

# कृषि इंजीनियरिंग में उन्नति: एक स्थायी भविष्य के लिए भारतीय कृषि को बदलना

डॉ राजबीर सिंह

उपमहानिदेशक (कृषि विस्तार), भाकृअनुप

## परिचय

भारत में कृषि इंजीनियरिंग अनुसंधान एक परिवर्तनकारी यात्रा की रीढ़ बन गया है जो एक लचीला, कुशल और टिकाऊ कृषि परिस्थितिकी तंत्र बनाने के लिए पारंपरिक प्रथाओं को आधुनिक तकनीकों के साथ जोड़ता है। भारतीय कृषि का विकास केवल पैदावार बढ़ाने से आगे बढ़ गया है अब इसमें दीर्घकालिक स्थिरता सुनिश्चित करने के लिए सटीक संसाधन प्रबंधन, जलवायु अनुकूलन और तकनीकी एकीकरण शामिल है। 2030 तक भारत की आबादी 1.5 बिलियन तक पहुँचने का अनुमान है, खाद्य सुरक्षा, संसाधन दक्षता और पर्यावरणीय लचीलापन महत्वपूर्ण चिंताएँ बन गई हैं।

मशीनीकरण, सटीक सिंचाई, अवशेष प्रबंधन, नवीकरणीय ऊर्जा एकीकरण, डिजिटल परिवर्तन और कटाई के बाद के नवाचारों में प्रगति उद्योग में क्रांति ला रही है। ये विकास न केवल उत्पादकता बढ़ाते हैं बल्कि संसाधन उपयोग को भी अनुकूलित करते हैं, पर्यावरणीय प्रभाव को कम करते हैं और ग्रामीण अर्थव्यवस्थाओं को मजबूत करते हैं। कृषि इंजीनियरिंग खेती के तरीकों को आधुनिक बनाने, श्रम तीव्रता को कम करने, जल संरक्षण में सुधार करने और कटाई के बाद के नुकसान को कम करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है - ऐसे कारक जो लाखों किसानों की आजीविका को सीधे प्रभावित करते हैं। भारत में अनियमित मानसून, मिट्टी का क्षरण, घटते भूजल संसाधन और श्रम की कमी जैसी चुनौतियों का सामना करने के कारण, कृषि इंजीनियरिंग अनुसंधान अभिनव समाधान प्रदान कर रहा है। एआई-संचालित कृषि प्रबंधन, उपग्रह-आधारित निगरानी, स्वचालित



सिंचाई प्रणाली और संधारणीय मशीनीकरण जैसी प्रौद्योगिकियाँ यह सुनिश्चित कर रही हैं कि जलवायु परिवर्तन के सामने भारतीय कृषि लचीली बनी रहे।

इसके अलावा, सौर ऊर्जा से सिंचाई और बायोगैस उत्पादन जैसे कृषि कार्यों में नवीकरणीय ऊर्जा का एकीकरण जीवाश्म ईंधन पर निर्भरता को कम कर रहा है और संधारणीय प्रथाओं को बढ़ावा दे रहा है। इन प्रगति का प्रभाव व्यक्तिगत खेतों से आगे बढ़कर राष्ट्रीय और वैश्विक स्तर तक फैला हुआ है, जो सतत विकास लक्ष्यों (एसडीजी) के प्रति भारत की प्रतिबद्धता और वैश्विक खाद्य सुरक्षा में इसकी भूमिका में योगदान देता है। सार्वजनिक-निजी भागीदारी, सरकारी पहल और अंतर्राष्ट्रीय

सहयोग कृषि इंजीनियरिंग में अनुसंधान और नवाचार को और तेज कर रहे हैं, जिससे यह भारतीय कृषि के भविष्य के लिए आधारशिला बन गया है। कृषि इंजीनियरिंग अनुसंधान की भूमिका कृषि मशीनीकरण को बढ़ाना कृषि मशीनीकरण ने श्रम निर्भरता को कम करके और परिचालन दक्षता को बढ़ाकर उत्पादकता में उल्लेखनीय सुधार किया है। स्व-चालित कंबाइन हार्वेस्टर, बहु-फसल श्रेशर और प्रिसिशन सीडर में प्रगति ने फसल की पैदावार में 15-20 प्रतिशत की वृद्धि की है, जबकि इनपुट लागत में 25-30 प्रतिशत की कमी आई है। लेजर लैंड लेवलिंग जैसी तकनीकों ने पंजाब, हरियाणा और बिहार जैसे राज्यों में पानी के उपयोग की दक्षता में 20-30 प्रतिशत सुधार किया है।

