

# ट्रैक्टरों और हलों से परे: एआई और नैनो-ड्रोन से भारतीय खेती के भविष्य की समृद्धि



डॉ. जॉली मसीह<sup>1</sup>, सुश्री पश्मा<sup>2</sup>

<sup>1</sup>सहायक प्रोफेसर एवं कृषि-तकनीक वैज्ञानिक, बीएमएल मुंजाल विश्वविद्यालय  
<sup>2</sup>शोधार्थी, बीएमएल मुंजाल विश्वविद्यालय

करनाल, हरियाणा में एक टंडी सर्दियों की सुबह। किसान रमेश कुमार अपनी गेहूँ की फसल की मेड़ पर खड़े हैं, न तो हाथ में हिसिया लिए हैं, न नंगी उँगलियों से पत्तियाँ को जाँच रहे हैं, बल्कि अपने स्मार्टफोन की स्क्रीन को निहार रहे हैं। एक छोटा-सा नैनो-ड्रोन उनके गेहूँ के खेत के ऊपर सुव्यवस्थित, पूर्व-नियोजित मार्गों पर खेत में मँडरा रहा है। शीघ्र ही उनके मोबाइल पर एक मैसेज आता है: 'जोन 3 में नाइट्रोजन तनाव की प्रारंभिक पहचान। सुझावित सूक्ष्म-खुराक: 12 किग्रा।' रमेश कुमार खुश हो जाते हैं। एक दशक पहले वे इस समस्या को तब पहचान पाते जब प्रभावित क्षेत्र पीला पड़ जाता और उपज की संभावना पहले ही नष्ट हो चुकी होती। अब वे फसल से पहले ही समस्या को जान पाते हैं।

यही वह मौन क्रांति है जो भारतीय कृषि क्षेत्र में न

ट्रैक्टरों जैसी कोलाहलपूर्ण, न कंबाइन हार्वेस्टों जैसी नाटकीय, बल्कि बुद्धिमान, परिशुद्ध और एरियल के रूप में अपना स्थान बना रही है।

**नैनो-ड्रोन का उदय: ये वास्तव में क्या हैं?**  
इस क्रांति को समझने के लिए हमें एक परिभाषा से शुरुआत करनी होगी। नैनो-ड्रोन एक अत्यंत हल्का मानवरहित हवाई वाहन (यूएवी) है जिसका वजन 250 ग्राम से कम होता है, जिसमें सेंसर, कैमरे और बढ़ती हुई संख्या में कृत्रिम बुद्धिमत्ता प्रोसेसर लगे होते हैं। भारी छिड़काव के लिए उपयोग किए जाने वाले बड़े कृषि ड्रोनो के विपरीत, नैनो-ड्रोन चपलता, सूक्ष्म-परिशुद्धता और डेटा संग्रहण के लिए अभिकल्पित हैं। ये अनियमित भूमि जोत, बागों, संकरी खेत पट्टियों और यहाँ तक कि ग्रीनहाउस खेती में भी सहजता से उड़ान भर सकते हैं।

भारतीय संदर्भ में, जहाँ 86% से अधिक किसान लघु और सीमांत हैं, बड़े पैमाने की यंत्रिकृत खेती प्रणालियाँ अक्सर अकुशल सिद्ध होती हैं। नैनो-ड्रोन भारतीय परिवेश के लिए उपयुक्त हैं। ये सस्ते, हल्के और लचीले हैं। तथापि, उन्हें क्रांतिकारी बनाने वाली बात केवल उनका आकार नहीं, बल्कि उनकी बुद्धिमत्ता है।

**कृत्रिम बुद्धिमत्ता: अदृश्य कृषि विशेषज्ञ**  
एआई नैनो-ड्रोन को उड़ने वाले कैमरों से निर्णय-समर्थन प्रणालियों में रूपांतरित करने में सक्षम बनाता है। जब ये ड्रोन मल्टीस्पेक्ट्रल चित्र, थर्मल मानचित्र और क्लोरोफिल परावर्तन मान अभिलेखित करते हैं, तो मशीन लर्निंग एल्गोरिदम पौधों के स्वास्थ्य में सूक्ष्म अंतरों को समझते हैं।

