

# भारत के कृषि विकास पर कृषि अभियांत्रिकी प्रौद्योगिकी का प्रभाव

सी.आर. मेहता एवं सुबीर कुमार चक्रवर्ती

निदेशक एवं प्रधान वैज्ञानिक

भाकृअनुप - केंद्रीय कृषि अभियान्त्रिकी संस्थान, भोपाल - 462038, भारत  
टेलीफोन; E-mail: cr.mehta@icar.gov.in; director.ciae@icar.gov.in

## परिचय

खाद्यान्न उत्पादन के 51 मिलियन टन (1950-51) से लेकर 330 मिलियन टन (2023-24) तक भारतीय कृषि की विकास कहानी किसी चमत्कार से कम नहीं है। यह अद्भुत उपलब्धि इस तथ्य के लिए निरंतर प्रशंसा प्राप्त करती है कि इस देश के पास विश्व के भौगोलिक क्षेत्र का 2.4 प्रतिशत और ताजे पानी का 4 प्रतिशत से अधिक हिस्सा नहीं है, जबकि वैश्विक जनसंख्या में इसका हिस्सा 17.7 प्रतिशत (2025) है, जो स्वतंत्रता के बाद से 3.5 प्रतिशत की पर्याप्त वृद्धि है, साथ ही कृषि में लगे कार्यबल में सालाना लगभग 1 प्रतिशत की कमी आ रही है (चित्र 1)। निस्संदेह, कृषि अनंत काल से भारतीय अर्थव्यवस्था की आधारशिला रही है। हालांकि, भूमि उपयोग पैटर्न, मिट्टी की गुणवत्ता, पानी की उपलब्धता, जलवायु परिवर्तन, सरकारी नीतियों और सबसे महत्वपूर्ण रूप से बढ़ती वैश्विक आबादी के संदर्भ में विकसित वैश्विक गतिशीलता के बीच इस क्षेत्र को बहुमुखी चुनौतियों का सामना करना पड़ रहा है, जो 2050 तक 10 अरब तक पहुंचने की उम्मीद है। यह परिदृश्य भारतीय कृषि के आधुनिकीकरण के लिए एक विशिष्ट मामला बनाता है कृषि यंत्रीकरण ने मानव श्रम को कम किया है, इस प्रकार, महत्वपूर्ण कैलोरी और समय की बचत हुई है, विशेष रूप से महिलाओं के लिए। राष्ट्रीय खाद्य सुरक्षा



मिशन (एनएफएसएम) ने गेहूं, चावल और दालों के उत्पादन को बढ़ाने के साथ अपने खाद्य सुरक्षा मिशन को सुरक्षित करने के लिए पंप सेट, ट्रैक्टर माउंटेड स्प्रेयर, सीड ड्रिल, जीरो टिल सीड ड्रिल आदि जैसे कृषि मशीनरी को अपनाने के लिए सहायता (मशीनरी की लागत का 50 प्रतिशत तक) का प्रावधान किया है। मशीनीकृत विकल्पों की उपलब्धता फसल विविधता की बहाली को बढ़ावा देती है, जिसमें ग्रामीण परिवारों की आर्थिक से लेकर पोषण संबंधी सुरक्षा तक की व्यापक क्षमता है। मशीनीकरण का मामला एक साधारण तुलना से और मजबूत हो जाता है, संयुक्त राज्य

विवरण	2001	2011	2020	2047
भारत की जनसंख्या (मिलियन)	1029	1211	1323	1612
श्रमिकों की कुल संख्या (मिलियन)	402	482	566	693
जनसंख्या के प्रतिशत के रूप में श्रमिकों की संख्या	39.0	39.8	42.8	43.0
कृषि श्रमिकों की संख्या (मिलियन)	234	263	230	202
कुल श्रमिकों में कृषि श्रमिकों का प्रतिशत	58.2	54.6	40.6	26.0
पुरुष कृषि श्रमिकों की संख्या (मिलियन)	143.0	165.7	126.5	81.0
महिला कृषि श्रमिकों की संख्या (मिलियन)	91.0	97.31	103.5	121.0
कृषि कार्यबल में महिलाओं का प्रतिशत	39.0	37.2	45.0	60.0

चित्र 1. 21वीं सदी के पहले भाग में कृषि कार्यबल का बदलता स्वरूप।

अमेरिका जैसे अत्यधिक मशीनीकृत कृषि पारिस्थितिकी तंत्र में, एक मक्का किसान एक घंटे में 1470 किलोग्राम मक्का की फसल काट सकता है।

