कृषि 4.0: एग्रीटेक क्रांति की ओर

डॉ. नीलम पटेल
परेमल बनाफर

भारत की कृषि व्यवस्था आज एक निर्णायक मोड़ पर खड़ी है। पारंपरिक कृषि पद्धतियों और जलवायु चुनौतियों के बीच जूझती खेती अब तकनीकी नवाचारों की सहायता से एक नई क्रांति की ओर अग्रसर है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता, इंटरनेट ऑफ थिंग्स, ड्रोन और बिग डेटा जैसी तकनीकों के समावेश से खेती न केवल अधिक उत्पादक और टिकाऊ बन सकती है, बल्कि यह किसानों की आजीविका को भी नई मज़बूती दे सकती है। "कृषि 4.0" इसी तकनीकी रूपांतरण की संकल्पना है – जहाँ खेत से लेकर मंडी तक हर कदम पर डिजिटल दक्षता और डेटा-संचालित निर्णयों का मार्गदर्शन हो।

भारत में कृषि क्षेत्र न केवल लाखों लोगों की आजीविका का प्रमुख साधन है, बल्कि यह देश की अर्थव्यवस्था में भी महत्वपूर्ण योगदान देता है। कुल कार्यबल का लगभग 42.3 प्रतिशत हिस्सा कृषि में संलग्न है और यह राष्ट्रीय सकल घरेलू उत्पाद में करीब 18.2 प्रतिशत की भागीदारी करता है। इसके बावजूद, यह क्षेत्र कई पुरानी और जटिल चुनौतियों का सामना कर रहा है जैसे कम उत्पादकता, मानसून पर अत्यधिक निर्भरता, छोटी जोत की ज़मीनें, फसल कटाई के बाद होने वाला नुकसान, और किसानों की अस्थिर आय। भारत के लगभग 89.4 प्रतिशत किसान दो हेक्टेयर से कम भूमि के मालिक हैं। देश में फसलों की उत्पादकता वैश्विक औसत से 20 से 60 प्रतिशत तक कम है। उदाहरण के लिए, भारत में धान की औसत उपज 3.85 टन प्रति हेक्टेयर है, जबकि चीन में यह 6.57 टन प्रति हेक्टेयर तक है। लगभग 52 प्रतिशत खेती वर्षा पर निर्भर है, जिससे यह क्षेत्र जलवायु

लेखिका कृषि प्रौद्योगिकी प्रभाग, नीति आयोग में सीनियर एडवाइज़र हैं। ईमेलः neelam.patel@gov.in
लेखक कृषि प्रौद्योगिकी प्रभाग, नीति आयोग में कंसल्टेंट ग्रेड-I हैं। ईमेलः paremal.banafar@nic.in

परिवर्तन के प्रभावों के प्रति अत्यधिक संवेदनशील बन जाता है। फसल कटाई के बाद होने वाले नुकसान कृषि मूल्य शृंखला में 0.92 प्रतिशत से लेकर 15.88 प्रतिशत तक देखे गए हैं, जो फसल और उत्पाद के अनुसार बदलते हैं। पशुपालन क्षेत्र, जो कृषि GDP का 30.23 प्रतिशत योगदान करता है और करोड़ों लोगों को रोज़गार देता है, वह भी अनेक चुनौतियों से जूझ रहा है जैसे पौष्टिक चारे की कमी, पशु स्वास्थ्य सेवाओं का अभाव और आपूर्ति शृंखला की सीमाएं।

इन चुनौतियों के बावजूद, भारत में कृषि और उससे जुड़े क्षेत्रों को विकास और समृद्धि के शक्तिशाली इंजन में बदलने की अपार संभावनाएं हैं। यदि भारत कृत्रिम बुद्धिमत्ता, ब्लॉकचेन, इंटरनेट ऑफ थिंग्स, बिग डेटा एनालिटिक्स, रोबोटिक्स जैसी डिजिटल तकनीकों को अपनाता है तो न केवल किसानों की आय में वृद्धि संभव है, बल्कि बढ़ती जनसंख्या के लिए खाद्य सुरक्षा भी सुनिश्चित की जा सकती है। इन तकनीकों का प्रयोग सटीक कृषि अपव्यय को घटाने, जलवायु अनुकूलन क्षमता बढ़ाने, बाज़ार से बेहतर जुड़ाव और कृषि अर्थव्यवस्था में क्रांतिकारी परिवर्तन लाने में किया जा सकता है। जब कृषि कार्यों में उत्पादकता, स्थिरता और दक्षता बढ़ाने के लिए डेटा, परस्पर जुड़े उपकरणों और आधुनिक डिजिटल तकनीकों का उपयोग किया जाता है, तो इसे *डिजिटल कृषि* कहा जाता है।

