

2047 तक कृषि मशीनीकरण और स्वचालन को अधिकतम करने का रोडमैप



श्री इंद्रनील दास

सीईओ और संस्थापक, बायोट्रेड्स ग्लोबल

कार्यकारी सारांश

यह रोडमैप 2047 तक भारतीय कृषि को अत्यधिक मशीनीकृत, स्वचालित और टिकाऊ क्षेत्र में बदलने के लिए एक व्यापक रणनीति प्रस्तुत करता है। यह वर्तमान संरचनात्मक बाधाओं, जैसे मृदा क्षरण और जल की कमी से लेकर सीमित वित्तीय पहुँच और डिजिटल असमानताएँ, को दूर करने की तत्काल आवश्यकता पर बल देता है, साथ ही कृत्रिम बुद्धिमत्ता, जैव प्रौद्योगिकी, इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी) और नवीकरणीय ऊर्जा में उभरते अवसरों का लाभ उठाने की भी आवश्यकता पर बल देता है।

मुख्य निष्कर्ष बताते हैं कि भारत की मशीनीकरण दर, जो वर्तमान में 40-45 प्रतिशत है, विकसित देशों से काफी पीछे है, जिससे उत्पादकता में अंतर उत्पन्न हो रहा है जिसे लक्षित मूलभूत संरचना में निवेश, समावेशी वित्तपोषण, स्वदेशी प्रौद्योगिकी विकास, क्षमता निर्माण और सक्षम नीतिगत ढाँचों के माध्यम से पाटा जा सकता है। यह

योजना 2047 तक 90 प्रतिशत से अधिक मशीनीकरण प्राप्त करने के लिए एक चरणबद्ध दृष्टिकोण की अनुसंधान करती है, जिसमें कृषि मूल्य श्रृंखला में स्वचालन को सम्मिलित किया जाएगा और सभी किसानों के लिए समान पहुँच सुनिश्चित की जाएगी।

अनुशासित कार्यों में सम्मिलित हैं:

1. कृषि मशीनरी केंद्रों और सहकारिता-आधारित साझा सुविधाओं की स्थापना।
2. रियायती ऋण और सार्वजनिक-निजी पट्टे के मॉडल लागू करना।
3. जलवायु-प्रतिरोधी कृषि के लिए गहन तकनीकी समाधानों को एकीकृत करते हुए स्थानीयकृत अनुसंधान एवं विकास को बढ़ावा देना।
4. विशिष्ट कृषि-तकनीकी प्रशिक्षण संस्थानों और डिजिटल साक्षरता कार्यक्रमों का विकास।
5. स्थायी मशीनीकरण को प्रोत्साहित करने और कार्बन बाजार में भागीदारी को सक्षम बनाने वाले नियामक ढाँचों का कार्यान्वयन।

1. परिचय

जैसे-जैसे भारत 2047 में अपनी स्वतंत्रता की शताब्दी के निकट पहुँच रहा है, कृषि क्षेत्र एक आदर्श परिवर्तन के लिए तैयार है। कृषि, जो ग्रामीण आजीविका और राष्ट्रीय खाद्य सुरक्षा का स्थायी आधार है, अब तकनीकी नवाचार और पारिस्थितिक आवश्यकता के मिलन बिंदु पर खड़ी है। कृषि में मशीनीकरण और स्वचालन अब गौण संवर्द्धन नहीं रह गए हैं। ये रणनीतिक अनिवार्यताएँ हैं जो कृषक समुदाय के लिए उन्नत उत्पादकता, जलवायु परिवर्तन के प्रति अधिक लचीलापन और जीवन स्तर में सुधार का वचन देती हैं। यहाँ परिकल्पित परिवर्तन इस क्षेत्र को मुख्यतः श्रम-प्रधान प्रथाओं से परिशुद्धता-उन्मुख, डेटा-संचालित और पर्यावरण-अनुकूल उत्पादन प्रणालियों की ओर ले जाने की आकांक्षा रखता है।

