

जलवायु परिवर्तन और भारतीय कृषि: अल नीनो एवं पश्चिमी विक्षोभ के प्रभाव का एक वैज्ञानिक मूल्यांकन

सलोनी सिंह^{1*} और श्वेता²

¹पी. एच-डी. स्कॉलर, आनुवंशिकी एवं पादप प्रजनन विभाग, चंद्रशेखर आज़ाद कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, कानपुर, उत्तर प्रदेश, भारत

²प्रो सहायक प्रोफेसर, आनुवंशिकी एवं पादप प्रजनन विभाग, चंद्रशेखर आज़ाद कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, कानपुर, उत्तर प्रदेश, भारत

*E-mail: saloni.ngh34@gmail.com

भारतीय कृषि को “मानसून का जुआ” कहा जाता है क्योंकि देश की कुल कृषि भूमि का लगभग 50% हिस्सा आज भी प्रत्यक्ष रूप से वर्षा पर निर्भर है। पिछले 6-8 महीनों में, वैश्विक जलवायु प्रणालियों में आए बड़े बदलावों ने इस जुए को और भी जोखिम भरा बना दिया है। अल नीनो जैसी वैश्विक घटना और पश्चिमी विक्षोभ के स्थानीय पैटर्न में आए बदलावों ने मिलकर भारत के कृषि-पारिस्थितिक तंत्र को अस्थिर कर दिया है। यह लेख इन जटिल जलवायु कारकों, उनके आपसी संबंधों और भारतीय खाद्य सुरक्षा पर उनके दीर्घकालिक वैज्ञानिक प्रभावों का विस्तृत विश्लेषण करता है।

अल नीनो: भारतीय मानसून के लिए एक वैश्विक चुनौती

अल नीनो एक समुद्री और वायुमंडलीय घटना है जो प्रशांत महासागर में घटित होती है, लेकिन इसका प्रभाव पूरी दुनिया, विशेषकर भारत पर पड़ता है।

वैज्ञानिक क्रियाविधि: जब मध्य और पूर्वी प्रशांत महासागर का सतही जल सामान्य से 0.5°C से अधिक गर्म हो जाता है, तो यह वैश्विक वायु परिसंचरण को बाधित करता है। इससे भारत के ऊपर उच्च वायुदाब का क्षेत्र बनता है, जो मानसूनी हवाओं को कमजोर कर देता है।



मानसून की विफलता और वर्षा का अंतराल: पिछले 6-8 महीनों के आंकड़ों से पता चलता है कि मानसून न केवल देरी से लौटा, बल्कि मानसून के बाद होने वाली वर्षा में भी भारी कमी आई। दक्षिण-पश्चिम मानसून की इस कमजोरी ने जलाशयों के जल स्तर को ऐतिहासिक रूप से नीचे धकेल दिया है।

तापमान और 'हीट वेव': अल नीनो सीधे तौर पर वायुमंडल को गर्म करता है। इसके प्रभाव से खरीफ की कटाई के दौरान शुष्क मौसम बना रहा और रबी की बुवाई के समय तापमान सामान्य से ऊपर रहा। उच्च तापमान के कारण वाष्पीकरण की दर बढ़ जाती है, जिससे मिट्टी अपनी संचित नमी खो देती है।

पश्चिमी विक्षोभ: रबी फसलों का सुरक्षा चक्र

पश्चिमी विक्षोभ उत्तर भारत की रबी फसलों, विशेषकर गेहूँ के लिए जीवनदायी माने जाते हैं। ये भूमध्य सागर से आर्द्रता लेकर आते हैं।

सर्दियों की वर्षा का महत्व: दिसंबर और जनवरी में होने वाली हल्की बारिश, जिसे 'मावट' कहा जाता है, नाइट्रोजन स्थिरीकरण और मिट्टी के तापमान को कम करने में मदद करती है। पिछले सीजन में, पश्चिमी विक्षोभों की आवृत्ति में 40-50% की कमी देखी गई।

शीत लहर की कमी: पश्चिमी विक्षोभ की अनुपस्थिति का मतलब है कि हिमालयी क्षेत्रों में कम बर्फबारी हुई। इससे मैदानी इलाकों में वह 'ठंडक' नहीं पहुंच पाई जो फसलों के वानस्पतिक विकास के लिए आवश्यक है। बिना पर्याप्त ठंड के, पौधों की शारीरिक प्रक्रियाएं असंतुलित हो जाती हैं।

