

## शाश्वत कृषी विकासासाठी एआय (AI) ची भूमिका

प्रा. डॉ. रवींद्र दामोदरराव इंचे

छत्रपती शिवाजी कला महाविद्यालय,

आसेगाव पूर्णा, जि. अमरावती (महा.)

भ्रमणध्वनी : 9767279529

Email – [ravindraiche123@gmail.com](mailto:ravindraiche123@gmail.com)

आर्थिक विकासाचा दर अधिक ठेवायचा असेल तर कृषी विकासाचा दर अधिक असणे आवश्यक आहे. त्यासाठी शेती उत्पादनाची वाढ आवश्यक आहे. शेती उत्पादनाची वाढ दोन पद्धतीने करता येते. एक म्हणजे सखोल शेती व दुसरी विस्तृत शेती. विस्तृत शेतीमध्ये लागवडीखाली जमिनीमध्ये वाढ करून उत्पादन वाढवले जाते तर पहिल्या सखोल शेतीमध्ये मर्यादित शेत जमिनीतून जास्तीत जास्त उत्पादन घेण्याचा प्रयत्न जमिनीचे क्षेत्र न वाढवता कृषीमध्ये इतर आदानाची मात्रा वाढवून उत्पादन वाढीचा प्रयत्न असतो. कारण कृषीक्षेत्र मर्यादित असून प्रत्येकाला वाढ करणे शक्य नसते म्हणून शेतीमध्ये सखोल लागवड पद्धती अमलात येताना दिसून येते. त्यामुळे उच्च उत्पादन घेण्याच्या हव्यासापायी सुधारित बियाणे, पाणी, जंतुनाशके, कीटकनाशके, रासायनिक खते, त्यांचा अनैसर्गिक वापर आधुनिक काळात करण्यात आला. परिणामी शेतजमिनी खारावल्या तर काही कायमच्या नापीक बनल्या. वनस्पतीच्या काही जाती कायमचा नष्ट झाल्या व जैविक विविधतेचा लोप होत आहे.

फर्टीलायझर असोसिएशन ऑफ इंडियाच्या (एफएआय) आकडेवारीनुसार एप्रिल ते नोव्हेंबर २०२४-२५ या कालावधीत युरिया आयात १२०.३ टक्क्यांनी वाढून ७१.७ लाख टन झाली. याआधीच्या वर्षी याच कालावधीत युरिया आयात ३२.६ लाख टन होती. यावरून लक्षात येते की, युरिया आणि डीएपीसारख्या खताचा वापर सातत्याने वाढताना दिसून येतो. रासायनिक खताची अधिक मात्रा वापरल्यामुळे प्रदूषण निर्माण झाले. पंजाब, उत्तरप्रदेश, आंध्रप्रदेश, तामिळनाडू, कर्नाटक या राज्यातील जमिनी नापीक होण्याच्या मार्गावर आहेत. रासायनिक खताच्या अतिवापरामुळे जल प्रदूषित होऊन त्याचा मानवावर व प्राण्यांवर अपायकारक परिणाम झाला. त्याचप्रमाणे पाण्याचा अतिवापर केल्यामुळे अनेक ठिकाणी जमिनी क्षारवट झालेल्या दिसून येतात. भूगर्भातील पाणी जास्त वापरून पाण्याची पातळी खोल खोल जात आहे. यावर उपाय म्हणून शेतकऱ्यांनी माती परीक्षण करून, कोणत्या खताच्या जमिनीला किती गरज आहे, कोणत्या उत्पादनासाठी आपली जमीन उपयुक्त आहे, त्याला पाण्याची गरज किती, हे अचूक हेरता आले तर पाण्याच्या व खताच्या अनिर्बंध वापराला पायाबंद घालता येतो. त्याचा दुष्परिणाम थांबवता येईल व शाश्वत कृषीविकास साधता येईल. या दृष्टीने कृषीमध्ये 'एआय' आधारित उपकरणाचा वापर केल्यास कृषीचा शाश्वत विकास करण्याच्या दृष्टीने ते महत्त्वपूर्ण पाऊल ठरेल. म्हणून प्रस्तुत निबंधामध्ये एआय तंत्रज्ञानाचा कृषीक्षेत्रातील संभाव्य अनुकूल परिणामाचा आढावा घेण्यात आला आहे. त्यासाठी दुय्यम साधनांचा वापर करण्यात आला आहे.

