

पादप संरक्षण में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का भविष्य

डॉ. आर. पी. सिंह¹, डॉ. भूषण कुमार सिंह¹, डॉ. अभीक पात्र¹, डॉ. पंकज मेलकानी², डॉ. रातुल मोनी राम¹ एवं डॉ. आशुतोष कुमार¹

1-कृषि विज्ञान केंद्र नरकटियागंज, पश्चिम चम्पारण, बिहार (आर.पी.सी.ए.यू., पूसा, समस्तीपुर, बिहार)

2- वैज्ञानिक, कृषि अभियन्त्रिकी, केंद्रीय कृषि विश्वविद्यालय, मणिपुर

स्वस्थ फसल, सुरक्षित पर्यावरण और स्मार्ट कृषि की ओर:

भारत में कृषि केवल एक व्यवसाय नहीं है, बल्कि करोड़ों लोगों की आजीविका और ग्रामीण अर्थव्यवस्था का आधार है। किसान पूरे वर्ष मेहनत करके फसल तैयार करता है, लेकिन कीट, रोग, खरपतवार, बदलता मौसम और अन्य जैविक समस्याएं उसकी मेहनत पर पानी फेर सकती हैं। कई बार फसल में समस्या दिखाई देने तक नुकसान काफी बढ़ चुका होता है।

पादप संरक्षण का मुख्य उद्देश्य फसलों को कीटों, रोगों, खरपतवारों और अन्य हानिकारक कारकों से बचाकर उत्पादन तथा गुणवत्ता को बनाए रखना है। परंपरागत रूप से किसान अपने अनुभव और विशेषज्ञों की सलाह के आधार पर इन समस्याओं का प्रबंधन करते आए हैं। लेकिन आज खेती का क्षेत्र तेजी से बदल रहा है। जलवायु परिवर्तन, बढ़ती उत्पादन लागत, रासायनिक कीटनाशकों के अत्यधिक उपयोग की चिंता, श्रम की कमी और बड़ी मात्रा में कृषि क्षेत्र की निगरानी की आवश्यकता ने पादप संरक्षण को अधिक वैज्ञानिक और सटीक बनाने की जरूरत पैदा कर दी है।

इसी संदर्भ में **कृत्रिम बुद्धिमत्ता (Artificial Intelligence—AI)** पादप संरक्षण के भविष्य की एक महत्वपूर्ण तकनीक बनकर उभर रही है।

AI का उद्देश्य किसान के पारंपरिक ज्ञान को समाप्त करना नहीं है। इसका वास्तविक उद्देश्य किसान और पादप संरक्षण विशेषज्ञ को ऐसी जानकारी उपलब्ध कराना है, जिससे वे **समस्या की जल्दी पहचान कर सकें, सही निर्णय ले सकें और आवश्यकता के अनुसार ही नियंत्रण उपाय अपनाएं।**

कृत्रिम बुद्धिमत्ता:

कृत्रिम बुद्धिमत्ता ऐसी तकनीक है जिसके माध्यम से कंप्यूटर और डिजिटल प्रणालियां बड़ी मात्रा में उपलब्ध आंकड़ों का विश्लेषण करके पैटर्न पहचान सकती हैं, संभावित परिणामों का अनुमान लगा सकती हैं और निर्णय लेने में सहायता कर सकती हैं।

पादप संरक्षण में AI के लिए अनेक प्रकार के आंकड़े उपयोगी हो सकते हैं, जैसे—

- पौधों की तस्वीरें और वीडियो
- पत्तियों का रंग और आकार
- मौसम संबंधी आंकड़े
- तापमान और आर्द्रता
- मिट्टी की नमी
- कीटों की संख्या और गतिविधि
- रोग के लक्षण
- फसल की वृद्धि अवस्था
- पिछले वर्षों के रोग और कीट प्रकोप

