एग्री आर्टिकल्स
(कृषि लेखों के लिए ई-पत्रिका)
वर्ष: 05, अंक: 04 (जुलाई-अगस्त, 2025)
www.agriarticles.com पर ऑनलाइन उपलब्ध
© एग्री आर्टिकल्स, आई. एस. एस. एन.: 2582-9882

बागवानी फसलों पर जलवायु परिवर्तन का प्रभाव एवं अनुकूलन रणनीतियाँ

*डॉ. सुनील कुमार मंडल[1] एवं सुरेन्द्र प्रसाद[2]
[1]क्षेत्रीय अनुसंधान केन्द्र, झंझारपुर-847403
[2]कीट विज्ञान विभाग, स्नाकोत्तर कृषि महाविद्यालय, पूसा
(डॉ. राजेन्द्र प्रसाद केन्द्रीय कृषि विश्वविद्यालय, पूसा, समस्तीपुर, बिहार)
*संवादी लेखक का ईमेल पता: skmandal6464@gmail.com

ग्लोवल वार्मिंग का प्रभाव अब भारत के कई क्षेत्रों में दिखाई दे रहा है। तेजी से बढ़ते तापमान के कारण जलवायु के स्परूप में अनियमित बदलाव ने जलग्रहण क्षेत्र–विशिष्ट जल विज्ञान–चक्र को प्रभावित करना शुरू कर दिया है। बढ़ते तापमान के कारण देश के कुछ क्षेत्रों में, खासकर उत्तर–परिश्चमी भारत में वाष्पीकरण की दर बढ़ जाती है और सुखे की स्थिति पैदा हो जाती है। वैज्ञानिकों का मानना है कि पिछले कई दशकों में तेजी से हो रही गर्मी का मुख्य कारण वातावरण में मानव–प्रेरित बदलाव के साथ कुछ प्राकृतिक बदलाव भी है। जलवायु परिवर्तन में चरम तापमान सभी फसलों के अतिरिक्त बागवानी फसलों की उत्पादकता और गुणवत्ता पर अधिक प्रतिकूल प्रभाव डाला है। इसलिए फसलों की स्थिरता बनाए रखने के लिए विभिन्न उच्च अत्याधुनिक तकनीक बागवानी और कुशल प्रबंधन पद्दति के द्वारा बागवानी फसलों पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव को कम करने की आवश्यकता है। बारहमासी पौधें (ज्यादातर फलदार पौधे) वार्षिक व मौसमी पौधों की तुलना में अधिक जोखिम में रहते हैं।

विश्व में कृषि पद्दतियों में उत्पादित फलों की मात्रा और गुणवत्ता दोनों ही जलवायु परिवर्तन से प्रभावित हो रही है, जिसके कारण मानव पोषण और वागवानों की आय पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ रहा है। **"जलवायु परिवर्तन"** शब्द क्षेत्रीय और विश्वव्यापी जलवायु दोनों में कई तरह के बदलावों को संदर्भित करता है, जो ज्यादातर 20वीं सदी के मध्य से हुए हैं। इन परिवर्तनों में वैश्विक तापमान, बढ़ी हुई कार्बन डाइऑक्साइड की सान्द्रता, मानवजनित ग्रीनहाउस गैंस का उत्सर्जन (नाइट्रस ऑक्साइड, मीथेन, कार्बन डाइऑक्साइड और फ्लोरोकार्बन गैंसे), ओजोन परत का क्षरण, वनों की कटाई के साथ ही मौसम की परिवर्तनशीलता और चरम मौसम की घनाऐं शामिल है। जलवायु परिवर्तन मानव और प्राकृतिक प्रणालियों को समान रूप से प्रभावित करता है, लेकिन विशेष रूप से बागवानी के साथ–साथ कृषि प्रणालियों की, जो पृथ्वी के सतह क्षेत्र के 37.5 प्रतिशत पर कब्जा करती है।

