JETIR.ORG ISSN: 2349-5162 | ESTD Year : 2014 | Monthly Issue
JOURNAL OF EMERGING TECHNOLOGIES AND INNOVATIVE RESEARCH (JETIR)
An International Scholarly Open Access, Peer-reviewed, Refereed Journal

पूर्वी उत्तर प्रदेश में तापमान परिवर्तनशीलता का मूल्यांकन

सपना कन्नौजिया

शोध छात्रा, भूगोल विभाग दीन दयाल उपाध्याय गोरखपुर विश्वविद्यालय

प्रो. रेखा तिवारी

प्राचार्या, भूगोल विभाग, बुद्ध पी जी कॉलेज कुशीनगर

सारांश

पूर्वी उत्तर प्रदेश का भौगोलिक परिदृश्य, जिसमें तराई, मैदानी तथा आंशिक रूप से वनाच्छादित क्षेत्र सम्मिलित हैं, विगत तीन दशकों में जलवायु की बढ़ती अनिश्चितताओं का साक्षी रहा है। कृषि–आर्थिकी पर अत्यधिक निर्भर इस क्षेत्र में तापमान एवं वर्षा के स्वरूप में हो रहे परिवर्तन कृषि उत्पादन प्रणाली को प्रत्यक्ष रूप से प्रभावित करते हैं। वर्ष 1991 से 2021 तक के दीर्घकालिक तापमान एवं वर्षा आंकड़ों (आईएमडी एवं अन्य प्रामाणिक स्रोतों से प्राप्त) के विश्लेषण से यह स्पष्ट होता है कि अधिकतम एवं न्यूनतम तापमान, दोनों में क्रमिक वृद्धि की प्रवृत्ति उभर रही है। विशेष रूप से न्यूनतम तापमान में दर्ज हो रही वृद्धि तुलनात्मक रूप से अधिक प्रमुख है, जो रबी फसलोंकृविशेषकर गेहूँकृकी उपज क्षमता पर प्रतिकूल प्रभाव डाल सकती है। वर्षा का व्यवहार इस अवधि में अत्यंत असमन्वित पाया गया है। कहीं अत्यधिक वर्षा तो कहीं स्पष्ट अल्पता, जिससे कोई स्थायी दीर्घकालिक रुझान स्थापित नहीं हो पाया। हाल के वर्षों में कुछ स्थानों पर अधिकतम तापमान में देखी गई हल्की गिरावट संभवतः मानसूनी गतिविधियों की अस्थिरता एवं वर्षा के अनिश्चित वितरण से संबंधित है। तापमान एवं वर्षा की यह अनिश्चितता कृषि मौसम चक्र, बुआई की समय–सारणी, फसल चयन तथा जोखिम प्रबंधन रणनीतियों पर प्रत्यक्ष प्रभाव डालती है। धान, गेहूँ, मक्का तथा गन्ना जैसी क्षेत्र की प्रमुख फसलें इन परिवर्तनों के प्रति विशेष संवेदनशीलता प्रकट करती हैं। बढ़ते रात्रिकालीन तापमान, असामान्य वर्षा घटनाएँ, लम्बे सूखा–अंतराल तथा अत्यधिक वर्षा के संकेंद्रित एपिसोड पारंपरिक कृषि पद्धतियों को कम विश्वसनीय बनाते हुए उत्पादन स्थिरता को प्रभावित कर रहे हैं। इस परिदृश्य में जलवायु–आधारित अनुकूलन रणनीतियों की प्रासंगिकता अत्यधिक महत्वपूर्ण हो जाती है।

अध्ययन यह संकेत करता है कि पूर्वी उत्तर प्रदेश में कृषि की जलवायु–संवेदनशीलता को कम करने हेतु स्थानीय स्तर पर व्यावहारिक एवं अनुकूलतम उपायोंकृजैसे सूखा एवं ऊष्मा–सहनशील किस्मों का उपयोग, सूक्ष्म–सिंचाई एवं जल–संरक्षण तकनीकों को बढ़ावा, मौसम संबंधी सूचनाओं की समयबद्ध उपलब्धता तथा जोखिम–प्रबंधन आधारित खेती प्रणालियाँकृकी तत्काल आवश्यकता है। क्षेत्रीय जलवायु रुझानों का

सुव्यवस्थित अध्ययन न केवल कृषि उत्पादन की स्थिरता को मजबूत करता है, बल्कि स्थानीय समुदायों की आजीविका सुरक्षा एवं दीर्घकालिक जलवायु–प्रतिरोधी विकास के लिए भी महत्वपूर्ण दिशा प्रदान करता है।

