

2047 तक विकसित कृषि के लिए ब्लू प्रिंट

डॉ नचिकेत कोतवालीवाले¹ और डॉ धृतिमान साहा²

¹निदेशक, आईसीएआर-केंद्रीय कटाई-उपरान्त अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, लुधियाना
²वैज्ञानिक, आईसीएआर-केंद्रीय कटाई-उपरान्त अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, लुधियाना

2047 तक एक विकसित राष्ट्र बनने की भारत की आकांक्षा उसके कृषि क्षेत्र में बदलाव पर निर्भर करती है। आज, खेती श्रम-प्रधान, उच्च हानि और कम इनपुट उपयोग दक्षता के प्रति संवेदनशील है, किन्तु मशीनीकरण और स्वचालन के साथ, यह एक प्रौद्योगिकी-संचालित, कुशल और विश्व स्तर पर प्रतिस्पर्धी प्रणाली के रूप में विकसित हो सकती है। यह परिवर्तन ट्रैक्टरों और हार्वेस्टर से आगे बढ़कर सटीक कृषि, रोबोटिक्स, कटाई-पश्चात प्रसंस्करण, आईओटी-आधारित निरीक्षण और एआई-संचालित निर्णय लेने को भी सम्मिलित करेगा। अगले दो दशकों में, भारतीय कृषि मूलभूत मशीन पहुँच से आगे बढ़कर बुद्धिमान, डेटा-संचालित स्वचालन की ओर बढ़ेगी, जिससे खेत से थाली तक की पूरी श्रृंखला का अनुकूलन होगा। 2047 का विजन स्पष्ट है: हर किसान को, चाहे उसकी जमीन कितनी भी बड़ी क्यों न हो, समय पर उपयुक्त मशीनों तक पहुँच होनी चाहिए जो बुद्धिमान प्रणालियों द्वारा समर्थित हों, हानि और मेहनत को कम करें, उत्पादकता और मूल्य-प्राप्ति को बढ़ाएँ। कृषि मशीनरी निर्माण क्षेत्र, कृषि के साथ-साथ भी वैश्विक नेतृत्व प्राप्त करने के लिए विकसित होगा।

चरण 1: 2025–2030 - पहुँच और समावेशिता का निर्माण: निकट भविष्य में, पहुँच और समावेशिता पर बल दिया जाएगा। चूँकि 85



प्रतिशत से अधिक भारतीय किसान दो हेक्टेयर से कम जमीन पर काम करते हैं, इसलिए महंगी मशीनरी का स्वामित्व अवास्तविक है। इसलिए, कस्टम हायरिंग सेंटर (सीएचसी), एफपीओ-प्रबंधित मशीनरी बैंक, मोबाइल कृषि-प्रसंस्करण सेवाएँ और माइक्रो-फ्रेंचाइजी सेवा मॉडल जैसी व्यवस्थाओं का तेजी से विस्तार होना चाहिए। इन केंद्रों को विविध उपकरण जैसे मिनी पावर वीडर, छोटे पैमाने के प्लांटर, छिड़काव के लिए ड्रोन, हार्वेस्टर, ड्रायर, ग्रेडर और पैकेजिंग मशीन उपलब्ध कराने

चाहिए। कटाई के बाद मशीनीकरण भी उतना ही आवश्यक है, क्योंकि कटाई के बाद बहुत हानि (मात्रात्मक और गुणात्मक दोनों) होती है। क्लीनर, ग्रेडर, ड्रायर और पैकेजिंग सुविधाओं से युक्त मॉड्यूलर ग्राम-स्तरीय कृषि-प्रसंस्करण केंद्र (एपीसी) स्थापित करने से किसानों को स्थानीय स्तर पर अधिक मूल्य प्राप्त करने में सहायता मिलेगी। आईओटी-सक्षम कोल्ड स्टोरेज और परिवहन प्रणालियाँ महत्वपूर्ण भूमिका निभाएँगी, जिससे तापमान और आर्द्रता जैसी स्थितियों की वास्तविक समय पर निरीक्षण संभव होगा, जिससे उत्पादों की शेल्फ लाइफ बढ़ेगी और अपव्यय कम होगा। जिला-स्तरीय 'मशीनीकरण कौशल केंद्रों' के माध्यम से कौशल विकास को भी प्राथमिकता दी जाएगी, जो ऑपरेटरों, ड्रोन पायलटों और तकनीशियनों को प्रशिक्षित करेंगे। महिला किसानों को एर्गोनॉमिक रूप से डिजाइन किए गए उपकरणों और सूक्ष्म-उद्यमिता के लिए सहायता प्रदान करके सशक्त बनाने पर विशेष ध्यान दिया जाएगा। पे-पर-यूज मॉडल, लीज-टू-ओन योजनाएँ और उपयोग-आधारित बीमा जैसे वित्तीय समावेशन उपकरण मशीनीकरण को सस्ता बनाएंगे। क्यूआर-कोडेड सर्विस लॉग और आईओटी सेंसर द्वारा संचालित पूर्वानुमानित रखरखाव प्रणालियाँ विश्वसनीयता सुनिश्चित करेंगी। उत्पादों और प्रक्रियाओं का मानकीकरण गुणवत्तापूर्ण मशीनों और

