

जलवायु परिवर्तन के कारण उभरते पौध रोग: फफूंद, जीवाणु एवं विषाणु जनित रोगों का विस्तृत विश्लेषण

स्नेहा गुप्ता, वैष्णवी सिंह, अंकिता तिवारी एवं अनमोल चौरसिया

पादप रोग विज्ञान विभाग, चंद्रशेखर आजाद कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, कानपुर- 208002, उ.प्र., भारत

ईमेल: ahens0104@csauk.ac.in

जलवायु परिवर्तन वर्तमान समय में कृषि क्षेत्र के लिए एक गंभीर वैश्विक चुनौती बन चुका है, जिसका प्रत्यक्ष प्रभाव पौध रोगों की प्रकृति, तीव्रता एवं प्रसार पर पड़ रहा है। तापमान में वृद्धि, वर्षा के असंतुलित पैटर्न, बढ़ती आर्द्रता तथा सूखा एवं बाढ़ जैसी चरम मौसमी घटनाएँ फफूंद, जीवाणु एवं विषाणु जनित रोगों के विकास के लिए अनुकूल परिस्थितियाँ उत्पन्न कर रही हैं। फफूंद जनित रोगों में झाँका रोग, रतुआ रोग एवं पछेती झुलसा रोग अधिक तीव्रता से फैल रहे हैं तथा उनके जीवन-चक्र में परिवर्तन देखने को मिल रहा है। जीवाणु जनित रोगों का भौगोलिक विस्तार बढ़ रहा है, जबकि विषाणु जनित रोगों का प्रसार उनके वाहक कीटों की बढ़ती सक्रियता के कारण अधिक गंभीर होता जा रहा है। इन रोगों के कारण फसल उत्पादन, गुणवत्ता तथा कृषि अर्थव्यवस्था पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ रहा है। इस संदर्भ में समेकित रोग प्रबंधन, जैविक एवं प्राकृतिक उपायों तथा आधुनिक तकनीकों का महत्व अत्यधिक बढ़ गया है। ट्राइकोडर्मा, प्स्यूडोमोनास, नीम आधारित उत्पाद, रोगरोधी किस्में तथा समेकित कीट प्रबंधन उपाय रोग नियंत्रण में प्रभावी सिद्ध हो रहे हैं। साथ ही, मौसम आधारित पूर्वानुमान प्रणाली, रिमोट सेंसिंग, ड्रोन एवं कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित तकनीकें रोगों की समयपूर्व पहचान, निगरानी एवं प्रभावी नियंत्रण में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही हैं।

परिचय

जलवायु परिवर्तन आज के समय में कृषि क्षेत्र के सामने खड़ी सबसे गंभीर वैश्विक समस्याओं में से एक है। पृथ्वी के औसत तापमान में निरंतर वृद्धि, वर्षा के वितरण में असंतुलन, वातावरण में आर्द्रता का परिवर्तन तथा चरम मौसमी घटनाओं जैसे सूखा, बाढ़ और तूफान की बढ़ती आवृत्ति ने कृषि पारिस्थितिकी तंत्र को गहराई से प्रभावित किया है। इन सभी परिवर्तनों का सीधा असर पौधों की वृद्धि, विकास और उनकी रोग प्रतिरोधक क्षमता पर पड़ता है। परिणामस्वरूप, पौध रोगों की प्रकृति, तीव्रता और प्रसार के तरीके में महत्वपूर्ण बदलाव देखने को मिल रहा है।

जलवायु परिवर्तन और पौध रोगों का पारस्परिक संबंध

जलवायु परिवर्तन और पौध रोगों के बीच गहरा संबंध है। तापमान में वृद्धि से रोगजनक सूक्ष्मजीवों की वृद्धि दर बढ़ जाती है। कई फफूंद और जीवाणु ऐसे होते हैं जो उच्च तापमान और अधिक आर्द्रता में तेजी से विकसित होते हैं। इसके अलावा, अनियमित वर्षा और लंबे समय तक पत्तियों पर नमी बने रहने से संक्रमण की संभावना कई गुना बढ़ जाती है। पर्यावरणीय तनाव जैसे सूखा या अत्यधिक तापमान पौधों की प्रतिरोधक क्षमता को कम कर देते हैं, जिससे वे रोगों के प्रति अधिक संवेदनशील हो जाते हैं।