जलवायु परिवर्तन और ग्लोवल वार्मिंग के प्रति सबसे अधिक संवेदनशील बागवानी उद्योग और कृषि है जो जलवायु परिवर्तन की परिवर्तनशीलता का बागवानी की उत्पादकता और उत्पादन के साथ–साथ गुणवत्ता पर महहत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है। जलवायु परिवर्तन के दो मुख्य संकेतक, जो विशेष रूप से बागवानी और सामान्य रूप से कृषि पर प्रतिकूल प्रभाव डालते हैं, वे हैं अप्रव्यशित उच्च तापमान और वर्षा के स्वरूप (पैटर्न)। तापमान और वर्षा के संदर्भ में जलवायु परिवर्तन से क्षेत्रीय जलवायु में महत्वपूर्ण परिवर्तन हो सकता है, जिससे फसल उत्पादन में बदलाव हो सकता है। किसी क्षेत्र के मौसम की सम्पूर्णता, जिसमें उसका तापमान, वर्षा, वायुमंडलीय आद्रता, प्रकाश, हवा ओले शामिल है, को उसकी जलवायु कहा जाता है। यह अनिवार्य रूप से स्थापित करता है कि कौन से पौधे के साथ–साथ उनकी किस्में/प्रजातियां उस क्षेत्र के लिए उपयुक्त है और उन्हें कहाँ लगाया जाना चाहिए। बागवानी फसलों और उनके उत्पादन पर जलवायु परिवर्तन के कई प्रभाव पड़ते हैं जिसका विवरण निम्न उल्लेखित है।

बागवानी फसलों पर बढ़ते तापमान का प्रभाव

सभी बागवानी फसलें तापमान के प्रति अति संवेदनशील होते हैं और प्रायः ये फसले बेहतर उत्पादन और अच्छी गुणवत्ता के लिए एक विशिष्ट तापक्रम पर निर्भर रहते हैं। उच्च तापमान और कार्बन डाइऑक्साइड के साथ–साथ ओजोन का बढ़ा हुआ स्तर ताजी फलें और सब्जियों वाली फसलों के उत्पादन और गुणवत्ता को प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से प्रभावित करते हैं। बढ़ा हुआ तापमान प्रत्यक्ष रूप से प्रकाश–संश्लेषण की क्रिया को प्रभावित करता है जो शर्करा, कार्बनिक अम्ल और फ्लेवोनोइड की स्थिरता के साथ–साथ एन्टीआक्सीडेन्ट गतिविधियों का कारण बनती है।

बढ़ते तापमान का बागवानी फसलों पर कुछ सामान्य प्रभाव

वातावरण में 1.0 डिग्री सेल्सियस से अधिक तापमान होने पर प्रमुख क्षेत्रफल के उच्च अक्षांस क्षेत्रों में बागवानी फसलों में माकूल बदलाव की संभावना हो सकती है :

- तापमान में वृद्धि के कारण फसल उत्पादन के समय में परिवर्तन की संभावना हो सकती है और फसलें अधिक विकसित होने के साथ–साथ समय से पहले ही परिपक्क हो सकती है। जैसे–संतरा, अंगुर, आम और तजबूज लगभग 15 दिन पहले ही परिपक्क हो जाते हैं।
- उच्च तापमान फलों के उत्पाद को जल्द परिपक्क होने के लिए प्रेरित करेगा। परिणामस्वरूप पौधों व वृक्षों में कम भंडारण क्षमता की अवधि होगी और फलें उपयुक्त समय के पहले ही परिपक्क हो जायेगी।
- बढ़ते तापमान के कारण परागण क्रिया पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ेगा तथा हरियाली का पतन होने के साथ–साथ फूलों और फलों का बार–बार गिरने की घटनाएं होती रहेगी।
- स्ट्राबरी प्रकाश संवेदी फसल उच्च तापमान के कारण फलें पतला व फैला हुआ पौधा होगा, जिससे अधिक व्यय वाला फल होने के साथ–साथ अधिक महंगी हो जायेगी।
- शरद् ऋतु के सर्द अवधि में शीतोष्ण फसलों को शीतोष्ण क्षेत्रों में कम प्रभावित करेगा। विशिष्ट शर्द अवधि काल में अनार डूप फलों (आडू, बेर, खुवानी, नारियल, जैतुन, खजूर, काजू, कॉफी, आम) प्रभावित होगा। इन फलों की प्रसुप्ति अवस्था (निष्क्रियता) पहले ही टुट–फूट जायेगी।
- बढ़ते तापमान के कारण वार्षिक सिंचाई की आवश्यकता में अधिक वृद्धि होगी, जिसके कारण उष्मीय इकाई प्राप्त करने के लिए बहुत कम अवधि के अंतराल में सिंचाई की बार–बार आवश्यकता होगी।

