



यंत्र-तंत्राचा प्रवास भाग ७०

डॉ. सचिन नलावडे

फवारणीच्या कामांतील कष्ट कमी करून, त्याची कार्यक्षमता वाढवण्यासाठी यंत्रमानवांच्या निर्मितीवरही जगभरात संशोधन केले जात आहे. अचूक व आवश्यक तिथेच फवारणी करणारे रोबोटिक फवारणी यंत्र हे पर्यावरणासाठीही तितकेच महत्त्वाचे ठरणार आहे.

पी क संरक्षणासाठी एकात्मिक कीड व्यवस्थापन पद्धतीचा आग्रह कृषी तज्ज्ञ नेहमीच घरत असतात. मात्र सामान्यांतील सामान्य शेतकऱ्यांपासून मोठ्या कृषी व्यवस्थापकांपर्यंत सर्वांना सोपा वाटणारा आणि त्वरित परिणाम देणारा उपाय म्हणजे फवारणी. फवारणीची विविध यंत्रे उपलब्ध आहेत. त्यात मनुष्यचलित, बैलजोडीचलित, पॉवर टिलर किंवा ट्रॅक्टरचलित यंत्रांचा समावेश होतो. शेताच्या आकार, पिकाचा प्रकार पाहून फवारणीचे साधन निवडले जाते. अत्याधुनिक कार्यक्षम अशा फवारणी यंत्रांचेही विविध प्रकार आता भारतात उपलब्ध होऊ लागले आहेत.

शेताच्या एका भागात किडीचा प्रदुर्भाव असताना सरसकट सर्व शेतामध्ये फवारणी केली जाते. रासायनिक कीडनाशकांच्या असंतुलित व अनावश्यक वापरामुळे शेती, पर्यावरण आणि एकूणच जैवविविधतेसाठी अनेक धोके निर्माण होत आहे. त्यामुळे संयुक्त राष्ट्रांद्वारे शाश्वत विकास उद्दिष्टांचा (SDGs) पाठपुरावा केला जात आहे. त्यात फास्ट ट्रॅक्टर शेताला (प्रसिद्ध फार्मिंग) प्राधान्य दिले जात आहे. ही शेतमीमध्ये अचूकतेने कामे करणाऱ्या स्वयंचलित यंत्र, स्वतः शिकत अधिक प्रगत होणाऱ्या यंत्रमानवांच्या विकासावर संशोधक भर देत आहेत.

सामान्य फवारणी यंत्राच्या तुलनेमध्ये रोबोटिक फवारणी यंत्रामध्ये कृत्रिम बुद्धिमत्ता, जीपीएस आणि सेंसरसारख्या तंत्रज्ञानाचा समावेश केलेला आहे. त्यामुळे बॅमरे आणि जीपीएस आधारित यंत्रणेतुळे ही यंत्रे शेतातून स्वायत्तपणे चालत जातात. त्याच प्रमाणे कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि त्याला दिलेली सॅन्सर्सची जोड यामुळे शेतामध्ये रोगकिडीचा प्रदुर्भाव बघते आहे, याचा अंदाज घेतला जातो. त्या त्या नेमक्या ठिकाणी फवारणीसाठी यंत्राकडे संदेश पाठवला जातो. त्याच ठिकाणी रसायनांची फवारणी केली जाते. रोग किडीचा अंदाज घेण्यासाठीच त्यांच्या विविध पर्टनचे सातत्याने कृत्रिम बुद्धिमत्तेने अवलोकन केले जाते. त्यातून रोगकिडीचा प्रदुर्भाव होण्याची स्थिती आधीच लक्षात येते. त्यामुळे फवारणीची कामे कोणत्याही मानवी हस्तक्षेपाशिवाय होतात. त्यांची अचूकता आणि कार्यक्षमता वाढते. परिणामी रसायनांचा अनावश्यक वापर टळतो. अन्य मित्रकीटकांची जैवविविधतेची हानी टळते. म्हणूनच आधुनिक तंत्रज्ञानामध्ये शेती अधिक सुर्यावर्णपूरक करण्याची क्षमता आहे.