यह विश्लेषण सबसे पहले मशीनीकरण की वर्तमान स्थिति की जाँच करता है, सतत संरचनात्मक और प्रणालीगत चुनौतियों को स्पष्ट करता है, और तत्पश्चात् 2047 के

लिए एक दूरदर्शी, तकनीकी रूप से एकीकृत दृष्टिकोण प्रस्तुत करता है।

2. भारत में कृषि यंत्रिकरण का वर्तमान परिदृश्य

भारत की वर्तमान मशीनीकरण दर, जो अनुमानित 40-45 प्रतिशत है, संयुक्त राज्य अमेरिका (95 प्रतिशत) और जापान (100 प्रतिशत) जैसी तकनीकी रूप से उन्नत अर्थव्यवस्थाओं से काफी पीछे है। ट्रैक्टरों का प्रसार वृद्धिशील प्रगति का संकेत देता है, किन्तु उन्नत मशीनीकरण के लाभ अधिकांश छोटे किसानों-जो लगभग 86 प्रतिशत भूमिधारक हैं-के लिए अत्यधिक पूंजीगत लागत, सस्ते ऋण तक अपर्याप्त पहुँच और उपकरणों के रखरखाव एवं समर्थन के लिए अपर्याप्त मूलभूत संरचना के कारण दुर्गम बने हुए हैं।

भारत का कृषि आधुनिकीकरण पथ तीन परस्पर संबंधित कारकों पर निर्भर करता है: (एक) डिजिटल कृषि प्रौद्योगिकियों को तेजी से अपनाना, (दो) जलवायु-अनुकूल मशीनीकरण समाधानों का बड़े स्तर पर उपयोग, और (तीन) छोटे पैमाने के उत्पादकों के लिए उन्नत प्रौद्योगिकियों तक पहुँच को लोकतांत्रिक बनाने के लिए डिजाइन किए गए नीतिगत उपकरण। इन कारकों के प्रभावी कार्यान्वयन से 2035 तक फसल उत्पादकता में 25-30 प्रतिशत की वृद्धि हो सकती है, जिससे भारत एक उच्च-मूल्य उत्पादक और कृषि-स्वचालन प्रणालियों का वैश्विक निर्यातक बन सकता है। देश के पास कृत्रिम बुद्धिमत्ता-सक्षम, इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी)-एकीकृत प्रणालियों को सीधे अपनाकर वृद्धिशील मशीनीकरण चरणों में छलांग लगाने का अवसर है।

मशीनीकरण को बाधित करने वाली मुख्य चुनौतियों में सम्मिलित हैं:

- मृदा क्षरण: वैश्विक कृषि योग्य भूमि का लगभग एक-तिहाई भाग क्षरित हो चुका है। उपचारात्मक उपायों के बिना, 2050 तक मृदा क्षरण 90 प्रतिशत तक पहुँच सकता है, जिससे कृषि संबंधी व्यवहार्यता कम हो जाएगी।
- प्रति व्यक्ति भूमि की घटती उपलब्धता: 1950 के बाद से भारत में प्रति 1,000 निवासियों पर कृषि योग्य भूमि में 80