फफूंद जनित रोगों का बढ़ता प्रभाव एवं रोगों के जीवन चक्र में परिवर्तन

फफूंद जनित रोग पौध रोगों के सबसे सामान्य एवं व्यापक रूप से पाए जाने वाले रोग हैं। जलवायु परिवर्तन के कारण इनकी तीव्रता एवं प्रसार में उल्लेखनीय वृद्धि हुई है। उच्च तापमान एवं बढ़ती आर्द्रता फफूंद के बीजाणुओं के अंकुरण, वृद्धि एवं प्रसार के लिए अनुकूल परिस्थितियाँ उत्पन्न

करती हैं। इसके परिणामस्वरूप धान का झोंका रोग, गेहूँ का रतुआ रोग तथा आलू का पछेती झुलसा रोग अधिक तीव्रता से फैल रहे हैं। अब ये रोग नए भौगोलिक क्षेत्रों में भी देखे जा रहे हैं, जिससे इनका प्रबंधन एवं नियंत्रण अधिक चुनौतीपूर्ण हो गया है। जलवायु परिवर्तन के कारण फफूँद के जीवन-चक्र में भी परिवर्तन देखे गए हैं। जहाँ पहले एक मौसम में सीमित संक्रमण होता था, वही अब अनुकूल परिस्थितियों में एक ही मौसम के दौरान कई बार संक्रमण करने में सक्षम हो गए हैं। लगातार उच्च आर्द्रता एवं गर्मी के कारण रोगजनक अधिक समय तक सक्रिय बने रहते हैं, जिससे रोग की तीव्रता बढ़ती है और फसल को अधिक नुकसान पहुँचता है।

जीवाणु जनित रोगों की बढ़ती गंभीरता एवं भौगोलिक विस्तार

जीवाणु जनित रोग भी जलवायु परिवर्तन से गहराई से प्रभावित हो रहे हैं। उच्च तापमान एवं बढ़ती आर्द्रता जीवाणुओं के विकास एवं प्रसार के लिए अत्यंत अनुकूल परिस्थितियाँ उत्पन्न करती हैं। टमाटर, आलू एवं मिर्च जैसी फसलों में जीवाणु जनित मूरझन रोग तथा पर्ण धब्बा रोग का प्रकोप तीव्रता से बढ़ रहा है। यह स्थिति किसानों के लिए एक गंभीर चुनौती बनती जा रही है। जलवायु परिवर्तन के कारण जीवाणु जनित रोगों का भौगोलिक विस्तार भी बढ़ता जा रहा है। पहले जो रोग केवल उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों तक सीमित थे, अब वे समशीतोष्ण क्षेत्रों में भी फैल रहे हैं। इसके परिणामस्वरूप नए क्षेत्रों में भी इन रोगों का खतरा बढ़ गया है तथा इनके प्रभावी प्रबंधन के लिए नई रणनीतियों की आवश्यकता पड़ रही है।

विषाणु जनित रोगों का तीव्र प्रसार एवं वाहक कीटों की भूमिका

विषाणु जनित रोगों का प्रसार मुख्यतः उनके वाहक कीटों के माध्यम से होता है। जलवायु परिवर्तन के कारण इन वाहक कीटों की संख्या एवं सक्रियता में वृद्धि हो रही है। सफेद मक्खी, माहू तथा थ्रिप्स जैसे कीट विषाणुओं के प्रसार में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। तापमान में वृद्धि के साथ इनकी जनसंख्या तीव्र गति से बढ़ती है, जिससे विषाणु जनित रोगों का खतरा भी बढ़ जाता है। जलवायु परिवर्तन के कारण टमाटर पर्ण संकुचन विषाणु तथा पपीता वलयाकार धब्बा विषाणु जैसे रोग अधिक गंभीर होते जा रहे हैं। साथ ही, विषाणुओं के नए प्रभेद भी विकसित हो रहे हैं, जो अधिक आक्रामक होने के साथ-साथ नियंत्रण करने में भी अधिक कठिन सिद्ध हो रहे हैं।

कृषि उत्पादन पर जलवायु परिवर्तन का प्रभाव एवं रोग प्रबंधन की चुनौतियाँ

बढ़ते पौध रोगों का सीधा प्रभाव कृषि उत्पादन पर पड़ता है। फसलों की उपज में कमी, गुणवत्ता में गिरावट और उत्पादन लागत में वृद्धि जैसी समस्याएँ सामने आती हैं। किसान अधिक मात्रा में रासायनिक दवाओं का उपयोग करने लगते हैं, जिससे पर्यावरण पर नकारात्मक प्रभाव पड़ता है। जलवायु परिवर्तन के कारण पारंपरिक रोग नियंत्रण विधियाँ कम प्रभावी हो रही हैं। नए रोगों की पहचान और उनके नियंत्रण में कठिनाई बढ़ गई है। साथ ही, रासायनिक दवाओं पर बढ़ती निर्भरता पर्यावरण और मानव स्वास्थ्य के लिए खतरा बनती जा रही है।

