बूंद का प्रभावी उपयोग होता है।

स्मार्ट सिंचाई को संचालित करने वाली तकनीकें

- इवैपोट्रांसपिरेशन-आधारित एल्गोरिदम:** यह तकनीक मिट्टी से होने वाले वाष्पीकरण और पौधों से निकलने वाली नमी के आंकड़ों को मिलाकर यह तय करती है कि फसलों को कितने पानी की आवश्यकता है।
- इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT):** यह तकनीक सेंसर, कंट्रोलर और वाल्व को आपस में जोड़ती है ताकि ये सभी उपकरण एक-दूसरे के साथ निर्बाध रूप से संवाद कर सकें और सिंचाई प्रक्रिया को स्वचालित बना सकें।
- कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) और मशीन लर्निंग (ML):** ये तकनीकें बड़े पैमाने पर डेटा का विश्लेषण करके भविष्य की पानी की जरूरतों की भविष्यवाणी करती हैं, जिससे सिंचाई

और संसाधनों का प्रबंधन अधिक सटीक और प्रभावी हो पाता है।

4. **रिमोट सेंसिंग और जीपीएस:** उपग्रहों और ड्रोन से प्राप्त आंकड़ों की मदद से खेत की स्थिति का ऊपर से निरीक्षण किया जाता है, जिससे सूखे क्षेत्रों की पहचान और लक्षित सिंचाई संभव होती है।

स्मार्ट सिंचाई के प्रमुख लाभ

स्मार्ट सिंचाई प्रणाली केवल जल कुशलता तक सीमित नहीं है, बल्कि इसके कई अतिरिक्त लाभ भी हैं जो कृषि को अधिक टिकाऊ और लाभकारी बनाते हैं:

जल संरक्षण: जल संरक्षण स्मार्ट सिंचाई का सबसे महत्वपूर्ण लाभ है, खासकर जब विश्व स्तर पर जल संकट एक गंभीर समस्या बनती जा रही है। यह प्रणाली पानी को ठीक उसी समय और स्थान पर पहुंचाती है जब और जहां इसकी वास्तव में ज़रूरत होती है। इससे बहाव, वाष्पीकरण और अधिक सिंचाई के कारण होने वाला अपव्यय काफी हद तक कम हो जाता है। चूंकि कृषि वैश्विक मीठे पानी का लगभग 70% उपयोग करती है, इसलिए सिंचाई की दक्षता में सुधार करके हम आने वाली पीड़ियों के लिए जल स्रोतों का संरक्षण कर सकते हैं।

फसल स्वास्थ्य में सुधार: मिट्टी में नमी का इष्टतम स्तर बनाए रखकर, यह प्रणाली पौधों को पोषक तत्वों को अधिक प्रभावी तरीके से अवशोषित करने में मदद करती है। इससे पौधे स्वस्थ रहते हैं, तेजी से बढ़ते हैं और उत्पादकता बढ़ती है। इसके अलावा, यह असंतुलित सिंचाई से उत्पन्न होने वाली बीमारियों जैसे रुट रॉट (जड़ सड़न) या कवक संक्रमण के जोखिम को भी कम करती है।

लागत में बचत: लंबे समय में, स्मार्ट सिंचाई प्रणाली न केवल पानी और श्रम पर होने वाले खर्च को घटाती है, बल्कि फसलों के नुकसान और सुधारात्मक उपायों की आवश्यकता को भी कम करती है। इस तरह यह प्रणाली किसानों की लागत को काफी हद तक कम करने में सहायक होती है।

स्वचालन और सुविधा: सिंचाई को दूरस्थ रूप से प्रबंधित करने की क्षमता किसानों के लिए बहुत सुविधाजनक होती है, खासकर उन किसानों के लिए जो बड़े या कई खेतों का प्रबंधन करते हैं। दक्षता, स्थिरता और स्वचालन का यह एकीकरण कृषि संचालन को न केवल आसान बनाता है बल्कि पर्यावरणीय जिम्मेदारी और लाभप्रदता को भी बढ़ाता है।

स्मार्ट सिंचाई को लागू करना: चरण-दर-चरण मार्गदर्शिका

स्मार्ट सिंचाई प्रणाली को अपनाने के लिए निम्नलिखित आवश्यक चरणों का पालन करना होता है:

चरण 1: सिंचाई आवश्यकताओं का मूल्यांकन करें: इसमें मिट्टी के प्रकार, संरचना, और उसमें मौजूद जैविक तत्वों की जानकारी एकत्र करना और उसका विश्लेषण करना शामिल है, क्योंकि ये सभी कारक जल संरक्षण और अवशोषण को प्रभावित करते हैं। इसके साथ ही, फसल का प्रकार और उसकी वृद्धि अवस्था भी पानी की जरूरतों को निर्धारित करते हैं। मौजूदा सिंचाई प्रणाली की स्थिति, जल वितरण की दक्षता और आधुनिक तकनीकों के साथ उसकी संगतता की समीक्षा करना भी आवश्यक है। इसके अतिरिक्त, वर्षा, तापमान और आर्द्रता जैसे जलवायु घटकों तथा ढलान और छाया जैसी स्थलाकृति विशेषताओं पर भी विचार करें, क्योंकि ये सभी जल उपयोग और बहाव को प्रभावित करते हैं।

चरण 2: उपयुक्त प्रणाली और सॉफ्टवेयर का चयन करें: ऐसी प्रणाली चुनें जो आपकी कार्यात्मक आवश्यकताओं को पूरा करती हो और भविष्य में विस्तार योग्य हो। सामान्यतः इंस्टॉलेशन प्रक्रिया में मिट्टी की नमी के सेंसर, फ्लो मीटर, और मौसम-आधारित नियंत्रकों को निर्धारित क्षेत्रों में लगाना शामिल होता है। इन उपकरणों को एक केंद्रीकृत सॉफ्टवेयर प्लेटफॉर्म से जोड़ा जाता है—जो आमतौर पर स्मार्टफोन या कंप्यूटर के माध्यम से एक्सेस किया जा सकता है—जिससे उपयोगकर्ता क्षेत्रों की कॉन्फिगरेशन कर सकते हैं, पौधों और मिट्टी का डेटा दर्ज कर सकते हैं और प्रणाली की निगरानी कर सकते हैं। प्रणाली का चयन करते समय उसके फीचर्स, अनुकूलता, उपयोग में आसानी और विस्तार की क्षमता का ध्यान रखें।

चरण 3: सिस्टम को कॉन्फिगर और परीक्षण करें: इंस्टॉलेशन के बाद, सिस्टम का परीक्षण करना और इसकी सेटिंग्स को परिष्कृत करना बेहद जरूरी है ताकि यह इष्टतम तरीके से काम कर सके। समय-समय पर कैलिब्रेशन और वास्तविक समय में समायोजन से प्रणाली की दीर्घकालिक कार्यक्षमता बनी रहती है और निवेश पर अधिकतम लाभ सुनिश्चित होता है।

स्मार्ट सिंचाई का प्रभावी उपयोग: सर्वोत्तम अभ्यास मौसमी समायोजन और पूर्वानुमान आधारित योजना:

पानी के अधिकतम उपयोग को सुनिश्चित करने के लिए सिंचाई अनुसूचियों को मौसमी परिवर्तनों के अनुसार नियमित रूप से समायोजित करें। स्मार्ट सिंचाई प्रणालियों में उपलब्ध पूर्वानुमान विश्लेषण टूल्स की मदद से आप मौसम के रुझानों, संभावित सूखे या बारिश की स्थिति का अनुमान लगाकर अपनी सिंचाई रणनीति को पहले से ही अनुकूलित कर सकते हैं।

सिस्टम एकीकरण और वास्तविक समय निगरानी: अन्य स्मार्ट कृषि उपकरणों जैसे मौसम स्टेशनों और ड्रोन के साथ सिस्टम को एकीकृत करके इसकी कार्यक्षमता बढ़ाएं। यह एक अधिक सटीक और वास्तविक समय की दृष्टि प्रदान करता है, जिससे आपकी फसल की आवश्यकताओं को बेहतर ढंग से समझा जा सकता है। साथ ही, सिस्टम की नियमित निगरानी सेंसर की खराबी या सॉफ्टवेयर की गड़बड़ियों का समय पर पता लगाने में मदद करती है।

स्वचालन और सतर्कता से प्रबंधन: सुविधा और स्थिरता के लिए स्वचालित कार्यों का पूरा लाभ उठाएं। पानी के दबाव में गिरावट या किसी उपकरण की खराबी जैसी अनियमितताओं

के लिए अलर्ट और सूचनाएं सेट करें। इन सूचनाओं से आपको समय पर समस्या का समाधान करने में मदद मिलती है, जिससे सिंचाई प्रक्रिया कुशल बनी रहती है और पौधों की सहत सुरक्षित रहती है।

निष्कर्ष

स्मार्ट सिंचाई केवल एक तकनीकी नवाचार नहीं है—यह आधुनिक कृषि के लिए एक अनिवार्यता बन चुकी है। डेटा, सेंसर, स्वचालन और विश्लेषण के समन्वय से यह जल संकट, पर्यावरणीय स्थिरता और फसल उत्पादन जैसी महत्वपूर्ण समस्याओं का समाधान प्रस्तुत करती है। हालांकि इसे अपनाने के लिए प्रारंभिक निवेश और योजना की आवश्यकता होती है, लेकिन इसके दीर्घकालिक लाभ अत्यंत महत्वपूर्ण हैं—जैसे कम परिचालन लागत, बेहतर उपज और पर्यावरणीय प्रभाव में कमी। जैसे-जैसे दुनिया अधिक कुशल और टिकाऊ खाद्य उत्पादन की ओर बढ़ रही है, स्मार्ट सिंचाई कृषि की मजबूती और सफलता की आधारशिला के रूप में उभर रही है।

— *** —

**जब से हमने अपनी भाषा का समादर करना
छोड़ा तभी से हमारा अपमान और अवनति होने
लगी।**

(राजा) राधिकारमण प्रसाद सिंह

परिशुद्ध खरपतवार प्रबंधन

टीकम सिंह एवं रमनजीत कौर

सस्य विज्ञान संभाग, भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली-110 012

खरपतवार ऐसे पौधे हैं जो जगह और समय के हिसाब से अवांछनीय पौधे हैं। खरपतवार जगह, पोषक तत्वों, नमी, प्रकाश और अन्य विकास आवश्यकताओं के लिए फसल के साथ प्रतिस्पर्धा करते हैं। खरपतवार कीटों और रोगजनकों के वैकल्पिक मेजबान के रूप में भी कार्य करते हैं और फसलों को नुकसान पहुंचाते हैं। खरपतवार फसलों की उत्पादकता को 34% कम करते हैं, जो कि कीड़ों और रोगों जैसे अन्य कारकों की तुलना में बहुत अधिक है। खरपतवारों के कारण होने वाले नुकसान की मात्रा एक समान नहीं होती है और खरपतवार के घनत्व, खरपतवार के प्रकार, प्रबंधन प्रणालियों, फसल के प्रकार और फसल की विविधता और विभिन्न अन्य जैविक और अजैविक कारकों के संबंध में भिन्न होती है। भारत में, फेडरेशन ऑफ सीड इंडस्ट्री ऑफ इंडिया (FSII) के एक अध्ययन के अनुसार, खरपतवार हर साल फसल उत्पादकता में 92000 करोड़ रुपये (USD 11 बिलियन) के नुकसान का कारण बन रहे हैं। खरपतवार के कारण सबसे अधिक उपज हानि धान, गेहूं और सोयाबीन में पाई गई है। हालांकि, खरपतवार प्रबंधन प्रणालियों में प्रगति हुई है लेकिन फिर भी खेत की फसलों में उपज का नुकसान अभी भी बहुत अधिक है। इससे संकेत मिलता है कि पारंपरिक खरपतवार प्रबंधन तकनीकों द्वारा खरपतवारों को ठीक से नियंत्रित नहीं किया जाता है। शाकनाशियों की अत्यधिक निर्भरता एवं अंधाधुंध उपयोग के कारण खरपतवारों में प्रतिरोधक क्षमता, खरपतवारों में परिवर्तन, प्राकृतिक जीव एवं अन्य पौधों तथा पर्यावरण पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ रहा है।

खरपतवार का वितरण एक समान नहीं होता है और एक खेत से दूसरे खेत में और यहां तक कि एक खेत के भीतर भी खरपतवार की कुल आबादी और विशिष्ट खरपतवार के सापेक्ष घनत्व में बहुत भिन्नता मौजूद होती है। खरपतवार आमतौर पर छोटे-छोटे समूहों में मौजूद होते हैं। मृदा उर्वरता और मिट्टी की नमी का असमान वितरण खरपतवारों की उपस्थिति को नियंत्रित करता है इसलिए, खरपतवार नियंत्रण की रणनीतियों और विधियों को और अधिक विकसित करने की आवश्यकता है जो

इस परिवर्तनशीलता को ध्यान में रखते हुए खरपतवार नियंत्रण करे। स्थान विशिष्ट खरपतवार प्रबंधन (SSWM) और परिशुद्ध खरपतवार प्रबंधन एक ऐसी तकनीक है जो खरपतवार प्रजातियों के वितरण में भिन्नता को ध्यान में रखते हुए खरपतवारों को नियंत्रित करती है। परिशुद्ध खरपतवार प्रबंधन उपक्षेत्र के आधार पर काम करता है।

परिशुद्ध खरपतवार प्रबंधन की अवधारणा आर्थिक लाभों को अनुकूलित करने, फसल प्रणालियों को बनाए रखने और पर्यावरण सुरक्षा के लिए विशिष्ट स्थानीय और अस्थाई परिवर्तनशीलता की पहचान करना और विश्लेषण कर खरपतवार प्रबंधन करना है। रिमोट सेंसिंग, जीआईएस और जीपीएस जैसी प्रौद्योगिकियों में प्रगति के साथ, स्थानीय विशिष्ट खरपतवार प्रबंधन की संभावना भी बढ़ गई है। परिशुद्ध खरपतवार प्रबंधन के लाभों में से एक है कि नींदनाशी रसायनों का खेत में एक सामान डालने के बजाय केवल खरपतवार के छोटे-छोटे स्थानों पर शाकनाशी का उपयोग करना है। परिशुद्ध खरपतवार प्रबंधन प्रौद्योगिकियां न केवल शाकनाशी उपयोग दक्षता में सुधार करने में सहायता हैं बल्कि विभिन्न अन्य सस्य तकनीकों की क्षमता को भी बढ़ाती हैं। खरपतवार प्रतिस्पर्धा को कम करने के लिए घने खरपतवार के छोटे-छोटे स्थानों में फसल बीज दर और रोपण तरीके को संशोधित किया जा सकता है।

ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम का उपयोग करते हुए खरपतवार मैपिंग टूल से लैस नई तकनीकों को अन्य प्रभावी खरपतवार प्रबंधन रणनीतियों के साथ एकीकृत किया जाता है। स्मार्ट खरपतवार प्रबंधन स्थानीय खरपतवार वितरण और प्रतिस्पर्धा, स्प्रेयर अनुप्रयोग तकनीकों और आर्थिक विश्लेषण करके कृषि लगात को दीर्घ अवधि में कम करता है। हालांकि, परिशुद्ध खरपतवार प्रबंधन में ऐसी कई रुकावटें हैं जिन्हें पहले दूर करने की आवश्यकता है। इन बाधाओं में खरपतवार के सघन क्षेत्र के मानचित्रण बनाना शामिल है। खरपतवार आबादी

की स्थानीय विविधता के बारे में बहुत सटीक जानकारी एकत्र करना है और दूसरा, यह सुनिश्चित करना कि खरपतवार नियंत्रण के सभी तकनीकें सही तरीके से काम कर रही हैं। उप-क्षेत्र स्तर पर खरपतवारों के प्रबंधन के लिए एक क्षेत्र के अंदर खरपतवारों के स्थानीय घनत्व का मापन पूर्व-आवश्यक होता है। स्थानीय वितरण और संक्रमण के स्तर के महत्वपूर्ण विश्लेषण से किसानों को खरपतवार प्रजातियों को नियंत्रित करने के लिए उपयुक्त रणनीति चुनने में मदद मिल सकती है। परिशुद्ध खरपतवार नियंत्रण तकनीकों ने पिछले कुछ वर्षों में महत्व प्राप्त किया है, लेकिन यह लाभ ज्यादातर विकसित देशों में है, जबकि विकासशील और अविकसित देश इस तकनीक से अभी अछूते हैं।

परिशुद्ध खरपतवार प्रबंधन तकनीक रिमोट सेंसिंग

रिमोट सेंसिंग एक उन्नत तकनीक है जिसका उपयोग कृषि में सटीक इनपुट एप्लिकेशन के साथ-साथ खरपतवार की उपस्थिति को फ्रेम करने के लिए किया जाता है। रिमोट सेंसिंग उपकरणों के माध्यम से खेत की फसलों और वन क्षेत्रों के अंतर्गत खरपतवार घनत्व का मानचित्रण किया जा सकता है। कृषि भूमि पर खरपतवारों का वितरण एक समान नहीं होता है, बल्कि वे टुकड़ों में मौजूद होते हैं। इसलिए, शाकनाशी अनुप्रयोग दर को कम करने के लिए रिमोट सेंसिंग एक प्रभावी विकल्प है और शाकनाशी अनुप्रयोग की दक्षता में सुधार करके फसल उत्पादन लागत को कम किया जा सकता है। रिमोट सेंसिंग के माध्यम से खरपतवारों का कुशल मानचित्रण दो बुनियादी सिद्धांतों पर आधारित है:

- I. वर्णक्रमीय परावर्तन या बनावट में मापने योग्य अंतर खरपतवार और उनकी पृष्ठभूमि की मिट्टी या पौधे के बीच मौजूद हैं।
- II. रिमोट-सेंसिंग उपकरण में खरपतवार पौधों की उपस्थिति का पता लगाने के लिए उपयुक्त स्थानीय और वर्णक्रमीय संकल्प होना चाहिए।

एरियल और सैटेलाइट रिमोट सेंसिंग

खरपतवार संवेदकों की हवाई स्थापना के माध्यम से एक बड़े क्षेत्र की निरानी की जा सकती है। यह तकनीक पूरे क्षेत्र का ऊपरी दृश्य देती है और इसका उपयोग खरपतवारों के संक्रमण का मानचित्रण के लिए किया जाता है। खरपतवारों का अस्सी

(1980) के दशक में पता लगाने के लिए एरियल सेंसर ने अपने उपयोग की शुरुआत के बाद से दुनिया भर में लोकप्रियता हासिल की है। रंगीन इमेजिंग एरियल सेंसर तकनीक में उपयोग की जाने वाली पहली विधि थी लेकिन शेष वनस्पतियों से खरपतवारों की अधिक सटीक स्क्रीनिंग के लिए रंगीन इन्फ्रारेड फोटोग्राफी विकसित की गई थी। रंगीन अवरक्त फोटोग्राफी के उपयोग के माध्यम से विभिन्न कृषि योग्य फसलों से जुड़े विभिन्न हानिकारक खरपतवारों की सफलतापूर्वक पहचान की गई और पर्याप्त सटीकता के साथ मानचित्रण किया गया। हवाई सेंसर अपने कार्य और अनुप्रयोग में काफी लचीले होते हैं। खरपतवार संवेदन के लिए उपग्रह चित्रों का उपयोग किया जाता है।

ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम (जीपीएस) और भौगोलिक सूचना प्रणाली (जीआईएस) का उपयोग आमतौर पर वर्णक्रमीय विश्लेषण, ट्रैकिंग और हवाई स्थान का पता लगाने में किया जाता है, लेकिन खरपतवार का पता लगाने में उनका निहितार्थ दुर्लभ और जटिल है। हाल की प्रगति के बाद रंगीन इन्फ्रारेड फोटोग्राफी को हवाई और उपग्रह खरपतवार संवेदन के लिए हाइपर-स्पेक्ट्रल और मल्टीस्पेक्ट्रल प्रौद्योगिकियों द्वारा प्रतिस्थापित किया गया है। मल्टीबैंड मल्टीस्पेक्ट्रल कैमरों का उपयोग उन क्षेत्रों की इमेजिंग के लिए किया जा रहा है जो खरपतवार प्रजातियों से घनी आबादी वाले हैं और इन कैमरों ने उत्साहजनक परिणाम दिए हैं।

ऑन-ग्राउंड रिमोट सेंसिंग

एरियल और सैटेलाइट रिमोट सेंसिंग से संबंधित बाधाओं को दूर करने के लिए विभिन्न ग्राउंड-बेस्ड सेंसिंग डिवाइस बनाए गए हैं। ऑन-ग्राउंड रिमोट सेंसिंग उच्च स्तर की सटीकता और दक्षता प्रदान करता है। फोटो डिटेक्टर के साथ ऑन ग्राउंड रिमोट सेंसर दिए गए हैं। वे खरपतवार के घनत्व और संक्रमण के स्तर के बारे में बहुत सटीक जानकारी देते हैं। इस सिद्धांत के आधार पर खरपतवार का पता लगाने वाले मॉडल यंत्र विकसित किए गए हैं। डिटेक्टर स्प्रे मॉडल एस-50 और वीड सीकर मॉडल पीएचडी 1620 वाणिज्यिक रूप से दो प्रणालियां उपलब्ध हैं। ये दोनों प्रणालियां फोटोइलेक्ट्रिक सेंसर से लैस हैं। इन फोटोइलेक्ट्रिक सेंसरों की रीडिंग स्प्रेइंग एप्लिकेशन के लिए नोजल को ट्रिगर करती है। लेकिन ये फोटोइलेक्ट्रिक सेंसर खरपतवारों को फसल के पौधों से अलग नहीं कर सकते हैं, इसलिए फसल की पंक्तियों को स्प्रे एप्लिकेशन से रोकने के लिए प्लास्टिक स्प्रे हुड का उपयोग किया जाता है।

मानव रहित हवाई वाहन (UAV)

रिमोट सेंसिंग छवियों में बहुत छोटे पिक्सेल होते हैं और खरपतवारों के असमान वितरण और मिट्टी में उनकी उपस्थिति के कारण खरपतवार की आबादी का आकलन करने के लिए बहुत उपयुक्त नहीं होते हैं। इन समस्याओं को हल करने के लिए हाल के वर्षों में मानव रहित हवाई वाहन (UAV) विकसित किए गए हैं। ये स्वचालित ड्रोन हैं जो बहुत कम ऊंचाई पर उड़ने की क्षमता रखते हैं और एक बहुत ही उच्च-रिज़ॉल्यूशन कैमरा ले जाते हैं। मानव रहित हवाई वाहन (यूएवी) कुछ अनूठी विशेषताओं और लाभों के साथ आते हैं जैसे बादलों के नीचे लेने की क्षमता, लगातार और उच्च-रिज़ॉल्यूशन वाली छवियां, प्लेसमेंट में लोच, तुरंत उड़ान भरने की क्षमता इत्यादि। ये अनूठी विशेषताएं यूएवी को स्वचालित खरपतवार प्रबंधन के लिए एक संभावित विकल्प बनाती हैं। कृषि में यूएवी का उपयोग इसकी खूबियों और आसानी से संभालने के कारण दिन-प्रतिदिन बढ़ रहा है। यूएवी प्रौद्योगिकी को अधिग्रहण, भू-संदर्भन और इमेजिंग प्रक्रिया में मोजेंकिंग के माध्यम से सुधार किया गया है, जिससे खरपतवारों के सटीक प्रबंधन के लिए एक व्यवहार्य विकल्प बन गया है। लेकिन यूएवी के संचालन के लिए तकनीकी कौशल की पूर्व-आवश्यकता होती है परंतु सटीक खरपतवार प्रबंधन के लिए ये कुछ ही समय में सार्थक जानकारी प्रदान करने की क्षमता रखते हैं। यूएवी की एक विस्तृत शृंखला आकार, संरचना, स्थानीय

विशिष्टताओं, कैमरा स्थिति, गतिशीलता और उड़ान ऊंचाई में भिन्न होती है। जनसंख्या पारिस्थितिकी, वनस्पति गतिशीलता और पारिस्थितिकी तंत्र प्रसंस्करण संबंधी अध्ययनों में यूएवी का एक बड़ा दायरा है।

हाल ही में भारत सरकार ने ड्रोन टेक्नोलॉजी के माध्यम से धान की फसल में बिसपैरिबक नींदनाशी के छिड़काव की मंजूरी दी है। ड्रोन तकनीक से नींदनाशीयों की उपयोग क्षमता कई गुना बढ़ जाती है जिससे न केवल पर्यावरण प्रदूषण कम होता है बल्कि खरपतवारों के सटीक नियंत्रण से उत्पादन में भी वृद्धि होती है। ड्रोन से नींदनाशीयों के छिड़काव को और अधिक प्रभावी बनाने के लिए ड्रोन की ऊंचाई, गति, मौसम की स्थिति, शाकनाशीयों के फार्मूलेशन प्रकार, अनुप्रयोग दर, बूद के आकार इत्यादि कारकों को समझने के लिए अभी और अधिक अनुसन्धान करने की आवश्यकता है।

रोबोटिक्स खरपतवार प्रबंधन

खरपतवार नियंत्रण कृषि के क्षेत्र में सबसे कम यंत्रीकृत पहलू है लेकिन रोबोटिक्स के क्षेत्र में हाल के विकास के साथ खरपतवार नियंत्रण में मशीनीकरण की संभावनाएं हैं। उच्च श्रम लागत और श्रम की कमी के कारण हस्तचालित खरपतवार नियंत्रण एक किफायती विकल्प नहीं है और शाकनाशी के माध्यम से रासायनिक नियंत्रण की अपनी सीमाएं हैं और पारिस्थितिकी



ड्रोन से कृषि दसायनों का अनुप्रयोग

तंत्र पर हानिकारक प्रभाव पड़ता है। रोबोटिक्स के माध्यम से खरपतवार प्रबंधन एक क्रांतिकारी विकास है, जिसके कई फायदे हैं। रोबोटिक खरपतवार प्रबंधन में चार चरण शामिल हैं जैसे मार्गदर्शन, पहचान, खरपतवार प्रजातियों की मैपिंग और सटीक रोबोट द्वारा हटाना। मशीन दृष्टि विश्लेषण, रोबोटिक दक्षता/उपयुक्तता, परिवर्तनीय दर अनुप्रयोग प्रौद्योगिकी, निर्णय समर्थन प्रणाली, और खरपतवार-संवेदन उपकरण की ताकत, प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से खरपतवार नियंत्रण में रोबोटिक्स के अनुप्रयोग का निर्णय लेती है। रीयल-टाइम गतिय जीपीएस या मशीन दृष्टि रोबोट को पंक्ति फसलों में निर्देशित करती है। इस तकनीक के उपयोग से फसल की पंक्तियों के बीच मौजूद खरपतवारों का पता लगाया जा सकता है और खरपतवार नियंत्रण उपायों को शुरू करने के लिए थ्रेशहोल्ड मान विकसित किया जा सकता है। संयंत्र प्रतिबिंब और रूपात्मक विशेषताएं दो गुण हैं जो मशीन दृष्टि का पता लगाने में मदद करते हैं। मशीन की दृष्टि जलवायु परिस्थितियों, कृषि पद्धतियों, स्थानीय स्थलाकृतिक विविधताओं और फसल प्रणालियों पर भी निर्भर है। अगला कदम मार्गदर्शन और पहचान द्वारा खरपतवार संकेत के आधार पर सटीक रोबोटिक खरपतवार निकालना है। रोबोट यांत्रिक, रासायनिक, थर्मल या इलेक्ट्रिकल जैसे विभिन्न तरीकों से खरपतवार निकाल सकते हैं। हर विधि के कुछ फायदे हैं और खरपतवार नियंत्रण के संबंध में अलग-अलग प्रतिक्रिया दिखाते हैं। निश्चित रूप से आधुनिक खरपतवार प्रबंधन का भविष्य इन तकनीकों पर बहुत कुछ निर्भर करता है लेकिन अभी भी खरपतवार स्थानिक पारिस्थितिकी के इंटरफेस पर जटिल मुद्दों को हल करने के लिए बहुत शोध की आवश्यकता है।

तापीय खरपतवार नियंत्रण

खरपतवार के बीज या पौधों को मारने या निष्क्रिय करने के लिए थर्मल खरपतवार नियंत्रण तकनीकी अपनाई जा सकती है। खरपतवार के बीज या पौधों का अत्यधिक तापमान या तो कम या अधिक होता है। गर्म पानी, स्टीमिंग, फ्लेमिंग, इन्फ्रारेड वीडर, या गर्म हवा और इलेक्ट्रोक्यूशन, माइक्रोवेव, लेजर विकिरण, या यूवी प्रकाश द्वारा अप्रत्यक्ष हीटिंग द्वारा खरपतवार नियंत्रण किया जा सकता है। तापीय खरपतवार विधियों में क्रायोजेनिक तकनीकों पर भी विचार किया जाता है।

इलेक्ट्रोक्यूशन द्वारा खरपतवार नियंत्रण

बिजली के झटके से पौधों को बिजली का झटका लगता है और यह बिजली का झटका पौधे को मार देता है। खरपतवार

पौधों को विद्युत प्रवाह के अधीन करके खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए इलेक्ट्रोक्यूशन का उपयोग किया जा सकता है। हालांकि इस तकनीक का व्यापक अध्ययन नहीं किया गया है, लेकिन कुछ शोधों से पता चला है कि 20kV का स्पार्क डिस्चार्ज या इलेक्ट्रिक संपर्क खरपतवार के पौधों को मार सकता है। इलेक्ट्रोक्यूशन के माध्यम से सफल खरपतवार नियंत्रण विभिन्न कारकों द्वारा तय किया जाता है जैसे बिजली के झटके की तीव्रता, संपर्क या जोखिम की अवधि, खरपतवार की प्रजातियां, वृद्धि की अवस्था और खरपतवार के पौधे की रूपात्मक विशेषताएं। अब तक यह तकनीक अपनी उच्च ऊर्जा आवश्यकता, उच्च लागत और संचालकों को जोखिम के कारण खरपतवार नियंत्रण विधियों में अपना स्थान बनाने में विफल रही है। लेकिन व्यापक शोध और कुछ संशोधनों के साथ खरपतवार नियंत्रण के लिए अत्यधिक शक्तिशाली उपकरण के रूप में उभर सकते हैं।

अपघर्षक द्वारा खरपतवार नियंत्रण

अपघर्षक निराई एक गैर-रासायनिक खरपतवार प्रबंधन विधि है। इसमें संपीडित वायु द्वारा चलाए जाने वाले ग्रिट्स खरपतवार के पौधों की पत्तियों को धिसकर फाड़ व नष्ट करती हैं। इस प्रक्रिया में तने का टूटना, पतझड़, ऊतकों को नुकसान शामिल है, जिसके परिणामस्वरूप अंततः पौधे की मृत्यु हो जाती है। ग्रिट्स तैयार करने के लिए विभिन्न कृषि उत्पादन जैसे- मक्का के भुट्टे और अखरोट के गोले और गैर-कृषि स्रोत जैसे- रेत सामग्री का उपयोग किया जाता है। अत्यधिक महीन या हल्के ग्रिट्स के उपयोग से बचना चाहिए, क्योंकि वे एप्लिकेटर नोजल को बंद कर सकते हैं।

नैनो-शाकनाशी

नैनो-शाकनाशी 100-1 नैनोमीक्रॉन आकार वाले सक्रिय तत्व कणों के साथ अत्याधुनिक शाकनाशी योगिक के विकास के लिए नैनो प्रौद्योगिकी एक आशाजनक तकनीक के रूप में विकसित हुई है। नैनो-शाकनाशी के रूप में नैनो-फॉर्मूलेशन से सक्रिय तत्व समय और स्थान दोनों के संदर्भ में नियंत्रित दर पर उपयोग किया जाता है। ये फॉर्मूलेशन धीरे-धीरे जारी होते हैं जिससे सक्रिय तत्व के निष्कालन और वाष्णीकरण को कम किया जाता है। नैनो एनकैप्सुलेशन अधिकांश प्राकृतिक बायोएक्टिव यौगिकों के अल्प पर्यावरणीय अर्ध-जीवन सीमा पर काबू पाने में मदद करते हैं, इसलिए केवल एक ही अनुप्रयोग से कुशल खरपतवार नियंत्रण किया जाता है तथा दरों, लागतों और पर्यावरणीय प्रभावों को कम

करता है। परिशुद्ध कृषि में शाकनाशी छिड़काव मिश्रण के समय पर जारी करने और शाकनाशी अनुप्रयोगों के सटीक नियंत्रण के लिए नैनो-प्रौद्योगिकी पर निर्भर सेंसर का उपयोग किया जाता है। पर्यावरण सुरक्षा को बनाए रखते हुए नैनो-आधारित बायोसेंसर शाकनाशियों के बेहतर और अधिक कुशल उपयोग होते हैं।

सारांश

परिशुद्ध खरपतवार प्रबंधन हेतु विभिन्न उपकरण और तकनीकें उपयोग में लाई जाती हैं जैसे रिमोट सेंसिंग, रोबोटिक्स, थर्मल, इलेक्ट्रोक्यूशन, सेंसर और नैनो टेक्नोलॉजी इत्यादि स्वचालित मशीनों का उपयोग सटीक खरपतवार प्रबंधन में किया जाता है। डिसीजन सपोर्ट के माध्यम से खरपतवार के संक्रमण

के आधार पर खरपतवारों के तरीकों के चयन और समायोजन से उपकरणों की प्रभावशीलता को बढ़ाया जाता है। एक सटीक उपकरण या साइट-विशिष्ट शाकनाशी अनुप्रयोग तकनीक न केवल बड़ी मात्रा में शाकनाशियों को बचाती है, बल्कि प्रतिरोध, अवशेषों और खरपतवार वनस्पतियों के बदलाव की संभावना को भी कम करती है। खेत में खरपतवार की स्थिति के अनुकूल रोबोटिक यांत्रिक खरपतवार नियंत्रण तकनीकें फसलों के व्यापक स्पेक्ट्रम पर लागू होती है। छोटे पैमाने पर खरपतवार नियंत्रण के लिए विभिन्न प्रकार की थर्मल तकनीकें बहुत उपयोगी हो सकती हैं जैसे किचन गार्डनिंग और पॉट खेती। इस प्रकार, परिशुद्ध खरपतवार प्रबंधन लगात, समय, श्रम और पर्यावरण के अनुकूलन के लिए भविष्य की तकनीक है।

———— *** —————

“**जिस देश को अपनी भाषा और अपने साहित्य के गौरव का अनुभव नहीं है, वह उन्नत नहीं हो सकता।**”

देशरत्न डॉ. राजेन्द्रप्रसाद

नैनोप्रौद्योगिकी : परिशुद्ध कृषि में क्रांतिकारी बदलाव

प्रीतम चानक, मोनिका कुंडू, अनंता वसिष्ठ, प्रमीला कृष्णन एवं सुभाष नटराज पिल्लई
कृषि भौतिकी संभाग, भा.कृ.अनु.प.- भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली-110 012

कृषि सदियों से मानव सभ्यता की रीढ़ रही है, जो भोजन, फाइबर और ईंधन प्रदान करती रही है। संयुक्त राष्ट्र (2019) के अनुसार, वर्ष 2050 तक 9.7 अरब तक वैश्विक जनसंख्या पहुंचने की संभावना है, जिससे खाद्य उत्पादन की मांग निरंतर बढ़ रही है जिसके परिणामस्वरूप कृषि में दक्षता एवं स्थिरता पर अधिक जोर दिया जा रहा है। पारंपरिक खेती की विधियां, जो अतीत में प्रभावी रही हैं, घटती मृदा उर्वरता, जलवायु परिवर्तन और जल की कमी जैसी चुनौतियों के कारण बढ़ती मांग को पूरा करने में संघर्ष कर रही हैं।

परिशुद्ध कृषि खेती का एक आधुनिक दृष्टिकोण है, जो उन्नत तकनीकों और डेटा-आधारित निर्णय लेने वाले उपकरणों का उपयोग करती है ताकि फसल उत्पादन बढ़ाया जा सके और संसाधनों का कुशल प्रबंधन किया जा सके। यह विधि कई लाभ प्रदान करती है, जैसे कि उच्च उत्पादकता, बेहतर फसल गुणवत्ता, लाभ में वृद्धि, स्थिरता, पर्यावरण संरक्षण, खाद्य सुरक्षा, खेतों में

बेहतर जीवन-स्थितियां और ग्रामीण आर्थिक विकास।

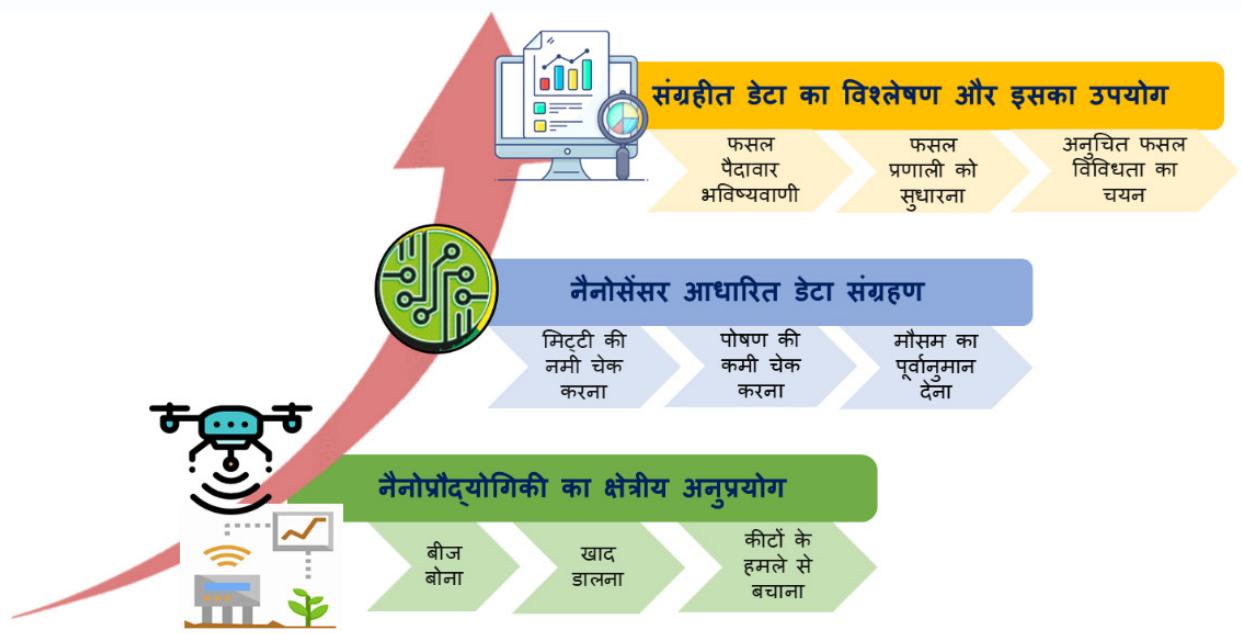
दूसरी ओर, नैनोप्रौद्योगिकी एक अत्याधुनिक वैज्ञानिक क्षेत्र है, जो परमाणु या आणविक स्तर (1 से 100 नैनोमीटर) पर सामग्री में बदलाव करता है और कृषि में क्रांतिकारी उपकरण के रूप में उभर रहा है। इसकी क्षमता फसल उत्पादन बढ़ाने, इनपुट लागत कम करने, पर्यावरणीय प्रभाव को न्यूनतम करने और खेती को अधिक सटीक एवं प्रभावी बनाने में सहायक हो सकती है।

