

ड्रोन तकनीक और कृषि में इसका अनुप्रयोग



डॉ. द्वारिका मोहन दास¹ सुश्री सौभाग्य लक्ष्मी राय²

¹वैज्ञानिक (कृषि अभियांत्रिकी) कृषि विज्ञान केंद्र, जगतसिंहपुर, ओयूएटी,
²पीएचडी स्कॉलर, एसडब्ल्यूसीई, सीआईटी, ओयूएटी, भुवनेश्वर

परिचय

कृषि भारत की रीढ़ है, जहाँ लगभग 65% जनसंख्या अपनी आजीविका के लिए खेती और उससे जुड़ी गतिविधियों पर निर्भर है। भारतीय किसानों के लिए, लागत और श्रम का प्रबंधन करते हुए उपज को अधिकतम करना एक निरंतर चुनौती है। हाथ से फसल पर छिड़काव जैसी पारंपरिक पद्धतियाँ न केवल श्रम-गहन और समय लेने वाली हैं, बल्कि कृषि रसायनों के असंगत उपयोग को भी जन्म दे सकती हैं, जिसके परिणामस्वरूप कम उपज, पर्यावरण प्रदूषण और कृषि श्रमिकों के लिए स्वास्थ्य संकट हो सकते हैं। कृषि ड्रोन इन चुनौतियों के एक शक्तिशाली समाधान के रूप में उभर रहे हैं। सटीक, कुशल और मापनीय कृषि प्रबंधन का साधन प्रदान करके, ड्रोन अधिक लाभदायक और टिकाऊ कृषि के लिए एक सीधा मार्ग प्रदान करते हैं। ये प्रभावित क्षेत्रों में छिड़काव से लेकर पोषक तत्वों की कमी को गंभीर होने से पहले ही पहचानने तक, लक्षित कार्रवाई को सक्षम बनाते हैं, जिससे उर्वरकों और कीटनाशकों जैसे इनपुट पर महत्वपूर्ण बचत होती है। अंततः, कठिन परिश्रम को कम करके, परिचालन दक्षता में सुधार करके और डेटा-आधारित निर्णयों का समर्थन करके, ड्रोन तकनीक किसानों के लिए एक अधिक

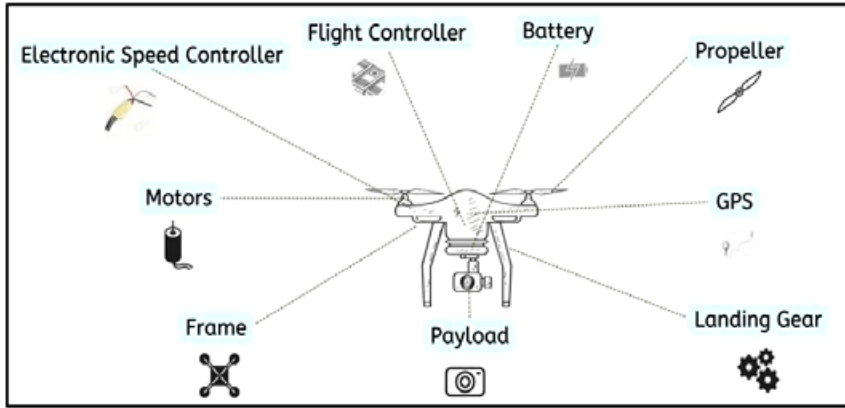
लचीला और लाभदायक भविष्य के निर्माण में एक प्रमुख मार्ग प्रस्तुत करती है।