बागवानी फसलों पर बढ़ते कार्बन डाइऑक्साईड का प्रभाव

वायुमंडल में बढ़ते कार्बन डाइऑक्साईड की सान्द्रता का संभावित परिवर्तनशील प्रभाव विभिन्न फलों के उत्पादन पर पड़ता है। उदाहरण के लिए, कार्बन डाइऑक्साईड के समृद्ध वातावरण (अतिरिक्त व्यापक) में खेती करने से संतरा फलों की संख्या में वृद्धि के साथ अधिक उत्पादन होता है तथा फलों का आकार बढ़ने के साथ रस में वीटामिन 'सी' की मामुली सान्द्रता बढ़ जाती है।

एक अध्ययन दर्शाता है कि 75 प्रतिशत वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साईड की सान्द्रता बढ़ने (400 पीपीएम से 700 पीपीएम) से संतरा के ताजे फलों का वजन 74 $\pm$ 9 प्रतिशत वृद्धि के साथ रस में विटामिन 'सी' की सान्द्रता 5 $\pm$ 4 प्रतिशत बढ़ जाती है।

वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साईड का उच्च स्तर फलों के उत्पादन में प्रायः सकारात्मक प्रभाव पड़ता है। पौधों में प्रकाश–संश्नलेषण की क्रिया में वृद्धि और उपयुक्त जल ग्रहण क्षमता के कारण फलों के आकार में अग्रणी वृद्धि के साथ–साथ उत्पादन बढ़ जाता है। पौधे को अधिक जैव इंधन (वायोमास) और बड़े फलों के उत्पादन में स्वीकृति देता है। हालांकि, वास्तविक प्रभाव विशिष्ट फलों के प्रकार, तापमान और अन्य पर्यावरणीय कारकों के कारण अलग–अलग निर्भर करता है।

बढ़ते वायुमण्डलीय कार्बन डाइऑक्सार्डड का फलों पर साकारात्मक प्रभाव

प्रकाश–संश्लेषण की क्रिया में वृद्धि : कार्बन डाइऑक्सार्डड का ऊँचा स्तर प्रकाश–संश्लेषण की क्रिया को उत्तेजीत करता है, जिसके कारण फलों के विकास के लिए अधिक कार्बोहाइड्रेड उपलब्ध रहता है।

फलों के आकार में वृद्धि : कार्बन डाइऑक्सार्डड के बढ़ी हुई स्थिति में कार्बोहाइड्रेड का अधिक उत्पादन होने के कारण फलों का आकार बढ़ जाता है।

फलों का अधिक उत्पादन : फलों के आकार और संख्या में वृद्धि होने के कारण कुल फलों का उत्पादन प्रति पौधा काफी बढ़ जाता है।

जल–उपयोग दक्षता में सुधार : वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्सार्डड का बढ़ा हुआ स्तर पौधों में जल ग्रहण की क्षमता में सुधार लाकर पानी के कमी की स्थिति में भी फलों का अधिक उत्पादन होता है।

परागणकर्ता और फूलों के खिलने की प्रारंभिक अंतः क्रिया में जलवायु परिवर्तन का प्रभाव