नीति आयोग की रिपोर्टों के अनुसार, एआई का उपयोग करने वाली परिशुद्ध कृषि संभावित रूप से फसल उत्पादकता को 15-20% तक बढ़ा सकती है और निवेश लागत को 25% तक कम कर सकती है। कृषि ड्रोन बाजार 2030 तक 10 बिलियन अमेरिकी डॉलर को पार करने की उम्मीद है, और भारत सबसे तेजी से बढ़ते बाजारों में से एक है।

क्यों? क्योंकि अर्थशास्त्र काम करता है। वित्तीय समीकरण: ड्रोन किस प्रकार कृषि राजस्व को बढ़ाते हैं  
आइए रमेश के खेत पर वापस चलते हैं।

परंपरागत तरीकों से वे अपने पूरे 3 एकड़ खेत में कीटनाशकों का छिड़काव करते थे। इसमें प्रति एकड़ प्रति सत्र लगभग 2,500 का खर्च आता था। हालाँकि, एआई-संचालित नैनो-ड्रोन के विश्लेषण से पता चला कि खेत के केवल 30% भाग में ही कीटनाशक छिड़काव की आवश्यकता थी।

प्रिसिजन स्प्रेइंग (सटीक छिड़काव) से उनका कीटनाशक बिल प्रति वर्ष लगभग 3,000 तक कम हो गया। और स्ट्रेस डिटेक्शन (तनाव पहचान) के कारण कृषि उत्पादन में अतिरिक्त 10-15% की वृद्धि के साथ, उनका समग्र वार्षिक लाभ में उल्लेखनीय बढ़ोतरी हुई।

उच्च मूल्य वाली फसलों जैसे फल, सब्जियाँ और तिलहन के लिए, उत्पादन में वृद्धि और लागत में कमी से फसल के प्रकार के आधार पर खेत की लाभप्रदता प्रति एकड़ प्रति वर्ष 15,000-40,000 तक बढ़ सकती है।

इस प्रभाव को भारत की 140 मिलियन हेक्टेयर कृषि भूमि पर गुणा करें, तो समष्टि-आर्थिक (मैक्रोइकोनॉमिक) प्रभाव अत्यंत चौकाने वाले हैं।

**भविष्य का परागण: जब मधुमक्खियों को सहारे की जरूरत हो**

हिमाचल प्रदेश में सेब किसान मीना देवी ने नियमित रूप से फूल आने के बावजूद फल उत्पादन में कमी देखी। शोधकर्ताओं ने इसका कारण एक चिंताजनक प्रवृत्ति को बताया: परागणकर्ताओं (पॉलिनेटर्स) की घटती



संख्या। विश्वभर के शोध से पता चलता है कि दुनिया के लगभग 35% खाद्य उत्पादन का आधार परागणकर्ता हैं, लेकिन कीटनाशक विषाक्तता और जलवायु परिवर्तन के कारण मधुमक्खियों की आबादी घट रही है। यहीं पर बीबज़ (Beebuzz) नैनो-ड्रोन श्रृंखला जैसी प्रौद्योगिकियाँ महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं।

बीबज़ नैनो-ड्रोन, वास्तविक मधुमक्खियों से प्रेरित होकर, परागण पैटर्न की नकल करने के लिए स्वाम् इंटेलिजेंस (झुंड बुद्धिमत्ता) एल्गोरिदम का उपयोग करते हैं। वे व्यवस्थित रूप से फूलों से लदी फसलों में विचरण करते हुए पराग का स्थानांतरण करते हैं। ये प्रकृति का विकल्प नहीं, बल्कि उन क्षेत्रों में एक सहायक साधन हैं जहाँ प्राकृतिक परागण प्रभावित हुआ है।

बाग परीक्षणों में, सहायक परागण से फल-स्थापना में 10-15% की वृद्धि देखी गई है, जिससे उपज की गुणवत्ता और मात्रा दोनों पर सीधा प्रभाव पड़ता है। मीना देवी जैसी किसान के लिए, यह अंतर एक अच्छे और एक बेहतरीन फसल वर्ष के बीच का फर्क तय करता है।

