संरक्षित खेती के लिए इंजीनियरिंग और प्रौद्योगिकियाँ: भारत में ब्लूबेरी खेती का मार्ग

पवन कुमार
चीफ़ जनरल मैनेजर, पतंजलि ऑर्गेनिक रिसर्च इंस्टीट्यूट

ब्लूबेरी विश्व स्तर पर सबसे तेज़ी से बढ़ने वाली फल फसलों में से एक बन गई है, जिसका उत्पादन 20 लाख टन को पार कर चुका है। चीन, संयुक्त राज्य अमेरिका और पेरू जैसे देश इस क्षेत्र में अग्रणी हैं, जिनमें पेरू अत्यधिक कुशल उत्पादन प्रणालियों के माध्यम से निर्यात में सबसे आगे है। उन्नत क्षेत्रों में पैदावार 10–20 टन प्रति हेक्टेयर के बीच होती है, जो उन्नत किस्मों और संगठित आपूर्ति श्रृंखलाओं द्वारा समर्थित है। फल की मजबूत स्वास्थ्य अपील से प्रेरित बढ़ती वैश्विक माँग ने ब्लूबेरी को एक साल भर उपलब्ध, उच्च-मूल्य वाली वस्तु बना दिया है। भारत में, ब्लूबेरी एक उभरती हुई लेकिन तेज़ी से विकसित होने वाली फसल बनी हुई है। महाराष्ट्र, कर्नाटक, हिमाचल प्रदेश और उत्तराखंड में खेती का विस्तार हो रहा है, जो मुख्यतः संरक्षित और मृदारहित प्रणालियों के अंतर्गत है। घरेलू उत्पादन प्रतिवर्ष अनुमानित 2-3 हज़ार टन है, जो माँग से कहीं कम है। आयात प्रतिवर्ष 20,000 टन से अधिक है, मुख्य रूप से पेरू, चिली और अमेरिका से, जो भारत को एक अत्यधिक आयात-निर्भर बाज़ार बनाता है

यह अंतर एक स्पष्ट अवसर प्रस्तुत करता है। हालाँकि, ब्लूबेरी एक पारंपरिक फसल नहीं है जो भारत के अधिकांश हिस्सों में खुले मैदान की

परिस्थितियों के अनुकूल हो। इसकी सफलता जलवायु, जल, पोषक तत्वों और मिट्टी की परिस्थितियों पर सटीक नियंत्रण पर निर्भर करती है। यहीं पर कृषि प्रौद्योगिकी महत्वपूर्ण हो जाती है। संरक्षित खेती, सब्सट्रेट-आधारित उगाई और परिशुद्ध सिंचाई केवल उत्पादकता उपकरण नहीं हैं — बल्कि ये ऐसे साधन हैं जो भारतीय परिस्थितियों में फसल को व्यवहार्य बनाते हैं। जैसे-जैसे माँग बढ़ती है और प्रौद्योगिकी अपनाने में सुधार होता है, भारत में धीरे-धीरे आयात-संचालित बाज़ार से एक प्रतिस्पर्धी घरेलू उत्पादक बनने की क्षमता है। संरक्षित खेती, जिसे नियंत्रित पर्यावरण कृषि के रूप में भी जाना जाता है, इस परिवर्तन की आधारशिला के रूप में उभर रही है। इंजीनियरिंग नवाचारों को कृषि विज्ञान के साथ मिलाकर, यह किसानों और कृषि-उद्यमियों को ब्लूबेरी जैसी उच्च-मूल्य वाली फसलों को बेहतर गुणवत्ता और लाभप्रदता के साथ लगातार उगाने में सक्षम बनाती है।

संरक्षित खेती में पॉलीहाउस, ग्रीनहाउस और पॉलीटनल जैसी संरचनाओं के अंतर्गत फसलें उगाना शामिल है, जहाँ तापमान, आर्द्रता, प्रकाश और पोषक तत्वों को सावधानीपूर्वक नियंत्रित और निगरानी की जाती है। यह दृष्टिकोण जलवायु जोखिमों को कम करता है, उत्पादकता बढ़ाता है और फसल की गुणवत्ता में सुधार करता है — और अक्सर खुले मैदान की खेती की तुलना में दो से तीन गुना अधिक पैदावार देता है। ब्लूबेरी जैसी फसलों के लिए, जिन्हें सटीक उगाई परिस्थितियों की आवश्यकता होती है, संरक्षित खेती अनिवार्य है।

