

## स्मार्ट शेती पद्धती व अन्नसुरक्षा

अरुण मोतीलाल पावरा

संशोधक विद्यार्थी, एस. पी. डी. एम कला, एस. एच. डी. आणि एस. बी. बी. वाणिज्य आणि एस. एम. ए. विज्ञान महाविद्यालय,  
शिरपूर जि धुळे.

ई-मेल: [arunshewale230@gmail.com](mailto:arunshewale230@gmail.com)

### सारांश:

जागतिक स्तरावर शेती क्षेत्रात तंत्रज्ञानाचा वेगाने होणारा विकास लक्षात घेता "स्मार्ट शेती पद्धती" ही आधुनिक व प्रभावी संकल्पना म्हणून उदयास आली आहे. प्रस्तुत अभ्यासामध्ये स्मार्ट शेतीच्या विविध घटकांचा अभ्यास करण्यात आला असून त्यामध्ये माहिती व संप्रेषण तंत्रज्ञान, सेन्सर आधारित प्रणाली, ड्रोन तंत्रज्ञान, तसेच हवामान आधारित निर्णय प्रणाली यांचा समावेश आहे. या संशोधनाचा उद्देश शेती उत्पादनक्षमता वाढविणे, नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा कार्यक्षम वापर करणे आणि शाश्वत विकास साध्य करणे हा आहे. स्मार्ट शेतीमुळे शेतकऱ्यांना जमिनीची स्थिती, पिकांची वाढ, पाण्याची गरज व हवामानातील बदल याबाबत अचूक व त्वरित माहिती मिळते, ज्यामुळे योग्य वेळी योग्य निर्णय घेणे शक्य होते. अभ्यासातून असे निष्पन्न होते की स्मार्ट शेती पद्धतींचा अवलंब केल्यास उत्पादनात वाढ, खर्चात बचत व पर्यावरण संवर्धन साध्य होऊ शकते. तथापि, या तंत्रज्ञानाचा व्यापक प्रसार करण्यासाठी शेतकऱ्यांना प्रशिक्षण, आर्थिक सहाय्य व तांत्रिक मार्गदर्शनाची गरज आहे.

**मुख्य शब्द:** स्मार्ट शेती पद्धती, तंत्रज्ञान, उत्पादनक्षमता वाढविणे, नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा कार्यक्षम, शाश्वत विकास.

► *Corresponding Author:* अरुण मोतीलाल पावरा

### प्रस्तावना

भारत हा कृषिप्रधान देश असून देशाच्या सामाजिक, आर्थिक आणि सांस्कृतिक रचनेमध्ये शेतीचे अत्यंत महत्त्वाचे स्थान आहे. देशातील मोठा लोकसंख्यावर्ग थेट किंवा अप्रत्यक्षपणे कृषी व कृषीआधारित व्यवसायांवर अवलंबून आहे. परंतु २१व्या शतकात शेती क्षेत्र अनेक गंभीर आव्हानांना सामोरे जात आहे. वाढती लोकसंख्या, शहरीकरणामुळे घटणारी शेतीयोग्य जमीन, हवामान बदलामुळे निर्माण होणारी अनिश्चित पर्जन्यमान पद्धती, दुष्काळ-पुर यांसारख्या नैसर्गिक आपत्ती, जमिनीची घटती सुपीकता, पाण्याची कमतरता आणि उत्पादन खर्चातील वाढ या सर्व घटकांमुळे पारंपरिक शेती पद्धतींवर मोठा ताण निर्माण झाला आहे. अशा परिस्थितीत अन्नधान्याचे उत्पादन वाढविणे आणि दीर्घकालीन अन्नसुरक्षा सुनिश्चित करणे ही काळाची गरज बनली आहे.

अन्नसुरक्षा ही केवळ अन्नधान्याच्या उपलब्धतेपुरती मर्यादित नसून, प्रत्येक नागरिकाला पुरेशा प्रमाणात, सुरक्षित, पौष्टिक आणि परवडणारे अन्न सातत्याने उपलब्ध होणे हा तिचा व्यापक अर्थ आहे. संयुक्त राष्ट्रांच्या शाश्वत विकास ध्येयांमध्ये (SDGs) अन्नसुरक्षेला महत्त्वाचे स्थान देण्यात आले आहे. भारतासारख्या विशाल आणि विविधतापूर्ण देशात अन्नसुरक्षा टिकवून ठेवण्यासाठी उत्पादनक्षमता वाढविणे, साठवणूक सुधारणा, वितरण साखळी बळकट करणे आणि पर्यावरणीय शाश्वतता राखणे अत्यावश्यक आहे.

