

परिशुद्ध कृषि (Precision Agriculture): सतत एवं लाभकारी फसल

उत्पादन की उन्नत तकनीकें

विक्रम सिंह गौड़¹, चन्द्र मोहन², राकेश कुमार³, आशुतोष शर्मा³, राजेश कुमार सिंह³ एवं *आशुतोष सिंह³

¹कृषि महाविद्यालय, बालाघाट, जवाहरलाल नेहरू कृषि विश्वविद्यालय, जबलपुर, म.प्र., भारत

²क्षेत्रीय मक्का अनुसंधान एवं बीज उत्पादन केंद्र, बेगूसराय, बिहार, भारत

³रानी लक्ष्मी बाई केंद्रीय कृषि विश्वविद्यालय, झांसी, उ.प्र., भारत

*संवादी लेखक का ईमेल पता: asinghraj कुमार@gmail.com

वैश्विक फसल उत्पादन वर्तमान में कई जटिल चुनौतियों का सामना कर रहा है, जिनमें वायुमंडलीय तापमान में वृद्धि, सूखा, बाढ़, भूमि क्षरण, खराब मृदा स्वास्थ्य, उर्वरकों का असंतुलित उपयोग तथा फसल उत्पादन में खतरनाक रसायनों का प्रयोग प्रमुख हैं। प्राकृतिक संसाधनों, जल भंडारों, वनों तथा चरागाह में निरंतर कमी विश्वभर में, विशेष रूप से कृषि एवं पशुधन उत्पादन क्षेत्र के लिए, गंभीर चुनौतियाँ उत्पन्न कर रही है। ये चुनौतियाँ न केवल वैश्विक खाद्य सुरक्षा के लिए खतरा हैं, बल्कि ग्रामीण आजीविका पर भी प्रतिकूल प्रभाव डालती हैं। कृषि एवं पशुधन उत्पादन के लिए उपयुक्त प्रबंधन उपकरणों और तकनीकों की उपलब्धता कृषि क्षेत्र की प्रमुख आवश्यकता है। रिमोट सेंसिंग के माध्यम से फसल निगरानी तथा खेत के भीतर मौजूद विभिन्नताओं का विभाजन करके संभावित प्रबंधन क्षेत्रों का निर्धारण कृषि के सुदृढ़ और सतत विकास को बढ़ावा देता है। इसी उद्देश्य से परिशुद्ध कृषि का विकास किया गया, जो जी.आई.एस. (भौगोलिक सूचना प्रणाली) और जी.पी.एस. (वैश्विक स्थान निर्धारण प्रणाली) जैसी तकनीकों के एकीकरण द्वारा फसल वृद्धि, फसल स्वास्थ्य, उत्पादन, जल अवशोषण, पोषक तत्वों के स्तर, स्थलाकृति तथा मृदा की विभिन्नताओं संबंधी विस्तृत और सटीक जानकारी प्रदान करती है।

परिशुद्ध कृषि अथवा परिशुद्ध खेती उन्नत तकनीकी उपकरणों के उपयोग द्वारा फसलों की उत्पादकता बढ़ाने का अगली पीढ़ी का वैज्ञानिक दृष्टिकोण है। विश्वभर में परिशुद्ध कृषि तकनीकों को फसल उत्पादन बढ़ाने, श्रम लागत कम करने तथा सिंचाई और उर्वरकों के प्रभावी प्रबंधन के लिए अपनाया जा रहा है। परिशुद्ध कृषि मुख्यतः बड़ी मात्रा में सटीक आँकड़ों और सूचनाओं का उपयोग करके कृषि संसाधनों के बेहतर उपयोग, फसल उत्पादकता में वृद्धि तथा उपज की गुणवत्ता सुधारने पर आधारित है। कृषि संबंधी प्रदर्शन में सुधार के अतिरिक्त, यह जलवायु परिवर्तन के अनुकूलन और शमन में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। आदानों की बर्बादी को कम करके, मृदा स्वास्थ्य में सुधार लाकर तथा बदलती जलवायु परिस्थितियों के अनुरूप प्रबंधन रणनीतियाँ अपनाकर, परिशुद्ध कृषि अधिक जलवायु-लचीली कृषि प्रणालियों के विकास में योगदान देती है। वैश्विक खाद्य मांग और प्राकृतिक संसाधनों पर बढ़ते दबाव को देखते हुए, परिशुद्ध कृषि खाद्य उत्पादन को तेजी से बढ़ाने के साथ-साथ पर्यावरणीय प्रभावों को कम करने के अनेक विकल्प प्रदान करती है। इस प्रकार, यह सतत कृषि विकास और खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने की दिशा में एक प्रभावी एवं आधुनिक समाधान के रूप में उभर रही है।