डिजिटल कृषि की अवधारणा

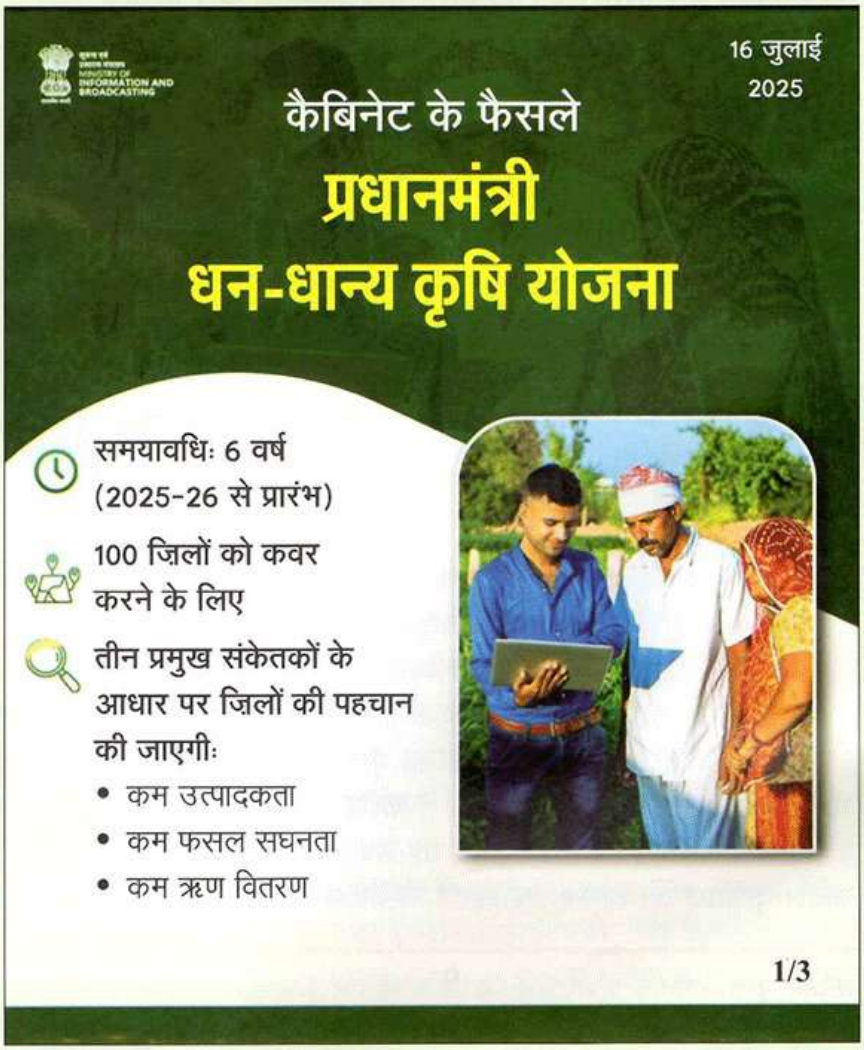
समय के साथ भारत में डिजिटल कृषि की अवधारणा साधारण सूचना और संचार उपकरणों से विकसित होकर आज अत्याधुनिक और एकीकृत प्रणालियों तक पहुँच चुकी है। वर्तमान में इसका ज़ोर रियल टाइम निगरानी, डेटा-आधारित योजना, आधुनिक तकनीकों और मज़बूत निर्णय सहायक प्रणालियों पर है। हम जिस अगली पीढ़ी की *एग्रीटेक* क्रांति की कल्पना कर रहे हैं, उसमें डिजिटल कृषि की भूमिका को दो पूरक दृष्टिकोणों के माध्यम से बेहतर समझा जा सकता है:

- **स्मार्ट फार्म डिजिटलीकरण**
- **स्मार्ट एग्री-स्फीयर डिजिटलीकरण**

पहला, यानी *स्मार्ट फार्म डिजिटलीकरण*, खेत स्तर पर डिजिटल तकनीकों को लागू करने से जुड़ा है, जिससे किसान डेटा आधारित निर्णय ले सकें और अपने खेतों का सटीक प्रबंधन कर सकें। इसके अंतर्गत शामिल हैं: IoT आधारित मिट्टी और फसल सेंसर, इमेजिंग और स्प्रेइंग के लिए ड्रोन, स्वचालित सिंचाई प्रणालियां, और मोबाइल आधारित फार्म प्रबंधन प्लेटफॉर्म। ये तकनीकें पारंपरिक खेतों को तकनीकी रूप से एकीकृत, प्रतिक्रियाशील उत्पादन इकाइयों में परिवर्तित कर देती हैं, जिससे उत्पादकता, संसाधनों की दक्षता और जलवायु लचीलापन बढ़ता है। यह मूलतः खेत की डिजिटलीकरण प्रक्रिया है।

इसके विपरीत, *स्मार्ट एग्री-स्फीयर डिजिटलीकरण* उस व्यापक डिजिटल पारिस्थितिकी तंत्र को समाहित करता है जो कृषि का प्रत्यक्ष हिस्सा न होकर भी उसे समर्थन देता है। इसमें शामिल हैं– फसल निगरानी के लिए उपग्रह आधारित रिमोट सेंसिंग, मौसम पूर्वानुमान प्रणाली, ब्लॉकचेन सक्षम आपूर्ति शृंखला, बाज़ार पहुँच, ऋण, बीमा और सब्सिडी हेतु डिजिटल प्लेटफॉर्म। ये हस्तक्षेप प्रणाली स्तर पर कार्य करते हैं, शासन में सुधार लाते हैं, पारदर्शिता बढ़ाते हैं, और मूल्य शृंखला में सटीक सेवाओं को संभव बनाते हैं। ये खेत के चारों ओर डिजिटलीकरण का प्रतिनिधित्व करते हैं, जिससे एक बुद्धिमान, परस्पर जुड़ा कृषि तंत्र तैयार होता है, जो किसानों को अप्रत्यक्ष लेकिन महत्वपूर्ण लाभ पहुँचाता है।