या पार्श्वभूमीवर स्मार्ट शेती (Smart Agriculture) किंवा अचूक शेती (Precision Farming) ही संकल्पना उदयास आली आहे. स्मार्ट शेती म्हणजे आधुनिक माहिती व संप्रेषण तंत्रज्ञानाचा (ICT) वापर करून शेती प्रक्रियेचे व्यवस्थापन अधिक अचूक, कार्यक्षम आणि शाश्वत बनविण्याची प्रणाली होय. सेन्सर तंत्रज्ञान, ड्रोन, उपग्रह प्रतिमा, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), मशीन लर्निंग, बिग डेटा विश्लेषण, इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT), स्वयंचलित सिंचन प्रणाली, हवामान पूर्वानुमान प्रणाली इत्यादी साधनांच्या साहाय्याने शेतातील प्रत्येक घटकाचे निरीक्षण आणि विश्लेषण करता येते. यामुळे पिकांच्या

वाढीचे अचूक नियोजन, योग्य वेळी खत व पाण्याचा वापर, रोग-कीड नियंत्रण, उत्पादनाचा अंदाज आणि बाजारपेठेतील व्यवस्थापन सुलभ होते.

स्मार्ट शेतीमुळे संसाधनांचा कार्यक्षम वापर होतो. उदाहरणार्थ, मातीतील आर्द्रतेचे सेन्सर शेतकऱ्याला पाण्याची अचूक गरज सांगतात, ज्यामुळे पाण्याची बचत होते आणि सिंचनाचा खर्च कमी होतो. ड्रोनद्वारे पिकांची स्थिती तपासून रोगांचा लवकर शोध घेता येतो, ज्यामुळे नुकसान टाळता येते. कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या साहाय्याने हवामानातील बदलांचा अंदाज घेऊन पीक नियोजन करता येते. यामुळे जोखीम कमी होऊन उत्पादनात स्थैर्य निर्माण होते.

अन्नसुरक्षेच्या दृष्टीने स्मार्ट शेती अत्यंत उपयुक्त ठरते. कारण ती उत्पादन वाढविण्याबरोबरच गुणवत्ता सुधारते, अन्नधान्याची नासाडी कमी करते आणि पुरवठा साखळी अधिक कार्यक्षम बनवते. डिजिटल मार्केट प्लॅटफॉर्ममुळे शेतकऱ्यांना थेट बाजारपेठेशी जोडले जाते, ज्यामुळे योग्य दर मिळून आर्थिक स्थैर्य वाढते. आर्थिकदृष्ट्या सक्षम शेतकरीच दीर्घकालीन अन्नसुरक्षा सुनिश्चित करू शकतो.

तसेच, स्मार्ट शेती पर्यावरणीय शाश्वततेलाही चालना देते. रासायनिक खतांचा व कीटकनाशकांचा नियंत्रित वापर, पाण्याचे कार्यक्षम व्यवस्थापन आणि कार्बन उत्सर्जन कमी करणाऱ्या पद्धती यामुळे पर्यावरणाचा समतोल राखला जातो. हवामान बदलाच्या पार्श्वभूमीवर शाश्वत शेती ही भविष्यातील अन्नसुरक्षेची किल्ली ठरणार आहे.

एकूणच, स्मार्ट शेती पद्धती या आधुनिक तंत्रज्ञान आणि पारंपरिक ज्ञान यांचा संगम असून त्या केवळ उत्पादन वाढीसाठीच नव्हे, तर शेतकऱ्यांचे उत्पन्न वाढविणे, ग्रामीण अर्थव्यवस्था मजबूत करणे आणि राष्ट्रीय अन्नसुरक्षा सुदृढ करणे यासाठी अत्यंत प्रभावी साधन ठरतात. भविष्यातील कृषी विकासात स्मार्ट शेती ही केंद्रस्थानी राहिल, असे स्पष्टपणे दिसून येते.

## **पार्श्वभूमी**

भारतामध्ये शेती हा केवळ उपजीविकेचा स्रोत नसून ग्रामीण समाजव्यवस्थेचा आधारस्तंभ आहे. हरित क्रांतीनंतर अन्नधान्य उत्पादनात लक्षणीय वाढ झाली असली तरी वाढती लोकसंख्या, बदलते हवामान, घटती नैसर्गिक संसाधने आणि वाढता उत्पादन खर्च या घटकांमुळे शेती क्षेत्रासमोर नवीन आव्हाने उभी राहिली आहेत. पारंपरिक शेती पद्धतींमध्ये हवामानावर मोठ्या प्रमाणात अवलंबित्व, पाण्याचा अकार्यक्षम वापर, मातीची घटती सुपीकता आणि तांत्रिक माहितीचा अभाव यामुळे उत्पादनात अस्थिरता निर्माण होते. परिणामी, अन्नसुरक्षेवर परिणाम होण्याची शक्यता वाढते. अन्नसुरक्षा ही संकल्पना केवळ अन्नधान्याच्या उपलब्धतेपुरती मर्यादित नसून, अन्नाची उपलब्धता, प्रवेशयोग्यता, उपयुक्तता आणि स्थिरता या चार घटकांवर आधारित आहे. भारतासारख्या विविध भौगोलिक आणि हवामानिक परिस्थिती असलेल्या देशात या सर्व घटकांचा समतोल राखणे अत्यंत आवश्यक आहे. दुष्काळ, पूर, अवकाळी पाऊस, कीड-रोगांचा प्रादुर्भाव आणि बाजारातील अस्थिरता यामुळे अन्नपुरवठा साखळीत व्यत्यय येऊ शकतो. त्यामुळे उत्पादन प्रक्रियेत अचूकता आणि पूर्वनियोजन आवश्यक ठरते.