समेकित रोग प्रबंधन का महत्व

जलवायु परिवर्तन के कारण उत्पन्न बदलती पर्यावरणीय परिस्थितियों में समेकित रोग प्रबंधन का महत्व अत्यधिक बढ़ गया है, क्योंकि यह फफूँद, जीवाणु एवं विषाणु जनित रोगों के नियंत्रण के लिए एक संतुलित, वैज्ञानिक और टिकाऊ दृष्टिकोण प्रदान करता है। समेकित रोग में जैविक, सस्य क्रियाएं, यांत्रिक तथा आवश्यकतानुसार सीमित रासायनिक उपायों का समन्वित उपयोग किया जाता है, जिससे रोगजनकों के जीवन चक्र को विभिन्न स्तरों पर प्रभावी ढंग से नियंत्रित किया जा सके। यह

पद्धति न केवल रोगों की तीव्रता को कम करती है, बल्कि पौधों की प्रतिरोधक क्षमता को भी बढ़ाती है। साथ ही, यह मृदा स्वास्थ्य को बनाए रखने, लाभकारी सूक्ष्मजीवों और कीटों के संरक्षण तथा पर्यावरण प्रदूषण को कम करने में सहायक होती है। जलवायु परिवर्तन के संदर्भ में, जहाँ रोगों का स्वरूप और प्रसार तेजी से बदल रहा है, समेकित रोग एक लचीली और दीर्घकालिक रणनीति के रूप में कार्य करता है, जो कृषि उत्पादन को स्थिर बनाए रखने, रासायनिक दवाओं पर निर्भरता घटाने तथा सतत कृषि विकास को सुनिश्चित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

जैविक और प्राकृतिक उपायों की आवश्यकता

जलवायु परिवर्तन के कारण उत्पन्न नई परिस्थितियों में पारंपरिक और रासायनिक नियंत्रण विधियाँ कई बार प्रभावी नहीं रहती। इसके विपरीत, जैविक और प्राकृतिक उपाय पर्यावरण के साथ संतुलन बनाए रखते हुए रोग नियंत्रण में सहायक होते हैं। ये उपाय न केवल रोगजनकों को नियंत्रित करते हैं, बल्कि पौधों की आंतरिक प्रतिरोधक क्षमता को भी बढ़ाते हैं। रासायनिक दवाओं के अत्यधिक उपयोग से मृदा की उर्वरता घटती है, लाभकारी सूक्ष्मजीव नष्ट होते हैं तथा प्रदूषण बढ़ता है, जबकि जैविक उपाय मृदा स्वास्थ्य को सुधारते हैं और दीर्घकालिक स्थिरता प्रदान करते हैं।

फफूंद जनित रोगों के नियंत्रण में जैविक उपाय

फफूंद जनित रोग उच्च आर्द्रता और तापमान में तेजी से फैलते हैं, इसलिए इनके नियंत्रण में जैविक उपाय अत्यंत प्रभावी सिद्ध होते हैं। ट्राइकोडर्मा जैसे जैव-फफूंदनाशी रोगजनक फफूंद को नष्ट करते हैं और पौधों की वृद्धि को बढ़ावा देते हैं। नीम का अर्क फफूंद की वृद्धि को रोकने में सहायक होता है, जबकि फसल चक्र अपनाने से रोगजनकों का जीवन चक्र टूट जाता है। उदाहरण के रूप में, धान की फसल में धान का झोंका रोग को नियंत्रित करने के लिए ट्राइकोडर्मा का उपयोग प्रभावी पाया गया है, जिससे रोग की तीव्रता कम होती है और उत्पादन में वृद्धि होती है।