कृषि ड्रोन की संरचना

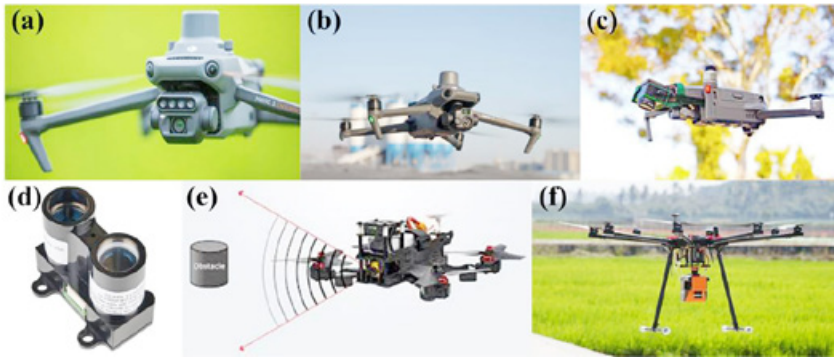
एक कृषि ड्रोन परस्पर जुड़े भागों की एक प्रणाली है जो उड़ान और डेटा संग्रह को सक्षम बनाती है। इसका मूल एक हल्का लेकिन सुदृढ़ फ्रेम है, जिसमें सभी घटक समाहित होते हैं। प्रणोदन इलेक्ट्रिक मोटर और प्रोपेलर से आता है, जिसे एक इलेक्ट्रॉनिक स्पीड कंट्रोलर (ईएससी) द्वारा प्रबंधित किया जाता है। ड्रोन का 'मस्तिष्क' उड़ान नियंत्रक है, एक सीपीयू जो स्थिरता बनाए रखने के लिए आदेशों और सेंसर डेटा को संसाधित करता है। एक जीपीएस मॉड्यूल नेविगेशन के लिए स्थान डेटा प्रदान करता है। बिजली की आपूर्ति एक उच्च क्षमता वाली लिथियम पॉलीमर (लिपो) या लिथियम आयन बैटरी द्वारा की जाती है, जो उड़ान की अवधि निर्धारित करती है। रिमोट ऑपरेशन के लिए, एक ट्रांसमीटर रिसेवर से संचार करता है। ड्रोन एक पेलोड ले जाता है, जैसे स्प्रे टैंक या उन्नत सेंसर। एक जिम्बल स्पष्ट इमेजिंग के लिए कैमरों को स्थिर करता है और एक टिकाऊ लैंडिंग गियर टेक-ऑफ और लैंडिंग में ड्रोन की सुरक्षा करता है।

प्रमुख सेंसर प्रौद्योगिकियाँ

- कृषि ड्रोन सटीक खेती के लिए परिष्कृत सेंसर का उपयोग करते हैं।
- **आरजीबी (दृश्य प्रकाश) कैमरा:** एक मानक उच्च-रिजॉल्यूशन कैमरा जिसका उपयोग फील्ड मैप (ऑर्थोमोजाइक) बनाने और फसल की अवस्था का दृश्य आकलन करने के लिए किया जाता है।
- **मल्टीस्पेक्ट्रल सेंसर:** एनडीवीआई जैसे वनस्पति सूचकांकों की गणना करने के लिए दृश्य बैंड और निकट-अवरक्त में डेटा कैप्चर करता है। यह नंगी आँखों से दिखाई देने से पहले फसल के तनाव, शक्ति और पोषक तत्व की स्थिति का पता लगाता है।
- **थर्मल सेंसर:** जल तनाव का पता लगाने के लिए सतह के तापमान को मापता है। इसका उपयोग सिंचाई प्रणालियों के निरीक्षण के लिए भी किया जाता है और यह बीमार पशुओं की पहचान करने में सहायता कर सकता है।
- **लिडार (प्रकाश संसूचन और परासरण):** भूभाग और फसल छतरियों के अत्यधिक सटीक 3डी मॉडल बनाने के लिए लेजर पल्स का उपयोग करता है। इसका उपयोग फसल की ऊँचाई, बायोमास मापने और पौधों की



चित्र 1: ड्रोन के घटक



चित्र 2: विभिन्न सेंसर प्रौद्योगिकियाँ (अ) मल्टीस्पेक्ट्रल सेंसर, (ब) थर्मल सेंसर, (स) आरजीबी (दृश्य प्रकाश) कैमरा, (द) लिडार (लाइट डिटेक्शन एंड रेंजिंग) सेंसर, (य) अल्ट्रासोनिक सेंसर, (र) हाइपरस्पेक्ट्रल सेंसर

संरचना का विश्लेषण करने के लिए किया जाता है।

- **हाइपरस्पेक्ट्रल सेंसर:** एक उन्नत सेंसर जो सैकड़ों संकीर्ण स्पेक्ट्रल बैंडों को कैप्चर करता है, जिससे पौधों की बीमारियों, कीटों के हमले या पोषक तत्वों की कमी जैसे अत्यधिक विशिष्ट विश्लेषण की अनुमति मिलती है।
- **सहायक सेंसर:** ड्रोन निरंतर स्त्रे ऊंचाई बनाए रखने के लिए अल्ट्रासोनिक सेंसर या रडार अल्टीमीटर और कम-जीपीएस क्षेत्रों में स्थिरता के लिए ऑप्टिकल फ्लो सेंसर का भी उपयोग करते हैं।