### एआय आधारित पोर्टेबल मृदा पुनर्जनन उपकरण :

शाश्वत शेती उत्पादनासाठी पाणी परीक्षणानुसार पिके, खते, औषधी व पाण्याची मात्रा ठरवणे महत्त्वपूर्ण असते व हे महत्त्वपूर्ण काम एआय आधारित पोर्टेबल मृदा, जलपून्भरण उपकरणाद्वारे केले जाते. सौर उर्जेवर चालणारे हे उपकरण केवळ मातीचेच विश्लेषण करत नाही तर जमिनीतील पोषकतत्वाची कमतरता ओळखून आवश्यकतेनुसार बायोचार आणि सूक्ष्मजीवांचे (Microbes) अचूक डोस इंजेक्शनद्वारे जमिनीत देते. हे उपकरण आयओटी (IOT) सक्षम असून मोबाईलद्वारे ऑपरेट केले जाऊ शकते. त्यामुळे जमिनीची सुपीकता कायम राहण्यास मदत होणार आहे.

### IOT माती परीक्षण सेंसर :

आर्टिफिशियल इंटेलिजन्सचा वापर करून मार्क केलेल्या जमिनीतील माती तपासणी करण्यासाठी क्लस्टर आधारित मृदा चाचणी किट हे साधन असून त्याचा उद्देश एकत्रित किंवा प्रादेशिक स्तरावर मातीच्या नमुन्यांचे विश्लेषण करून पिकांचे उत्पादन वाढवणे होय. हे साधन डेटा पुरवण्यासाठी वापरले जाते. यापासून होणारे संभाव्य फायदे पुढीलप्रमाणे ;

- १) कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या सहाय्याने अधिक चांगल्या पद्धतीने खतांचे व पाण्याचे नियोजन करण्यासाठी उपयुक्त.
- २) जमिनीचे अचूक निदान होऊन अचूक पिके घेण्यास प्रोत्साहन.
- ३) काळानुसार मातीच्या आरोग्याचे निरीक्षण त्यामुळे जमिनीतील मूलद्रव्यांमधील बदल हेरून आवश्यक त्या उपाययोजना करता येणे शक्य होईल.
- ४) पाण्यासारख्या नैसर्गिक संसाधनांची बचत होईल, आवश्यक तेवढे जमिनीला पाणी देण्यास मार्गदर्शक ठरेल.
- ५) आवश्यक आदानाचा जास्तीत जास्त उपयोग करून पर्यावरणपूरक शाश्वत शेतीला प्रोत्साहन मिळेल व जमिनीचे आरोग्य सुधारण्यास मदत होईल व शाश्वत उत्पादन वाढ शक्य होईल.

### माती-पाणी आयन विश्लेषण उपकरण (Soil water in Analysis Device) :

माती, पाणी तपासणीसाठी सध्या नमुने घेऊन ते प्रयोगशाळेत पाठवावे लागतात. यामध्ये वेळेच्या अपव्ययाबरोबरच खर्चही अधिक होतो. अशास्थितीत शेतात प्रत्यक्ष जागेवरच माती आणि सिंचनाच्या पाण्याचे परीक्षण करणारे उपकरण महत्त्वाचे ठरते. त्याद्वारे सामू (पीएच), क्षारता (इसी) सोडियम आणि क्लोराईडचे अचूक प्रमाण अवघ्या काही मिनिटात कळू शकते. त्यामुळे शेतकऱ्यांना खताचे आणि पाण्याचे नियोजन तातडीने करणे शक्य होणार आहे.