फूलें अधिकतर परागकर्ता के सीधा संचालन पर निर्भर करता है और कई मामलों में तापमान की वृद्धि होने पर परागकर्ता की अग्रीम उपस्थिति होने की व्यवस्थित प्रतिक्रिया देता है। पौधों और परागकर्ता के बीच फेनोलॉजिकल प्रतिक्रियाओं का समानान्तर सदृश परिणाम की घटना उष्मीय जलवायु के कारण संभव हो सकती है। हालांकि, विचारणीय बदलाव की प्रतिक्रियाएँ आगे भविष्य के लिए अपेक्षित है। इसके बावजूद कुल मिलाकर कई अध्ययनों ने प्रदर्शित किया है कि उष्मीय जलवायु और पारस्परिक भागीदारी के बीच समरूप और अस्थायी बेमेल प्रतिक्रियायें उत्पन्न कर सकती है।

फलों की गुणवत्ता पर जलवायु परिवर्तन का प्रभाव

जलवायु परिवर्तन में बढ़ते तापमान और अवक्षेपण के कारण फलों भी गुणवत्ता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। बड़े पैमाने पर फलों के आकार का छोटा होना और परिपक्वता के पहले पक जाने के साथ–साथ फलों का रंग खराब होना शामिल है। शरद् मौसम में अधिक पाला (ठंड) गिरने के कारण आम और लीची का पेड़ सुखने लगता है। शीतोष्ण प्रजातियों के फलों के वृक्ष भी ऊँचाई वाले स्थानों पर गतिशील होकर उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय प्रजातियों के फलों के वृक्षों का स्थान ग्रहण कर लेते है। ग्रामीण स्तर पर जलवायु परिवर्तन के मुद्दों पर जागरूकता बढ़ रही है और अनेक अनुसंधान संस्थानों के माध्यम् से दिशा–निर्देश भी दिया जाता है। आस–पास के रहने वाले लोग और अपनी आजिविका के लिए जलवायु परिवर्तन के प्रभावों का एकाएक चिंतन के साथ–साथ सीधे प्रभाव का मूल्यांकन भी करने लगे हैं।

शीतलन आवश्यकता पर जलवायु परिवर्तन का प्रभाव

शीतलन आवश्यकता : शीतलन आवश्यकता को अक्सर कम तापमान की अवधि के रूप में परिभाषित किया जाता है जो 100 प्रतिशत कलियों को टुटने की अनुमति देने के लिए आवश्यक है।

जलवायु परिवर्तन ने शीतोष्ण फलों के वृक्षों में ठंडी और गर्मी भी दरों को प्रभावित किया है, जो फूल और फल के उत्पादन के लिए महत्वपूर्ण है। शीतोष्ण और ठंडे उपोष्णीय कटीबंधीय क्षेत्रों में उत्पादित फलें आर्थिक रूप से

महत्वपूर्ण है। फलों में, खासकर सेव और अखरोट के वृक्षों की प्रजातियों में कुछ घंटों के लिए ठंड की आवश्यकता होती है जिसे प्रत्येक सर्दियों में एक समान फूलों और फलों का धारण (लगना) सुनिश्चित करने और आर्थिक रूप से अधिक उपज प्राप्त करने के लिए पूरा किया जाना चाहिए। कम सर्दियों की ठंउ से फलों के उत्पादन पर सबसे गंभीर परिणाम होने की संभावना व्यक्त की गयी है। सर्दियों की ठंउ में इस पुरानी और स्थिर कमी से 21वीं सदी के अंत में सेव और अखरोट फलों के उत्पादन पर हानिकारक प्रभाव पड़ने की उम्मीद की गयी है।

वसन्त ऋतु में 7.20 डिग्री सेल्सियस से कम तापमान के कुछ घंटे की सुसुप्तावस्था के दौरान पत्तियों के गिरने के साथ–साथ कलियां भी टुटने लगती है। दिन की अवधि छोटा होने के साथ ठंडा गिरने लगते हैं। पर्णपाती वृक्षें (चेरी, अनार, ऑवला, अंजीर, सेव) बढ़ने वाले एकत्रित उर्जा को रोक देते हैं और अपनी पत्तियों को खोकर सुसुप्तावस्था में चले जाते हैं, जो जाड़े का जमने वाले तापमान से सुरक्षित रखते हैं। एक बार पर्णपाती वृक्षें सुसुप्तावस्था प्राप्त कर लेने पर फिर से सामान्य वृद्धि नहीं करेगा, जिनमें फूलों और फलों का धारण करना भी शामिल है।