मूल्यवर्धित खाद्य उत्पादों के उत्पादन के प्रमुख क्षेत्रों में से एक है। देश सभी प्रमुख मानकों को प्रासंगिक अंतर्राष्ट्रीय मानकों के अनुरूप बनाने में सक्षम होगा। इसके अलावा, हम अंतर्राष्ट्रीय मानक को प्रभावित करने में सक्षम होंगे ताकि भारतीय निर्माताओं और उद्योग के अधिकारों और हितों की रक्षा की जा सके।

चरण 2: 2030–2040 - इंटेलिजेंस का एकीकरण: दूसरे चरण में पहुँच से हटकर इंटेलिजेंस पर ध्यान केंद्रित किया जाएगा। मशीनीकरण को एआई, मशीन लर्निंग, रोबोटिक्स और आईओटी के साथ गहराई से एकीकृत किया जाएगा, जिससे स्मार्ट, सटीक संचालन संभव होगा। कृषि मशीनरी ऐसी बुद्धिमान प्रणालियों में विकसित होंगी जो मिट्टी और फसल की स्थितियों में परिवर्तनशीलता को भांप सकेंगी, वास्तविक समय में इनपुट समायोजित कर सकेंगी और संसाधनों की क्षति को कम कर सकेंगी। एआई-संचालित ड्रोन और रोबोटिक भुजाएँ, खरपतवार की पहचान, फसल तनाव का पता लगाने और असमान रूप से पकने वाली फसलों की चुनिंदा कटाई जैसे जटिल कार्य करेंगी। कटाई के बाद की प्रक्रियाओं में भी महत्वपूर्ण स्वचालन होगा। मशीन विजन और हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग से अनाज, फलों और सब्जियों की स्वचालित ग्रेडिंग और गुणवत्ता मूल्यांकन संभव होगा, जिससे पारदर्शी, गुणवत्ता-आधारित मूल्य निर्धारण सुनिश्चित होगा। रोबोटिक्स न केवल क्षमता और दक्षता बढ़ाएगा, बल्कि अनिश्चित परिस्थितियों में किए जाने वाले प्रसंस्करण कार्यों का भी ध्यान रखेगा। 3डी प्रिंटिंग खाद्य प्रोटोटाइपिंग और अनुकूलन के माध्यम से खाद्य प्रसंस्करण और पैकेजिंग को सुव्यवस्थित करेगी, खासकर कार्यात्मक खाद्य पदार्थों के मामले में। 3डी फूड प्रिंटिंग व्यक्तिगत पोषण कार्यक्रमों का भी समर्थन करेगी, जबकि एम्बेडेड बायोसेंसर वाली स्मार्ट पैकेजिंग उत्पाद की शोल्फ लाइफ बढ़ाएगी और ब्लॉकचेन के माध्यम से ट्रेसिबिलिटी की गारंटी देगी। आईओटी-आधारित सेंसर और डिजिटल ट्विन तकनीक भंडारण को पूर्वानुमानित बना

देगी-उदाहरण के लिए, कोल्ड रूम, शोल्फ लाइफ का पूर्वानुमान लगाने और नमी के स्थानांतरण या खराब होने जैसे संकटों का पता लगाने के लिए भौतिकी-आधारित और एआई मॉडल का उपयोग करेंगे। कृषि-औद्योगिक उप-उत्पादों को किण्वन या सुपरक्रिटिकल द्रव निष्कर्षण जैसी पर्यावरण-अनुकूल विधियों का उपयोग करके न्यूट्रास्युटिकल्स, कार्यात्मक खाद्य पदार्थों और जैवसक्रिय यौगिकों में संसाधित किया जा सकता है। पशुधन क्षेत्र में, आहार, दूध दुहने, पर्यावरण नियंत्रण और अपशिष्ट प्रबंधन में स्वचालन से स्वच्छता और दक्षता में वृद्धि होगी, विशेष रूप से उपनगरीय डेयरी समूहों में। सामूहिक रूप से, ये प्रगति कृषि को एक परिशुद्धता-उन्मुख, डेटा-समृद्ध पारिस्थितिकी तंत्र में बदल देगी, जिसमें वास्तविक समय में निर्णय लेने की क्षमता होगी और शारीरिक श्रम पर निर्भरता कम होगी।