भारतीय कृषि वर्तमान में 47 प्रतिशत मशीनीकृत है, जिसमें औसत कृषि बिजली उपलब्धता 3.05 किलोवाट/हेक्टेयर है, देश में पिछले कुछ दशकों में कृषि बिजली उपलब्धता में तेजी से वृद्धि देखी जा रही है, जो विभिन्न कृषि कार्यों के लिए ट्रैक्टरों के बढ़ते उपयोग से चिह्नित है। भारतीय कृषि के मशीनीकरण के लिए नए रुझानों की बाढ़ भी आ गई है, जो कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) और मशीन लर्निंग (एमएल) जैसी उभरती हुई तकनीकों की शक्ति का लाभ उठा रही है। रोबोटिक्स, मानव रहित वाहन, ड्रोन आदि के माध्यम से सटीक कृषि लक्ष्यों को पूरा करने का प्रयास किया जा रहा है। इन अत्याधुनिक तकनीकों को अपनाने से भारतीय कृषि को लचीलापन और समृद्धि की ओर बढ़ने में मदद मिलेगी और यह नई ऊंचाइयों को छूने में सक्षम होगी।

### चुनौतियाँ और उपलब्धियाँ

जबकि देश 2047 तक 75 प्रतिशत मशीनीकरण और 7.5 किलोवाट/हेक्टेयर कृषि बिजली उपलब्धता प्राप्त करने के लिए कृषि मशीनीकरण पहलों का खाका तैयार कर रहा है, ऐसे मील के पत्थरों के भौगोलिक विस्तार के समान वितरण की चुनौती बनी हुई है। आज जबकि देश पंजाब और हरियाणा जैसे राज्यों में औसत कृषि बिजली उपलब्धता 5-6 किलोवाट/हेक्टेयर प्राप्त करने में सफल रहा है, वहीं पूर्वोत्तर राज्यों में यह मात्र 0.2 किलोवाट/हेक्टेयर है। ऐसी विसंगतियों पर काबू पाना एक बड़ी चुनौती है यह देखते हुए कि मशीनीकरण के परिणामस्वरूप इनपुट बचत हुई है, बीज की आवश्यकता में 15-20 प्रतिशत की कमी आई है, उर्वरक की आवश्यकता में 15-20 प्रतिशत की कमी आई है और फसल की तीव्रता में 5-20 प्रतिशत की वृद्धि हुई है।

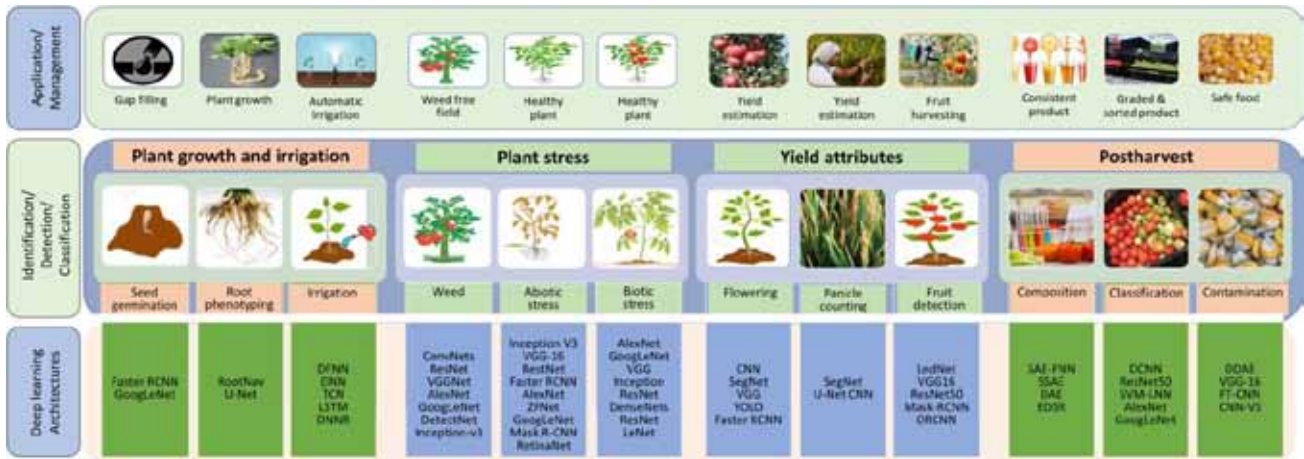
चुनौती विभिन्न कृषि वस्तुओं में असमान स्तर के मशीनीकरण से भी मिलती है, गेहूँ और चावल जैसी अनाज की फसलों में लगभग 50-60 प्रतिशत मशीनीकरण होता है, जबकि बागवानी फसलों में मशीनीकरण का स्तर बहुत कम है। कुल मिलाकर मशीनीकरण कृषि कार्य के समय को 15-20 प्रतिशत तक कम करने में मदद करता है। पिछले कुछ वर्षों में कटाई के बाद के मशीनीकरण हस्तक्षेप नुकसान को काफी हद तक संभालने में सफल रहे हैं, वे सभी कृषि वस्तुओं में मात्रात्मक और गुणात्मक नुकसान को रोकते हैं और मोटे अनाज, सोयाबीन और बाजरा से खाद्य उपयोग प्राप्त करने के लिए तैयार हैं। फसल उगाने के लिए इस्तेमाल होने वाले पानी और उर्वरक का एक चैथाई उपभोक्ता की मेज तक नहीं पहुंच पाता है, फसल के बाद के मशीनीकृत समाधान खाद्य सुरक्षित और भूख मुक्त दुनिया की कुंजी हैं। इसी अवधि के दौरान यह अनुमान लगाया जा रहा है कि मशीनीकरण हस्तक्षेप, उत्पादन से पहले और बाद की कृषि में अक्षय ऊर्जा के उपयोग को 5 से 50 प्रतिशत तक बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाना जारी रखेगा जबकि ऊर्जा उत्पादन को वर्तमान 450 मेगावाट से बढ़ाकर 2000 मेगावाट तक बढ़ाया जाएगा।