जब तक उष्मा की कुछ मात्रा का अनुसरण करने के साथ ठंड की स्थिति कम से कम समरूप हो तो यह स्थिति ''शीतलन आवश्यकता'' होती है। प्रायः पर्णपाती वृक्षों को पर्याप्त शीतलन की आवश्यकता होती है या वसंत का शीत् निष्क्रियपन/ग्रीनहाउस के उष्मा उत्सर्जन से अपर्याप्त शीतलन के अंतर्गत प्रमुप्तावस्था की लम्बी अवधि होने के कारण फलों की गुणवत्ता के साथ–साथ उपज में कमी आ जाती है। हल्की सर्दियों में विलम्ब या अनियमित फूल खिलने के कारण फूलों के खिलने का समय के साथ फलों के धारण करने की प्रक्रिया बढ़ जाती है।

जलवायु परिवर्तन अनुकूलन

जलवायु परिवर्तन अनुकूलन ''वास्तविक या अपेक्षित जलवायु उत्तेजनाओं या उनके प्रभावों के जवाब में प्राकृतिक या मानवीय प्रणालियों में समायोजन है, जो नुकसान को कम करता है या लाभकारी अवसरों का दोहन करता है। मुलतः अनुकूलन से तात्पर्य जलवायु परिवर्तन के प्रतिकूल प्रभावों को समझने और पूर्वानुमान लगाने के साथ–साथ उचित कार्रवाई करने के प्रयासों से है :

1. उन प्रतिकूल प्रभावों से होने वाली क्षति को रोकने व न्यूनतम करने के लिए।
2. उन प्रतिकूल प्रभावों के परिणामों से निपटने के लिए तैयार रहना।
3. आने वाले अवसरों का लाभ उठाने के लिए।

जलवायु परिवर्तन 21वीं सदी की सबसे बड़ी वैश्विक समस्याओं में से एक है और जलवायु परिवर्तन पर वैज्ञानिक प्रमाण पहले से कहीं ज्यादा मजबूत है। धीरे–धीरे होने वाली तापमान में वृद्धि सीमित लग सकती है (आने वाली सदी के लिए 2–4 डिग्री सेल्सियस की संभावित सीमा का अनुमान है), हालांकि थोड़ा ज्यादा तापमान के कई प्रतिकूल प्रभाव होते हैं।

जलवायु परिवर्तन अनुकूलन, जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को समझने और पूर्वानुमान लगाने का काम करता है तथा विभिन्न अनुकूलन उपायों के माध्यम् से इन परिवर्तनों के साथ समायोजन करने का काम करता है, जैसे कि जलवायु परिणामों के प्रति प्रतिक्रिया करने के लिए समुदायों की क्षमता में वृद्धि करना, सुखा–सहिष्णु फसलों और वृक्ष की प्रजातियों और वानिकी प्रणालियों को विकसित करना जो तूफानों के प्रति कम संवेदनशील हो।

जलवायु परिवर्तन के नाकारात्मक प्रभाव को कम करने के लिए विभिन्न प्रौद्योगिकियां पहले से ही उपलब्ध है। प्रतिकूल जलवायु के प्रति सहिष्णु किस्में विकसित है, लेकिन ये किस्में पहले से ही उन्नत सस्य क्रियाओं के अनुकूल पद्धतियों में शामिल है। कुछ सामान्य, परन्तु प्रभावशाली रणनीतियां है जिसके अंतर्गत रोपाई के समय में परिवर्तन, कुशल और प्रभावी प्रौद्योगिकी, जैसे टपक सिंचाई पद्दति, मिट्टी और नमी का संरक्षण तकनीक, सिंचाई जल के द्वारा उर्वरक प्रबंधन, फसल की कटाई एवं छटाई का समुचित प्रबंधन, उत्पादन सामग्री (इनपुट) दक्षता में वृद्धि, उत्पाद की कटाई से पहले और बाद का प्रबंधन न केवल क्षति को कम कर सकता है, बल्कि जलवायु परिवर्तन के नाकारात्मक प्रभावों को भी कम कर सकता है।