याच पार्श्वभूमीवर स्मार्ट शेती पद्धतीची गरज प्रकर्षाने जाणवू लागली आहे. माहिती व संप्रेषण तंत्रज्ञान, सेन्सर प्रणाली, उपग्रह निरीक्षण, ड्रोन, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, मशीन लर्निंग आणि बिग डेटा यांसारख्या साधनांचा वापर करून शेती अधिक वैज्ञानिक व डेटा-आधारित बनविण्याचा प्रयत्न केला जात आहे. या तंत्रज्ञानाच्या साहाय्याने मातीतील आर्द्रता, पोषकद्रव्यांची पातळी, हवामानातील बदल, पिकांची वाढ व रोग-नियंत्रण यांचे अचूक विश्लेषण करता येते. परिणामी, संसाधनांचा कार्यक्षम वापर होऊन उत्पादनक्षमता वाढते आणि जोखीम कमी होते.

भारतामध्ये केंद्र व राज्य शासनाने डिजिटल शेती, अचूक सिंचन, मृदा आरोग्य पत्रिका, ई-नाम बाजार व्यवस्था यांसारख्या उपक्रमांद्वारे स्मार्ट शेतीला चालना देण्यास सुरुवात केली आहे. यामुळे शेतकऱ्यांना तांत्रिक माहिती सहज उपलब्ध होत असून बाजारपेठेशी थेट संपर्क साधण्याची संधी मिळत आहे. तथापि, डिजिटल साक्षरतेचा अभाव, आर्थिक मर्यादा आणि तांत्रिक पायाभूत सुविधांची कमतरता ही काही अडचणी अद्यापही विद्यमान आहेत.

म्हणूनच, स्मार्ट शेती पद्धती आणि अन्नसुरक्षा यांचा परस्परसंबंध अभ्यासणे आवश्यक ठरते. तंत्रज्ञानाच्या योग्य वापराद्वारे उत्पादन वाढ, संसाधनांची बचत, पर्यावरणीय शाश्वतता आणि शेतकऱ्यांचे आर्थिक सक्षमीकरण साध्य करता येऊ शकते. दीर्घकालीन अन्नसुरक्षेसाठी पारंपरिक ज्ञान आणि आधुनिक तंत्रज्ञान यांचा समन्वय साधणे ही काळाची गरज आहे. प्रस्तुत अभ्यासाची स्पर्शभूमी याच व्यापक सामाजिक, आर्थिक आणि तांत्रिक संदर्भात मांडली आहे.

## उद्दिष्टे

- 1) स्मार्ट शेती पद्धतीची संकल्पना, स्वरूप आणि घटकांचा सखोल अभ्यास करणे.
- 2) स्मार्ट शेती पद्धतीचा उत्पादनक्षमता वाढीवर होणारा परिणाम विश्लेषित करणे.
- 3) हवामान बदलाच्या पार्श्वभूमीवर अन्नसुरक्षा सुनिश्चित करण्यासाठी स्मार्ट शेतीची भूमिका स्पष्ट करणे.
- 4) दीर्घकालीन अन्नसुरक्षेसाठी स्मार्ट शेती पद्धतीच्या प्रभावी अंमलबजावणीसाठी सूचना मांडणे.

## १) स्मार्ट शेती पद्धतीची संकल्पना, स्वरूप आणि घटक – सखोल विवेचन

### १) स्मार्ट शेतीची संकल्पना (Concept of Smart Agriculture)

स्मार्ट शेती (Smart Agriculture) म्हणजे माहिती व संप्रेषण तंत्रज्ञानाचा (ICT) वापर करून शेती प्रक्रिया अधिक अचूक, कार्यक्षम, किफायतशीर आणि शाश्वत बनविण्याची आधुनिक पद्धत होय. ही संकल्पना पारंपरिक शेतीच्या अनुभवाधारित पद्धतीपेक्षा वेगळी असून डेटा-आधारित निर्णयप्रक्रियेवर आधारित आहे.

स्मार्ट शेतीमध्ये माती, पाणी, हवामान, पिकांची वाढ, रोग-कीड प्रादुर्भाव आणि बाजारपेठेतील परिस्थिती यांचे तंत्रज्ञानाच्या साहाय्याने सतत निरीक्षण केले जाते. संकलित माहितीचे विश्लेषण करून योग्य वेळी योग्य निर्णय घेता येतो. त्यामुळे उत्पादनक्षमता वाढते, संसाधनांची बचत होते आणि जोखीम कमी होत.