प्रतिशत से अधिक की कमी आई है, जिससे उत्पादकता पर दबाव बढ़ गया है।

- जल की कमी: कृषि मीठे पानी का प्रमुख उपभोक्ता बनी हुई है, जबकि जलवायु परिवर्तन जल उपलब्धता में परिवर्तनशीलता को बढ़ा रहा है।
- जलवायु परिवर्तनशीलता: बढ़ती गर्मी, बाढ़ और अनियमित वर्षा से उपज स्थिरता और खाद्य सुरक्षा दोनों को खतरा है।
- शहरी अतिक्रमण: शहरी और औद्योगिक क्षेत्रों का विस्तार कृषि योग्य भूमि को कम करता जा रहा है।
- वित्तीय और पहुँच संबंधी बाधाएँ: उपकरणों की उच्च लागत, सीमित ऋण उपलब्धता और अपर्याप्त कस्टम-हार्डवेयर अवसंरचना, अपनाने में बाधा डालती हैं।
- मानव पूँजी की कमी: सीमित तकनीकी प्रशिक्षण और विस्तार सहायता प्रभावी प्रौद्योगिकी उपयोग को प्रतिबंधित करती है।
- डिजिटल असमानता: उच्च गति वाले इंटरनेट तक असमान पहुँच और डेटा प्रशासन संबंधी चिंताएँ डिजिटल एकीकरण में बाधा डालती हैं।
- ये संरचनात्मक बाधाएँ एक परिवर्तनकारी एजेंडे की तात्कालिकता को रेखांकित करती हैं जिसमें तकनीकी आधुनिकीकरण मौजूदा कृषि, आर्थिक और पर्यावरणीय बाधाओं का सीधे समाधान करता है।

3. 2047 के लिए दृष्टि

2047 तक, लक्ष्य 90 प्रतिशत से अधिक खेतों में मशीनीकरण प्राप्त करना है, जिससे पूरी कृषि मूल्य श्रृंखला में स्वचालन को सम्मिलित किया जा सके - भूमि की तैयारी और बुवाई से लेकर कटाई, प्रसंस्करण और वितरण तक। इस विजन में स्वचालित ट्रैक्टरों, रोबोटिक हार्वेस्टर, फसल निगरानी के लिए हवाई ड्रोन और कीट व रोग प्रकोप का पूर्वानुमान लगाने में सक्षम कृत्रिम बुद्धिमत्ता प्रणालियों की व्यापक तैनाती सम्मिलित है। मशीनरी मुख्य रूप से नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों पर आधारित होगी, जबकि ब्लॉकचेन-सक्षम प्रणालियाँ पारदर्शी, पता लगाने योग्य और न्यायसंगत आपूर्ति श्रृंखलाओं को सुगम बनाएँगी।

यह अभूतपूर्व प्रतिमान जैव प्रौद्योगिकी, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, आईओटी और नैनो प्रौद्योगिकी को किसानों के लिए सुलभ प्लेटफॉर्म में एकीकृत करता है। ऐसी प्रणालियाँ अति-स्थानीयकृत, वास्तविक समय कृषि संबंधी निर्णय लेने में सक्षम होंगी, जल, पोषक तत्वों और इनपुट उपयोग को अनुकूलित करते हुए अपव्यय को न्यूनतम करेंगी। सहकारी स्वामित्व संरचनाएँ और मोबाइल सेवा प्लेटफॉर्म समावेशिता सुनिश्चित करेंगे, जिससे सीमांत उत्पादकों को भी अत्याधुनिक तकनीकों तक पहुँच प्राप्त होगी।

4. रोडमैप के रणनीतिक स्तंभ

यहाँ रेखांकित रणनीतिक स्तंभ प्रणालीगत दक्षताओं और दीर्घकालिक प्रतिस्पर्धात्मकता को बढ़ावा देते हुए प्रमुख अपनाने संबंधी बाधाओं का समाधान करते हैं।

4.1 अवसंरचना विकास

- **कृषि मशीनरी केंद्र:** जिला-स्तरीय केंद्र स्थापित करें जो उपकरण खरीद, किराये, मरम्मत और प्रशिक्षण के लिए एकीकृत केंद्रों के रूप में कार्य करें, और साथ ही अनुभवात्मक शिक्षण के लिए प्रदर्शन स्थल भी स्थापित करें।
- **साझा मशीनीकरण सुविधाएँ:** उन्नत मशीनरी से सुसज्जित सहकारी-आधारित किराये की प्रणालियाँ विकसित करें, जिससे छोटे किसानों के लिए स्वामित्व का बोझ कम हो और संसाधन-साझाकरण मॉडल को बढ़ावा मिले।
- **ग्रामीण ब्रॉडबैंड विस्तार:** आईओटी प्रणालियों, सटीक कृषि प्लेटफार्मों और डिजिटल बाजार पहुँच के संचालन को सक्षम करने के लिए सुदृढ़ कनेक्टिविटी प्रदान करें।