यह लेख आधुनिक खेती में नैनोप्रौद्योगिकी के उपयोग और इसके उन फायदों की जानकारी देता है, जिससे किसान अपनी लागत और श्रम को कम करते हुए उत्पादकता में सुधार कर सकते हैं।

परिशुद्ध कृषि में नैनोप्रौद्योगिकी प्रेरित साधन व उपकरण

नैनो-उर्वरक: मृदा स्वास्थ्य और फसल वृद्धि को बढ़ावा

नैनो-उर्वरक कृषि में नैनोप्रौद्योगिकी के सबसे आशाजनक अनुप्रयोगों में से एक है। पारंपरिक उर्वरक अक्सर अल्प-प्रभावी



चित्र-1. नैनोसेन्सर-आधारित परिशुद्ध कृषि

होते हैं क्योंकि लीचिंग (रिसाव), वाष्पीकरण या बहाव के कारण इनमें से 50-70% नाइट्रोजन उर्वरक पौधों द्वारा अवशोषित होने से पहले ही नष्ट हो जाते हैं, जिससे पर्यावरण प्रदूषित होता है (FAO, 2020)। दूसरी ओर, नैनो-उर्वरक इस तरह से बनाए जाते हैं कि वे पोषक तत्वों को नियंत्रित तरीके से छोड़ते हैं जिससे पौधों को सही समय पर सही मात्रा में पोषक तत्व मिलते हैं। किसानों के लिए नैनो उर्वरक के काफी फायदे हैं। नैनो-उर्वरक पौधों द्वारा पोषक तत्वों के अवशोषण को बढ़ाते हैं जिससे कम मात्रा में भी बेहतर परिणाम मिलते हैं। कम उर्वरक की आवश्यकता होने के कारण किसानों की लागत घटती है। कम बहाव (रनऑफ) के कारण जल प्रदूषण और मृदा क्षरण कम होता है। हाल के शोध से पता चला है कि भारतीय किसान उर्वरक सहकारी लिमिटेड (IFFCO) द्वारा विकसित नैनो-यूरिया फसल उत्पादन को बनाए रखते हुए पारंपरिक यूरिया के मुकाबले कम प्रयोग होता है।

नैनो-सेंसर: वास्तविक समय के डेटा के साथ स्मार्ट खेती

किसान अक्सर मिट्टी के पोषक तत्व, नमी स्तर और कीट संक्रमण की निगरानी के लिए अनुमान या समय-समय पर परीक्षण पर निर्भर रहते हैं। नैनो-सेंसर परिशुद्ध कृषि का एक और महत्वपूर्ण उपकरण है जो मिट्टी की स्थिति, फसल के स्वास्थ्य और पर्यावरणीय कारकों की रियल-टाइम निगरानी करने में सक्षम है। यह सेंसर तापमान, आर्द्धता, pH और पोषक तत्वों के स्तर में सूक्ष्म परिवर्तन का पता लगा सकते हैं, जिससे किसानों को सटीक जानकारी मिलती है और वे बेहतर निर्णय ले सकते हैं। किसानों के लिए नैनो-सेंसर के लाभ इस प्रकार हैं। पोषक तत्वों के स्तर की पहचान करके उर्वरकों के अत्यधिक उपयोग को रोकना, कीट या बीमारियों का शीघ्र पता लगाकर फसल के नुकसान को कम करना, नमी स्तर की निगरानी कर अत्यधिक सिंचाई या सूखे के तनाव को रोकना। हाल ही में, वैज्ञानिकों ने कार्बन-आधारित नैनो-सेंसर विकसित किए हैं। जो पौधों में फंगल संक्रमण जैसी बीमारियों के शुरुआती संकेतों का दिखाई देने से पहले पता लगाने में सक्षम हैं।

नैनो-क्लो: मृदा में जल धारण क्षमता में सुधार

ऐसे क्षेत्र जहां सूखा और जल की कमी बड़ी समस्याएं हैं। वहां नैनो-क्लो मिट्टी में जल संरक्षण में मदद कर सकता है। नैनो-क्लो एक प्रकार की नैनो-सामग्री है। जो मृदा की गुणवत्ता और जल धारण क्षमता में सुधार लाने में अत्यधिक प्रभावी साबित

हुआ है। यह परतदार सिलिकेट खनिजों से बना होता है। जिसे मिट्टी के कणों और जल अणुओं के साथ इसकी अंतर्क्रिया बढ़ाने के लिए संशोधित किया जाता है। नैनो-क्लो कण पौधों की जड़ों के चारों ओर एक नमी बनाए रखने वाली परत बनाते हैं। जिससे जल वाष्पीकरण कम होता है। किसानों के लिए नैनो-क्लो के लाभ इस प्रकार हैं। मिट्टी की संरक्षिता और जल धारण क्षमता बढ़ाना को जल की कमी वाले क्षेत्रों के लिए विशेषकर लाभकारी है। मिट्टी में पोषक तत्वों को बनाए रखना है। जिससे उर्वरकों के बार-बार प्रयोग की आवश्यकता कम हो। यह उत्पाद रेतीली मिट्टी के लिए विशेष रूप से उपयोगी है। जहां पोषक तत्व जल्दी बह जाते हैं साथ ही यह मिट्टी की संरचना और स्थिरता को बेहतर बनाकर मृदा अपरदन को रोकता है। जिससे उपजाऊ मिट्टी का संरक्षण होता है और जल स्रोतों में तलछट के बहाव को कम करता है।

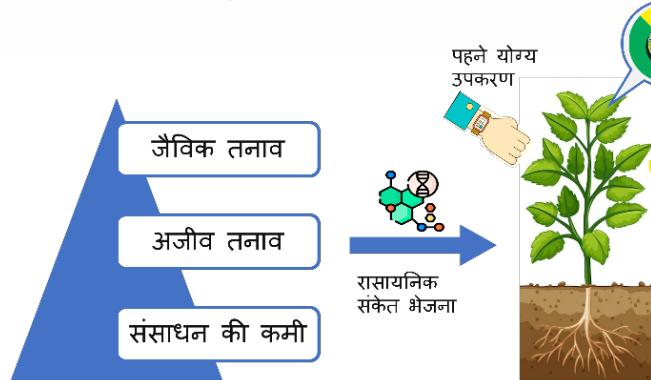
नैनो-हर्बिसाइड्स: लक्षित तरीके से खरपतवार नियंत्रण

खरपतवार कृषि में एक बड़ी समस्या है। जो फसलों के साथ पोषक तत्वों, जल और सूर्य के प्रकाश के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं जिससे फसल उत्पादन में गिरावट आती है। पारंपरिक हर्बिसाइड्स (खरपतवार नाशक) अक्सर अप्रभावी होते हैं, जिसका बार-बार छिड़काव करने की आवश्यकता पड़ती है। इस कारण जहां एक ओर हर्बिसाइड-प्रतिरोधी खरपतवार विकसित हो जाते हैं वहां दूसरी पर्यावरण प्रदूषण भी बढ़ता है। वहां, नैनो-हर्बिसाइड्स केवल खरपतवारों को निशाना बनाते हैं तथा इसके बार-बार छिड़काव की जरूरत कम होती है जिससे फसलों को होने वाले नुकसान को भी न्यूनतम किया जा सकता है। नैनो-हर्बिसाइड्स खरपतवार के ऊतकों में गहराई तक प्रवेश कर तेजी से और अधिक प्रभावी तरीके से खरपतवार को नष्ट करते हैं। जिससे बार-बार छिड़काव की आवश्यकता कम हो जाती है और फसलों को कम नुकसान होता है। नैनो-हर्बिसाइड्स को इस तरह डिज़ाइन किया जा सकता है कि वे केवल विशिष्ट खरपतवार प्रजातियों को निशाना बनाएं और अन्य पौधों पर कम प्रभाव हो। इस कारण हर्बिसाइड-प्रतिरोधी खरपतवारों के विकसित होने का खतरा भी कम हो जाता है। पारंपरिक हर्बिसाइड्स की तुलना में नैनो-हर्बिसाइड्स की सतह क्षेत्र और प्रतिक्रिया क्षमता अधिक होती है, जिससे बहुत कम मात्रा में छिड़काव करने पर भी बेहतर परिणाम मिलते हैं। इससे पर्यावरणीय प्रभाव कम होता है और किसानों की लागत भी घटती है।

हाल के अध्ययनों में पाया गया कि ग्लाइफोसेट से युक्त नैनो-कण पारंपरिक खरपतवारनाशकों की तुलना में 5 गुना अधिक प्रभावी होते हैं। जिससे हर्बिसाइड के उपयोग में कमी आती है। उर्वरकों और हर्बिसाइड्स के अलावा, नैनोप्रौद्योगिकी का उपयोग अन्य कृषि इनपुट, जैसे कीटनाशकों और वृद्धि नियामकों की आपूर्ति को बेहतर बनाने के लिए भी किया जा रहा है। पारंपरिक रूप से छिड़के गए कीटनाशक अक्सर लक्षित फसलों से दूर तक फैल जाते हैं। जिससे फायदेमंद कीटों और पर्यावरण को नुकसान होता है। नैनोप्रौद्योगिकी के माध्यम से लक्षित कीटनाशक वितरण संभव हो जाता है। जिससे केवल हानिकारक कीट प्रभावित होते हैं और दुष्प्रभाव कम होते हैं।

नैनोप्रौद्योगिकी के माध्यम से लक्षित कृषि इनपुट आपूर्ति:

- कीटनाशक वितरण:** नैनोकणों का उपयोग कीटनाशकों को कैप्सूलबद्ध करने के लिए किया जा सकता है। जिससे उनके तुरंत अपघटन से बचाया जा सकता है और उनका नियंत्रित रूप से उत्सर्जन संभव हो सकता है। इससे कीटनाशकों की आवश्यकता कम हो जाती है और अन्य फसलों एवं पर्यावरण पर नकारात्मक प्रभाव भी घटता है। नैनो-एन्कैप्सुलेटेड नीम तेल में आधारित कीटनाशक पारंपरिक छिड़काव की तुलना में अधिक लंबे समय तक कीट नियंत्रण में प्रभावी भूमिका निभा रहे हैं।
- वृद्धि नियामक:** नैनोप्रौद्योगिकी का उपयोग पौधों की वृद्धि नियामकों को अधिक प्रभावी ढंग से पहुंचाने के लिए किया जा सकता है। जिससे स्वस्थ वृद्धि और विकास को बढ़ावा मिलता है और अत्यधिक मात्रा में उपयोग किए जाने की संभावना कम होती है।



- रोग प्रबंधन:** लक्षित औषधि वितरण प्रणाली का उपयोग फूलदानाशी और जीवाणुनाशक को सीधे संक्रमण स्थल तक पहुंचाने के लिए किया जा सकता है। 'हर्बिसाइड्स की जगह खरपतवारनाशकों का प्रयोग करें। जिससे उपचार की प्रभावशीलता बढ़ती है और रोग प्रतिरोधकता विकसित होने का खतरा कम होता है।

परिशुद्ध कृषि में नैनोप्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग

फसल सुरक्षा

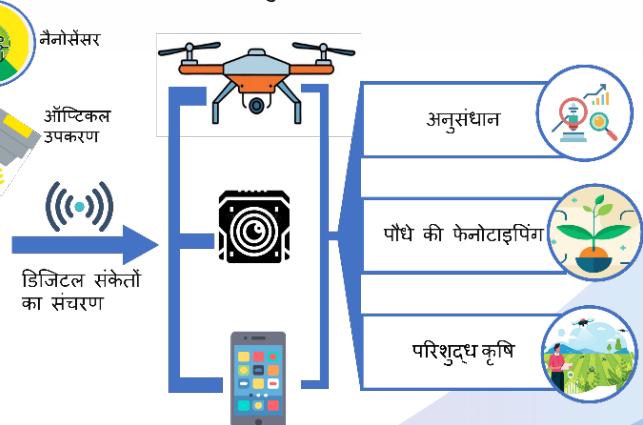
नैनोप्रौद्योगिकी फसल सुरक्षा में क्रांतिकारी बदलाव लारही है। जिससे कीट और रोग प्रबंधन के अधिक प्रभावी और पर्यावरण-अनुकूल समाधान उपलब्ध हो रहे हैं। नैनो-एन्कैप्सुलेटेड कीटनाशकों को इस तरह डिजाइन किया जा सकता है कि वे तभी तब सक्रिय हो जब कोई विशिष्ट पर्यावरणीय स्थिति जैसे किसी कीट या रोगजनक की उपस्थिति उन्हें ट्रिगर करे। इससे कीटनाशकों की आवश्यकता कम होती है और रोग प्रतिरोधकता विकसित होने का खतरा भी घटता है।

मृदा स्वास्थ्य प्रबंधन

सतत कृषि के लिए मृदा स्वास्थ्य बनाए रखना अत्यंत महत्वपूर्ण है और नैनोप्रौद्योगिकी इसमें सहायक हो सकती है। नैनो-उर्वरक और नैनो-क्ले मिट्टी की संरचना में सुधार करते हैं, पोषक तत्वों के संरक्षण को बढ़ाते हैं और जैविक गतिविधि को प्रोत्साहित करते हैं। इससे न केवल फसल उत्पादन में वृद्धि होती है बल्कि रासायनिक इनपुट की आवश्यकता भी कम हो जाती है। जो सतत कृषि की दिशा में सही कदम है।

जल प्रबंधन

जल की कमी विशेष रूप से शुष्क और अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में कृषि के लिए एक बड़ी चुनौती है। नैनोप्रौद्योगिकी जल उपयोग



चित्र 2. परिशुद्ध कृषि में पौधों पर आधारित नैनोसेंसरों का अनुप्रयोग

दक्षता को बढ़ाकर इस समस्या के समाधान में मदद कर सकती है। उदाहरण के लिए नैनो-सेंसर मिट्टी में नमी स्तर की रियल-टाइम निगरानी कर सकते हैं। जिससे स्टीक सिंचाई का समय निर्धारित किया जा सकता है। नैनो-क्लो मिट्टी में जल धारण क्षमता बढ़ाकर बार-बार सिंचाई की आवश्यकता को कम कर सकता है।

परिशुद्ध खेती

परिशुद्ध खेती का उद्देश्य इनपुट का अनुकूलन कर अधिकतम उत्पादन प्राप्त करना है और इसमें नैनोप्रौद्योगिकी महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही है। उदाहरण के लिए नैनो-सेंसर मिट्टी की स्थिति, फसल के स्वास्थ्य और पर्यावरणीय कारकों का रियल-टाइम डेटा प्रदान कर सकते हैं, जिससे किसान कब और कहां इनपुट्स डालें। इस बारे में निश्चित निर्णय ले सकते हैं। यह फसल उत्पादन को बढ़ाने, व्यर्थता को कम करने और पर्यावरणीय प्रभाव को न्यूनतम करने में मदद करता है।

कटाई के बाद प्रबंधन

नैनोप्रौद्योगिकी कटाई के बाद के प्रबंधन को सुधारने, कृषि उत्पादों की शेल्फ-लाइफ बढ़ाने और खाद्य अपशिष्ट को कम करने में सहायक हो रही है। उदाहरण के लिए, नैनो-एन्कैप्सुलेटेड रोगाणुरोधी एजेंटों का उपयोग फलों और सब्जियों पर परत बनाने के लिए किया जा सकता है। जिससे वे बिंगड़ने से बचते हैं और उनकी ताजगी अधिक समय तक बनी रहती है। नैनो-सेंसर भंडारित अनाज और अन्य कृषि उत्पादों की स्थिति की निगरानी

कर सकते हैं। जिससे कोई समस्या गंभीर बनने से पहले ही किसान सतर्क हो सकें।

वर्तमान चुनौतियां और भविष्य की राह

हालांकि नैनोप्रौद्योगिकी में अपार संभावनाएं हैं, लेकिन इसके समक्ष कुछ चुनौतियां भी हैं। कई नैनो-उत्पाद अभी भी महंगे हैं और छोटे किसानों के लिए आसानी से उपलब्ध नहीं हैं। सरकारों को कृषि में नैनो-सामग्रियों के सुरक्षित उपयोग के लिए स्पष्ट दिशा-निर्देश तैयार करने की आवश्यकता है। कई किसान नैनोप्रौद्योगिकी के लाभों और उपयोगों से अनजान हैं। हालांकि, निरंतर शोध और सरकारी पहल के साथ नैनोप्रौद्योगिकी धीरे-धीरे अधिक किफायती और सुलभ होती जा रही है जिससे यह वैश्विक कृषि में क्रांतिकारी परिवर्तन लाने में सफल हो सके।

निष्कर्ष

नैनोप्रौद्योगिकी केवल भविष्य की कल्पना नहीं है—यह आज ही कृषि को बदल रही है। नैनो-उर्वरक, नैनो-सेंसर, नैनो-हर्बिसाइड्स और स्मार्ट कीटनाशकों जैसी नई तकनीकों से किसान उत्पादकता बढ़ा सकते हैं, लागत कम कर सकते हैं और पर्यावरण की रक्षा कर सकते हैं। कृषि नैनोप्रौद्योगिकी में बढ़ते निवेश के साथ, छोटे और बड़े दोनों स्तर के किसान जल्द ही परिशुद्ध खेती के लाभों का आनंद उठा सकेंगे, जिससे सतत कृषि और खाद्य सुरक्षा से भरपूर भविष्य सुनिश्चित किया जा सकेगा।

———— *** —————



हिंदी भारतीय संस्कृति की आत्मा है।

कमलापति त्रिपाठी



परिशुद्ध खेती में दूरस्थ जानकारी तंत्र (सुदूर संवेदी तंत्र) का उपयोग : (रिमोट सेंसिंग - Remote Sensing)

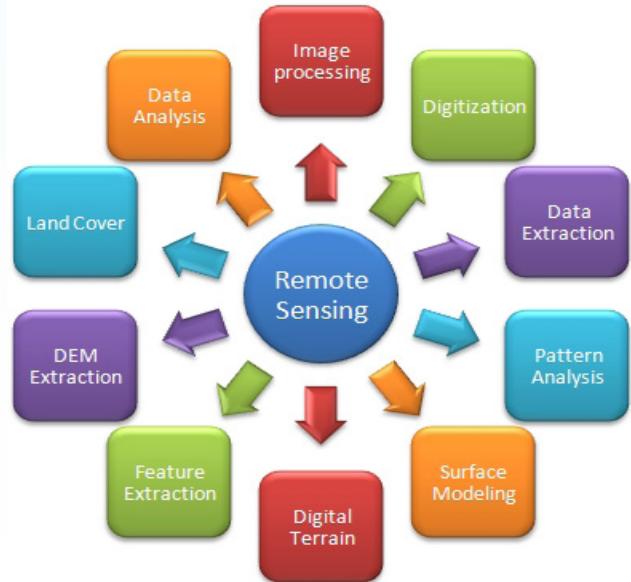
रणबीर सिंह, अंचल दास एवं शिवाधार मिश्रा

सत्य विज्ञान संभाग, भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, पूसा, नई दिल्ली-110 012

भारतीय अर्थव्यवस्था, कृषि पर आधारित है और कृषि के आधार स्तंभ जमीन, जल, जन, जंगल, बीज, उपकरण, किसान एवं पूँजी हैं। जिनका न्याय संगत, सटीक व सुनियोजित उपयोग तथा संरक्षण करना पर्यावरण के अनुकूल उत्पादन प्रणाली बन गई है। यह प्रणाली तीव्र गति से बढ़ती जनसंख्या की बुनियादी खाद्य मांग को पूरा करने में सक्षम है। अब भारतीय किसान कृषि में प्रति इकाई में अधिक कुशल तकनीकियों का उपयोग करके, समय एवं श्रम की बचत करने हेतु टिकाऊ उत्पादन के तरीके अपना रहे हैं, जिनमें सटीक/परिशुद्ध कृषि की भूमिका महत्वपूर्ण है। परिशुद्ध खेती एक आंकड़ा संचालित तकनीक है, जो किसानों को अधिकतम उत्पादन के लिए आवश्यक संसाधनों की सही जानकारी प्रदान करती है। परिशुद्ध खेती में सही समय, सही मात्रा और सही स्थान पर सही तरीके से साधनों के उपयोग से कृषि उत्पादन किया जाता है। इस प्रकार की खेती में वैश्विक स्थिति प्रणाली (GPS), भौगोलिक सूचना प्रणाली (GIS), संगणक एवं संवेदी यंत्रों का उपयोग किया जाता है। रिमोट सेंसिंग का उपयोग फसल उत्पादन के पूर्वानुमान, फसल क्षति का आकलन, बागवानी, फसल प्रणाली विश्लेषण, क्षेत्र का अनुमान, फसलों में स्थिति का आकलन और प्रतिबल का पता लगाने, रोपण और कटाई की तिथियों की पहचान, कीटों की पहचान और रोग का प्रकोप इत्यादि के लिए किया जाता है।

सुदूर संवेदी तंत्र की परिभाषा

1. सुदूर संवेदन एक ऐसी सूचना संग्रहण तकनीक है, जिसमें वस्तु के बिना संपर्क के दूर से ही वस्तु से संबंधित सूचना प्राप्त कर ली जाती है।
2. रिमोट सेंसिंग वह विज्ञान है जिसमें किसी वस्तु के प्रत्यक्ष स्पर्श के बिना ही उस वस्तु की संपूर्ण सूचना को एकत्रित एवं व्याख्यान किया जाता है।

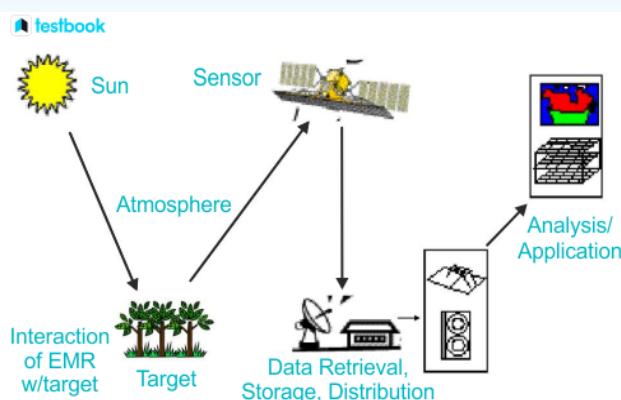


चित्र: रिमोट सेंसिंग का उपयोग (स्रोत: गूगल के सौजन्य से)

सुदूर संवेदी तंत्र का परिचय

रिमोट सेंसिंग शब्द सबसे पहले सन् 1960 में प्रयोग में लाया गया। रिमोट सेंसिंग कई किलोमीटर दूर से ही स्थानिक आंकड़ों का संग्रह फोटोग्राफ या प्रतिबिंब से कर सकता है। इससे प्राप्त आंकड़ों को भू-सूचना पद्धति में लाकर कृषि को ओर वैज्ञानिक विधि से

योजनाबद्ध कर सकते हैं। रिमोट सेंसिंग तकनीक में अन्तरिक्ष में किसी प्लेटफार्म पर लगे संवेदक द्वारा विद्युत चुम्बकीय विकिरण के माध्यम से धरातलीय सूचनाएं प्राप्त की जाती है। प्लेटफार्म के रूप में वायु कैमरा, बहुस्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक, तापीय अवरक्त रेखिक क्रमवीक्षक इत्यादि महत्वपूर्ण संवेदक का उपयोग किया जाता है। संवेदकों (सेंसरों) द्वारा सूचनाएं पृथ्वी के धरातलीय संग्रहक केंद्रों तक भेजी जाती हैं, जहां सूचनाओं का विश्लेषण किया जाता है। संवेदक विद्युत चुम्बकीय विकिरण को अंकीय आंकड़ों के रूप में अभिलेखन करता है, जिसकी सहायता से प्रतिबिंब तैयार किए जाते हैं जो चित्रीय रूप में होते हैं।



रिमोट सेंसिंग तकनीक सूचनाओं के उपयोग से विभिन्न यंत्रों एवं कम्प्युटर साफ्टवेयर का प्रयोग कर प्रतिबिंब या मानचित्र तैयार किया जाता है जिसे आंकड़ा उत्पाद कहा जाता है। सुदूर संवेदन में उपग्रह, विमान ड्रोन आधारित सुदूर संवेदक के प्रयोग से मृदा और फसल स्वास्थ्य (नमी, पोषक तत्वों, फसल रोगों आदि) के मूल्यांकन के लिए आंकड़े एकत्रित किए जाते हैं। फसल प्रबंधन के लिए यह महत्वपूर्ण है कि फसल की अवस्था में किसी भी परिवर्तन का शीघ्र पता चल जाए। छोटे खेत में किसान स्वयं फसल का प्रेक्षण कर सकता है किंतु बड़े पैमाने पर उत्पादकों के लिए हर सप्ताह अपने खेत का सर्वेक्षण करना संभव नहीं है। किसानों को कीटों को नियंत्रित करने के अतिरिक्त मृदा की नमी और फसल रोग के प्रकोप को भी नियंत्रण में रखना पड़ता है। उदाहरणार्थ, इन आंकड़ों की सहायता से किसान यह पता लगा सकते हैं कि उनकी फसल कहां फल-फूल रही है और पौधे कितनी कुशलता से प्रकाश-संश्लेषण कर रहे हैं। वैकल्पिक रूप से, सुदूर संवेदक आंकड़े न केवल यह बता सकते हैं कि फसल तनाव में है, बल्कि तनाव का कारण भी बता सकते हैं और किसानों को उसका स्रोत पता लगाने में भी सहायता कर सकते हैं।

रिमोट सेंसिंग में आंकड़ा उत्पाद की फोटोग्राफी तथा इलैक्ट्रॉनिक दो मुख्य विधियां हैं:-

1. फोटोग्राफी विधि में वायुयानों में लगे धरातल का फोटोचित्र लिया जाता है। इसमें सूर्य के प्रकाश में ही फोटो लिया जा सकता है। इस प्रकार की फोटोग्राफी को निष्क्रिय फोटोग्राफी कहा जाता है।
2. इलैक्ट्रॉनिक विधि में इलैक्ट्रॉनिक संवेदकों का प्रयोग कर चित्रीय उत्पाद प्राप्त किया जाता है। इसे प्रतिबिंब कहते हैं। इसको तापीय संवेदक भी कहते हैं।

कृषि में सुदूर संवेदन के प्रकार

कृषि में, रिमोट सेंसिंग तकनीक में फसलों और कृषि परिदृश्यों के बारे में आंकड़े एकत्र करने और उनका विश्लेषण करने के लिए विभिन्न विधियां शामिल हैं।

ऑप्टिकल सेंसिंग

ऑप्टिकल सेंसर विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के दृश्यमान, निकट-अवरक्त और थर्मल अवरक्त क्षेत्रों में विद्युत चुम्बकीय विकिरण को पकड़ते हैं। वे फसल स्वास्थ्य, वनस्पति सूचकांक और मृदा आच्छादन के बारे में बहुमूल्य जानकारी प्रदान करते हैं। ऑप्टिकल सेंसिंग आंकड़े आमतौर पर उपग्रह इमेजरी या हवाई फोटोग्राफी के माध्यम से प्राप्त किए जाते हैं।

मल्टीस्पेक्ट्रल सेंसिंग

मल्टीस्पेक्ट्रल सेंसर इलैक्ट्रोमैग्नेटिक स्पेक्ट्रम के भीतर कई असतत् बैंड में आंकड़े प्राप्त करते हैं। वे वनस्पति स्वास्थ्य और फसल निगरानी के लिए प्रासंगिक विशिष्ट तरंग दैर्घ्य के विश्लेषण को सक्षम करते हैं। मल्टीस्पेक्ट्रल डेटा का उपयोग आमतौर पर फसल की स्थिति का आकलन करने के लिए सामान्यकृत अंतर वनस्पति सूचकांक और बढ़ी हुई वनस्पति सूचकांक जैसे वनस्पति सूचकांकों की गणना करने के लिए किया जाता है।

हाइपरस्पेक्ट्रल सेंसिंग

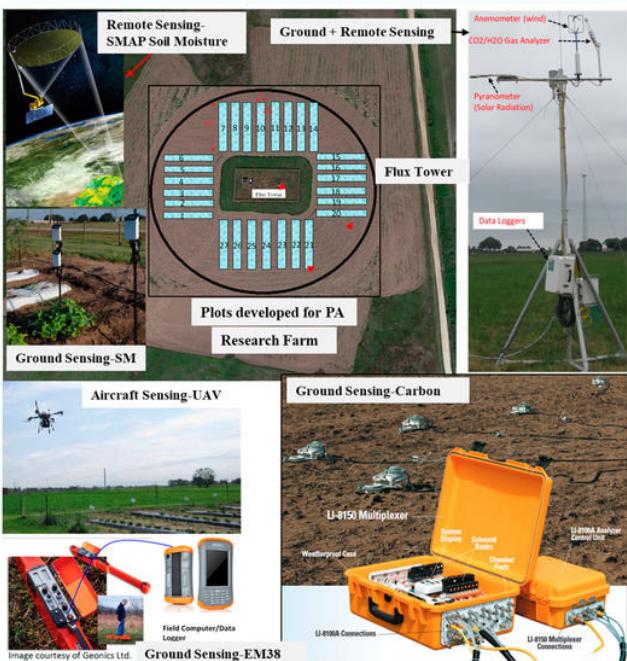
हाइपरस्पेक्ट्रल सेंसर विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम में सैकड़ों संकीर्ण और सन्निहित स्पेक्ट्रल बैंड में आंकड़े प्राप्त करते हैं। यह उच्च स्पेक्ट्रल रिजॉल्यूशन विशिष्ट सामग्रियों और वनस्पति विशेषताओं के विस्तृत विश्लेषण और पहचान की अनुमति देता है। हाइपरस्पेक्ट्रल आंकड़े रोग का पता लगाने, पोषक तत्वों के आकलन और विस्तृत फसल वर्गीकरण के लिए मूल्यवान हैं।

थर्मल सेंसिंग

थर्मल सेंसर विद्युत चुंबकीय स्पेक्ट्रम के टीआईआर क्षेत्र में आंकड़े प्राप्त करते हैं। वे फसलों और मृदा सहित वस्तुओं से उत्सर्जित विकिरण को मापते हैं, जो उनके तापमान से संबंधित है। थर्मल सेंसिंग पानी के तनाव का आकलन करने, सिंचाई दक्षता का पता लगाने और तापमान भिन्नताओं के आधार पर फसल के स्वास्थ्य की निगरानी के लिए उपयोगी है।

राडार सेंसिंग

राडार सेंसर बादलों, वनस्पतियों और मृदा में प्रवेश करने के लिए माइक्रोवेव विकिरण का उपयोग करते हैं, जिससे मौसम की स्थिति की सोचे बिना किए डेटा अधिग्रहण की अनुमति मिलती है। राडार सेंसर बैकस्कैटर सिग्नल को मापते हैं, जो फसलों और भूभाग की संरचना और नमी की मात्रा के बारे में जानकारी प्रदान करता है। राडार डेटा स्थलाकृति का मानचित्रण करने, मृदा नमी की निगरानी करने और फसल विकास चरणों का आकलन करने के लिए मूल्यवान है।



मानव रहित हवाई वाहन (यूएवी)

आरजीबी कैमरे, मल्टीस्पेक्ट्रल सेंसर या थर्मल सेंसर जैसे विभिन्न सेंसर से लैस यूएवी स्थानीय स्तर पर उच्च-रिजॉल्यूशन और लचीले डेटा संग्रह को सक्षम करते हैं। यूएवी फसल निगरानी, रोग का पता लगाने और सटीक कृषि प्रणालियों के लिए विस्तृत और समय पर जानकारी प्रदान करते हैं।

रिमोट सेंसिंग के लिए उपयोगी तंरगें :-

1. प्रकाशिक तंरग द्वश्य
 2. द्वश्य अवरक्त किरणे
 3. लधु तंरग द्वश्य आदि

कृषि में रिमोट सेंसिंग की क्रिया

कृषि में उपयोग के लिए कई प्रकार के रिमोट सेंसिंग तंत्र हैं, परंतु सबसे सामान्य निष्क्रिय तंत्र में पौधों द्वारा परावर्तित विद्युत चुंबकीय ऊर्जा का अनुभव करती हैं। निष्क्रिय तंत्र के लिए सूर्य सबसे सामान्य ऊर्जा का स्रोत है। निष्क्रिय तंत्र संवेदकों को उपग्रह मानव या मानव रहित विमान अथवा सीधे खेती उपकरण पर आरोपित किया जा सकता है। किसी विशेष प्रयोग के लिए रिमोट सेंसिंग तंत्र को चुनने के लिए अनेक कारणों को ध्यान में रखना पड़ता है, जिसमें स्थानिक विभेदन, वर्ण-क्रमीय विभेदन, विविरणीय विभेदन और कालिक विभेदन शामिल है।

कृषि में रिमोट सेंसिंग का उपयोग

कृषि में बेहतर फसल उत्पादन एवं प्रबंधन के लिए समय-समय पर मृदा संबंधी फसलों के विकास की स्थिति एवं विभिन्न तनाव जैसे; जैविक और अजैविक तथा विभिन्न आपदाओं जैसे; सूखा, बाढ़ की जानकारी सही समय पर मिलना अति आवश्यक है, जो रिमोट सेंसिंग विधि द्वारा शीघ्र व सरलता से प्राप्त हो सकती है। जबकि परंपरागत विधियां खर्चाली एवं समय साध्य हैं। इसका उपयोग निम्न कार्यों के लिए किया जाता है जैसे:-

मृदा-आवरण एवं उपयोग

रिपोट सेंसिंग द्वारा उपलब्ध भूमि पर क्या-क्या, कहां-कहां तथा कैसे-कैसे उसका उपयोग किया जा रहा है, का मानचित्रण लिया जा सकता है। इसके द्वारा हम किसी भी स्थान से संबंधित किसी भी प्रकार की जानकारी डालकर कभी भी सूचना प्राप्त कर सकते हैं। फसल उत्पादन एवं अन्य खेती संबंधित जानकारियों के आधार पर किसान अपने कृषि योग्य भूमि में उगाने वाली फसलों की क्षमता के आधार पर अधिक उपजाऊ फसल उगा सकते हैं। वर्तमान में फसल, पानी, कीट व बीमारियों से संबंधित सूचनाओं को प्राप्त करके भविष्य में कार्यान्वित योजना बनाई जा सकती हैं। सटीक कृषि के लिए, मृदा निगरानी आवश्यक है। फसल प्रबंधन को अनुकूलित करने के लिए कुछ महत्वपूर्ण मृदा मापदंडों में मृदा कार्बनिक पदार्थ, मृदा बनावट, मृदा पीएच स्तर, नमी की मात्रा आदि शामिल हैं।



चित्र-3. कृषि में रिमोट सेंसिंग का अध्ययन

मृदा का मानचित्रण

रिमोट सेंसिंग द्वारा हम सीमित मात्रा में उपलब्ध कृषि योग्य मृदा का समुचित उपयोग फसलों के उचित फसलोत्पादन के लिए कर सकते हैं। रिमोट सेंसिंग का उपयोग करके परिशुद्ध खेती में मृदा मानचित्रण का उद्देश्य फसलों की उपज बढ़ाना और प्राकृतिक पर्यावरण पर दबाव को कम करना है।

जल संसाधनों का अध्ययन

रिमोट सेंसिंग द्वारा फसलों के वाष्पोत्सर्जन का आकलन, जलमग्न क्षेत्रों में मृदा जल का अध्ययन तथा सिंचाई प्रबंधन संबंधित अध्ययन किया जाता है तथा जल संसाधनों से किसी भी क्षेत्र के जल संतुलन का पता चलता है। इसके अतिरिक्त जल निकायों, सिंचित फसल भूमि, फसल और मृदा में जल स्थिति के विषय में विभिन्न पैमानों पर सटीक और समय से जानकारी सफलतापूर्वक प्राप्त की जा सकती है।

कृषि मौसम से संबंधित अध्ययन

यदि आप फसल प्रबंधन के निर्णय लेना चाहते हैं और सिंचाई का समय निर्धारित करना चाहते हैं, तो जलवायु और मौसम संबंधित आंकड़ों का होना आवश्यक है। इसके अतिरिक्त, ये आंकड़े आपको प्राकृतिक आपदाओं के विरुद्ध तैयार होने में भी मदद कर सकते हैं। परिशुद्ध खेती में रिमोट सेंसिंग का यह अनुप्रयोग आगामी मौसम की स्थिति का सफलतापूर्वक

पूर्वानुमान लगाने के लिए स्थानिक सुरक्षा देता है। इसके अंतर्गत हिम आच्छादन क्षेत्र, उसकी गहराई का आकलन मृदा नमी का आकलन, समुद्र सतह का तापमान, समुद्री सतही हवाओं का अनुमान, समुद्री चक्रवातों का पता करना, बादलों के संबंधित अध्ययन, बाढ़ व सूखे से प्रभावित क्षेत्र का आकलन करते हैं। इसके पूर्वानुमान से जन-धन की हानि को कम कर सकते हैं तथा समय रहते पूर्व में प्रबंधन उपाय भी कर सकते हैं।

फसलों की स्थिति का आकलन

रिमोट सेंसिंग द्वारा हम किसी भी फसल में पानी की कमी है या नहीं, उसमें रोग लगा है या नहीं, यदि लगा भी है तो उससे फसल को कितना नुकसान पहुंचा है तथा कितने क्षेत्र में फैला है। फसलों में पोषक तत्वों की कमी है या नहीं तथा किसी भी फसल पर विभिन्न प्रकार के कीड़ों का प्रकोप एवं कितना नुकसान प्रभावी है, का अध्ययन करके अन्य क्षेत्रों में भविष्य में प्रभावी उपाय कर सकते हैं। यह तकनीक किसानों के लिए अपने खेतों का निरीक्षण करने और समय पर फसल प्रबंधन के निर्णय लेने में सहायक है।

फसल क्षेत्र एवं उत्पादन

रिमोट सेंसिंग द्वारा आंकड़े एकत्रित करके फसल क्षेत्र एवं उत्पादन सारणी सही क्रम में बना सकते हैं तथा साथ ही साथ उसका विश्लेषण करके मानचित्रण द्वारा प्रस्तुतिकरण कर सकते हैं, जिसे एक कम पढ़ा-लिखा किसान भी आसानी से समझ सकता है।

सिंचाई प्रबंधन: रिमोट सेंसिंग से हमें पता चलता है कि मृदा एवं पौधों में जल की कितनी मात्रा है, परियोजना क्षेत्र में जहां पर एक लंबे क्षेत्रफल पर एक ही फसल बोई जाती है वहां सिंचाई का निर्धारण रिमोट सेंसिंग आंकड़ों के आधार पर किया जाता है। सौर विकिरण का परावर्तन पौधों द्वारा होता है। पर्याप्त नमी की तुलना में जल की कमी वाले पौधें का परावर्तन भिन्न होता है।

फसलों के क्षेत्रफल का आकलन एवं उपज भविष्यवाणी

विभिन्न प्रकार की फसल के बोए गए क्षेत्रफल का आकलन, रिमोट सेंसिंग आंकड़ों द्वारा लगाया जा सकता है। पुराने व नए आंकड़ों के तुलनात्मक अध्ययन द्वारा फसल उपज की भविष्यवाणी की जा सकती है।

फसल विविधीकरण एवं फसल प्रणाली

कृषि में होने वाली विभिन्नता तथा उत्पाद की जानकारी के लिए रिमोट सेंसिंग विधि उपयोग की जा सकती है। फसल प्रणाली विश्लेषण के विभिन्न सूचकांकों जैसे; एकाधिक फसल सूचकांक क्षेत्र विविधता सूचकांक और कृषि भूमि उपयोग सूचकांक का मूल्यांकन किया जा सकता है।