जीवाणु जनित रोगों के नियंत्रण में प्राकृतिक उपाय

जीवाणु जनित रोग गर्म और नम परिस्थितियों में तेजी से फैलते हैं, इसलिए इनके नियंत्रण के लिए प्राकृतिक उपाय सुरक्षित और प्रभावी विकल्प प्रदान करते हैं। *स्यूडोमोनास फ्लोरेसेंस* जैसे जैव-नियंत्रक जीवाणुओं के विरुद्ध प्रभावी होते हैं। नीम तेल का छिड़काव संक्रमण को कम करता है तथा खेत की स्वच्छता बनाए रखना और संक्रमित पौधों को हटाना रोग के प्रसार को रोकता है। उदाहरण के रूप में, टमाटर में बैक्टीरियल विल्ट रोग के नियंत्रण में *स्यूडोमोनास* का उपयोग सफल रहा है, जिससे पौधों की जीवित रहने की क्षमता बढ़ती है।

विषाणु जनित रोगों के नियंत्रण में जैविक उपाय

विषाणु जनित रोगों का प्रत्यक्ष उपचार संभव नहीं होता, इसलिए इनके नियंत्रण में जैविक और प्राकृतिक उपायों की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण होती है। इन रोगों का प्रसार मुख्यतः कीट वाहकों के माध्यम से होता है, जिन्हें नियंत्रित करना आवश्यक है। नीम आधारित जैव-कीटनाशी, पीली चिपचिपी ट्रैप, रोगग्रस्त पौधों का निष्कासन तथा प्रतिरोधी किस्मों का चयन प्रभावी उपाय हैं। उदाहरण के रूप में, कपास और टमाटर में पर्ण कुंचन विषाणु को नियंत्रित करने के लिए सफेद मक्खी नियंत्रण हेतु नीम तेल का उपयोग अत्यंत प्रभावी पाया गया है।

आधुनिक तकनीकों की भूमिका

आधुनिक तकनीकों जैसे मौसम आधारित रोग पूर्वानुमान प्रणाली, रिमोट सेंसिंग और आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस का उपयोग रोगों की पहचान, निगरानी और सटीक नियंत्रण संभव बनाती हैं।

रिमोट सेंसिंग और ड्रोन तकनीक के माध्यम से खेतों में रोग के प्रारंभिक लक्षणों की पहचान दूर से ही की जा सकती है, जिससे समय रहते नियंत्रण उपाय अपनाए जा सकते हैं। कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग आधारित मोबाइल ऐप्स पौधों की तस्वीरों का विश्लेषण कर रोग की सही पहचान और उपचार की सलाह देते हैं। जैव-प्रौद्योगिकी के माध्यम से रोग-प्रतिरोधी किस्मों का विकास किया जा रहा है, जो बदलती जलवायु परिस्थितियों में अधिक सहनशील होती हैं। इसके अतिरिक्त, सेंसर आधारित स्मार्ट कृषि तकनीकें मृदा नमी, तापमान और आर्द्रता की निगरानी कर रोग के अनुकूल परिस्थितियों का पूर्वानुमान लगाती हैं। इस प्रकार, आधुनिक तकनीकें न केवल रोग प्रबंधन को अधिक सटीक और प्रभावी बनाती हैं, बल्कि जलवायु परिवर्तन के बढ़ते प्रभावों के बीच कृषि को अधिक स्मार्ट, टिकाऊ और उत्पादक बनाने में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं।

निष्कर्ष

अंततः जलवायु परिवर्तन के परिणामस्वरूप तापमान, आर्द्रता एवं वर्षा के वितरण में हो रहे निरंतर परिवर्तन ने फफूंद, जीवाणु एवं विषाणु जनित पौध रोगों की प्रकृति, तीव्रता एवं प्रसार को उल्लेखनीय रूप से प्रभावित किया है। फफूंद रोग उच्च आर्द्रता में तेजी से फैल रहे हैं, जीवाणु रोग गर्म और नम परिस्थितियों में अधिक सक्रिय हो रहे हैं, जबकि विषाणु रोगों का प्रसार कीट वाहकों की बढ़ती संख्या के कारण बढ़ रहा है। इन परिवर्तनों से न केवल फसल उत्पादन और गुणवत्ता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ रहा है, बल्कि खाद्य सुरक्षा और कृषि अर्थव्यवस्था के लिए भी गंभीर चुनौतियाँ उत्पन्न हो रही हैं। अतः आवश्यक है कि रोग प्रबंधन के लिए पारंपरिक रासायनिक उपायों पर निर्भरता कम करते हुए जैविक एवं प्राकृतिक उपायों, प्रतिरोधी किस्मों के विकास तथा समेकित रोग प्रबंधन जैसी टिकाऊ रणनीतियों को अपनाया जाए, जिससे बदलती जलवायु परिस्थितियों में कृषि प्रणाली को अधिक सक्षम, सुरक्षित और स्थायी बनाया जा सके।