### २) स्मार्ट शेतीचे स्वरूप (Nature of Smart Agriculture)

स्मार्ट शेतीचे स्वरूप बहुआयामी आणि तंत्रज्ञान-केंद्रित आहे. त्याची प्रमुख वैशिष्ट्ये पुढीलप्रमाणे आहेत:

(अ) डेटा-आधारित शेती (Data-Driven Farming)

पिकांच्या वाढीशी संबंधित माहिती सेन्सर, उपग्रह, ड्रोन यांच्यामार्फत गोळा केली जाते. या माहितीवर आधारित निर्णय घेतले जातात.

(आ) अचूक शेती (Precision Farming)

पाणी, खत आणि कीटकनाशकांचा वापर अचूक प्रमाणात केला जातो. यामुळे खर्च कमी होतो आणि पर्यावरणीय हानी टाळली जाते.

(इ) स्वयंचलित प्रणाली (Automation)

स्वयंचलित सिंचन प्रणाली, यंत्रसामग्री व रोबोटिक्सच्या साहाय्याने श्रमबचत होते आणि कार्यक्षमता वाढते.

(ई) हवामान-संवेदनशीलता (Climate Resilience)

हवामान अंदाज आणि डेटा विश्लेषणाद्वारे बदलत्या हवामानाशी जुळवून घेण्याची क्षमता विकसित होते.

(उ) डिजिटल जोडणी (Digital Connectivity)

मोबाइल ॲप्स, ऑनलाइन प्लॅटफॉर्म आणि ई-मार्केटद्वारे शेतकरी बाजारपेठेशी थेट जोडले जातात.

### ३) स्मार्ट शेतीचे प्रमुख घटक (Key Components of Smart Agriculture)

स्मार्ट शेती प्रणाली अनेक तांत्रिक घटकांच्या एकत्रित वापरावर आधारित आहे:

#### १. सेन्सर तंत्रज्ञान (Sensor Technology)

मातीतील आर्द्रता, तापमान, पोषकद्रव्यांची पातळी मोजण्यासाठी सेन्सर वापरले जातात. यामुळे अचूक सिंचन व खत व्यवस्थापन शक्य होते.

#### २. इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT)

विविध उपकरणे व यंत्रे इंटरनेटद्वारे जोडली जातात, ज्यामुळे माहितीचे रिअल-टाइम आदानप्रदान होते.

#### ३. कृत्रिम बुद्धिमत्ता व मशीन लर्निंग (AI & ML)

डेटा विश्लेषण करून पिकांचे उत्पादन अंदाज, रोग ओळख आणि हवामान पूर्वानुमान करता येतो.

#### ४. ड्रोन व उपग्रह तंत्रज्ञान

शेती क्षेत्राचे हवाई निरीक्षण करून पिकांची स्थिती तपासली जाते. यामुळे मोठ्या क्षेत्राचे जलद व अचूक विश्लेषण शक्य होते.

#### ५. बिग डेटा विश्लेषण (Big Data Analytics)

मोठ्या प्रमाणातील कृषी माहितीचे विश्लेषण करून निर्णयप्रक्रिया सुधारली जाते.

#### ६. स्वयंचलित सिंचन प्रणाली (Automated Irrigation Systems)

मातीतील आर्द्रतेनुसार पाणीपुरवठा नियंत्रित केला जातो, ज्यामुळे पाण्याची बचत होते.

## ७. डिजिटल बाजार व्यवस्था (E-Marketing Platforms)

शेतकऱ्यांना थेट ग्राहक किंवा व्यापाऱ्यांशी जोडले जाते, ज्यामुळे योग्य दर मिळतो.

### निष्कर्षात्मक निरीक्षण

स्मार्ट शेती ही केवळ तांत्रिक नवकल्पना नसून ती एक समन्वित कृषी व्यवस्थापन प्रणाली आहे. आधुनिक तंत्रज्ञान, वैज्ञानिक नियोजन आणि पारंपरिक ज्ञान यांचा संगम साधून ती शेती अधिक परिणामकारक आणि शाश्वत बनवते. वाढत्या लोकसंख्येच्या पार्श्वभूमीवर अन्नसुरक्षा सुनिश्चित करण्यासाठी स्मार्ट शेती पद्धती अत्यंत उपयुक्त ठरतात.