डिजिटलीकरण की ये दोनों परतें स्मार्ट फार्म खेत स्तर पर और स्मार्ट एग्री-स्फीयर प्रणाली स्तर पर मिलकर आधुनिक, लचीले और तकनीकी रूप से समर्थ कृषि क्षेत्र की नींव रखती



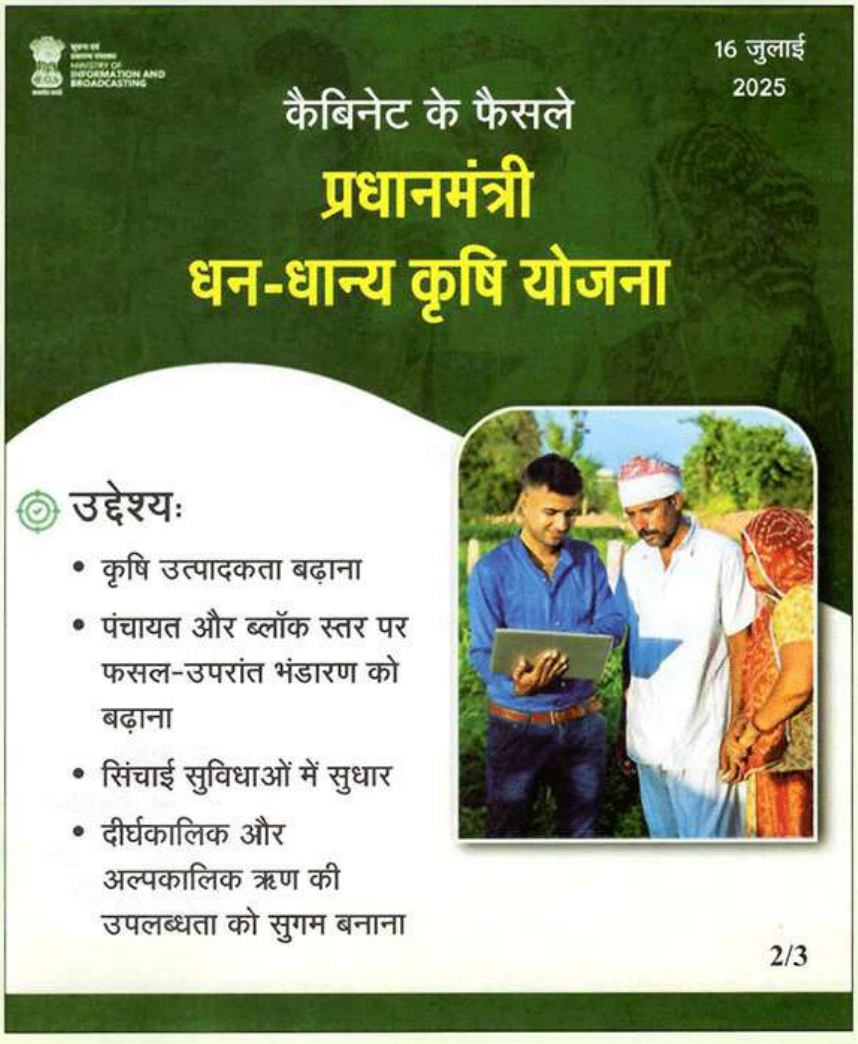
हैं। जहाँ पहला, किसान को सशक्त बनाता है, वहीं दूसरा, कृषि व्यवस्था की संस्थागत और अवसंरचनात्मक मज़बूती को बढ़ाता है। यद्यपि डिजिटलीकरण के इन दोनों स्तरों के बीच कोई कठोर विभाजन नहीं है, फिर भी अपने उद्देश्यों में ये एक-दूसरे के पूरक हैं।

स्मार्ट फार्म डिजिटलीकरण

स्मार्ट फार्म डिजिटलीकरण में उन विविध डिजिटल तकनीकों का समावेश होता है जो सटीक (प्रेसिजन) खेती को संभव बनाती हैं जैसे कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), ड्रोन, रिमोट सेंसिंग, ब्लॉकचेन और नियंत्रण प्रणालियां। ये टूल्स किसानों को जलवायु अनुकूल कृषि पद्धतियां अपनाने और सतत कृषि को प्रोत्साहित करने में सहायता करते हैं। हालाँकि खेत स्तर पर डिजिटल तकनीकों को अपनाने की प्रक्रिया, जैसे कि भारतीय कृषि में ड्रोन का उपयोग, अब भी जापान और दक्षिण कोरिया जैसे देशों की तुलना में बहुत कम है, जहाँ ड्रोन अपनाने की दर 60% से अधिक है। वहीं चीन में कृषि में ड्रोन का उपयोग अमेरिका से भी अधिक व्यापक है। इसके अतिरिक्त, चीन ने धान और बागवानी फसलों में रोग और कीट नियंत्रण के लिए IoT-आधारित निगरानी और नियंत्रण प्रणालियां विकसित की हैं और उन्हें लागू भी किया है। भारत में लगभग 30–35% फसलें कीट हमलों के कारण नष्ट हो जाती हैं। आने वाले वर्षों में जलवायु परिवर्तन के कारण कीट प्रकोपों में उल्लेखनीय वृद्धि की आशंका है। एक अनुमान के अनुसार, तापमान में हर 1 डिग्री सेल्सियस वृद्धि के साथ फसल हानियों में 10–25% तक की वृद्धि संभव है जो कि एक चिंताजनक संकेत है।