इन प्रगति के बावजूद, भारत का मशीनीकरण स्तर 47 प्रतिशत पर बना हुआ है, जो चीन (59.5 प्रतिशत) और ब्राजील (75 प्रतिशत) से पीछे है। 2014-15 में शुरू की गई कृषि मशीनीकरण उप-मिशन (एसएमएम) जैसी सरकारी पहल का उद्देश्य इस अंतर को पाटना है। कस्टम हायरिंग सेंटर (सीएचसी) और कम लागत वाली मशीनरी ने उन्नत कृषि उपकरणों तक पहुँच को लोकतांत्रिक बना दिया है।

## कुशल सिंचाई और जल प्रबंधन

कृषि भारत के मिटे पानी के संसाधनों का लगभग 80 प्रतिशत उपभोग करती है, जिससे कुशल जल प्रबंधन महत्वपूर्ण हो जाता है। महाराष्ट्र, गुजरात और कर्नाटक जैसे राज्यों में ड्रिप सिंचाई ने जल उपयोग दक्षता में 30-50 प्रतिशत तक सुधार



किया है। इसी तरह, राजस्थान और मध्य प्रदेश में व्यापक रूप से अपनाई गई स्प्रिंकलर सिंचाई अब सिंचित भूमि के 21-23 प्रतिशत हिस्से को कवर करती है।

#### प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना

(पीएमकेएसवाई) ने सूक्ष्म सिंचाई को 12.91 मिलियन हेक्टेयर तक विस्तारित करने में मदद की है, जिससे पारंपरिक सतही सिंचाई में 30-35 प्रतिशत की तुलना में सिंचाई दक्षता 80-90 प्रतिशत तक बढ़ गई है। आईओटी सेंसर और मोबाइल ऐप से लैस स्मार्ट सिंचाई प्रणाली, मिट्टी की नमी, मौसम के पूर्वानुमान और फसल की पानी की आवश्यकताओं पर वास्तविक समय के डेटा को रिले करती है, जिससे किसान सिंचाई को सटीक रूप से शेड्यूल कर सकते हैं, पानी की बचत कर सकते हैं और इनपुट लागत में कटौती कर सकते हैं। तेलंगाना के मिशन काकतीय जैसी पहलों ने प्राचीन जल संचयन तकनीकों को पुनर्जीवित किया है, भूजल स्तर को बहाल किया है और जैव विविधता को बढ़ावा दिया है।

#### मृदा एवं जल संरक्षण

भारत में मिट्टी का कटाव और भूमि क्षरण बहुत अधिक है, जिसका असर 120 मिलियन हेक्टेयर

से अधिक भूमि पर पड़ रहा है। जीरो टिलेज, कंटूर फार्मिंग, चेक डैम और परकोलेशन तालाब जैसी संरक्षण कृषि पद्धतियाँ इन समस्याओं को कम करने में मदद करती हैं। एकीकृत वाटरशेड प्रबंधन प्रथाओं ने मिट्टी की अवधारण में, खासकर राजस्थान और मध्य प्रदेश के वर्षा आधारित क्षेत्रों में सुधार किया है।

कृषि स्थिरता का एक स्तंभ-मृदा स्वास्थ्य-संरक्षण जुताई और मल्लिंग से लाभान्वित हुआ है, जो कटाव को कम करता है, कार्बनिक पदार्थों को बढ़ाता है और पोषक तत्वों के चक्रण में सुधार करता है। जैविक और जैव-उर्वरकों को अपनाने में सालाना 30 प्रतिशत की वृद्धि हुई है, जिससे रासायनिक इनपुट पर निर्भरता कम हुई है और मिट्टी के स्वास्थ्य में सुधार हुआ है।