### २) स्मार्ट शेती पद्धतीचा उत्पादनक्षमता वाढीवर होणारा परिणाम – सविस्तर विश्लेषण

स्मार्ट शेती पद्धती या आधुनिक तंत्रज्ञानावर आधारित असून उत्पादन प्रक्रियेतील प्रत्येक टप्प्यावर अचूकता आणि कार्यक्षमता वाढविण्याचे कार्य करतात. पारंपरिक शेती पद्धतींमध्ये अनुभवावर आधारित निर्णय घेतले जातात; परंतु स्मार्ट शेतीमध्ये डेटा-आधारित व वैज्ञानिक निर्णयप्रक्रिया अवलंबली जाते. यामुळे उत्पादनात स्थैर्य, गुणवत्ता आणि प्रमाण या तिन्ही बाबींमध्ये सकारात्मक बदल घडून येतो.

#### १) अचूक संसाधन व्यवस्थापनामुळे उत्पादनवाढ

स्मार्ट शेतीमध्ये मातीतील आर्द्रता, तापमान, पोषकद्रव्यांची पातळी यांचे सेन्सरद्वारे निरीक्षण केले जाते. त्यानुसार पाणी व खतांचा वापर केला जातो. आवश्यकतेनुसारच सिंचन केल्याने पिकांना योग्य प्रमाणात पाणी मिळते आणि अति सिंचनामुळे होणारे नुकसान टळते. खतांचा संतुलित वापर केल्याने मातीची सुपीकता टिकून राहते. परिणामी पिकांची वाढ सुदृढ होते व उत्पादनात वाढ दिसून येते.

#### २) रोग-कीड नियंत्रणातील सुधारणा

ड्रोन, उपग्रह प्रतिमा आणि कृत्रिम बुद्धिमत्ता यांच्या साहाय्याने पिकांवरील रोग किंवा कीड लवकर ओळखता येते. सुरुवातीच्या टप्प्यातच योग्य उपाययोजना केल्यास मोठ्या प्रमाणातील नुकसान टाळता येते. त्यामुळे उत्पादनातील घट कमी होते आणि गुणवत्तापूर्ण उत्पादन मिळते.

#### ३) हवामान अंदाज व जोखीम व्यवस्थापन

हवामान बदलामुळे शेतीतील अनिश्चितता वाढली आहे. स्मार्ट शेतीमध्ये हवामान अंदाज प्रणाली व डेटा विश्लेषणाच्या मदतीने पेरणी, कापणी व इतर कृषी कामांचे नियोजन करता येते. संभाव्य दुष्काळ, अवकाळी पाऊस किंवा तापमानातील बदल यांचा अंदाज घेऊन शेतकरी पूर्वतयारी करू शकतो. यामुळे उत्पादनातील अस्थिरता कमी होते.

#### ४) अचूक पीकनियोजन

मातीच्या गुणधर्मानुसार व हवामानानुसार योग्य पिकांची निवड करणे हे उत्पादनवाढीसाठी महत्त्वाचे ठरते. बिग डेटा विश्लेषणाच्या आधारे कोणत्या भागात कोणते पीक अधिक फायदेशीर ठरेल याचा अंदाज घेता येतो. योग्य पीक निवडीमुळे उत्पादनाचा दर वाढतो.

#### ५) स्वयंचलित यंत्रसामग्री व श्रमबचत

रोबोटिक्स व स्वयंचलित यंत्रसामग्रीमुळे पेरणी, फवारणी, कापणी यांसारखी कामे अचूक आणि जलदगतीने होतात. मानवी श्रमातील त्रुटी कमी होतात आणि वेळेची बचत होते. वेळेवर काम पूर्ण झाल्यास उत्पादनात सुधारणा दिसून येते.

#### ६) गुणवत्तावाढ व बाजारमूल्य

स्मार्ट शेतीमुळे पिकांची गुणवत्ता सुधारते. निरोगी आणि दर्जेदार उत्पादनाला बाजारात चांगला दर मिळतो. त्यामुळे उत्पादनाचे आर्थिक मूल्य वाढते, जे उत्पादनक्षमता वाढीचे अप्रत्यक्ष द्योतक आहे.

#### ७) दीर्घकालीन शाश्वतता

संसाधनांचा संतुलित वापर, मृदासंवर्धन आणि पर्यावरणपूरक तंत्रज्ञानामुळे शेती दीर्घकालीन टिकाऊ बनते. मातीची सुपीकता टिकून राहिल्याने भविष्यातील उत्पादनावर सकारात्मक परिणाम होतो.

### ३) हवामान बदलाच्या पार्श्वभूमीवर अन्नसुरक्षा सुनिश्चित करण्यासाठी स्मार्ट शेतीची भूमिका – सविस्तर विवेचन

२१व्या शतकात हवामान बदल हे जागतिक स्तरावरील सर्वात गंभीर आव्हान मानले जाते. तापमानवाढ, अनियमित पर्जन्यमान, दुष्काळ, पूर, उष्णतेच्या लाटा, गारपीट आणि नवीन कीड-रोगांचा प्रादुर्भाव यामुळे कृषी उत्पादनावर मोठा परिणाम होत आहे. भारतासारख्या कृषिप्रधान देशात हवामानातील अनिश्चितता थेट अन्नधान्य उत्पादनावर परिणाम

करते आणि परिणामी अन्नसुरक्षेला धोका निर्माण होतो. अशा परिस्थितीत स्मार्ट शेती पद्धती अन्नसुरक्षा सुनिश्चित करण्यासाठी महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात.

