ijamrsd.com JAMRSD ISSN: 2583-6404
Journal of Advanced Multidisciplinary Research Studies and Development
Peer Reviewed Referred Journal Bi-monthly Open Access

हवामान बदलाच्या पार्श्वभूमीवर कृषी क्षेत्रातील व्यवस्थापनात कृत्रिम बुद्धिमत्तेची भूमिका: आधुनिक कृषीचे नवे प्रतिमान

Sonusing Pralhad Patil
Assist. Prof., Pratap College (Autonomous), Amalner, Dist-Jalgaon.
Email: sonusingp777@gmail.com

सारांश:
हवामान बदलाच्या वाढत्या तीव्रतेमुळे कृषी क्षेत्र अनेक जोखिमींचा सामना करत आहे. अनियमित पर्जन्यमान, तापमानातील वाढ, कीड-रोगांच्या प्रादुर्भाव, पाणी टंचाई आणि उत्पादनातील अनियमितता यामुळे कृषी व्यवस्थापन अधिक गुंतागुंतीचे बनले आहे. या पार्श्वभूमीवर कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) हे कृषी व्यवस्थापनामध्ये परिवर्तन घडवून आणणारे प्रभावी तंत्रज्ञान म्हणून समोर येत आहे. या अभ्यासात AI चा कृषी व्यवस्थापनातील वापर-जसे की पीक आरोग्य निरीक्षण, हवामान अंदाज, प्रिसिजन शेती, स्मार्ट सिंचन कीड-रोगांचे निदान, उत्पादन अंदाज आणि बाजारभाव विश्लेषण यांचे सखोल विश्लेषण करण्यात आले आहे. आधुनिक सेन्सर्स ड्रोन, मशिन लर्निंग मॉडेल्स आणि स्वयंचलित यंत्रसामुग्री यांच्या सहाय्याने शेती अधिक अचूक, डेटा आधारीत आणि शाश्वत बनत आहे. अभ्यासातून असे निदर्शनास येते की, AI आधारीक तंत्रज्ञानामुळे उत्पादन क्षमता वाढते. इनपुट खर्च कमी होतो, संसाधनांचा सर्वोत्तम वापर होतो. तसेच AI आधारीत बाजार विश्लेषण शेतमाल विक्रीसाठी प्रभावी दिशा प्रदान करते व शेतकऱ्यांच्या आर्थिक स्थैर्यात वाढ घडूवन आणते. कृत्रिम बुद्धिमत्ता ही हवामान बदलाच्या पार्श्वभूमीवर कृषी व्यवस्थापनासाठी आवश्यक ठरत असून ती आधुनिक शेतीचे नवे प्रतिमान (New Paradigm) निर्माण कराते. शाश्वत, तंत्रज्ञानाधिष्ठीत आणि भविष्याभिमुख कृषी व्यवस्थेच्या दिशेने AI हा अत्यंत महत्वाचा टप्पा आहे.
मुख्य शब्द: हवामान बदल, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, स्मार्ट शेती, अचूक कृषी, कृषी व्यवस्थापन, डेटा-आधारीत तंत्रज्ञान, शाश्वत शेती.

► *Corresponding Author: Sonusing Pralhad Patil*

प्रास्ताविक (Introduction):

