# भारत में संरक्षित खेती को बढ़ावा देना

**पीतम चंद्र**
पूर्व निदेशक, भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद - केंद्रीय कृषि अभियांत्रिकी संस्थान, भोपाल

**पृष्ठभूमि**

जलवायु परिवर्तन के प्रभाव को कम करने और स्वास्थ्य तथा स्थिरता पर केंद्रित भविष्य की खाद्य उत्पादन की सुरक्षा के लिए कृषि क्षेत्र को अधिक संसाधन-कुशल और जलवायु-अनुकूल प्रौद्योगिकियों की ओर अपने परिवर्तन को तेज करने की आवश्यकता है। बेहतर कृषि की तलाश के कारणों में शामिल हैं — (1) तेजी से बढ़ती विश्व जनसंख्या, (2) शहरीकरण, (3) बुजुर्ग होती जनसंख्या, (4) आर्थिक विकास, (5) कृषि निवेश, (6) आर्थिक असमानता, (7) प्राकृतिक संसाधनों के लिए बढ़ती प्रतिस्पर्धा, (8) जलवायु परिवर्तन, (9) सीमा-पार कीट और बीमारियाँ, तथा (10) कई फसलों की कृषि उत्पादकता का ठहराव। विज्ञान और प्रौद्योगिकी के अन्य क्षेत्रों में हो रहे समकालीन नवाचारों के अनुरूप खाद्य उत्पादन के लिए एक अधिक मौलिक दृष्टिकोण की आवश्यकता है। ऐसा ही एक नवाचार संरक्षित खेती है, जिसमें पारंपरिक कृषि की अधिकांश कमियों को दूर करने की क्षमता है।

**संरक्षित खेती**

खुले खेतों में फसलें बड़ी संख्या में जैविक और अजैविक तनावों के अधीन होती हैं, जिससे उनकी आंशिक या पूर्ण विफलता होती है। संरक्षित खेती का उद्भव महत्वपूर्ण तनावों के विरुद्ध आर्थिक रूप से उचित सुरक्षा प्रदान करने के उद्देश्य से हुआ। संरक्षित खेती प्रौद्योगिकियों में सामान्यतः शामिल हैं — एंटी-हेल / एंटी-बर्ड नेट, क्लोश, मल्चिंग, रो कवर / लो टनल, फ्लोटिंग रो कवर, शेड / नेट हाउस, सूक्ष्म-सिंचाई, हाइड्रोपोनिक्स, एरोपोनिक्स, एक्वापोनिक्स, एरोपोनिक्स, जियोपोनिक्स, ग्रीनहाउस, प्लांट फैक्ट्री और एग्री-क्यूब। संरक्षित खेती पूंजी, ऊर्जा और प्रौद्योगिकी की दृष्टि से एक गहन तकनीक है।

संरक्षित खेती भूमि पर, भूमि के नीचे, जल पर या जल के नीचे, और अंतरिक्ष में भी, कभी भी और कहीं भी पौधों को उगाने की अनुमति देती है। फसल उत्पादकता को प्रति इकाई क्षेत्र, प्रति इकाई समय, प्रति इकाई इनपुट और प्रति इकाई आयतन के आधार पर अधिकतम किया जा सकता है। फसल का उत्पाद उच्च गुणवत्ता वाला होता है और सभी प्रकार के दूषित तत्वों से मुक्त होता है। संरक्षित खेती का सबसे उन्नत प्रकार, प्लांट फैक्ट्री (इनडोर पादप उत्पादन) प्रणाली, उद्योग, सरकार और शिक्षा जगत के संयुक्त प्रयासों से समर्थित होकर, अब शहरी कृषि और वर्टिकल फार्म के रूप में गति प्राप्त कर रही है।

**अभियांत्रिकी संबंधी चिंताएँ**

आज संरक्षित खेती का संबंध संरचनाओं के अनुकूलित डिजाइन, ऊर्जा संरक्षण, नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों के उपयोग, स्मार्ट सूक्ष्म-जलवायु नियंत्रण, और रोबोट तथा स्वायत्त भूमि एवं हवाई वाहनों सहित फसल संचालन के लिए मशीनों के समावेश के माध्यम से स्थिरता, संसाधन दक्षता और स्वचालन से है।

सौम्य जलवायु में सरल संरचनाएँ पर्याप्त होती हैं। हालाँकि, कठोर जलवायु के लिए ग्रीनहाउस को न केवल मजबूती बल्कि ऊर्जा संरक्षण को ध्यान में रखते हुए डिजाइन किया जाना आवश्यक है। पिछले तीन दशकों में जलवायु नियंत्रण के प्रबंधन, उत्पादन प्रौद्योगिकियों और ग्रीनहाउस में संसाधन

उपयोग दक्षता में सुधार की रणनीतियों में महत्वपूर्ण प्रगति देखी गई है।

ग्रीनहाउस जलवायु नियंत्रण का अभ्यास उगाने के मौसम के विस्तार, उपज में वृद्धि और अधिकतम संसाधन उपयोग दक्षता के साथ उत्पाद की गुणवत्ता को बढ़ाने के लिए किया जाता है। ग्रीनहाउस प्रौद्योगिकी में हालिया अभियांत्रिकी विकास इन विषयों से संबंधित हैं — संरचनात्मक डिजाइन; आवरण सामग्री; जलवायु नियंत्रण रणनीतियाँ, हाइब्रिड प्रकाश व्यवस्था, रोबोटिक्स, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), वर्षा जल संचयन तालाब, ऊर्जा संरक्षण, नवीकरणीय ऊर्जा अनुप्रयोग, संयुक्त ताप और शक्ति प्रणालियाँ, निलंबित हाइड्रोपोनिक्स, तथा हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग।