### १) हवामान-अनुकूल (Climate-Resilient) शेती व्यवस्थापन

स्मार्ट शेतीमध्ये हवामान अंदाज प्रणाली, उपग्रह माहिती आणि डेटा विश्लेषणाचा वापर केला जातो. यामुळे पर्जन्यमान, तापमान व आर्द्रतेतील बदलांचा पूर्वानुमान करता येतो. या माहितीच्या आधारे पेरणीची वेळ, पीकनिवड आणि सिंचन नियोजन अधिक अचूकपणे करता येते. परिणामी, हवामानातील अनिश्चिततेचा पिकांवरील परिणाम कमी होतो.

### २) पाणी व्यवस्थापनातील सुधारणा

हवामान बदलामुळे अनेक भागांत पाण्याची टंचाई निर्माण होत आहे. स्मार्ट सिंचन प्रणाली आणि मातीतील आर्द्रता मोजणारे सेन्सर यामुळे आवश्यक तेवढेच पाणी दिले जाते. ठिबक व सूक्ष्म सिंचनासारख्या पद्धतींच्या वापरामुळे पाण्याची बचत होते आणि दुष्काळी परिस्थितीतही उत्पादन टिकवून ठेवता येते.

### ३) जोखीम कमी करणे व उत्पादन स्थैर्य

ड्रोन व कृत्रिम बुद्धिमत्ता यांच्या सहाय्याने पिकांवरील रोग व कीड लवकर ओळखता येतात. हवामानातील बदलांमुळे वाढणाऱ्या कीड-रोगांचा प्रभाव कमी करण्यासाठी तत्काळ उपाययोजना करता येतात. त्यामुळे उत्पादनातील मोठे नुकसान टाळले जाते आणि अन्नपुरवठ्यात सातत्य राखले जाते.

### ४) पीकविविधता व अनुकूलन

डेटा-आधारित विश्लेषणामुळे विशिष्ट भौगोलिक व हवामानिक परिस्थितीत कोणती पिके अधिक योग्य ठरतील हे निश्चित करता येते. हवामान बदलाशी सुसंगत अशा पिकांची निवड केल्यास उत्पादनाचा धोका कमी होतो. तसेच, बहुपीक पद्धती व पीक फेरपालट यांसारख्या उपाययोजनांना तांत्रिक आधार मिळतो.

### ५) पुरवठा साखळीचे सुदृढीकरण

हवामानातील आपत्तीमुळे वाहतूक व साठवणुकीत अडथळे निर्माण होतात. डिजिटल व्यवस्थापन प्रणालीमुळे उत्पादन, साठवणूक आणि वितरण यांचे नियोजन अधिक प्रभावीपणे करता येते. यामुळे अन्नधान्याची नासाडी कमी होते आणि बाजारपेठेत सातत्याने पुरवठा राखता येतो.

### ६) पर्यावरणीय शाश्वतता

स्मार्ट शेतीमुळे रासायनिक खतांचा व कीटकनाशकांचा नियंत्रित वापर होतो. कार्बन उत्सर्जन कमी करणाऱ्या पद्धतींचा अवलंब केल्यास पर्यावरणीय संतुलन राखले जाते. दीर्घकालीन दृष्टीने शाश्वत शेतीच अन्नसुरक्षेची हमी देऊ शकते.

४) दीर्घकालीन अन्नसुरक्षेसाठी स्मार्ट शेती पद्धतींच्या प्रभावी अंमलबजावणीसाठी सूचना – सविस्तर विवेचन वाढती लोकसंख्या, हवामान बदल, घटती नैसर्गिक संसाधने आणि बाजारातील अस्थिरता या पार्श्वभूमीवर दीर्घकालीन अन्नसुरक्षा सुनिश्चित करणे ही राष्ट्रीय प्राधान्याची बाब आहे. स्मार्ट शेती पद्धती या अन्नसुरक्षेच्या दृष्टीने परिणामकारक ठरू शकतात; मात्र त्यांची प्रभावी अंमलबजावणी करण्यासाठी नियोजनबद्ध व समन्वित प्रयत्न आवश्यक आहेत. खालील सूचना या दृष्टीने महत्त्वपूर्ण ठरतात.

### १) तांत्रिक पायाभूत सुविधा मजबूत करणे

ग्रामीण भागात इंटरनेट कनेक्टिव्हिटी, वीजपुरवठा आणि डिजिटल साधनांची उपलब्धता वाढविणे अत्यावश्यक आहे. सेन्सर, ड्रोन, स्वयंचलित सिंचन प्रणाली आणि डेटा व्यवस्थापनासाठी आवश्यक पायाभूत सुविधा उपलब्ध असल्यास स्मार्ट शेतीचा प्रभाव वाढतो.