प्रमुख सेंसर प्रौद्योगिकियाँ



चित्र 3: ड्रोन प्लेटफॉर्म के प्रकार (अ) फिक्स्ड विंग ड्रोन, (ब) मल्टी रोटर ड्रोन, (स) हाइब्रिड ड्रोन

- **कृषि ड्रोन सटीक खेती के लिए परिष्कृत सेंसर का उपयोग करते हैं।**
- **आरजीबी (दृश्य प्रकाश) कैमरा:** एक मानक उच्च-रिजॉल्यूशन कैमरा जिसका उपयोग फील्ड मैप (ऑर्थोमोजाइक) बनाने और फसल की अवस्था का दृश्य आकलन करने के लिए किया जाता है।
- **मल्टीस्पेक्ट्रल सेंसर:** एनडीवीआई जैसे वनस्पति सूचकांकों की गणना करने के लिए दृश्य बैंड और निकट-अवरक्त में डेटा कैप्चर करता है। यह नंगी आँखों से दिखाई देने से पहले फसल के तनाव, शक्ति और पोषक तत्व की स्थिति का पता लगाता है।
- **थर्मल सेंसर:** जल तनाव का पता लगाने के

लिए सतह के तापमान को मापता है। इसका उपयोग सिंचाई प्रणालियों के निरीक्षण के लिए भी किया जाता है और यह बीमार पशुओं की पहचान करने में सहायता कर सकता है।

- **लिडार (प्रकाश संसूचन और परासरण):** भूभाग और फसल छतरियों के अत्यधिक सटीक 3डी मॉडल बनाने के लिए लेजर पल्स का उपयोग करता है। इसका उपयोग फसल की ऊंचाई, बायोमास मापने और पौधों की संरचना का विश्लेषण करने के लिए किया जाता है।
- **हाइपरस्पेक्ट्रल सेंसर:** एक उन्नत सेंसर जो सैकड़ों संकीर्ण स्पेक्ट्रल बैंडों को कैप्चर करता है, जिससे पौधों की बीमारियों, कीटों के हमले या पोषक तत्वों की कमी जैसे अत्यधिक विशिष्ट विश्लेषण की अनुमति मिलती है।
- **सहायक सेंसर:** ड्रोन निरंतर स्त्रे ऊंचाई बनाए रखने के लिए अल्ट्रासोनिक सेंसर या रडार अल्टीमीटर और कम-जीपीएस क्षेत्रों में स्थिरता के लिए ऑप्टिकल फ्लो सेंसर का भी उपयोग करते हैं।

डीजीसीए के अनुसार ड्रोन की श्रेणियाँ:

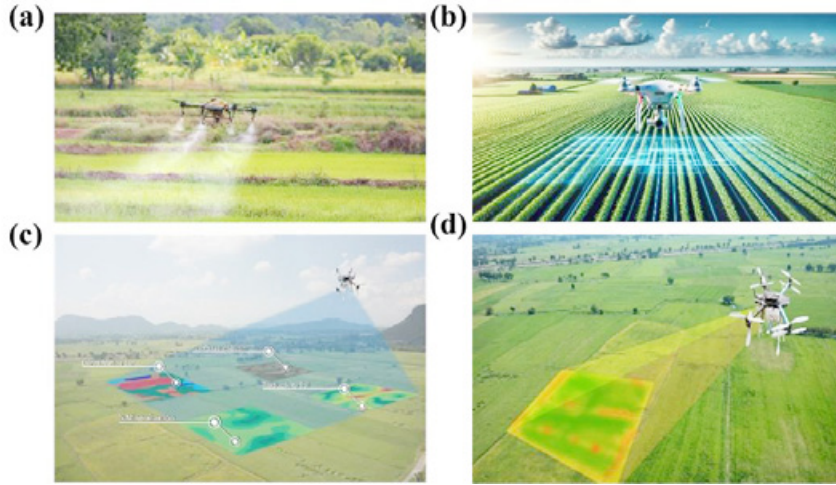
- **नैनो ड्रोन:** 250 ग्राम से कम या उसके बराबर।
- **माइक्रो ड्रोन:** 250 ग्राम से 2 किग्रा।
- **छोटे ड्रोन:** 2 किग्रा से 25 किग्रा।
- **मध्यम ड्रोन:** 25 किग्रा से 150 किग्रा।
- **बड़े ड्रोन:** 150 किग्रा से अधिक।