एक और गंभीर चुनौती है– भारतीय कृषि में सिंचाई के लिए जल का अत्यधिक उपयोग। आँकड़ों के अनुसार विशेषकर भूजल स्रोतों से सिंचाई बहुत अधिक मात्रा में होती है और 70–80% किसान इसी पर निर्भर हैं। अप्रभावी सिंचाई तकनीकों के कारण जलभराव, मृदा लवणता और भूजल स्तर में गिरावट जैसी समस्याएं उत्पन्न हो रही हैं। केंद्रीय भूजल बोर्ड के अनुसार, भारत में लगभग 17% भूजल खंडों का अत्यधिक दोहन किया गया है, जबकि 5% अत्यंत संकटग्रस्त हैं। इसके अलावा, 14% क्षेत्र अर्ध-संकटग्रस्त की श्रेणी में आते हैं, जो यह दर्शाता है कि वहां भी भूजल तेज़ी से घट रहा है। सटीक सिंचाई के लिए कृषि में सेंसरों का प्रयोग जल की खपत को 50% तक कम कर सकता है। इसी प्रकार, IoT आधारित सेंसर मिट्टी में विभिन्न प्रमुख और सूक्ष्म पोषक तत्वों का डेटा इकट्ठा कर सकते हैं।ऑप्टिकल सेंसरों की मदद से खेतों में तरल, दानेदार या गैसीय उर्वरकों को आवश्यकतानुसार सटीक मात्रा में डाला जा सकता है, जिससे उर्वरकों के अति प्रयोग से बचा जा सकता है। ड्रोन और इमेज प्रोसेसिंग तकनीकों की मदद से घास-पात (वीड) का नक्शा तैयार किया जा सकता है। यदि इसे GPS से जोड़ा जाए, तो एक *सटीक वीड मैप* बन सकता है, जिसके आधार पर *स्वचालित वीडिसाइड स्प्रेइंग* की जा सकती है।

इन सभी तकनीकी कार्यों को स्मार्टफोन के माध्यम से संचालित, नियंत्रित किया जा सकता है और निगरानी की जा सकती है। स्मार्टफोन, जो आज हमारे दैनिक जीवन का सामान्य हिस्सा है, में इतने सारे सेंसर होते हैं कि वह इन कृषि कार्यों को बहु-उपयोगी और प्रभावी ढंग से अंजाम दे सकता है। उदाहरण के लिए कैमरे का उपयोग मिट्टी और पौधों की पत्तियों की तस्वीर लेने के लिए किया जा सकता है, जिससे *लीफ एरिया इंडेक्स* की गणना की जा सके। ली गई तस्वीर को आगे जांच के लिए दूरस्थ केंद्रों पर भेजा जा सकता है। जीपीएस की मदद से खेत में समस्या की सटीक स्थिति को पहचाना जा सकता है। स्मार्टफोन में मौजूद एक्सेलेरोमीटर ज़रूरत के अनुसार अलार्म सेट करने में मदद कर सकता है। जाइरोस्कोप खेत में होने वाली गतिविधियों की पहचान कर सकता है। यदि बीज के पैकेट



में QR कोड के रूप में यह जानकारी समाहित हो, तो किसान अपने स्मार्टफोन का उपयोग करके बीज की प्रमाणिकता और उसकी पहचान सुनिश्चित कर सकता है।

ज़मीनी स्तर पर ये स्वचालन तकनीकें कृत्रिम बुद्धिमत्ता उपकरणों के माध्यम से विश्लेषण, रोबोटिक खरपतवार नियंत्रण, ड्रोन आधारित छिड़काव और कुशल सिंचाई प्रणालियों के ज़रिए शारीरिक श्रम को कम करने में मदद करती हैं। भारत में लगभग 90 प्रतिशत किसान श्रम उपलब्धता को एक चुनौती मानते हैं। ऐसे में तकनीक न केवल कृषि में श्रम की समस्या को कम करने में मदद कर सकती है, बल्कि कृषि क्षेत्र में छिपी हुई बेरोज़गारी को भी घटा सकती है। हालांकि इस दिशा में सार्थक प्रगति के लिए यह आवश्यक है कि कृषि कार्यबल तकनीकी संचालन में दक्ष हो तथा उन्हें उस तकनीकी ज्ञान से लैस किया जाए जो हम अगली पीढ़ी की कृषि क्रांति के लिए आवश्यक मानते हैं।

भारत में लगभग 85.5 प्रतिशत परिवारों के पास कम से कम एक स्मार्टफोन है। करीब 86.3 प्रतिशत परिवारों को अपने परिसर में ही इंटरनेट की सुविधा उपलब्ध है। 15 से 29 वर्ष की आयु के ग्रामीण क्षेत्रों में मोबाइल फोन रखने वाले लोगों में से लगभग 95.5 प्रतिशत के पास स्मार्टफोन है। भारत में स्मार्टफोन का व्यापक प्रसार यह अवसर प्रदान करता है कि *"हर खेत को स्मार्ट फार्म"* बनाने के लक्ष्य को प्राप्त किया जा सके। यही डिजिटल कृषि की क्षेत्र स्तर अवधारणा है।