### २) शेतकऱ्यांचे प्रशिक्षण व डिजिटल साक्षरता

स्मार्ट तंत्रज्ञानाचा योग्य वापर करण्यासाठी शेतकऱ्यांना प्रशिक्षण देणे आवश्यक आहे. कृषी विद्यापीठे, कृषी विज्ञान केंद्रे आणि शासकीय यंत्रणा यांच्या माध्यमातून कार्यशाळा, प्रत्यक्षिके व मार्गदर्शन कार्यक्रम आयोजित करणे गरजेचे आहे. डिजिटल साक्षरता वाढल्यास शेतकरी डेटा-आधारित निर्णय घेऊ शकतो.

### ३) आर्थिक सहाय्य व अनुदान व्यवस्था

स्मार्ट तंत्रज्ञानाची प्रारंभिक गुंतवणूक खर्चिक असू शकते. त्यामुळे शासनाने अनुदान, सुलभ कर्जव्यवस्था व विमा योजना उपलब्ध करून द्याव्यात. सूक्ष्म व लघु शेतकऱ्यांना विशेष प्रोत्साहन दिल्यास तंत्रज्ञानाचा व्यापक प्रसार होऊ शकतो.

#### ४) संशोधन व नवकल्पना प्रोत्साहन

स्थानिक हवामान, माती व पिकांच्या गरजांनुसार तंत्रज्ञान विकसित करण्यासाठी संशोधन संस्थांनी अधिक लक्ष द्यावे. कृषी संशोधन व उद्योग क्षेत्र यांच्यात सहकार्य वाढविल्यास नवीन व किफायतशीर उपाय विकसित होतील.

#### ५) डेटा व्यवस्थापन व माहिती पारदर्शकता

शेतीसंबंधित माहितीचे संकलन, विश्लेषण व प्रसारण पारदर्शक पद्धतीने व्हावे. हवामान अंदाज, बाजारभाव, रोग-कीड इशारे यांसारखी माहिती शेतकऱ्यांना वेळेवर उपलब्ध झाल्यास उत्पादन स्थैर्य राखता येते.

#### ६) पर्यावरणपूरक धोरणांचा अवलंब

स्मार्ट शेतीचा वापर करताना मृदासंवर्धन, जलसंधारण, सेंद्रिय शेती आणि कार्बन उत्सर्जन कमी करणाऱ्या उपाययोजनांना प्राधान्य द्यावे. शाश्वत शेती पद्धतीचा अवलंब केल्यास दीर्घकालीन अन्नसुरक्षा सुनिश्चित होते.

#### ७) शेतकरी उत्पादक संघटना (FPO) व सहकार प्रणाली बळकट करणे

लघु व सीमांत शेतकऱ्यांनी एकत्र येऊन तंत्रज्ञानाचा सामूहिक वापर केल्यास खर्च कमी होतो आणि लाभ वाढतो. सामूहिक खरेदी, साठवणूक व विक्री व्यवस्थेमुळे अन्नपुरवठा साखळी मजबूत होते.

#### ८) पुरवठा साखळी व साठवणूक व्यवस्थेचा विकास

अन्नधान्याची नासाडी टाळण्यासाठी आधुनिक कोल्ड स्टोरेज, प्रक्रिया उद्योग आणि डिजिटल लॉजिस्टिक प्रणाली विकसित करणे आवश्यक आहे. उत्पादनापासून ग्राहकापर्यंतचा प्रवास सुलभ झाल्यास अन्नसुरक्षा बळकट होते.

#### निष्कर्ष

सदर अभ्यासातून असे स्पष्ट होते की, स्मार्ट शेती पद्धती या आधुनिक कृषी व्यवस्थेतील एक महत्त्वपूर्ण व अपरिहार्य घटक ठरत आहेत. वाढती लोकसंख्या, हवामान बदल, घटती नैसर्गिक संसाधने आणि बाजारातील अनिश्चितता या पार्श्वभूमीवर पारंपरिक शेती पद्धती एकट्या पुरेशा ठरत नाहीत. उत्पादनात स्थैर्य, गुणवत्ता आणि प्रमाण वाढविण्यासाठी तंत्रज्ञानाधारित, डेटा-आधारित आणि शाश्वत पद्धतींचा अवलंब करणे आवश्यक ठरते.

स्मार्ट शेतीमुळे माती, पाणी आणि हवामानाशी संबंधित माहितीचे अचूक विश्लेषण करता येते. सेन्सर, ड्रोन, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, बिग डेटा विश्लेषण आणि स्वयंचलित सिंचन प्रणाली यांच्या साहाय्याने शेती व्यवस्थापन अधिक परिणामकारक बनते. संसाधनांचा संतुलित वापर केल्यामुळे उत्पादन खर्च कमी होतो आणि पर्यावरणीय समतोल राखला जातो. परिणामी, उत्पादनक्षमता वाढून अन्नधान्याची उपलब्धता सुनिश्चित होते.