### अन्नद्रव्य कमतरता सूचक परिणाम संवेदक उपकरण (Nutrient Deficiency leaf Sensor device):

पिकांच्या पानाला कोणतीही इजा न करता हे सेन्सर पानाचा पृष्ठभाग स्कॅन करते व त्यातून झाडाला नेमकी कोणत्या अन्नद्रव्याची कमतरता आहे, त्याचे विश्लेषण करून प्रत्यक्ष वेळेवरील इशारा (रिअल टाईम अलर्ट)

देण्याचे काम हे उपकरण करते. परिणामी खतांचा अचूक वापर करणे शक्य होते. अनावश्यक खत वापर टाळल्यामुळे जमिनीची सुपीकता, पर्यावरणाचे संतुलन टिकून राहते व अनावश्यक खर्च टाळता येतो.

#### ओलावा संवेदक (Moisture sensors) :

ओलावा सेन्सरच्या मदतीने ऊस शेतीसाठी (IOT) तंत्रज्ञानाचा वापर करणे हे पाणी व्यवस्थापन अनुकूल करण्यासाठी पीक आरोग्य सुधारण्यासाठी आणि संसाधनांचे संवर्धन करण्यासाठी प्रभावशाली संयोजन आहे. त्याचे संभाव्य फायदे खालीलप्रमाणे सांगता येतील.

- १) पाण्याची 50 टक्के बचत करणे.
- २) मातीचे तापमान व वातावरणातील आर्द्रता यांची सखोल माहिती देणे.
- ३) पीक उत्पादन वाढवणे
- ४) फिफायतशीर शेतीला प्रोत्साहन देणे.
- ५) ऑटोमेशन करणे.
- ६) डेटा विश्लेषण करणे.

#### आयओटी व कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) ट्रॅप्स :

शेतीमधील कीड व्यवस्थापन अधिक कार्यक्षम व स्मार्ट करण्यासाठी उपकरणांची एकमेकांशी जोडणी (IOT Internet of Things) व कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित केरोमोन लाईट ॲप्स विकसित केले जात आहे. त्यात सेन्सर, कॅमेरे व इंटरनेट कनेक्टिव्हिटी यांचा समावेश असतो. सापळ्यात कीड अडकल्यानंतर त्याचा फोटो व माहिती आपोआप मोबाईल ॲप किंवा क्लाऊडवर पाठवली जाते. त्यामुळे घरबसल्या कीड प्रादुर्भावाचे निरीक्षण मॉनिटरिंग करता येते. भारतात काही कंपन्या आयओटी आधारित Smart Pheromone Trap विकसित करीत असून त्यात GSM मॉड्यूल व सेन्सर बसवले आहे.

#### कार्यपद्धती :

ट्रॅपमधील कॅमेरे व इमेज प्रोसेसिंग सिस्टम कीटकांचे फोटो काढतात व त्यांची संख्या मोजण्याचे काम करते. त्यामुळे मानवी चुका टाळण्यासोबतच डेटा विश्लेषण वेगाने करता येते. उदा. एआय आधारित पिवळे, चिकट सापडे ट्रिप्स, पांढरी माशी यांची अचूक गणना.

#### पतंगासाठी एआय आधारित कातगंध सापळे :

डाळवर्गीय पिके मका व कापूस वरील पतंग कीटक गणना करता येते व कीड प्रादुर्भावाचे भाकीत करता येते. त्यामुळे वेळीच प्रतिबंधात्मक उपाययोजना करणे शक्य होऊन मजूरांवरील अवलंबित्वव कमी होऊन एकात्मिक कीड व्यवस्थापनात साहाय्य मिळते.

#### आकर्षण आणि हल्ला तंत्र (Attract and Kill) :

कीटक व्यवस्थापनामध्ये 'आकर्षित करा आणि नष्ट करा' हे तंत्र आधुनिक आणि पर्यावरणपूरक तंत्रज्ञान ठरत आहे. कीटकांना आकर्षित करण्यासाठी फेरोमोन, अन्नसुगंध (Food Jures) रंगीत ट्रॅप्स किंवा प्रकाशाचा वापर केला जातो. त्याचबरोबर त्यांना मारक घटक, जैविक, रासायनिक कीटकनाशक लावलेले असतात. त्यामुळे कीटक आकर्षित होऊन लगेच मरतात.