रोबोटिक फवारणीचे फायदे

- अचूक शेती : अचूकता ही रोबोटिक फवारणीचे वैशिष्ट्य आहे. उपचारांची आवश्यकता असलेल्या क्षेत्रावर अचूकपणे लक्ष्य करून, फवारणी यंत्रणा कार्यान्वित होते.
- फवारणीची अधिक कार्यक्षमता : रोबोटिक स्प्रेअर पारंपरिक पद्धतीच्या तुलनेत कमी वेळेत मोठ्या क्षेत्र व्यापू शकतात. कमी मनुष्यबळामध्ये मोठ्या क्षेत्रांचे व्यवस्थापन करणे शक्य होते.
- संसाधनांचा कार्यक्षम वापर : शेतामध्ये खते, कीटकनाशके आणि तणनाशके यासारख्या निविधांचा अचूक व योग्य

रोबोटिक फवारणी यंत्रांचा विकास

'रॉब्स4क्रॉप्स' प्रकल्प

'रॉब्स4क्रॉप्स पायलट' हे यांत्रिक तण काढणे आणि फवारणी दोन्हीमध्ये लक्षणीय प्रगती साधत आहेत.

सफरचंद बागेसाठी स्पॅनिश पायलट



'रॉब्सफॉरक्रॉप्स' तर्फे विकसित स्पॅनिश पायलट.

स्पॅनिश पायलट हे विशेषतः सफरचंद बागांवर फवारणी प्रक्रियेत सुधारणा करत आहे. स्पेनमधील कॅटालोनिया या भागामध्ये जगातील सर्वोत्कृष्ट सफरचंदाचे उत्पादन घेतले जाते. मात्र या पिकाला बुरशीजन्य रोगांमुळे मोठे आव्हान निर्माण झाले आहे. बागेचे व्यवस्थापन करणे अवघड होत चालले आहे. या आव्हानाचा सामना करण्यासाठी फवारणी प्रक्रियेत सुधारणेसाठी 'रॉब्स4क्रॉप्स' मधील स्पॅनिश पायलट संशोधन आणि विकास करत

आहेत. ही संपूर्ण फवारणी प्रक्रिया स्वयंचलित करणे, रासायनिक अवलंबित्व कमी करणे आणि कामगारांची कमतरता कमी करणे हे ध्येय ठेऊन काम सुरू आहे. या यंत्रणामध्ये रेडारफिटेड ट्रॅक्टर, ऑटोनॉमस स्प्रेअर, नवीन पॅसेशन युनिट, टर्मिनल, एजीसी बॉक्स यांचा समावेश आहे. सध्या त्याच्या चाचणी सुरू आहे. या यंत्रणेने एक जुन्या झाडांसह (गालाविविधता) १२ हेक्टर आणि जुन्या झाडांसह (गालाविविधता) १० हेक्टर नवीन लागवडीच्या झाडांसह (ग्रॅनी प्रकार) अशा २ प्रक्षेत्रामध्ये यशस्वीरीत्या फवारणी केली. स्पॅनिश पायलट सध्या वेगवेगळ्या आरपीएम आणि वेगाने ट्रॅक्टरच्या कार्यक्षमतेचे मूल्यांकन करण्यासाठी अधिक चाचण्या घेत आहेत.

निरोगी द्राक्ष बागेसाठी ग्रीक पायलट

द्राक्ष पिकांमध्ये रोगांच्या प्रदुर्भावामुळे बुरशीनाशकांचा मोठ्या प्रमाणात वापर होतो. द्राक्षाच्या वाढीच्या हंगामात किमान तीस प्रतिबंधात्मक बुरशीनाशक फवारण्या आणि पोषकतेसाठी अन्नद्रव्यांच्या फवारण्या कराव्या लागतात. अशा परिस्थितीत निर्यातक्षम आणि रासायनिक अवशेषमुक्त द्राक्षाच्या उत्पादनासाठी द्राक्ष उत्पादकांना नेहमीच तारेवरची कसरत करावी लागते. त्यामुळे द्राक्ष पिकासाठी खास