कृषि आकलन के लिए सुदूर संवेदन का उपयोग

1. राष्ट्रीय/राज्य/जिला स्तर पर फसल उत्पादन के पूर्वानुमान के लिए सैटेलाइट आधारित दूरसंवेदी डाटा का प्रयोग।
2. उपग्रह चित्रों और अन्य जानकारी का उपयोग करके राज्य/जिला/उप जिला स्तर पर कृषि सूखा आकलन।
3. अंतिम चक्रवात के उपरांत फसलों पर बाढ़ के प्रभाव का आकलन।
4. भारत के 6 राज्यों के लिए रिमोट सेंसिंग डाटा द्वारा रखी फसल उभार का आकलन।
5. वास्तविक समय क्षेत्र डेटा संग्रह के लिए एन्ड्रॉयड आधारित स्मार्टफोन और भुवन सर्वर का प्रयोग।

भारतीय परिपेक्ष्य में रिमोट सेंसिंग तकनीक की समस्याएं

खेतों के क्षेत्रफल का कम होने तथा एक ही खेत में कई प्रकार की फसलें छोटे-छोटे क्षेत्रफल में होने के कारण रिमोट सेंसिंग



आंकड़ों में हर फसल का अलग क्षेत्रफल पहचानने में समस्या होती है। इसके अलावा मिश्रित खेती में भी फसल को पहचानना थोड़ा कठिन हो सकता है। कुछ फसलें रिमोट सेंसिंग आंकड़ों में लगभग एक समान दिखती हैं, जैसे; गेहूं व जौ में बादलों के द्वारा रिमोट सेंसिंग आंकड़े बाधित हो जाते हैं। अतः खरीफ में त्रुटि रहित रिमोट सेंसिंग आंकड़ों का एक स्तर तक अभाव रहता है। हालांकि, अब उच्च गुणवत्ता वाले कैमरे बाजारों में उपलब्ध हैं, जिनकी परिशुद्धता सटीक है, फिर भी रिमोट सेंसिंग उपकरण एवं विधियां काफी लागत वाली तकनीक हैं।

निष्कर्ष

कृषि संसाधनों के प्रबंधन में रिमोट सेंसिंग तकनीक का उपयोग फसल की स्थिति, क्षेत्रफल, आकलन, उत्पादन, पूर्वानुमान, जल एवं मृदा संसाधन प्रबंधन तथा ऊपर प्रबंधन में किया जाता है। रिमोट सेंसिंग की सबसे प्रमुख समस्या खेतों के क्षेत्रफल कम होना तथा एक ही खेत में कई प्रकार की फसलें छोटे-छोटे क्षेत्रफल में होना हैं। रिमोट सेंसिंग के अभाव में परिशुद्ध खेती की सार्थकता असंभव है।

सरसों की खेती में परिशुद्ध कृषि तकनीकों का उपयोग

रंजीत कुशवाहा¹, शिव शंकर शर्मा^{1,2}, ज्योति शर्मा^{1,3}, शिखा त्रिपाठी^{1,4}, पूजा गर्ग¹, स्नेहा गुप्ता⁵ एवं महेश राव¹

¹भा.कृ.अनु.प.- राष्ट्रीय पादप जैवप्रौद्योगिकी संस्थान, लाल बहादुर शास्त्री भवन, पूसा, नई दिल्ली-110 012

²स्कूल ऑफ बायोटेक्नोलॉजी, इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस, काशी हिंदू विश्वविद्यालय, वाराणसी, उत्तर प्रदेश-221 005

³डिपार्टमेंट ऑफ बायोटेक्नोलॉजी, जामिया हमर्द, हमर्दनगर, नई दिल्ली-110 062

⁴वनस्पति विज्ञान विभाग, इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस, काशी हिंदू विश्वविद्यालय, वाराणसी, उत्तर प्रदेश-221 005

परिशुद्ध कृषि (Precision Agriculture) एक ऐसी कृषि विधि है, जो उन्नत तकनीकों का उपयोग करके संसाधनों को कुशलतापूर्वक प्रबंधित करके फसल उत्पादन को बेहतर बनाने और पर्यावरण के प्रभाव को कम करने पर केंद्रित है। (चित्र-1.) यह प्रौद्योगिकी और डेटा विश्लेषण का उपयोग करके क्षेत्र-विशिष्ट आवश्यकताओं के आधार पर खेती को अनुकूलित करने में मदद करता है। भारत में सरसों की खेती मुख्य रूप से राजस्थान, उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश, और हरियाणा जैसे राज्यों में होती है। इन क्षेत्रों में मिट्टी और जलवायु की विविधता के कारण परिशुद्ध कृषि की आवश्यकता बढ़ जाती है। उदाहरण के लिए, राजस्थान के शुष्क क्षेत्रों में स्मार्ट सिंचाई और ड्रोन-आधारित निगरानी से पानी और कीटनाशकों का उपयोग अनुकूलित किया जा सकता है। सरसों की खेती में इन तकनीकों का उपयोग फसल की गुणवत्ता, उपज, और संसाधन उपयोग की दक्षता को बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। जो निम्नलिखित है:-

मिट्टी की निगरानी और मैपिंग

तकनीक

मिट्टी में सेंसर, मृदा स्कैनर और रिमोट सेंसिंग का उपयोग करके मिट्टी की उर्वरता, नमी, पीएच स्तर, और कार्बनिक पदार्थों की मात्रा का विश्लेषण किया जाता है। जीपीएस-आधारित मृदा मैपिंग से खेत के विभिन्न हिस्सों में पोषक तत्वों की स्थिति का डिजिटल नक्शा तैयार किया जाता है।

सरसों में उपयोग: सरसों की फसल को नाइट्रोजन (N), फास्फोरस (P), और पोटाश (K) जैसे पोषक तत्वों की आवश्यकता होती है। मृदा मैपिंग के आधार पर, किसान केवल उन क्षेत्रों में उर्वरक डालते हैं जहां पोषक तत्वों की कमी है।

उपकरण: मिट्टी के सेंसर (जैसे वेरिस मृदा ईसी सेंसर), मृदा नमी मीटर, और मृदा स्वास्थ्य विश्लेषण किट।

लाभ: उपर्युक्त तकनीक अपनाने से उर्वरक लागत में बचत एवं मिट्टी की उर्वरता का दीर्घकालिक संरक्षण होता है।

स्मार्ट सिंचाई प्रणाली

तकनीक

ड्रिप इरिगेशन, स्प्रिंकलर सिस्टम, और मिट्टी की नमी सेंसर का उपयोग करके पानी की सटीक आपूर्ति की जाती है। मौसम स्टेशनों और उपग्रह डेटा से मौसम पूर्वानुमान के आधार पर सिंचाई की योजना बनाई जाती है।

सरसों में उपयोग: सरसों की फसल को फूल आने और दाना बनने के समय पर्याप्त नमी की आवश्यकता होती है। स्मार्ट सिंचाई प्रणाली यह सुनिश्चित करती है कि पानी का उपयोग केवल जरूरत के अनुसार हो, खासकर शुष्क क्षेत्रों में।



चित्र-1. परिशुद्ध कृषि का कृषि में लाभ

उपकरण: मिट्टी की नमी सेंसर (जैसे टेन्सियोमीटर), स्वचालित ड्रोप इरिगेशन सिस्टम आदि।

लाभ: यह तकनीक अपनाने से जल उपयोग दक्षता में सुधार, फसल की गुणवत्ता में वृद्धि और जल संसाधनों का संरक्षण होता है।

ड्रोन और उपग्रह आधारित निगरानी तकनीक

ड्रोन और उपग्रह इमेजरी (जैसे एनडीवीआई-सामान्यीकृत अंतर वनस्पति सूचकांक) का उपयोग करके फसल की स्वास्थ्य स्थिति, कीटों, रोगों, और खरपतवार की उपस्थिति की वास्तविक समय में निगरानी की जाती है।

लर्निंग मॉडल फसल की उपज, रोगों, और मौसम के प्रभाव का पूर्वानुमान लगाते हैं।

सरसों में उपयोग: ए.आई-आधारित मॉडल सरसों की बोने और कटाई के लिए समय का सुझाव देते हैं। यह कीटों और रोगों की भविष्यवाणी करने में भी मदद करता है।

उपकरण: क्लाउड-आधारित कृषि सॉफ्टवेयर (जैसे AgroStar, CropIn), मौसम पूर्वानुमान एप्स, और ए.आई-आधारित सलाहकार प्रणाली।

लाभ: डेटा एनालिटिक्स और ए.आई का उपयोग करने से खेती संबंधित निर्णय लेने में सुधार, उपज में वृद्धि, और जोखिम में कमी होती है।



चित्र-2. भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली के फार्म प्रक्षेत्र में ड्रोन द्वारा दवा का छिकाव

सरसों में उपयोग: सरसों की फसल में एफिड्स (माहू) और पाउडरी मिल्ड्यू जैसे कीटों और रोगों की समय पर पहचान की जा सकती है। ड्रोन विशिष्ट क्षेत्रों में कीटनाशकों का छिकाव करते हैं, जिससे रासायनिक उपयोग कम होता है। (चित्र-2.)

उपकरण: कृषि ड्रोन (जैसे मारुत ए.जी.365), मल्टीस्पेक्ट्रल कैमरे, और उपग्रह डेटा सेवाएं।

लाभ: उपर्युक्त तकनीक अपनाने से कीटनाशक लागत में कमी और समय पर कीट नियंत्रण से उपज में वृद्धि होती है।

डेटा एनालिटिक्स और कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए.आई) तकनीक

डेटा एनालिटिक्स और ए.आई का उपयोग करके मिट्टी, मौसम, और फसल डेटा का विश्लेषण किया जाता है। मशीन

स्वचालित मशीनरी और रोबोटिक्स तकनीक

कृषि कार्य में स्वचालित ट्रैक्टर, रोबोटिक खरपतवार निकालने वाले उपकरण, और स्वचालित कटाई मशीनों का उपयोग करके श्रम लागत और समय की बचत की जाती है।

सरसों में उपयोग: सरसों की बुआई और कटाई के लिए स्वचालित मशीनें एकसमानता और गति प्रदान करती हैं। रोबोटिक खरपतवार निकालने वाले उपकरण रासायनिक खरपतवारनाशकों की आवश्यकता को कम करते हैं।

उपकरण: स्वायत्त ट्रैक्टर, रोबोटिक वीडर, और हार्वेस्टर।

लाभ: उपर्युक्त तकनीक अपनाने से श्रम लागत में कमी एवं कार्य दक्षता में वृद्धि होती है।

चुनौतियां और समाधान

उच्च लागत: परिशुद्ध कृषि उपकरण और सॉफ्टवेयर महंगे हो सकते हैं।

समाधान: सरकार द्वारा सब्सिडी, सामूहिक खेती मॉडल, सरकारी योजनाओं का लाभ और किराए पर उपकरण उपलब्ध कराना।

तकनीकी ज्ञान की कमी: छोटे किसान भाइयों को तकनीक का उपयोग करने में कठिनाई हो सकती है।

समाधान: प्रशिक्षण कार्यक्रम, मोबाइल ऐप्स में स्थानीय भाषा समर्थन, और कृषि विस्तार सेवाओं का विस्तार।

निष्कर्ष

परिशुद्ध कृषि तकनीक, सरसों की खेती को अधिक उत्पादक, लागत-कुशल, और पर्यावरण के अनुकूल बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही हैं। मिट्टी की निगरानी से लेकर ड्रोन और ए.आई तक, ये तकनीकें किसानों को डेटा-आधारित निर्णय लेने में सक्षम बनाती हैं। भारत में इन तकनीकों को व्यापक रूप से अपनाने के लिए सरकार, निजी क्षेत्र, और किसानों के बीच सहयोग आवश्यक है। सही दृष्टिकोण के साथ परिशुद्ध कृषि, सरसों की खेती को नई ऊंचाइया एवं नई दिशा प्रदान कर सकती है, जिससे किसान भाइयों की आय और खाद्य सुरक्षा दोनों में सुधार होगा।

———— *** ———

“हिंदुस्तान की भाषा हिंदी है और उसका दृश्यरूप या उसकी लिपि सर्वगुणकारी नागरी ही है।”

गोपाललाल खत्री

कृषि में परिशुद्ध (प्रिसिजन) जल प्रबंधन की आवश्यकताएं और चुनौतियां

पी. एस. ब्रह्मानंद एवं विजय प्रजापति

जल प्रौद्योगिकी केंद्र

भा.कृ.अनु.प. - भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली-110 012

साल दर साल जल उपलब्धता में हो रही कमी समकालीन परिवेश में एक बहुत बड़ी चुनौती बनकर उभर रही है। उद्योगों एवं घरेलू उपयोगों में जल की आवश्यकता बढ़ने के कारण सिंचाई के लिए उपलब्ध जल में भारी कमी आ रही है। भूमिगत जल के असीमित प्रयोग से भूमिगत जल स्तर में लगातार गिरावट हो रही है। जलवायु परिवर्तन के कारण वर्षा जल की मात्रा और पैटर्न में भी काफी बदलाव हो रहा है जिससे कि भविष्य में जल उपलब्धता एक महा संकट बनकर सामने आ सकती है।

भारत में उपलब्ध जल का लगभग 80 प्रतिशत हिस्सा कृषि क्षेत्र में प्रयोग होता है। देश के कुल कृषि योग्य भूमि का लगभग 55 प्रतिशत क्षेत्र ही सिंचित है और ज्यादातर क्षेत्रों में सिंचाई सतही (खुले) तरीकों से होती है जिसकी जल उपयोग दक्षता लगभग 40-45 प्रतिशत तक होती है। भविष्य में स्वच्छ जल की कमी की गंभीरता को देखते हुए जल उपयोग दक्षता में वृद्धि के लिए जल की उचित एवं परिशुद्ध (प्रीसाइज़) उपयोग की आवश्यकता है।

परिशुद्ध (प्रिसिजन) सिंचाई एक ऐसी व्यवस्था है जिसके द्वारा सही समय अंतराल पर फसलों को जल की उचित मात्रा प्रदान की जा सकती है ताकि पौधे अपने वाष्णीकरण और चयापचय (मेटाबोलिक) आवश्यकताओं को संतुष्ट कर सकें। दूसरे शब्दों में, परिशुद्ध सिंचाई अभ्यास किसी भी तनाव का अनुभव किए बिना अलग-अलग समय अवधि में फसलों की जरूरतों के साथ बिल्कुल मेल खाने वाले जल की उचित मात्रा की आपूर्ति को संर्दर्भित करता है। इसका उद्देश्य न्यूनतम पानी की मात्रा के साथ फसल उत्पादकता को अधिकतम करना है। परिशुद्ध सिंचाई प्रणाली आधुनिक वायरलेस संचार प्रौद्योगिकियों, निगरानी प्रणालियों और उन्नत नियंत्रण रणनीतियों का उपयोग करके जल उपयोग दक्षता और इष्टतम सिंचाई निर्धारण में सुधार करने में सहायता करती है। इसके अलावा, परिशुद्ध सिंचाई न केवल

कुशल जल उपयोग में सहायता करती है, अपितु पोषक तत्वों के उपयोग को भी अनुकूलित करता है, जिससे पौधों को संतुलित पोषण भी मिलता है। सटीक सिंचाई विधि द्वारा खुली सिंचाई में सिंचाई निर्धारण कर जल बहुत ही प्रभावशाली जल प्रबंधन किया जा सकता है जिससे कि काफी मात्रा में जल की बचत की जा सकती है और बचे हुए जल से और अधिक सिंचित क्षेत्र बढ़ाए जा सकते हैं।

परिशुद्ध सिंचाई जल प्रबंधन द्वारा जल और पोषक तत्व की उपयोग दक्षता बढ़ाने के लिए सूक्ष्म सिंचाई जैसी सबसे कुशल सिंचाई विधियों का उपयोग भी किया जा सकता है। सूक्ष्म सिंचाई प्रणाली के तहत विशेषत फव्वारा सिंचाई एवं ड्रिप (टपक) का प्रयोग किया जाता है। इसके अतिरिक्त सूक्ष्म छिड़काव, लघु छिड़काव, माइक्रोजैट्स, मीस्टर्स, फैन जैट्स, माइक्रो छिड़काव, फोगर्स तथा इमेटिंग पाइप आदि उत्सर्जन डिवाइस भी सूक्ष्म सिंचाई प्रणाली के अंतर्गत आते हैं, जिन्हें निर्धारित दर के अनुसार जल उत्सर्जन के लिए डिजाइन किया जाता है। विभिन्न उत्सर्जकों का इस्तेमाल विशिष्ट जरूरत पर निर्भर करता है जो फसल-दर-फसल अलग-अलग हो सकते हैं।

फव्वारा सिंचाई के द्वारा बारिश की बूंदों की तरह जल का छिड़काव कर उसे नीचे जमीन में गिरने के लिए छोड़ दिया जाता है। इस विधि में जल का दाब और नोजल के आकर का सही चुनाव कर आवश्यकतानुसार सिंचाई की जा सकती है जिससे की फसल को पर्याप्त जल प्राप्त हो सके और जल की बर्बादी को कम कर सिंचाई की दक्षता बढ़ाई जा सके।

ड्रिप सिंचाई विधि द्वारा जल को बूंद-बूंद माध्यम से पौधों के जड़ क्षेत्र (राइजोस्फीयर) तक पहुंचाया जाता है यह प्रक्रिया पाइप (लेटरल), ट्यूबिंग और उत्सर्जक के नेटवर्क के माध्यम से की जाती है। यह सीधे जड़ों क्षेत्र में पानी की आपूर्ति करता है

और इसलिए वाष्पीकरण के नुकसान, अपवाह और अंतःस्ववरण को कम करता है। इसके अलावा, यह फर्टिगेशन के अभ्यास के माध्यम से जल उपयोग दक्षता के साथ उर्वरक उपयोग दक्षता को बढ़ाने में सहायता करता है।

जैसा कि हम कृषि क्षेत्रों में स्थलाकृति, मिट्टी की बनावट, और फसल वृद्धि और विकास में भिन्नता देखते हैं, नमी, उर्वरता आदि के संदर्भ में स्थानिक क्षेत्र भिन्नता को समझना सटीक सिंचाई जल प्रबंधन के लिए आवश्यक शर्त है। पौधों को सही मात्रा में जल उपलब्ध कराने के लिए, कम से कम समय अंतराल पर फसल की जल आवश्यकता का सटीक आकलन करना आवश्यक है। परिशुद्ध सिंचाई प्रणाली वाष्पीकरण के माध्यम से खोए हुए जल का आदर्श माप सुनिश्चित करती है। इसे ध्यान में रखते हुए, कृषि क्षेत्र में जल के विवेकपूर्ण उपयोग को सुनिश्चित करने के लिए फसल के प्रकार, जलवायु, क्षेत्र का विशेषण और कृत्रिम बुद्धिमत्ता जैसे कारकों को नियोजित किया जाता है। धान और गन्ने जैसी फसलों को अधिक मात्रा में पानी की आवश्यकता होती है जबकि दलहन और तिलहन जैसी फसलों को कम मात्रा में जल की आवश्यकता होती है। इसी तरह, जल धारण क्षमता, मिट्टी की बनावट के आधार पर भिन्न होती है। इसलिए, सिंचाई

निर्धारण को तदनुसार डिजाइन करने की आवश्यकता होती है। इसी प्रकार से गतिशील मौसम पैरामीटर जैसे वर्षा, आर्द्रता, सूर्य के प्रकाश की तीव्रता, हवा की गति और फसल के विकास का चरण भी फसल की जल आवश्यकता के आकलन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इसके अलावा, अलग-अलग गहराई से मिट्टी का तापमान और नमी की जानकारी भी आवश्यक होती है। इसलिए, विशेष रूप से जड़ क्षेत्र (राइजोस्फीयर ज़ोन) में जल प्रवाह और वितरण के इष्टतम नियंत्रण की आवश्यकता को संबोधित करने के लिए, उन्नत एल्गोरिदम और स्वचालन का उपयोग सटीक सिंचाई प्रणाली में किया जाता है।

हाल के वर्षों में, सूचना प्रौद्योगिकी में प्रगति ने कृषि और जल प्रबंधन सहित विभिन्न क्षेत्रों में स्वचालन की सुविधा प्रदान की, जहां स्वचालन को एक ऐसी तकनीक के रूप में परिभाषित किया गया है जो स्रोत से पौधों तक अत्यधिक सटीकता से पानी की आपूर्ति को नियंत्रित करने में भारी लाभ प्रदान करता है। इस प्रकार, स्वचालन उपलब्ध जल संसाधनों के कुशल उपयोग में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। एक स्वचालित सिंचाई प्रणाली का अर्थ है मानव हस्तक्षेप के बिना या न्यूनतम के साथ प्रणाली का संचालन करना। यह जल के तनाव से बचने के लिए महत्वपूर्ण



सिंचाई के लिए स्वचालित सिंचाई प्रणाली का प्रयोग

फसल विकास चरणों में सिंचाई के जल की पर्याप्त मात्रा सुनिश्चित करता है। इसमें सेंसर-आधारित जल प्रबंधन को एकीकृत करके सटीक सिंचाई जल प्रबंधन के दायरे को और व्यापक बना दिया है। स्वचालित सेंसर-आधारित सिंचाई निस्संदेह एक बड़ी सफलता है क्योंकि यह परिशुद्ध सिंचाई जल प्रबंधन के सफल कार्यान्वयन को सुनिश्चित करता है। यह फसलों के जल आवश्यकता के लिए सही निर्णय समर्थन प्रणाली को सक्षम करने के लिए मिट्टी, फसल और मौसम पैरामीटर, फसल मॉडल, नियंत्रकों आदि के घटकों को एकीकृत करता है।

परिशुद्ध सिंचाई जल प्रबंधन प्रणाली सेंसर, जीपीएस और जीआईएस प्रौद्योगिकियों, कंट्रोल वाल्व, सोलेनोइड वाल्व एवं गेटवे जैसे घटकों का उपयोग कर परिवर्तनीय दर (वीआरआई) से स्वचालित सिंचाई कर सकती है। इस प्रणाली में नियंत्रक सर्वर (माइक्रो कंट्रोलर), सेंसर नोड्स और संचार प्रणाली आदि प्रमुख घटक होते हैं और यह समय बचाने और जल के कुशल संरक्षण में मदद करते हैं। निर्णय समर्थन प्रणाली किसानों को सिंचाई के लिए सही निर्णय लेने में सक्षम बनाता है। यह खेत में उपयोग किए जाने वाले जल की मात्रा के बारे में भी जानकारी प्रदान करता है, जो न केवल जल की बचत करने में मदद करता है, बल्कि उच्च फसल उत्पादन के लिए अनुकूल स्थिति भी प्रदान करता है। एक स्वचालित ड्रिप सिंचाई प्रणाली, पारंपरिक सिंचाई प्रणाली की तुलना में बेहतर सिंचाई निर्धारण कर काफी फायदा पहुंचाती है।

वैश्विक स्तर पर, कई देशों ने सटीक सिंचाई जल प्रबंधन पर अनुसंधान प्रयासों की शुरुआत की और इस कुशल जल प्रबंधन

प्रणाली के तहत कृषि क्षेत्र का विस्तार करने में सफलता पाई है। इंटरनेट ऑफ थिंग्स प्रौद्योगिकियों, मशीन लर्निंग डेटा प्रोसेसिंग तकनीकों के समन्वयन से सटीक सिंचाई और जल उपयोग दक्षता को काफी आगे तक पहुंचाया दिया है। राइजोस्फीयर आईओटी के द्वारा मिट्टी नमी की गतिशीलता की निगरानी कर मिट्टी में जल की आदर्श सीमा/मात्रा सुनिश्चित करती है।

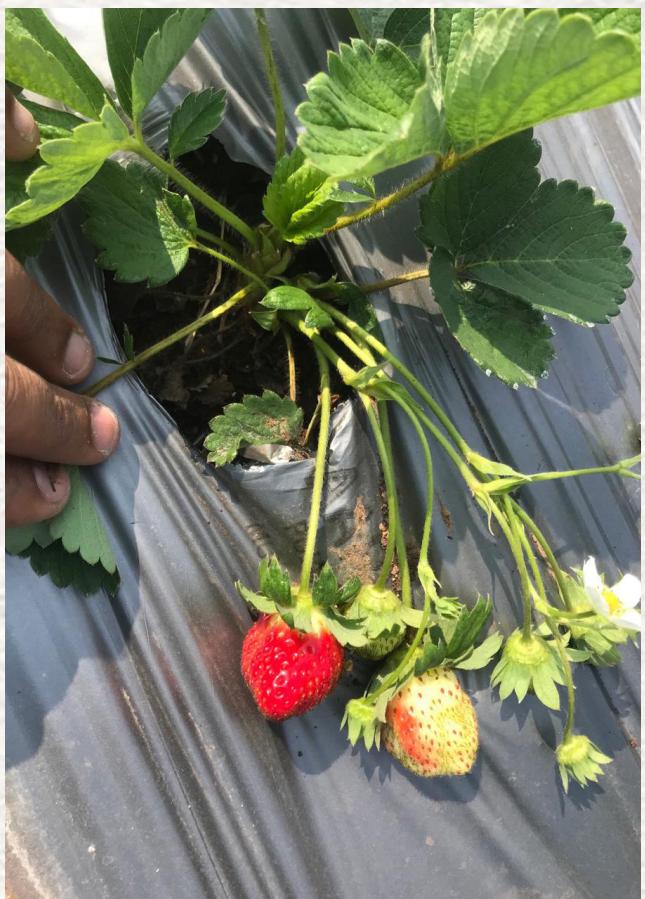
परिशुद्ध सिंचाई जल प्रबंधन प्रणालियों की निगरानी और स्वचालित तंत्र प्रभावशाली और बेहतर कार्य के लिए मौसम, मिट्टी, फसल आदि के वास्तविक समय (रियल टाइम) मापदंडों/ डेटा पर निर्भर करती है। इसलिए सटीक और उपयुक्त सेंसर का चुनाव सटीक सिंचाई प्रबंधन के लिए अति आवश्यक है जिससे की वास्तविक समय पर सही जानकारी प्राप्ति हो सके। संवेदक (सेंसर) का अनुत्तरदायी या त्रुटिपूर्ण डेटा सटीक सिंचाई प्रबंधन प्रणाली के कार्यक्षमता या निपुणता को कम कर सकता है। सटीक स्वचालित सिंचाई प्रणाली की शुरुआती कीमत थोड़ा ज्यादा प्रतीत होती है लेकिन यदि इसका आंकलन लम्बे समय (प्रणाली के जीवन काल) के लिए किया जाए तो यह लागत ज्यादा नहीं होगा। सही से इसका संचालन, देख-रेख और मैटेनेंस के कुछ कौशल और प्रशिक्षण की आवश्यकता होती है परंतु एक-दो उपभोक्ताओं के सीखने के बाद वो बाकि लोगों को भी प्रशिक्षण दे सकते हैं। इस प्रकार कि कुछ चुनौतियां शुरुआती समय पर आ सकती हैं परंतु धीरे-धीरे ये अभ्यास बिलकुल सामान्य हो जाएंगा। इस तरह से सटीक स्वचालित जल प्रबंधन फसलों की सही सिंचाई निर्धारण कर जल उपयोग दक्षता में वृद्धि के साथ-साथ किसानों का भी काम थोड़ा आसान करने में मददगार साबित होगा।

———— *** —————

**हिंदी साहित्य धर्म-अर्थ-काम-मोक्ष
इस वर्तुःपुरुषार्थ का साधक अतएव
जनोपयोगी।**

(डॉ.) भगवानदास

વિવિધા...



परिशुद्ध कृषि पर कृषि अभियांत्रिकी संभाग द्वारा किए गए उत्कृष्ट कार्यों एवं शोधों के बारे में एक परिचय

प्रमोद कुमार साहू एवं दिलीप कुमार कुशवाहा

कृषि अभियांत्रिकी संभाग, भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली-110 012

भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान नई दिल्ली में कृषि अभियांत्रिकी संभाग की स्थापना वर्ष 1945 में भारतीय कृषि के लिए अनुकूल मशीनरी, उपकरण और मृदा एवं जल संरक्षण प्रणालियों को विकसित करने के प्राथमिक उद्देश्य के साथ की गई थी। अपने प्रारंभिक वर्षों में संभाग में उपरोक्त क्षेत्रों में अनुसंधान और शिक्षण का कार्य किया गया और कालांतर में कृषि मशीनरी के साथ-साथ कृषि प्रसंस्करण, संरक्षित खेती और नवीकरणीय ऊर्जा के क्षेत्र में भी कार्य करना प्रारंभ कर दिया।

विगत कुछ वर्षों में, संभाग ने परिशुद्ध कृषि पर विशेष रूप से कार्य करना प्रारंभ किया जिसके अंतर्गत ऑटोमेशन, रोबोटिक्स, कृत्रिम बुद्धिमत्ता और ड्रोन तकनीकी पर विशेष रूप से शोध कार्य को आगे बढ़ाया गया और कई उन्नत तकनीकियां विकसित की गईं। परिशुद्ध कृषि पांच सिद्धांतों पर आधारित है जिसे 5आर कहते हैं और इनमें सही कृषि आदान, सही मात्रा, सही जगह, सही समय और सही तरीके से उपयोग करना सम्मिलित है। यह दृष्टिकोण कृषि में संसाधनों के इष्टतम उपयोग और अधिकतम पैदावार के लिए लाया गया है। इसके लिए सेंसरों और जीपीएस तकनीकी का प्रयोग मुख्य रूप से हुआ है। जी.पी.एस. (ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम) आधुनिक कृषि में महत्वपूर्ण है, जो किसानों को खेतों का सटीक नक्शा बनाने, फसल के स्वास्थ्य की निगरानी करने और संसाधनों के उपयोग को अनुकूलित करने में सक्षम बनाता है, जिससे दक्षता और स्थिरता में वृद्धि होती है। यह उर्वरकों और कीटनाशकों जैसे आदानों के परिवर्तनीय-दर अनुप्रयोग की अनुमति देकर सटीक खेती की सुविधा प्रदान करता है, जिससे अपशिष्ट और पर्यावरणीय प्रभाव कम होता है। इसके अलावा, जीपीएस-निर्देशित मशीनरी परिचालन दक्षता को बढ़ाती है, श्रम लागत को कम करती है और मिट्टी के संघनन को कम करती है। जी.पी.एस. कृषि में परिवर्तनीय दर प्रौद्योगिकी (वी.

आर.टी.) के लिए महत्वपूर्ण है, क्योंकि यह सटीक स्थान ट्रैकिंग और डेटा संग्रह को सक्षम बनाता है, जो कि पूरे क्षेत्र में अलग-अलग दरों पर उर्वरक, कीटनाशक और पानी जैसे इनपुट लगाने के लिए आवश्यक है। यह लक्षित दृष्टिकोण संसाधन उपयोग को अनुकूलित करता है, बर्बादी को कम करता है, और फसल की पैदावार में सुधार करता है।

अतः कृषि अभियांत्रिकी संभाग ने सेंसरों और जीपीएस तकनीकी, ऑटोमेशन, रोबोटिक्स और कृत्रिम बुद्धिमत्ता पर आधारित कई तकनीकियां विकसित की हैं और इनमें से कुछ मुख्य तकनीकियां निम्नवत हैं-

पूसा वेरिएबल स्वाथ हर्बिसाइड एप्लीकेटर रोबोट

यह रोबोट खरपतवारनाशक के सटीक छिड़काव के लिए विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग भारत सरकार द्वारा वित्तपोषित परियोजना के तहत औद्योगिक भागीदार (धरती एग्रो इंजीनियरिंग, राजकोट) की सहायता से विकसित किया गया है। यह भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद द्वारा प्रमाणित भारत का पहला कृषि रोबोट है। यह अपने विशेष रोबोटिक भुजाओं की सहायता से खरपतवारों पर रसायनों का छिड़काव करता है जिसके लिए कैमरा और नोजल का उपयोग किया जाता है। कैमरा रंग के आधार पर खरपतवार की पहचान करता है और उस पर सटीकता के साथ रसायन का छिड़काव करता है। इस रोबोट की एक और विशेष विशेषता यह है कि यह अपनी चौड़ाई लगभग 1.4 मीटर से 2.8 मीटर तक बदल सकता है। इससे यह अलग-अलग रोपी गई फसलों के बीच जा सकता है और फसलों को यांत्रिक क्षति से बचाता है। इस रोबोट की लंबाई, ऊंचाई और वजन क्रमशः 3.0 मीटर, 2.5 मीटर और 450 किलोग्राम है। यह रोबोट अपने दो पहियों के बीच लगभग 1.0 मीटर का ग्राउंड क्लीयरेंस रखता

है, जो विभिन्न ऊंचाइयों की सब्जी फसलों पर चल सकता है। यह रोबोट अपने संचालन के लिए सौर ऊर्जा और बैटरी संग्रहीत ऊर्जा दोनों का उपयोग करता है। इस रोबोट को रिमोट की मदद से 1.0 किलोमीटर के दायरे में संचालित किया जा सकता है। इससे किसान एक स्थान पर बैठकर रोबोट को संचालित कर सकता है। वर्षा रोबोट की कैमरा आधारित प्रणाली ने 90% से अधिक



सटीकता से खरपतवार की पहचान कर केवल लक्षित स्थानों पर रसायन का छिड़काव सुनिश्चित किया, जिससे रसायनों की खपत में 25% तक की कमी और पर्यावरणीय प्रभाव में गिरावट आई। इसकी सौर ऊर्जा और बैटरी से संचालित प्रणाली इसे ईंधन-मुक्त और अत्यंत कम संचालन लागत वाला बनाती है, जो एक बार चार्ज पर 6 घंटे तक कार्य कर सकता है। रिमोट कंट्रोल के उपयोग से मानव श्रम में 70% योगदान दिया जिससे किसान की उत्पादकता और कार्यकुशलता बढ़ी। यह रोबोट 2-3 वर्षों में अपनी लागत वसूल कर लेता है और दीर्घकालिक रूप से एक लाभकारी निवेश साबित होता है।

इसी रोबोट को और अधिक उपयोगी बनाने के लिए एक बुआई प्रणाली बनाई गई है। यह प्रणाली वर्षा रोबोट से आसानी से जोड़ी जा सकती है। इसमें बीज होपर, मापक इकाई, फरो ओपनर, बीज आवरण यंत्र, लीनियर ऐक्चुयटर, लिमिट स्वच, अल्ट्रासोनिक सेंसर, डी. सी. मोटर और रोटरी एन्कोडर लगाए गए हैं। लीनियर ऐक्चुयटर द्वारा फरो ओपनर को नियंत्रित कर अधिकतम 10 सेमी गहराई तक बीज गिराया जा सकता है, जबकि अल्ट्रासोनिक सेंसर मिट्टी की सतह से गहराई की निगरानी की जाती है। मोटर द्वारा बीज मापक तस्तरी को चलाकर बीज वितरण को रोबोट की गति के साथ समन्वित किया जाता है। इस रोबोटिक प्लांटर इकाई द्वारा पूसा प्रगति मटर की किस्म पर 500



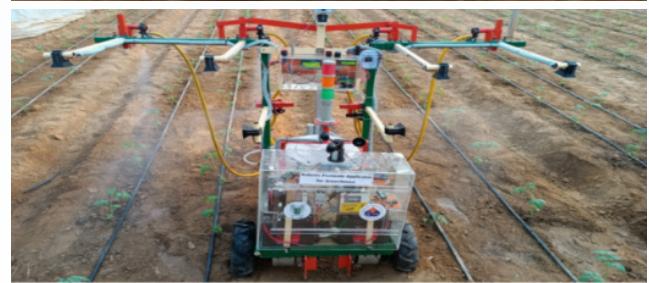


वर्ग मीटर क्षेत्र में परीक्षण करते हुए 85% अंकुरण दर प्राप्त की गई और यह पाया गया कि यह तंत्र सटीक बीज बुआई, बेहतर बीज-मिट्टी संपर्क और उच्च अंकुरण में प्रभावी है।

पूसा टेलीरोबोटिक कीटनाशक एप्लीकेटर

ग्रीनहाउस सीमित स्थान में बनाई जाने वाली संरचनाएं हैं जिनका उपयोग गुणवत्तापूर्ण उत्पादन के उत्पादन में किया जाता है। हालांकि, ग्रीनहाउस के संलग्न वातावरण के कारण कृषि गतिविधियों को करते समय ऑपरेटरों द्वारा रसायनिक जोखिम, शारीरिक और आसन संबंधी तनाव जैसे व्यावसायिक स्वास्थ्य मुद्दों का अनुभव किया जाता है। इसलिए ऑपरेटर के पूर्ण जोखिम और थकान से बचने के लिए रसायनों के अनुप्रयोग के लिए AICRP-ESAAS के तहत एक कीटनाशक छिड़काव रोबोट को विकसित किया गया है। इसमें एक प्राइम मूवर, एक अल्ट्रासोनिक सेंसर-आधारित लक्ष्य-विशिष्ट छिड़काव प्रणाली और प्राइम मूवर नेविगेशन और छिड़काव प्रणाली दोनों के लिए एक इलेक्ट्रॉनिक नियंत्रण इकाई शामिल है। इसे ग्रीनहाउस के बाहर से रिमोट के माध्यम से चलाया जा सकता है। एक विकसित रोबोटिक स्प्रेयर की कुल लागत लगभग 1,20,000/- रुपये है;

यह लगभग 24% कीटनाशक बचाता है। चूंकि रोबोट को दूर से संचालित किया जा सकता है, इसलिए ऑपरेटर रसायनों के संपर्क में नहीं आता है और उसे लगातार कठोर वातावरण में काम नहीं करना पड़ता है।



निराई-गुडाई और हल्की जुताई के लिए रोबोट

भारत में, लगभग 80 प्रतिशत छोटे और सीमांत किसान हैं और उनके पास खेत का आकार छोटा है। पारंपरिक बड़ी मशीनें छोटे खेतों के लिए उपयुक्त नहीं हैं। इसलिए, छोटे रोबोट विभिन्न कृषि कार्यों के लिए छोटे भूखंडों में संचालन के लिए बेहतर समाधान दे सकते हैं। खरपतवार फसलों के लिए एक बड़ी समस्या है और 45 प्रतिशत तक फसल के नुकसान के लिए जिम्मेदार हैं। निराई-गुडाई और श्रम-गहन थकाऊ काम है तथा इससे किसानों की उत्पादन लागत बढ़ जाती है। इस समस्या को हल करने के लिए, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग भारत सरकार द्वारा वित्त पोषित परियोजना के तहत निराई-गुडाई और हल्की जुताई के लिए एक कृषि-रोबोट विकसित किया गया है। अपने छोटे आकार के कारण, यह फसल की पंक्तियों में काम कर सकता है जहां काम करने के लिए क्षेत्र बहुत सीमित है। इस विशेषता के कारण, इसका उपयोग ग्रीनहाउस और छोटे खेत के भूखंडों में किया जा सकता है। इसे खेत के बाहर से दूर से नियंत्रित किया जा सकता है। इसमें मेड़ों और नालों को पार करने के लिए एक रॉकर-बोगी तंत्र है। खेत में उचित पकड़ और कर्षण के लिए इसमें छह मोटर और टायर शामिल हैं। यह फसल को यांत्रिक क्षति से बचाने के लिए धीमी गति से चलता है। यह मक्का, बैंगन, टमाटर और इसी तरह की अन्य फसलों के लिए उपयुक्त है।