### अत्याधुनिक ड्रोनद्वारे निरीक्षण माहिती संकलन :

उच्च दर्जाच्या हायपर व मल्टीस्पेक्ट्रल कॅमेरा बसविलेले ड्रोन पिकांचे आरोग्य, कीड व रोग अन्नद्रव्य व्यवस्थापन, पाण्याचा ताण, पिकांचे वर्गीकरण व काढणी नियोजन इत्यादी अचूक माहिती गोळा करते. ड्रोनने काढलेले फोटो आर्टिफिशियल इंटेलिजन्स व मशीन लर्निंग तंत्रज्ञानाद्वारे विश्लेषित केले जाते. त्यामुळे पिकावरील रोग व कीड त्वरित ओळखता येईल. ती माहिती शेतकऱ्यांच्या मोबाईलवर पाठवली जाईल. त्या माहितीच्या आधारे शेतकरी पाण्याचे, फवारणीचे नियोजन वेळेवर करू शकेल व ड्रोनद्वारे कमी वेळेत अधिक क्षेत्रावर फवारणी होऊन श्रम, वेळ आणि खर्च कमी होऊन कीड व रोग नियंत्रित करता येईल.

### स्वयंचलित हवामान केंद्र (Automated Water Station) :

प्रत्येक क्लस्टरमध्ये एकूण २५ शेतकऱ्यांसाठी एक स्वयंचलित हवामान केंद्र भविष्यात वितरित करण्यात येईल. हे युनिट साधारणतः ५० एकर क्षेत्रावरील हवामानाचा अंदाज वर्तवण्यास सक्षम असेल. जेणेकरून वातावरणातील होणाऱ्या बदलाची अचूक माहिती उदा. पाऊस, वाऱ्याची दिशा व गती, वादळ, तापमान, गारपिटीचा अंदाज, सूर्यप्रकाशाची तीव्रता, मातीची आर्द्रता व तिचे तापमान याचा अचूक अंदाज प्रत्येक क्लस्टरप्रमाणे उपलब्ध होईल. ही माहिती उपलब्ध झाल्यावर शेतकरी पाण्याचे, खताचे, फवारणीचे अचूक अंदाज घेऊन नियोजित वेळेत कार्य करण्यास तत्पर राहतील. त्याचा परिणाम उत्पादन वाढीवर होईल.

खताच्या नियोजनामध्ये आर्टिफिशियल इंटेलिजन्सचा उपयोग आज जमिनीचा पोत राखण्यासाठी आणि पर्यावरण संवर्धनासाठी संतुलित खत वापर महत्वाचा ठरणार आहे. कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या वापरामुळे रासायनिक खताचा वापर कमी होऊन जैविक व नैसर्गिक खताचा वापर वाढवण्यावर भर दिला जाईल. जेणेकरून जमिनीची सुपीकता, पाण्याची गुणवत्ता टिकून राहील आणि भविष्यातील अन्नसुरक्षेचे संकट टाळता येईल. पिकाला लागणारी मात्रा, कार्यक्षमता, कोणती मात्रा याचा अचूक अंदाज झाल्यामुळे अमर्याद खताचा वापर टाळणे शक्य होईल. यामध्ये कार्बन सिक्विस्ट्रेशनवर भर दिल्यामुळे जमिनीची घटत चाललेली सेंद्रिय खताची मात्रा वाढण्यास मदत होईल. खतांमध्ये कोटिंग टेक्नॉलॉजीच्या वापरामुळे जमिनीतील नायट्रेटचे प्रमाण संतुलित राहण्यास मदत होते. त्यामुळे जमिनीतील लाभकारक सूक्ष्मजीव व विविधता कायम ठेवण्यास कृत्रिम बुद्धिमत्ता प्रभावी ठरणार आहे.

### शेतीमध्ये काम करणाऱ्या मजुराला पर्याय म्हणून एआय :

आज शेतीमध्ये काम करणाऱ्या मजुराची घटती संख्या लक्षात घेता, त्याचप्रमाणे वाढती मजुरी लक्षात घेतल्यास उत्पादन व्यय वाढताना दिसतो. उदा. शेतीमध्ये खुरपणी हा भाग महत्वाचा असतो. खुरपणीमध्ये पिकाभोवती वाढलेली अनावश्यक वनस्पती होय. त्याचा विकास पिक वाढीवर विपरित परिणाम करत असतो.