परिशुद्ध कृषि के पाँच स्तंभ

- सही आदान**
उचित प्रकार के बीज, उर्वरक, कीटनाशक, सूक्ष्म पोषक तत्व और सिंचाई जल का प्रदान
- सही मात्रा**
फसल और मिट्टी की आवश्यकता अनुसार आदानों की उचित मात्रा का उपयोग
- सही स्थान**
आदानों को खेत के उसी भाग में लागू करना जहाँ उनकी आवश्यकता हो
- सही समय**
उर्वरक, सिंचाई, कीटनाशक आदि कृषि क्रियाओं को उचित समय पर करना
- सही विधि**
वैज्ञानिक एवं उपयुक्त तकनीकों द्वारा आदानों का प्रयोग करना

परिशुद्ध कृषि (Precision Agriculture)
सतत एवं लाभकारी फसल उत्पादन की उन्नत तकनीकें



रिमोट सेंसिंग (Multispectral/ Hyperspectral)

ड्रोन एवं ड्रैमैजिंग

GPS (स्थान निर्धारण)

परिशुद्ध कृषि के प्रमुख उपकरण

- वैश्विक स्थान निर्धारण प्रणाली (GPS)**
स्थान विशेष की सटीक जानकारी
- भौगोलिक सूचना प्रणाली (GIS)**
स्थानिक आँकड़ों का संग्रह, विश्लेषण और मानचित्रण
- सेंसर प्रौद्योगिकी**
मृदा, जल, पोषक तत्व, मौसम एवं फसल की विविधता की निगरानी
- रिमोट सेंसिंग**
फसल स्वास्थ्य, जैवभार, LAI, NDVI आदि का आकलन
- परिवर्तनीय दर प्रौद्योगिकी (Variable Rate Technology)**
स्थान-विशिष्ट आदान प्रबंधन

परिशुद्ध कृषि के घटक

प्रौद्योगिकी (GPS, GIS, सेंसर, रिमोट सेंसिंग, IoT, AI) → सूचना (मृदा, बीज, पोषक तत्व, जलवायु आदि) → प्रबंधन (उत्पादन नियंत्रण, सिंचाई, जैवभार प्रबंधन, निगरानी और सुधारण)

परिशुद्ध कृषि के लाभ

- उत्पादन में वृद्धि
- संसाधनों का कुशल उपयोग
- लागत में कमी
- पर्यावरण संरक्षण
- जलवायु परिवर्तन के प्रति लचीलापन
- खाद्य सुरक्षा एवं पोषण सुरक्षा

परिशुद्ध कृषि : अधिक उत्पादन, कम लागत, संसाधन संरक्षण और सतत भविष्य की ओर एक कदम



मृदा एवं फसल डेटा संग्रह → डेटा प्रोसेसिंग एवं विश्लेषण → प्रबंधन क्षेत्र निर्धारण → परिवर्तनीय दर से आदान का प्रयोग → बेहतर उत्पादन एवं गुणवत्ता → अधिक लाभ एवं सतत कृषि

1. परिशुद्ध कृषि के पाँच स्तंभ

परिशुद्ध खेती (Precision Farming) फसल उत्पादन में संसाधनों के कुशल उपयोग पर आधारित है। इसमें सही आदान, सही मात्रा, सही स्थान, सही समय और सही विधि के सिद्धांतों का पालन किया जाता है, जिन्हें परिशुद्ध कृषि के पाँच स्तंभ कहा जाता है। परिशुद्ध खेती में इन पाँच स्तंभ का उद्देश्य आधुनिक तकनीकों जैसे जी.पी.एस., सेंसर, परिवर्तनीय दर अनुप्रयोग, ड्रोन तथा डेटा-आधारित निर्णय प्रणालियों का उपयोग करके फसल की आर्थिक उपज को अधिकतम करना तथा पर्यावरणीय प्रभाव और संसाधनों की बर्बादी को न्यूनतम करना है। परिशुद्ध कृषि के पाँच स्तंभ का विवरण निम्नलिखित है:-