स्मार्ट एग्री-स्फीयर डिजिटलीकरण

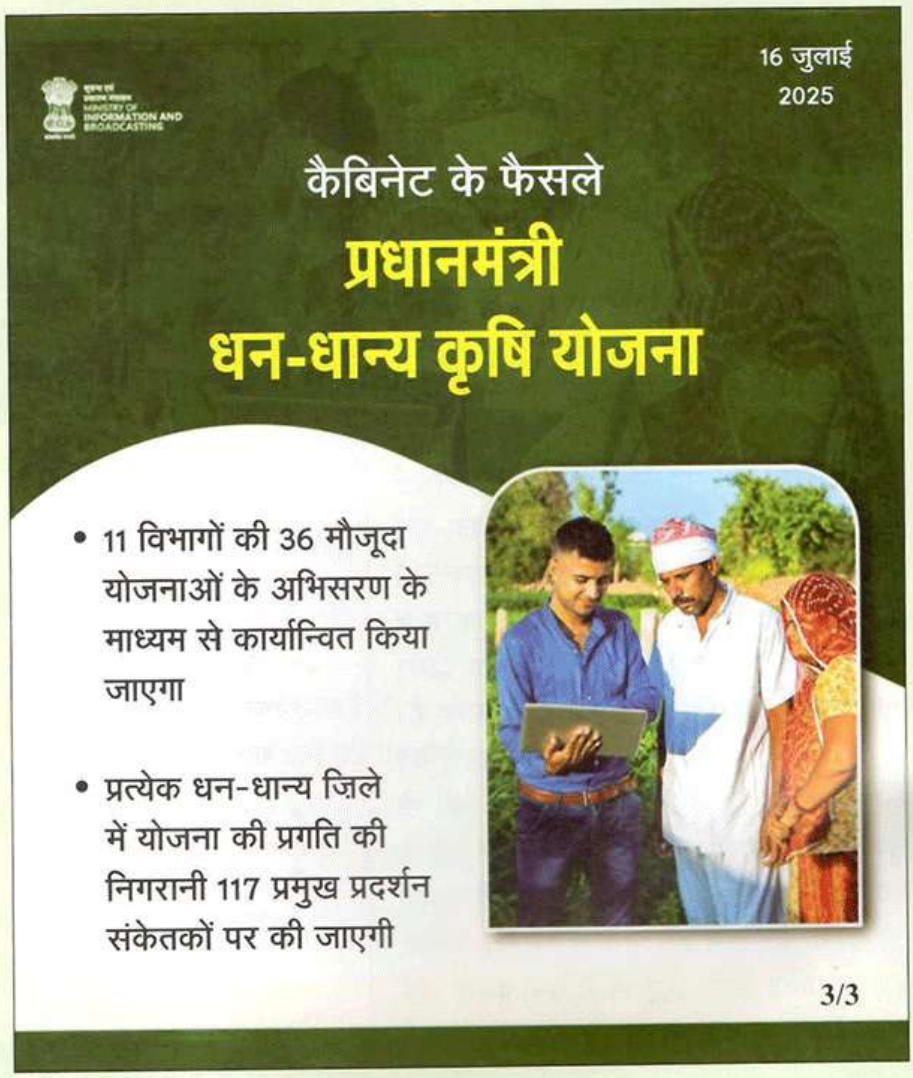
यह कृषि मूल्य श्रृंखला के लिए पीछे और आगे के संबंधों का एक सहायक पारिस्थितिकी तंत्र बनाने से संबंधित है, जिससे अंततः और परोक्ष रूप से किसान को लाभ प्राप्त होता है। उदाहरण के लिए, ब्लॉकचेन तकनीक खेत से उपभोक्ता तक की आपूर्ति श्रृंखला को अधिक पारदर्शी बनाकर उत्पाद की पहचान को सुनिश्चित कर सकती है। QR कोड आधारित प्रणालियां उत्पाद की गुणवत्ता और मूल स्थान की पुष्टि करने में मदद करती हैं, जिससे उपभोक्ता का विश्वास बढ़ता है और कृषि, दुग्ध और पशुपालन उत्पादों के निर्यात की संभावनाएं भी मज़बूत होती हैं।

किसानों और खरीदारों के बीच सीधे संपर्क को बढ़ावा देने वाले ऑनलाइन प्लेटफॉर्म और डिजिटल बाज़ार किसानों को बेहतर मूल्य दिलाने में मदद कर सकते हैं। साथ ही, उन्हें बिचौलियों पर निर्भरता से भी मुक्ति मिल सकती है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित प्लेटफॉर्म मौसम में संभावित बदलाव, कीटों के खतरे और फसल विशिष्ट सुझावों की स्थानीय जानकारी प्रदान कर सकते हैं। इस तरह की परामर्श सेवाएं किसानों को जलवायु परिवर्तन से निपटने और दीर्घकालिक लचीलापन विकसित करने में अहम भूमिका निभा सकती हैं।

कृषि परिसंपत्तियों का जियो-टैगिंग बेहतर खेत नियोजन और जोखिम प्रबंधन में सहायक हो सकता है। रिमोट सेंसिंग और उपग्रह चित्रों के माध्यम से मिट्टी की नमी, फसल की सेहत और कीट या रोग के प्रकोप की निगरानी की जा सकती है, और उपयुक्त सलाहें गांव, ब्लॉक और ज़िला स्तर पर प्रसारित की जा सकती हैं, जिससे समय पर हस्तक्षेप संभव हो सके।

पशुपालन उत्पादकता में भी सुधार किया जा सकता है, यदि पशु के स्वास्थ्य, चारे की गुणवत्ता और बीमारी के शुरुआती संकेतों की निगरानी की जाए। इससे नुकसान कम होता है और खेत की आय में सुधार होता है। डेयरी क्षेत्र में स्वचालन की मदद से मैनुअल प्रक्रिया कम होती है, जिससे गुणवत्ता नियंत्रण बेहतर होता है और परिचालन हानियां कम होती हैं।