संस्थागत सहायता प्रणाली : संस्थागत सहायता प्रणाली के द्वारा सुधार करने के लिए बहुत गुंजाइस है, जैसे कि मौसम आधारित कृषि सलाह, उत्पाद (इनपुट) वितरण प्रणाली, भूमि का उपयोग के स्वरूप (पैटर्न) का विकास, जल्द खराब होने वाले फलों एवं सब्जियों के उत्पाद का सामुदायिक भंडारण सुविधाएं, समुदाय–आधारित प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण और प्रबंधन, फसलों पर जलवायु संबंधी तनाव को कम करने के लिए उन्नत एवं उपयुक्त प्रौद्योगिकी का कृषक प्रशिक्षण आदि। ये सभी पैमाने व उपायें बागवानी किसानों के लिए जलवायु परिवर्तन के प्रति अधिक लचीला हो सकता है।

वार्षिक फसलों के लिए अनेक किस्मों व प्रजातियों का प्रथम उपयोग अनुकूल रणनीतियों के लिए किया जा सकता है। रोपण तिथि अथवा मौसम का बदलाव, बागों का रोपण और पुर्नव्यवस्था की आवश्यकता के लिए जलवायु परिवर्तन का दीर्घकालिक पहलू पर विचार किया जा सकता है। जलवायु परिवर्तन के लिए अनुकूल वृक्षा रोपण में बहुत समय और दीर्घकालिक निवेश की जरूरत होती है।

जलवायु परिवर्तन अनुकूलन की प्रमुख विशेषताए

- जलवायु परिवर्तन की स्थिति में फलों के उपयुक्त किस्मों का चयन करना।
- अनेक फलों की वृक्षें अपनी निश्चित शारीरिक संरचना के कारण जलीय तनाव के प्रतिकूल प्रभाव का सामना करने की क्षमता रखते हैं।
- अनानास एक सी०ए०एम० पौधा होने के कारण विभिन्न जलवायु की परिस्थितियों में उच्च जल धारण की क्षमता रखती है।
- जल की सीमित उपलब्धता की स्थिति में फल उत्पादन के लिए टपक सिंचाई और पलवार (घास–पात से ढ़कना) पद्दति के अतिरिक्त नयी सिंचाई पद्दति में आंशिक जड़–क्षेत्र सिंचाई (पी०आर०ओ०) तकनीकों का उपयोग किया जा सकता है।

निषकर्ष

इन समस्याओं को देखते हुए बागवानी विशेषज्ञ जलवायु परिवर्तन परिदृश्य में प्रमुख भूमिका अदा करेगा, जो सुरक्षित बागवानी के लिए यथोचित रणनीतियों का परिकल्पित होना आवश्यक है। अक्षय उर्जा का उपयोग, वन और जल संरक्षण, वनीकरण आदि सुरक्षित खेती को अपनाने के लिए अत्यन्त प्रभावशाली तंत्र है। उत्पादकता को बनाये रखना, वर्त्तमान बागवानी क्रियाओं का परिवर्तन, आधुनिक ग्रीनहाउस तकनीकों का अधिक उपयोग जैसी कुछ समाधानें है जो जलवायु परिवर्तन के प्रभाव को कम करने में सहायक हो सकते हैं। उच्च तापमान के प्रति सहिष्णु फलों के नयी किस्मों का विकास, कीटों और बीमारियों के प्रतिरोधी, कम फसल अवधि और जलवायु तनाव की स्थिति के अंतर्गत अधिक उत्पादन, साथ ही उच्च तकनीक (हाईटेक) बागवानी का अधिग्रहण और भूमि संसाधन का न्यायसंगत उपयोग ही इस चुनौतियों की मुख्य रणनीतियां व समाधान है।