

## रियल-टाइम फसल निगरानी के लिए डिजिटल कृषि और स्मार्ट खेती।



### रीता फ्रेडरिक्स

मुख्य कार्यकारी अधिकारी  
(CEO), प्रिसिजन ग्रो (टेक विजिट  
आईटी प्राइवेट लिमिटेड)

\*अनुरूपी लेखक  
रीता फ्रेडरिक्स\*

डिजिटल कृषि और स्मार्ट खेती आधुनिक फसल उत्पादन को बदल रही हैं, जहाँ सेंसर, ड्रोन, IoT उपकरण, सैटेलाइट इमेजिंग, मशीन लर्निंग और क्लाउड-आधारित एनालिटिक्स जैसी उन्नत तकनीकों का उपयोग किया जाता है। रियल-टाइम फसल निगरानी किसानों को डेटा-आधारित निर्णय लेने, उत्पादकता बढ़ाने, इनपुट लागत कम करने और पर्यावरणीय स्थिरता बनाए रखने में सक्षम बनाती है। यह लेख डिजिटल कृषि और रियल-टाइम मॉनिटरिंग सिस्टम की अवधारणाओं, तकनीकों, लाभों, चुनौतियों और भविष्य की संभावनाओं का व्यापक विवरण प्रस्तुत करता है।

### 1. परिचय

विश्व स्तर पर कृषि पारंपरिक तरीकों से हटकर तकनीक-संचालित और डेटा-आधारित खेती की ओर बढ़ रही है। बढ़ती जलवायु अस्थिरता, मिट्टी का क्षरण, जल की कमी और खाद्य मांग में वृद्धि फसल प्रबंधन के लिए नवीन दृष्टिकोणों की आवश्यकता पैदा करती है। डिजिटल कृषि—जिसे एग्रीकल्चर 4.0 भी कहा जाता है—सेंसर, स्मार्ट डिवाइस और विश्लेषणात्मक प्लेटफॉर्म को एकीकृत कर उपयोगी निर्णय देने वाला डेटा तैयार करती है।

रियल-टाइम फसल निगरानी इस परिवर्तन का एक प्रमुख स्तंभ है, जिसके माध्यम से किसान फसल स्वास्थ्य, मिट्टी की स्थिति, नमी स्तर, कीट प्रकोप और पोषक तत्वों की स्थिति का निरंतर मूल्यांकन कर सकते हैं। समय पर अलर्ट और सटीक अनुशंसाएँ उपलब्ध कराकर डिजिटल उपकरण न केवल उत्पादकता बढ़ाते हैं बल्कि प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण भी करते हैं।

### 2. डिजिटल कृषि और स्मार्ट खेती की अवधारणा (Hindi Meaning)

#### 2.1 डिजिटल कृषि

डिजिटल कृषि में कृषि से संबंधित डेटा को एकत्रित, संग्रहीत, विश्लेषित और साझा करने के लिए डिजिटल तकनीकों का उपयोग किया जाता है। इसमें GPS, GIS, रिमोट सेंसिंग, IoT सेंसर, मोबाइल ऐप्स, बिग डेटा एनालिटिक्स और AI/ML जैसे उपकरणों का समन्वय शामिल होता है, ताकि स्मार्ट और डेटा-आधारित निर्णय लिए जा सकें।

#### 2.2 स्मार्ट खेती

स्मार्ट खेती में एम्बेडेड सेंसर, रोबोटिक्स, ड्रोन और बुद्धिमान एल्गोरिदम का उपयोग करके

कृषि कार्यों का स्वचालन और अनुकूलन किया जाता है।

#### मुख्य विशेषताएँ:

- फसल, मिट्टी और मौसम के लगातार निगरानी
- डेटा-आधारित इनपुट का उपयोग (उर्वरक, सिंचाई, कीटनाशक)
- रोग और पैदावार के लिए पूर्वानुमान मॉडलिंग
- रोबोटिक्स और AI के माध्यम से स्वचालन

डिजिटल कृषि और स्मार्ट खेती मिलकर उच्च सटीकता, उत्पादकता और लाभप्रदता सुनिश्चित करते हैं।



Source: <https://eos.com/blog/smart-farming>

### 3. वास्तविक समय में फसल निगरानी के लिए उपयोग की जाने वाली तकनीकें

#### 3.1 इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) सेंसर

IoT सेंसर वास्तविक समय में फसल निगरानी में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। ये सेंसर मिट्टी की नमी, मिट्टी का तापमान, पत्तियों में क्लोरोफिल सामग्री, मिट्टी का pH, इलेक्ट्रिकल कंडक्टिविटी (EC) और माइक्रोक्लाइमेट जैसे आर्द्रता, वर्षा और वायु गति जैसे पैरामीटर