उर्वरक अनुप्रयोग के लिए पूसा वीआरटी रोबोट

भा.कृ.अनु.प. द्वारा वित्त पोषित NePPA परियोजना के तहत उर्वरक अनुप्रयोग के लिए एक परिवर्तनीय दर प्रौद्योगिकी (वीआरटी) आधारित रोबोट विकसित किया गया है। रोबोट लंबी फसलों में उर्वरकों को छिड़कने के लिए उपयोगी है क्योंकि इसमें 1.6 मीटर की जमीन निकासी है। रोबोट लगभग 80 किलोग्राम उर्वरक संग्रहीत कर सकता है। उर्वरक अनुप्रयोग दर को इनपुट डेटा के अनुसार नियंत्रित किया जा सकता है। जीपीएस आधारित ग्रिड डेटा (अक्षांश, देशांतर, उर्वरक प्रकार, अनुप्रयोग दर) को स्वचालित रूप से उर्वरक लागू करने के लिए रोबोट नियंत्रक पर अपलोड किया जा सकता है। रोबोट आगे की गति का अनुमान लगाने के लिए ग्राउंड ब्हील के साथ लगे रोटरी एनकोडर से संकेत प्राप्त करता है। उर्वरक मीटरिंग इकाई रोबोट की आगे की गति के साथ समन्वय में काम करती है। रोबोट की चौड़ाई 1.83 मीटर है विशेष रूप से डिजाइन किए गए आठ फरो ओपनर 15 सेमी की



गहराई तक काम कर सकते हैं। ट्रैक्टर से जुड़ने और इसे दूर तक ले जाने के लिए एक हिच बार प्रदान किया गया है।

रोबोटिक बीज मसाला हार्वेस्टर

जीरा, धनिया और सौंफ जैसे बीज मसालों की मैन्युअल कटाई श्रमसाध्य और समय लेने वाली है, अक्सर धूप में लंबे समय तक रहने की आवश्यकता होती है। इससे बीज बिखरने और फसल के नुकसान का जोखिम भी बढ़ जाता है। इन समस्याओं को हल करने के लिए, उद्योग (धरती एग्रो इंजीनियरिंग, राजकोट) के सहयोग से एक रोबोटिक बीज मसाला हार्वेस्टर विकसित किया गया है। यह रिमोट-नियंत्रित हार्वेस्टर पूरी प्रक्रिया को सरल बनाता है, इसे तेज़, सुरक्षित और न्यूनतम बिखराव नुकसान के साथ बनाता है। इसे चार मुख्य इकाइयों जैसे हेडर, कन्वेयर, संग्रह और नियंत्रण के साथ डिजाइन किया गया है जो काटने से लेकर संग्रह तक सब कुछ संभालते हैं। असमान खेतों में सुचारू संचालन सुनिश्चित करने के लिए ऊंचाई समायोजक प्रदान किए गए हैं। स्किड-स्टीयरिंग के साथ डीसी मोटर खेत में उत्कृष्ट गतिशीलता प्रदान करते हैं। कटाई, संवहन और नेविगेशन जैसे सभी कार्यों को रिमोट की सहायता किया जाता है, और यह मशीन बहुत ही आसानी से किसान द्वारा चलाई जा सकती है।

टेलीरोबोटिक रूट वॉश टाइप पैडी ट्रांसप्लांटर

यह एक रिमोट से चलने वाला ट्रांसप्लांटर है। यह दो पंक्तियों का ट्रांसप्लांटर स्मार्ट ऑटोमेशन और सटीक वायरलेस नियंत्रण के माध्यम से धान की रोपाई करता है। यह सिंगल-व्हील ड्राइव, दो सहायक रियर व्हील, एक क्रैक-रॉकर-आधारित ट्रांसप्लांटिंग मैकेनिज्म, दो डबल स्टैक्ड सीडलिंग स्टोरेज ट्रे और इलेक्ट्रॉनिक्स रूप से नियंत्रित बेल्ट कन्वेयर सिस्टम से युक्त है। यह सटीकता के साथ धान के पौधे को लगाता है। यह मानव चालित रूट-वॉश धान ट्रांसप्लांटर की तुलना में चलाना आसान और आरामदायक है। इस ट्रांसप्लान्टर के लिए किसानों को अलग से मेट में नर्सी उगाने कि आवश्यकता नहीं पड़ती और साधारण रूप से उगाई गई धान की पौधे को लगाने में कारगर है।

उभयचर रोबोटिक वीडर

उभयचर रोबोटिक वीडर को शुष्क और आर्द्रभूमि दोनों स्थितियों में कुशल निराई संचालन करने के लिए विकसित किया गया है, जो इसे धान के खेतों और कम ऊंचाई वाली सब्जी फसलों के लिए अत्यधिक उपयुक्त बनाता है। रोबोटिक सिस्टम दो मजबूत 250 डब्ल्यू डीसी मोटरों द्वारा संचालित होता है, जो विभिन्न क्षेत्र स्थितियों को नेविगेट करने के लिए पर्याप्त टॉर्क और गतिशीलता प्रदान करता है। डिज़ाइन की प्रमुख विशेषताओं में से एक इसकी समायोज्य पंक्ति चौड़ाई तंत्र है, जो वीडर को विभिन्न फसलों के अंतराल के अनुकूल होने की अनुमति देता है, जिससे कई फसल प्रकारों और खेतों के तरीकों में इसकी उपयोगिता बढ़ जाती है।

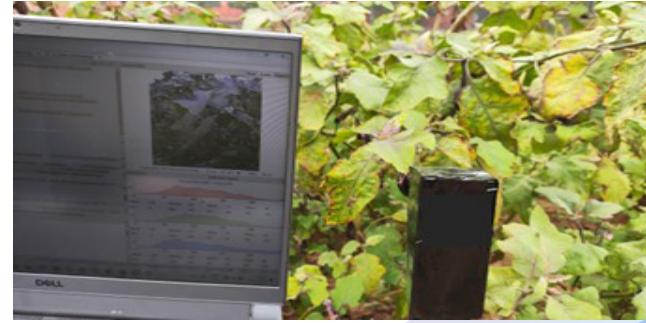
रोबोटिक मृदा नमूनाकरण

चूंकि मृदा नमूना संग्रह का कार्य अक्सर मानव द्वारा किया जाता है जो कि थकाऊ और समय लेने वाला होता है और सटीकता के साथ नमूना एकत्र कर पाना कठिन और परिश्रम युक्त कार्य होता है। इस करने से खेत में मुख्य तत्वों के परिवर्तनीय दर को ज्ञात करना कठिन कार्य होता है। इसलिए, वी.आर.टी. अनुप्रयोग को सुविधाजनक बनाने के लिए जी.पी.एस. टैगिंग के साथ मृदा नमूने एकत्र करने के लिए एक रोबोटिक मृदा नमूनाकरण को विकसित किया गया है। यह एक अंतर स्टीयरिंग प्रणाली के साथ एक रोबोटिक प्लेटफॉर्म है। रोबोट में मुख्य रूप से प्राइम मूवर (चेसिस, ड्राइव व्हील, कास्टर व्हील, ऊपरी बॉडी, गियरबॉक्स और मोर्टर्स), नियंत्रक (पिक्सहॉक 2.4.8) और नमूना संग्रह इकाई

शामिल है। रोबोट के ऊपरी शरीर (संलग्नक) को लाल और नीले रंग के पी.एल.ए. सामग्री के साथ 3डी. प्रिंटर का उपयोग करके बनाया गया था। दो वृद्धिशील रोटरी एनकोडर (100 पीपीआर) को अलग-अलग पहियों के गियर बॉक्स शाफ्ट के साथ लगाया गया है। इसकी सहायता से पांच सेंटीमीटर के क्रम में 15 सेंटीमीटर तक कि गहराई तक का मृदा नमूना का संग्रह किया जा सकता है। यह रोबोट नमूना संग्रह करने का समय और स्थान की सूचना भी संगृहीत कर लेता है। जो बाद में वी.आर.टी. तकनीकी के प्रयोग के लिए उपयोगी होती है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) आधारित तकनीकिया

सब्जियों की खेती में सब्जियों की तुड़ाई एक परिश्रम भरा कार्य होता है और बड़ी मात्रा में मानव श्रम की आवश्यकता होती है। मशीनों द्वारा अभी सब्जी तोड़ना संभव नहीं हो पाया है इसलिए संभाग ने कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित तकनीकियों पर कार्य किया जा रहा है जिसमें बैगन और टमाटर के फल की तुड़ाई के लिए विशेष रूप से शोध कार्य हुआ है। बैगन की तुड़ाई के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता की सहयता से रोबोटिक भुजा के निर्माण के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता के मॉडल को तैयार किया गया है। इसके लिए इसमें द्रश्य प्रणाली एक माइक्रोप्रोसेसर के साथ एक गहराई मापन वाले कैमरे का उपयोग करके बनाया गया है, जो एक प्रशिक्षित डीप लर्निंग मॉडल के आधार पर वास्तविक समय में फलों का



पता लगाने, स्थानीयकरण और परिपक्वता मूल्यांकन को सक्षम बनता है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता की एल्गोरिदम बैंगन की स्थिति और परिपक्वता का सटीक अनुमान लगाने के लिए गहराई और आ.जी.बी. डेटा को संसाधित करता है, जिससे चयनात्मक और गैर-विनाशकारी कटाई सुनिश्चित हो सकेगी।

पूसा इलेक्ट्रॉनिक बीज बुआई मॉड्यूल

यह किसानों के लिए एक कम लागत वाला समाधान है जिसे आम तौर पर उपलब्ध द्वितीयक जुताई यंत्रों विशेष रूप से कल्टीवेटर के साथ लगाया जा सकता है। बीज हॉपर और मापन प्रणाली को एक छोटे बैग में संग्रहीत किया जा सकता है जो इसे परिवहन के लिए आसान बनाता है। विकसित डिवाइस को ट्रैक्टर की बैटरी से संचालित किया जा सकता है। कॉम्पैक्ट और आसान डिज़ाइन के कारण इन्हें बुआई/रोपण के लिए अन्य किसानों को आसानी से किराए पर दिया जा सकता है। इसके मापन प्रणाली में एक माइक्रोकंट्रोलर, स्टेपर मोटर, मोटर ड्राइवर मॉड्यूल, रोटरी एनकोडर लगाए गए हैं। मापन प्लेटों को घुमाने के लिए डीसी मोटर का उपयोग किया जाता है। यह मुख्य रूप से गेहूं, चना, मटर, मूंग आदि फसलों के बुआई के लिए उपयोगी है।



न्युमेटिक प्रिसिजन बुआई यंत्र

न्युमेटिक प्रिसिजन बुआई यंत्र एक बुआई का अत्याधुनिक एवं सटीक यंत्र है जिसकी मदद से छोटे बीज वाली सब्जियाँ जैसे पत्तागोबी, फूलगोभी तथा पालक की समतल खेत या मेंढ़ पर बुआई की जा सकती है। यह मशीन सब्जियों की व्यावसायिक खेती करके; कृषि आय बढ़ने एवं ग्रामीण अंचल में कुपोषण से

लड़ने में सहायक है। इस मशीन के इस्तेमाल से बीज अंकुरण में एक रूपता आती है साथ ही साथ एक समय पर फसल तैयार होने में मदद मिलती है जिससे आर्थिक उत्पादन और आय में बढ़ोतारी होती है। न्युमेटिक प्रिसिजन बुआई यंत्र की कार्य क्षमता 0.2-0.3 है क्टेयर प्रति घंटा है तथा इस मशीन को मध्यम आकर के ट्रैक्टर से चलाया जा सकता है।



पूसा एक्वा फर्टी सीड ड्रिल

बारानी क्षेत्रों में रबी की फसलों जैसे गेहूं, चना, सारसों आदि की समय पर बुआई के लिए पूसा एक्वा फर्टी सीड ड्रिल मशीन का विकास किया गया है। यह मशीन बुआई के समय एक सामान उर्वरक घोल को बीज के पास गिराती है जिससे बीज के अंकुरण और पौधे के प्रारंभिक विकास में उपयोगी साबित होती है। पूसा एक्वा फर्टी सीड ड्रिल से उचित मात्रा में बीज, उर्वरक के साथ अंकुरण के लिए पानी को भी दिया जाता है। इस तरह एक ही कतार में बीज, उर्वरक घोल और पानी को स्तापित किया जाता है, जिसकी वजह से शुरुवाती समय में खरपतवारों का संक्रमण कम हो जाता है और अंकुरण में वृद्धि होती है। गेहूं की फसल में एक्वा फर्टी सीड ड्रिल की मदद से अंकुरण में 53 प्रतिशत तथा



उपज में 35 प्रतिशत बढ़ोतरी देखी गई। यह मशीन चना, मूंग, मटर, सरसों जैसी दलहनी, तिलहनी फसलों के बीजों की कतर में बुआई के साथ साथ उचित गहराई में बुआई करने में सहायक है। यह मशीन 45 अश्वशक्ति के ट्रैक्टर से चलाई जाती है और इसकी कार्यक्षमता 0.25 हैक्टेयर प्रति घंटा है।

पूसा तरल यूरिया (यू. ए. एन.) डालने की मशीन

बुआई के समय गेहूं और सीधे धान की बुआई में तरल यूरिया (यू. ए. एन.) को डालने के लिए मशीन को विकसित किया गया है। तरल नाइट्रोजन आधारित उर्वरकों का फसल बुआई के समय प्रयोग इस मशीन की क्षेत्र क्षमता 0.32 हैक्टेयर प्रति घंटा है जिसे 45 अश्वशक्ति के ट्रैक्टर द्वारा अधिकतम 2 किलोमीटर प्रति घंटा की गति से चलाया जा सकता है। बुआई के समय पांच सेंटीमीटर की गहराई पर यू.ए.एन. (यूरिया अमोनियम नाइट्रेट) को 80 किलोग्राम प्रति हैक्टेयर और इसके बाद यूरिया को 40 किलोग्राम प्रति हैक्टेयर के छिड़काव से अधिकतम उत्पादन प्राप्त किया जा सकता है। इस पद्धति के द्वारा लगभग 30 किलोग्राम प्रति हैक्टेयर यूरिया की बचत होती है।



पूसा कृषि छिड़काव ड्रोन और मानक संचालन प्रक्रिया

संभाग द्वारा ड्रोन की महत्ता को देखते हुए वर्ष 2016 से ड्रोन तकनीकी पर शोध कार्य किया जा रहा है और कृषि छिड़काव ड्रोन और इसकी मानक संचालन प्रक्रिया के विकास में महत्वपूर्ण योगदान दिया गया है। भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद द्वारा वित्तपोषित परियोजना के अंतर्गत पूसा कृषि छिड़काव ड्रोन का विकास किया जो कि कीटनाशक के छिड़काव के लिए उपयोगी है। जिसका उड़ान कल 10 मिनट और टैंक क्षमता 5 लीटर है। इसकी छिड़काव प्रणाली में बूम्ल्ये का स्प्रयर का उपयोग किया गया है। इससे रसायन को एक सामान छिड़कने में सहायता मिलती

है। इसके प्रयोग से रसायन, समय, जल और पर्यावरण की बचत होती है।

इसके साथ-साथ संभाग ने कृषि ड्रोन के लिए मानक संचालन प्रक्रिया को बानाने में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। कृषि में ड्रोन की अपार संभानाओं के चलते, कृषि और किसान कल्याण विभाग (DAC&FW) तथा भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (ICAR) ने मिलकर वर्ष 2019 में कार्य करना प्रारंभ कर दिया था। इसके लिए मई 2019 में तत्कालीन उपमहा निदेशक डॉ. अलागु सुन्दरम की अध्यक्षता में एक समिति का गठन किया गया ताकि कृषि में कीटनाशकों और पोषक तत्वों के छिड़काव के मानक दिशानिर्देशों को तय किया जा सके। इसमें तत्कालीन संभागाध्यक्ष डॉ. इंद्रामणि के नेतृत्व में संभाग ने अपनी महत्वपूर्ण भौमिका निर्भाई और मानक संचालन प्रक्रिया का प्रथम प्रारूप तैयार किया। इसके बाद इन्हीं की अध्यक्षता में पोषक तत्वों के छिड़काव के लिए मानक संचालन प्रक्रिया को तैयार किया गया। कृषि और किसान कल्याण विभाग, भारत सरकार ने मानक संचालन प्रक्रियाओं (एसओपी) को वर्ष 2021 में प्रकाशित किया ताकि ड्रोन का प्रयोग कीटनाशक और पोषक तत्वों के छिड़काव के लिए प्रयोग किया जा सके।

निष्कर्ष

परिशुद्ध कृषि खाद्य उत्पादन को बढ़ाने, संसाधनों की कमी को दूर करने, किसानों की लाभप्रदता में सुधार और पर्यावरण पर पड़ने वाले प्रभाव को कम करने के लिए बहुत ही महत्वपूर्ण है और इसके लिए विगत कुछ वर्षों में कृषि अभियांत्रिकी संभाग लगातार नवाचारों पर कार्य कर रहा है जिससे परिशुद्ध कृषि मशीनें और तकनीकियां विकसित हो सकें। संभाग ने ऑटोमेशन, रोबोटिक्स, कृत्रिम बुद्धिमत्ता और ड्रोन तकनीकी पर विशेष रूप से शोध कार्य को आगे बढ़ाया है और कई उन्नत तकनीकियां जैसे कि पूसा वेरिएबल स्वाथ हर्बिसाइड एप्लीकेटर रोबोट, पूसा टेलीरोबोटिक कीटनाशक एप्लीकेटर, पूसा वीआरटी रोबोट, पूसा इलेक्ट्रॉनिक बीज बुआई मॉड्यूल, न्युमेटिक प्रिसिजन बुआई यंत्र, पूसा कृषि छिड़काव ड्रोन, इत्तियादी को विकसित किया है। इन तकनीकियों के माध्यम से खेती को आसान बनाने के साथ-साथ संसाधनों के इष्टतम प्रयोग पर विशेष ध्यान दिया गया है जिससे खेती आसान और लाभप्रद हो सके।

डिजिटल युग की खेती : परिशुद्ध कृषि की ओर बढ़ते कदम

प्रतिभा जोशी, अनिल कुमार सिंह, पुनीता पी, सर्वाशीस चक्रवर्ती, नफीस अहमद,

आनंद विजय दुबे, परगट सिंह एवं रघुवीर सिंह मीना

कृषि प्रौद्योगिकी आकलन एवं स्थानांतरण केंद्र, भा.कृ.अनु.प.—भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली-110 012

परिशुद्ध कृषि, जिसे सटीक कृषि भी कहा जाता है, आधुनिक कृषि की एक उन्नत पद्धति है जिसमें तकनीकी उपकरणों और डेटा विश्लेषण के माध्यम से खेत के प्रत्येक हिस्से की विशिष्ट आवश्यकताओं के अनुसार फसल प्रबंधन किया जाता है। इसका उद्देश्य संसाधनों का सही और कुशल उपयोग कर फसल की उपज बढ़ाना, लागत घटाना और पर्यावरण संरक्षण सुनिश्चित करना है। भारतीय कृषि पारंपरिक पद्धतियों पर आधारित रही है, जिसमें अनुमान, अनुभव और मौसमी परिस्थितियों पर अधिक निर्भरता रही है। परंतु 21वीं सदी में जलवायु परिवर्तन, बढ़ती जनसंख्या, सीमित भूमि और संसाधनों की चुनौती के बीच कृषि को अधिक उत्पादक, टिकाऊ और वैज्ञानिक बनाने की आवश्यकता है। इसी दिशा में परिशुद्ध कृषि (Precision Agriculture) और वैज्ञानिक खेती (Scientific Farming) की अवधारणा सामने आई है।

परिशुद्ध कृषि की आवश्यकता आधुनिक समय में कृषि की जटिल होती चुनौतियों को देखते हुए अत्यंत आवश्यक हो गई है। भारत जैसे कृषि प्रधान देश में जहां अधिकांश किसान छोटे और सीमांत वर्ग से आते हैं, वहां कृषि को अधिक उत्पादक, लाभकारी और टिकाऊ बनाना एक बड़ी जिम्मेदारी बन चुकी है। पारंपरिक कृषि प्रणाली में अक्सर संसाधनों का उपयोग अनुमान या अनुभव के आधार पर किया जाता है, जिससे कई बार या तो अत्यधिक उपयोग हो जाता है या फिर आवश्यकतानुसार नहीं होता, जिससे लागत बढ़ती है और उत्पादन प्रभावित होता है। जल, भूमि, उर्वरक, कीटनाशक और श्रम जैसी मूलभूत चीजें सीमित हो गई हैं और इनका असंतुलित उपयोग पर्यावरण को भी गंभीर रूप से नुकसान पहुंचा रहा है। इस संदर्भ में परिशुद्ध कृषि एक ऐसी उन्नत और वैज्ञानिक पद्धति के रूप में उभरकर सामने आई है, जो डेटा और तकनीक आधारित कृषि को बढ़ावा देती

है। इसमें सेंसर, जीपीएस, ड्रोन, रिमोट सेंसिंग, उपग्रह चित्रण, और कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) जैसी अत्याधुनिक तकनीकों की सहायता से खेत की हर इंच भूमि की जानकारी ली जाती है — जैसे मृदा की गुणवत्ता, नमी की मात्रा, पौधों की स्थिति, कीट या रोग का प्रभाव आदि। इसके आधार पर यह तय किया जाता है कि कहां, कब, और कितनी मात्रा में बीज बोए जाएं, खाद या पानी दिया जाए, और किस तकनीक से रोग नियंत्रण किया जाए।

इस तकनीक का सबसे बड़ा लाभ यह है कि यह उत्पादन को बढ़ाते हुए लागत को घटाने में मदद करती है, जिससे किसानों को शुद्ध लाभ होता है। इसके अलावा, यह भूमि की उर्वरता को बनाए रखने में सहायक है, क्योंकि इसमें मृदा परीक्षण और पोषक तत्वों का संतुलित उपयोग सुनिश्चित किया जाता है। परिशुद्ध कृषि जल के क्षेत्र में भी क्रांतिकारी सिद्ध हो सकती है, क्योंकि यह फसलों को उतनी ही मात्रा में पानी देती है जितनी आवश्यक हो — जिससे जल संरक्षण भी होता है। आज जब जलवायु परिवर्तन के कारण कृषि अधिक अस्थिर और जोखिम भरी होती जा रही है, परिशुद्ध कृषि किसानों को मौसम आधारित निर्णय लेने में सक्षम बनाती है। इससे फसल हानि की संभावना कम होती है और जोखिम प्रबंधन बेहतर होता है। इसके अतिरिक्त, परिशुद्ध कृषि से प्राप्त आंकड़ों के विश्लेषण से सरकार, वैज्ञानिक और नीति-निर्माता भी किसानों को समय पर सलाह और सहायता उपलब्ध करा सकते हैं।

भारत सरकार भी डिजिटल कृषि, स्मार्ट खेती, और किसानों की आय को दोगुना करने की दिशा में विभिन्न योजनाएं चला रही है, जैसे डिजिटल एग्रीकल्चर मिशन, पीएम-किसान, पीएम-कृषि सिंचाई योजना, आदि — जो परिशुद्ध कृषि को अपनाने में सहायता सिद्ध हो रही हैं। भविष्य की चुनौतियों को देखते हुए परिशुद्ध कृषि की आवश्यकता केवल विकल्प नहीं, बल्कि

आवश्यकता बन चुकी है। यह न केवल खेती को वैज्ञानिक बनाती है, बल्कि किसानों को ज्ञान आधारित, सशक्त और आत्मनिर्भर बनाकर भारत को स्मार्ट एग्रीकल्चर हब में बदलने की क्षमता रखती है।

परिशुद्ध कृषि की परिभाषा

परिशुद्ध कृषि में फसलों की स्थिति, मिट्टी की गुणवत्ता, मौसम की जानकारी, और अन्य पर्यावरणीय डेटा को वास्तविक समय में प्राप्त कर उनका विश्लेषण किया जाता है। इसके आधार पर जल, उर्वरक, कीटनाशक आदि का सही समय, सही मात्रा और सही स्थान पर उपयोग किया जाता है। इसे उपग्रह कृषि या स्थान-विशिष्ट फसल प्रबंधन भी कहा जाता है।

परिशुद्ध कृषि से वैज्ञानिक खेती की ओर

विषय	परंपरागत खेती	वैज्ञानिक खेती
बीज	देसी या सामान्य	उन्नत, उच्च उत्पादकता वाले
उर्वरक	अनुमान पर आधारित	मृदा परीक्षण पर आधारित
जल प्रबंधन	अधिक खपत	स्टीक मात्रा में ड्रिप/स्प्रिंकलर
जानकारी का स्रोत	परंपरा, अनुभव	कृषि विश्वविद्यालय, मोबाइल ऐप्स
तकनीक	न्यूनतम	हाई-टेक उपकरणों का प्रयोग

परिशुद्ध कृषि के मुख्य तकनीकी उपकरण

परिशुद्ध कृषि की सफलता का आधार आधुनिक तकनीकी उपकरणों पर टिका है, जो खेती को पारंपरिक अनुमान आधारित प्रणाली से हटाकर डेटा-आधारित वैज्ञानिक प्रक्रिया में परिवर्तित करते हैं। इन उपकरणों के माध्यम से किसान अपनी फसल, मिट्टी, जल और पर्यावरण की स्थिति को गहराई से समझ पाते हैं तथा उसी के अनुसार निर्णय ले सकते हैं। सबसे प्रमुख उपकरणों में ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम (GPS) शामिल है, जो खेत के विभिन्न भागों की स्टीक स्थिति और विशेषताओं को जानने में मदद करता है। इसके साथ ही जियोग्राफिकल इन्फॉर्मेशन सिस्टम (GIS) की सहायता से भूमि की भौगोलिक जानकारी, जल निकासी पैटर्न और मृदा प्रकार का विश्लेषण संभव होता है।

ड्रोन और रिमोट सेंसिंग तकनीक फसलों की ऊंचाई, हरियाली, रोग, और नमी की स्थिति का आकलन करने में सहायक होती है। इससे खेत की वास्तविक समय (real-time) में निगरानी की जा सकती है। मृदा सेंसर (Soil Sensors) मिट्टी की नमी, तापमान और पोषक तत्त्वों की स्थिति का स्टीक अनुमान

देते हैं, जिससे उर्वरकों का विवेकपूर्ण उपयोग किया जा सकता है। ऑटोमेटेड ट्रैक्टर और रोबोटिक यंत्र, जी.पी.एस. की सहायता से स्वचालित रूप से बीज बोने, सिंचाई करने या फसल काटने जैसे कार्य कर सकते हैं। इसके अतिरिक्त मौसम पूर्वानुमान उपकरण, मोबाइल आधारित स्मार्ट एप्स, और क्लाउड कंप्यूटिंग प्लेटफॉर्म्स किसानों को समय-समय पर सलाह और चेतावनी देते हैं।

इन सभी उपकरणों का सामूहिक उपयोग खेती को न केवल वैज्ञानिक बनाता है, बल्कि लागत घटाकर उत्पादन को बढ़ाता है, और प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण में भी अहम भूमिका निभाता है। अतः परिशुद्ध कृषि के ये तकनीकी उपकरण आने वाले समय में भारत की कृषि क्रांति का आधार बन सकते हैं।

परिशुद्ध कृषि में उपयोग होने वाले प्रमुख प्रौद्योगिकी टूल्स

1. डेटा संग्रहण टूल्स

- जी पी एस / डी जी पी एस (GPS/DGPS) : खेत की स्टीक स्थिति जानने और मशीनों को स्वचालित नियंत्रित करने में सहायक
- रिमोट सेंसिंग: उपग्रह/ड्रोन से फसल स्वास्थ्य और मिट्टी की निगरानी
- सेंसर नेटवर्क: मिट्टी की नमी, तापमान, और हवा की गुणवत्ता मापने वाले वायरलेस सेंसर

2. डेटा विश्लेषण एवं मानचित्रण

- जी आई एस (GIS): मिट्टी, फसल, और पर्यावरणीय डेटा का स्थानिक मानचित्रण
- डेटा एनालिटिक्स: फसल रोटेशन, रोपण समय, और कटाई की भविष्यवाणी
- ए आई / मशीन लर्निंग: रोग पहचान, उपज अनुकूलन, और निर्णय समर्थन

3. संसाधन प्रबंधन तकनीक

- वैरिएबल रेट टेक्नोलॉजी (VRT): खेत के विभिन्न हिस्सों में उर्वरक/पानी की मात्रा स्वचालित रूप से समायोजित करना
- इंटरनेट ऑफ थिंग्स: सेंसर, ड्रोन, और मशीनों को जोड़कर वास्तविक समय में डेटा प्रबंधन
- क्लाउड कंप्यूटिंग: डेटा स्टोरेज और कहीं से भी एकसेस

4. स्वचालन एवं क्रियान्वयन

- ड्रोन: कीटनाशक छिड़काव, निगरानी, और डेटा संग्रह
- स्वचालित मशीनें: जी पी एस-नियंत्रित ट्रैक्टर, हार्वेस्टर, और रोबोटिक्स
- मोबाइल ऐप्स: किसानों को सलाह और निर्णय समर्थन

इन तकनीकों के संयोजन से किसान अपने खेतों में संसाधनों का इष्टतम उपयोग कर सकते हैं, उत्पादन बढ़ा सकते हैं और पर्यावरण संरक्षण कर सकते हैं। मोबाइल ऐप्स और स्मार्ट सेंसर की मदद से यह तकनीक छोटे और सीमांत किसानों के लिए भी सुलभ होती जा रही है।

चरण	टूल्स	उद्देश्य
डेटा संग्रह	जीपीएस, सेंसर, ड्रोन, IoT उपकरण	खेत की स्थिति, मिट्टी, और फसल डेटा एकत्र करना
विश्लेषण	जीआईएस, एआई, क्लाउड कंप्यूटिंग	डेटा मैपिंग, रोग पहचान, और भविष्यवाणी
निर्णय	वीआरटी, प्रेडिक्टिव सॉफ्टवेयर	संसाधन आबंटन और कार्य योजना तैयार करना
क्रियान्वयन	स्वचालित मशीनें, ड्रोन, रोबोटिक्स	छिड़काव, रोपण, और कटाई को सटीकता से पूरा करना
मॉनिटरिंग	रियल-टाइम सेंसर, मोबाइल ऐप्स	परिणामों की निगरानी और चक्र को अपडेट करना

परिशुद्ध कृषि के लाभ एवं चुनौतियां

परिशुद्ध कृषि, जिसे अंग्रेजी में Precision Agriculture कहा जाता है, आधुनिक युग की एक क्रांतिकारी कृषि पद्धति है। इसमें अत्याधुनिक तकनीकों का उपयोग करके खेती की जाती है, जिससे संसाधनों का अधिकतम और सटीक उपयोग संभव हो पाता है। इस प्रणाली में जीपीएस (ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम), जीआईएस (जिओग्राफिक इन्फॉर्मेशन सिस्टम), ड्रोन, सेंसर, आईओटी (इंटरनेट ऑफ थिंग्स), उपग्रह चित्र और डेटा विश्लेषण जैसे उपकरणों की मदद से फसलों की निगरानी और प्रबंधन किया जाता है। परंपरागत खेती में जहां अनुभव और अनुमान के आधार पर निर्णय लिए जाते थे, वहीं परिशुद्ध कृषि में निर्णय वैज्ञानिक आंकड़ों और सटीक जानकारी के आधार पर लिए जाते हैं।

परिशुद्ध कृषि के अनेक लाभ हैं, जिनमें सबसे प्रमुख है उत्पादकता में वृद्धि। इस प्रणाली से किसान अपनी फसलों की आवश्यकताओं को गहराई से समझ सकते हैं, जैसे कब और कितनी मात्रा में पानी देना है, किस क्षेत्र में अधिक उर्वरक की ज़रूरत है या कहां कीटों का प्रकोप बढ़ रहा है। इससे फसलों की सेहत बेहतर रहती है और उत्पादन अधिक होता है। इसके अलावा, यह प्रणाली संसाधनों की बचत करती है। पानी, उर्वरक, कीटनाशक और श्रम की खपत कम हो जाती है, जिससे खेती की लागत घटती है और लाभ बढ़ता है।

परिशुद्ध कृषि का एक और महत्वपूर्ण लाभ है पर्यावरण संरक्षण। क्योंकि इसमें केवल आवश्यकता अनुसार ही रसायनों और जल का उपयोग किया जाता है, इससे मिट्टी की उर्वरता बनी रहती है, जल स्रोत प्रदूषित नहीं होते और जैव विविधता को नुकसान नहीं पहुंचता। इसके साथ ही यह प्रणाली जलवायु परिवर्तन के प्रभाव को कम करने में भी सहायक है क्योंकि इससे ग्रीनहाउस गैसों के उत्सर्जन में भी कमी आती है।

इसके अतिरिक्त, परिशुद्ध कृषि किसानों को डेटा आधारित निर्णय लेने में सक्षम बनाती है। वे स्मार्टफोन या कंप्यूटर की मदद

से अपने खेतों की वास्तविक समय की जानकारी प्राप्त कर सकते हैं और आवश्यकतानुसार त्वरित कार्यवाही कर सकते हैं। इससे कृषि प्रबंधन अधिक सटीक, प्रभावी और लाभकारी बनता है।

हालांकि, इसके अनेक लाभ होने के बावजूद, इस प्रणाली को व्यापक स्तर पर अपनाने में कई चुनौतियां सामने आती हैं। सबसे पहली और महत्वपूर्ण चुनौती है तकनीकी जानकारी की कमी। भारत जैसे विकासशील देश में अधिकांश किसान अभी भी परंपरागत तरीकों से खेती करते हैं और उन्हें नई तकनीकों, मशीनों और डिजिटल उपकरणों के प्रयोग की समुचित जानकारी नहीं होती। दूसरी बड़ी चुनौती है उच्च प्रारंभिक लागत। परिशुद्ध कृषि में सेंसर, ड्रोन, जीपीएस सिस्टम, स्मार्ट उपकरण और सॉफ्टवेयर की ज़रूरत होती है, जो छोटे और सीमांत किसानों

के लिए आर्थिक रूप से बोझिल हो सकते हैं। इसके अतिरिक्त, इंटरनेट कनेक्टिविटी और बिजली की अस्थिरता भी ग्रामीण क्षेत्रों में इस तकनीक को लागू करने में बाधा बनती है। एक अन्य चुनौती है प्रशिक्षण और मार्गदर्शन की कमी। कई बार किसान तकनीक खरीद तो लेते हैं, लेकिन उन्हें उसका सही उपयोग करना नहीं आता, जिससे संसाधनों का दुरुपयोग होता है और अपेक्षित लाभ नहीं मिल पाता। साथ ही, भाषा और संचार की सीमाएं भी एक समस्या हैं क्योंकि अधिकांश तकनीकी जानकारी अंग्रेजी या अन्य भाषाओं में होती है, जो हर किसान की समझ में नहीं आती। सरकार और निजी संस्थानों द्वारा कई योजनाएं चलाई जा रही हैं, लेकिन नीतियों के क्रियान्वयन में धीमापन और स्थानीय ज़रूरतों के अनुसार अनुकूलन की कमी भी इस प्रणाली के प्रसार में रुकावें पैदा करती हैं। इस प्रकार, परिशुद्ध कृषि प्रणाली को अपनाने के लिए केवल तकनीक ही नहीं, बल्कि किसानों को जागरूक करना, उन्हें प्रशिक्षित करना, और उनके लिए यह तकनीक सुलभ और सस्ती बनाना भी उतना ही ज़रूरी है। जब तक इन चुनौतियों का समाधान नहीं होता, तब तक परिशुद्ध कृषि का लाभ पूरी तरह से नहीं उठाया जा सकता।

परिशुद्ध कृषि को बढ़ावा देने के लिए सरकार द्वारा चलाई जा रही योजनाएं

भारत सरकार परिशुद्ध कृषि जैसी आधुनिक तकनीकों को किसानों तक पहुंचाने के लिए कई योजनाएं और पहल कर रही है। इनका उद्देश्य किसानों की उत्पादकता बढ़ाना, लागत घटाना, और खेती को टिकाऊ बनाना है। सबसे प्रमुख योजना है प्रधानमंत्री किसान सम्मान निधि (PM-KISAN), जिसके अंतर्गत किसानों को आर्थिक सहायता दी जाती है जिससे वे नई तकनीकों को अपनाने के लिए प्रोत्साहित हो सकें। इसके अलावा, राष्ट्रीय कृषि विकास योजना (RKVY) और परंपरागत कृषि विकास योजना (PKVY) जैसे कार्यक्रमों में भी तकनीकी प्रशिक्षण, उपकरणों की खरीद पर सब्सिडी और क्षेत्रीय स्तर पर परिशुद्ध कृषि मॉडल विकसित करने पर ज़ोर दिया जाता है। सरकार द्वारा किसान कॉल सेंटर, डिजिटल इंडिया पहल, और कृषि एप्स जैसे माध्यमों से किसानों को तकनीकी जानकारी, मौसम की जानकारी, और बाजार भाव की सूचनाएं उपलब्ध कराई जा रही हैं। कृषि यंत्रीकरण योजना के अंतर्गत सरकार खेती के आधुनिक यंत्रों की खरीद पर अनुदान (सब्सिडी) देती है, जिससे जीपीएस आधारित ट्रैक्टर, ड्रोन और सेंसर जैसे उपकरण किसानों की पहुंच में आ सकें साथ

ही, भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (ICAR) और कृषि विज्ञान केंद्र (KVK) के माध्यम से किसानों को प्रशिक्षण दिया जा रहा है।

राष्ट्रीय कृषि विकास योजना (RKVY – Rashtriya Krishi Vikas Yojana)

राष्ट्रीय कृषि विकास योजना एक केंद्र प्रायोजित योजना है, जिसका उद्देश्य राज्यों को कृषि क्षेत्र के सर्वांगीण विकास के लिए प्रोत्साहित करना है। इस योजना के अंतर्गत राज्यों को आर्थिक सहायता दी जाती है ताकि वे परिशुद्ध कृषि आधारित परियोजनाओं को शुरू कर सकें। इसमें ड्रोन तकनीक, मिट्टी व जल परीक्षण, स्मार्ट सिंचाई और मोबाइल आधारित निगरानी प्रणालियां शामिल हैं। राष्ट्रीय कृषि विकास योजना के तहत राज्य अपनी आवश्यकता अनुसार योजनाओं को लागू कर सकते हैं।

कृषि यंत्रीकरण उप-मिशन (SMAM – Sub-Mission on Agricultural Mechanization)

यह योजना किसानों को आधुनिक कृषि यंत्रों की खरीद पर 40% से लेकर 80% तक की सब्सिडी प्रदान करती है। इसमें जी पी एस आधारित ट्रैक्टर, सेंसर, ड्रोन, स्मार्ट श्रेशर, और मिट्टी विश्लेषण यंत्र शामिल हैं। यह योजना खासतौर पर छोटे और सीमांत किसानों के लिए फायदेमंद है, जो महंगे यंत्र नहीं खरीद पाते। इसके तहत "कस्टम हायरिंग सेंटर" भी स्थापित किए जाते हैं, जहां किसान किराए पर उपकरण ले सकते हैं।

प्रधानमंत्री किसान सम्मान निधि योजना (PM-KISAN)

यह योजना किसानों को वर्ष में ₹6,000 की सीधी नकद सहायता प्रदान करती है, जिसे तीन किश्तों में सीधे उनके बैंक खातों में ट्रांसफर किया जाता है। यह योजना किसानों को आर्थिक रूप से सशक्त बनाने में मदद करती है, जिससे वे आधुनिक तकनीक और यंत्रों की ओर झ़ाज़ान कर सकें। यह परिशुद्ध कृषि को अप्रत्यक्ष रूप से प्रोत्साहित करती है।