कटाई के बाद की तकनीकें और मूल्य संवर्धन भारत में कटाई के बाद होने वाला नुकसान 10-15 प्रतिशत (92,651 करोड़ सालाना) के बीच है। नियंत्रित वातावरण (सीए) भंडारण, हार्मेटिक भंडारण और सौर ऊर्जा से चलने वाली कोल्ड स्टोरेज इकाइयों जैसे उन्नत भंडारण समाधानों ने खराब होने वाली वस्तुओं, खासकर फलों और सब्जियों के लिए, को काफी हद तक कम कर दिया है। नियंत्रित वातावरण भंडारण से ही फसल के बाद

खराब होने वाली फसलों में 50 प्रतिशत तक की कमी आई है।

मिलिंग प्रक्रियाओं के आधुनिकीकरण से दक्षता में सुधार हुआ है। दाल मिलिंग दक्षता 60 प्रतिशत से बढ़कर 75 प्रतिशत हो गई है, और चावल मिलिंग दक्षता 65 प्रतिशत से बढ़कर 75 प्रतिशत हो गई है, जिससे अनाज का बेहतर उपयोग हुआ है और बर्बादी कम हुई है। बेहतर परिवहन और पैकेजिंग तकनीक ने किसानों के लिए बाजार तक पहुंच और लाभप्रदता को और बढ़ाया है।

स्वचालित पोस्ट-हार्वेस्ट तकनीकें, जैसे कि सौर ऊर्जा से चलने वाली कोल्ड स्टोरेज इकाइयाँ और एआई-संचालित ग्रेडिंग सिस्टम, फसल के बाद होने वाले नुकसान को कम करती हैं - जिसका अनुमान सालाना 1.52 लाख करोड़ से अधिक है - और यह सुनिश्चित करती हैं कि उपज का अधिक अनुपात इष्टतम स्थिति में बाजार तक पहुँचे, जिससे किसानों की आय बढ़े और खाद्य सुरक्षा बढ़े।

#### डिजिटल खेती और सटीक कृषि

इस क्रांति में डिजिटल परिवर्तन की महत्वपूर्ण भूमिका होने की उम्मीद है, क्योंकि कृषि इंजीनियर खेतों का सर्वेक्षण करने, फसल के स्वास्थ्य की



निगरानी करने और कीटों की पहचान करने के लिए मल्टीस्पेक्ट्रल कैमरों से लैस ड्रोन तैनात करते हैं। मोबाइल एप्लिकेशन के साथ एकीकृत प्वज् सेंसर मिट्टी की नमी, पोषक तत्वों के स्तर और मौसम की स्थिति पर वास्तविक समय का डेटा एकत्र करते हैं। 17-संचालित प्लेटफॉर्म सिंचाई शेड्यूलिंग, उर्वरक अनुप्रयोग और कीट प्रबंधन पर अनुरूप सिफारिशें प्रदान करने के लिए इस डेटा का विश्लेषण करते हैं।

भारत सरकार ने खेती के तरीकों में। एआई, ब्लॉकचेन और बड़े डेटा एनालिटिक्स को एकीकृत करने के लिए डिजिटल कृषि मिशन (2021-25) शुरू किया। जीपीएस-सक्षम ट्रैक्टर, ड्रोन-आधारित फसल निगरानी और मृदा स्वास्थ्य मानचित्रण संसाधन उपयोग को अनुकूलित करने और निर्णय लेने में सुधार करने में मदद करते हैं, जिससे उच्च पैदावार, कम इनपुट लागत और बेहतर स्थिरता में योगदान मिलता है।

#### कृषि में नवीकरणीय ऊर्जा

भारत किसान ऊर्जा सुरक्षा एवं उत्थान महाभियान (कुसुम) योजना जैसी पहलों के माध्यम से कृषि



में नवीकरणीय ऊर्जा अपनाने की दिशा में आगे बढ़ रहा है, जिसका लक्ष्य 2025 तक 2 मिलियन सौर पंप स्थापित करना है। सौर ऊर्जा से चलने वाली सिंचाई, बायोमास ऊर्जा और पवन ऊर्जा जीवाश्म ईंधन पर निर्भरता को कम करने, कार्बन उत्सर्जन