लगातार मापते हैं। डेटा वायरलेस नेटवर्क के माध्यम से क्लाउड प्लेटफॉर्म पर भेजा जाता है, जहाँ उसका तुरंत विश्लेषण होता है। किसान मोबाइल ऐप या डैशबोर्ड के जरिए वास्तविक समय में अलर्ट और सुझाव प्राप्त करते हैं। इससे सिंचाई, पोषण प्रबंधन और कीट नियंत्रण में सुधार होता है, संसाधनों का कुशल उपयोग होता है और इनपुट लागत व पर्यावरणीय प्रभाव कम होते हैं।

#### 3.2 ड्रोन (UAV) और हवाई इमेजिंग

उच्च-रिज़ॉल्यूशन, मल्टीस्पेक्ट्रल और थर्मल कैमरों से लैस ड्रोन फसलों की विस्तृत हवाई तस्वीरें प्रदान करते हैं। ये पोषण की कमी, जल-संकट वाले क्षेत्र और कीट या रोग हॉटस्पॉट का पता लगाने में मदद करते हैं। ड्रोन इमेजरी बायोमास का अनुमान और पौधों की जीवन शक्ति मूल्यांकन में भी सहायक है। यह वास्तविक समय का हवाई डेटा निर्णय लेने में सुधार करता है, इनपुट दक्षता बढ़ाता है और सटीक कृषि को सक्षम बनाता है।



Source: <https://www.geomir.ru/catalog/monitoring-pogody/imetos>

#### 3.3 रिमोट सेंसिंग और सैटेलाइट इमेजरी

Sentinel, Landsat और Planet Scope जैसे सैटेलाइटों के माध्यम से रिमोट सेंसिंग बड़े पैमाने पर और लगातार फसल निगरानी की अनुमति देता है। ये सैटेलाइट

मल्टीस्पेक्ट्रल इमेज कैप्चर करते हैं, जिनसे NDVI, EVI और SAVI जैसे वेजिटेशन इंडेक्स के माध्यम से फसल की स्थिति का आकलन किया जा सकता है। इससे पौधों के स्वास्थ्य, जल-संकट, वनस्पति आवरण और फसल की वृद्धि

चरणों के बारे में जानकारी मिलती है। सैटेलाइट निगरानी तनाव कारकों का जल्दी पता लगाने और समय पर हस्तक्षेप के लिए योजना बनाने में मदद करती है।

#### 3.4 आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस और मशीन लर्निंग

AI और ML एल्गोरिदम सेंसर, ड्रोन और सैटेलाइट से एकत्रित बड़े डेटा सेट को विश्लेषित करते हैं और किसानों को उपयोगी जानकारी प्रदान करते हैं। ये तकनीकें मौसम पैटर्न, कीट प्रकोप और रोग की घटनाओं के लिए पूर्वानुमान मॉडल विकसित करती हैं, जिससे समय पर रोकथाम संभव होती है। AI/ML सटीक पैदावार का अनुमान लगाने और सिंचाई, उर्वरक और अन्य कार्यों के लिए स्वतः सुझाव देने में सहायक हैं। इससे निर्णय क्षमता बढ़ती है, जोखिम कम होते हैं और संसाधन-कुशल खेती को बढ़ावा मिलता है।

### 3.5 भौगोलिक सूचना प्रणाली

GIS स्थानिक और समयगत डेटा को एकीकृत करके मिट्टी की विशेषताओं, फसल स्वास्थ्य और पर्यावरणीय परिस्थितियों का विस्तृत नक्शा तैयार करता है। मिट्टी की भिन्नता, फसल तनाव क्षेत्र और क्षेत्र-स्तरीय प्रबंधन क्षेत्रों की पहचान करके GIS सटीक कृषि को सक्षम बनाता है। यह साइट-विशिष्ट इनपुट अनुप्रयोग, संसाधन दक्षता में सुधार और किसानों को टिकाऊ व उत्पादक कृषि निर्णय लेने में मदद करता है।

### 3.6 मोबाइल और क्लाउड-आधारित प्लेटफॉर्म

मोबाइल ऐप्स किसानों को सिंचाई आवश्यकताओं, कीट प्रकोप और मौसम पूर्वानुमानों के बारे में वास्तविक समय में अलर्ट प्रदान करते हैं। क्लाउड तकनीक बड़े डेटा सेट को संग्रहित करती है और बहु-स्तरीय निर्णय लेने की सुविधा देती है।