1. उपयुक्त किस्में:

भारत में ब्लूबेरी की खेती विविध कृषि-जलवायु क्षेत्रों के अनुकूल किस्मों की उपलब्धता के साथ विस्तारित हुई है। उच्च-शीत और मध्यम किस्में समशीतोष्ण और हिमालयी क्षेत्रों में अच्छा प्रदर्शन करती हैं। कम-शीत और शून्य-शीत किस्मों ने उपोष्णकटिबंधीय और यहाँ तक कि उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में अवसर खोले हैं, जिससे फसल का दायरा काफी विस्तृत हुआ है। ऊतक संवर्धन प्रसार में प्रगति बेहतर स्थापना और

पैदावार के साथ एकसमान, रोग-मुक्त रोपण सामग्री सुनिश्चित करती है। इसके अतिरिक्त, वैश्विक प्रजनन कार्यक्रमों द्वारा विकसित पेटेंट और मालिकाना किस्में बेहतर फल गुणवत्ता, शेल्फ जीवन और अनुकूलनशीलता प्रदान करती हैं। साथ मिलकर, ये नवाचार विविध भारतीय परिस्थितियों में ब्लूबेरी की परिशुद्ध खेती को सक्षम बना रहे हैं, जो उच्च-मूल्य बागवानी विकास को समर्थन दे रहे हैं।

2. इंजीनियरिंग की रीढ़:
संरक्षित खेती के केंद्र में इंजीनियरिंग डिज़ाइन है। पॉलीटनल और पॉलीहाउस जैसी संरचनाएँ सूक्ष्म जलवायु बनाती हैं जो फसलों को अत्यधिक मौसम, कीटों और बीमारियों से बचाती हैं। धातु के ढाँचों पर यूवी-स्थिरीकृत पॉलीइथिलीन शीट से निर्मित ये संरचनाएँ सौर विकिरण को रोकती हैं, इष्टतम तापमान बनाए रखती हैं और ऑफ-सीज़न खेती को सक्षम बनाती हैं — जो ब्लूबेरी जैसी संवेदनशील फसलों के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। इनमें वेंटिलेशन प्रणालियाँ, कीट-रोधी जाल, फॉगिंग इकाइयाँ और स्वचालित जलवायु नियंत्रण भी शामिल हैं। ये तापमान, आर्द्रता और प्रकाश तीव्रता के सटीक नियमन की अनुमति देते हैं, जो सीधे पौधों की शरीर क्रिया विज्ञान और पैदावार को प्रभावित करते हैं।

3. ड्रिप सिंचाई और फर्टिगेशन:
संरक्षित खेती में सफलता के लिए जल और पोषक तत्व प्रबंधन केंद्रीय भूमिका निभाते हैं। ड्रिप सिंचाई प्रणालियाँ, फर्टिगेशन इकाइयों के साथ मिलकर, नमी और पोषक तत्वों को नियंत्रित मात्रा में सीधे जड़ क्षेत्र तक पहुँचाती हैं। ड्रिप प्रणालियाँ एकसमान जल वितरण, जल उपयोग में 30–50% की बचत और विकास चरणों के अनुरूप सटीक पोषक तत्व वितरण सुनिश्चित करती हैं। फर्टिगेशन ड्रिप लाइनों के माध्यम से घुलनशील उर्वरकों को देने में मदद करता है और पोषक तत्वों की संरचना में वास्तविक समय में समायोजन की अनुमति देता है, जिससे फल का आकार, स्वाद और दृढ़ता बढ़ती है तथा प्रीमियम गुणवत्ता वाली उपज सुनिश्चित होती है।

4. सब्सट्रेट-आधारित खेती:
मृदारहित खेती उच्च-मूल्य बागवानी को बदल रही है — देशी मिट्टी पर निर्भर रहने के बजाय, फसलें कोकोपीट, पर्लाइट या पीट मॉस जैसे इंजीनियर्ड माध्यमों में उगाई जाती हैं। भारत में ब्लूबेरी की खेती के लिए सब्सट्रेट-आधारित प्रणालियाँ आवश्यक हैं और यह स्पष्ट लाभ प्रदान करती हैं, जैसेः pH और विद्युत चालकता पर नियंत्रण, बेहतर जल निकासी और वातन, एकसमान जड़ विकास, मिट्टी-जनित रोगों में कमी आदि ग्रो बैग और एयरपॉट जैसे आधुनिक कंटेनर जड़ वातन को और बढ़ाते हैं तथा जड़ों के चक्करदार विकास को रोकते हैं। इससे स्वस्थ पौधे, बेहतर पोषक तत्व अवशोषण और अधिक पैदावार प्राप्त होती है।