1.1 सही आदान: फसल की आवश्यकता के अनुसार उचित प्रकार के उर्वरक, बीज, कीटनाशक, सूक्ष्म पोषक तत्व तथा सिंचाई जल का चयन करना।

1.2 सही मात्रा: फसल और मिट्टी की वास्तविक आवश्यकता के अनुसार आदानों की उचित मात्रा का प्रयोग करना, जिससे अधिक या कम उपयोग से होने वाले नुकसान को रोका जा सके।

1.3 सही स्थान: आदानों को खेत के उसी भाग में लागू करना जहाँ उनकी आवश्यकता हो। इससे संसाधनों का दक्ष उपयोग होता है और उत्पादन लागत कम होती है।

1.4 सही समय: उर्वरकों, सिंचाई, कीटनाशकों तथा अन्य कृषि क्रियाओं को उचित समय पर करना, जिससे फसल को अधिकतम लाभ प्राप्त हो सके।

1.5 सही विधि: आदानों का प्रयोग वैज्ञानिक एवं उपयुक्त तकनीकों द्वारा करना, जैसे ड्रिप सिंचाई, सटीक स्प्रेइंग, तकनीक आदि की प्रभावशीलता बढ़े और अपव्यय कम हो।

2. परिशुद्ध कृषि के घटक

परिशुद्ध खेती एक सूचना-आधारित तकनीक है, जिसके लिए अनेक रणनीतियाँ विकसित की जा चुकी हैं तथा कई अन्य अभी विकास के चरण में हैं। खेतों में आदानों के उपयोग तथा विभिन्न कृषि कारकों की निगरानी के लिए अनेक सॉफ्टवेयर, कार्यक्रम और तकनीकों का विकास एवं उपयोग किया गया है। व्यापक रूप से परिशुद्ध कृषि तीन प्रमुख घटकों पर आधारित है, जिनमें प्रौद्योगिकी, सूचना और प्रबंधन शामिल हैं।

2.1. प्रौद्योगिकी: परिशुद्ध कृषि में तकनीकी प्रगति, जैसे भौगोलिक सूचना प्रणाली, सेंसर, रिमोट सेंसिंग, इंटरनेट ऑफ थिंग्स, कृत्रिम बुद्धिमत्ता आदि, फसलों में तनाव, पोषक तत्वों की कमी, सिंचाई की आवश्यकता तथा रोगजनकों के आक्रमण की पहचान करने में अत्यंत उपयोगी हैं। ये उन्नत तकनीकें मृदा स्वास्थ्य, पोषक तत्व प्रबंधन, कीट एवं रोग नियंत्रण, जल एवं ऊर्जा प्रबंधन तथा विभिन्न फसल आनुवंशिक संसाधनों के एकीकृत प्रबंधन को अपनाने में सहायता करती हैं, जिससे फसल उत्पादकता को अधिकतम किया जा सकता है। रिमोट सेंसिंग तकनीक को परिशुद्ध कृषि के संदर्भ में कृषि क्षेत्र के लिए अत्यंत प्रभावी उपकरण माना गया है। रिमोट सेंसिंग की मल्टीस्पेक्ट्रल और हाइपरस्पेक्ट्रल तकनीकें फसल प्रबंधन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। रिमोट सेंसिंग द्वारा प्राप्त चित्रों के माध्यम से फसल की विकास अवस्था, प्रकाश संश्लेषणीय सक्रिय विकिरण, जैवभार संचयन, पत्ती क्षेत्र सूचकांक, सामान्यीकृत अंतर वनस्पति सूचकांक, उन्नत वनस्पति सूचकांक तथा अन्य सूचकांकों का आकलन किया जा सकता है।

2.2. सूचना: जल की कमी, बाढ़, पवन वेग, उच्च एवं निम्न तापमान जैसी जलवायु संबंधी सूचनाएँ फसल हानि को कम करने तथा विशिष्ट कृषि-जलवायु क्षेत्रों में सतत कृषि विकास के लिए उपयुक्त रणनीतियों के निर्माण में सहायक होती हैं। इसके अतिरिक्त, मृदा स्वास्थ्य, कीट एवं रोग प्रकोप, जलवायु परिस्थितियाँ, जैविक एवं अजैविक तनाव आदि से संबंधित जानकारी का उपयोग विभिन्न प्रकार के मानचित्र तैयार करने में किया जा सकता है। ये मानचित्र किसानों को उपलब्ध सूचनाओं के आधार पर बेहतर निर्णय लेने में सहायता प्रदान करते हैं।