ग्रीक पायलट विकसित करण्यात आला आहे. या रोबोटिक यंत्रणेमध्ये एक रेडारफिटेड ट्रॅक्टर, एक सीईओएल रोबोट, एक पॅसेशन युनिट, एक हायड्रॉलिक सिस्टम, एक टर्मिनल आणि एक एजीसी बॉक्स यांचा समावेश आहे. यातील पॅसेशन युनिट हे स्वायत्त फवारणीमध्ये महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. द्राक्षामध्ये पर्णसंधाराचे (कॅनोपी) प्रमाण लक्षात घेऊन फवारणीचे नियोजन करावे लागते. २०२३ मध्ये संशोधक गटाने ०.४६ हेक्टर इतक्या व्यावसायिक द्राक्ष बागेत स्वायत्त आणि पारंपरिक पद्धतीच्या चाचण्या घेतल्या. त्यात तुलना केल्या. त्याच्या अद्याप चाचण्या सुरू असून, त्यातून पॅसेशन युनिट परिपूर्ण करणे, रोबोटच्या कामकाजातील विलंब टाळणे, फवारणी दरम्यान येणाऱ्या तांत्रिक समस्या, वेग नियंत्रण यावर अधिक संशोधन केले जात आहे. त्यातील मानवी देखरेखीची आवश्यकता अत्यंत किमान पातळीवर ठेवण्यासाठी प्रयत्न केले जात आहे.

वेळी वापर होतो. त्यांची कार्यक्षमता वाढून उत्तम परिणाम मिळतात. निविधा खर्चात बचत होते.

- मजुरांची संख्या व खर्चात बचत : अलीकडे शेतामध्ये मजुरांची उपलब्धता ही मोठी समस्या झाली आहे. विशेषतः फवारणीसारख्या कष्टदायक आणि विषारी रसायनांच्या सांठिध्यात काम करण्यासाठी कुशल मजूर मिळत नाहीत. अशा स्थितीमध्ये रोबोटिक फवारणी यंत्रे महत्त्वाची ठरणार आहेत.
- पर्यावरणीय शाश्वतता : लक्ष्य केंद्रित फवारणी, आवश्यकतेनुसार योग्य प्रमाणात रासायनिक फवारणीचा प्रवाह कमी जास्त होणे यामुळे सरसकट फवारणीच्या तुलनेमध्ये कृषी रसायनांचा वापर कमी होणार आहे. त्याचा फायदा पर्यावरणातील अन्य घटकांच्या जैवविविधता जपण्यासाठी होणार आहे. ही आधुनिक फवारणीची तंत्रे शेती अधिक पर्यावर्णपूरक ठरू शकतात.

आव्हाने आणि मर्यादा

- तंत्रज्ञानात सुधारणा आवश्यक : हे तंत्रज्ञान अद्याप विकासाच्या पातळीवर असून, त्यामध्ये अचूकता साधण्यासाठी सुधारणेला मोठा वाव आहे.
- तंत्रज्ञानाचे एकात्मिकरणातील अडचणी : रोबोटिक फवारणीमध्ये एकाच वेळी अनेक यंत्रणा कार्यान्वित

कराव्या लागतात. त्यांच्या एकात्मिकरणामध्ये अनेक अडचणी आहेत.

- अधिक प्रारंभिक गुंतवणूक : हे तंत्रज्ञान अद्याप महागडे व सामान्य शेतकऱ्यांच्या आवक्याबाहेर आहे. सध्या मोठे शेतकरी, व्यावसायिक यांचा वापर करू शकतात.
- योग्य प्रशिक्षण : हे तंत्रज्ञान नवीन असून, त्याच्या वापरासाठी शेतकऱ्यांना अधिक तांत्रिक ज्ञानाची आवश्यकता असेल. मात्र गेल्या वर्षांमध्ये डिजिटल तंत्रज्ञान हाताळणीमध्ये शेतकरीही आघाडी घेत आहेत. मात्र या यंत्रणांच्या वापर आणि देखभालीसंदर्भात योग्य प्रशिक्षण आवश्यक ठरेल.
- नियामक चौकटीचा अभाव : सध्या रोबोटिक पीक स्प्रेअर हे तंत्रज्ञान विकासाच्या पातळीवर आहे. अशा स्थितीमध्ये त्याच्या तैनातीसंदर्भातील नियामक चौकटीचा अभाव आहे. या तंत्रज्ञानाच्या व्यापक अवलंबनासाठी स्थानिक आणि आंतरराष्ट्रीय धोरण व नियमावली तयार करणे आवश्यक आहे.

डॉ. सचिन नलावडे ९४२२३८२०४९

(प्रमुख, कृषी यंत्रे आणि शक्ती विभाग, डॉ.

अण्णासाहेब शिंदे कृषी अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञान महाविद्यालय, महात्मा फुले कृषी विद्यापीठ, राहुरी)