5. खरपतवार प्रबंधन: मैट और मल्चिंग:
उच्च-मूल्य फसल प्रणालियों में खरपतवार नियंत्रण अत्यंत महत्वपूर्ण है। खरपतवार मैट और प्लास्टिक मल्चिंग जैसे इंजीनियरिंग समाधान रसायनों के बिना खरपतवारों को दबाते हैं और फल की स्वच्छता में सुधार करते हैं। ये मिट्टी के तापमान को स्थिर करने और वाष्पीकरण हानि को कम करने में भी मदद करते हैं, जो समग्र फसल स्वास्थ्य में योगदान देता है।

6. जलवायु नियंत्रण और निगरानी: बुद्धिमत्ता परत:
संरक्षित खेती का भविष्य डेटा-संचालित खेती में निहित है। सेंसर और निगरानी प्रणालियाँ अब प्रमुख मापदंडों के लिए फसल स्वास्थ्य और पर्यावरणीय परिस्थितियों पर वास्तविक समय की जानकारी प्रदान करती हैं, जैसेः तापमान और आर्द्रता, प्रकाश तीव्रता (PAR और Lux), सब्सट्रेट नमी और पोषक स्तर (EC और pH) आदि कारकों के प्रबंधन से पौधों की वृद्धि अनुकूलित होती है, तनाव कम होता है और एकसमान फल गुणवत्ता सुनिश्चित होती है। IoT-आधारित सेंसर, स्वचालित सिंचाई नियंत्रक और मोबाइल डैशबोर्ड उद्यमियों और किसानों को समय पर निर्णय लेने में सशक्त बनाते हैं। उभरते AI उपकरण तनाव, बीमारी, पोषक तत्वों की कमी की प्रारंभिक पहचान और पैदावार निगरानी की अनुमति देते हैं।

ब्लूबेरी संरक्षित खेती की क्षमता का उदाहरण प्रस्तुत करती है। इन्हें नियंत्रित तापमान और आर्द्रता, अम्लीय उगाई माध्यम, सटीक सिंचाई और फर्टिगेशन तथा अत्यधिक वर्षा और गर्मी से सुरक्षा की आवश्यकता होती है। नियंत्रित वातावरण में, ब्लूबेरी बेहतर आकार, मिठास, दृढ़ता और शेल्फ जीवन प्राप्त करती है — जो प्रीमियम घरेलू और निर्यात बाज़ारों के लिए आवश्यक गुण हैं। विभिन्न कृषि-जलवायु क्षेत्रों के अनुकूल किस्मों के विकास ने भारत के नए क्षेत्रों में उनकी खेती को और विस्तारित किया है।

चुनौतियाँ और आगे का मार्ग:
अपनी संभावनाओं के बावजूद, संरक्षित खेती कुछ बाधाओं का सामना करती हैः उच्च प्रारंभिक निवेश, तकनीकी जानकारी की कमी और गुणवत्तापूर्ण इनपुट तक सीमित पहुँच। इन चिंताओं को दूर करने के लिए निम्नलिखित की आवश्यकता हैः पर्याप्त प्रशिक्षण और क्षमता निर्माण, किफायती वित्तपोषण और सब्सिडी, उपकरणों का स्थानीय निर्माण, मजबूत विस्तार/सलाहकार सेवाएँ एवं डिजिटल सलाहकार प्लेटफ़ॉर्म।

निष्कर्ष:
इंजीनियरिंग और प्रौद्योगिकी भारतीय कृषि को पुनर्परिभाषित कर रही है। पॉलीटनल, ड्रिप सिंचाई, सब्सट्रेट, खरपतवार मैट और बुद्धिमान निगरानी के माध्यम से संरक्षित खेती धीरे-धीरे पारंपरिक खेती से परिशुद्ध बागवानी की ओर एक आदर्श बदलाव को चिह्नित कर रही है। ब्लूबेरी की खेती यह प्रदर्शित करती है कि कैसे एक उच्च-मूल्य फसल, सही प्रौद्योगिकियों के समर्थन से, कृषि अर्थव्यवस्था को बदल सकती है।