मत्स्य क्षेत्र में भी डिजिटल तकनीकें बेहतर योजना में सहयोग कर सकती हैं जैसे मौसम की जानकारी, मूल्य प्रवृत्तियां और बाज़ार संबंधी सूचना देना। जल निकायों का मानचित्रण,



मत्स्य मूल्य शृंखला की ट्रैकिंग और डिजिटल वाणिज्य प्लेटफॉर्म मछुआरों को सीधे खरीदारों से जोड़ सकते हैं। मछली पकड़ने के क्षेत्रों का मानचित्रण और समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र की निगरानी मछली पकड़ने की गतिविधियों से जुड़े जोखिम को कम कर सकती है, मछुआरों को बेहतर स्थान पर मछली पकड़ने की सलाह दे सकती है, और साथ ही यह सुनिश्चित कर सकती है कि यह प्रक्रिया सतत (सस्टेनेबल) तरीके से की जाए।

हालांकि, स्मार्ट एग्री वेयरहाउसिंग की अवधारणा अब गति पकड़ रही है, जिसमें तापमान और आर्द्रता जैसे मानकों की निगरानी के लिए सेंसर का उपयोग शामिल है, ताकि नुकसान को प्रभावी रूप से कम किया जा सके; लेकिन भारत में इसका प्रयोग अभी बहुत सीमित और प्रारंभिक अवस्था में है।

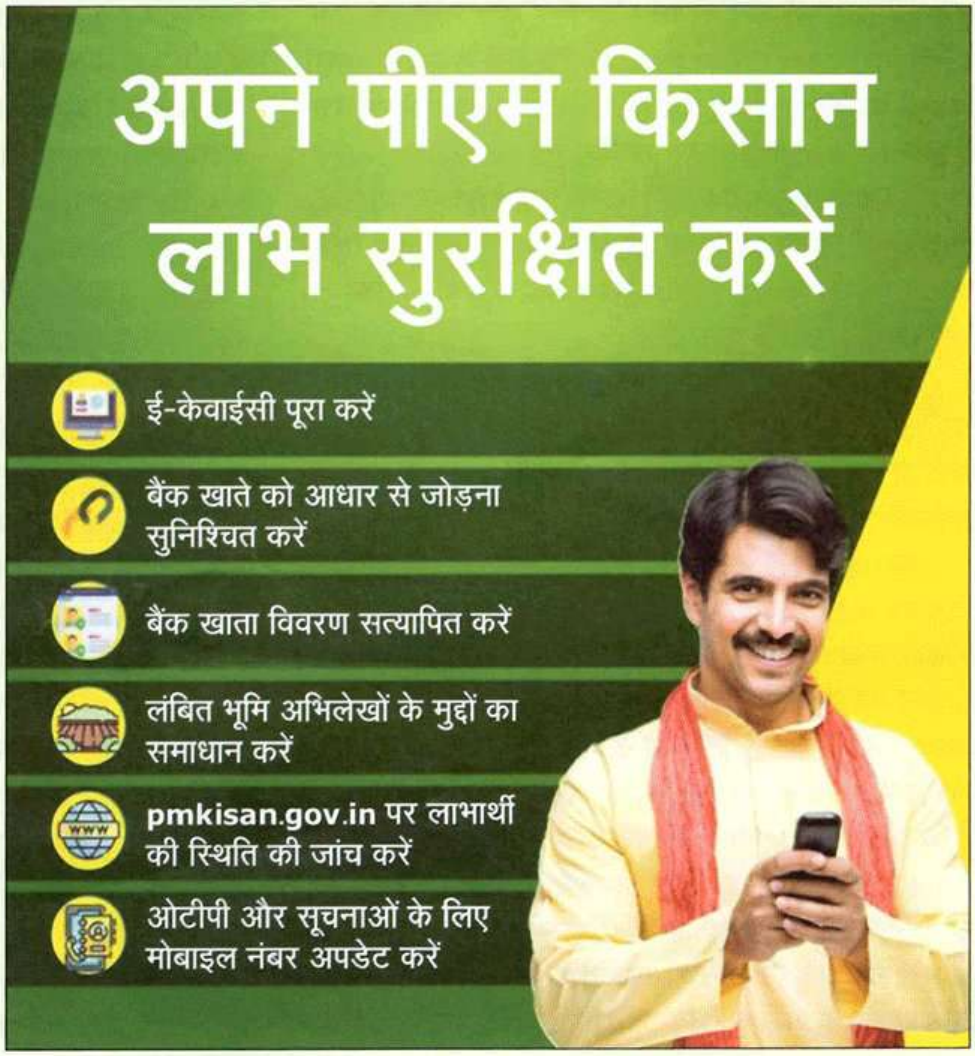
एग्री स्टैक इंडियाः नीतिगत योजना, क्रियान्वयन और निगरानी के लिए डिजिटल कृषि