मशीनीकरण हस्तक्षेपों ने भारतीय कृषि को प्रभावित करने वाले कुछ प्रमुख सामाजिक मुद्दों को भी संबोधित किया है, जो कृषक समुदाय में जनसांख्यिकीय परिवर्तनों द्वारा चिह्नित है। कृषि में कार्यबल की भागीदारी जो इस सदी की शुरुआत में 60 प्रतिशत थी, इस सदी के मध्य तक मात्र 26 प्रतिशत रह जाएगी। महिलाओं और युवाओं को कृषि में लाना एक चुनौती है और कृषि मशीनीकरण का एक प्रमुख चालक है। जबकि, मशीनीकरण ने कृषि से जुड़ी थकान को कम करने के लिए उपकरण, मशीनें और गैजेट पेश किए हैं यह कृषि कार्यों को लिंग तटस्थ बनाने में भी सक्षम है।

कृषि को डिजिटल बनाना, कृषि को

महिलाओं के अनुकूल बनाने का एक विकल्प है और यह युवाओं को कृषि में बनाए रखने का एक सक्षम उपकरण साबित होगा। अब मशहूर हो चुका ड्रोन दीदीष् महिलाओं के लिए डिजिटल कृषि को बढ़ावा देने के लिए एक ऐसा ही क्रांतिकारी कदम है। यह कृषि में अधिक से अधिक महिलाओं को शामिल करने का एक उचित और स्पष्ट प्रयास है, क्योंकि अगले दो दशकों में कृषि में उनकी भागीदारी 30 प्रतिशत से अधिक बढ़ने वाली है। डिजिटल कृषि मशीनीकरण खेत की तैयारी से लेकर कटाई, कटाई के बाद और फिर कृषि उपज के भंडारण तक के कामों में हस्तक्षेप करेगा (चित्र 2)। इस चक्र में मुख्य रूप से ड्रोन द्वारा कृषि-रसायन का अनुप्रयोग, ड्रोन और अन्य डिजिटल उपकरणों द्वारा उपज का अनुमान, परावर्तन-आधारित तनाव की पहचान, खाद्य गुणवत्ता की जाँच और भंडारण के लिए स्मार्ट उपकरण आदि शामिल होंगे। यह सब कई लक्ष्यों का समर्थन करेगा जैसे, कठिन परिश्रम और कार्यभार को कम करना, बंजर भूमि को कृषि भूमि में बदलना, खेती को सुरक्षित बनाना और युवाओं को कृषि में शामिल होने के लिए प्रोत्साहित करना।