## 4. वास्तविक समय में फसल निगरानी के अनुप्रयोग

### 4.1 सटीक सिंचाई

सटीक सिंचाई में स्मार्ट सिस्टम का उपयोग किया जाता है, जिसमें मिट्टी की नमी सेंसर, मौसम डेटा और ऑटोमेटेड कंट्रोलर शामिल होते हैं। ये सिस्टम केवल आवश्यक समय और स्थान पर पानी प्रदान करते हैं, जिससे अधिक सिंचाई और पानी की बर्बादी रोकी जाती है। इसका परिणाम है 40% तक पानी की बचत, पौधों के स्वास्थ्य में सुधार और पंपिंग व सिंचाई पर ऊर्जा लागत में कमी।

### 4.2 पोषण प्रबंधन

वास्तविक समय की निगरानी पत्तियों के रंग सूचकांक, NDVI आधारित वनस्पति विश्लेषण और सेंसर-संचालित NPK पहचान जैसे उपकरणों के माध्यम से पोषक तत्वों की कमी जल्दी पहचानने में मदद करती है। इस जानकारी के आधार पर उर्वरक 4R पोषण प्रबंधन (सही स्रोत, सही दर, सही समय, सही स्थान) के अनुसार लागू किए जा सकते हैं, जिससे पोषक तत्वों का उपयोग कुशल और उत्पादन बढ़ता है।

### 4.3 कीट और रोग निगरानी

AI आधारित इमेज विश्लेषण और उच्च-रिज़ॉल्यूशन ड्रोन इमेजरी कीट और रोग के शुरुआती लक्षणों की पहचान करती है। इससे किसान समय पर कार्रवाई कर सकते हैं और बड़े पैमाने पर फसल नुकसान से बच सकते हैं। हॉटस्पॉट की जल्दी पहचान से कीटनाशक का चयनात्मक उपयोग संभव होता है, जिससे रसायन उपयोग कम, लागत घटती है और पर्यावरण-सहज कीट प्रबंधन को बढ़ावा मिलता है।

### 4.4 फसल वृद्धि और पैदावार का अनुमान

डिजिटल मॉडल बायोमास विकास, रिमोट सेंसिंग डेटा और

सेंसर आधारित निरीक्षण का उपयोग करके फसल की वृद्धि और फेनोलॉजिकल चरणों का ट्रैक रखते हैं। ये उपकरण कटाई से पहले सटीक पैदावार का अनुमान देते हैं, जिससे किसान और योजना निर्माता सूचित निर्णय ले सकते हैं। प्रारंभिक पैदावार पूर्वानुमान बाजार योजना, खाद्य सुरक्षा मूल्यांकन और आपूर्ति श्रृंखला प्रबंधन के लिए महत्वपूर्ण है।

### 4.5 मिट्टी स्वास्थ्य निगरानी

मिट्टी स्वास्थ्य निगरानी सेंसर और प्रयोगशाला विश्लेषण से निरंतर डेटा के माध्यम से की जाती है। यह मिट्टी की प्रमुख विशेषताओं जैसे कार्बनिक पदार्थ की मात्रा, संरचना, जल धारण क्षमता और पोषक तत्व चक्र का मूल्यांकन करती है। यह वास्तविक समय की जानकारी किसानों को मिट्टी उर्वरता, संशोधन, फसल रोटेशन और इनपुट प्रबंधन के निर्णय लेने में मदद करती है, जिससे मिट्टी की उत्पादकता, स्थिरता और दीर्घकालिक लचीलापन बढ़ता है।

### 4.6 मौसम आधारित परामर्श

मौसम आधारित परामर्श प्रणाली स्वचालित मौसम स्टेशनों से प्राप्त वास्तविक समय डेटा का उपयोग करके वर्षा, तापमान, आर्द्रता और वायु गति के तात्कालिक अपडेट प्रदान करती है। यह जानकारी किसानों को सिंचाई, बुआई, कीटनाशक छिड़काव और कटाई जैसी महत्वपूर्ण गतिविधियों की योजना बनाने में मदद करती है। मौसम की स्थिति के अनुसार खेत की गतिविधियों का समन्वय फसल हानि कम करता है और उत्पादकता व संसाधन दक्षता बढ़ाता है।