एकविसाव्या शतकात जागतिक पातळीवर सर्वाधिक चर्चिला जाणारा आणि मानवजाती समोर उभा राहिलेला गंभीर मुद्दा म्हणजे हवामान बदल. तापमान वाढ, पर्जन्यमानातील अनिश्चितता, दुष्काळ-पुराचे चक्र, जमिनीची ऱ्हास, किड-रोगांचे नवे प्रकार आणि हरित गृह वायूंचे वाढलेले प्रमाण यामुळे कृषी उत्पादनावर मोठ्या प्रमाणावर परिणाम झाला आहे. विशेषत: भारतासारख्या कृषीप्रधान देशात हवामान बदलाचा अन्नसुरक्षेवर, शेतकरी उत्पन्नावर आणि ग्रामीण अर्थव्यवस्थेवर प्रतिकुल परिणाम दिसून येतो. पारंपरिक शेतीपद्धती या नव्या आव्हानांना तोंड देण्यासाठी पुरेशा सक्षम नसल्याने कृषी व्यवस्थापनात विज्ञान-तंत्रज्ञानावर आधारीत नवोन्मेषी उपायांची आवश्यकता निर्माण झाली.
याच ठिकाणी कृत्रिम बुद्धिमत्ता (Artificial Intelligence-AI) हे आधुनिक, डेटा-आधारीत आणि विश्लेषणक्षम तंत्रज्ञान कृषी क्षेत्रासाठी आशेचा किरण ठरते. हवामानाची पूर्वसूचना, माती-पाणी व्यवस्थापन, पिकांची आरोग्य तपासणी, रोग-कीड निदान, अचूक सिंचन, खतांचा कार्यक्षम वापर, उत्पादन अंदाज, स्मार्ट मशिनरी आणि शेत व्यवस्थापनासाठी AI आधारीत तंत्रज्ञान जागतिक स्तरावर वेगाने विकसित होत आहे. उपगृह डेटा, सेन्सर नेटवर्क, ड्रोन तंत्रज्ञान, मशिन लर्निंग आणि बिग डेटा ॲनालिटिक्स यावर आधारीत निर्णय-सहाय्यक प्रणालीमुळे कृषी अधिक अचूक, जलद, किफायतशीर आणि हवामान-प्रतिसादक्षम (Climate-Smart) होत आहे.
हवामान बदलामुळे उद्भवणाऱ्या जोखीमीचे व्यवस्थापन करण्यासाठी कृषी व्यवस्थापनातील AI ची भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण ठरत आहे. उत्पादन क्षमता वाढविणे, इनपुटचा कार्यक्षम वापर, नुकसान-नियंत्रण खर्चात बचत, शाश्वत शेतीचे

उद्दिष्ट्य आणि शेतकरी उत्पन्न वाढ या सर्व बाबतीत AI एक नवे प्रतिमान निर्माण करीत आहे. पारंपरिक अनुभवाधारीत शेतीपासून डेटा-आधारीत स्मार्ट शेतीकडे संक्रमण हे आधुनिक कृषी विकासाचे मुख्य वैशिष्ट्ये बनत आहे. ही पार्श्वभूमी लक्षात घेता,

प्रस्तूत संशोधनामध्ये हवामान बदलाच्या बदलत्या स्वरूपामुळे कृषी क्षेत्रासमोर निर्माण झालेल्या समस्यांचे विश्लेषण, त्यावर उपाय म्हणून AI तंत्रज्ञानाची उपयोगिता, तसेच आधुनिक शेतीत निर्माण होणारे नवे प्रतिमान यांचा सखोल अभ्यास करण्यात येणार आहे. या अभ्यासातून हवामान बदल व कृत्रिम बुद्धिमत्ता यांचा परस्पर संबंध, त्याचा कृषी व्यवस्थापनावर होणारा परिणाम आणि शाश्वत कृषी विकासासाठी आवश्यक धोरणात्मक दिशादर्शन स्पष्ट होण्यास मदत होईल अशी अपेक्षा आहे.

संशोधन पद्धती (Research Methodology):

या संशोधनात वर्णनात्मक आणि विश्लेषणात्मक संशोधन पद्धतींचा वापर करण्यात आला आहे. हवामान बदल, कृषी व्यवस्थापन, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, अचूक शेती, मृदा-जल व्यवस्थापन, कीड-रोग निदान आणि उत्पादन विश्लेषण या संबंधित उपलब्ध द्वितीयक स्त्रोतांचा सखोल अभ्यास करण्यात आला आहे.