वर्ष 2012-2021 के दौरान निर्माताओं को लाइसेंस के माध्यम से व्यावसायीकृत चयनित 19 आईसीएआर-केंद्रीय कृषि अभियांत्रिकी संस्थान प्रौद्योगिकियों और उनके उत्पादन और अंतिम उपयोगकर्ताओं को आपूर्ति के प्रभाव आकलन के लिए एक अध्ययन किया गया था। ट्रैक्टर चालित झुकी हुई प्लेट प्लांटर, पशु द्वारा खींची जाने वाली बीज-सह-उर्वरक ड्रिल, मैनुअल कोनो-वीडर, धान ड्रम सीडर और पावर चालित क्लीनर-सह-ग्रेडर नामक पांच प्रौद्योगिकियों को उपयोगकर्ताओं द्वारा अच्छी तरह से अपनाया गया है और कई राज्यों में लोकप्रिय हैं। यह अनुमान लगाया गया था कि वर्ष 2021 में इन 19 प्रौद्योगिकियों से उत्पादकों का अधिशेष, उपभोक्ताओं का अधिशेष और कुल अधिशेष 14071 करोड़ रुपयेधर्व



चित्र. 2 कटाई पूर्व और कटाई पश्चात कार्यों के लिए डिजिटल कृषि दृष्टिकोणों के अनुप्रयोग का व्यापक दायरा

उत्पन्न हुआ। सीआईईई प्रौद्योगिकियों को तेजी से अपना माननीय प्रधानमंत्री द्वारा परिकल्पित किसानों की आय को दोगुना करने की दिशा में एक सही कदम है।

### भावी राह

आने वाले समय में, कृषि मशीनीकरण नवाचारों को अच्छी तरह से सूचित किसानों को पूरा करना होगा जो तकनीक के जानकार पेशेवर हितधारक होंगे जो मौसम के आंकड़ों पर वास्तविक समय की जानकारी के लिए आरामदायक और सुरक्षित कार्य वातावरण और संसाधनों की मांग करेंगे, उत्पादन से पहले और बाद की गतिविधियों के लिए सटीक योजना बनाने के लिए बाजार के आंकड़े। जाहिर है, भविष्य के हार्डवेयर को एक डिजिटल इंटरफेस की आवश्यकता होगी ताकि उन्हें दूर से नियंत्रित किया जा सके, बुद्धिमानी से संभाला जा सके, रखरखाव में आसान हो और सबसे बढ़कर, वह किफायती हो।

भविष्य के किसानों को जलवायु पहलों के

बारे में जानकारी और विचारशील होना चाहिए, इससे संभवतः 2047 तक संरक्षण कृषि के तहत क्षेत्र में तीन गुना वृद्धि होगी, जिसके परिणामस्वरूप मिट्टी का स्वास्थ्य और गुणवत्ता में वृद्धि होगी। भविष्य के नवाचारों को न केवल मशीनीकृत बहु या विशेष उद्देश्य क्षेत्र संचालन और कटाई के बाद के समाधानों में अनुकूलित समाधान प्रदान करने की आवश्यकता होगी, बल्कि मशीनरी के निर्माण के लिए हल्के, मजबूत और पर्यावरण के अनुकूल सामग्रियों से बने होने की भी आवश्यकता होगी। कस्टम डिजाइन की गई लिंग-तटस्थ मशीनों की मांग होगी, ये मशीनें कृषि से जुड़े कामों में होने वाली मौतों को मौजूदा 180 से घटाकर 100 प्रति मिलियन श्रमिकों प्रति वर्ष करने में सक्षम होनी चाहिए। कृषि मशीनरी निर्माण क्षेत्र को मशीन प्रोटोटाइपिंग के लिए 3डी प्रिंटिंग जैसी नई विधियों के साथ तैयार रहने की आवश्यकता है।

मशीनीकरण पहलों को कुछ चुनौतियों का सामना करना होगा जैसे कि विखंडित भूमि जोत, मिलान करने वाले उपकरणों

की अनुपलब्धता, पर्याप्त पूंजी की कमी और आवश्यक कौशल की कमी जो भारत में मशीनीकरण के विकास में बाधा डालती हैं। साथ ही, पहलों को कॉर्पोरेट और अनुबंध खेती के पारिस्थितिकी तंत्र के लिए तैयार रहने की आवश्यकता है। इसलिए, क्षेत्र संचालन, संस्थानों, प्रशिक्षण और क्षमता निर्माण, जागरूकता सृजन, अनुसंधान और विकास से संबंधित हस्तक्षेपों को शामिल करते हुए एक बहुआयामी दृष्टिकोण आवश्यक है। राज्य को कृषि मशीनीकरण के विकास की नीतियां बनानी होंगी ताकि वे लिंग, अवसर और पहुंच के मामले में सामाजिक असमानताओं को सफलतापूर्वक दूर कर सकें।