2.3. प्रबंधन: प्रबंधन परिशुद्ध कृषि का तीसरा और सबसे महत्वपूर्ण घटक है। यह मुख्य रूप से मौसम, फसल की स्थिति, मृदा की दशा तथा फसल उत्पादन में प्रयुक्त संसाधनों से संबंधित सूचनाओं पर आधारित होता है। उपलब्ध तकनीकों और सूचनाओं के माध्यम से उत्पन्न आंकड़ों का विश्लेषण कर उनका प्रभावी उपयोग करना आवश्यक है। इसके लिए किसानों और प्रबंधकों को उपलब्ध डेटा का मूल्यांकन करने, तकनीकों का कुशल उपयोग करने तथा उत्पादन एवं प्रबंधन संबंधी उचित निर्णय लेने में सक्षम होना चाहिए। सूचना और तकनीक के समुचित उपयोग के आधार पर परिशुद्ध खेती फसलों की उत्पादकता बढ़ाने में सहायता करती है, साथ ही पर्यावरणीय संतुलन को बनाए रखते हुए सतत कृषि विकास को सुनिश्चित करती है।

3. परिशुद्ध कृषि के उपयोगी उपकरण

वैश्विक स्थान निर्धारण प्रणाली (जी.पी.एस), भौगोलिक सूचना प्रणाली (जी.आई.एस.), सेंसर प्रौद्योगिकी, रिमोट सेंसिंग तथा परिवर्तनीय दर प्रौद्योगिकी परिशुद्ध कृषि के विकास के प्रमुख उपकरण हैं। ये उपकरण कीट एवं रोगों की संभावना, मौसम पूर्वानुमान, भू-दृश्य की पहचान, वायुमंडलीय आर्द्रता, पोषक तत्वों के स्तर तथा वनस्पति की स्थिति जैसी महत्वपूर्ण जानकारी के संग्रह और पूर्वानुमान में अत्यंत उपयोगी हैं।



3.1. वैश्विक स्थान निर्धारण प्रणाली: वैश्विक स्थान निर्धारण प्रणाली (जी.पी.एस) का उपयोग नमूनाकरण, परिवर्तनशीलता विश्लेषण, उपज मानचित्रण तथा अन्य कृषि संबंधी कार्यों में उच्च सटीकता प्राप्त करने के लिए किया जाता है। फसल उत्पादक जी.पी.एस की सहायता से खेत की सटीक स्थिति, मृदा प्रकार, खरपतवारों की स्थिति, कीटों एवं रोगजनकों के प्रकोप वाले क्षेत्रों आदि की पहचान कर सकते हैं। जी.पी.एस प्रणाली के उन्नत संस्करण, जैसे डिफरेंशियल ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम, भूमि एवं अंतरिक्ष आधारित नेविगेशन में भी सहायक हैं।

3.2. भौगोलिक सूचना प्रणाली: भौगोलिक सूचना प्रणाली (जी.आई.एस.) एक कंप्यूटर-आधारित उपकरण है, जिसमें किसी विशेष स्थान से संबंधित सूचनाओं को संग्रहीत, विश्लेषित और प्रदर्शित करने के लिए विशेष सॉफ्टवेयर का उपयोग किया जाता है। यह प्रणाली निर्णय लेने की प्रक्रिया में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। जी.आई.एस. के माध्यम से मृदा प्रकार, मृदा पोषक तत्व स्थिति, खेत की स्थलाकृति, जल निकास व्यवस्था, रासायनिक आदानों की उपयोग दर तथा फसल उपज से संबंधित जानकारी प्राप्त की जा सकती है। यह जानकारी फसल उत्पादन को प्रभावित करने वाले विभिन्न कारकों और स्थानों के बीच संबंधों का विश्लेषण करने में सहायक होती है।

3.3. सेंसर प्रौद्योगिकी: सेंसर प्रौद्योगिकी परिशुद्ध कृषि का एक महत्वपूर्ण घटक है। यह पौधों एवं मृदा में जल की स्थिति, मृदा की गुणवत्ता तथा उर्वरता संबंधी जानकारी प्रदान करती है। सेंसरों का उपयोग पवन वेग, वायुमंडलीय आर्द्रता, फसल वनस्पति स्थिति, स्थानीय तापमान, मृदा बनावट, मृदा संरचना, मृदा के भौतिक गुणों तथा मृदा एवं पौधों में पोषक तत्वों की स्थिति का आकलन करने के लिए भी किया जाता है। विभिन्न फसलों और कृषि-जलवायु क्षेत्रों से प्राप्त सेंसर-आधारित आंकड़े भविष्य में कृषि प्रबंधन एवं पूर्वानुमान के लिए महत्वपूर्ण संदर्भ सामग्री प्रदान करते हैं।