- **डेटा संकलन पद्धती :-** द्वितीयक माहिती–संशोधन लेख, शासकीय अहवाल, कृषी विद्यापीठांचा अभ्यास, FAO, IPCC, ICAR, IMD यांचे अहवाल, ऑनलाईन डेटाबेस, जर्नल, वेबसाईट्स.
- **विश्लेषण पद्धती :-** तुलनात्मक विश्लेषण, विषयानुसार माहितीचे वर्गीकरण, हवामान बदल-AI कृषी व्यवस्थापन यांच्यातील संबंधांचे विश्लेषण, तक्ते, आकृत्या, ग्रामच्या मदतीने डेटा सादरीकरण.
- **अभ्यासाची व्याप्ती :-** हवामान बदलाचा कृषीवर परिणाम, AI तंत्रज्ञानाची उपाययोजना, स्मार्ट शेतीद्वारे निर्माण होणारे नवे प्रतिमान.
- **मर्यादा :-** अभ्यास मुख्यत: उपलब्ध माहितीवर आधारीत आहे, प्रदेशनिहाय प्राथमिक डेटा उपलब्धीची मर्यादा, तांत्रिक प्रगती सातत्याने बदलत असल्याने अद्ययावततेची मर्यादा.

संशोधन समस्या (Research Problem):

हवामान बदलामुळे कृषी क्षेत्रात तापमान वाढ, पर्जन्यमानातील अस्थिरता, दुष्काळ-पुरांची पुनरावृत्ती, कीड-रोगांचा प्रादुर्भाव आणि उत्पादनक्षमता घट ही गंभीर आव्हाने उभी राहिली आहेत. अशा परिस्थितीत पारंपरिक कृषी व्यवस्थापन हे बदलत्या हवामानाला प्रभावीरित्या प्रतिसाद देण्यासाठी अपुरे ठरते.

याचवेळी कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), मशिन-लर्निंग, सेन्सर्स ड्रोन, उपग्रह डेटा आणि डेटा ॲनालिटिक्स यांच्या सहाय्याने हवामान-प्रतिसादक्षम, अचूक आणि शाश्वत कृषीच्या दिशेने अनेक, तांत्रिक उपाय उपलब्ध होत आहेत. परंतु भारतातील शेतकरी आणि कृषी व्यवस्थापन प्रणाली या तंत्रज्ञानाचा किती प्रभावी वापर करतात ? AI आधारीत प्रणाली कृषी उत्पादन वाढ, संसाधन व्यवस्थापन, जोखीम नियंत्रण आणि हवामान बदलाशी सामाना करण्यास कितपत सक्षम ठरू शकतात ? या पार्श्वभूमीवर मुख्य संशोधन समस्या अशी उद्भवले की :– **"हवामान बदलाच्या वाढत्या परिणामांमध्ये आधुनिक तंत्रज्ञान म्हणून कृत्रिम बुद्धिमत्ता कृषी व्यवस्थापनासाठी कितपत प्रभावी, उपयुक्त आणि शाश्वत ठरते आणि त्याद्वारे आधुनिक कृषीचे नवे प्रतिमान कसे विकसित होते ?"** –

संशोधनाची उद्दिष्ट्ये (Research Objectives):

- हवामान बदलाचा कृषी क्षेत्रावर होणारा प्रभाव विश्लेषित करणे.
- कृषी व्यवस्थापनात कृत्रिम बुद्धिमत्तेची उपाययोजना आणि परिणामकारकता तपासणे.

गृहितके (Hypothesis):

- कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) तंत्रज्ञानाचा वापर केल्यास हवामान बदलामुळे होणारे कृषी क्षेत्रातील जोखमी कमी होतात.
- AI आधारीत अचूक शेतीमुळे उत्पादन क्षमता, संसाधनांचा कार्यक्षम वापर आणि शाश्वत कृषी व्यवस्थापनमध्ये लक्षणीय सुधारणा होते.