4.2 वित्तपोषण और पहुँच

- **रियायती ऋण तंत्र:** कृषि नकदी प्रवाह चक्रों के अनुरूप मशीनरी खरीद के लिए कम ब्याज दर वाले, मौसमी रूप से संरेखित ऋण प्रदान करें।
- **सार्वजनिक-निजी लीजिंग मॉडल:** लीज-टू-ओन और पे-पर-यूज सेवा वितरण का विस्तार करने के लिए निजी उद्यमों के साथ साझेदारी करें।
- **जोखिम न्यूनीकरण उपकरण:** उच्च-मूल्य वाली स्वचालन परिसंपत्तियों के



लिए व्यापक बीमा कवरेज प्रदान करें, जिससे पूँजीगत संकट कम हो।

4.3 अनुसंधान, विकास और नवाचार

- **स्वदेशी प्रौद्योगिकी विकास:** भारत के विविध कृषि-पारिस्थितिक संदर्भों के अनुकूल उपकरणों के स्थानीयकृत डिजाइन और निर्माण को प्रोत्साहित करें।
- **जैव-प्रौद्योगिकी एकीकरण:** जलवायु-लचीले, मशीनीकरण-संगत फसल प्रजातियों के प्रजनन के लिए मेटाजीनोमिक्स, जैव सूचना विज्ञान और कृत्रिम बुद्धिमत्ता का प्रयोग करें।
- **स्केलेबल स्वचालन समाधान:** विभिन्न फसल प्रकारों और खेत के आकार के अनुकूल मॉड्यूलर रोबोटिक प्रणालियाँ विकसित करें, जिससे सामर्थ्य सुनिश्चित हो।

4.4 मानव पूँजी और कौशल विकास

- **विशिष्ट कृषि-प्रौद्योगिकी संस्थान:** उन्नत उपकरण संचालन, मरम्मत और अनुकूलन में दक्षता विकास के लिए समर्पित केंद्र बनाएँ।
- **डिजिटल साक्षरता पहल:** डिजिटल बाजारों, डेटा विश्लेषण और निर्णय-समर्थन उपकरणों में किसानों की दक्षता बढ़ाने के लिए संरचित कार्यक्रमों को लागू करना।
- **तकनीकी कार्यबल विकास:** एआई प्रणालियों, रोबोटिक्स और सटीक कृषि अवसंरचना में विशेषज्ञता वाले ग्रामीण तकनीशियनों के लिए व्यावसायिक मार्ग स्थापित करना।

4.5 नीति और नियामक संरचना

- **प्रोत्साहन व्यवस्थाएँ:** नवीकरणीय

ऊर्जा और पर्यावरणीय रूप से टिकाऊ मशीनीकरण को अपनाने के लिए वित्तीय और बाजार प्रोत्साहन प्रदान करना।

- **मानकों का सामंजस्य:** उपकरणों और प्रणालियों की परस्पर-संगतता सुनिश्चित करने के लिए अंतर-संचालनीयता मानक विकसित करना।
- **कार्बन बाजार एकीकरण:** टिकाऊ मशीनीकरण प्रथाओं से जुड़े कार्बन क्रेडिट तंत्रों में किसानों की भागीदारी को सुगम बनाना।

5. चरणबद्ध कार्यान्वयन रोडमैप

पूर्व में उल्लिखित दृष्टिकोण और चुनौतियों के आधार पर, यह रोडमैप व्यापक आकांक्षाओं को ठोस, किसान-केंद्रित कदमों में परिवर्तित करता है। यह केवल एक तकनीकी मैनुअल नहीं है, यह अगले दो दशकों में भारत के