- उपग्रह एवं ड्रोन से प्राप्त चित्र
- क्षेत्र विशेष से संबंधित कृषि आंकड़े

AI इन सभी सूचनाओं को एक साथ देखकर किसान को संभावित समस्या के बारे में समय रहते सचेत करने में सहायता कर सकता है।

पादप रोगों की शुरुआती पहचान में AI

फसल रोगों के प्रबंधन में सबसे महत्वपूर्ण बात है—**समय पर पहचान।**

यदि किसी रोग का पता शुरुआती अवस्था में लग जाए, तो उसे नियंत्रित करना अपेक्षाकृत आसान हो सकता है। लेकिन कई बार किसान को रोग की सही पहचान तब होती है जब वह पौधों के बड़े हिस्से में फैल चुका होता है।

AI आधारित कंप्यूटर विजन तकनीक पौधों की तस्वीरों का विश्लेषण करके पत्तियों, तनों, फलों या अन्य पौध भागों में दिखाई देने वाले असामान्य लक्षणों की पहचान करने में सहायता कर सकती है।

मोबाइल फोन से ली गई तस्वीर के आधार पर भविष्य में AI यह संकेत दे सकता है कि पौधे में किसी रोग की संभावना है। इससे किसान को तुरंत विशेषज्ञ से सलाह लेने और आवश्यक प्रबंधन शुरू करने का अवसर मिल सकता है।

हालांकि, यह ध्यान रखना जरूरी है कि **AI द्वारा की गई प्रारंभिक पहचान को अंतिम रोग निदान नहीं माना जाना चाहिए।** समान लक्षण कई अलग-अलग रोगों, पोषक तत्वों की कमी या पर्यावरणीय तनाव के कारण भी दिखाई दे सकते हैं। इसलिए महत्वपूर्ण मामलों में विशेषज्ञ या अधिकृत पौध रोग निदान प्रयोगशाला की सलाह आवश्यक रहेगी।

कीटों की पहचान और निगरानी

कीट फसलों के लिए गंभीर समस्या बन सकते हैं। कुछ कीटों का आकार बहुत छोटा होता है और शुरुआती अवस्था में उनका पता लगाना कठिन होता है।

AI कैमरा, स्मार्ट ट्रैप और सेंसर से प्राप्त तस्वीरों का विश्लेषण करके कीटों की पहचान और उनकी संख्या का अनुमान लगाने में सहायता कर सकता है।

भविष्य के स्मार्ट कीट निगरानी तंत्र में खेत में लगाए गए कैमरे नियमित रूप से तस्वीरें ले सकते हैं।

AI उन तस्वीरों में मौजूद कीटों की पहचान करके यह जानकारी दे सकता है कि—

- कौन सा कीट मौजूद है?
- उसकी संख्या बढ़ रही है या घट रही है?
- खेत के किस हिस्से में उसका प्रकोप अधिक है?
- क्या नियंत्रण की आवश्यकता दिखाई दे रही है?

इससे किसान केवल अनुमान के आधार पर कीटनाशक का छिड़काव करने के बजाय **निगरानी आधारित निर्णय** ले सकेगा।

कीटनाशकों के विवेकपूर्ण उपयोग में AI की भूमिका

पादप संरक्षण की सबसे बड़ी चुनौतियों में से एक है कीटनाशकों का अनावश्यक या गलत उपयोग।

कई बार किसान पूरे खेत में कीटनाशक का छिड़काव कर देता है, जबकि समस्या केवल कुछ हिस्सों में होती है। इससे लागत बढ़ती है और पर्यावरण तथा लाभकारी जीवों पर भी अनावश्यक प्रभाव पड़ सकता है।

AI और प्रिसिजन एग्रीकल्चर तकनीकों के संयोजन से भविष्य में यह संभव हो सकता है कि खेत के केवल उन्हीं हिस्सों की पहचान की जाए जहां कीट या रोग का वास्तविक खतरा है।