हवामान बदलाचा कृषी क्षेत्रावर होणारा प्रभाव:

- **तापमान वाढ :-** वाढते तापमान पिकांच्या वाढीच्या कालावधीवर परिणाम करून उत्पादन क्षमता कमी करते.
- **पर्जन्यमानातील अनिश्चितता :-** अवेळी पाऊस, अतिवृष्टी आणि पावसातील अस्थिरता यामुळे पेरणी, रोपवाटिका आणि पीक वाढीवर प्रतिकुल परिणाम होतो.
- **दुष्काळ आणि पाणी टंचाई :-** वारंवार दुष्काळामुळे मृदा-आर्द्रता कमी होते, सिंचन अपूर्णतेमुळे उत्पादन घटते.
- **पुरांचे वाढते प्रमाण :-** अतिवृष्टी व पुरामुळे पिकांचे नुकसान, मातीचा ऱ्हास आणि जलभराव वाढतो.
- **कीड व रोगांचा प्रादुर्भाव :-** हवामानातील बदलामुळे नवीन कीड–रोग उत्पन्न होतात आणि जुन्या कीडांचे प्रमाण वाढते. ज्यामुळे कृषी क्षेत्रावरील उत्पादन खर्च वाढतो.
- **मातीच्या गुणवत्तेत घट :-** मृदा, धूप, सेंद्रिय पदार्थांची घट, कार्बन हानी व सुपीकतेत घट होऊन पिकांचे आरोग्य बिघडते.
- **उत्पादन क्षमता व शेतकरी उत्पन्नात घट :-** हवामानातील अनिश्चिततेमुळे उत्पादन घटले, ज्याचा थेट परिणाम शेतकरी उत्पन्नावर व अन्न सुरक्षेवर होतो.

हवामान बदलामुळे कृषी क्षेत्रात उत्पादन क्षमता, शाश्वतता, पिकांचे आरोग्य, संसाधनांचे व्यवस्थापन आणि शेतकरी उत्पन्न या सर्व घटकांवर नकारात्मक परिणाम होत आहेत. त्यामुळे हवामान-प्रतिसादक्षम (Climate Smart) तंत्रज्ञान आणि आधुनिक व्यवस्थापन पद्धतींचा अवलंब करण्याची आवश्यकता अधिक दिसून येते.

कृषी व्यवस्थापनात कृत्रिम बुद्धिमत्तेची उपाययोजना (Applicability):

- **प्रिसिजन ॲग्रीकल्चर्स (Precision Agricultures) :-**
  - ➢ मातीची गुणवत्ता, पोषणतत्वांचे प्रमाण, आर्द्रता मोजण्यासाठी सेन्सर्स व 10T उपकरणे यांचा अवलंब केला जात आहे.
  - ➢ योग्य ठिकाणी, योग्य वेळी, योग्य प्रमाणात पाणी/खत देण्याची क्षमता निर्माण झालेली आहे.
  - ➢ उत्पादनातील अनावश्यक खर्च 25-30% पर्यंत घटतो.
- **हवामान अंदाज व जोखीम व्यवस्थापन :-**
  - ➢ हवामानातील बदल, पावसाचे प्रमाण, तापमानातील चढउतार यांचे AI आधारीत अंदाज प्राप्त होतात.
  - ➢ पिक कापणी, पेरणी, सिंचनाचे योग्य नियोजन शक्य होते.
  - ➢ नैसर्गिक आपत्तींच्या जोखमींचे अचूक पूर्वानुमान AI मुळे प्राप्त होतात.
- **कीड व रोग व्यवस्थापन :-**
  - ➢ AI आधारीत इमेज रिकग्निशन ॲप्सद्वारे पानांच्या छायाचित्रावरून कीड व रोग ओळख होते.
  - ➢ शेतकऱ्यांना तात्काळ मार्गदर्शन उपलब्ध होते.
  - ➢ रासायनिक औषधांचा अनावश्यक वापर कमी होतो.
- **स्वयंचलित यंत्रसामग्री (Automation) :-**
  - ➢ ड्रोनद्वारे औषध फवारणी, खत फवारणी आणि सर्व्हे करता येतो.
  - ➢ स्वयंचलित ट्रॅक्टर, रोबोटिक हार्वेस्टर्स निर्माण झाली आहेत.
  - ➢ मजूर टंचाईची समस्या कमी झालेली आहे.
- **बाजारभाव व पुरवठा साखळी व्यवस्थापन :-**
  - ➢ AI आधारीत मॉडेल्सद्वारे उत्पादनाच्या मागणी वाटपाचा अंदाज प्राप्त होतो.
  - ➢ योग्य बाजारभाव, स्टोरेज, वितरण आणि नफा वाढलेला आहे.
  - ➢ शेतमालाच्या किंमतीतील चढ-उतार कमी करण्यास मदत होते.
- **निर्णय समर्थन प्रणाली (Decision Support System-DSS) :-**
  - ➢ शेतकऱ्याला शास्त्रीय आधारित शिफारशी.
  - ➢ कोणते पीक ?, किती गुंतवणूक ?, कोणते खत ?, कोणते पाणी व्यवस्थापन ? योग्य ही माहिती उपलब्ध करून दिली जाते.