खेतों, आजीविकाओं और खाद्य प्रणालियों को बदलने की एक व्यावहारिक यात्रा है। इस यात्रा को तीन प्रबंधनीय चरणों में विभाजित करके, प्रत्येक पिछले चरण पर आधारित, हम आज की बाधाओं से लेकर कल के अवसरों तक एक स्पष्ट, जन-केंद्रित मार्ग तैयार करते हैं। अनुमान और लक्ष्य विश्वसनीय डेटा स्रोतों से प्राप्त होते हैं, जिनमें भारत सरकार के कृषि आँकड़े, एफएओ मशीनीकरण मानक और आईपीसीसी जलवायु प्रभाव अनुमान सम्मिलित हैं।

चरण 1 (2025-2030): आधार तैयार करना

- **प्रत्येक जिले में कस्टम-हायरिंग केंद्र:** स्थानीय केंद्रों के माध्यम से उन्नत मशीनरी को छोटे किसानों की पहुँच में लाना जहाँ उपकरण किफायती किराए पर लिए जा सकते हैं, जिससे स्वामित्व का बोझ कम होगा (कृषि और किसान कल्याण मंत्रालय, 2024)।
- **स्मार्ट स्टार्टर तकनीक:** जीपीएस-निर्देशित ट्रैक्टर, ड्रोन और आईओटी सेंसर का उपयोग करें जो किसानों को अधिक सटीकता से बुवाई करने, वास्तविक समय में फसलों की निगरानी करने और संसाधनों का कुशलतापूर्वक उपयोग करने में सहायता करें (एफएओ, 2023)।
- **मशीनों के लिए स्वच्छ ऊर्जा:** प्रोत्साहनों के साथ सौर, जैव ईंधन या बिजली से चलने वाले उपकरणों को प्रोत्साहित करें, जिससे परिचालन लागत और पर्यावरणीय प्रभाव कम होंगे (एमएनआरई, 2024)।

चरण 2 (2030-2040): विस्तार और जुड़ाव

- **बहुसंख्यक के लिए मशीनीकरण:** 70 प्रतिशत से अधिक खेतों तक विश्वसनीय सेवा और प्रशिक्षण द्वारा समर्थित आधुनिक मशीनरी की पहुँच सुनिश्चित करने का लक्ष्य (एफएओ, 2023)।
- **पूर्वानुमानित कृषि उपकरण:** कीटों और बीमारियों का शीघ्र पता लगाने, फसल हानि को कम करने और रसायनों के उपयोग में कटौती करने के लिए एआई-संचालित प्रणालियों को लागू करें (आईसीएआर, 2024)।

- **स्वायत्त हार्वेस्टर:** दिन-रात काम करने वाली स्वचालित मशीनें प्रस्तुत करना, जिससे श्रम की कमी कम होगी और दक्षता में सुधार होगा (ओईसीडी एंड एफएओ, 2024)।
- **चरण 3 (2040-2047):** पूर्ण स्वचालन, पूर्ण स्थायित्व
- **लगभग सभी खेतों के लिए मशीनीकरण:** सुनिश्चित करें कि 90 प्रतिशत से अधिक कृषि कार्य किसी न किसी रूप में स्वचालित हों, जिससे उन्नत कृषि एक आदर्श बन जाए (एफएओ, 2023)।
- **पारदर्शी आपूर्ति श्रृंखलाएँ:** खेत से बाजार तक उपज को ट्रैक करने, विश्वास बनाने और उचित मूल्य सुनिश्चित करने के लिए ब्लॉकचेन का उपयोग करें (विश्व बैंक, 2024)।
- **शुद्ध-शून्य उत्सर्जन:** सभी मशीनों को स्थायी रूप से संचालित करें और शेष उत्सर्जन को ऑफसेट के साथ संतुलित करें (आईपीसीसी, 2023)।
- इन चरणों का पालन करके-पहुँच और कौशल से आरम्भ करके, फिर उन्नत उपकरणों का विस्तार करके, और अंत में स्थायी स्वचालन को अपनाकर-भारत एक ऐसा परिवर्तन प्राप्त कर सकता है जिससे किसानों, उपभोक्ताओं और पृथ्वी को लाभ हो।