इससे **लक्षित या आवश्यकता-आधारित नियंत्रण** को बढ़ावा मिल सकता है।

इसका अर्थ यह नहीं है कि AI हर स्थिति में कीटनाशक की आवश्यकता समाप्त कर देगा। बल्कि इसका उद्देश्य यह होना चाहिए कि जहां नियंत्रण आवश्यक हो, वहां **सही समय पर और वैज्ञानिक सलाह के अनुसार उचित उपाय** अपनाया जाए।

खरपतवार प्रबंधन में AI

खरपतवार फसल के साथ पानी, प्रकाश, पोषक तत्व और स्थान के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं। बड़े खेतों में खरपतवार की पहचान और नियंत्रण श्रमसाध्य कार्य हो सकता है।

AI आधारित कैमरे पौधों और खरपतवार के बीच अंतर पहचानने में सहायता कर सकते हैं। भविष्य में ऐसे स्मार्ट उपकरण विकसित हो सकते हैं जो खेत में घूमते हुए केवल खरपतवार की पहचान करें और आवश्यकता वाले स्थान पर ही नियंत्रण कार्रवाई करें।

इससे पूरे खेत में समान रूप से रसायन डालने के बजाय **स्थान-विशिष्ट खरपतवार प्रबंधन** को बढ़ावा मिल सकता है।

ड्रोन, उपग्रह और AI का संयोजन

किसान के लिए पूरे खेत को प्रतिदिन बारीकी से देखना संभव नहीं होता, विशेषकर बड़े खेतों में। यहां ड्रोन और उपग्रह आधारित निगरानी उपयोगी हो सकती है।

ड्रोन खेत की उच्च-रिजॉल्यूशन तस्वीरें लेकर पौधों की स्थिति की जानकारी दे सकते हैं। AI इन तस्वीरों का विश्लेषण करके ऐसे क्षेत्रों की पहचान कर सकता है जहां—

- पौधों की वृद्धि कमजोर है,
- रोग का संभावित प्रकोप है,
- कीटों की गतिविधि दिखाई दे रही है,
- पानी की कमी हो सकती है,
- पौधों में तनाव के संकेत हैं।

इससे किसान को पूरे खेत की जगह **समस्या वाले क्षेत्रों पर ध्यान केंद्रित करने** में सहायता मिल सकती है।

मौसम और रोग पूर्वानुमान

कई पादप रोगों का विकास तापमान, आर्द्रता, वर्षा और पत्ती पर नमी जैसी परिस्थितियों से प्रभावित होता है। इसी प्रकार अनेक कीटों की गतिविधि भी मौसम के साथ बदलती है।

AI मौसम और फसल से संबंधित पुराने एवं वर्तमान आंकड़ों का विश्लेषण करके संभावित रोग या कीट प्रकोप के जोखिम का अनुमान लगाने में सहायता कर सकता है।

भविष्य में किसान को इस प्रकार की चेतावनी मिल सकती है—

“मौसम की वर्तमान परिस्थितियां इस क्षेत्र में अमुक रोग के लिए अनुकूल हैं। खेत की निगरानी बढ़ाएं और विशेषज्ञ की सलाह के अनुसार आवश्यक कदम उठाएं।”

ऐसी चेतावनी किसान को बीमारी फैलने के बाद कार्रवाई करने के बजाय **पूर्व-सतर्कता** का अवसर दे सकती है।

स्मार्ट सेंसर और रियल-टाइम निगरानी

भविष्य की कृषि में खेत केवल एक भौतिक स्थान नहीं होगा, बल्कि वह लगातार आंकड़े उपलब्ध कराने वाला एक स्मार्ट सिस्टम भी बन सकता है।

मिट्टी में लगे सेंसर मिट्टी की नमी, तापमान और अन्य परिस्थितियों की जानकारी दे सकते हैं। खेत में लगे कैमरे पौधों की स्थिति पर नजर रख सकते हैं। मौसम स्टेशन स्थानीय परिस्थितियों का डेटा दे सकते हैं।