डिजिटल कृषि केवल स्मार्ट खेती को बढ़ावा देने का माध्यम नहीं है, बल्कि यह डेटा आधारित निर्णय निर्धारण और तथ्य आधारित नीतिगत योजना के लिए एक प्रभावशाली टूल भी है। यदि उपग्रह चित्रण, मौसम पूर्वानुमान, मृदा स्वास्थ्य रिपोर्ट और बाज़ार विश्लेषण जैसे विविध डेटा सेट को एकीकृत किया जाए, तो किसानों को समग्र और रीयल टाइम जानकारी उपलब्ध कराई जा सकती है, जिससे वे सूचित और सही निर्णय ले सकें। इस क्षमता का पूरा लाभ उठाने के लिए राष्ट्रीय स्तर पर एक मंच की परिकल्पना की गई है, जैसे *एग्री स्टैक*, जिसे एक समग्र कृषि प्रबंधन प्रणाली (CAMS) के रूप में विकसित किया जा सकता है। यह प्रणाली पब्लिक फाइनेंस मैनेजमेंट सिस्टम (PFMS) और कॉम्प्रिहेन्सिव फाइनेंस मैनेजमेंट सिस्टम (CFMS) जैसे सशक्त और पारदर्शी वित्तीय सिद्धांतों पर आधारित होनी चाहिए।

एक ओर, यह प्रणाली मजबूत और सुरक्षित बैकएंड डेटाबेस को समाहित करे, और दूसरी ओर, एक सिंगल विंडो क्लीयरेंस सिस्टम फ्रंटएंड पर हो यानी यह प्रणाली किसानों से जुड़ी हर ज़रूरी जानकारी को एक जगह सुरक्षित और व्यवस्थित रूप से स्टोर करे और किसान या अधिकारी को एक ही स्थान (या पोर्टल/ऐप/प्लेटफ़ॉर्म) पर सभी सेवाओं और जानकारियों तक पहुँच मिल जाए। CAMS के बैकएंड में किसानों की पहचान से संबंधित डेटा जैसे आधार से जुड़ा किसान आईडी, सामाजिक समूह, स्वयं सहायता समूह या एफपीओ की सदस्यता, और भूमिहीन श्रमिकों का विवरण शामिल हो।

भूमि और परिसंपत्तियों से संबंधित जानकारी जैसे जियो-टैग की गई भूमि, मृदा स्वास्थ्य, जल स्रोत, भूमि स्वामित्व या पट्टे की स्थिति भी दर्ज होनी चाहिए। इसके अलावा, फसल और इनपुट संबंधी रिकॉर्ड जैसे फसल चक्र, पैदावार का इतिहास, उर्वरकों व बीजों का उपयोग, और यह कि किसान जैविक या प्राकृतिक खेती कर रहा है या नहीं, यह सब भी दर्ज होना चाहिए। रीयल टाइम डेटा जैसे उपग्रह आधारित फसल स्वास्थ्य चित्र, मौसम और कीट चेतावनी, बाढ़ या सूखे के लिए अलर्ट भी इस प्रणाली का हिस्सा हो। इसमें कृषि अवसंरचना से जुड़ी जानकारी जैसे बीज और उर्वरक विक्रय केंद्र, कस्टम हायरिंग सेंटर, कोल्ड स्टोरेज, गोदाम और परिवहन सुविधाओं को भी जोड़ा जाना चाहिए।

बाज़ार से जुड़ी जानकारियां जैसे न्यूनतम समर्थन मूल्य (MSP) की खरीद, मंडी दरें, खरीदारों से संपर्क और खाद्य प्रसंस्करण इकाइयां भी इससे जोड़ी जाएं। क्रेडिट और बीमा संबंधी जानकारी जैसे किसान क्रेडिट कार्ड, ऋण इतिहास



और प्रधानमंत्री फसल बीमा योजना के अंतर्गत बीमा कवरेज को भी शामिल किया जाना चाहिए। इसके अतिरिक्त, यह प्रणाली सरकारी योजनाओं और लाभों जैसे पीएम किसान, आरकेवीवाई, पीकेवीवाई, और एसएमएएम आदि को भी जोड़े । साथ ही,पात्रता की जाँच और शिकायत दर्ज करने की सुविधा भी होनी चाहिए।

CAMS को डिजिटल सलाह सेवाओं का समर्थन भी देना चाहिए। किसानों को उनके मोबाइल फोन पर मौसम, फसल चयन और जलवायु अनुकूल कृषि पद्धतियों के संबंध में व्यक्तिगत संदेश भेजे जा सकें। मज़बूत डेटा संरक्षण, सहमति आधारित पहुँच और रीयल टाइम डैशबोर्ड्स से पारदर्शिता सुनिश्चित की जा सकती है और बेहतर नीतिगत योजना बनाई जा सकती है। इस प्रकार की एकीकृत और किसान अनुकूल प्रणाली न केवल देशभर में कृषि सेवाओं की डिलीवरी में बड़ा सुधार ला सकती है, बल्कि नीति के क्रियान्वयन, योजना, निगरानी और मूल्यांकन में भी ग्राम, ब्लॉक, ज़िला, राज्य और केंद्र तक के विभिन्न शासकीय स्तरों पर अत्यंत सहायक सिद्ध हो सकती है।

कृषि क्रांति की ओर

डिजिटल कृषि की अपार संभावनाओं के बावजूद, कृषि 4.0 की ओर पूरी तरह से बढ़ने के लिए कुछ महत्वपूर्ण क्षेत्रों को सुदृढ़ करने की आवश्यकता है। इन क्षेत्रों में सबसे प्रमुख चिंता है कि कई ग्रामीण इलाकों में डिजिटल अवसंरचना सीमित है। उच्च गति वाली इंटरनेट कनेक्टिविटी और बेहतर बिजली आपूर्ति, विशेषकर नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों के माध्यम से, किसानों की आवश्यक समय पर डिजिटल सेवाओं तक पहुँच को आसान बना सकती है। कई दूरस्थ क्षेत्रों में आज भी मोबाइल और ब्रॉडबैंड कवरेज कमज़ोर हैं।