## 5. डिजिटल कृषि और स्मार्ट खेती के लाभ

डिजिटल कृषि और स्मार्ट खेती कई लाभ प्रदान करती हैं, जो उत्पादकता, स्थिरता और लाभप्रदता को बढ़ाती हैं। वास्तविक समय की निगरानी फसल प्रबंधन को मजबूत बनाती है, जिससे फसल स्वास्थ्य, मिट्टी की नमी और पर्यावरणीय परिस्थितियों के निरंतर आंकड़े मिलते हैं, और इससे उत्पादन बढ़ता है तथा गुणवत्ता बेहतर होती है। डिजिटल उपकरण पानी, उर्वरक और कीटनाशक के अधिक उपयोग को कम करके संसाधन उपयोग दक्षता बढ़ाते हैं, जो जलवायु-स्मार्ट और पर्यावरण-सहज खेती का समर्थन करता है। लक्षित और सटीक इनपुट अनुप्रयोग अपव्यय को कम करते हैं और कुल उत्पादन लागत घटाते हैं। डिजिटल सेंसर, ड्रोन और मौसम पूर्वानुमान आधारित अलर्ट प्रणाली कीट, रोग और प्रतिकूल मौसम की घटनाओं का समय पर पता लगाने में मदद करती है। डिजिटल प्लेटफॉर्म बाजार तक पहुंच, ट्रेसबिलिटी और आपूर्ति श्रृंखला प्रबंधन में सुधार करके लाभप्रदता बढ़ाते हैं। कम रासायनिक उपयोग, अनुकूलित सिंचाई और टिकाऊ मिट्टी प्रबंधन पर्यावरणीय प्रदूषण और मिट्टी क्षरण को कम करते हैं। कुल मिलाकर, डिजिटल कृषि सतत तीव्रता और

दीर्घकालिक कृषि लचीलापन को बढ़ावा देती है।

## 6. चुनौतियाँ और सीमाएँ

हालांकि डिजिटल कृषि के लाभ प्रचुर हैं, इसके सामने कई व्यावहारिक और संरचनात्मक चुनौतियाँ भी हैं। उच्च प्रारंभिक निवेश एक बड़ी बाधा है, क्योंकि सेंसर, ड्रोन और डिजिटल प्लेटफॉर्म में पर्याप्त पूंजी की आवश्यकता होती है, जिससे छोटे किसानों के लिए अपना कठिन होता है। सीमित तकनीकी ज्ञान और डिजिटल साक्षरता भी कार्यान्वयन को धीमा करती है। कई ग्रामीण क्षेत्रों में खराब इंटरनेट कनेक्टिविटी वास्तविक समय डेटा ट्रांसफर और निर्णय लेने में बाधा डालती है। बड़े पैमाने पर डेटा संग्रह के साथ डेटा गोपनीयता, स्वामित्व और सुरक्षा की चिंताएँ भी रहती हैं। छोटे और टुकड़े-टुकड़े वाले खेत उन्नत स्वचालन और सटीक तकनीकों के उपयोग की संभावना को कम करते हैं। इसके अलावा, मानकीकृत डेटा प्रारूपों की कमी और उपकरणों व प्लेटफॉर्म के बीच इंटरऑपरेबिलिटी की समस्याएँ डिजिटल उपकरणों के सहज एकीकरण और कुशल उपयोग को सीमित करती हैं।

## 7. भविष्य की संभावनाएँ

वास्तविक समय फसल निगरानी का भविष्य निम्नलिखित तकनीकों से आकार लेगा:

AI-संचालित निर्णय समर्थन प्रणाली

तेज़ डेटा प्रवाह के लिए 5G कनेक्टिविटी

रोबोटिक्स और स्वायत्त मशीनरी ऑन-साइट प्रोसेसिंग के लिए एज कंप्यूटिंग

आपूर्ति श्रृंखला ट्रेसबिलिटी के लिए ब्लॉकचेन

फसल और खेत का सिमुलेशन और योजना बनाने के लिए डिजिटल ट्विन्स

सरकारी पहल, स्टार्टअप नवाचार और किसानों में जागरूकता अपनाने की प्रक्रिया को भारत और विश्व स्तर पर तेजी से बढ़ाएगी।

## 8. निष्कर्ष

डिजिटल कृषि और स्मार्ट खेती उच्च-कुशल, कम इनपुट और सतत फसल उत्पादन प्रणाली की दिशा में एक महत्वपूर्ण बदलाव का प्रतिनिधित्व करती हैं। वास्तविक समय फसल निगरानी किसानों को फसल स्वास्थ्य, मिट्टी की नमी, पोषक तत्व स्तर और पर्यावरणीय परिस्थितियों के निरंतर आंकड़े प्रदान करती है। ये सिस्टम निर्णय लेने की क्षमता बढ़ाते हैं, पैदावार बढ़ाते हैं, इनपुट अपव्यय कम करते हैं और जलवायु-लचीला कृषि प्रोत्साहित करते हैं। चुनौतियों के बावजूद, IoT, AI, ड्रोन, GIS और क्लाउड प्लेटफॉर्म का समेकन कृषि को अधिक स्मार्ट, उत्पादक और स्थायी भविष्य की ओर ले जाएगा।