AI इन सभी आंकड़ों को एक साथ जोड़कर पौधों के स्वास्थ्य की लगातार निगरानी कर सकता है। इससे किसान को समस्या के बारे में **रियल-टाइम या लगभग वास्तविक समय में जानकारी** प्राप्त करने की दिशा में मदद मिल सकती है।

रोग और कीट के लिए जोखिम मानचित्र

AI की मदद से खेत का डिजिटल **रोग एवं कीट जोखिम मानचित्र** तैयार किया जा सकता है।

मान लीजिए किसी खेत में रोग का खतरा केवल एक हिस्से में अधिक है। AI उस क्षेत्र को अलग से चिह्नित कर सकता है। किसान या विशेषज्ञ उस हिस्से का निरीक्षण करके आवश्यक कार्रवाई कर सकते हैं।

इस प्रकार भविष्य में पादप संरक्षण एक समान उपचार पर आधारित न होकर **स्थान-विशिष्ट और जोखिम-आधारित प्रबंधन** की दिशा में आगे बढ़ सकता है।

AI और जैविक पादप संरक्षण

पादप संरक्षण का भविष्य केवल रासायनिक नियंत्रण पर निर्भर नहीं होना चाहिए। समेकित कीट प्रबंधन (IPM) में जैविक नियंत्रण, सांस्कृतिक उपाय, यांत्रिक नियंत्रण, प्रतिरोधी किस्मों और आवश्यकता पड़ने पर रासायनिक नियंत्रण का संतुलित उपयोग किया जाता है।

AI इन विभिन्न विकल्पों के बीच निर्णय लेने में सहायता कर सकता है।

उदाहरण के लिए, यदि किसी खेत में कीटों की संख्या आर्थिक क्षति स्तर से कम है, तो तुरंत रासायनिक छिड़काव करने के बजाय निगरानी जारी रखने या अन्य गैर-रासायनिक उपाय अपनाने की सलाह अधिक उपयुक्त हो सकती है।

इस तरह AI **पर्यावरण-अनुकूल और टिकाऊ पादप संरक्षण** को बढ़ावा देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है।

छोटे किसानों के लिए AI

भारत में कृषि का एक बड़ा हिस्सा छोटे और सीमांत किसानों पर निर्भर है। इसलिए AI का भविष्य तभी सार्थक होगा जब इसका लाभ केवल बड़े और तकनीकी रूप से सक्षम किसानों तक सीमित न रहे। छोटे किसान के लिए ऐसी तकनीक अधिक उपयोगी होगी जो—

- मोबाइल फोन पर उपलब्ध हो,
- स्थानीय भाषा में काम करे,
- कम लागत वाली हो,
- इंटरनेट की सीमित उपलब्धता में भी उपयोगी हो,
- सरल तरीके से परिणाम समझाए,
- और जरूरत पड़ने पर विशेषज्ञ से संपर्क की सुविधा दे।

एक किसान को जटिल वैज्ञानिक रिपोर्ट से अधिक उपयोगी यह जानना हो सकता है कि **“मेरी फसल में समस्या क्या हो सकती है और मुझे अगला कदम क्या उठाना चाहिए?”**

AI का विकास इसी किसान-केंद्रित सोच के साथ होना चाहिए।

स्थानीय भाषाओं में AI की शक्ति

भारत की भाषाई विविधता को देखते हुए स्थानीय भाषा में कृषि सलाह अत्यंत महत्वपूर्ण है।

भविष्य में किसान अपनी भाषा में मोबाइल या आवाज आधारित AI प्रणाली से सवाल पूछ सकता है। वह पौधे की तस्वीर भेज सकता है और समस्या का विवरण बोलकर बता सकता है।

AI उपलब्ध जानकारी के आधार पर संभावित कारणों और आवश्यक अगले कदमों के बारे में प्रारंभिक मार्गदर्शन दे सकता है।

इससे वैज्ञानिक जानकारी और किसान के बीच मौजूद भाषा की दूरी कम करने में मदद मिल सकती है।

पादप संरक्षण विशेषज्ञों की भूमिका क्या होगी?