3.4. रिमोट सेंसिंग: रिमोट सेंसिंग कला और विज्ञान का एक ऐसा संयोजन है, जिसके माध्यम से पृथ्वी की सतह से संबंधित जानकारी बिना प्रत्यक्ष संपर्क के प्राप्त की जाती है। रिमोट सेंसिंग भू-दृश्य के आकलन तथा निगरानी में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। इसके माध्यम से फसल की स्थिति, वनस्पति आवरण, जैविक एवं अजैविक तनावों की निगरानी की जा सकती है। यह तकनीक बड़े क्षेत्रों की त्वरित और सटीक निगरानी करने में सक्षम है, जिससे कृषि प्रबंधन निर्णय अधिक प्रभावी बनते हैं।

3.5. परिवर्तनीय दर प्रौद्योगिकी: परिवर्तनीय दर प्रौद्योगिकी कृषि कार्यों में प्रयुक्त एक स्वचालित तकनीक है, जिसे विशेष रूप से परिशुद्ध कृषि के उद्देश्यों को पूरा करने और लाभ को अधिकतम करने के लिए विकसित किया गया है। परिवर्तनीय दर प्रौद्योगिकी का मुख्य उद्देश्य मृदा मानचित्र में दर्ज मृदा प्रकार और उसकी आवश्यकताओं के अनुसार उर्वरक, बीज, कीटनाशक तथा अन्य कृषि आदानों की मात्रा का स्थान-विशिष्ट प्रयोग सुनिश्चित करना है। यह तकनीक विभिन्न क्षेत्रों में मौजूद विविधताओं की पहचान करने और उनके अनुरूप संसाधनों का उपयोग करने में सहायक होती है। साथ ही, यह संसाधनों की बचत, पर्यावरण संरक्षण तथा सतत कृषि विकास को बढ़ावा देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

निष्कर्ष

परिशुद्ध कृषि उन्नत उपकरणों और तकनीकों के माध्यम से फसल उत्पादकता बढ़ाने की एक प्रभावी और सुदृढ़ कृषि पद्धति है। भविष्य में यह सीमित प्राकृतिक संसाधनों के कुशल उपयोग द्वारा वैश्विक खाद्य सुरक्षा तथा पर्यावरणीय स्थिरता सुनिश्चित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाएगी। परिशुद्ध कृषि के उपकरण किसानों को उर्वरकों के प्रयोग तथा सिंचाई के समय और मात्रा में आवश्यकतानुसार परिवर्तन करने की सुविधा प्रदान करते हैं। यह तकनीक पूरे खेत के बजाय प्रत्येक पौधे की विशिष्ट आवश्यकताओं के अनुसार प्रबंधन करने में भी सहायक है, जिससे संसाधनों का अधिक दक्ष उपयोग संभव हो पाता है। परिशुद्ध कृषि में इंटरनेट ऑफ थिंग्स के एकीकरण से विभिन्न प्रणालियों और उपकरणों के बीच डेटा का आदान-प्रदान अधिक प्रभावी होगा, जिससे निर्णय लेने की प्रक्रिया और अधिक सटीक एवं त्वरित बन सकेगी। भविष्य में परिशुद्ध कृषि के विकास का मुख्य उद्देश्य ऐसे स्मार्ट और उन्नत कृषि तंत्र विकसित करना होगा, जो जलवायु परिवर्तन के प्रभावों के प्रति कृषि को अधिक अनुकूल और लचीला बना सकें। डेटा-आधारित प्रबंधन के माध्यम से जल संसाधनों के बेहतर उपयोग, कृषि आदानों की दक्षता बढ़ाने तथा पर्यावरणीय प्रभावों को कम करने पर विशेष जोर दिया जाएगा। इस प्रकार, परिशुद्ध कृषि आधुनिक, टिकाऊ और जलवायु-स्मार्ट कृषि प्रणाली के निर्माण की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है, जो कृषि उत्पादकता, संसाधन संरक्षण और पर्यावरणीय संतुलन को एक साथ बढ़ावा देती है।