कृषी व्यवस्थापनात AI ची परिणामकारकता (Effectiveness):

- **उत्पादन वाढ :-**
➢ प्रिसिजन फॉर्मिंगमुळे उत्पादन 15-25% वाढते.
➢ योग्य पेरणी–सिंचन–खत व्यवस्थापनाचा थेट फायदा झाला.
- **खर्चात बचत :-**
➢ खत, पाणी, मजूर, किटकनाशके यांच्या खर्चात 25-30% घट झाली.
➢ स्वयंचलित यंत्रसामग्रीमुळे मजूरीचा खर्च कमी झालेला आहे.
- **पर्यावरण संरक्षण :-**
➢ रासायनिक खतांचा वापर कमी झाला.
➢ पाण्याचा योग्य वापर होतो.
➢ जमिनीची धूप व हानी कमी होत आहे.
- **गुणवत्तापूर्ण उत्पादन :-**
➢ रोग व्यवस्थापन सुधारण्यामुळे पिकांची गुणवत्ता सुधारते.
➢ एक्सपोर्ट-ग्रेड उत्पादनाची शक्यता वाढते.
- **शेतकऱ्यांच्या उत्पन्नात वाढ :-**
➢ उत्पादन आणि गुणवत्ता वाढल्यामुळे बाजारभाव चांगला मिळतो.
➢ जोखीम कमी असल्याने एकूण स्थिरता वाढते.

कृषी क्षेत्रात कृत्रिम बुद्धिमत्ता हे एक परिवर्तनकारी तंत्रज्ञान म्हणून उदयास येत आहे. उत्पादन वाढ, खर्चात बचत, जोखीम व्यवस्थापन आणि पर्यावरणीय संतुलन या सर्व क्षेत्रात AI अत्यंत परिणामकारक सिद्ध होत आहे. योग्य धोरणे, प्रशिक्षण आणि डिजिटल पायाभूत सुविधा मिळाल्यास भारतातील कृषी क्षेत्र अधिक सक्षम, टिकाऊ आणि आधुनिक होऊ शकते.

संशोधन विषयाचे महत्व (Importance of Study):

कृषी व्यवस्थापनात कृत्रिम बुद्धिमत्ते (AI) चा उपयोग हा केवळ तांत्रिक पर्याय नसून भविष्यातील शाश्वत कृषी व्यवस्थेचा आधारस्तंभ ठरत आहे.