प्रमुख फसलों पर प्रत्यक्ष प्रभाव: एक गहन वैज्ञानिक विश्लेषण

जलवायु विसंगतियों का प्रभाव केवल पैदावार घटने तक सीमित नहीं है, बल्कि यह पौधों की जैव-रासायनिक संरचना को भी बदल देता है।

रबी फसलों: तापमान का रुझान

- **गेहूँ:** गेहूँ में 'वर्नालाइजेशन' की प्रक्रिया होती है, जिसके लिए एक निश्चित समय तक ठंड अनिवार्य है।
- **अर्ली हीट:** यदि बुवाई के बाद तापमान 25°C से ऊपर रहता है, तो पौधा अपनी ऊर्जा जड़ों को मजबूत करने के बजाय तने की वृद्धि में खर्च कर देता है। इससे कल्ले (Tillers) कम बनते हैं और अंततः बालियों की संख्या घट जाती है।
- **टर्मिनल हीट:** दाना भरने की अवस्था (Milking stage) में तापमान का 30-35°C पार करना दानों के स्टार्च संचय को रोक देता है। इससे दाने 'सिकुड़े हुए' प्राप्त होते हैं।

दलहन (चने और मटर)-

- रबी की दालों में 'नमी का तनाव' पौधों में 'एबसिसिक एसिड' के स्तर को बढ़ा देता है, जिससे फूल समय से पहले गिर जाते हैं।

तिलहन (सरसों और सूरजमुखी)

- **तेल की मात्रा:** सरसों के दानों में तेल का संचय पकने के समय के तापमान पर निर्भर करता है। शुष्क मौसम और पश्चिमी विक्षोभ

की कमी से दानों में ग्लूकोसाइनोलेट्स की मात्रा बढ़ जाती है, जिससे तेल की गुणवत्ता और मात्रा दोनों कम हो जाती है।

- **मोटे अनाज:** यद्यपि रागी, बाजरा और ज्वार जैसे मोटे अनाज जलवायु के प्रति अधिक सहनशील हैं, लेकिन लंबे समय तक सूखे की स्थिति ने उनके पौधों की वृद्धि को भी प्रभावित किया है। विशेष रूप से बीजों के अंकुरण के समय नमी की कमी ने उत्पादकता के अनुमानों को कम कर दिया है।

जायद खेती पर प्रभाव:

- जायद का सीजन (जैसे मूंग, उड़द, तरबूज, ककड़ी, मक्का) सीधे तौर पर 'लू' और अल नीनो के कारण बढ़ते तापमान से प्रभावित होता है।

चुनौतियाँ:

- **परागण विफलता:** मूंग और उड़द जैसी फसलों में जब तापमान 40°C के पार जाता है, तो परागण सूख जाते हैं, जिससे फलियां नहीं बनतीं।
- **अत्यधिक वाष्पीकरण:** अप्रैल-मई में पश्चिमी शुष्क हवाओं के कारण इवैपोट्रांसपिरेशन की दर बढ़ जाती है, जिससे पौधों को हर 4-5 दिन में सिंचाई की आवश्यकता पड़ती है।
- **कीटों का प्रकोप:** शुष्क और गर्म मौसम 'श्रिप्स' और 'सफेद मक्खी' के प्रसार के लिए आदर्श होता है, जो मोजेक वायरस फैलाते हैं।

प्रबंधन:

- **समय पर सिंचाई:** सिंचाई हमेशा शाम के समय या सुबह जल्दी करें ताकि पानी का वाष्पीकरण कम हो।
- **पोटाश का प्रयोग:** पोटाश पौधों के रंधों को नियंत्रित करता है, जिससे पौधा गर्मी को बेहतर तरीके से झेल पाता है।

आगामी खरीफ फसलों पर प्रभाव: खरीफ सीजन पूरी तरह से मानसून पर निर्भर है। अल नीनो के प्रभाव से मानसून की अनिश्चितता (देरी से आना या बीच में लंबा सूखा पड़ना) फसलों को निम्न प्रकार प्रभावित करेगी

- **धान -** धान खरीफ की मुख्य फसल है और पानी के प्रति सबसे संवेदनशील है।

चुनौती: मानसून की देरी से नर्सरी (पौध) की उम्र बढ़ जाती है। यदि 25-30 दिन से पुरानी पौध रोपी जाती है, तो कल्ले कम निकलते हैं।