अन्नसुरक्षा ही केवळ उत्पादन वाढीपुरती मर्यादित नसून उपलब्धता, प्रवेशयोग्यता, उपयुक्तता आणि स्थैर्य या सर्व घटकांशी संबंधित आहे. स्मार्ट शेती पद्धती या चारही घटकांवर सकारात्मक परिणाम घडवून आणतात. हवामान बदलामुळे निर्माण होणाऱ्या जोखमींचे पूर्वानुमान करून त्यावर उपाययोजना करता येतात, ज्यामुळे अन्नपुरवठ्यात सातत्य राखता येते. तसेच डिजिटल बाजार व्यवस्थेमुळे शेतकऱ्यांना योग्य दर मिळून त्यांचे आर्थिक सक्षमीकरण होते, जे दीर्घकालीन अन्नसुरक्षेसाठी अत्यावश्यक आहे.

तथापि, स्मार्ट शेतीचा व्यापक अवलंब करण्यासाठी डिजिटल पायाभूत सुविधा, आर्थिक सहाय्य, संशोधन व प्रशिक्षण यांची आवश्यकता आहे. ग्रामीण भागातील डिजिटल दरी कमी करणे आणि लघु-सीमांत शेतकऱ्यांना तांत्रिकदृष्ट्या सक्षम करणे ही काळाची गरज आहे. शासन, संशोधन संस्था आणि शेतकरी यांच्यातील समन्वय वाढविल्यास स्मार्ट शेतीचे फायदे अधिक व्यापकपणे पोहोचू शकतात.

एकूणच, स्मार्ट शेती पद्धती या केवळ उत्पादनवाढीचे साधन नसून त्या शाश्वत विकास, पर्यावरणीय संरक्षण आणि राष्ट्रीय अन्नसुरक्षा मजबूत करण्याचे प्रभावी माध्यम आहेत. भविष्यातील कृषी विकासाचा मार्ग तंत्रज्ञान-सक्षम, हवामान-अनुकूल आणि संसाधन-संवर्धनावर आधारित असेल, आणि त्यामध्ये स्मार्ट शेतीची भूमिका केंद्रस्थानी राहिल. दीर्घकालीन अन्नसुरक्षेसाठी स्मार्ट शेतीचा सर्वांगीण व समन्वित अवलंब करणे अत्यावश्यक आहे.

#### संदर्भसूची

- १) डॉ. प्रियांका सिंह (२०२५). प्रिसिजन ॲग्रीकल्चर : भारतीय शेतकऱ्यांचे भविष्य घडविणारी संकल्पना.
- २) शर्मा, जोशी व रावत (२०२०). स्मार्ट शेती आणि आयओटी – एक आढावा.
- ३) भगत व सोनकर (२०२२). भारतीय शेतकऱ्यांसाठी आयओटी-आधारित स्मार्ट कृषी प्रणाली.

- ४) बिस्वास व गोस्वामी (२०२५). इंटरनेट ऑफ थिंग्स, कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि ऑटोमेशनच्या साहाय्याने अचूक शेती – एक विहंगावलोकन.
- ५) पी. पर्वथा रेड्डी (२०२४). अन्न व पोषण सुरक्षेसाठी स्मार्ट शेती तंत्रज्ञान.
- ६) गुप्ता, हसन, सिंग व इतर (२०२५). कृषी ४.० : आयओटी व कृत्रिम बुद्धिमत्तेवर आधारित स्मार्ट शेती.
- ७) हिरापारा, कपुरिया व डोबारिया (२०२५). अचूक शेती : स्मार्ट तंत्रज्ञानाद्वारे भारतीय शेतीत क्रांती.
- ८) नीती आयोग, भारत सरकार (२०२५). आधुनिक तंत्रज्ञानाच्या साहाय्याने कृषी परिवर्तनाचा रोडमॅप.
- ९) भारतीय कृषी अनुसंधान परिषद (ICAR). भारतामधील प्रगत कृषी पद्धती.
- १०) अन्न व कृषी संघटना (FAO). ई-कृषी व्यवहार : कृषी क्षेत्रातील इंटरनेट ऑफ थिंग्सचा वापर.
- ११) क्रॉपइन टेक्नॉलॉजी सोल्यूशन्स. स्मार्ट शेती व्यवस्थापन उपाय – भारतीय संदर्भ अभ्यास.
- १२) नीती आयोग. भारतातील ॲग्री-टेकमध्ये कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर.
- १३) सरिता मिश्रा व इतर (२०२५). भारतीय कृषी व्यवस्थेत स्थानिक ज्ञानाचा पुनरुज्जीवन.
- १४) [www.vikkipedia.com](http://www.vikkipedia.com)