**सटीक सुरक्षा: एग्री फ्लाइ की विशेषता**  
महाराष्ट्र में सोयाबीन किसान अर्जुन पाटिल नियमित कीट हमलों से जूझ रहे थे। जब तक उन्होंने क्षतिग्रस्त पत्तियाँ देखीं, तब तक उन्हें समस्या की गंभीरता का एहसास हुआ, कीट

पहले ही फैल चुके थे। यह स्थिति तब बदली जब अर्जुन पाटिल ने एग्री फ्लाइ नैनो-ड्रोन श्रृंखला का उपयोग अपने खेतों में साप्ताहिक रूप से शुरू किया। एआई-संचालित कीट पहचान एल्गोरिदम की सहायता से, ड्रोन उनके खेतों में कीटों के शुरुआती संकेतों को पहचान सकता था।

परिणाम क्या रहा? कीटनाशक उपयोग में लगभग 30% की कमी और उपज की गुणवत्ता में सुधार। अनिश्चित मानसून के बावजूद, उनकी फसल उपज लगातार दो वर्षों तक स्थिर बनी रही।

सटीक सुरक्षा केवल लागत बचत तक सीमित नहीं है। इसका पर्यावरण पर भी सकारात्मक प्रभाव पड़ता है। रासायनिक उपयोग में कमी से रासायनिक अपवाह (केमिकल रनऑफ) भी कम होता है, जिसके परिणामस्वरूप स्वच्छ भूजल, स्वस्थ मृदा माइक्रोबायोम और कम पारिस्थितिक कार्बन पदचिह्न (इकोलॉजिकल फुटप्रिंट) प्राप्त होते हैं।

**ऊपर से निगरानी: रोबोटिक ईगल का दृष्टिकोण**

प्रमुख गेहूँ और चावल उत्पादक क्षेत्रों में, रोबोटिक ईगल नैनो-ड्रोन एक पूरक भूमिका निभाता है। यह विशाल कृषि भूमि के ऊपर सहजता से उड़ान भरते हुए फसलों का व्यापक स्वास्थ्य विश्लेषण प्रदान करने के लिए बनाया

गया है। इसका एआई सिस्टम सूक्ष्म विवरणों की पहचान करता है, जैसे अनियमित सिंचाई से उत्पन्न नमी तनाव, कवक रोगों (फंगल डिजीज) के प्रारंभिक संकेत, या सूक्ष्म पोषक तत्वों की कमी।

अब किसानों को अपने खेतों का पैदल निरीक्षण करने की आवश्यकता नहीं है। उन्हें अपने खेतों के डिजिटल मानचित्र मिलते हैं, जिनमें तनाव वाले क्षेत्रों को रंग-कोडेड पैटर्न में उजागर किया जाता है। कृषि पद्धतियों संबंधी निर्णय अब अनुभव से नहीं, बल्कि डेटा के आधार पर लिए जाते हैं।

**सरकारी प्रोत्साहन: नीति को संभावना में बदलना**

भारत सरकार ने ड्रोन प्रौद्योगिकी की क्रांतिकारी संभावनाओं को पहचाना और ड्रोन शक्ति जैसे कार्यक्रम शुरू किए, जो स्टार्टअप को कृषि में ड्रोन विकसित करने और एकीकृत करने के लिए प्रोत्साहित करते हैं। कृषि ड्रोन के लिए सब्सिडी और कस्टम हार्बरिंग सेंटर के विकास से किसान ड्रोन खरीदने के बजाय उन्हें पट्टे पर ले सकते हैं। सरकार ने ड्रोन नियम 2021 के माध्यम से ड्रोन संबंधी विनियमों को सरल बनाया है और ड्रोन उत्पादन के लिए 'मेक इन इंडिया' पहल को प्रोत्साहित किया है।