कृषि उद्देश्यों के लिए, अधिकांश ड्रोन सूक्ष्म या लघु श्रेणी में आते हैं।

व्यावहारिक कृषि लाभों के लिए अनुप्रयोग

ड्रोन व्यावहारिक समाधान प्रदान करते हैं जो सीधे उत्पादकता और लाभप्रदता में सुधार करते हैं।

- **सटीक छिड़काव:** केवल आवश्यक क्षेत्रों को लक्षित करके रसायनों के उपयोग और लागत को कम करता है। यह श्रमिकों को कृषि रसायनों के सीधे संपर्क से दूर रखकर सुरक्षा में भी सुधार करता है।
- **समस्या का शीघ्र पता लगाना:** मल्टीस्पेक्ट्रल और थर्मल सेंसर कीटों, बीमारियों या पानी की कमी से होने वाले फसल तनाव की पहचान कर लेते हैं, जिससे समय पर हस्तक्षेप संभव हो जाता है और उपज में भारी हानि को रोका जा सकता है।
- **डेटा-आधारित खेती:** पूरे खेत का एक विहंगम दृश्य प्रदान करता है, जिससे किसानों को संसाधन आवंटन के बारे में बेहतर, डेटा-आधारित निर्णय लेने में सहायता मिलती है ताकि उपज को अधिकतम किया जा सके।
- **कुशल पशुधन प्रबंधन:** बड़े क्षेत्रों में झुंडों की



चित्र 4: ड्रोन के अनुप्रयोग (क) सटीक छिड़काव, (ख) सुदूर संवेदन और डेटा संग्रहण, (ग) मृदा विश्लेषण, (घ) फसल और उपज का अनुमान

निरीक्षण, पशुओं के स्थान का पता लगाने और दूर से संभावित स्वास्थ्य समस्याओं की पहचान करने में लगने वाले समय और श्रम को काफी कम कर देता है।

- **सटीक उपज पूर्वानुमान:** विश्वसनीय कटाई-पूर्व उपज अनुमान प्रदान करके किसानों को फसल रसद, भंडारण और विपणन की योजना बनाने में सहायता करता है।

भारत में ड्रोन तकनीक: स्थिति और सरकारी सहायता

भारतीय कृषि में ड्रोन तकनीक को अपनाने की दर में उल्लेखनीय वृद्धि हो रही है, जो सरकारी पहलों और इसके लाभों की बढ़ती मान्यता के संयोजन से प्रेरित है। ड्रोन, या किसान ड्रोन, का उपयोग कीटनाशकों और तरल उर्वरकों के उपयोग के लिए सबसे प्रमुख है, विशेष रूप से चावल, गन्ना और दालों जैसी बड़े क्षेत्रफल वाली फसलों में। भारत सरकार नीतिगत समर्थन और वित्तीय सहायता के माध्यम से ड्रोन अपनाने को बढ़ावा देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही है। प्रमुख पहलों में सम्मिलित हैं:

- **कृषि यंत्रीकरण उप-मिशन (एसएमएम):** इस योजना के तहत, सरकार ड्रोन तकनीक को और अधिक सुलभ बनाने के लिए पर्याप्त सब्सिडी प्रदान करती है। भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (आईसीएआर), कृषि विज्ञान केंद्र (केवीके) और राज्य कृषि विश्वविद्यालयों जैसे कृषि संस्थानों को कृषि ड्रोन की खरीद पर 100 प्रतिशत सब्सिडी (10 लाख रुपये तक) दी जाती है। इससे उन्हें प्रदर्शन और अनुसंधान करने में सहायता मिलती है।



चित्र 5: केवीके जगतसिंहपुर द्वारा ड्रोन का उपयोग करके चावल में कीटनाशक का छिड़काव