ठंडे क्षेत्रों के लिए, ग्रीनहाउस में हाइब्रिड प्रकाश व्यवस्था ऊर्जा दक्षता को लाभदायक ताप उत्पादन के साथ संतुलित करने के लिए उच्च-दबाव सोडियम (HPS) लैंप और प्रकाश-उत्सर्जक डायोड (LED) को संयुक्त करती है। LED बेहतर प्रकाश स्पेक्ट्रम और कम परिचालन लागत प्रदान करते हैं।

गैर-विद्युत ग्रीनहाउस शीतलन तापमान प्रबंधन के लिए निष्क्रिय तकनीकों पर निर्भर करता है, जो मुख्य रूप से वेंटिलेशन, छायांकन, वाष्पीकरण शीतलन और अर्थ-ट्यूब हीट एक्सचेंजर्स पर केंद्रित है। प्रमुख विधियों में शामिल हो सकते हैं — स्वचालित सौर-ऊर्जा चालित छत वेंट स्थापित करना, 50-70% बाहरी शेड क्लॉथ लगाना, परावर्तक सफेदी से छतों को रंगना, तापीय द्रव्यमान के लिए पानी के बैरल का उपयोग करना, और निचले साइड वेंट के माध्यम से प्राकृतिक वायु प्रवाह को अधिकतम करना।

डिजिटल ट्विन एक आभासी संरचना है, जो किसी भौतिक प्रणाली की संरचना, संदर्भ और व्यवहार का प्रतिनिधित्व करती है। डिजिटल ट्विन का जन्म उन्नत सेंसर प्रौद्योगिकी, IoT और कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) के उपयोग से होता

है। डिजिटल ट्विन अपने भौतिक ट्विन से प्राप्त डेटा के साथ लगातार अद्यतन होता रहता है और इस प्रकार यह गतिशील और परिवर्तनशील होता है। डिजिटल ट्विन भौतिक प्रणाली की वास्तविक समय में निगरानी करने, पूर्वानुमान लगाने और प्रबंधन संबंधी निर्णय लेने में सहायता करता है।

शून्य कार्बन फुटप्रिंट वाले ग्रीनहाउस सौर, भूतापीय या अपशिष्ट ताप जैसे नवीकरणीय स्रोतों के माध्यम से अपनी 100% ऊर्जा ऑन-साइट उत्पन्न करके और उच्च-दक्षता डिजाइन के साथ मिलकर शुद्ध-शून्य उत्सर्जन प्राप्त करते हैं। प्रमुख विशेषताओं में शामिल हैं — निष्क्रिय सौर डिजाइन, उत्कृष्ट इन्सुलेशन, तापीय द्रव्यमान (पानी के बैरल, रेत बैटरी, रॉक-बेड), और ऊर्जा-कुशल प्रकाश व्यवस्था (LED / ऑप्टिकल फिल्म)।

**भारतीय संदर्भ में संरक्षित खेती**

संरक्षित खेती कृषि का एक भविष्योन्मुखी रूप है जो जलवायु परिवर्तन के खतरों और भूमि तथा प्राकृतिक संसाधनों की कमी को ऑफसेट करने में सक्षम है। भारत ने 1980 के दशक के अंत में संरक्षित खेती के लाभों को विकसित करना और उपयोग करना शुरू किया। इस प्रौद्योगिकी का उपयोग अगली पीढ़ी की कृषि के विकास में जेन-Z युवाओं को संलग्न करने के लिए किया जा सकता है। संरक्षित खेती प्रणालियाँ आधुनिक मूल्य श्रृंखलाओं में बहुत अच्छी तरह से फिट होती हैं, जो बढ़ती संख्या में गुणवत्ता-सचेत शहरी उपभोक्ताओं को लक्षित करती हैं।

आज वैश्विक संरक्षित खेती का अनुमानित क्षेत्रफल 5.6 मिलियन हेक्टेयर है, जिसमें से लगभग 83% क्षेत्र चीन में है। चीन में संरक्षित सब्जी की खेती कुल 4.0 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्र तक विस्तारित हो चुकी है। भारत में आज सभी प्रकार की संरक्षित खेती के अंतर्गत कुल क्षेत्रफल केवल लगभग 0.125 मिलियन हेक्टेयर है। हमारे देश को करोड़पति किसान बनाने और 1 करोड़ रोजगार सृजित करने के साथ-साथ घरेलू और निर्यात बाजारों के लिए उच्च गुणवत्ता वाले बागवानी उत्पादों की उपलब्धता सुनिश्चित करने हेतु अगले एक दशक में कम से कम दस लाख हेक्टेयर क्षेत्र को संरक्षित खेती के अंतर्गत लाने का लक्ष्य रखना चाहिए।

देश भर में संरक्षित खेती प्रौद्योगिकियों को अपनाने के लिए उभरती क्षेत्रीय समस्याओं के समाधान हेतु अनुसंधान एवं विकास प्रयासों की आवश्यकता होगी। देश में अभी तक संरक्षित खेती कार्यक्रम का नेतृत्व करने के लिए कोई समर्पित संस्थान नहीं है। इसलिए, भारत में संरक्षित खेती कार्यक्रम को समर्थन देने के लिए संरक्षित खेती प्रौद्योगिकी पर एक संस्थान (जैसे, राष्ट्रीय संरक्षित खेती प्रौद्योगिकी संस्थान) की स्थापना आवश्यक है।