AI के बढ़ते उपयोग से यह प्रश्न भी उठता है कि क्या भविष्य में पादप संरक्षण विशेषज्ञों की आवश्यकता कम हो जाएगी?

वास्तव में ऐसा होना आवश्यक नहीं है। AI आंकड़ों के विश्लेषण में तेज हो सकता है, लेकिन खेत की वास्तविक परिस्थितियों को समझने और जटिल समस्याओं पर वैज्ञानिक निर्णय लेने के लिए विशेषज्ञ ज्ञान की आवश्यकता बनी रहेगी।

भविष्य में कृषि वैज्ञानिक, पादप रोग विशेषज्ञ, कीट वैज्ञानिक और किसान AI के साथ मिलकर काम करेंगे।

AI संभावित समस्या की पहचान करेगा, विशेषज्ञ उसकी पुष्टि और व्याख्या करेंगे तथा किसान स्थानीय परिस्थितियों को ध्यान में रखकर निर्णय लेगा।

इस प्रकार AI विशेषज्ञ का स्थान लेने के बजाय उसकी क्षमता को बढ़ाने वाला उपकरण बन सकता है।

AI के सामने प्रमुख चुनौतियां

AI में बहुत संभावनाएं हैं, लेकिन इसके उपयोग में सावधानी भी आवश्यक है।

1. सही डेटा की आवश्यकता

AI को प्रशिक्षित करने के लिए उच्च गुणवत्ता वाले और विविध परिस्थितियों से प्राप्त आंकड़े आवश्यक हैं। यदि प्रशिक्षण डेटा सीमित या पक्षपाती होगा, तो AI की सलाह भी गलत हो सकती है।

2. समान लक्षणों की समस्या

कई बार रोग, पोषक तत्वों की कमी और पर्यावरणीय तनाव के लक्षण एक जैसे दिखाई दे सकते हैं। केवल तस्वीर के आधार पर सही पहचान हमेशा संभव नहीं होगी।

3. ग्रामीण क्षेत्रों में डिजिटल आधारभूत संरचना

इंटरनेट, बिजली, स्मार्टफोन और तकनीकी सहायता की उपलब्धता अभी भी कई क्षेत्रों में चुनौती हो सकती है।

4. किसानों का प्रशिक्षण

नई तकनीक तभी उपयोगी होगी जब किसान उसे आसानी से समझ और इस्तेमाल कर सके। इसलिए डिजिटल कृषि साक्षरता बढ़ाना आवश्यक होगा।

5. डेटा की गोपनीयता

किसानों के खेत, उत्पादन और स्थान से संबंधित डेटा का संग्रह बढ़ने के साथ उसकी सुरक्षा और उचित उपयोग भी महत्वपूर्ण विषय बनेगा।

6. तकनीक पर अत्यधिक निर्भरता

AI को अंतिम निर्णयकर्ता मान लेना उचित नहीं होगा। खेत में मौजूद वास्तविक परिस्थितियां कई बार डिजिटल मॉडल से अलग हो सकती हैं। इसलिए किसान का अनुभव और विशेषज्ञ की सलाह महत्वपूर्ण बनी रहेगी।

भविष्य का स्मार्ट पादप संरक्षण

आने वाले वर्षों में पादप संरक्षण का एक नया मॉडल विकसित हो सकता है जिसमें कई तकनीकें एक साथ काम करेंगी। और किसान अपने अनुभव के आधार पर अंतिम निर्णय लेगा।

यही संयोजन पादप संरक्षण को अधिक सटीक, तेज और संसाधन-कुशल बना सकता है।

एक किसान के खेत की भविष्य की तस्वीर

कल्पना कीजिए कि सुबह किसान अपने खेत में पहुंचता है और मोबाइल पर एक सूचना देखता है—