- **हवामान बदलाला प्रतिसाद देण्यासाठी वैज्ञानिक मार्गदर्शन :-** हे संशोधन हवामान बदलामुळे निर्माण होणाऱ्या जोखमींचे स्वरूप ओळखून AI तंत्रज्ञानाद्वारे त्यावर उपाययोजना कशा करता येतील याबाबत शास्त्रीय माहिती उपलब्ध करून देते.
- **आधुनिक तंत्रज्ञानाच्या उपयोजनेबाबत प्रत्यक्षज्ञान :-** AI आधारीत साधणे, सेन्सर्स, ड्रोन, मशीन-लर्निंग मॉडेल्स-कृषी व्यवस्थापनात प्रत्यक्ष कसे वापरता येतात आणि त्यांचे परिणाम काय आहेत ? याचे विश्लेषण या संशोधनातून मिळते.
- **शेतकऱ्यांच्या निर्णयक्षमता वृद्धीसाठी उपयुक्त :-** AI हे हवामान, मृदा, उत्पादन आणि बाजारभाव यांचे भविष्यसूचक विश्लेषण उपलब्ध करून देते. त्यामुळे शेतकरी योग्य वेळी योग्य निर्णय घेऊ शकतात. संशोधन हे या प्रक्रियेची परिणामकारकता सिद्ध करते.
- **उत्पादन क्षमता आणि उत्पन्न वाढीसाठी उपयुक्त माहिती :-** AI च्या सहाय्याने सिंचन, खत, औषधे आणि मजुरांचा परिणामकारक वापर करता येत असल्याने उत्पादन खर्च कमी होतो आणि उत्पन्न वाढते. संशोधनाचे परिणाम हे सैद्धांतिक आणि प्रात्यक्षिक पातळीवर दर्शविते.
- **शाश्वत आणि पर्यावरण पूरक कृषीला चालना :-** AI आधारीत अचूक कृषीमुळे रासायनिक खत-किटकनाशकांचा वापर कमी होतो, पाण्याची बचत होते आणि जमिनीची उत्पादकता टिकून राहते. त्यामुळे पर्यावरणीय प्रभावाला टिकावाला चालना मिळते.
- **धोरणकर्त्यांसाठी मार्गदर्शक :-** या संशोधनातून मिळणारी माहिती कृषी धोरणे, कृषी विस्तार सेवा, प्रशिक्षण कार्यक्रम आणि तांत्रिक गुंतवणूक आणि नियोजन यासाठी महत्वपूर्ण ठरू शकते.

- **भविष्यातील संशोधनासाठी आधार :-** AI आधारीत कृषी तंत्रज्ञान हे वेगाने बदलणारे क्षेत्र आहे. हे संशोधन पुढील संशोधकांना तुलनात्मक अभ्यास, प्रगत AI मॉडेल्स आणि विविध पिक किंवा प्रदेशावर विश्लेषण करण्यासाठी मुलभूत आधार प्रदान करते.

कृषी व्यवस्थापनात कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर हा हवामान बदलाच्या आव्हानांना उत्तर देणारा, उत्पादनक्षमता वाढविणारा आणि शाश्वततेकडे वाटचाल करणारा नवीन क्रांतीकारक मार्ग आहे. त्यामुळे या संशोधनाचे शैक्षणिक, तांत्रिक, आर्थिक व सामाजिक असे बहुआयामी महत्व आहे.

निष्कर्ष (Conclusion):

या संशोधन हवामान बदलाच्या तीव्र आणि अनिश्चित परिणामांमुळे कृषी क्षेत्रासमोर उत्पादन क्षमता संसाधन व्यवस्थापन आणि पिक संरक्षण यासंबंधी ग्रंभीर आव्हाने उभी राहिली आहेत. अशा परिस्थितीतील कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) हे आधुनिक कृषी व्यवस्थापनाला नवी दिशा देणारे सर्वात प्रभावी तंत्रज्ञान म्हणून उदयास आले आहे. या संशोधनातून असे स्पष्ट दिसून येते की, AI चा अवलंब केल्यास कृषी क्षेत्रात डेटा आधारीत निर्णयप्रक्रिया, अचूक शेती, स्वयंचलीत तंत्रज्ञान, हवामान अंदाज आणि कीड-रोग नियंत्रण यासारख्या महत्वाच्या क्षेत्रांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर सुधारणा घडवून आणता येते.