देश में सेंसर और संबंधित इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के उत्पादन की एक अत्यंत प्रभावशाली क्षमता विकसित करने के बाद, भारतीय कृषि मशीनरी निर्माता अपने वैश्विक प्रतिस्पर्धियों के बराबर प्रतिस्पर्धी मूल्य और परिशुद्धता के साथ उन्नत मशीनरी प्रदान करने में सक्षम होंगे।

चरण 3: 2040–2047- स्वायत्तता और स्थिरता प्राप्त करना: अंतिम चरण 'विकसित भारत' के लक्ष्य के साथ संरेखित स्वायत्तता, लचीलापन और स्थिरता को प्राथमिकता देगा। तब तक, मशीनीकरण का स्तर 75 प्रतिशत से अधिक होना चाहिए, जिसमें कृषि बिजली की उपलब्धता वैश्विक मानकों के बराबर होगी। स्वायत्त रोबोट, कोबोट और रोबोटिक झुंड बागवानी पर हावी होंगे व न्यूनतम मानव इनपुट के साथ निराई, छिड़काव और कटाई जैसे कार्य हो रहे होंगे। एआई और कंप्यूटर विजन से लैस बहुउद्देशीय स्वायत्त वाहन, दूरस्थ पर्यवेक्षण के अन्तर्गत बीजारोपण, अंतर-संस्कृति प्रथाओं और कटाई करेंगे। कटाई के बाद की श्रृंखला पूरी तरह से डिजिटल और एआई-प्रबंधित होगी, जिसमें डिजिटल जुड़वाँ पूर्वानुमानित शोल्फ-लाइफ अनुमान,

संसाधन आवंटन और गतिशील मूल्य खोज को सक्षम करेंगे स्थायित्व मुख्यधारा बन जाएगा, और फसल अवशेष प्रबंधन की तकनीकें पराली जलाने को खत्म कर देंगी, बायोमास को बायो-सीएनजी, जैव ईंधन और पर्यावरण-अनुकूल कंपोजिट में बदल देंगी। मशीनरी तेजी से सौर, हाइड्रोजन या हाइब्रिड प्रणालियों पर चलेगी, जो आपूर्ति श्रृंखला में उत्सर्जन को कम करने के लिए कार्बन-न्यूट्रल प्रोटोकॉल द्वारा समर्थित होंगी। विकेन्द्रीकृत, स्वच्छ ऊर्जा से संचालित मूल्य-संवर्धन केंद्र किसानों को उच्च-मूल्य वाले खाद्य पदार्थों, न्यूट्रास्युटिकल्स और जैव-पदार्थों को अपने खेतों के पास ही संसाधित करने की अनुमति देंगे, जिससे ग्रामीण-शहरी असमानताएँ कम होंगी। भारत की स्वतंत्रता के शताब्दी वर्ष तक, हर कृषि गाँव में मशीनीकरण और स्वचालन दिखाई देगा। किसान डिजिटल प्लेटफॉर्म के माध्यम से साझा मशीनों के बेड़े तक पहुँच पाएँगे, ड्रोन और रोबोट कठिन खेतों का काम करेंगे, आईओटी सेंसर खेत से भंडारण तक गुणवत्ता सुनिश्चित करेंगे, और एआई उपज, कीमतों और शोल्फ लाइफ का अनुमान लगाएगा। कचरे को मूल्यवर्धित उत्पादों, न्यूट्रास्युटिकल्स और जैव-पदार्थों में बदला जाएगा, जिससे आय के नए स्रोत बनेंगे। खेती को अब कम आय वाला, श्रम-प्रधान व्यवसाय नहीं, बल्कि एक आधुनिक, तकनीक-संचालित उद्यम माना जाएगा। रोडमैप में मशीनीकरण और स्वचालन को विलासिता के रूप में नहीं, बल्कि सभी किसानों और कृषि-समर्थित उद्योगों के अधिकारों के रूप में देखा गया है - जिससे 2047 तक समृद्धि, खाद्य सुरक्षा और वैश्विक प्रतिस्पर्धा सुनिश्चित होगी।