परंपरागत कृषि विकास योजना (PKVY – Paramparagat Krishi Vikas Yojana)

यह योजना मुख्य रूप से जैविक खेती को बढ़ावा देने के लिए है, लेकिन इसमें परिशुद्ध कृषि तकनीकों जैसे कि मिट्टी स्वास्थ्य कार्ड, जल परीक्षण, कीट प्रबंधन, और स्मार्ट मॉनिटरिंग सिस्टम का भी प्रयोग होता है। इस योजना के अंतर्गत समूहों में किसानों

को प्रशिक्षण दिया जाता है और फसल उत्पादन की निगरानी के लिए आधुनिक उपकरणों का प्रयोग किया जाता है।

डिजिटल इंडिया मिशन और ई-नाम (e-NAM)

परिशुद्ध कृषि की सफलता डिजिटल आधारभूत संरचना पर निर्भर करती है। डिजिटल इंडिया मिशन के अंतर्गत ग्रामीण क्षेत्रों में इंटरनेट कनेक्टिविटी, मोबाइल एप्लिकेशन, और डिजिटल शिक्षा पर बल दिया जा रहा है। इससे किसान कृषि एप्स के माध्यम से मौसम, फसल बीमा, बाजार मूल्य, और कृषि सलाह प्राप्त कर सकते हैं। ई-नाम (National Agriculture Market) एक ऑनलाइन प्लेटफॉर्म है जो किसानों को देश भर की मंडियों से जोड़ता है। यह उन्हें पारदर्शी और बेहतर मूल्य उपलब्ध कराता है। डिजिटल सुविधाएं परिशुद्ध कृषि को प्रभावी ढंग से अपनाने में सहायता देती हैं।

भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (ICAR) और कृषि विज्ञान केंद्र (KVKs)

भा.कृ.अनु.प. और कृ.वि.के. देश भर में परिशुद्ध कृषि के लिए प्रशिक्षण, अनुसंधान और नवाचार में अहम भूमिका निभाते हैं। किसान इन संस्थानों में जाकर नवीनतम तकनीकों की जानकारी प्राप्त कर सकते हैं और फील्ड डेमोस्ट्रेशन के माध्यम से व्यवहारिक अनुभव ले सकते हैं। भा.कृ.अनु.प. ने कई क्षेत्रीय कृषि अनुसंधान केंद्रों में ड्रोन आधारित निगरानी और डेटा एनालिटिक्स पर आधारित मॉडल विकसित किए हैं।

ड्रोन तकनीक को बढ़ावा देने की नीति (Drone Policy 2022)

सरकार ने ड्रोन को कृषि में इस्तेमाल के लिए मंजूरी देने और इसे बढ़ावा देने के लिए विशेष नीति बनाई है। इसके अंतर्गत ड्रोन सेवा प्रदाताओं को मान्यता दी गई है और किसानों को ड्रोन संचालन के लिए प्रशिक्षण भी दिया जा रहा है। ड्रोन के ज़रिए कीटनाशक और उर्वरक का छिड़काव, फसल की निगरानी और ज़मीन की मैपिंग की जा सकती है। इससे समय, लागत और मेहनत की बचत होती है।

सरकार की ये योजनाएं परिशुद्ध कृषि को बढ़ावा देने के लिए एक सकारात्मक प्रयास हैं, लेकिन इनका प्रभाव तभी अधिक होगा जब ज़मीनी स्तर पर इनका सही तरीके से क्रियान्वयन हो और हर किसान तक इनका लाभ पहुंचे।

उन्नत कृषि की कहानी : किसान की जुबानी

श्री अभिषेक धामा – एक इंजीनियर, एक नवोन्मेषी किसान

स्थान: पल्ला गांव, दिल्ली

शैक्षणिक पृष्ठभूमि: इलेक्ट्रॉनिक्स और कम्प्युनिकेशन इंजीनियरिंग, पढ़ाई पूरी करने के बाद उन्होंने कॉर्पोरेट नौकरी छोड़कर खेती को चुना।

कृषि की शुरुआत: 2015 में शुरुआत की – एक छोटे से किचन गार्डन से

- सबसे पहले जैविक सब्जियों की खेती की
- लोकल मंडी के बजाय सीधे ग्राहकों तक पहुंच बनाई

धीरे-धीरे खेती का रकबा बढ़ाया:

- आज 30+ एकड़ ज़मीन पर मल्टी क्रॉपिंग और हाई-टेक फार्मिंग करते हैं।

प्रमुख नवाचार और तकनीकें:

जैविक खेती (Organic Farming):

- रासायनिक खाद और कीटनाशकों को पूरी तरह छोड़ा
- गौ-पालन आधारित जीवामृत, पंचगव्य, वर्मी कम्पोस्ट का इस्तेमाल

उन्नत सिंचाई और नियंत्रण प्रणाली:

- ड्रिप इरिगेशन + सेंसर टेक्नोलॉजी से जल संरक्षण जैसे फसलें उगाते हैं।
- मल्चिंग तकनीक से मिट्टी में नमी बनी रहती है और खरपतवार नहीं उगते।

विदेशी और औषधीय फसलें:

- कैमोमाइल, ब्रोकली, रेड लेट्र्यूस, तुलसी, गैरनियम जैसे फसलें उगाते हैं।
- इनका बाजार मूल्य अधिक है, और एक्सपोर्ट क्वालिटी पर काम करते हैं।

शहरी बाजार से सीधा जुड़ाव:

- सीधे उपभोक्ता तक (Direct-to-Consumer D2C) मॉडल
- खुद के ब्रांड से दिल्ली-तथा राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र में डिलीवरी नेटवर्क बनाया।

सफलता और मुनाफ़ा:

क्षेत्र	विवरण
कुल जमीन	30+ एकड़
उत्पादन	5000+ किलो सब्जियां प्रति दिन
आय	₹8-10 लाख प्रति माह
ग्राहक	दिल्ली-एनसीआर के होटल्स, रेजिंडेंस, रिटेल स्टोर्स
कर्मचारी	लगभग 30 लोगों को रोजगार दिया है

AgroTrace के साथ अभिषेक धामा की स्मार्ट खेती की सफलता

अभिषेक धामा की खेती में चुनौतियां:

- उपभोक्ताओं तक गुणवत्ता और पारदर्शिता पहुंचाना कठिन था
- प्रोडक्ट का ट्रैक रिकॉर्ड रखना मुश्किल होता था
- फसल की बर्बादी, स्टोरेज व लॉजिस्टिक्स में लॉस

AgroTrace एक स्मार्ट और उन्नत तकनीकी समाधान है, जिसे खास्तौर पर जलसिंचन (irrigation) और उर्वरीकरण (fertigation) के प्रबंधन को कुशल और प्रभावी बनाने के लिए डिज़ाइन किया गया है। यह प्रणाली किसानों को उनके खेतों में पानी और उर्वरकों का सटीक उपयोग करने में मदद करती है, जिससे न केवल कृषि उत्पादकता बढ़ती है, बल्कि जल संसाधनों का संरक्षण भी होता है।

मुख्य कार्य प्रणाली:

1. मिट्टी की जल संभाव्यता (Soil Water Potential) का मापन:

- अग्रोट्रेस (AgroTrace) मशीन मिट्टी की जल संभाव्यता को मापती है, जो यह बताता है कि मिट्टी में पानी कितना उपलब्ध है और कितनी मात्रा में पानी की आवश्यकता है।
- यह मिट्टी के विभिन्न गहराई पर पानी की स्थिति का आकलन करता है, ताकि जलसिंचन के लिए सही समय और मात्रा निर्धारित की जा सके।

2. गहराई पर तापमान का मापन:

- एग्रोट्रेस (AgroTrace) मिट्टी में विभिन्न गहराई पर तापमान को भी मापता है।

- यह जानकारी यह सुनिश्चित करने में मदद करती है कि उर्वरक और पानी सही ढंग से मिट्टी के प्रत्येक स्तर में पहुंच रहे हैं, ताकि पौधों को समान रूप से पोषक तत्व मिल सकें।

3. जल की वास्तविक आवश्यकता का अनुमान:

- एग्रोट्रेस (AgroTrace) मशीन मिट्टी के जल स्तर और तापमान को ध्यान में रखते हुए मिट्टी की वर्तमान जल आवश्यकता का अनुमान लगाती है।
- यह अनुमान मिट्टी में पानी की कमी या अत्यधिक मात्रा को सही तरीके से संतुलित करने के लिए महत्वपूर्ण होता है, जिससे जल की बर्बादी को रोका जाता है।

कृषि में लाभ:

1. जल का कुशल उपयोग:

- इस तकनीक की मदद से, श्री अभिषेक धामा केवल उतना ही पानी सिंचाई के लिए उपयोग करते हैं जितना कि आवश्यक होता है, जिससे जल की बर्बादी कम होती है और पानी का संरक्षण होता है।

2. सटीक उर्वरीकरण:

- एग्रोट्रेस (AgroTrace) उर्वरकों के सही उपयोग में भी मदद करता है। सही समय पर और सही मात्रा में उर्वरक देने से पौधों की सेहत बेहतर होती है और उत्पादन बढ़ता है।

3. सिंचाई के खर्च में कमी:

- कृषि में जलसिंचन और उर्वरीकरण की सही और सटीक जानकारी प्राप्त होने से, सिंचाई के खर्चों में कमी आती है और कृषि उत्पादन की लागत घटती है।

4. उत्पादन में वृद्धि:

- मिट्टी के सही जल और तापमान स्तर के आधार पर सिंचाई और उर्वरीकरण करने से फसल का उत्पादन बेहतर होता है, जिससे श्री अभिषेक धामा की आय में वृद्धि होती है।

समग्र प्रभाव:

संवेदनशील जल उपयोग: एग्रोट्रेस (AgroTrace) तकनीक पानी के कुशल प्रबंधन के जरिए जल संकट की समस्या का समाधान करने में मदद करती है।

पर्यावरण का संरक्षण: इसे अपनाने से जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम किया जा सकता है, क्योंकि इससे अत्यधिक सिंचाई की आवश्यकता घटती है, जो मिट्टी की गुणवत्ता और जल संसाधनों को बचाने में सहायक है।

लागत में कमी: कम पानी और उर्वरक उपयोग से खेती की कुल लागत घटती है और श्री अभिषेक धामा को अधिक लाभ मिलता है।

पूसा सन फ्रिज के साथ अभिषेक धामा की स्मार्ट खेती की सफलता

पूसा सन फ्रिज (Pusa Farm SunFridge) एक अभिनव, सौर ऊर्जा से संचालित, बैटरी-रहित कोल्ड स्टोरेज प्रणाली है, जिसे भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान (IARI) ने मिशिगन स्टेट यूनिवर्सिटी के सहयोग से विकसित किया है। यह प्रणाली विशेष रूप से छोटे और मध्यम किसानों के लिए डिज़ाइन की गई है, जिससे वे अपनी ताजी उपज को खेत पर ही सुरक्षित रख सकें, बिजली की निर्भरता के बिना।

मुख्य विशेषताएं

सौर ऊर्जा से संचालित: यह प्रणाली पूरी तरह से सौर पैनलों द्वारा संचालित होती है, जिससे बिजली की आवश्यकता नहीं होती।

बैटरी-रहित डिज़ाइन: इसमें बैटरी की आवश्यकता नहीं होती, जिससे रखरखाव की लागत कम होती है।

फार्म पर पूसा सन फ्रिज की उपयोगिता:

फ्रायदा	विवरण
बैटरी-फ्री सोलर सिस्टम	बिजली नहीं होने पर भी चल सकता है
2 टन तक स्टोरेज	एक दिन में जितनी कटाई होती है, उतनी उपज स्टोर हो जाती
तापमान नियंत्रण	3° से -10° से. तक कंट्रोल - पत्तेदार सब्जियां ताजा बनी रहती हैं
कम रखरखाव	कोई बैटरी नहीं = कोई रिप्लेसमेंट कॉस्ट नहीं
सीधे D2C डिलीवरी से पहले स्टोरेज	रात को पैकिंग → सुबह ग्राहकों तक डिलीवरी

आर्थिक लाभ:

पहले	अब
15-20% फसल बर्बाद	<5% बर्बादी
रात को मंडी तक पहुंचाना जरूरी	अब फार्म पर ही स्टोर करके प्लानिंग से बेचना
गर्मियों में दाम गिर जाते थे	अब पूरे हफ्ते सप्लाई टिकाऊ बनी रहती है

- फसल कटने के बाद तुरंत बिक्री करनी पड़ती थी, वरना खराब हो जाती।
- गर्मियों में सब्जियों की शेल्फ लाइफ 1-2 दिन ही रहती थी।
- गांव में बिजली की कटौती से कोल्ड स्टोरेज चलाना मुश्किल होता।

पूसा फार्म सन फ्रिज से समाधान

श्री अभिषेक धामा ने भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान और मिशिगन स्टेट यूनिवर्सिटी द्वारा विकसित पूसा सन फ्रिज को अपनाया। ये उनके खेत में ही लगाया गया — जहां सब्जियां काटने के तुरंत बाद वहीं स्टोर हो सकती थीं।

श्री अभिषेक धामा एक युवा प्रगतिशील किसान हैं जो पल्ला गांव, दिल्ली में आधुनिक खेती के लिए जाने जाते हैं। वे उच्च मूल्य वाली सब्जियों और औषधीय पौधों की जैविक खेती करते हैं। उनकी खेती का एक अहम हिस्सा तकनीक आधारित है — जिसमें उन्होंने पूसा सन फ्रिज, एग्रोट्रेस जैसी अभिनव तकनीकों को अपनाया है।

भारत में कृषि न केवल अर्थव्यवस्था की रीढ़ है, बल्कि करोड़ों लोगों की आजीविका का भी प्रमुख स्रोत है। लेकिन आज भारतीय कृषि कई समस्याओं से जूझ रही है — जैसे कि घटती भूमि उर्वरता, जल संकट, जलवायु परिवर्तन, कीटों का बढ़ता प्रकोप, और किसानों की आय में गिरावट। इन चुनौतियों से निपटने के लिए परिशुद्ध कृषि (Precision Agriculture) की आवश्यकता अब पहले से कहीं ज्यादा महसूस की जा रही है। परिशुद्ध कृषि एक ऐसी उन्नत तकनीक है, जिसमें डेटा, सेंसर, ड्रोन, जी पी एस और आईओटी जैसी आधुनिक तकनीकों की मदद से खेती को अधिक सटीक, लाभकारी और पर्यावरण-संवेदनशील बनाया जाता है। भारत में अधिकांश किसान छोटे और सीमांत हैं, जिनके पास सीमित संसाधन होते हैं। परिशुद्ध कृषि उन्हें कम लागत में अधिक उत्पादन देने में सक्षम बनाती है। इसके अलावा, भारत जैसे देश में जहां जल की भारी कमी है, वहां यह तकनीक जल प्रबंधन में भी अत्यंत कारगर है। यह तय करती है कि किस फसल को, कब और कितनी सिंचाई की आवश्यकता है। इससे पानी की बर्बादी कम होती है और पर्यावरण की रक्षा होती है। भारत में मौसम की अनिश्चितता और प्राकृतिक आपदाओं की बढ़ती

संख्या को देखते हुए, परिशुद्ध कृषि समय की मांग बन गई है। यह तकनीक किसानों को मौसम, कीट, बीमारियों और मिट्टी की स्थिति के बारे में सटीक जानकारी देती है, जिससे वे बेहतर निर्णय ले सकते हैं। निष्कर्ष: भारत में परिशुद्ध कृषि की आवश्यकता केवल आधुनिकता के लिए नहीं, बल्कि किसानों की आर्थिक मजबूती, खाद्य सुरक्षा, और पर्यावरणीय संतुलन को बनाए रखने के लिए अत्यंत आवश्यक है। यह एक ऐसा कदम है जो भारत को आत्मनिर्भर कृषि राष्ट्र बनने की दिशा में आगे बढ़ा सकता है। भारत में कृषि क्षेत्र की विविधता और सीमित संसाधनों के कारण परिशुद्ध कृषि अत्यंत आवश्यक है। यह तकनीक जल संरक्षण, लागत कम करने और उत्पादन बढ़ाने में मदद कर सकती है। सरकार द्वारा भी इस क्षेत्र में कई पहल की जा रही हैं ताकि छोटे किसानों तक यह तकनीक पहुंच सके। इससे भारत की कृषि को 'हरित क्रांति' से 'सदाबहार क्रांति' में बदलने में सहायता मिलेगी।



चित्र-1. Agro Trace यंत्र जलसिंचन एवं उर्वरीकरण के सटीक प्रबंधन में परिशुद्ध कृषि का एक उत्तम उदाहरण है।

निष्कर्ष:

आज की आधुनिक कृषि में तकनीकी नवाचारों का महत्व निरंतर बढ़ता जा रहा है। बदलते जलवायु, सीमित संसाधन और बढ़ती जनसंख्या को देखते हुए किसानों को अब पारंपरिक तरीकों से हटकर स्मार्ट और टिकाऊ समाधानों की आवश्यकता है। इसी दिशा में अग्रोट्रैस (इंटरनेट ॲफ थिंग्स डिवाइस) और पूसा सन फ्रिज दो बेहद उपयोगी तकनीकी उपकरण हैं, जो किसानों की आमदनी बढ़ाने और खेती को अधिक प्रभावशाली बनाने में सहायक सिद्ध हो रहे हैं। अग्रोट्रैस एक अत्याधुनिक इंटरनेट ॲफ थिंग्स डिवाइस आधारित यंत्र है, जो खेत में मिट्टी की गहराई पर मौजूद जल संभाव्यता (soil water potential) और तापमान को मापने में सक्षम है। इसकी मदद से किसान यह जान सकते हैं कि उनकी फसल को कब और कितनी मात्रा में पानी या उर्वरक की आवश्यकता है। यह तकनीक मौसम, मिट्टी और फसल की स्थिति के अनुसार सटीक डेटा प्रदान करती है, जिससे सिंचाई और उर्वरीकरण का प्रबंधन वैज्ञानिक तरीके से किया जा सकता है। इसका सबसे बड़ा लाभ यह है कि यह पानी की बचत, उर्वरकों का विवेकपूर्ण उपयोग, और फसल की गुणवत्ता में सुधार करता है, जिससे उत्पादन लागत घटती है और मुनाफा बढ़ता है। दूसरी ओर, पूसा सन फ्रिज किसानों के लिए पोस्ट-हार्वेस्ट मैनेजमेंट यानी कटाई के बाद फसल को सुरक्षित रखने का एक बेहतरीन समाधान है। यह

एक सौर ऊर्जा से संचालित बैटरी-रहित कोल्ड स्टोरेज सिस्टम है, जो खेत पर ही फसलों को $3^{\circ}\text{ से } 12^{\circ}$ से. के तापमान पर ताजा और सुरक्षित रखता है। इससे किसानों को फसल तुरंत बाजार में बेचने की मजबूरी नहीं रहती; वे सही समय पर बेहतर दाम मिलने पर ही फसल को बेच सकते हैं। बिजली की निर्भरता न होने के कारण यह सिस्टम दूरदराज के ग्रामीण क्षेत्रों में भी पूरी तरह उपयोगी है। इससे फसल की बर्बादी कम होती है, और किसान को मूल्य आधारित बिक्री का लाभ मिलता है। इन दोनों तकनीकों को अपनाकर किसान खेती को केवल आजीविका नहीं, बल्कि एक स्मार्ट उद्यम की तरह संचालित कर सकते हैं। उदाहरण के तौर पर श्री अभिषेक धामा जैसे युवा किसान एग्रोट्रैस (इंटरनेट ॲफ थिंग्स डिवाइस) और पूसा सन फ्रिज को अपने फार्म में सफलतापूर्वक इस्तेमाल कर रहे हैं, जिससे उनकी उत्पादकता और लाभ में अभूतपूर्व वृद्धि हुई है। इस प्रकार, एग्रोट्रैस (इंटरनेट ॲफ थिंग्स डिवाइस) और पूसा सन फ्रिज भारतीय कृषि को डिजिटल, पर्यावरणीय और आर्थिक रूप से मजबूत बनाने की दिशा में एक बड़ा कदम हैं। ये तकनीकें न केवल उत्पादन को बढ़ा रही हैं, बल्कि जल संरक्षण, पर्यावरण सुरक्षा और किसानों की सामाजिक-आर्थिक स्थिति को बेहतर करने में भी अत्यंत सहायक हैं। आने वाले समय में ऐसी स्मार्ट तकनीकों को अपनाना ही आधुनिक और आत्मनिर्भर भारत की कृषि का आधार बनेगा।

“हिंदी भाषा और साहित्य ने तो जन्म से ही
अपने पैरों पर खड़ा होना सीखा है।”

धीरेन्द्र कर्मा

स्टीक खेती में रोबोटिक तकनीकियों की संभावनाएं एवं उपयोगिता

दिलीप कुमार कुशवाहा, प्रमोद कुमार साहू एवं अमित गुप्ता

कृषि अभियांत्रिकी संभाग, भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली-110 012

जनसंख्या वृद्धि के कारण विश्व भर में खाद्य आपूर्ति की मांग में वृद्धि हो रही है, जिसके कारण वैश्विक खाद्य उत्पादन में अत्यधिक एवं अविलंब वृद्धि की आवश्यकता है। वर्ष 2025 और 2050 के बीच वैश्विक खाद्य मांग में 50% से 70% की वृद्धि होने का अनुमान है, इसका अर्थ है कि 2050 तक, विश्व को एक बड़ी और अधिक समृद्ध आबादी की जरूरतों को पूरा करने के लिए काफी अधिक उत्पादन करने की आवश्यकता होगी। इसमें विशेष रूप से विकासशील देशों में अनाज और मांस उत्पादन में पर्याप्त वृद्धि करना सम्मिलित है। अनाज के उत्पादन में प्रतिवर्ष लगभग एक अरब टन की वृद्धि की आवश्यकता है, जबकि मांस उत्पादन में 2050 तक 47 करोड़ टन तक पहुंचने के लिए 20 करोड़ टन से अधिक की वृद्धि की आवश्यकता है। खाद्य उत्पादन में वृद्धि का बोझ विकासशील देशों में विशेष रूप से महत्वपूर्ण होगा, जिन्हें अपने खाद्य उत्पादन को लगभग दोगुना करने की आवश्यकता होगी और भारत वर्ष भी इससे अछूता नहीं रहेगा।

भारत दुनिया का सबसे अधिक आबादी वाला देश है, जिसकी वर्ष 2030 तक आबादी लगभग 150 करोड़ और वर्ष 2050 तक 164 करोड़ तक पहुंचने की उम्मीद है। भारत की जनसंख्या वृद्धि और बढ़ते शहरीकरण से खाद्य पदार्थों की मांग बढ़ रही है, जिससे देश की खाद्य प्रणाली के लिए एक महत्वपूर्ण चुनौती पैदा हो रही है। भारत अभी खाद्य आत्मनिर्भरता की सीढ़ी प्राप्त कर चुका है, किंतु बढ़ती खाद्य की मांग, संसाधनों की सीमित उपलब्धता और जलवायु परिवर्तन देश के खाद्य सुरक्षा और पोषण के लिए एक बड़ी चुनौतियां हैं। देश में शहरीकरण भी तेजी से बढ़ रहा है, लोग अच्छे रहन सहन, शिक्षा, रोजगार व व्यवसाय के लिए शहरों की ओर पलायन कर रहे हैं। वर्ष 2030 तक आबादी का एक महत्वपूर्ण हिस्सा शहरी क्षेत्रों में रहने की उम्मीद जताई जा रही है। जनसंख्या घनत्व और जीवन शैली में

यह बदलाव प्रसंस्कृत और खाने के लिए तैयार खाद्य पदार्थों की बढ़ती मांग के साथ खपत के तरीके में भी बदलाव ला रहा है। जैसे-जैसे आबादी शहरी क्षेत्र में बढ़ेगी, वैसे-वैसे भोजन की मांग भी बढ़ेगी। आहार वरीयताओं में बदलाव और आय के बढ़ते स्तर से, प्रसंस्कृत खाद्य पदार्थों, फलों, सब्जियों और अन्य गैर-प्रमुख खाद्य पदार्थों की खपत में भी वृद्धि होगी।

उत्पादकता बढ़ाने, मानव श्रम में कमी लाने के लिए और पारंपरिक खेती को बढ़ावा देने जैसी महत्वपूर्ण जरूरतों को पूरा करने के लिए कृषि में आटोमेशन, रोबोटिक्स, एआई और आईओटी जैसी उन्नत तकनीकें भारतीय कृषि के लिए अति महत्वपूर्ण हैं। खेत की तैयारी, बुआई, रोपण, निराई-गुडाई, पादप सुरक्षा प्रबंधन और कटाई जैसे कार्यों को स्वचालित करके, रोबोट दक्षता और स्टीकता को बढ़ा सकते हैं, जिससे उच्च उपज और अपशिष्ट में कमी आ सकेगी। यह छोटे किसानों को भी सशक्त बना सकता है और कृषि को युवा प्रतिभाओं के लिए अधिक आकर्षक बना सकता है। भारतीय कृषि-रोबोटिक्स बाजार महत्वपूर्ण वृद्धि की ओर अग्रसर हो रहा है। यह बाजार वर्ष 2030 तक लगभग 23.6% तक बढ़ने का अनुमान है। बाजार का यह विस्तार, कृषि में दक्षता वृद्धि, श्रम लागत में कमी और खेती में बेहतर स्टीकता की आवश्यकता को पूर्ण करेगा। इस विकास को प्रभावित करने वाले कारक जैसे कि भोजन की बढ़ती मांग, सीमित संसाधन और श्रमिकों की कमी भविष्य में भी चुनौती पूर्ण रहेंगे।

संभावनाएं

श्रम की कमी को दूर करना और उत्पादकता बढ़ाना

रोबोट अधिक रणनीतिक कार्यों के लिए मानव श्रम को मुक्त करते हुए बुआई, निराई और गुडाई जैसे दोहराए जाने वाले कार्यों को निरंतर कर सकते हैं। ये कठिन वातावरण की परवाह किए

बिना चौबीसों घंटे काम कर सकने की क्षमता रखते हैं, जिससे उत्पादकता और दक्षता में वृद्धि होती है। यह भारत में विशेष रूप से महत्वपूर्ण है, जहां श्रमिकों की कमी और मौसमी श्रमिकों की उपलब्धता महत्वपूर्ण चुनौतियां हैं।

परिशुद्धता और संसाधन दक्षता बढ़ाना

ए.आई, मशीन लर्निंग और आई ओटी प्रौद्योगिकियों को कृषि रोबोटों में एकीकृत किया जा रहा है, जिससे स्वायत्त रूप से कार्यों को करने और निर्णय लेने के लिए तात्कालिक डेटा प्रदान करने की उनकी क्षमता बढ़ रही है। सेंसर और डेटा विश्लेषण तकनीकी से युक्त रोबोट फसल स्वास्थ्य, मिट्टी की स्थिति और पर्यावरणीय कारकों पर वास्तविक समय की जानकारी प्रदान कर सकते हैं, जिससे सटीक खेती की प्रथाओं को सक्षम किया जा सकता है। यह उर्वरकों, कीटनाशकों और सिंचाई के अधिक लक्षित अनुप्रयोग, अपशिष्ट को कम करने और फसल की गुणवत्ता में सुधार करने की अनुमति देता है। रोबोट जल और ऊर्जा जैसे संसाधनों के उपयोग को भी अनुकूलित कर सकते हैं, जो अधिक टिकाऊ पारंपरिक कृषि प्रथाओं में योगदान कर सकते हैं।

स्थिरता को बढ़ावा देना और पर्यावरणीय प्रभाव को कम करना

संसाधन उपयोग को अनुकूलित करके और रासायनिक निवेश की आवश्यकता को कम करके, रोबोटिक्स कृषि के पर्यावरणीय पदचिह्न को कम करने में मदद कर सकता है। यह भारत में पानी की कमी और मिट्टी के क्षरण जैसी पर्यावरणीय चिंताओं को दूर करके टिकाऊ कृषि में महत्वपूर्ण योगदान देने में सक्षम है।

लघु किसानों का सशक्तिकरण और फसल कटाई उपरांत नुकसान को कम करना

भारत देश छोटी और मझोले किसानों का देश है, जिनकी संख्या 86% से भी अधिक है, इसीलिए छोटे और मझोले किसानों को ध्यान में रखकर मशीनों को बनाया जाना चाहिए। इसी कड़ी में, तकनीकी विकास के साथ कृषि कार्य को आसान बनाने के लिए रोबोट आधारित मशीन बहुत उपयोगी साबित हो सकती हैं। रोबोटिक्स छोटे किसानों को उन्नत तकनीकों और उपकरणों तक पहुंच प्रदान कर सकती है, जो उनकी उत्पादकता और लाभप्रदता में सुधार कर सकते हैं। समय पर कुशल कटाई और छंटाई सुनिश्चित करके रोबोट फसल कटाई के उपरांत होने

वाले नुकसान को कम करने में भी मदद कर सकते हैं।

कृषि क्षेत्र में युवा प्रतिभाओं को आकर्षित करना

थकाऊ और श्रम-गहन कार्यों को स्वचालित करके, रोबोटिक्स इस क्षेत्र में करियर की तलाश करने वाले युवाओं के लिए कृषि को अधिक आकर्षक बना सकता है। इसका एक सफल उदाहरण कृषि ड्रोन है, जिसने वर्ष 2019 के बाद विगत वर्षों में अभूत पूर्व प्रगति की है। ड्रोन को संचालित करने के लिए दक्ष पायलट की आवश्यकता होती है, जिसके लिए अभी तक 13000 हजार से अधिक ग्रामीण युवा पायलट ट्रेनिंग ले चुके हैं। जिसमें महिलाएं एवं पुरुष दोनों शामिल हैं।

कृषि के शोध एवं विकास में रोबोटिक्स की आवश्यकता

कृषि रोबोटों की आवश्यकता न केवल कृषि के विभिन्न कार्यों में है बल्कि इसकी उपयोगिता शोध और विकास में भी महत्वपूर्ण हो सकती है। रोबोटिक्स द्वारा फसलों की किस्मों के विकास में भी एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाने की क्षमता है। यह प्रयोगशाला के शोध कार्यों को स्वचालित करके, दक्षता बढ़ाकर और परिशुद्ध कृषि को सक्षम बनाकर शोध परियोजना संसाधनों का बेहतर उपयोग करके वांछित फसलों की किस्मों का विकास करने में सहायता हो सकता है। इसके साथ-साथ रोबोटिक्स टिशू कल्चर के अनुसंधान और विकास के लिए भी महत्वपूर्ण है, जो जटिल प्रक्रियाओं में स्वचालन, सटीकता और स्केलेबिलिटी सुनिश्चित करता है। यह कोशिकाओं और ऊतकों के सटीक हेरफेर की अनुमति देता है, विनिर्माण दक्षता को बढ़ाता है और निरंतर गुणवत्ता वाले निर्माण को सुनिश्चित करता है। रोबोटिक सिस्टम स्वचालन को सुगम बनाते हैं, जिससे मानवीय त्रुटियां कम होती हैं और सेल कल्चर में सटीकता बढ़ती है। यह सेल एवं जीन थेरेपी और दवा अनुसंधान जैसे क्षेत्रों में सफल प्रयोगों के लिए आवश्यक है। रोबोटिक्स ग्राफिटिंग के शोध कार्यों ले लिए भी कलम बांधने की प्रक्रिया को स्वचालित करके, दक्षता बढ़ाकर और नर्सरी उत्पादन में क्रांति ला सकता है। रोबोटिक ग्राफिटिंग सिस्टम ग्राफिटिंग की दक्षता, पौधों के जीवित रहने की दर और ग्राफ्ट किए गए पौधों की गुणवत्ता को बढ़ा सकते हैं। इसके अलावा, खासकर बड़े पैमाने पर होने वाले कार्यों में ये श्रम की तीव्रता को कम करके उत्पादकता में सुधार कर सकते हैं।

रोबोटिक्स फेनोटाइपिंग अध्ययन में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है क्योंकि यह स्वचालित और कुशल डेटा संग्रह एवं

विश्लेषण को सक्षम बनाता है। इससे वैज्ञानिक पौधों के लक्षणों का विशाल डेटा एकत्र कर सकते हैं, पौध प्रजनन प्रक्रिया को तेज कर सकते हैं और पौध फेनोटाइपिंग के लिए ए.आई-चालित नए तरीके विकसित कर सकते हैं। रोबोटिक्स की नियंत्रण में भी सहायक है, यह परिशुद्धता, दक्षता और स्थिरता को बढ़ाता है। यह रोबोट्स को कीटों की पहचान करने, लक्षित उपचार करने और डेटा एकत्र करने में सक्षम बनाता है। इससे कीटनाशकों का उपयोग कम होता है, पर्यावरण पर प्रभाव घटता है और कृषि कर्मियों की सुरक्षा में सुधार होता है। ग्रीनहाउस डिज़ाइन के कार्यों को स्वचालित करके, संसाधनों के उपयोग को अनुकूलित करके और फसल की गुणवत्ता को सुधारकर काम करता है। यह स्वचालन श्रम लागत को कम करता है, दक्षता बढ़ाता है और सटीक कृषि को सक्षम बनाता है, जिससे अंततः अधिक टिकाऊ और लाभदायक ग्रीनहाउस संचालन संभव होता है।

भारतीय कृषि में रोबोटिक्स की स्वीकार्यता एवं चुनौतियां

भारत में कृषि रोबोट्स की स्वीकार्यता धीरे-धीरे बढ़ रही है। सरकारी योजनाओं और स्टार्टअप इनोवेशन्स के कारण छोटे किसान भी ड्रोन और ऑटोमेटेड मशीनों का उपयोग कर रहे हैं। हालांकि, उच्च लागत और तकनीकी जागरूकता की कमी अभी भी चुनौतियां हैं, लेकिन भविष्य में कृषि रोबोटिक्स भारतीय खेती को बदल सकता है। कृषि में रोबोटिक्स के व्यापक उपयोग को कई कारक सीमित करते हैं, जिनमें उच्च प्रारंभिक लागत, किसानों में जागरूकता और प्रशिक्षण की कमी, प्रौद्योगिकी पर निर्भरता और मौजूदा प्रणालियों एवं बुनियादी ढांचे के साथ रोबोट को एकीकृत करने की चुनौतियां शामिल हैं। तकनीकी जटिलताएं, विश्वसनीयता संबंधी चिंताएं, नैतिक विचार और श्रम बाजार पर संभावित प्रभाव भी इन रोबोट की स्वीकार्यता में बड़ी चुनौतियां हैं।

कृषि में रोबोटिक्स की व्यवहारिक उपयोगिता

वर्तमान समय में रोबोट धीमी गति से करने वाले बारंबार तथा मेहनत भेरे कार्यों के लिए उपयोगी है, जिनका उचित कृषि कार्यों में प्रयोग करके फसल उत्पादन को बढ़ाया जा सकता है। रोबोट छोटे होने के साथ-साथ लगातार जोखिम भेरे कार्यों को बारंबार करने के लिए उपयुक्त हैं, जिनसे किसानों की कृषि मजदूरों पर निर्भरता कम हो सकती है। रोबोट को बुआई, निराई, गुड़ाई,

उर्वरक व कीटनाशकों, कटाई के छिड़काव आदि में लाया जा सकता है। अभी तक देश विदेश में विभिन्न प्रकार के कृषि रोबोटों का उपयोग किया गया है जिनमें से कुछ निम्न प्रकार हैं:-

बीज की बुआई व पौध रोपण

पूसा रोबोटिक सटीक प्लांटर: भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान ने बीज के बुआई के लिए रोबोटिक सटीक प्लांटर का विकास किया है। प्लांटर की लंबाई, चौड़ाई तथा ऊँचाई क्रमशः 1.75 मीटर, 2.10 मीटर तथा 1.25 मीटर है। प्लांटर का कुल वजन 460 किलोग्राम है तथा यह 70 एएच की चार बैटरीयों का उपयोग करता है और एक चार्ज में 4 घंटे तक काम कर सकता है। रोबोट वायरलेस नेटवर्क के माध्यम से जुड़ सकता है जिसे मोबाइल के माध्यम से निर्देश भेजे जा सकते हैं। रोबोट का प्रयोग धान तथा मक्के के बीज को बोने के लिए प्रयोग किया जा सकता है। (चित्र-1.)



चित्र-1. भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान द्वारा विकसित पूसा रोबोटिक प्रैसीजन प्लांटर

ट्रीरोवर बृक्षारोपण रोबोट: यह विक्टोरिया विश्वविद्यालय द्वारा विकसित वृक्षारोपण के लिए रोबोट है। यह बैटरी से चलता है और 10 पौधों का रोपण एक बार में कर सकता है। यह शंकुआकार भालनुमा यन्त्र द्वारा गहरा गड्ढा खोदता है और उसमें पौधे को



चित्र-2. ट्रीरोवर नाम का एक ट्री प्लांटिंग रोबोट

रोप देता है। इसके बाद दूसरे पिस्टन के द्वारा पौधे के चारों ओर मिट्टी चढ़ा दी जाती है। (चित्र-2.)

खरपतवार नियंत्रण व निराई गुडाई

पूसा निराई लघु रोबोट: पूसा निराई लघु रोबोट खेतों और ग्रीनहाउस में संकरी पंक्तियों में निराई और गुडाई कार्य को सरल और कुशल बनाने के लिए विकसित किया गया है। यह लगभग 15 किलोग्राम वजनी रोबोट रिमोट कंट्रोल की सहायता से दूर से संचालित किया जा सकता है और इसके पीछे एक छोटा कल्टीवेटर भी लगा होता है। यह 0.6 मीटर लंबा, 0.4 मीटर चौड़ा और 0.45 मीटर ऊंचा है, जिससे यह संकरी जगहों में आसानी से कार्य कर सकता है। यह 12 वोल्ट, 8 एच की दो लेड एसिड बैटरी से चलता है और संचालन में अत्यंत सरल है। यह रोबोट मानव श्रम की बचत करता है, संचालन में सुगम है और विशेष रूप से संकरी पंक्तियों वाले खेतों के लिए अत्यधिक उपयोगी सिद्ध होता है। (चित्र-3.)