AI आधारीत स्मार्ट शेतीमुळे पाणी, खत आणि औषधे यांचा वैज्ञानिक पद्धतीने वापर होऊन इनपुट खर्च कमी होतो, उत्पादनक्षमता वाढते आणि पर्यावरणीय समतोल राखला जातो. तसेच हवामानातील बदलाचे भविष्यसूचक विश्लेषण शेतकऱ्यांना जोखीम कमी करण्यास आणि योग्य कृषी नियोजन करण्यास मदत करते. ड्रोन, सेन्सर्स, मशीन-लर्निंग मॉडेल्स, रोबोटिक्स यांची सांगड घालून शेती अधिक प्रिसिजन आधारीत, शाश्वत आणि स्पर्धात्मक बनत आहे.

याशिवाय AI आधारीत बाजारभाव अंदाजामुळे शेतमाल विक्रीची रणनीती अधिक परिणामकारक होते आणि शेतकऱ्यांचे उत्पन्न वाढते. कृषी क्षेत्रातील संसाधनांचे वैज्ञानिक व्यवस्थापन हे केवळ उत्पादनात नव्हे तर संपूर्ण पुरवठा साखळीत कार्यक्षम परिवर्तन घडवून आणते.

हे संशोधन दाखवते की, कृत्रिम बुद्धिमत्ता ही आधुनिक कृषी व्यवस्थापनासाठी अत्यावश्यक ठरत असून ती भविष्यातील शेतीचे नवे प्रतिमान (New Paradigm) निर्माण करते. शाश्वत, हवामान-प्रतिसादक्षम आणि उच्च उत्पादनक्षम कृषी व्यवस्थेसाठी AI हा सर्वात महत्वाचा घटक ठरेल यात शंका नाही.

संदर्भ सूची (References):

1. Food and Agriculture Organization (FAO). (2021). कृषी क्षेत्रातील कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा जागतिक आढावा. रोम.
2. International Panel on Climate Change (IPCC). (2022). हवामान बदल आणि जागतिक कृषी वरील परिणाम. जेनेव्हा.
3. Indian Council of Agricultural Research (ICAR). (2023). स्मार्ट शेती. AI आधारीत संशोधन अहवाल. नवी दिल्ली.
4. NITI Aayog. (2020). भारतातील कृषी क्षेत्रासाठी कृत्रिम बुद्धिमत्ता-धोरणात्मक शिफारसी. नवी दिल्ली.
5. World Bank. (2021). डिजिटल कृषी व कृत्रिम बुद्धिमत्ता : संधी व आव्हाने. वॉशिंग्टन डी.सी.
6. कृषी आणि शेतकरी कल्यण मंत्रालय. (2022). डिजिटल ॲग्रीकल्चर मिशन 2021-25. भारत सरकार. नवी दिल्ली.
7. शर्मा डी. (2021). कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि आधुनिक कृषीचे भविष्य. पुणे : कृषी प्रकाशन.
8. पाटील, आर. (2022). हवामान बदल आणि भारतीय शेती व्यवस्थापन. मुंबई : पृथ्वी पर्यावरण प्रकाशन.
9. जोशी, ए. (2020). प्रिसिजल ॲग्रीकल्चर आणि AI तंत्रज्ञानाची सांगड. नवी दिल्ली : स्प्रिंगर इंडिया.
10. राव, व्ही. (2021). हवामान-स्मार्ट शेती आणि कृत्रिम बुद्धिमत्तेची भूमिका. हैद्राबाद : ग्रीन फिल्ड पब्लिकेशन्स.
11. United Nations Environment Programme. (2022). हवामान जोखीम आणि अन्न सुरक्षा अहवाल नैरोबी.
12. पाटील एस. आणि देशमुख, एम. (2022). AI आधारीत स्मार्ट सिंचन तंत्रज्ञान : एक विश्लेषण. इंडियन जर्नल ऑफ प्रिसिजन फार्मिंग, 6(3), 112-121.

13. World Economic Forum. (2022). कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि जागतिक कृषीचे भविष्य. जेनेव्हा.
14. कुमार, ए. (2021). कृषी निर्णय सहाय्यक प्रणालीमध्ये AI तंत्रज्ञान. ॲग्रीकल्चर इनफॉर्मेटिक्स रिव्ह्यू, 14(1), 25-40.