- **किसानों के लिए वित्तीय सहायता:** व्यक्तिगत और सामूहिक रूप से ड्रोन अपनाने को प्रोत्साहित करने के लिए, किसान उत्पादक संगठन (एफपीओ) ड्रोन की लागत पर 75 प्रतिशत सब्सिडी के पात्र हैं। व्यक्तिगत लघु और सीमांत किसानों, अनुसूचित जाति/ अनुसूचित जनजाति के किसानों, महिला किसानों और पूर्वोत्तर राज्यों के किसानों के लिए 50 प्रतिशत (5 लाख रुपये तक) की सब्सिडी उपलब्ध है। अन्य किसान 40 प्रतिशत सब्सिडी (4 लाख रुपये तक) का लाभ उठा सकते हैं।
- **'ड्रोन दीदी' योजना:** इस महत्वाकांक्षी कार्यक्रम का उद्देश्य ग्रामीण क्षेत्रों की महिलाओं को प्रमाणित ड्रोन पायलट बनने का प्रशिक्षण देकर उन्हें सशक्त बनाना है। इस योजना के तहत, महिला स्वयं सहायता समूहों (एसएचजी) को ड्रोन उपलब्ध कराए जाते हैं, जिन्हें वे छिड़काव और अन्य सेवाओं के लिए किराए पर दे सकती हैं। यह पहल न केवल कृषि में प्रौद्योगिकी के उपयोग को बढ़ावा देती है, बल्कि ग्रामीण महिलाओं के लिए आजीविका के नए अवसर भी उत्पन्न करती है, जिससे वे कृषि मूल्य श्रृंखला में प्रमुख हितधारक बन जाती हैं।

ये समन्वित प्रयास ड्रोन प्रौद्योगिकी के प्रसार के लिए एक सहायक परिस्थितिकी तंत्र बनाने में सहायता

कर रहे हैं, जिसका उद्देश्य फसल उत्पादकता बढ़ाना, लागत कम करना और भारतीय कृषि का आधुनिकीकरण करना है।

छिड़काव के लिए परिचालन संबंधी सर्वोत्तम आचरण

सुरक्षित और प्रभावी ड्रोन छिड़काव के लिए परिचालन दिशानिर्देशों का पालन करना महत्वपूर्ण है। ये सर्वोत्तम अभ्यास भारत सरकार के मानक संचालन प्रक्रियाओं (एसओपी) पर आधारित हैं। ड्रोन को फसल की छतरी से 1.5-2.5 मीटर ऊपर 4.5-5.0 मीटर/सेकंड की गति से उड़ना चाहिए। लंबी फसलों के लिए यह ऊँचाई 3-4 मीटर तक बढ़ाई जा सकती है। छिड़काव की मात्रा को फसल घनत्व, आमतौर पर 20-25 लीटर/हेक्टेयर, के अनुसार समायोजित किया जाना चाहिए। बहाव को कम करने के लिए, संचालन के लिए 3 मीटर/सेकंड से कम हवा की गति, 50% से अधिक आर्द्रता और 35°C से कम तापमान की आवश्यकता होती है। पूरे दिन के काम के लिए, 6-8 चार्ज बैटरियों के रोटेशन की आवश्यकता होती है, क्योंकि प्रत्येक लगभग 15-20 मिनट की उड़ान प्रदान करती है। छिड़काव के बाद 48 घंटे का पुनः प्रवेश अंतराल रखने की सलाह दी जाती है। सभी उड़ानों को डीजीसीए के नियमों का पालन करना होगा, जिसमें ऑपरेटर की दृश्य रेखा के भीतर रहना भी सम्मिलित है। इन प्रथाओं का पालन ड्रोन की प्रभावशीलता और सुरक्षा को अधिकतम करता है (स्रोत: कृषि एवं किसान

कल्याण मंत्रालय, ड्रोन अनुप्रयोग के लिए मानक संचालन प्रक्रिया)।

निष्कर्ष

ड्रोन एक विशिष्ट तकनीक से आधुनिक खेती के लिए एक आवश्यक उपकरण के रूप में विकसित हो रहे हैं। वे एक नया दृष्टिकोण प्रदान करते हैं, जो सटीक डेटा की सहायता से, इनपुट लागत को कम करने और कठिन कार्यों को उन्नत विधि से करता है। यह मुख्य रूप से एक स्वस्थ लाभ और अधिक टिकाऊ संचालन में योगदान देता है। जैसे-जैसे ड्रोन तकनीक एआई और मशीन लर्निंग के साथ और अधिक एकीकृत होती जाएगी, यह और भी स्मार्ट होती जाएगी, कार्यों को स्वचालित और गहन अंतर्दृष्टि प्रदान करेगी। इस प्रौद्योगिकी की अधिक सुलभता, उत्पादकता के नए स्तर प्रदान करेगी, जिससे स्वस्थ फसलें, अधिक उपज और कृषि समुदाय के लिए अधिक सुरक्षित भविष्य प्राप्त होगा।