चित्र-3. भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान द्वारा विकसित पूसा निराई लघु रोबोट खेत में निराई का कार्य करते हुए

वेरिएबल स्वाथ हर्बीसाइड एप्लीकेटर (वर्षा) रोबोट: भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान के कृषि अभियांत्रिकी संभाग द्वारा खरपतवारनाशी के सटीक छिड़काव के लिए एक अत्याधुनिक रोबोट विकसित किया गया है। यह भारत का पहला कृषि रोबोट है जिसे भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद द्वारा प्रमाणित किया गया है। यह रोबोट अपनी उन्नत रोबोटिक भुजाओं की सहायता से कैमरा और नोजल्स के माध्यम से खरपतवारों पर रसायन का सटीक छिड़काव करता है। कैमरा रंग के आधार पर खरपतवार की पहचान करता है और केवल उन्हीं स्थानों पर दवा का छिड़काव

करता है जहां पर खरपतवार मौजूद हो। जिससे रसायनों की बचत और पर्यावरण की सुरक्षा सुनिश्चित होती है। इस रोबोट की एक महत्वपूर्ण विशेषता यह है कि इसकी चौड़ाई को 1.4 मीटर से 2.8 मीटर तक समायोजित किया जा सकता है। यह विभिन्न प्रकार की फसलों की कतारों के बीच से आसानी से गुजर सकता है, जिससे फसलों को यांत्रिक क्षति नहीं होती। रोबोट की लंबाई 3.0 मीटर, ऊंचाई 2.5 मीटर और वजन लगभग 450 किलोग्राम है। इसके दो पहियों के बीच 1.0 मीटर का ग्राउंड क्लीयरेंस है, जो इसे विभिन्न ऊंचाई की सज्जियों के खेतों में बिना फसल को नुकसान पहुंचाए चलने योग्य बनाता है। यह रोबोट सौर ऊर्जा और बैटरी से संचालित होता है तथा अधिकतम 4.0 किलोमीटर प्रति घंटा की गति से चल सकता है। इसमें विशेष प्रकार का गियर बॉक्स लगा है जो बल आधूर्ण का समायोजन करता है, जिससे इसकी संचालन क्षमता बढ़ जाती है। इस रोबोट को एक रिमोट कंट्रोल की मदद से 1.0 किलोमीटर की परिधि में आसानी से नियंत्रित किया जा सकता है। रिमोट के साथ एक डिस्प्ले भी जुड़ा होता है, जिसमें रोबोट के सामने लगे कैमरे का सीधा प्रसारण देखा जा सकता है। यह सुविधा किसान को एक ही स्थान पर बैठकर रोबोट संचालित करने की सुविधा प्रदान करती है। (चित्र-4.)



चित्र-4. भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान द्वारा विकसित पूसा वेरिएबल स्वाथ हर्बीसाइड एप्लीकेटर (वर्षा) रोबोट

एवो रोबोट : एवो रोबोट कृत्रिम बुद्धिमत्ता का प्रयोग करते हुए खरपतवार की पहचान करता है और सूक्ष्म मात्रा में खरपतवारनाशी रसायनों का छिड़काव करता है। रोबोट 1 सेंटीमीटर सटीकता तक काम करता है और परंपरागत यंत्रों की तुलना में 90% खरपतवारनाशी रसायन की बचत करता है। इस रोबोट की क्षेत्र क्षमता 0.6 हैक्टेयर/घंटा है तथा रोबोट प्रतिदिन लगातार 10 घंटे कार्य कर सकता है। (चित्र-5.)



चित्र-5. एवो नामक रोबोट खेतों में निराई का कार्य करते हुए

टेड रोबोट: यह रोबोट सटीकता के साथ लगातार 8 घंटे निराई का कार्य अंगूर की खेत में कर सकता है। यह निराई के साथ-साथ खरपतवारनाशी रसायनों को भी छिड़क सकता है। रोबोट का बजन लगभग 800 किलोग्राम है यह 4 किलोमीटर प्रति घंटे की गति से चल सकता है। (चित्र-6.)



चित्र-6. टेड नामक रोबोट अंगूर के बगीचे में कार्य करते हुए

कीटनाशक छिड़काव

रोबोटिक कीटनाशक एप्लीकेटर: खरपतवारनाशी के सटीक छिड़काव के लिए कृषि अभियांत्रिकी संभाग द्वारा रोबोट को विकसित किया गया है यह ग्रीनहाउस और खेत दोनों में ही कार्य कर सकता है। किसानों को ग्रीनहाउस के बंद वातावरण के कारण कृषि गतिविधियों को करते समय रासायनिक जोखिम और असामान्य शारीरिक मुद्रा संबंधी तनाव जैसे व्यावसायिक स्वास्थ्य परेशानियों का सामना करना पड़ता है। इसलिए, किसान को जोखिम और थकान से बचाने के लिए, ग्रीनहाउस छिड़काव में रसायनों के छिड़काव के लिए एक टेलीरोबोटिक लक्ष्य-विशिष्ट कीटनाशक एप्लीकेटर को विकसित किया गया है। इसमें मुख्य रूप से एक प्राइम मूवर, एक अल्ट्रासोनिक सेंसर-आधारित लक्ष्य-विशिष्ट छिड़काव प्रणाली और इलेक्ट्रॉनिक नियंत्रण इकाई

दिए गए हैं। रोबोट को ग्रीनहाउस के बंद वातावरण में सुगमता से चलाया जा सकता है जिसे किसान दूर बैठकर रिमोट से नियंत्रित कर सकता है। इसके लिए किसान को ग्रीनहाउस के अंदर बैठने की आवश्यकता नहीं पड़ती है। (चित्र-7.)



चित्र-7. ग्रीनहाउस के लिए रोबोटिक कीटनाशक एप्लीकेटर

छिड़काव प्रणाली में, पौधे की उपस्थिति और ऊंचाई का पता लगाने के लिए अल्ट्रासोनिक सेंसर आधारित प्रणाली का उपयोग किया गया है। सेंसर के संकेत के आधार पर माइक्रोकंट्रोलर द्वारा सोलेनॉइड वाल्व बंद व खोला जाता है। विकसित रोबोटिक स्प्रेयर के द्वारा लगभग 24% तक कीटनाशक की बचत होती है। चूंकि रोबोट को दूर से संचालित किया जा सकता है, इसलिए ऑपरेटर को रसायनों के संपर्क में नहीं आना पड़ता है और उसे लगातार ग्रीनहाउस के कठोर अंत: वातावरण में काम नहीं करना पड़ता है।

फलों की तोड़ाई

शिक्षण, शोध संस्थान व एग्रीकल्चरल कंपनियां कृत्रिम बुद्धिमत्ता व आधुनिक तकनीकों का प्रयोग करके फलों की तोड़ाई के लिए रोबोट को विकसित करने में लगे हुए हैं।

स्ट्रॉबेरी हार्वेस्टिंग रोबोट: ऑक्टिनियन कंपनी ने स्ट्रॉबेरी की तुड़ाई के लिए 'रुबियन' नाम का एक अत्याधुनिक रोबोट विकसित किया है। यह रोबोट खास सेंसर और सॉफ्ट टच तकनीक से लैस है, जो पके हुए फलों की पहचान कर उन्हें बेहद कोमलता से तोड़ता है ताकि फल को कोई नुकसान न हो। रुबियन एक दिन में लगभग 180 से 360 किलो तक स्ट्रॉबेरी तोड़ने में सक्षम है, जिससे खेतों में श्रमिकों पर निर्भरता कम होती है और उत्पादन दर बढ़ती है। इसकी डिज़ाइन ग्रीनहाउस और खुले खेतों दोनों के लिए उपयुक्त है और यह खेतों में स्वचालित रूप से रास्ता खोजते

हुए काम कर सकता है। रुबियन खेती में तकनीकी क्रांति का एक बेहतरीन उदाहरण है, जो फलों की गुणवत्ता बनाए रखते हुए किसानों को अधिक कुशल और लाभकारी उत्पादन का अवसर प्रदान करता है। (चित्र-8.)



चित्र-8. ऑपरेटिंग नामक कंपनी द्वारा विकसित रोबोट स्ट्राबेरी टोड़ते हुए

शिमला मिर्च हार्वेस्टिंग रोबोट: यह रोबोट उन्नत तकनीकियों के साथ बनाया गया है। इसमें एक स्वायत्त निर्देशक प्लेटफॉर्म है जिसके ऊपर एक मैनिपुलेटर लगाया गया है। प्लेटफॉर्म के ऊपर आरजीबी कैमरा के साथ-साथ एक गहराई मापने का कैमरा भी लगाया गया है जो कि फलों की स्थिति पहचानने में सहायक होता है। इसमें एक डीप-लर्निंग आधारित छवि पहचान एल्गोरिदम भी जोड़ी गई है, जो फल के आसपास की रुकावटों को भांपकर सबसे उपयुक्त दिशा से कटाई सुनिश्चित करता है। (चित्र-9.)



चित्र-9. स्वचालित शिमला मिर्च की कटाई करने वाला रोबोट

स्वचालित घास की कटाई

आईरोबोट स्वचालित मोवर: मोविंग कंपनी द्वारा आईरोबोट नामक स्वचालित मोवर बनाया गया है। यह 6 से 8 घंटे तक कार्य कर सकता है जिसे बैटरी द्वारा ऊर्जा दी जाती है। रोबोट को चलाने के लिए मशीन लर्निंग, कंप्यूटर विज़न और सेंसर्स का प्रयोग किया गया है। अन्य रोबोटों की भाँति ये भी आरटीके जीपीएस का प्रयोग करके घास के मैदान की सीमाओं को ध्यान में रख कर बिंदुपथ तैयार कर सकता है और पेड़ों का पता लगा सकता और बाधाओं से बचने के लिए अपने मार्ग में उचित बदलाव ला सकता है। (चित्र-10.)



चित्र-10. आईरोबोट स्वचालित मोवर मैदान में घास काटते हुए

फिनोटाइप जानकारी एकत्रीकरण

ईरा स्काउटिंग रोबोट: यह रोबोट एक स्काउटिंग रोबोट है जो खेत में तेजी के साथ सेंसरों के माध्यम से पौधों के फेनोटाइपिंग की जानकारी एकत्र करता है। यह पौधे की संरचना, बनावट, किल्लों की संख्या आदि की जानकारी इकट्ठा करता है साथ ही साथ यह रोबोट आरटीके जीपीएस का प्रयोग करके सटीकता के साथ दिए गए पथ बिंदुओं के अनुसार खेत में चलने में सक्षम है। रोबोट का नियंत्रण एक स्मार्टफोन के जरिए भी किया जा सकता है इसके साथ ही कार्य के दौरान रोबोट की निगरानी भी स्मार्टफोन के जरिए की जा सकती है। चित्र-11.



चित्र-11. “ईरा” नामक रोबोट खेत में फिनोटाइप जानकारी एकत्र करते हुए

निष्कर्ष

ऑटोमेशन और रोबोटिक्स पर शैक्षणिक व शोध संस्थान लगातार कार्य कर रहे हैं, ताकि मिट्टी की तैयारी, बुआई, रोपण, निराई-गुडाई, पादप सुरक्षा प्रबंधन और कटाई जैसे कृषि कार्यों के लिए उन्नत मशीनें बनाई जा सकें। नए स्टार्टअप और कृषि मशीन निर्माता भी रोबोटिक्स पर अपनी रुचि दिखा रहे हैं। कृषि में रोबोटिक क्षेत्र एक उभरता हुआ बाजार है जिसमें रोजगार के

सूजन की अपार संभावनाएं तो हैं ही साथ ही साथ युवा पीढ़ी को कृषि की ओर आकर्षित करने में भी सक्षम है। ऑटोमेशन और रोबोटिक्स न केवल उत्पादन बल्कि शोध कार्यों के लिए भी महत्वपूर्ण हैं। यद्यपि ऑटोमेटेड मशीनें अभी महंगी हैं, किंतु भविष्य में जब इनका बड़े पैमाने पर उत्पादन किया जाएगा तो ये सस्ती सिद्ध होगी।

———— *** —————

“

जब हम अपना जीवन, जननी हिंदी,
मातृभाषा हिंदी के लिये समर्पण कर दे तब
हम किसी के प्रेमी कहे जा सकते हैं।

”

सेठ गोविंददास

“

अहिंदी भाषा-भाषी प्रांतों के लोग भी
सरलता से टूटी-फूटी हिंदी बोलकर अपना
काम चला लेते हैं।

”

अनंतशयनम् आयंगार

डिजिटल युग में परिशुद्ध कृषि : भारतीय किसानों के लिए वरदान

रमनजीत कौर, टीकम सिंह एवं एस एल मीणा

संस्था विज्ञान संभाग, भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली-110 012

भारत कृषि प्रधान देश होने के नाते सदियों से अपनी कृषि परंपराओं और अनुभवों पर निर्भर रहा है। परंतु आधुनिक समय में ऐसे कई कारण सामने आए हैं जो कृषि क्षेत्र के लिए गंभीर चुनौतियां उत्पन्न कर रहे हैं। तेजी से बढ़ती जनसंख्या के कारण खाद्य सुरक्षा की मांग बढ़ी है। जबकि कृषि भूमि में लगातार गिरावट और सीमित प्राकृतिक संसाधन इस आवश्यकता को पूरा करने में बाधा डाल रहे हैं। इसके अलावा जलवायु परिवर्तन के प्रभाव से मौसमी अनियमितताएं और प्राकृतिक आपदाओं की संभावना भी कृषि उत्पादन पर विपरीत प्रभाव डाल रही है। इन सभी चुनौतियों के बीच पारंपरिक कृषि प्रणालियां, जो कई दशकों से उपयोग में लाई जा रही हैं, अब उतनी प्रभावशीलता से काम नहीं कर पा रही हैं। पारंपरिक विधियों में अक्सर संसाधनों का अपव्यय होता है। जिससे खेती की लागत बढ़ जाती है और उत्पादन में स्थायित्व नहीं रह पाता। इसके परिणामस्वरूप किसानों को न केवल पर्याप्त उत्पादन में कमी का सामना करना पड़ता है। बल्कि उनकी आर्थिक स्थिति पर भी बुरा प्रभाव पड़ता है।

इसी संदर्भ में परिशुद्ध कृषि (Precision Agriculture) एक नवीन और उन्नत समाधान के रूप में उभर रही है। परिशुद्ध कृषि में आधुनिक तकनीकों का उपयोग करके खेतों का विस्तृत विश्लेषण किया जाता है। इसमें ड्रोन, सैटेलाइट इमेजरी, सेंसर आधारित निगरानी, डेटा एनालिटिक्स, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) तथा इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) जैसी तकनीकों का संयोजन किया जाता है।

परिशुद्ध कृषि क्या है?

परिशुद्ध कृषि, जिसे "सटीक खेती" (Precision Farming) भी कहा जाता है। वह आधुनिक कृषि प्रणाली का एक अभिनव तरीका है। जिसमें खेती को अधिक कुशल, किफायती और

टिकाऊ बनाने के लिए सूचना प्रौद्योगिकी (Information Technology), रिमोट सेंसिंग (Remote Sensing), भौगोलिक सूचना प्रणाली (Geographic Information System - GIS) और ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम (Global Positioning System - GPS) जैसी अत्याधुनिक तकनीकों का उपयोग किया जाता है। यह तकनीक किसानों को उनके खेत की गहरी समझ प्रदान करने के साथ-साथ कृषि संसाधनों जैसे पानी, उर्वरक, कीटनाशकों और बीजों के अधिकतम प्रभावी और संतुलित उपयोग में मदद करती है। पारंपरिक कृषि में आमतौर पर पूरे खेत में एक समान मात्रा में उर्वरक, कीटनाशक और पानी का प्रयोग किया जाता है। जिससे कई बार संसाधनों की अनावश्यक बर्बादी होती है और उत्पादन पर भी विपरीत प्रभाव पड़ता है। इसके विपरीत, परिशुद्ध कृषि खेत के विभिन्न भागों की आवश्यकताओं के अनुसार संसाधनों का सही और सटीक मात्रा में वितरण सुनिश्चित करती है। सटीक कृषि वह प्रणाली है जिसमें उन्नत तकनीकों के जरिए खेत की वास्तविक और विशिष्ट ज़रूरतों को समझकर निर्णय लिए जाते हैं और फिर कृषि कार्यों को उन्हीं निर्णयों के अनुरूप सटीकता से किया जाता है।

सटीक कृषि की अवधारणा और उद्देश्य

सटीक कृषि की अवधारणा 1980 के दशक में पहली बार विकसित हुई, जब कंप्यूटर तकनीक और भौगोलिक सूचना प्रणाली (GPS) जैसी तकनीकों का प्रयोग कृषि में शुरू हुआ। प्रारंभ में इसका उद्देश्य मुख्यतः मिट्टी की स्थिति का बेहतर आकलन करना था, लेकिन बाद में यह पूरी कृषि प्रणाली के प्रबंधन तक विस्तारित हो गया। 1990 के दशक में भौगोलिक सूचना प्रणाली (GPS) और वैश्विक स्थिति निर्धारण प्रणाली (GIS) के उपयोग में तेजी आई और इसने सटीक कृषि को अधिक व्यापक बना दिया।

एकत्रित डेटा को जीआइएस (Geographic Information System) और ए.आई (Artificial Intelligence) आधारित सॉफ्टवेयर के माध्यम से विश्लेषित किया जाता है, जिससे फसल की ज़रूरतों, संभावित समस्याओं और आवश्यक सुधारात्मक कार्यवाहियों की पहचान की जाती है। विश्लेषण के परिणामों के आधार पर किसानों को सटीक और वैज्ञानिक सलाह दी जाती है, जिससे वे अपने खेतों में कुशलतापूर्वक संसाधनों का उपयोग कर सकें। इसके तहत सिंचाई प्रबंधन, उर्वरकों और कीटनाशकों का सही मात्रा में और सही समय पर उपयोग, फसल सुरक्षा उपाय, और अन्य कृषि गतिविधियों की योजना बनाई जाती है। इस तकनीक का उद्देश्य पारंपरिक कृषि की कमियों को दूर करते हुए उत्पादन क्षमता बढ़ाना, संसाधनों का कुशल उपयोग सुनिश्चित करना, पर्यावरण संरक्षण को बढ़ावा देना, कृषि लागत को कम करना और किसानों की आर्थिक स्थिति को सुदृढ़ बनाना है, जिससे कृषि अधिक टिकाऊ और लाभदायक बनती है। आइए इन उद्देश्यों को विस्तार से समझते हैं।

उत्पादन में वृद्धि (Enhancing Productivity): सटीक कृषि में ड्रोन, सेंसर, सैटेलाइट इमेजिंग और डेटा एनालिटिक्स का उपयोग करके मिट्टी की गुणवत्ता, फसल की स्थिति और जलवायु परिस्थितियों का विश्लेषण किया जाता है। ऐसा करने से मिट्टी और फसल की आवश्यकताओं के अनुरूप प्रबंधन से उत्पादन गुणवत्तापूर्ण और अधिक होता है। खेत के प्रत्येक भाग की वास्तविक आवश्यकताओं के अनुसार उर्वरक, कीटनाशक और पानी की सही मात्रा तय की जाती है। स्मार्ट मशीनरी और स्वचालित प्रणाली (जैसे कि रोबोटिक्स और आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस) फसल प्रबंधन को अधिक प्रभावी बनाते हैं। इस तरह कम संसाधनों में ज्यादा उपज प्राप्त होती है, जिससे खाद्यान्न उत्पादन में वृद्धि होती है।

संसाधनों के उपयोग में कुशलता (Efficient Resource Utilization): वेरिएबल रेट टेक्नोलॉजी (Variable Rate Technology - VRT) का उपयोग करके उर्वरकों और कीटनाशकों को सिर्फ ज़रूरत के अनुसार खेत में डाला जाता है। ऐसा करने से कीटनाशक आदि ज़मीन में नहीं जा पाते हैं और मिट्टी और पानी प्रदूषण से बचे रहते हैं। इसी तरह सेंसर और आईओटी (Internet of Things) आधारित सिंचाई प्रणाली केवल तब और वहीं पानी देती है, जहां और जब ज़रूरत होती

है। पानी का सही उपयोग होता है। ड्रोन और स्मार्ट मशीनों की सहायता से खेतों की निगरानी करके मानव श्रम और अन्य संसाधनों का अनावश्यक उपयोग कम किया जाता है। ज़रूरत के अनुसार संसाधनों का उपयोग करके जल, उर्वरक और ऊर्जा जैसे संसाधनों की बर्बादी को रोका जा सकता है और कृषि में कम निवेश में अधिक उत्पादन प्राप्त किया जा सकता है।

पर्यावरण संरक्षण (Environmental Sustainability): पर्यावरण संरक्षण कृषि में एक महत्वपूर्ण पहलू है, जिससे प्राकृतिक संसाधनों का संतुलित उपयोग किया जाता है और भविष्य की पीढ़ियों के लिए उनकी उपलब्धता सुनिश्चित की जाती है। मिट्टी की उर्वरता को बनाए रखने के लिए रसायनों और सिंथेटिक उर्वरकों के अनियन्त्रित उपयोग को सीमित किया जाता है, जिससे मिट्टी में जैविक तत्वों की मात्रा संतुलित बनी रहती है और इसकी संरचना में सुधार होता है। साथ ही, कीटनाशकों और रसायनों के सटीक अनुप्रयोग (Precise Application of Pesticides) को अपनाकर फसलों को हानिकारक कीटों और बीमारियों से बचाया जाता है, जिससे अनावश्यक रासायनिक अपशिष्ट का निर्माण नहीं होता। यह न केवल मिट्टी और जल की गुणवत्ता को बनाए रखने में सहायक होता है, बल्कि भूमिगत जल स्रोतों में रासायनिक प्रदूषण को भी कम करता है, जिससे पर्यावरण पर सकारात्मक प्रभाव पड़ता है।

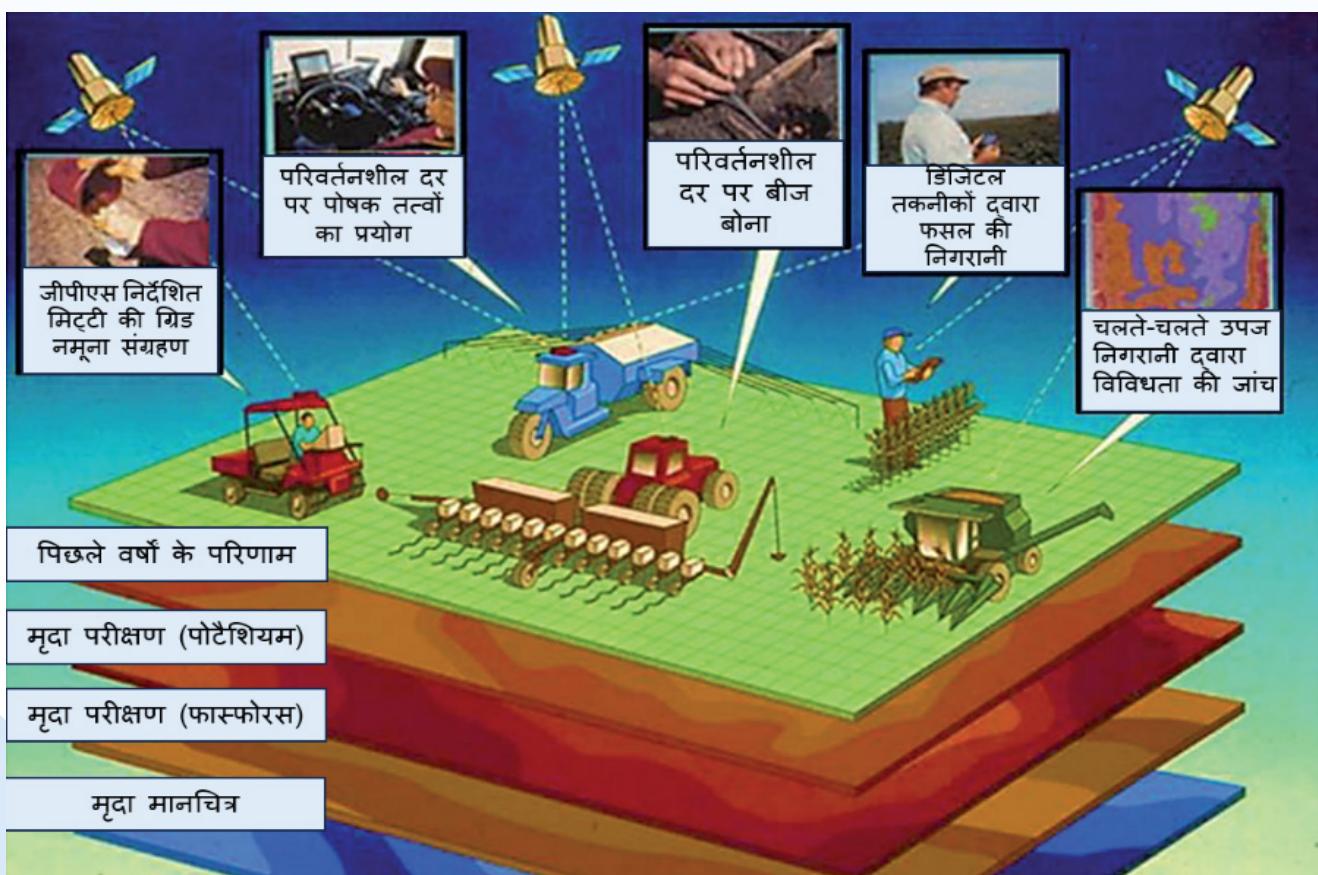
इसके अलावा, जल संसाधनों के सतत उपयोग के लिए सटीक सिंचाई प्रणाली अपनाई जाती है, जिससे भूजल के अत्यधिक दोहन को रोका जा सकता है और जल की बर्बादी को कम किया जा सकता है। आधुनिक कृषि तकनीकों जैसे संरक्षित खेती (Conservation Agriculture) को अपनाकर खेतों में जल निकासी की उचित व्यवस्था की जाती है, जिससे भूमि कटाव को रोका जा सके और मिट्टी की नमी को बनाए रखा जा सके। साथ ही, न्यूनतम जुताई और फसल अवशेषों के पुनः उपयोग से कार्बन उत्पर्जन को कम किया जाता है, जिससे जलवायु परिवर्तन के नकारात्मक प्रभावों को कम करने में मदद मिलती है। इस प्रकार, पर्यावरणीय स्थिरता को ध्यान में रखते हुए अपनाई गई ये तकनीकें न केवल कृषि उत्पादन को टिकाऊ बनाती हैं, बल्कि प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण में भी योगदान देती हैं।

कृषि लागत में कमी (Reduction in Farming Costs)- कृषि लागत में कमी एक महत्वपूर्ण पहलू है, जिससे किसानों की

आय में वृद्धि होती है और खेती को अधिक लाभकारी बनाया जा सकता है। रसायनों और जल की कम खपत से इनपुट लागत में उल्लेखनीय कमी आती है, जिससे किसानों को अतिरिक्त आर्थिक बोझ से बचाया जा सकता है। सटीक सिंचाई प्रणाली और जैविक उर्वरकों के उपयोग से जल और रासायनिक उर्वरकों की आवश्यकता कम हो जाती है, जिससे संसाधनों का कुशल प्रबंधन संभव हो पाता है। आधुनिक तकनीकों, जैसे ड्रोन और ऑटोमेटेड मशीनों, के उपयोग से श्रम लागत को भी काफी हद तक कम किया जा सकता है। ड्रोन के माध्यम से कीटनाशकों और उर्वरकों का सटीक छिड़काव किया जाता है, जिससे फसलों की सुरक्षा में सुधार होता है और श्रम पर निर्भरता कम होती है। साथ ही, मृदा स्वास्थ्य की नियमित निगरानी के माध्यम से अत्यधिक उर्वरकों और कीटनाशकों के उपयोग को नियंत्रित किया जाता है, जिससे न केवल लागत घटती है बल्कि मिट्टी और पर्यावरण पर भी सकारात्मक प्रभाव पड़ता है। इसके अलावा, संभावित रोगों और कीटों की भविष्यवाणी करने के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) और डेटा एनालिटिक्स का उपयोग किया जा सकता है, जिससे फसलों को समय पर सुरक्षित किया जा सके। यह किसानों को

अनावश्यक नुकसान से बचाने में मदद करता है और उत्पादन को अधिक स्थिर बनाता है। इस प्रकार, आधुनिक कृषि पद्धतियों और तकनीकों नवाचारों को अपनाकर खेती की लागत को प्रभावी रूप से कम किया जा सकता है, जिससे यह अधिक टिकाऊ और आर्थिक रूप से लाभदायक बनती है।

किसानों के आर्थिक लाभ में वृद्धि (Enhancing Farmers' Profitability)- किसानों के आर्थिक लाभ में वृद्धि कृषि क्षेत्र की स्थिरता और समृद्धि के लिए अत्यंत आवश्यक है। उच्च गुणवत्ता वाली उपज प्राप्त होने से किसानों को बेहतर बाजार मूल्य मिलता है, जिससे उनकी आय में वृद्धि होती है। जैविक खेती, सटीक कृषि (Precision Agriculture) और आधुनिक उत्पादन तकनीकों के उपयोग से फसल की गुणवत्ता में सुधार किया जा सकता है, जिससे किसानों को प्रतिस्पर्धात्मक बाजार में लाभकारी मूल्य प्राप्त करने में मदद मिलती है। इसके अतिरिक्त, लागत में कमी और उत्पादन में वृद्धि से किसानों का शुद्ध लाभ (Net Profit) बढ़ता है। जब उर्वरकों, कीटनाशकों और जल जैसे इनपुट्स की खपत कम होती है, तो कुल खर्च घटता है, और यदि उपज अधिक हो तो किसानों को अतिरिक्त



चित्र: सटीक कृषि में उपयोग होने वाली तकनीकों का वृद्ध्यात्मक चित्रण

आय प्राप्त होती है। यही कारण है कि ड्रोन, ऑटोमेटेड मशीनरी, और सटीक सिंचाई प्रणालियों जैसी तकनीकों को अपनाने से न केवल लागत घटती है, बल्कि उत्पादकता भी बढ़ती है।

आज के डिजिटल युग में, डिजिटल प्लेटफॉर्म और ई-कॉर्मस किसानों को अपने उत्पाद सीधे उपभोक्ताओं तक पहुंचाने का अवसर प्रदान कर रहे हैं। ऑनलाइन मार्केटप्लेस, कृषि मोबाइल एप, और सोशल मीडिया चैनलों के माध्यम से किसान बिचौलियों की भूमिका को कम करके अपने उत्पादों को सही मूल्य पर बेच सकते हैं, जिससे उनकी आय में वृद्धि होती है। इसके अलावा, जलवायु अनुकूल कृषि तकनीकों को अपनाकर प्राकृतिक आपदाओं से होने वाले जोखिमों को भी कम किया जा सकता है। सूखा, बाढ़, और कीट संक्रमण जैसी समस्याएं किसानों की आय पर प्रतिकूल प्रभाव डालती हैं, लेकिन जलवायु-स्मार्ट कृषि पद्धतियों, जैसे कि सूखा-सहिष्णु फसलों की खेती, मल्टिवंग, और संरक्षित खेती (Conservation Agriculture), के माध्यम से इन जोखिमों को काफी हद तक कम किया जा सकता है। इस प्रकार, उन्नत कृषि तकनीकों, लागत-कटौती उपायों, डिजिटल मार्केटिंग और जलवायु अनुकूल प्रथाओं को अपनाकर किसानों की आर्थिक स्थिति को सुदृढ़ किया जा सकता है, जिससे उनकी लाभप्रदता और आजीविका में स्थाई सुधार संभव हो सके।

रिमोट सेंसिंग (Remote Sensing) और इसकी भूमिका

रिमोट सेंसिंग एक अत्याधुनिक तकनीक है जो उपग्रहों (satellites) और ड्रोन (drones) के माध्यम से भूमि, फसलों और पर्यावरण की निगरानी करने की सुविधा प्रदान करती है। इस तकनीक का उपयोग कृषि में कई महत्वपूर्ण उद्देश्यों के लिए किया जाता है, जैसे:



चित्र: खेत में उपज की स्थानिक विविधता को दर्शाता एंगीन उपज मानचित्र

फसल स्वास्थ्य विश्लेषण:

रिमोट सेंसिंग के माध्यम से पौधों की क्लोरोफिल सामग्री, जल तनाव, पोषण स्थिति और समग्र स्वास्थ्य का आकलन किया जाता है। नाइट्रोजन की कमी, जल की कमी या कीट-रोग संक्रमण जैसी समस्याओं की पहचान जल्दी की जा सकती है।

मिट्टी और सिंचाई प्रबंधन:

मिट्टी की नमी, जलभराव और लवणीयता जैसी समस्याओं को समझने के लिए हाइपरस्पेक्ट्रल और मल्टीस्पेक्ट्रल इमेजिंग तकनीकों का उपयोग किया जाता है। यह किसानों को सिंचाई और उर्वरकों के उचित प्रबंधन में मदद करता है।

कीट और रोग प्रबंधन:

रिमोट सेंसिंग इमेजरी के माध्यम से पौधों पर पड़ने वाले संक्रमण के शुरुआती लक्षणों को पहचाना जा सकता है, जिससे समय रहते उपयुक्त कीटनाशकों या जैविक उपायों का प्रयोग किया जा सकता है।

फसल उत्पादन अनुमान और आपदा प्रबंधन:

विभिन्न फसलों की उत्पादकता और बुआई के क्षेत्र का विश्लेषण करके उत्पादन का पूर्वानुमान लगाया जा सकता है। इसके अलावा, प्राकृतिक आपदाओं (सूखा, बाढ़, पाला) के प्रभाव को मापा जा सकता है, जिससे किसानों को राहत योजनाओं का लाभ मिल सके।

इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) और कृषि में इसका उपयोग

इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) तकनीक के माध्यम से खेतों में लगाए गए सेंसर और स्मार्ट उपकरणों के जरिए महत्वपूर्ण डेटा संकलित किया जाता है। इस डेटा का विश्लेषण करके किसानों को वास्तविक समय (real-time) में सटीक जानकारी प्रदान की जाती है।

मिट्टी की नमी और पोषण निगरानी:

आईओटी आधारित सेंसर खेत की मिट्टी में नमी की मात्रा, तापमान, pH स्तर और पोषक तत्वों (नाइट्रोजन, फॉस्फोरस, पोटैशियम) की उपलब्धता का मापन करते हैं। किसान इन डेटा के आधार पर जरूरत के अनुसार सिंचाई और उर्वरकों का उपयोग कर सकते हैं।

स्टीक मौसम पूर्वानुमान:

आईओटी आधारित मौसम स्टेशन तापमान, नमी, हवा की गति और वर्षा की स्थिति का अनुमान लगाते हैं। इससे किसानों को खेत में सही समय पर कार्य करने में सहायता मिलती है, जैसे बुआई, सिंचाई और फसल सुरक्षा उपाय आदि।

स्मार्ट सिंचाई और जल प्रबंधन:

सेंसर आधारित सिंचाई प्रणालियां मिट्टी की नमी के अनुसार पानी की आपूर्ति को स्वचालित (automate) कर सकती हैं, जिससे जल संरक्षण होता है और सिंचाई दक्षता बढ़ती है।

कीट और रोग प्रबंधन:

आईओटी आधारित ट्रैप्स और कैमरा सेंसर की मदद से कीटों की गतिविधियों को मॉनिटर किया जाता है। यदि किसी क्षेत्र में कीट संक्रमण बढ़ता है, तो किसान को अलर्ट भेजा जाता है ताकि समय पर कीटनाशक या जैविक नियंत्रण उपाय किए जा सकें।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए.आई) और मशीन लर्निंग (एमएल) का कृषि में योगदान

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (Artificial Intelligence - AI) और मशीन लर्निंग (Machine Learning - ML) डेटा-आधारित विश्लेषण तकनीकें हैं जो कृषि क्षेत्र में नई क्रांति ला रही हैं। ये तकनीकें बड़ी मात्रा में डेटा को प्रोसेस करके निर्णय लेने की प्रक्रिया को सरल और प्रभावी बनाती हैं।

फसल प्रबंधन और उपज पूर्वानुमान:

ए.आई और एमएल एल्गोरिदम कृषि डेटा (मिट्टी की गुणवत्ता, मौसम डेटा, फसल वृद्धि, उपग्रह चित्र) का विश्लेषण करके फसल उत्पादन का अनुमान लगाते हैं। इससे किसानों को यह पता चलता है कि कौन-सी फसल अधिक लाभदायक होगी और कौन-से क्षेत्र में फसल की उपज अधिक होगी।

रोग पहचान और प्रबंधन:

मशीन लर्निंग आधारित मॉडल पौधों की पत्तियों और तनों की छवियों का विश्लेषण करके रोगों (फंगस, बैक्टीरिया, वायरस) की पहचान कर सकते हैं। इससे सही समय पर उपचार किया जा सकता है और उत्पादन हानि को कम किया जा सकता है।

स्वचालित निराई-गुड़ाई और रोबोटिक्स:

ए.आई-सक्षम रोबोट खरपतवार नियंत्रण के लिए विशिष्ट तकनीकों (जैसे लेजर तकनीक, ऑटोमैटिक वीडिंग मशीन) का

उपयोग करते हैं। यह श्रम लागत को कम करता है और पर्यावरण के अनुकूल निराई-गुड़ाई को बढ़ावा देता है।

स्टीक कृषि और संसाधन प्रबंधन:

ए.आई ड्रोन और स्मार्ट उपकरणों के साथ मिलकर काम करता है, जिससे मिट्टी की उर्वरता, जल प्रबंधन और उर्वरकों के वितरण को बेहतर तरीके से नियंत्रित किया जा सकता है।

बाजार और मूल्य पूर्वानुमान:

ए.आई मॉडल किसानों को विभिन्न बाजारों के दामों और मांग की भविष्यवाणी करने में मदद करते हैं, जिससे वे अपनी उपज को सही समय पर सही कीमत पर बेच सकते हैं।

स्टीक कृषि में प्रयुक्त उपकरण और मशीनरी

जीपीएस ट्रैक्टर: स्टीकता और दक्षता से खेतों में कार्य

जीपीएस (Global Positioning System) ट्रैक्टर आधुनिक कृषि में एक महत्वपूर्ण नवाचार हैं, जो खेतों में बीज बोने, उर्वरक डालने और फसल कटाई के कार्यों को उच्च स्टीकता और कम मेहनत के साथ संपन्न करते हैं। ये ट्रैक्टर ऑटो-स्टेरिंग (Auto-Steering) प्रणाली से नियंत्रित होते हैं, जिससे किसान को मशीन चलाने में ज्यादा प्रयास नहीं करना पड़ता और खेत में ट्रैक्टर का मार्ग अधिक स्टीक रहता है। इसके अलावा, जीपीएस ट्रैक्टर यह सुनिश्चित करते हैं कि बीज और उर्वरकों का वितरण समान रूप से हो, जिससे संसाधनों की बर्बादी कम होती है और उत्पादन अधिक होता है। इन ट्रैक्टरों में सेंसर और डेटा मॉनिटरिंग सिस्टम लगे होते हैं, जो फसल की वृद्धि के प्रत्येक चरण को ट्रैक कर सकते हैं। इससे किसानों को सही समय पर आवश्यक कृषि कार्य करने में सहायता मिलती है, जिससे उत्पादन की गुणवत्ता में सुधार होता है और श्रम लागत कम होती है।

ड्रोन: खेतों की निगरानी और स्टीक फसल प्रबंधन

ड्रोन (Drones) या UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) आधुनिक कृषि में तेजी से लोकप्रिय हो रहे हैं, क्योंकि वे खेतों की निगरानी, कीटनाशकों का छिड़काव और फसल की समस्याओं का पता लगाने में मदद करते हैं। मल्टीस्पेक्ट्रल और हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग तकनीकों से लैस ड्रोन खेत की स्थिति को ऊंचाई से स्कैन करते हैं और पत्तियों के रंग, नमी स्तर और रोगों के शुरुआती संकेतों का विश्लेषण करते हैं। यह किसानों को समय रहते आवश्यक कदम उठाने की सुविधा देता है, जिससे फसल की

हानि कम होती है। ड्रोन कीटनाशकों और उर्वरकों के छिड़काव में भी उपयोगी सिद्ध होते हैं, क्योंकि ये छिड़काव को समान रूप से वितरित करते हैं और मैन्युअल छिड़काव की तुलना में अधिक सटीक और तेज़ होते हैं। इससे रसायनों की खपत कम होती है और पर्यावरण पर नकारात्मक प्रभाव घटता है।