को कम करने और टिकाऊ कृषि पद्धतियों को बढ़ावा देने में मदद करती है।

ग्रामीण क्षेत्रों में सौर ऊर्जा से चलने वाली सिंचाई प्रणालियाँ डीजलध्वज्युत पंपों की जगह ले रही हैं, जिससे परिचालन लागत और कार्बन फुटप्रिंट कम हो रहे हैं। फसल अवशेषों को संसाधित करने वाले बायोगैस संयंत्र स्वच्छ ऊर्जा उत्पन्न करते हैं और जीवाश्म ईंधन पर निर्भरता कम करते हैं।

#### जलवायु-लचीली कृषि प्रौद्योगिकियाँ

जलवायु परिवर्तन के कारण कृषि उत्पादकता के लिए महत्वपूर्ण चुनौतियाँ उत्पन्न होने के कारण, जलवायु-लचीली प्रौद्योगिकियाँ विकसित करना महत्वपूर्ण है। संरक्षण कृषि पद्धतियाँ, जैसे कि शून्य जुताई और धान के अवशेष प्रबंधन के लिए हैप्पी सीडर के उपयोग ने उत्तर भारत में वायु प्रदूषण को 35-40 प्रतिशत तक कम किया है।

भविष्य के शोध में छोटे किसानों के लिए एआई-संचालित स्वचालन, जीपीएस-आधारित स्मार्ट सिंचाई प्रणालियों को बढ़ाना, जैव-इंजीनियरिंग



जलवायु-लचीली फसलों का विकास करना और ग्रामीण मशीनीकरण बुनियादी ढांचे को बढ़ाना शामिल होना चाहिए।

#### भविष्य का दृष्टिकोण और चुनौतियाँ

उल्लेखनीय प्रगति के बावजूद, चुनौतियाँ बनी हुई हैं, जिनमें उन्नत तकनीकों को लागू करने की उच्च लागत, खंडित भूमि जोत, श्रम की कमी और जलवायु परिवर्तन का चल रहा प्रभाव शामिल है। इन समाधानों के सफल कार्यान्वयन

के लिए न केवल तकनीकी नवाचार बल्कि नीतिगत प्रोत्साहन, प्रशिक्षण कार्यक्रम और वित्तीय सहायता के रूप में मजबूत समर्थन प्रणाली की भी आवश्यकता होती है। भविष्य में रोमांचक संभावनाएँ हैं, जिसमें अक्षय ऊर्जा एकीकरण के माध्यम से हरित हाइड्रोजन उत्पादन की संभावना, विशेषज्ञ सलाह तक पहुँच को लोकतांत्रिक बनाने के लिए क्षेत्रीय भाषाओं में 1P-संचालित चैटबॉट और सौर माइक्रोग्रिड और डिजिटल कनेक्टिविटी को एकीकृत करने वाले

जलवायु-स्मार्ट गाँव शामिल हैं।

#### निष्कर्ष

भारतीय कृषि पर कृषि इंजीनियरिंग अनुसंधान का प्रभाव परिवर्तन की कहानी है - हरित क्रांति से एक ऐसे भविष्य की यात्रा जहाँ तकनीक, परंपरा और स्थिरता एक मजबूत, न्यायसंगत और समृद्ध कृषि परिदृश्य बनाने के लिए अभिसरण करती है। प्रौद्योगिकी और वैज्ञानिक प्रगति का लाभ उठाकर, भारत आने वाले दशकों में कृषि विकास को जारी रखने के लिए तैयार है। कृषि इंजीनियरिंग अनुसंधान खेती के तरीकों को फिर से परिभाषित करने में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता रहेगा, जिससे यह सुनिश्चित होगा कि यह क्षेत्र मजबूत, अनुकूलनीय और ग्रामीण भारत में सामाजिक-आर्थिक विकास को आगे बढ़ाने में सक्षम बना रहे। खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने, कटाई के बाद होने वाले नुकसान को कम करने और पर्यावरणीय स्थिरता हासिल करने के लिए निरंतर नवाचार और नीति समर्थन आवश्यक होगा।