उदा. हराळ, गाजरगवत, दुधी इत्यादी अनावश्यक वनस्पती पिकासोबत पाणी, अन्नद्रव्य आणि सूर्यप्रकाश यासाठी स्पर्धा करतात. त्यामुळे पिकांची वाढ खुंटते आणि उत्पादनात ३०% ते ४०% घट होऊ शकते. म्हणून वेळीच तण नियंत्रण करणे आवश्यक असते. पण शेतीमध्ये काम करणाऱ्यांचा तुटवडा व योग्य वेळी मजूर न मिळाल्यामुळे त्याचा पिकावर परिणाम होतो. ही समस्या लक्षात घेता एआय आधारित तण नियंत्रणासाठी स्वयंचलित यंत्रणा विकसित केलेली आहे.

### दृश्य प्रणाली व्हिजन सिस्टीम :

आधुनिक स्वयंचलित आणि रोबोटिक तण काढणी यंत्र मुख्यतः संवेदकी सेंसर आणि कृत्रिम बुद्धिमत्ता वापरून पीक व तणामध्ये फरक करतात. यंत्रावर बसवलेले उच्च स्पष्टता (हाय रिझोल्यूशन) कॅमेरे जमिनीचे आणि झाडाचे फोटो घेतात. या फोटोचे विश्लेषण करण्यासाठी कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि डीप लर्निंग मॉडेल वापरले जाते. विश्लेषणामध्ये पानांचा, फुलांचा आकार व भूमितीवरील भर दिलेला असतो. एआय मॉडेल पिकांचा विशिष्ट आकार (उदा. गोलाकार, रुंद पाने) आणि तणांचा आकार (उदा. अरुंद) ओळखून फरक करते. यामध्ये विद्युत पद्धती वापरली जाते. यामध्ये तणांना स्पर्श करून किंवा अगदी जवळून उच्च होल्टेजचा विद्युत झटका दिला जातो. त्यामुळे तणाचा अंतर्गत भाग नष्ट होतो.

### लेझर बिल्डर यंत्र :

हे यंत्र तण काढण्यासाठी रसायनिक किंवा यांत्रिक खोरे न वापरता लेझरचा अचूकपणे वापर करते. व्यावसायिक लेजर विंडरची कार्यप्रणाली हे यंत्र साधारणपणे ट्रॅक्टरला जोडलेले मोठे युनिट किंवा पूर्णपणे स्वयंचलित रोबोटिक वाहन असू शकते. यामध्ये जीपीएस तंत्रज्ञानाचा वापर केला जातो. त्यामुळे ते विशिष्ट सेंटीमीटरच्या पातळीला अचूकपणे चालते. यामध्ये अनेक उच्च रिझोल्यूशन कॅमेरे बसवलेले असतात. त्याचप्रमाणे दिवसा किंवा रात्री चांगल्याप्रकारे प्रतिमा मिळवण्यासाठी यंत्रावर तीव्र एलईडी दिवे बसवलेले असतात.

### कृत्रिम बुद्धिमत्ता विश्लेषण :

कॅमेऱ्याने घेतलेले फोटो लगेच यंत्राचे आत असलेल्या शक्तिशाली कम्प्युटरमध्ये पाठवले जातात. या कम्प्युटरमध्ये कृत्रिम बुद्धिमत्तेचे आणि लर्निंगचे मॉडेल लोड केलेले असते. पीकविरुद्ध कारक मॉडेल काही सेकंदाच्या प्रत्येक झाडाचे विश्लेषण करते. ते झाडाचा आकार, भूमिती, पानाचा रंग आणि अचूक स्थानानुसार (कारण त्याला पिकांची जागा आधीच माहित असते) ते पीक आहे की तण हे एआय कॅमेराद्वारे ओळखते. याच यंत्रावर अनेक शक्तिशाली लेझर ॲक्च्युएटर्स (जी लेझर शस्त्रे आहेत) बसवलेले असतात. एआयने निश्चित केलेल्या तणाच्या वाढत्या बिंदूवर हा लेझरचा किरण अत्यंत कमी कालावधीसाठी (मिली सेकंद) आणि मायक्रो मिलीमीटर अचूकतेने मारा करतो. त्यामुळे तणाच्या आतल्या पेशी जळून जातात. त्यामुळे तान त्वरित नष्ट होते किंवा त्याची वाढ थांबते, ते मरून जाते. याचे वैशिष्ट्य असे की, या लेझरचा मारा इतका अचूक असतो की तो शेजारच्या मुख्य पिकाला किंवा जमिनीला कोणत्याही प्रकारची इजा पोहचवत नाही.