आईओटी सेंसर: खेत की स्थिति की सटीक निगरानी

आईओटी (Internet of Things) सेंसर खेतों में विभिन्न पर्यावरणीय परिस्थितियों की निगरानी करते हैं, जिससे किसान को मिट्टी की नमी, तापमान, पोषक तत्वों की उपलब्धता, वायुमंडलीय दबाव और अन्य कारकों की सटीक जानकारी मिलती रहती है। इन सेंसरों से एकत्रित डेटा को मोबाइल एप या कंप्यूटर सिस्टम के माध्यम से किसानों तक पहुंचाया जाता है, जिससे वे फसल की आवश्यकताओं के अनुसार उचित निर्णय ले सकते हैं। उदाहरण के लिए, यदि किसी खेत की मिट्टी में नमी कम हो रही है, तो आईओटी सेंसर यह संकेत भेज सकते हैं कि सिंचाई की आवश्यकता है। इसी तरह, यदि मिट्टी में किसी पोषक तत्व की कमी पाई जाती है, तो किसान आवश्यक उर्वरकों का उपयोग कर सकते हैं। IoT सेंसर से जुड़ी स्मार्ट तकनीकों की मदद से कृषि अधिक सटीक, टिकाऊ और लाभदायक बन रही है।

ऑटोमेटेड सिंचाई प्रणाली: जल प्रबंधन को कुशल और प्रभावी बनाना

ऑटोमेटेड सिंचाई प्रणाली (Automated Irrigation System) खेतों में पानी के उपयोग को अनुकूलित करने के लिए विकसित की गई है। यह प्रणाली आईओटी सेंसर, मौसम डेटा और मिट्टी की नमी की जानकारी के आधार पर स्वचालित रूप से सिंचाई को नियंत्रित करती है। जब मिट्टी में नमी का स्तर निर्धारित सीमा से नीचे चला जाता है, तो यह प्रणाली स्वचालित रूप से पानी छोड़ती है और आवश्यकतानुसार सिंचाई बंद कर देती है। इससे जल की बर्बादी को रोका जाता है और फसल की उपज में वृद्धि होती है। ड्रिप इरिगेशन और स्प्रिंकलर सिस्टम जैसे स्मार्ट सिंचाई समाधान न केवल जल संरक्षण में मदद करते हैं, बल्कि उर्वरकों के उचित वितरण को भी सुनिश्चित करते हैं, जिससे पौधों की वृद्धि को बढ़ावा मिलता है।

स्मार्ट हार्वेस्टर: तेज और सटीक फसल कटाई

स्मार्ट हार्वेस्टर (Smart Harvester) आधुनिक तकनीक से उन्नत मशीनें हैं, जो फसलों की कटाई को तेज और अधिक

सटीक बनाती हैं। ये हार्वेस्टर जीपीएम, सेंसर और मशीन लर्निंग तकनीकों का उपयोग करके खेत के आकार, फसल की ऊंचाई और नमी स्तर का विश्लेषण कर सकते हैं। यह तकनीक यह तय करने में मदद करती है कि किस समय और किस गति से कटाई की जानी चाहिए, जिससे अनाज की बर्बादी कम होती है और गुणवत्ता बेहतर होती है। स्मार्ट हार्वेस्टर स्वचालित रूप से फसल को काटने, गूंथने और अलग करने की प्रक्रिया को अंजाम देते हैं, जिससे किसानों की मेहनत और समय की बचत होती है।

फील्ड-स्तरीय हैंडहेल्ड उपकरण और सेंसर: उन्नत कृषि प्रबंधन की कुंजी

कृषि में सटीकता और दक्षता बढ़ाने के लिए फील्ड-स्तरीय हैंडहेल्ड उपकरण और सेंसर महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। ये उपकरण खेतों में वास्तविक समय पर डेटा एकत्र करने और विश्लेषण करने में मदद करते हैं, जिससे किसान बेहतर निर्णय ले सकते हैं। इन तकनीकों के माध्यम से फसल प्रबंधन अधिक वैज्ञानिक और टिकाऊ बनता है, जिससे उर्वरकों, पानी और अन्य संसाधनों का कुशल उपयोग संभव हो पाता है।

पत्ती रंग चार्ट: सरल और किफायती नाइट्रोजन प्रबंधन

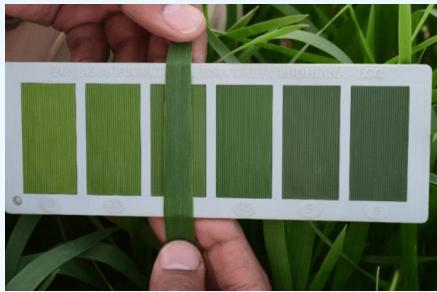
पत्ती रंग चार्ट एक पारंपरिक लेकिन प्रभावी उपकरण है, जिसका उपयोग पत्तियों के रंग के आधार पर नाइट्रोजन की कमी का आकलन करने के लिए किया जाता है। किसान फसल की पत्तियों के रंग की तुलना इस चार्ट से करके यह जान सकते हैं कि नाइट्रोजन की कितनी मात्रा की आवश्यकता है। यह विधि विशेष रूप से धान जैसी फसलों में उपयोगी होती है, क्योंकि यह उर्वरक की सटीक मात्रा निर्धारित करने में मदद करती है। इस तकनीक की सबसे बड़ी विशेषता इसकी सरलता, कम लागत और पर्यावरणीय अनुकूलता है। सही मात्रा में उर्वरक देने से न केवल पैदावार में वृद्धि होती है, बल्कि अधिक नाइट्रोजन उर्वरकों के उपयोग से होने वाले जल और मिट्टी प्रदूषण को भी कम किया जा सकता है।

ग्रीनसीकर: पौधों की सेहत का सटीक आकलन

ग्रीनसीकर एक उन्नत हैंडहेल्ड सेंसर है, जो पौधों के स्वास्थ्य का आकलन करने के लिए एनडीवीआई (Normalized Difference Vegetation Index) तकनीक का उपयोग करता है। यह सेंसर पौधों से परावर्तित लाल और निकट-अवरक्त (NIR)

प्रकाश का विश्लेषण कर उनकी सेहत का त्वरित आकलन करता है। एनडीवीआई मान जितना अधिक होता है, पौधे उतने ही स्वस्थ होते हैं। इस उपकरण का उपयोग विशेष रूप से नाइट्रोजन प्रबंधन

में किया जाता है, जिससे उर्वरकों की सटीक मात्रा और स्थान निर्धारित किया जा सकता है। इसे खेत में चलते हुए पौधों के ऊपर से घुमाकर आसानी से उपयोग किया जा सकता है।



1. पत्ती दंग चार्ट



2. ग्रीनसीकर



3. इन्फ्रारेड थर्मामीटर



4. मृदा नमी मीटर



5. क्लोरोफिल मीटर



6. अम्लता-क्षारकता (pH)



7. हैंडहेल्ड स्पेक्ट्रोमीटर

भारत में गेहूं, धान और मक्का जैसी प्रमुख फसलों के पोषक तत्व प्रबंधन में ग्रीनसीकर काफी उपयोगी साबित हुआ है। यह न केवल खाद की बचत करता है, बल्कि उपज की गुणवत्ता में भी सुधार करता है।

इन्फ्रारेड थर्मामीटर: जल तनाव और तापमान निगरानी

इन्फ्रारेड थर्मामीटर एक महत्वपूर्ण उपकरण है, जो बिना संपर्क किए फसल की पत्तियों या मिट्टी का तापमान मापने में सक्षम है। इस तकनीक का उपयोग विशेष रूप से पौधों में जल तनाव (Water Stress) की पहचान करने के लिए किया जाता है। जब पौधों को पर्याप्त पानी नहीं मिलता, तो उनके पत्तों का

तापमान बढ़ जाता है, जिसे इन्फ्रारेड थर्मामीटर से तुरंत मापा जा सकता है। इस जानकारी के आधार पर किसान आवश्यकतानुसार सिंचाई कर सकते हैं, जिससे जल संरक्षण में मदद मिलती है और पैदावार में वृद्धि होती है। यह उपकरण विशेष रूप से उन क्षेत्रों में उपयोगी है जहां जल की उपलब्धता सीमित है, क्योंकि यह सही समय पर सिंचाई की आवश्यकता को इंगित करता है।

मृदा नमी मीटर: सिंचाई प्रबंधन में क्रांतिकारी सुधार

मृदा नमी मीटर, जिसे टेंशियोमीटर या इलेक्ट्रॉनिक सेंसर के रूप में जाना जाता है, मिट्टी में पानी की मात्रा मापने के लिए उपयोग किया जाता है। इस उपकरण को सीधे मिट्टी में स्थापित

किया जाता है, और डिजिटल मीटर या गेज के माध्यम से नमी स्तर की रीडिंग प्राप्त होती है। यह उपकरण सिंचाई प्रबंधन में अत्यंत उपयोगी है, क्योंकि यह बताता है कि मिट्टी में कितनी नमी उपलब्ध है और कब सिंचाई की आवश्यकता होगी। इससे जल की बचत होती है, फसल की जड़ें स्वस्थ रहती हैं और मिट्टी की संरचना को नुकसान नहीं पहुंचता।

क्लोरोफिल मीटर (SPAD मीटर): नाइट्रोजन उर्वरक प्रबंधन में सहायक

एसपीएडी मीटर, जिसे क्लोरोफिल मीटर भी कहा जाता है, पौधों की पत्तियों में क्लोरोफिल की मात्रा मापकर नाइट्रोजन की उपलब्धता का सटीक आकलन करता है। इस उपकरण को पत्ती में डालकर एक क्लिप दबाने पर तुरंत रीडिंग प्राप्त होती है, जिसे एसपीएडी वैल्यू कहा जाता है। यह तकनीक किसानों को यह तय करने में मदद करती है कि नाइट्रोजन उर्वरक कब और कितनी मात्रा में डालनी चाहिए। इससे न केवल उर्वरकों की बचत होती है, बल्कि फसल की पैदावार और गुणवत्ता भी बढ़ती है।

अम्लता-क्षारकता (pH) एवं विद्युत चालकता (EC) मापक: मिट्टी और जल की गुणवत्ता जांच

पीएच और ईसी मीटर खेतों की मिट्टी और पानी की गुणवत्ता मापने के लिए उपयोग किए जाते हैं। पीएच मीटर मिट्टी की अम्लता या क्षारीयता को मापता है, जबकि ईसी मीटर मिट्टी या पानी में घुले लवणों (Salts) की मात्रा को दर्शाता है। इस जानकारी के आधार पर किसान मिट्टी की उर्वरता को सुधार सकते हैं और सही उर्वरकों का चयन कर सकते हैं। यदि मिट्टी बहुत अम्लीय या क्षारीय हो, तो इसमें आवश्यक सुधार करने के लिए उचित प्रबंधन किया जा सकता है।

हैंडहेल्ड स्पेक्ट्रोमीटर (NIR/NIRS): फसल गुणवत्ता और पोषण का त्वरित विश्लेषण

हैंडहेल्ड स्पेक्ट्रोमीटर, जिसे एनआईआर (Near Infrared Reflectance) तकनीक पर आधारित माना जाता है, कृषि उत्पादों के गुणों का विश्लेषण करने के लिए उपयोग किया जाता है। यह उपकरण अनाज, चारा, फल और अन्य कृषि उत्पादों की नमी प्रतिशत, प्रोटीन स्तर, पोषक तत्वों और अन्य गुणों को त्वरित रूप से माप सकता है। इसका उपयोग फसल की गुणवत्ता की जांच करने के लिए किया जाता है, जिससे किसान और खाद्य प्रसंस्करण उद्योग को बेहतर निर्णय लेने में सहायता मिलती है।

इस उपकरण को मोबाइल एप के माध्यम से संचालित किया जा सकता है, जिससे प्रयोगशाला परीक्षण की आवश्यकता कम हो जाती है और परिणाम तुरंत प्राप्त किए जा सकते हैं।

सटीक कृषि के कई महत्वपूर्ण लाभ हैं, जो इसे आधुनिक खेती का एक अनिवार्य हिस्सा बनाते हैं। यह तकनीक संसाधनों के कुशल, लक्षित और न्यूनतम उपयोग को सुनिश्चित करती है, जिससे उत्पादन लागत कम होती है और अधिक लाभ का अवसर मिलता है। मृदा एवं जल जैसे प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण करके यह सतत और जलवायु-संवेदनशील कृषि प्रणाली को बढ़ावा देती है, जिससे कृषि अधिक टिकाऊ बनती है। जैव विविधता और पर्यावरण संतुलन बनाए रखने में भी सटीक कृषि सहायक होती है, क्योंकि यह फसलों पर कीटनाशकों और उर्वरकों के अनावश्यक उपयोग को कम करती है। इसके परिणामस्वरूप उत्पादकता में वृद्धि होती है और किसानों की आय में सुधार होता है। इसके अलावा, सरकार द्वारा दी जाने वाली सब्सिडी और वित्तीय सहायता का लाभ उठाकर किसान अत्याधुनिक तकनीकों को अपनाने में सक्षम होते हैं, जिससे उनकी खेती अधिक लाभदायक और प्रतिस्पर्धी बनती है।

सटीक कृषि की प्रमुख चुनौतियां एवं संभावित समाधान

सटीक कृषि को अपनाने में कई चुनौतियां हैं, जिनमें उच्च प्रारंभिक लागत, तकनीकी ज्ञान और प्रशिक्षण की कमी, और ग्रामीण क्षेत्रों में इंटरनेट एवं डिजिटल इंफ्रास्ट्रक्चर की सीमित उपलब्धता प्रमुख हैं। इसके अलावा, डेटा सुरक्षा, गोपनीयता और नैतिक उपयोग से जुड़ी चिंताएं भी इस तकनीक के व्यापक प्रसार में बाधक बनती हैं। इन चुनौतियों से निपटने के लिए सरकार और कृषि संगठनों को किसानों के लिए अनुदान, सब्सिडी और रियायती दरों पर क्रत्ति सुविधाएं प्रदान करनी चाहिए, जिससे वे नई तकनीकों को आसानी से अपना सकें। साथ ही, प्रशिक्षण शिविरों, कार्यशालाओं और ई-लर्निंग कार्यक्रमों के माध्यम से किसानों और कृषि विशेषज्ञों को तकनीकी ज्ञान से सशक्त बनाना आवश्यक है। डिजिटल और भौतिक बुनियादी ढांचे को मजबूत करने के लिए ग्रामीण क्षेत्रों में इंटरनेट कनेक्टिविटी और स्मार्ट कृषि उपकरणों की पहुंच को बढ़ावा दिया जाना चाहिए। इसके अलावा, डेटा सुरक्षा और गोपनीयता सुनिश्चित करने के लिए स्पष्ट नीतियां, कानूनी दिशानिर्देश और प्रभावी निगरानी तंत्र विकसित करना आवश्यक है, ताकि किसानों का विश्वास इस तकनीक में बना रहे और वे इसे व्यापक रूप से अपना सकें।

परिशुद्ध कृषि : कृषि में चुनौतियों का समाधान एवं संभावनाएं

नरेन्द्र मोहन सिंह, अलका सिंह, उत्कर्ष तिवारी, एम. बालासुब्रमानियन, नेहा मनहास एवं सुधीर कुमार झा
कृषि अर्थशास्त्र संभाग, भा.कृ.अनु.प.- भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली-110012

खेती भारत की रीढ़ है, जो देश की अर्थव्यवस्था और लाखों लोगों की आजीविका को सहारा देती है। लेकिन, बढ़ती जनसंख्या, जलवायु परिवर्तन और सीमित संसाधनों के कारण पारंपरिक खेती के तरीके अब पर्याप्त नहीं हैं। परिशुद्ध कृषि (Precision Farming) एक ऐसी आधुनिक तकनीक है जो इन चुनौतियों का समाधान प्रस्तुत करती है। यह तकनीकी उपकरणों और डेटा विश्लेषण का उपयोग करके खेतों और फसलों की जरूरतों को समझती है और संसाधनों का सटीक उपयोग सुनिश्चित करती है। इससे किसानों की लागत कम होती है, उत्पादन बढ़ता है और पर्यावरण को नुकसान कम होता है। परिशुद्ध कृषि के विभिन्न पहलुओं, इसके लाभों, भारत में इसकी स्थिति, चुनौतियों और भविष्य की संभावनाओं को जानना इसकी सफलता के लिए अति आवश्यक है।

परिशुद्ध कृषि

परिशुद्ध कृषि एक आधुनिक कृषि प्रबंधन अवधारणा है जो खेतों और फसलों की विविधता को समझने और उसके अनुसार कार्रवाई करने पर केंद्रित है। यह तकनीक जीपीएस, सेंसर, ड्रोन्स और डेटा विश्लेषण जैसे उपकरणों का उपयोग करती है। इसका मुख्य उद्देश्य संसाधनों जैसे पानी, खाद और कीटनाशकों का आवश्यकता अनुसार उपयोग करना और बर्बादी को कम करना है। उदाहरण के लिए, एक किसान सेंसर का उपयोग करके यह जान सकता है कि उसके खेत के किस हिस्से में पानी की कमी है और केवल उसी हिस्से में पानी दे सकता है। यह पारंपरिक खेती से अलग है, जहां संसाधनों का उपयोग अक्सर एकसमान और अनुमान के आधार पर किया जाता है।

परिशुद्ध कृषि को सटीक खेती व “स्मार्ट खेती” भी कहा जाता है, क्योंकि यह डेटा और तकनीक पर आधारित है। यह न केवल फसलों की पैदावार बढ़ाती है, बल्कि

पर्यावरण को भी संरक्षित करती है। भारत जैसे देश में, जहां छोटे खेतों की संख्या अधिक है, वहां परिशुद्ध कृषि क्रांतिकारी बदलाव ला सकती है।

परिशुद्ध कृषि के घटक

परिशुद्ध कृषि में कई तकनीकी उपकरणों और विधियों का उपयोग किया जाता है, जो निम्नलिखित हैं:

1. जीपीएस (GPS)

जीपीएस तकनीक खेतों के नक्शे बनाने और मशीनों को सटीक स्थान पर ले जाने में मदद करती है। उदाहरण के लिए, एक ट्रैक्टर को जीपीएस के माध्यम से ऑटो-स्टीयर किया जा सकता है ताकि वह बीज बोने या खाद लगाने के दौरान अधिकतम सटीकता से काम करें। यह तकनीक खेतों में ओवरलैप (दोहराव) को कम करती है, जिससे समय और संसाधनों की बचत होती है।

2. सेंसर (Sensors)

सेंसर खेतों की मिट्टी, पानी और फसलों की स्थिति को मापने के लिए उपयोग किए जाते हैं। ये उपकरण मिट्टी में नमी, पोषक तत्वों की मात्रा और फसलों की सेहत के बारे



कृषि ड्रोन का प्रभावशाली तरल उर्वरक छिड़काव प्रदर्शन

में जानकारी प्रदान करते हैं। उदाहरण के लिए, एक सेंसर बता सकता है कि मिट्टी में नाइट्रोजन की कमी है, जिसके आधार पर किसान केवल आवश्यक मात्रा में खाद डाल सकता है।

3. ड्रोन्स (Drones)

ड्रोन्स हवा से खेतों की तस्वीरें लेकर फसलों की सेहत और समस्याओं का पता लगाते हैं। ये तस्वीरें किसानों को कीटों, रोगों या पानी की कमी जैसे मुद्दों को जल्दी पहचानने में मदद करती हैं। ड्रोन्स का उपयोग बड़े खेतों में विशेष रूप से उपयोगी है, जहां मैन्युअल निरीक्षण समय लेने वाला हो सकता है।

4. डेटा विश्लेषण (Data Analysis)

परिशुद्ध कृषि में इकट्ठा किए गए डेटा का विश्लेषण करके किसानों को बेहतर निर्णय लेने में मदद मिलती है। उदाहरण के लिए, पिछले सालों के उत्पादन डेटा का विश्लेषण करके एक किसान यह जान सकता है कि उसके खेत के किस हिस्से में फसलें बेहतर उगती हैं और किस हिस्से में सुधार की आवश्यकता है। यह डेटा सैटेलाइट इमेजरी, सेंसर और अन्य स्रोतों से प्राप्त किया जाता है।

5. वैरिएबल रेट टेक्नोलॉजी (VRT)

यह तकनीक किसानों को खेत के विभिन्न हिस्सों में अलग-अलग मात्रा में संसाधन लागू करने की अनुमति देती है। उदाहरण के लिए, एक किसान वीआरटी का उपयोग करके खेत के एक हिस्से में अधिक खाद और दूसरे हिस्से में कम खाद डाल सकता है, जो मिट्टी की जरूरतों पर आधारित होता है।

परिशुद्ध कृषि के लाभ

परिशुद्ध कृषि के कई लाभ हैं, जो न केवल किसानों के लिए, बल्कि पर्यावरण और अर्थव्यवस्था के लिए भी महत्वपूर्ण हैं:

लागत में कमी

परिशुद्ध कृषि संसाधनों का सटीक उपयोग करके किसानों की लागत को कम करती है। उदाहरण के लिए, खाद और कीटनाशकों का उपयोग केवल जरूरतमंद स्थानों पर किया जाता है, जिससे बर्बादी कम होती है। एक अध्ययन के अनुसार, परिशुद्ध कृषि से छोटे खेतों में 20% तक लागत बचत हो सकती है।

उत्पादन में वृद्धि:

बेहतर प्रबंधन और संसाधनों के कुशल उपयोग से फसलों का उत्पादन बढ़ता है। परिशुद्ध कृषि में प्रत्येक खेत के हिस्से की

जरूरतों को समझकर उसके अनुसार कार्रवाई की जाती है, जिससे फसलों की उपज में वृद्धि होती है।

पर्यावरण संरक्षण

परिशुद्ध कृषि रसायनों के कम उपयोग से पर्यावरण को नुकसान कम करती है। उदाहरण के लिए, खाद का सटीक उपयोग जल प्रदूषण और मिट्टी के क्षरण को कम करता है। यह पर्यावरणीय स्थिरता को बढ़ावा देता है और भविष्य की पीढ़ियों के लिए संसाधनों को संरक्षित करता है।

स्थाई कृषि

परिशुद्ध कृषि संसाधनों का दक्ष उपयोग करके कृषि को स्थाई बनाती है। यह मिट्टी की सेहत को बनाए रखने और पानी जैसे संसाधनों को संरक्षित करने में मदद करती है। यह जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने में भी योगदान देती है।

भारत में परिशुद्ध कृषि : वर्तमान स्थिति

भारत में परिशुद्ध कृषि अभी अपने शुरुआती चरण में है, लेकिन इसकी लोकप्रियता बढ़ रही है। भारत की कृषि प्रणाली में छोटे खेतों का प्रभुत्व है, जहां 58% से अधिक खेतों का आकार एक हैक्टेयर से कम है। यह सटीक खेती को अपनाने में एक बड़ी चुनौती है, लेकिन सरकारी पहल और वैज्ञानिक अनुसंधान इसे संभव बना रहे हैं।

सरकारी पहल: भारत सरकार ने परिशुद्ध कृषि को बढ़ावा देने के लिए कई कदम उठाए हैं:

- परिशुद्ध कृषि विकास केंद्र (PFDCs):** सरकार ने देशभर में 22 PFDCs स्थापित किए हैं, जो तमिलनाडु, कर्नाटक, मध्य प्रदेश, ओडिशा, राजस्थान, हरियाणा, तेलंगाना, पश्चिम बंगाल, लद्दाख, उत्तर प्रदेश, पंजाब, गुजरात, उत्तराखण्ड, महाराष्ट्र, छत्तीसगढ़, झारखण्ड, बिहार, हिमाचल प्रदेश, केरल, मणिपुर और असम जैसे राज्यों में स्थित हैं। ये केंद्र क्षेत्रीय जरूरतों के अनुसार नई तकनीकों का विकास और प्रसार करते हैं।
- स्मार्ट प्रिसिजन हॉर्टिकल्चर प्रोग्राम:** हाल ही में, सरकार ने 6,000 करोड़ रुपये की योजना शुरू करने की घोषणा की है, जो 2024-25 से 2028-29 तक 15,000 एकड़ भूमि को कवर करेगी और लगभग 60,000 किसानों को लाभ पहुंचाएगी। यह योजना बागवानी फसलों पर केंद्रित है और इसमें ए.आई, आईओटी, ड्रोन्स और डेटा विश्लेषण का उपयोग किया जाएगा।

- माइक्रो-इरिगेशन योजनाएं:** राष्ट्रीय माइक्रो इरिगेशन मिशन (NMMI) जैसी योजनाएं डिप और स्प्रिंकलर सिस्टम को बढ़ावा देती हैं, जो परिशुद्धता कृषि का एक महत्वपूर्ण हिस्सा हैं।
- डिजिटल पब्लिक इंफ्रास्ट्रक्चर (DPI):** हाल ही में घोषित डीपीआई फॉर एग्रीकल्चर का उद्देश्य किसानों को तकनीक और जानकारी तक पहुंच प्रदान करना है, जो परिशुद्धता कृषि को और बढ़ावा देगा।

परिशुद्ध कृषि की चुनौतियां

भारत में इस खेती को अपनाने में कई चुनौतियां हैं, जो निम्नलिखित हैं:

- छोटे खेतों का आकार:** भारत में अधिकांश खेत छोटे हैं, जिनका आकार एक हैक्टेयर से कम है। यह परिशुद्ध कृषि की महंगी तकनीकों को अपनाने में समर्थ नहीं है। उदाहरण के लिए, जीपीएस-सक्षम मशीनें और ड्रोन्स बड़े खेतों के लिए अधिक उपयुक्त हैं।
- तकनीकी ज्ञान की कमी:** किसानों में डिजिटल साक्षरता और तकनीकी उपकरणों के उपयोग का ज्ञान सीमित है। एक विश्व बैंक सर्वेक्षण के अनुसार, ग्रामीण भारत में केवल 23.4% वयस्कों के पास बुनियादी डिजिटल साक्षरता है। यह बात परिशुद्ध कृषि के डिजिटल उपकरणों के उपयोग में बाधा डालती है।
- उच्च लागत:** परिशुद्ध कृषि की तकनीकें, जैसे ड्रोन्स, सेंसर और जीपीएस मशीनें, महंगी हैं। छोटे किसानों के लिए इनका प्रारंभिक निवेश वहन करना मुश्किल है। हालांकि, सरकार सब्सिडी और कम लागत वाली तकनीकों के माध्यम से इस समस्या को हल करने की कोशिश कर रही है।
- श्रम की कमी:** एक अध्ययन में पाया गया कि श्रमिक मनरेगा (MGNREGA) जैसे सरकारी कार्यक्रमों में काम करना पसंद करते हैं, जो कृषि श्रम की तुलना में अधिक आकर्षक है। यह बात परिशुद्ध कृषि के लिए श्रम उपलब्धता को प्रभावित करती है।
- डेटा साझा करने और स्वामित्व के मुद्दे:** किसानों में डेटा साझा करने और स्वामित्व को लेकर चिंताएं हैं, जो ए.आई और डेटा विश्लेषण आधारित परिशुद्धता कृषि के उपयोग को सीमित कर सकती हैं।
- मानकों की कमी:** विभिन्न परिशुद्धता कृषि तकनीकों के बीच एकरूपता की कमी उनके उपयोग को जटिल बनाती

है। उदाहरण के लिए, विभिन्न उपकरणों के बीच डेटा का आदान-प्रदान मुश्किल हो सकता है।

परिशुद्ध कृषि का भविष्य

परिशुद्ध कृषि भारत के कृषि क्षेत्र के लिए एक उज्ज्वल भविष्य प्रस्तुत करती है। जैसे-जैसे तकनीक सस्ती होगी और किसानों में जागरूकता बढ़ेगी, इसको अपनाना आसान होगा। कुछ प्रमुख भविष्य की संभावनाएं निम्नलिखित हैं:

सरकारी समर्थन

6,000 करोड़ रुपये की स्मार्ट प्रिसिजन हॉर्टीकल्चर योजना और डीपीआई फॉर एग्रीकल्चर जैसी पहलें सटीक खेती को मुख्यधारा में लाने में मदद करेंगी। इसके अलावा, 100 सेंटर्स ऑफ एक्सीलेंस (CoEs) की स्थापना आगले पांच वर्षों में की जाएगी, जो तकनीकी नवाचार को बढ़ावा देंगे।

कम लागत वाली तकनीकें

सीएलसीसी जैसे कम लागत वाले उपकरण छोटे किसानों के लिए परिशुद्ध कृषि को सुलभ बना रहे हैं। भविष्य में, और अधिक ऐसी तकनीकों का विकास होने की संभावना है।

डिजिटल साक्षरता में सुधार

सरकार और गैर-सरकारी संगठन किसानों को डिजिटल साक्षरता और तकनीकी प्रशिक्षण प्रदान करने के लिए काम कर रहे हैं। यह परिशुद्ध कृषि के उपयोग को बढ़ावा देगा।

पर्यावरणीय और आर्थिक लाभ

परिशुद्ध कृषि न केवल किसानों की आय बढ़ाएगी, बल्कि खाद्य सुरक्षा और पर्यावरण संरक्षण में भी योगदान देगी। यह जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने और स्थाई कृषि को बढ़ावा देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती है।

निष्कर्ष:

परिशुद्ध कृषि भारत के कृषि क्षेत्र में एक नई क्रांति लाने की क्षमता रखती है। यह तकनीक किसानों को कम संसाधनों में अधिक उत्पादन करने, लागत कम करने और पर्यावरण को संरक्षित करने में मदद करती है। हालांकि, छोटे खेतों, तकनीकी ज्ञान की कमी और उच्च लागत जैसी चुनौतियां इसके व्यापक अपनाने में बाधा डाल रही हैं। सरकारी पहल, वैज्ञानिक अनुसंधान और किसानों के बीच जागरूकता इन चुनौतियों को दूर करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते हैं। परिशुद्ध कृषि को अपनाकर, भारत न केवल अपनी खाद्य सुरक्षा को मजबूत कर सकता है, बल्कि एक स्थाई और समृद्ध कृषि भविष्य की ओर भी बढ़ सकता है।

ठंडे क्षेत्रों की फसल का गर्म क्षेत्र में किया सफलतापूर्वक उत्पादन : एक प्रगतिशील किसान की कहानी

नरेन्द्र मोहन सिंह, अलका सिंह, उत्कर्ष तिवारी, एम. बालासुब्रमानियन, पवन कुमार मालिक, सिमरन कौर

एवं सागर सूद

कृषि अर्थशास्त्र संभाग, भा.कृ.अनु.प.-भातीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली-110 012

अन्य किसानों के प्रेरणा स्रोत बन कर उभरे हैं इंदौर, ग्राम जोतपुर, मध्य प्रदेश के एक प्रगतिशील किसान श्री शिवचंद पाटीदार, इन्होने गर्म क्षेत्रों में स्ट्रॉबेरी उत्पादन की संभावनाओं के द्वारा खोल दिए हैं व गर्म इलाके में ठंडे प्रदेश की फसल स्ट्रॉबेरी का सफलतापूर्वक उत्पादन कर कमाल किया है व उन्हें अच्छी आमदनी प्राप्त करने का एक और नया लक्ष्य प्रदान किया है जिसके लिए वे सच में सम्मान के अधिकारी हैं।



भारत वर्ष में एक कहावत है कि “असली सफलता वही है जो विषमताओं के बीच संघर्षों से हासिल की जाए”। गर्म इलाके में ठंडे प्रदेश की फसल स्ट्रॉबेरी का उत्पादन लेने की चुनौती में सफल होने वाले श्री पाटीदार को इस पहल व किसानों कि आय में वृद्धि के एक नए लक्ष्य के लिए निमाड़ राजमाता विजयराजे सिंधिया कृषि विश्वविद्यालय, ग्वालियर द्वारा “प्रगतिशील कृषि अवार्ड “से सम्मानित किया गया है।



प्रगतिशील किसान श्री शिवचंद पाटीदार द्वाया स्ट्रॉबेरी की किस्म विंटर डान का सफलतापूर्वक उत्पादन

गर्म इलाके में ठंडे प्रदेश की फसल

निमाड़ से सटे धार जिले के मनावर से 15 किमी दूर स्थित ग्राम जोतपुर को गर्म इलाका माना जाता है। यहां के निवासी कला स्नातक युवा प्रगतिशील कृषक श्री शिवचंद पाटीदार के पास कुल 28 बीघा जमीन है, जिस पर परंपरागत खेती के तहत मक्का, कपास, सब्जियां और डॉलर चना उगाते हैं। नूतन प्रयोगधर्मी श्री पाटीदार ने सोशल मीडिया, नेट और कृषि विभाग की मदद से स्ट्रॉबेरी की खेती से संबंधित जानकारी हासिल की और निमाड़ जैसे गर्म इलाके में ठंडे प्रदेश की फसल स्ट्रॉबेरी का उत्पादन लेने का प्रयास किया। अक्टूबर 2023 में हिमाचल प्रदेश से स्ट्रॉबेरी की किस्म विंटर डान के पौधे परिवहन खर्च सहित 11 रु प्रति नग की दर से मंगवाए और 30 हजार पौधे मल्चिंग डालकर लगाए। एक बीघा में करीब 7800 पौधे लगते हैं।

गर्म इलाकों में स्ट्रॉबेरी के पौधे लगाने का तरीका

श्री पाटीदार जी के अनुसार स्ट्रॉबेरी के पौधे लगाने के लिए अक्टूबर में जमीन की जुताई कर बेड बनाए और बेसल डोज़ में

एक बीघा में 50 किलो डीएपी, कैलिशयम, मैग्निशियम ह्यूमिक के अलावा 15-20 किलो /बीघा के दर से सूक्ष्म पोषक तत्व डालकर मल्चिंग बिछाई, ताकि नमी बनी रहे और खरपतवार न उगे। मल्चिंग से मिट्टी में ठंडक के अलावा पौधे को पोषक तत्व सही मात्रा में मिलता है और कीटों से भी सुरक्षा मिलती है। स्ट्रॉबेरी के पौधे एक बेड पर दो कतार में लगाते हैं, जिसमें कतार से कतार की दूरी 12 इंच और पौधे से पौधे की दूरी 12-16 इंच रखी जाती है। स्ट्रॉबेरी विदेशी फसल होने से इसका पौधा संवेदनशील रहता है, इसलिए फंगीसाइड का प्रयोग करना पड़ता है। इस फसल में इल्ली और श्रिप्स आती है, जिनके अलावा फंगस का भी ध्यान रखना पड़ता है। पौधे के विकास के लिए सीमित मात्रा में उर्वरक ड्रिप से दिया जाता है। पौधों की मांग अनुसार सिंचाई नियमित रूप से करनी पड़ती है।

गर्म इलाकों में स्ट्रॉबेरी के पौधे लगाने का अनुकूल समय

स्ट्रॉबेरी की फसल के लिए अक्टूबर से मार्च तक का समय अनुकूल रहता है। पौधे लगाने के 30 दिन के बाद फूल आना शुरू हो जाते हैं और 40 दिन के बाद फल परिपक्व होना शुरू हो जाते हैं। इन्हें पहली बार लगाने पर स्ट्रॉबेरी का प्रति पौधा एक से डेढ़ किलो का उत्पादन मिला। स्ट्रॉबेरी की एक ट्रे में 8 बॉक्स होते हैं,

जिसका गत वर्ष भाव कम होने से अधिकतम 150 और न्यूनतम 120 रु कीमत मिली। एक बीघे से खर्च सहित करीब ढाई लाख रु मिलो। श्री पाटीदार इस वर्ष स्ट्रॉबेरी के पौधों की नसरी खुद ही तैयार करेंगे। इसके लिए इंजिनियर और कैलिफोर्निया से ऑनलाइन ट्रेनिंग ली है।

गर्म क्षेत्रों में स्ट्रॉबेरी उत्पादन की लागत व शुद्ध आय/प्रति एकड़

- * प्रथम वर्ष लागत प्रति एकड़ जिसमें (खरीदे गए पौधे + मल्चिंग + मजदूर + खाद + ड्राई + पेंकिंग इत्यादि = 445000 रूपये)
- * कुल आय प्रति एकड़ = 860000 रूपये
- * शुद्ध आय प्रति एकड़ = 415000 रूपये
- * दूसरे वर्ष लागत प्रति एकड़ 20 से 25 % कम रहने की उम्मीद है जिसमें पौधे कृषक द्वारा स्वम तैयार किये गये हैं।
- * प्रति पौधा उत्पादन 1 से 1.5 कि.ग्राम रहता है।
- * पौधे की संख्या प्रति एकड़ 15000 – 16000 रहती है।
- * प्रति एकड़ उत्पादन लगभग 22500- 24000 कि.ग्राम रहता है।

सारणी: स्ट्रॉबेरी फसल का उत्पादन लागत एवं शुद्ध आय विवरण प्रति एकड़

क्र. सं.	तकनीकी विवरण (स्ट्रॉबेरी प्रजाति विंटर डान)	लागत/ प्रति एकड़	कुल आय / प्रति एकड़	शुद्ध आय / प्रति एकड़
1.	प्रथम वर्ष	4,45,000 रूपये	8,60,000 रूपये	4,15,000 रूपये
2.	द्वितीय वर्ष	3,56,000 रूपये	8,80,000 रूपये	5,24,000 रूपये

नोट: दूसरे वर्ष में कुल लागत, कुल आय व शुद्ध आय का विवरण अनुमानित है क्योंकि दूसरे वर्ष का कार्य अभी होना है।

कृषक संख्यान जगत सम्मान

श्री शिवचंद को निमाड जैसे गर्म इलाके में ठंडे क्षेत्र की फसल स्ट्रॉबेरी का उत्पादन लेने के नवाचार के लिए गत फरवरी में राजमाता विजयाराजे सिंधिया, कृषि विश्वविद्यालय, ग्वालियर द्वारा 'प्रगतिशील कृषि अवार्ड' से सम्मानित किया गया था। किसान भाई व नए स्टार्ट अप्स व किसी भी तरह के स्ट्रॉबेरी फसल संबंधी जानकारी के लिए दिए गए मोबाइल नं. पर संपर्क कर सकते हैं।



राजभाषा खंड...

भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान

राजभाषा प्रगति रिपोर्ट (2024-25)

भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली-110 012

रिपोर्टर्धीन अवधि के दौरान हिंदी के प्रगति के लिए संस्थान में अनेक गतिविधियां चलाई गई हैं, जिनमें से कुछ निम्न प्रकार से हैं-

- संस्थान के सभी वर्गों के अधिकारियों/कर्मचारियों के लिए विभिन्न विषयों पर राजभाषा संबंधी कार्यशालाएं आयोजित की गई जिनमें बड़ी संख्या में अधिकारी/ कर्मचारी लाभांवित हुए।
- संस्थान में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग की स्थिति की मॉनीटरिंग के लिए गठित राजभाषा निरीक्षण समिति ने इस वर्ष भी संस्थान के संभागों एवं निदेशक कार्यालय के अनुभागों का निरीक्षण किया तथा सभी संबंधितों को निरीक्षण रिपोर्ट प्रेषित की गई।
- संस्थान का प्रकाशन कार्य सुचारू रूप से चल रहा है। जिसमें संस्थान की वार्षिक रिपोर्ट भी द्विभाषी रूप में नियमित रूप से प्रकाशित की जाती है। गत पांच वर्षों से संस्थान की गृह-पत्रिका पूसा सुरभि का प्रकाशन वित्तीय वर्ष में एक अंक के स्थान पर दो अंकों के रूप में किया जा रहा है साथ ही संस्थान द्वारा पूसा समाचार (तिमाही), प्रसार दूत (द्विमासिक) तथा सामयिकी (मासिक) जैसे नियमित प्रकाशनों के अलावा तदर्थ प्रकाशन, पैम्फलेट तथा प्रसार बुलेटिन भी जारी किए जाते हैं।
- संस्थान को मानद विश्वविद्यालय का दर्जा प्राप्त है। यहां बीएससी, एमएमसी और पीएचडी की उपाधियां प्रदान की जाती है। यहां के सभी पीएचडी छात्रों को अपनी थीसिस का सारांश हिंदी में प्रस्तुत करना अनिवार्य है। संस्थान द्वारा आयोजित की जाने वाली पीएचडी प्रवेश परीक्षा में अभ्यर्थियों को द्विभाषी माध्यम उपलब्ध कराया जा रहा है।
- संस्थान में हिंदी में पुस्तक लेखन को बढ़ावा देने हेतु सर्वश्रेष्ठ पुस्तक लेखन के लिए डॉ. रामनाथ सिंह पुस्तकार (द्विवार्षिक) प्रदान किया जाता है। इस पुस्तकार योजना में विजेता को 10,000/- रुपए प्रदान किए

जाते हैं। इसी प्रकार विभिन्न पत्र-पत्रिकाओं में हिंदी में वैज्ञानिक लेख लिखने संबंधी एक पुरस्कार योजना चलाई जा रही है, जिसमें क्रमशः 7000/-, 5000/- तथा 300/- रुपए नकद पुरस्कार स्वरूप दिए जाते हैं। इसी क्रम में हिंदी व्याख्यान देने के लिए इस संस्थान के प्रवक्ताओं द्वारा हिंदी में सर्वश्रेष्ठ वैज्ञानिक/तकनीक व्याख्यान देने के लिए पूसा विशिष्ट हिंदी प्रवक्ता पुस्कार के नाम से एक नकद पुरस्कार योजना चलाई जा रही है। इस योजना में प्रत्येक वर्ष पुरस्कार विजेता को 10,000/- रुपये का नकद पुरस्कार प्रदान किया जाता है। साथ ही प्रशासनिक कार्यों में हिंदी को बढ़ावा देने के लिए राजभाषा विभाग की वार्षिक नकद प्रोत्साहन पुरस्कार योजना के तहत कर्मचारियों को पुरस्कार प्रदान किए जाने का प्रावधान है जिसमें 5000/- रुपये के दो प्रथम, 3000/- रुपये के तीन द्वितीय तथा 2000/- रुपये के पांच तृतीय पुरस्कार प्रदान किए जाते हैं।

- संस्थान के जिन अधिकारियों और कर्मचारियों को हिंदी भाषा में प्रवीणता प्राप्त है उन्हें निदेशक महोदय द्वारा राजभाषा नियम 8(4) के तहत अपना शतप्रतिशत प्रशासनिक काम हिंदी में करने के लिए व्यक्तिशः आदेश जारी किए गए हैं। इसके अलावा निदेशक कार्यालय के सभी अनुभागों को अपना शतप्रतिशत सरकारी काम हिंदी में करने के लिए विनिर्दिष्ट किया गया है। जिसके परिणामस्वरूप वर्ष में संस्थान के राजभाषा कार्यान्वयन में उल्लेखनीय प्रगति हुई है।
- संस्थान में हिंदी पुस्तकों की खरीद के लिए एक समिति बनाई गई है जो हिंदी पुस्तकालय के लिए पुस्तकें खरीदने की सिफारिश करती है। पुस्तकालय में प्रत्येक वर्ष राजभाषा विभाग द्वारा निर्धारित लक्ष्य के अनुसार पुस्तकें खरीदना सुनिश्चित किया जाता है।
- संस्थान को प्राप्त होने वाले सभी हिंदी पत्रों के उत्तर अनिवार्यतः हिंदी में दिए जा रहे हैं, 'क' एवं 'ख' क्षेत्रों

- में स्थित सरकारी कार्यालयों के साथ अब अधिकाधिक पत्र व्यवहार हिंदी में किया जा रहा है इन दोनों क्षेत्रों में स्थित कार्यालयों से प्राप्त अधिकांश अंग्रेजी पत्रों के उत्तर भी हिंदी में दिए जा रहे हैं। साथ ही मूल पत्राचार अधिकाधिक हिंदी में करने का बढ़ावा देने के लिए संस्थान के सभी संभागों/अनुभागों व केंद्रों के बीच हिंदी व्यवहार प्रतियोगिता चलाई जा रही है जिसमें वर्षभर सबसे अधिक पत्राचार हिंदी में करने वाले संभाग/केंद्र को पुरस्कार स्वरूप शील्ड प्रदान की जाती है।
- संस्थान में फाइलों पर हिंदी में टिप्पणियों के प्रतिशत में भी उल्लेखनीय प्रगति हुई है, सेवा-पुस्तिकाओं व सेवा संबंधी अन्य अभिलेखों में भी प्रविष्टियां हिंदी में की जा रही हैं और राजभाषा अधिनियम 1963 की धारा 3(3) का अनुपालन किया जा रहा है। संस्थान में हिंदी को दैनिक प्रशासनिक कार्यों में बढ़ावा देने के उद्देश्य से फाइल कवर पर ही हिंदी-अंग्रेजी की प्रासंगिक टिप्पणियां प्रकाशित की गई हैं।
- संस्थान के अधिकारियों/कर्मचारियों के हिंदी शब्द ज्ञान बढ़ाने के उद्देश्य से निदेशक कार्यालय व एनेक्सी भवन के प्रवेश द्वारों पर डिजिटल बोर्ड स्थापित किए गए हैं, जिसमें प्रतिदिन हिंदी का एक शब्द उसके अंग्रेजी समानार्थ व एक सुविचार के साथ प्रदर्शित होता है। इसके अतिरिक्त संस्थान के सभी संभागों/केंद्रों/इकाइयों के प्रवेश द्वारों पर लगे सूचना पट्टों पर ‘आज का शब्द’ शीर्षक के अंतर्गत भी हिंदी का एक शब्द उसके अंग्रेजी समानार्थ के साथ लिखा जाता है, ताकि आते-जाते कर्मचारियों की नज़र इन पट्टों पर पड़े और उनके शब्द ज्ञान में वृद्धि हो सके। साथ ही निदेशालय व एनेक्सी भवन में महापुरुषों के कथन व राजभाषा विभाग के नियम व अधिनियम संबंधी बोर्ड भी स्थापित किए गए हैं।
- राजभाषा विभाग के आदेशानुसार संस्थान के सभी कंप्यूटरों में हिंदी में यूनिकोड में काम करने की सुविधा उपलब्ध है।
- संस्थान के समस्त संभागों/क्षेत्रीय केंद्रों में राजभाषा कार्यान्वयन उपसमिति गठित है जिनकी नियमित रूप से प्रत्येक तिमाही में बैठकें आयोजित की जा रही हैं।
- संस्थान, राजभाषा विभाग द्वारा गठित नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति (उत्तरी दिल्ली) का भी सदस्य है। उक्त समिति की बैठकों में सभी सदस्य कार्यालयों की राजभाषा हिंदी में निष्पादित कामकाज/गतिविधियां की समीक्षा की जाती है। राजभाषा विभाग के आदेशानुसार समिति की बैठकों में संस्थान की ओर से निदेशक महोदय द्वारा नियमित रूप से भाग लिया जाता है।
- संस्थान के समस्त संभागों/अनुभागों/क्षेत्रीय केंद्रों में हिंदी की प्रगति को वांछित गति प्रदान करने, राजभाषा कार्यान्वयन समिति की बैठक में लिए गए निर्णयों को क्रियान्वित करने तथा संभाग एवं हिंदी अनुभाग के बीच संपर्क-सूत्र के रूप में कार्य करने के उद्देश्य से प्रत्येक संभाग/केंद्र/क्षेत्रीय केंद्रों में राजभाषा नोडल अधिकारी नामित किए गए हैं। नोडल अधिकारियों के लिए सर्वश्रेष्ठ राजभाषा नोडल अधिकारी पुरस्कार योजना भी आरंभ की गई है जिसके अंतर्गत 5000/- रुपये की नकद राशि पुरस्कार दी जाती है साथ ही प्रतियोगिता में भाग लेने वाले प्रतिभागियों को प्रशस्ति-पत्र वितरित किए जाते हैं।
- संस्थान में राजभाषा कार्यान्वयन को वांछित गति प्रदान करने और अधिकारियों/कर्मचारियों में हिंदी में कार्य करने के प्रति जागरूकता का सृजन करने के लिए प्रतिवर्ष सितंबर माह को हिंदी चेतना मास के रूप में मनाया जाता है। इस वर्ष भी दिनांक 01 से 30 सितंबर, 2024 को हिंदी चेतना मास का सफलतापूर्वक आयोजन किया गया, जिसमें कुल आठ प्रतियोगिताएं आयोजित की गई। आयोजित प्रतियोगिताओं: काव्य पाठ, आशुभाषण, प्रश्न मंच, चित्र पर आधारित कहानी अथवा काव्य लेखन, श्रुतलेख, टिप्पण एवं मसौदा लेखन, सामाज्य ज्ञान (एमटीएस/ दैनिक वेतन भोगी कर्मचारी के लिए) तथा हिंदी टंकण प्रतियोगिताओं में सभी वर्गों के अधिकारियों/कर्मचारियों ने बढ़-चढ़कर भाग लिया।
- उपर्युक्त सभी कार्य भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान की राजभाषा कार्यान्वयन समिति की देखरेख में किए जाते हैं जो प्रत्येक तीन माह में बैठक आयोजित करके संस्थान के राजभाषा कार्यान्वयन में हुई प्रगति की समीक्षा करती है तथा संस्थान में व हिंदी की उत्तरोत्तर प्रगति के लिए निर्णय लेती है। इन बैठकों में प्रत्येक संभाग/अनुभाग/इकाई व क्षेत्रीय केंद्रों द्वारा हिंदी प्रगति के संबंध में किए गए कार्यों की रिपोर्ट प्रस्तुत की जाती है।

हिंदी कार्यशालाएं

कार्यशाला (अक्टूबर से दिसंबर, 2024)

संस्थान में नवनियुक्त सहायकों को राजभाषा नीति से अवगत कराने तथा सरकारी कामकाज में हिंदी के प्रयोग को बढ़ावा देने के उद्देश्य से “राजभाषा नीति एवं कार्यान्वयन” विषय पर एक दिवसीय हिंदी कार्यशाला का आयोजन किया गया। यह कार्यशाला 13 दिसंबर, 2024 को अपराह्न 02:30 बजे निदेशालय के एनेक्सी भवन स्थित लेक्चर हॉल (ऑडिट विंग) में आयोजित की गई। जिसमें कार्यशाला का शुभारंभ मुख्य प्रशासनिक अधिकारी, श्री अजय कुमार सोनी द्वारा किया गया। उन्होंने मुख्य वक्ता श्रीमती अरुण कमल, सहायक निदेशक (राजभाषा), संसदीय कार्य, राजभाषा एवं संगठन एवं पद्धति निदेशालय (डीपीएआरओ एवं एम) का स्वागत करते हुए कार्यशाला की उपयोगिता पर प्रकाश डाला। इसके पश्चात श्रीमती अरुण कमल ने राजभाषा नीति, उसके विभिन्न प्रावधानों, कार्यालयीन कार्यों में हिंदी के प्रयोग की अनिवार्यता एवं उपयोगिता पर विस्तृत व्याख्यान प्रस्तुत किया। उन्होंने प्रतिभागियों को हिंदी में कार्य करने के लाभ, व्यावहारिक पहलुओं और तकनीकी कठिनाइयों के समाधान के उपाय बताए। व्याख्यान के बाद प्रश्नोत्तर सत्र हुआ, जिसमें प्रतिभागियों ने कार्यान्वयन से जुड़ी समस्याओं पर प्रश्न पूछे। वक्ता ने सभी प्रश्नों का समाधान करते हुए प्रतिभागियों को सरकारी आदेश, नियमावली तथा तकनीकी सहायता साधनों की जानकारी भी दी।

अंत में, कार्यशाला के सफल आयोजन में सहयोग हेतु सभी प्रतिभागियों एवं आयोजन दल का आभार व्यक्त किया गया।



कार्यशाला के मुख्य वक्ता श्रीमती अरुण कमल का स्वागत करते हुए मुख्य प्रशासनिक अधिकारी श्री अजय कुमार सोनी।



कार्यशाला में मुख्य वक्ता श्रीमती अरुण कमल प्रतिभागियों को राजभाषा नीति एवं कार्यान्वयन पर संबोधित करती हुई

“

देश को एक सूत्र में बाँधे रखने के लिए एक
भाषा की आवश्यकता है।

सेठ गोविंददास

“



विश्व जल दिवस (22 मार्च 2025) पर 'ग्लेशियर संरक्षण' कार्यक्रम का उद्घाटन मंचासीन, मुख्य अतिथि एवं विशिष्ट अतिथि

संस्थान के जल प्रौद्योगिकी केंद्र में दिनांक 22 मार्च, 2025 को विश्व जल दिवस समारोह को एक कार्यक्रम आयोजित किया गया, जिसका विषय 'हिमनद संरक्षण' रखा गया। कार्यक्रम का शुभारंभ परियोजना निदेशक, जल प्रौद्योगिकी केंद्र, डॉ. पी. एस. ब्रह्मानंद द्वारा किया गया। उन्होंने मुख्य अतिथि डॉ. ए. के. सिंह, पूर्व उप महानिदेशक (एनआरएम), भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद एवं कुलपति, राजमाता विजयराजे सिंधिया कृषि विश्वविद्यालय, ग्वालियर तथा विशिष्ट अतिथि डॉ. टी. के. बेहरा, निदेशक, भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद-भारतीय बागवानी अनुसंधान संस्थान (आईआईएचआर), बैंगलुरु का स्वागत करते हुए कार्यक्रम के उद्देश्य पर प्रकाश डाला।

इसके पश्चात डॉ. ब्रह्मानंद ने हिमालयी हिमनदों की वर्तमान स्थिति एवं उनके संरक्षण पर पावरपॉइंट प्रेजेंटेशन प्रस्तुत किया। उन्होंने बताया कि भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण के अनुसार भारतीय हिमालय में लगभग 9,575 हिमनद हैं और कुछ हिमनद जैसे चूमा एवं ओंगलकटांग 1988 से 2018 के बीच क्रमशः 3.9 मीटर और 4.3 मीटर प्रति वर्ष की दर से पीछे हटे हैं।

मुख्य अतिथि डॉ. ए. के. सिंह ने जलवायु परिवर्तन के प्रभाव, हिमनदों के तेजी से पिघलने के परिणामस्वरूप समुद्र तल में वृद्धि

की संभावना तथा जलवायु सहनशील जल प्रबंधन अपनाने की आवश्यकता पर बल दिया। उन्होंने भूजल संसाधनों के कुशल उपयोग, सूक्ष्म सिंचाई, जल गुणवत्ता प्रबंधन एवं जल दक्षता बढ़ाने हेतु उन्नत तकनीकों को अपनाने पर जोर दिया।



मुख्य अतिथि एवं गणमान्य अतिथि हिंदी पत्रिका 'जल सुरक्षा' के दूसरे अंक का विमोचन करते हुए।

विशिष्ट अतिथि डॉ. टी. के. बेहरा ने जल संरक्षण के लिए ड्रिप फर्टिगेशन, मल्चिंग एवं फसल विविधीकरण को बढ़ावा देने की बात कही। इसके अतिरिक्त, डॉ. विश्वनाथन चिन्नुसामी, संयुक्त निदेशक, अनुसंधान एवं डॉ. आर. एन. पडारिया, संयुक्त निदेशक, प्रसार ने क्रमशः वर्षा जल संचयन, भंडारण संरचनाओं के नवीनीकरण और सामुदायिक सहभागिता के महत्व पर जोर दिया। कार्यक्रम के दौरान जल प्रौद्योगिकी केंद्र द्वारा प्रकाशित हिंदी पत्रिका 'जल सुरक्षा' का दूसरा अंक (प्रधान संपादक:

डॉ. ए. के. मिश्रा, प्रधान वैज्ञानिक, जल प्रौद्योगिकी केंद्र, मुख्य अतिथि एवं विशिष्ट अतिथियों द्वारा विमोचन किया गया।

अंत में, कार्यक्रम के सफल आयोजन में सहयोग हेतु सभी प्रतिभागियों का आभार व्यक्त किया गया। इस अवसर पर लगभग 100 प्रतिभागियों ने सक्रिय रूप से भाग लिया, जिनमें भा.कृ.

अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, भा.कृ.अनु.प.-राष्ट्रीय पादप आनुवंशिक संसाधन ब्यूरो, अंतर्राष्ट्रीय जल प्रबंधन संस्थान एवं अन्य संस्थानों के वैज्ञानिक, शिक्षाविद्, छात्र एवं कर्मचारी सम्मिलित थे। कार्यक्रम का समन्वयन डॉ. विजय कुमार प्रजापति, वैज्ञानिक, जल प्रौद्योगिकी द्वारा किया गया।



विश्व जल दिवस कार्यक्रम के सफल आयोजन के उपर्यांत प्रतिभागियों एवं अधिकारियों का सामूहिक छायाचित्र।

राजभाषा कार्यान्वयन समिति की बैठकों का आयोजन

रिपोर्टर्डीन अवधि (छमाही) के दौरान संस्थान के निदेशक की अध्यक्षता में गठित संस्थान राजभाषा कार्यान्वयन समिति की 02 बैठकें क्रमशः दिनांक 24 दिसंबर, 2024 एवं 24 मार्च, 2025 को आयोजित की गईं।

“**हिंदी भाषा अपनी अनेक धाराओं के साथ प्रशस्त क्षेत्र में प्रखर गति से प्रकाशित हो रही है।**”

छविनाथ पांडेय

राजभाषा के प्रचार-प्रसार में अखिल भारतीय राजभाषा सम्मेलन जैसे मंचों का महत्व

सभा, संगोष्ठी और सम्मेलन
राजभाषा का जब प्रसार हो प्रण
मंचों से तब मिलते मन
धरती चूम लेती है गगन
विकसित भारत की वाणी हो हिंदी
है भारत मां के माथे की ये बिंदी

भारत विविधताओं का देश है जहां इन विविधताओं में भी एक सांस्कृतिक एकता परिलक्षित होती है। उत्तर में पर्वतराज हिमालय, दक्षिण में महासागरों का तटबंध, इसी प्रकार से पश्चिम एवं पूर्व में प्राकृतिक सीमाबंध इसे एक पूर्ण महाद्वीप के रूप में परिभाषित करते हैं। यहां भिन्न-भिन्न संस्कृतियां, परंपराएं एवं भाषाएं मौजूद हैं। हर ग्राम, हर कस्बे के लोगों के अलग—अलग विचार, भिन्न-भिन्न मान्यताएं हैं। यहां लोकतांत्रिक सुंदरता का सबसे सुंदर दृश्य यहां के सम्मेलनों, संगोष्ठियों आदि में दिखता है जहां एक मंच के माध्यम से हम अपने विचारों को देश के दूसरे कोने तक पहुंचाते हैं। यह सम्मेलन विभिन्न विषयों जैसे पर्यावरण संरक्षण, ‘बेटी बचाओ, बेटी पढ़ाओ’ इत्यादि के समर्थन में देखने को मिलते हैं। राजभाषा नीति का अनुपालन करते हुए हमारे लगभग सभी सरकारी व सार्वजनिक क्षेत्र के संस्थान भी ऐसी ही कई सम्मेलनों का आयोजन करते हैं। इसका सबसे सजीव उदाहरण आजकल 14 सितंबर को आयोजित होने वाला अखिल भारतीय राजभाषा सम्मेलन है, जिसमें पूरे भारत के कोने-कोने से राजभाषा के क्षेत्र में कार्य कर रहे ‘भाषाई सैनिक’ एक मंच पर, एक साथ अपने विचारों को और सुदृढ़ बनाते हैं। यह सम्मेलन विगत वर्षों में भाषा के क्षेत्र में हुई प्रगति पर तो प्रकाश डालता ही है, साथ ही यह सम्मेलन भारतीय भाषाओं के आगामी अवसरों पर चर्चा भी करता है। 14 सितंबर, 2024 को नई दिल्ली के भारत मंडपम में आयोजित हिंदी दिवस के अवसर पर इस सम्मेलन के माध्यम से जब भारतीय भाषा अनुभाग का उद्घोष किया गया तब इस मंच ने सभी भारतीय भाषाओं के विकास के लिए एक नए मार्ग की नींव रखी।

संविधान का अनुच्छेद 351 जिस प्रकार भारत की सामासिक संस्कृति को ध्यान में रखते हुए, हिंदी के विकास के साथ-साथ अन्य क्षेत्रीय भाषाओं के विकास पर भी बल देता है, यह संदेश हमारे भाषाई मंचों के माध्यम से भी प्रदर्शित होता है। राजभाषा के प्रचार एवं प्रसार के लिए अन्य माध्यमों के साथ-साथ राष्ट्रीय एवं क्षेत्रीय स्तर के सम्मेलनों का आयोजन अत्यंत महत्वपूर्ण है। ये सम्मेलन राजभाषा के प्रयोग को बढ़ावा देने, ज्ञान एवं भाषा कौशल को विकसित करने और राजभाषा नीति के बारे में जागरूकता एवं ज्ञान बढ़ाने में सहायता प्रदान करते हैं। इन सम्मेलनों का उद्देश्य न केवल हिंदी भाषा की महत्ता को प्रतिष्ठित करना है, बल्कि इसे समाज के सभी वर्गों में लोकप्रिय बनाना भी है। आप कभी भी किसी संगठन के राजभाषा विभाग का ब्यौरा करें, आप निःसन्देह यह पाएंगे कि वहां के राजभाषा विभाग या प्रभाग में कार्यरत कार्मिक भारत के विभिन्न कोनों से आए होंगे। किसी कार्मिक की मूलतः मातृभाषा मलयालम होगी तो किसी की असमिया। कोई राजभाषा अधिकारी मुंबई जैसे महानगर से आता होगा तो कोई अनुवादक कन्याकुमारी से। यह ‘विविधता में एकता’ वाली खूबसूरती भारत में ही मिलती है। इन क्षेत्रीय व राष्ट्रीय स्तर के सम्मेलनों व मंचों के माध्यम से मिलने वाली उपलब्धियां व अवसर कुछ इस प्रकार हैं—

1. **संस्कृति का विस्तार**— भाषा मात्र संवाद का माध्यम नहीं है, बल्कि यह संस्कृति का, परंपरा का व साहित्य का अभिन्न अंग है। जितना पुराना इतिहास, उतनी ही पुरानी सभ्यता और उतनी ही लंबी उस धरती की भाषाई यात्रा। भारत जहां सभ्यता अनंतकाल से आज भी गतिमान है, उसका दर्शन, साहित्य व संगीत भी उतना ही धनी है। विभिन्न क्षेत्रीय व राष्ट्रीय स्तर के सम्मेलनों में सांस्कृतिक कार्यक्रमों का आयोजन होता है जिससे सभी देशवासियों को देश के अन्य हिस्सों की संस्कृति के बारे में पता चलता है। ये कार्यक्रम कभी गीत, कविता, नाटक इत्यादि के रूप में होते हैं, तो

- कभी व्याख्यान, परिचर्चा व संवाद के माध्यम से जो हिंदी की समृद्ध सांस्कृतिक विरासत के प्रचार-प्रसार में सहायक होते हैं।
2. **भाषाओं के मध्य परस्पर सहयोग**— राजभाषा सम्मेलनों के माध्यम से देश के विभिन्न भाषाओं और बोलियों के मध्य परस्पर सहयोग बढ़ता है। इस बात को ध्यान में रखते हुए भारत सरकार के गृह मंत्रालय द्वारा सामूहिक रूप से जो राजभाषा दिवस व अखिल भारतीय राजभाषा सम्मेलन की एक पहल शुरू की गई है, वह सच में एक बेहद सराहनीय कार्य है। हर बार एक नए शहर में इस सम्मेलन का आयोजन, राजभाषा विभाग के लिए कार्य कर रहे हजारों कर्मचारियों को उस राज्य, उसकी संस्कृति, उसकी भाषा से अवगत होने का एक सुनहरा अवसर प्रदान करती है। यह भाषाओं की 'विविधता में एकता' को स्वीकार करने में सहायक होता है एवं विभिन्न भाषाई समुदायों के मध्य आपसी समझ एवं सम्मान की भावना का विकास करता है।
3. **परस्पर विचार-विमर्श का मंच**— राष्ट्रीय एवं क्षेत्रीय सम्मेलनों का एक उद्देश्य परस्पर संवाद स्थापित करना होता है। भारत सरकार के विभिन्न मंत्रालयों के अधीन कार्य करने वाले विभागों व कार्यालयों की संख्या अनगिनत है। यह सम्मेलन व संगोष्ठियां इन विभागों में कार्य करने वाले विभिन्न विशेषज्ञों, भाषाविदों, अधिकारियों एवं छात्रों के मध्य परिचर्चा व संवाद को मंच प्रदान करते हैं जिससे विचारों का आदान-प्रदान होता है और नए विचार व दृष्टिकोण को सामने लाने का अवसर मिलता है। इससे इन सभी कार्यालयों, विभागों व मंत्रालयों में एक बेहतर तालमेल स्थापित होता है व देश की उन्नति एवं प्रगति में तेजी आती है।
4. **नीतियों का निर्धारण एवं निर्माण**— भारत जैसे लोकतांत्रिक देश में जनता के हित में बनने वाली नीतियों को कई बार मसौदे के रूप में या यूं कहें कि परिचर्चा व संवाद के लिए उनके समक्ष रखा जाता है ताकि उसमें उचित संशोधन व सुधार किए जा सकें। ये सम्मेलन नीतियों के निर्माण एवं निर्धारण में सहायक होते हैं जिससे सरकारी योजनाओं को अधिक प्रभावशाली ढंग से तैयार किया जाता है। यह न केवल भाषा को सशक्त बनाता है, बल्कि समाज के विकास में भी सहायक एवं उपयोगी होता है।
5. **प्रशिक्षण एवं शिक्षा**— बीते वर्षों में एमबीबीएस पाठ्यक्रम को हिंदी में उपलब्ध कराना मध्य प्रदेश सरकार का एक सराहनीय प्रयास रहा है। जब कोई मेडिकल या इंजीनियरिंग कॉलेज हिंदी भाषा में शिक्षण व प्रशिक्षण का कार्य करता है तो इससे भाषा सीखने एवं सिखाने के विभिन्न उपायों पर भी चर्चा की जाती है। शिक्षा विशेषज्ञों द्वारा हिंदी में दिशानिर्देश दिए जाते हैं जिससे लोग हिंदी भाषा को सरलता एवं सुगमता से आत्मसात कर पाते हैं। हिंदी भाषा की तकनीकी एवं साहित्यिक विशेषताओं पर भी विमर्श किया जाता है जो कि इसके प्रचार-प्रसार में अत्यधिक सहायक सिद्ध होता है। इसी प्रकार से राष्ट्रीय परीक्षण एजेंसी (एनटीए) द्वारा न केवल हिंदी अपितु अन्य क्षेत्रीय भाषाओं में परीक्षाएं आयोजित कराना भी एक सराहनीय कदम है।
- राजभाषा नीति के अनुपालन में विभिन्न संस्थानों द्वारा संगोष्ठी, सम्मेलन, बैठक व कार्यशालाओं के माध्यम से विभिन्न शिक्षण और प्रशिक्षण कार्यक्रम चलाए जाते हैं। इनका मुख्य उद्देश्य सरकारी कामकाज में हिंदी को बढ़ावा देना तो होता ही है, साथ ही उपस्थित कार्मिकों को राजभाषा नीति से अवगत कराना भी होता है। राजभाषा विभाग के अथक प्रयासों के बावजूद भी कई बार ऐसे कई कर्मचारी व कार्यालय देखने में मिलते हैं जो जानकारी न होने के कारण, राजभाषा नीति के अनुपालन में पीछे रह जाते हैं। राजभाषा विभाग के नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति (नराकास) बैठकों जैसे विभिन्न मंचों के माध्यम से उन कार्यालयों व विभागाध्यक्षों तक पहुंच कर राजभाषा नीति के कार्यान्वयन को गति देने का कार्य कर रहा है। हर शहर में स्थित यह नराकास की बैठकें राजभाषा के प्रचार-प्रसार में जो कदम उठा रही हैं, वह सच में प्रशंसनीय है।
6. **उत्साह एवं अंतः प्रेरणा**— राजभाषा वार्षिक कार्यक्रमों के माध्यम से प्रेरणा व प्रोत्साहन के मंत्र से राजभाषा का प्रचार-प्रसार बड़े ही सुगम ढंग से किया जा रहा है। आज के समय में सभी सरकारी व सार्वजनिक क्षेत्र के उपक्रमों में हिंदी पखवाड़ा, विश्व अनुवाद दिवस, विश्व हिंदी दिवस व अंतरराष्ट्रीय मातृभाषा दिवस जैसे आयोजनों पर विभिन्न गतिविधियों-प्रतियोगिताओं आदि का आयोजन किया जाता है। वह कर्मचारीगण जो इन आयोजनों में भाग लेते हैं, उन्हें विशेषकर पुरस्कृत भी किया जाता है। इस तरह से

यह कार्मिक हिंदी भाषा के प्रचार-प्रसार को तो संबल देते ही हैं, साथ ही हिंदी में कार्य करने में इनका मनोबल भी बढ़ता है। इन कार्यक्रमों के समापन समारोहों में जब लोग उपस्थित होकर एक-दूसरे के व्याख्यान एवं विचार सुनते हैं तो वे उत्साहित एवं प्रेरित भी होते हैं। उन्हें पता चलता है कि किस प्रकार हिंदी उनके जीवन में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती है।

7. कौशल एवं ज्ञान की वृद्धि— हम में से शायद ही कोई हो जो हर कार्य व हर प्रकार के ज्ञान में निपुण हो। एक भारतीय सेना में कार्यरत सैनिक शायद एक बैंक प्रबंधक जितना वित्तीय ज्ञान न रखता हो, या फिर एक भारतीय रेलवे का कर्मचारी डीआरडीओ की टीम जिन चुनौतियों का सामना करती है, उनकी कल्पना भी न कर पाए। हम सभी अपने जीवन में एक सीमित क्षेत्र का ही ज्ञान रख पाते हैं। विभिन्न प्रकार के सम्मेलनों व संगोष्ठियों से हमें दूसरे विभागों व कार्यालयों में कार्य कर रहे हमारे साथी, उनकी कार्यप्रणाली व उनकी चुनौतियों से तो अवगत तो होते ही हैं, साथ ही एक-दूसरे के प्रति सम्मान व ‘भारतीयता’ का संवर्धन भी होता है।

निष्कर्ष—

राजभाषा हिंदी के प्रचार-प्रसार से राष्ट्रीय एवं क्षेत्रीय सम्मेलनों का महत्व प्रशंसनीय है। भारत सरकार द्वारा अखिल भारतीय राजभाषा सम्मेलन व क्षेत्रीय कार्यान्वयन कार्यालयों द्वारा इसी प्रकार के सम्मेलनों व संगोष्ठियों के माध्यम से हम सभी भारत की विविधता से भरी संस्कृति को बेहतर ढंग से समझ पाते

हैं व एक-दूसरे के प्रति अपने दृष्टिकोण को एक नए पहलू से देखते हैं। आज हम विकसित भारत की यात्रा के प्रारंभिक दौर में अवश्य हैं, पर अभी यह यात्रा और जोश के साथ तय करनी है। हमारी विविधता हमारा अभिमान होना चाहिए। सभी भारतीय भाषाएं इस भारत मां की बेटियां हैं। आज हमें अपने बीच सौहार्द व भाईचारे को बढ़ाना है। अपने गौरवान्वित इतिहास को पढ़ें, अपनी अगली पीढ़ी तक हमारे महानायकों की गाथाएं सुनाना न भूलें। विदेशी भाषा सीखने से कोई परहेज नहीं है, पर अपनी भारतीय भाषाओं को सीखें, उसका प्रचार-प्रसार करें।

**बैर नहीं हमें विदेशी भाषा से
पर पहला प्रेम मातृभाषा से
चलो तुम वसुधैव कुटुंबकम के मंत्र से
और मन में भारत मां बसे**

इस विकसित भारत और आधुनिकता की राह में भी हमारा साहित्य, हमारा दर्शन व हमारी भाषा हमें ‘‘विश्वगुरु’’ के खिताब को दोबारा वापिस लाने में सहायक होगी। तो आइए आगे तो बढ़ें, वैश्विक पटल पर अपना परचम लहराएं, पर फिर भी अपने गौरवशाली इतिहास को न भूलें।

जय हिंद! जय हिंदी! जय भारत!

**हरे राम मिश्र
सहायक कमांडेंट (सेवानिवृत्त)
सीआरपीएफ**

**सभ्य संसार के सारे विषय हमारे साहित्य
में आ जाने की ओर हमारी सतत वेष्टा रहनी
वाहिए।**

श्रीधर पाठक

मां जा चुकी थी

रात का वक्त था। सक्षम अस्पताल में पड़ा कराह रहा था। वह आधी नींद में धीर-धीरे कुछ बुदबुदा रहा है और उसका बदन तेज़ बुखार से तप रहा था। आंखे नींद से बोझिल, थकन, दर्द से शरीर टूटा सा लगभग बेहोशी में था। बाहर सर्सराती हवाएं उसके दर्द को और असहनीय बना रही थी।

उसे याद आ रहा था जब वह केवल 8 साल का था। जनवरी की ठंड थी, इसी तरह उसका बदन ठंड से कांप रहा था और तेज़ बुखार था जैसे सारे शरीर में किसी ने बहुत चोट मारी हो। वो कराह रहा था और उसकी मां गीली पट्टी सर पर रख उसका बुखार कम करने की कोशिश में लगी थी।

सक्षम का बुखार भी अजीब था, कभी भी किसी दवाई का असर नहीं होता था। दो दो बार डोलो या क्रोसिन, कुछ भी खाने पर भी नहीं उतरता था। उस दिन भी मां को कुछ समझ नहीं आ रहा था तो ठंडी ज़मीन पर अपना हाथ रखती और उसके माथे पर छुआती। मां कहती रहती “अरे कुछ नहीं होगा, तू जल्दी ही ठीक हो जायेगा। मैं हूं न ?” सक्षम चिढ़ जाता और कहता “उफ मां चुप भी करो, आपको क्या मालूम कितना दर्द है ? लेकिन हां, उसका बुखार उतर जाता और वह जल्द ही ठीक हो जाता। उसका बुखार तो सिर्फ मां के दुलार से ही ठीक होता था।

उसे फिर याद आया कि कैसे देहरादून में हॉस्टल में पढ़ते समय एक बार ऐसे ही तेज़ बुखार ने उसे जकड़ लिया था। वह घर से पहली बार दूर रहा था। उसको घर की याद भी आती तो मन मसोस कर रह जाता। बुखार के बारे में दो दिन तो उसने मां को पता भी नहीं चलने दिया पर जब बर्दाशत नहीं हुआ तो मां को फोन पर बता ही दिया। कहा कि “मां मैंने दवा ले ली है, चिंता मत करना, मैं ठीक हो जायूँगा।” पर मां को चैन कहां? अगले ही दिन दिल्ली से बस पकड़, पहुंच ही गई जैसे तैसे देहरादून। उनको पता था सक्षम ऐसे जल्दी नहीं ठीक होगा। वह उसके पास बैठी रही, गीली पट्टी करती रही, और बोली “अरे ठीक हो जायेगा कल तक, अब मैं आ गई हूं न ?”

सक्षम काफी चिढ़ जाता, उसे लगता कि उसका रूमेट क्या सोचेगा। इसलिए कहता “अरे मां, मैं कोई बच्चा थोड़ी हूं चुप

करो बस। “पर हां, रात में पसीना आया, कंपकंपी छूटी, पूरा शरीर भीग गया और बुखार गायब, फिर न जाने कब वह सो गया। अगले दिन सुबह वह बिलकुल ठीक महसूस कर रह था। मां जा चुकी थी। वापस, दिल्ली.....

आज भी कुछ ऐसे ही कंपकंपी आई, नींद में जैसे मां गीली पट्टी कर रही थी, उसका बदन पूरा पसीने से नहा गया। फिर थोड़ी देर में ही बुखार उतर गया। अचानक से कानों में एक आवाज़ पड़ी, “आप कमरा 302 के पेशेंट के साथ है क्या? उठो जल्दी”

वह हड्डबड़ा कर उठा।

“हां, क्यों क्या हुआ?”

“जल्दी चले” नर्स बोली।

सक्षम वेटिंग रूम की कुर्सी पर ही लेट गया था रात को और उसे कब बुखार और थकान से आंख लग गई उसे नहीं पता। उसकी मां हॉस्पिटल में भर्ती थी आईसीयू में, उनके लंगस में इन्फेक्शन था।

वह उठ कर 302 की तरफ भागा। वहां डॉक्टर और नर्स खड़े थे। डॉक्टर ने कहा “आपकी मां नहीं रही” नर्स ने बताया वह जाने से पहले बुदबुदा रही थी “अरे कुछ नहीं होगा, मैं हूं न ?”

सक्षम ने देखा कि उसके कपड़े पूरी तरह पसीने से भीगे थे, माथे पर पसीने की बूंदे छलक रही थी पर

अब बुखार नहीं था।

आखिर मां जो आयी थी ठीक करने, गीली पट्टी करने।

पर आज सक्षम फूट-फूट कर रोया। वह न कह सका कि “चुप करो मां, मैं कोई छोटा बच्चा नहीं।”

मां जा चुकी थी। इस बार वह चली गई थी, सदा के लिए।

बबीता
तकनीकी अधिकारी
कीट विज्ञान संभाग

शीर्षक: तोल-मोल के

कविताएं

अंधी दुनिया का अंधा कानून
जिसमें फंसता इंसान मासूम
बोलो पर है, लगी लगाम
नियमों की है, ऊंची कमान

कर रहे अस्मत पर वार
मिथ्या झूठ और भष्टाचार
देखी अपनों की सच्चाई
बैठे बिठाएं लाज गवाई

जान गए हम सच का वादा
भूल गए वो मर्यादा
जान पे आज, मेरी बन आई
हो गई मेरी रुसवाई

नियम कानून पर अटल सत्य
बैठा है यूं धात लगाए
जतन तुम चाहे, कर लो जितने
इस जज्जीर को तोड़ न पाएं

आओ मिलकर जागे हमसब
अपना हो दृढ़ विश्वास
बोले और आंखे खोले
फिर अस्मत से कोई न खेले।

लाखों का पेट भरता है वो,
पर खुद भूख में वो जिंदगी है काटे।

मजबूर कितना चंद रुपयों की खातिर,
जितने में अमीरों के कपड़े, जूते हैं आते।

दाना-दाना उगाता है लहू दे कर वो अपना,
जो हम आधा है खाते और आधा बहाते।

न आई कभी बारिश और कभी बरसे ज्यादा,
चाहत है उसकी बस कि खेत लहलहाते।

कि उसके भी घर जलता रोज़ चूल्हा,
और बच्चे उसके भर पेट खाते।

इतना सा हम न कर पाए उस के लिए क्या,
न कहे उसे गंवार, किसान बेचारा,
और सोचे उसे ज़रा इंसानियत के नाते।

ना फेंके, उगाया जो उसने,
बोया और सींचा पसीना बहाते।

बस काश हम इतना ही कर पाते।

बस काश हम इतना ही कर पाते।

बबीता

तकनीकी अधिकारी
कीट विज्ञान संभाग

नीलम

सहायक प्रशासनिक अधिकारी
आरसी (पीएमई-II) अनुभाग