6. 2047 तक अपेक्षित प्रभाव

2047 तक, 1.64 अरब की अनुमानित जनसंख्या (संयुक्त राष्ट्र डेसा, 2024) के साथ, भारत के खेतों को पहले से कहीं अधिक उत्पादन करने की आवश्यकता होगी, जिसमें कम भूमि, कम पानी और कम इनपुट का उपयोग होगा।

आर्थिक: उत्पादकता आज के स्तरों (वर्तमान में मशीनीकृत क्षेत्रों में 15-20 प्रतिशत) की तुलना में 30-50 प्रतिशत बढ़ सकती है। कटाई के बाद होने वाले हानि, जो अभी 10-15 प्रतिशत (एफएओ, 2023) पर हैं, में तेजी से कमी आ सकती है। श्रम, जो छोटे किसानों की लागत का 40-60 प्रतिशत होता है, 40 प्रतिशत तक कम हो सकता है, जिससे निवेश के लिए संसाधन मुक्त होंगे। कृषि का सकल घरेलू उत्पाद (जीडीपी) में भाग लगभग 18 प्रतिशत से बढ़कर अपने

वर्तमान योगदान से दोगुना हो सकता है (विश्व बैंक, 2024)।

सामाजिक: मशीनीकरण से आय में वृद्धि होगी और शारीरिक तनाव कम होगा, खासकर महिलाओं के लिए, जो वर्तमान में कृषि कार्यबल का एक तिहाई भाग है (एफएओ, 2023)। अधिक डिजिटल और तकनीकी भूमिकाओं के साथ, महिलाएँ कृषि-तकनीक उद्यमिता और संचालन में नेतृत्व संभाल सकती हैं।

पर्यावरण: नवीकरणीय ऊर्जा से चलने वाले, सटीक-आधारित मशीनीकरण की ओर बढ़ने से कृषि ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में आधे की कमी आ सकती है (आईपीसीसी, 2023), जिससे जलवायु लक्ष्यों को पूरा करने में सहायता मिलेगी। लक्षित इनपुट, पर्यावरण-अनुकूल कीट नियंत्रण और विविध फसलों से मिट्टी और जैव विविधता को लाभ होगा।

7. निष्कर्ष

2047 की यह यात्रा मशीनों से कहीं आगे की है। यह एक ऐसे भविष्य के निर्माण के बारे में है जहाँ खेती स्मार्ट, टिकाऊ और समावेशी हो। सही नीतियों, निवेश और प्रशिक्षण के साथ, एआई, आईओटी, जैव प्रौद्योगिकी और ब्लॉकचेन जैसे गहन तकनीकी उपकरण किसानों के लिए दिन प्रतिदिन की संपत्ति बन सकते हैं।

पाँच रणनीतिक स्तंभ, मूलभूत संरचना, वित्त, अनुसंधान एवं विकास, कौशल और नीतिकृतीन स्पष्ट चरणों के साथ मिलकर एक ऐसा रोडमैप बनाते हैं जो व्यावहारिक और महत्वाकांक्षी दोनों हैं। यदि हम तत्परता, लचीलेपन और निष्पक्षता के साथ आगे बढ़ते हैं, तो भारत टिकाऊ, उच्च तकनीक वाली कृषि में वैश्विक नेता बन सकता है - जिससे किसानों के लिए समृद्धि, जलवायु परिवर्तन के प्रति लचीलापन और आने वाली पीढ़ियों के लिए सुरक्षित भोजन सुनिश्चित होगा।