दूसरा बड़ा मुद्दा है डिजिटल तकनीकों की वहनीयता। हमें यह सुनिश्चित करने के लिए कदम उठाने होंगे कि ये तकनीकें सभी के लिए सुलभ हों, ताकि डिजिटल कृषि वास्तव में समावेशी बन सके।

ड्रोन और कृत्रिम बुद्धिमत्ता जैसी नई तकनीकों से संबंधित विनियम अभी भी विकास के दौर में हैं, जो डिजिटल क्रांति को साइबर सुरक्षा खतरों से बचा सकते हैं। क्षेत्रीय स्तर पर, प्रसार सेवाओं को केवल सशक्त ही नहीं, बल्कि उन्हें प्रशिक्षण और क्षमता निर्माण (TCB) कार्यक्रमों के माध्यम से नया रूप भी देना होगा, ताकि वे इस क्रांति के लिए स्वयं को तैयार कर सकें और डिजिटल कृषि को प्रभावी ढंग से बढ़ावा दे सकें।

इसी प्रकार, कई किसान उत्पादक संगठन, सहकारी संस्थाएं और स्वयं सहायता समूह अभी डिजिटल अपनाने की प्रारंभिक अवस्था में हैं। यह भी उतना ही आवश्यक है कि डिजिटल कृषि का लाभ समाज के सभी वर्गों तक पहुँचे। महिला किसान, जनजातीय समुदाय और भूमिहीन श्रमिकों को इन प्रशिक्षण कार्यक्रमों में विशेष प्राथमिकता दी जानी चाहिए।

भारत सरकार ने डिजिटल कृषि को बढ़ावा देने के लिए कई प्रमुख कदम उठाए हैं, जैसे पीएम किसान, डिजिटल इंडिया, किसान क्रेडिट कार्ड, मृदा स्वास्थ्य कार्ड, प्रधानमंत्री फसल बीमा योजना आदि। *डिजिटल इंडिया* कार्यक्रम के तहत 2.5 लाख से अधिक गांवों तक हाई-स्पीड ब्रॉडबैंड पहुँचाया गया है, जो सटीक खेती के लिए आधारशिला प्रदान करता है।

हालांकि इन पहलों ने डिजिटल कृषि के क्षेत्र में एक सशक्त गति उत्पन्न की है, लेकिन कुल मिलाकर डिजिटल नवाचारों को अपनाने में अभी लंबा रास्ता तय करना बाकी है। इसके लिए किसानों के बीच जागरूकता बढ़ाना, डिजिटल क्षमताएं विकसित करना, वित्तीय संसाधनों तक पहुँच बढ़ाना, ग्रामीण अवसंरचना को उन्नत करना और स्थानीय परिस्थितियों के अनुसार उपयुक्त तकनीकी समाधान विकसित करना अत्यंत आवश्यक है।

भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (ICAR) के 113 संस्थान, 74 कृषि विश्वविद्यालय, और 731 कृषि विज्ञान केंद्रों (KVKs) की व्यापक राष्ट्रीय उपस्थिति इस डिजिटल परिवर्तन के लिए *'प्रयोगशाला से खेत तक'* तकनीक के हस्तांतरण में प्रमुख भूमिका निभा सकती है। डिजिटल तकनीकें प्रायः बड़े पैमाने पर अपनाने पर अधिक प्रभावी होती हैं, और भारत में 1,01,524 प्राथमिक कृषि साख समितियों (PACS) और 8875 पंजीकृत एफपीओ का विशाल नेटवर्क यह आर्थिक लाभ प्राप्त करने में सहायक हो सकता है।

संयुक्त राष्ट्र द्वारा वर्ष 2025 को *'अंतरराष्ट्रीय सहकारिता वर्ष'* घोषित किया गया है। भारत के लिए यह एक उपयुक्त और महत्वपूर्ण अवसर प्रस्तुत करता है, जिसमें भारत अपने सहकारी तंत्र को एक आधुनिक, डिजिटल कृषि अर्थव्यवस्था की प्रेरक शक्ति के रूप में स्थापित कर सकता है। यह वह क्षण है जब हमें अपने प्रयासों को *डिजिटल इंडिया, मेक इन इंडिया, कृषि 4.0 और आत्मनिर्भर भारत* जैसी राष्ट्रीय प्राथमिकताओं के साथ जोड़ना चाहिए। आगे की ओर देखते हुए यह आवश्यक है कि एक समावेशी, विस्तार योग्य और किसान केंद्रित डिजिटल कृषि आंदोलन को राष्ट्रव्यापी स्तर पर विकसित किया जाए।

कृषि 4.0 की ओर परिवर्तन की प्रक्रिया केवल तकनीक अपनाने भर की बात नहीं है, बल्कि यह ग्रामीण समुदायों को सशक्त करने, कृषि प्रणालियों को पुनः परिभाषित करने और पूरी मूल्य श्रृंखला में लचीलापन विकसित करने की दिशा में एक समग्र बदलाव है। यदि हमारे पास सही दृष्टिकोण, समन्वय और प्रतिबद्धता हो, तो भारत कृषि नवाचार के क्षेत्र में वैश्विक नेतृत्व हासिल कर सकता है जहाँ हर किसान, चाहे उसकी भूमि का आकार कोई भी हो, डिजिटल युग में आत्मनिर्भर और समृद्ध बनने में समर्थ हो। ❑