प्रबंधन: DSR (डायरेक्ट सीडेड राइस) यानी धान की सीधी बुवाई अपनाएं। यह तकनीक पानी बचाती है और फसल को मानसून की देरी के प्रति कम संवेदनशील बनाती है।

मक्का

- **चुनौती:** मक्का में 'सिल्लिंग' (सूत निकलना) के दौरान यदि तापमान 35-38°C से अधिक और आर्द्रता कम होती है, तो 'टैसल ब्लास्ट' हो जाता है, जिससे भुट्टों में दाने नहीं भरते।
- **प्रबंधन:** ऐसी संकर किस्मों का चयन करें जो 'थर्मो-टोलरेंट' (ताप सहनशील) हों।

दलहन (अरहर, मूंग, उड़द)

- **चुनौती:** खरीफ दलहन में सबसे बड़ी समस्या 'जलभराव' या 'अत्यधिक सूखा' दोनों हैं। अल नीनो के कारण यदि अचानक तेज बारिश (बादल फटना) होती है, तो जड़ गलन (जड़ सड़न) की समस्या बढ़ जाती है।

- **प्रबंधन:** मेड पर बुवाई (रिज और फ़रो विधि) अपनाएं। इससे सूखा पड़ने पर नमी सुरक्षित रहती है और अधिक बारिश होने पर अतिरिक्त पानी आसानी से निकल जाता है।

तिलहन (सोयाबीन, मूंगफली)

- **चुनौती:** सोयाबीन में फूल आने के समय यदि नमी की कमी हुई, तो फूल गिर जाते हैं। मूंगफली में 'पेगिंग' अवस्था में मिट्टी का सख्त होना उत्पादन घटा देता है।
- **प्रबंधन:** मिट्टी में जिप्सम का प्रयोग करें और वानस्पतिक अवस्था में मल्लिचग का सहारा लें।

रोकथाम और बचाव के एकीकृत उपाय

आने वाले सीजन में जलवायु जोखिम को कम करने के लिए "3-S" रणनीति अपनानी चाहिए:

1. **बीज चयन:** कम अवधि (90-100 दिन) में पकने वाली किस्में चुनें ताकि वे मानसून के अंत में होने वाले संभावित सूखे से बच सकें। बीज उपचार अनिवार्य रूप से करें ताकि प्रारंभिक अवस्था में मिट्टी जनित रोगों से बचा जा सके।
2. **मृदा प्रबंधन:** हरी खाद अप्रैल-मई में कैंचा या सनई उगाकर खेत में पलट दें। यह मिट्टी की जल धारण क्षमता बढ़ाता है। लेजर लैंड लेवलिंग: खेत को पूरी तरह समतल रखें ताकि सिंचाई का पानी समान रूप से हर पौधे तक पहुँचे।
3. **रणनीति:** यदि मानसून 15 जुलाई तक नहीं आता है, तो मुख्य फसल (जैसे धान) के बजाय वैकल्पिक फसलों (जैसे बाजरा या कम अवधि की दालें) की बुवाई की तैयारी रखें। एग्रो-नेट/छाया छोटी नर्सरी और सब्जियों के लिए शेड-नेट का प्रयोग करें।

प्रबंधन और निवारण रणनीतियाँ

आने वाले सीजन में नुकसान को कम करने के लिए किसानों और कृषि वैज्ञानिकों को इन वैज्ञानिक उपायों को अपनाना होगा:

A. अल्पकालिक प्रबंधन:

- **लाइफ-सेविंग सिंचाई:** यदि मानसून में लंबा अंतराल आता है, तो 'स्प्रिंकलर' या 'ड्रिप' के माध्यम से हल्की सिंचाई करें।
- **पोटेशियम नाइट्रेट का छिड़काव:** सूखे की स्थिति में 1-2% पोटेशियम नाइट्रेट का पर्णिय छिड़काव (पर्ण स्प्रे) पौधों को नमी के तनाव से लड़ने की शक्ति देता है।
- **मल्लिचग:** फसल अवशेषों या प्लास्टिक मल्लिचग का उपयोग करें ताकि मिट्टी से वाष्पीकरण कम हो और नमी बनी रहे।