अशाप्रकारे लेझर विंडर हे एक स्पॉट विडींगचे उत्कृष्ट उदाहरण असून ते खूप वेगाने आणि अचूकपणे

कोणत्याही रसायनाशिवाय तणांचे नियंत्रण करते.

**निष्कर्ष :**

गेल्या ४० वर्षांमध्ये भारताने कृषीक्षेत्रात वाखाण्याजोगी प्रगती केली असली तरी रासायनिक खताचा, औषधाचा बेसुमार झालेला वापर हा धोक्याची घंटा आहे. २००१ मध्ये हेक्टरी सरासरी ९२ किलो रासायनिक खत वापरले जात होते. त्याची मात्रा वाढवून आज २०२४-२५ मध्ये सरासरी १३७ किलो पर्यंत पोहोचली आहे. रासायनिक खताच्या अति वापरामुळे पिकांची प्रतिकारशक्ती कमी होत आहे. त्यामुळे दिवसेंदिवस जमिनीचा पोत सुद्धा खराब होतो आहे. जमिनीवरील जैवविविधतेवर परिणाम होऊन भीषण पर्यावरण संकट निर्माण होण्यास चालना मिळत आहे. अतिप्रमाणात वापरलेले रासायनिक घटक भूजलामध्ये मिसळतात. त्यामुळे नायट्रोजनचे प्रमाण वाढलेले दिसून येते. जे मानवी आरोग्यास गंभीर समस्या निर्माण करू शकतात. त्याचप्रमाणे पाण्याचा अनिर्बंध वापरामुळे सुद्धा काही जमिनी ह्या क्षारपळ झालेले आहे व क्षारपळ जमिनीची समस्या निर्माण झालेली आहे. म्हणून खते आणि पाण्याची नियोजनबद्ध आवश्यक मात्रा देण्यावर भर देणे ही काळाची गरज झालेली आहे. रासायनिक खताला पर्याय सुद्धा आवश्यक आहे. भविष्यात जमिनीचा पोत, आरोग्य राखण्यासाठी आणि पर्यावरण संवर्धनासाठी संतुलित खत वापर महत्त्वाचा ठरणार आहे. त्यासाठी उपलब्ध एआय आधारित तंत्रज्ञानाच्या वापरामुळे रासायनिक खताचा वापर कमी होऊन जैविक व नैसर्गिक खताचा वापर वाढवण्याबाबत व योग्य ती पाणी मात्रा वापरण्यावर भर दिला जाईल. जेणेकरून जमिनीची सुपीकता, पाण्याची गुणवत्ता टिकून राहील आणि भविष्यातील अन्नसुरक्षिततेचे, भूमी प्रदूषणाचे संकट टाळता येईल. त्यादृष्टीने सरकारने २०२५ ते २०२९ या कालावधीत एआय धोरण घोषित केले व त्यासाठी 500 कोटींची तरतूद मान्य केली.

**संदर्भ ग्रंथ :**

- डॉ. शिकारपूर दिपक - आर्टिफिशियल इंटेलिजन्स 2025++
- जालान अतुल - आर्टिफिशियल इंटेलिजन्स
- दैनिक वृत्तपत्र लोकसत्ता - ०६ डिसेंबर २०२५
- दैनिक वृत्तपत्र अॅग्रोवन - २४ डिसेंबर २०२५