“आपके खेत के पूर्वी हिस्से में पौधों की वृद्धि सामान्य से कम दिखाई दे रही है। वहां मिट्टी की नमी भी कम है। कृपया क्षेत्र का निरीक्षण करें।”

कुछ समय बाद किसान उस हिस्से की तस्वीर लेकर AI प्रणाली पर भेजता है। प्रणाली संभावित समस्या की जानकारी देती है और साथ ही यह सुझाव देती है कि अंतिम निर्णय से पहले कृषि विशेषज्ञ से पुष्टि की जाए।

दूसरी ओर, खेत में लगे कीट निगरानी ट्रैप से प्राप्त आंकड़ों में एक विशेष कीट की संख्या बढ़ती दिखाई देती है। AI किसान को चेतावनी देता है कि क्षेत्र की निगरानी बढ़ाई जाए।

किसान पूरे खेत में अंधाधुंध छिड़काव करने के बजाय विशेषज्ञ की सलाह लेकर केवल आवश्यक स्थान पर उचित उपाय करता है।

यह भविष्य पादप संरक्षण को केवल **“बीमारी होने पर उपचार”** से आगे ले जाकर **“समस्या आने से पहले पहचान और रोकथाम”** की दिशा में बदल सकता है।

टिकाऊ कृषि के लिए AI

भविष्य की कृषि को केवल अधिक उत्पादन देने वाली कृषि नहीं, बल्कि **टिकाऊ और पर्यावरण के अनुकूल कृषि** भी होना होगा। यदि AI के माध्यम से किसान को केवल आवश्यक मात्रा में पानी, उर्वरक या कीटनाशक के उपयोग की जानकारी मिलती है, तो इससे संसाधनों की बचत हो सकती है।

लाभकारी कीटों, परागणकों और अन्य जैव विविधता की रक्षा के लिए भी लक्षित और आवश्यकता-आधारित पादप संरक्षण उपयोगी हो सकता है।

इसलिए AI का सही उपयोग कृषि उत्पादन बढ़ाने के साथ-साथ **मिट्टी, पानी, जैव विविधता और पर्यावरण की रक्षा** में भी योगदान दे सकता है।

निष्कर्ष

पादप संरक्षण का भविष्य तेजी से बदल रहा है और कृत्रिम बुद्धिमत्ता इस परिवर्तन का एक महत्वपूर्ण हिस्सा बन सकती है। रोगों की शुरुआती पहचान, कीट निगरानी, खरपतवार प्रबंधन, मौसम आधारित चेतावनी, ड्रोन एवं सेंसर से प्राप्त आंकड़ों का विश्लेषण, जोखिम मानचित्रण और आवश्यकता-आधारित नियंत्रण—इन सभी क्षेत्रों में AI नई संभावनाएं पैदा कर रहा है।

लेकिन हमें यह नहीं भूलना चाहिए कि **AI कोई जादुई समाधान नहीं है**। इसकी सफलता सही डेटा, वैज्ञानिक ज्ञान, प्रशिक्षित विशेषज्ञों, किसान की भागीदारी और विश्वसनीय तकनीकी व्यवस्था पर निर्भर करेगी। सबसे महत्वपूर्ण बात यह है कि तकनीक किसान के लिए बनाई जाए, किसान को तकनीक के

लिए नहीं बदला जाए। पादप संरक्षण का भविष्य ऐसा होना चाहिए जहां किसान को बीमारी फैलने के बाद समस्या से लड़ने के बजाय पहले ही चेतावनी मिल जाए; जहां पूरे खेत में रसायन डालने के बजाय केवल आवश्यक स्थान पर कार्रवाई हो; जहां वैज्ञानिक ज्ञान किसान की अपनी भाषा में उपलब्ध हो; और जहां आधुनिक तकनीक पर्यावरण की रक्षा करते हुए किसान की आय को मजबूत बनाए।