B. दीर्घकालिक निवारण

- **किस्मों का चयन:** खरीफ 2026 के लिए कम अवधि वाली (छोटी अवधि) और सूखे के प्रति सहनशील किस्मों का चयन करें। उदाहरण के लिए, धान की 'सहभागी धान' या 'DRR 42' जैसी किस्में।
- **सीधी बुवाई (डीएसआर- डायरेक्ट सीडेड राइस):** धान की पारंपरिक रोपाई के बजाय सीधी बुवाई तकनीक अपनाएं, जिससे पानी की 20-25% बचत होती है और फसल 7-10 दिन पहले पक जाती है।
- **मृदा उपचार:** बुवाई से पहले खेत में 'ट्राइकोडर्मा' और 'स्यूडोमोनास' जैसे जैव-नियंत्रकों का प्रयोग करें ताकि बदलती जलवायु में जड़ संबंधी रोगों से बचा जा सके।

- **एग्रो-फॉरेस्ट्री:** खेतों की मेड़ों पर पेड़ लगाएं ताकि 'माइक्रो-क्लाइमेट' (सूक्ष्म जलवायु) संतुलित रहे और गर्म हवाओं का प्रभाव कम हो।

वैज्ञानिक और आर्थिक चुनौतियाँ

- **जल विज्ञान संबंधी तनाव (हाइड्रोलॉजिकल तनाव):** वर्षा की कमी के कारण भूजल दोहन बढ़ गया है। पंजाब और हरियाणा जैसे राज्यों में भूजल का स्तर खतरनाक रूप से गिर गया है, जिससे भविष्य में सिंचाई की लागत और भी बढ़ेगी।
- **कीट और रोगों का नया पैटर्न:** 'वार्म विंटर' (गर्म सर्दियों) ने कीटों को पनपने का मौका दिया है। गेहूँ में 'येलो रस्ट' और सरसों में 'एफिड्स' का प्रकोप अब उन क्षेत्रों में भी देखा जा रहा है जहाँ पहले नहीं था।
- **ग्रामीण अर्थव्यवस्था का संकट:** कम पैदावार और बढ़ती लागत (बिजली, डीजल, कीटनाशक) के कारण किसान कर्ज के चक्र में फंस सकते हैं। यह ग्रामीण मांग को प्रभावित करता है, जिसका असर पूरे देश की GDP पर पड़ता है।

अनुकूलन और भविष्य की रणनीति: विज्ञान का सहारा

इस संकट से निपटने के लिए परंपरागत कृषि पद्धतियों में वैज्ञानिक बदलाव की आवश्यकता है:

- A. जीनोमिक्स और पादप प्रजनन:** CRISPR-Cas9 और मार्कर असिस्टेड सिलेक्शन जैसी तकनीकों के माध्यम से ऐसी किस्में विकसित करना जो 35°C से अधिक तापमान में भी स्थिर पैदावार दे सकें।
- B. सटीक कृषि:** ड्रिप सिंचाई, सेंसर आधारित नमी मापन और ड्रोन के जरिए कीटनाशकों का सटीक छिड़काव जल और संसाधनों की बचत करता है।
- C. एग्रो-मेट एडवाइजरी:** उपग्रह डेटा और AI का उपयोग करके किसानों को ब्लॉक स्तर पर मौसम की सटीक जानकारी देना ताकि वे समय से पहले सिंचाई या कटाई का निर्णय ले सकें।
- D. मृदा स्वास्थ्य:** जैविक कार्बन बढ़ाने के लिए मल्लिचग और फसल अवशेष प्रबंधन को बढ़ावा देना, जिससे मिट्टी की जल धारण क्षमता बढ़े।

निष्कर्ष

भारत के लिए जलवायु परिवर्तन अब किसी अकादमिक बहस का हिस्सा नहीं है, बल्कि यह हमारे खेतों में मौजूद एक कठोर सत्य है। अल नीनो और पश्चिमी विक्षोभ की ये विसंगतियाँ हमें याद दिलाती हैं कि हमारा खाद्य तंत्र कितना संवेदनशील है। आने वाले वर्षों में, आत्मनिर्भरता बनाए रखने के लिए हमें 'क्लाइमेट स्मार्ट एग्रीकल्चर' को मुख्यधारा की नीति बनाना होगा। कृषि वैज्ञानिकों, सरकार और किसानों का आपसी तालमेल ही भारत को इस जलवायु संकट से बचा सकता है।