वित्तीय ढाँचे भी विकसित किए जा रहे हैं। किसान उत्पादक संगठन (एफपीओ) सामूहिक रूप से ड्रोन खरीदने के लिए एकजुट हो रहे हैं। बैंक और कृषि-फिनटेक कंपनियाँ विशेष रूप से प्रौद्योगिकी के लिए ऋण सुविधाएँ प्रदान करना शुरू कर रही हैं।

**आकाश में बाधाएँ**

गति के बावजूद, अपनाने में कुछ बाधाएँ हैं। छोटे किसानों के लिए प्रारंभिक निवेश की लागत अभी भी अधिक है। डिजिटल साक्षरता की कमी एआई डैशबोर्ड इंटरफेस को कठिन बना देती है। ग्रामीण क्षेत्रों में कनेक्टिविटी की समस्याएँ रियल-टाइम विश्लेषण में बाधा डालती हैं। और स्वचालन (ऑटोमेशन) की सांस्कृतिक स्वीकार्यता धीमी है। लेकिन नवाचार दृश्यता के माध्यम से फैलता है। पड़ोस के अन्य किसानों को होने वाले लाभ — बड़ा हुआ उत्पादन, कम लागत, बेहतर



गुणवत्ता देखकर संदेह जिज्ञासा में बदल जाता है। प्रसार सिद्धांत के अनुसार, प्रौद्योगिकियाँ तब गति पकड़ती हैं जब शुरूआती अपनाने वाले ठोस लाभ दिखाते हैं। कई क्षेत्रों में वह बिंदु निकट है।

**अर्थशास्त्र से परे: मनोवैज्ञानिक बदलाव सबसे मौलिक परिवर्तन मनोवैज्ञानिक है।** कृषि हमेशा से एक जुआ रही है। किसान बीज बोता है और आशा के साथ प्रतीक्षा करता है — बिना किसी निश्चितता के। एआई क्षमताओं से युक्त नैनो-ड्रोन इस अनिश्चितता को समाप्त करते हैं। वे क्षति से पहले पूर्व-चेतावनी और आपदा से पहले सलाह प्रदान करते हैं।

रमेश अब यह सोचते हुए अपने खेत में नहीं टहलते कि आगे क्या होगा। वे इसे रियल टाइम में देखते हैं।

**व्यापक परिप्रेक्ष्य: सतत गहनीकरण**

भारत को आने वाले दशकों में 1.5 अरब से अधिक होने की संभावित जनसंख्या का भरण-पोषण करना है। यह उसे अपनी मिट्टी, जल और जैव विविधता की रक्षा करते हुए करना है। एआई-संचालित नैनो-ड्रोन भारत को सतत गहनीकरण (सस्टेनेबल इंटेंसिफिकेशन) हासिल करने में सहायता कर सकते हैं — यानी कम संसाधनों से अधिक उत्पादन। रसायनों का कम उपयोग परिस्थितिकी तंत्र को कम नुकसान पहुँचाता है। अनुकूलित सिंचाई प्रणालियों के माध्यम से जल संरक्षण का अर्थ है पौधे के लिए अधिक पानी। परागणकर्ताओं की सहायता करने

का अर्थ है जैव विविधता की कमियों को भरना। डेटा-आधारित खेती अधिक कुशल है। खेती का भविष्य ट्रैक्टरों और हलों को समाप्त नहीं करेगा। यह उन्हें आकाश से प्राप्त होने वाली बुद्धिमत्ता के साथ मिलकर उपयोग करेगा।

**कहानी जारी है**

जैसे ही नैनो-ड्रोन उनके पास धीरे से उतरता है, रमेश अपनी गेहूँ की फसल का निरीक्षण करते हैं — उलझन से नहीं, बल्कि समझ के साथ। इसके रोटार की गुणगुनाहट शांत हो जाती है, लेकिन इसकी जानकारी नहीं। भारतीय कृषि हमेशा से बदलती रही है। लकड़ी के हलों से डीजल इंजनों तक, हाथ से सिंचाई से ड्रिप इरिगेशन तक।

अब, यह एक बार फिर बदल रही है। इस बार, क्रांति के पंख हैं।

और देश भर के खेतों में, आकाश अब केवल वर्षा का स्रोत नहीं रहा।