Keywords- तापमान परिवर्तन, मौसम आंकड़ा, अधिकतम तापमान, न्यूनतम तापमान

परिचय- हाल के दशकों में जलवायु परिवर्तनशीलता एक गंभीर चिंता का विषय बनकर उभरी है, क्योंकि इसका कृषि, जल संसाधन, जैव विविधता और आजीविका पर महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ा है, खासकर पूर्वी उत्तर प्रदेश के क्षेत्र में जैसे पारिस्थितिक रूप से संवेदनशील और सामाजिक–आर्थिक रूप से कमजोर क्षेत्रों में। तापमान और वर्षा जैसे जलवायु तत्वों में परिवर्तनशीलता को समझना जलवायु परिवर्तन के प्रतिकूल प्रभावों को कम करने हेतु अनुकूली रणनीतियाँ विकसित करने हेतु आवश्यक है। हाल के दशकों में, पूर्वी उत्तर प्रदेश के लोग जलवायु परिवर्तन और बदलते मौसम पैटर्न के प्रभावों के कारण अपनी आजीविका और समग्र विकास के लिए बढ़ती चुनौतियों का सामना कर रहे हैं। यद्यपि राज्य में कृषि अनुसंधान संस्थानों का एक मजबूत नेटवर्क है, लेकिन जलवायु की अप्रत्याशित प्रकृति अक्सर वैज्ञानिक प्रगति को जमीनी स्तर पर वास्तविक सुधारों में बदलना मुश्किल बना देती है। कई किसान अभी भी पुरानी और कम कुशल कृषि विधियों पर निर्भर हैं, इसलिए नहीं कि वे ऐसा करना चाहते हैं, बल्कि इसलिए कि उनके पास समय पर जानकारी, समर्थन और सही तकनीकों तक पहुँच का अभाव है। शोधकर्ताओं, विस्तार कार्यकर्ताओं और किसानों के बीच की खाई प्रगति में एक बड़ी बाधा बनी हुई है। नतीजतन, जलवायु परिवर्तन के प्रभाव तेजी से दिखाई देने लगे हैं। गर्मियाँ और अनियमित वर्षा पहले से ही फसलों पर गंभीर संकट डाल रही हैं, जिससे खेती पहले से कहीं ज्यादा अनिश्चित और असुरक्षित हो गई है।

दुनिया भर के किसान जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को सबसे ज्यादा महसूस कर रहे हैं। कई लोगों के लिए, खासकर दक्षिण एशिया और उप–सहारा अफ्रीका जैसे क्षेत्रों में, जमीन और मौसम उनकी जीवन रेखाएँ हैं। लेकिन अब, जलवायु इस तरह बदल रही है कि खेती पहले की तुलना में कहीं ज्यादा अनिश्चित हो गई है। बारिश अब उस समय नहीं हो रही जब होनी चाहिए। गर्मियाँ और भी ज्यादा गर्म और शुष्क होती जा रही हैं। अचानक आने वाली बाढ़, अप्रत्याशित तूफान और सूखे के कारण यह अनुमान लगाना मुश्किल हो रहा है कि कब बुआई करनी है या कब कटाई करनी है। भारत में, जहाँ कृषि का एक बड़ा हिस्सा मानसून की बारिश पर निर्भर करता है, थोड़ी सी भी देरी या सूखा लाखों परिवारों के लिए फसल बर्बाद और आर्थिक तंगी का कारण बन सकता है।

गेहूँ, चावल और दालें जैसी फसलें तापमान और पानी की उपलब्धता के प्रति संवेदनशील होती हैं। फूल आने या दाने बनने जैसे महत्वपूर्ण विकास चरणों के दौरान बढ़ती गर्मी पैदावार को काफी कम कर सकती है। साथ ही, कीट और रोग भी आम होते जा रहे हैं, जो बदलते मौसम के कारण गर्म और अधिक आर्द्र परिस्थितियों में पनप रहे हैं। कई किसानों के लिए, पीढ़ियों से चला आ रहा पारंपरिक ज्ञान अब नई

जलवायु वास्तविकताओं के अनुरूप नहीं रहा। इन बदलावों के साथ तालमेल बिठाने के लिए, खेती में बदलाव जरूरी है। ज्यादा से ज्यादा किसान जलवायु–अनुकूल तरीकों की ओर रुख कर रहे हैं, जैसे सूखा–सहनशील बीजों का उपयोग, मिट्टी की नमी का संरक्षण, फसलों में विविधता, और अपने निर्णयों को दिशा देने के लिए मौसम पूर्वानुमान का उपयोग। लेकिन उन्हें समर्थन की जरूरत है। सटीक जानकारी, किफायती तकनीक और समय पर सरकारी सहायता तक पहुँच बहुत बड़ा बदलाव ला सकती है। जलवायु परिवर्तन के अनुसार कृषि को अनुकूलित करना केवल एक वैज्ञानिक या नीतिगत चुनौती नहीं है, बल्कि यह खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने, ग्रामीण आजीविका की रक्षा करने और बदलती दुनिया में भी समुदायों को फलने–फूलने में मदद करने के बारे में है।

कृषि मानव सभ्यता की रीढ़ है। यह न केवल हमें प्रतिदिन भोजन उपलब्ध कराती है, बल्कि दुनिया भर के अरबों लोगों की आजीविका का भी पोषण करती है। एशिया के चावल के खेतों से लेकर उत्तरी अमेरिका के गेहूँ के खेतों और गाँवों के पिछवाड़े में उगने वाले सब्जियों के खेतों तक, कृषि लोगों को जमीन और एक–दूसरे से जोड़ती है। यह हमारे शरीर को पोषण देने वाले अनाज, फल, सब्जियाँ, डेयरी उत्पाद और मांस के साथ–साथ कपड़े, ईंधन और उद्योग में इस्तेमाल होने वाले कपास, जूट और तिलहन जैसे कच्चे माल की आपूर्ति करती है। ग्रामीण समुदायों के लिए, खासकर विकासशील देशों में, खेती सिर्फ एक रोजगार से कहीं बढ़कर है, यह जीवन जीने का एक तरीका है, जो संस्कृति, परंपरा और अस्तित्व से गहराई से जुड़ा है। जैसे–जैसे वैश्विक जनसंख्या बढ़ रही है और जलवायु परिस्थितियाँ अधिक अप्रत्याशित होती जा रही हैं, टिकाऊ और लचीली कृषि का महत्व पहले से कहीं अधिक बढ़ गया है। कृषि खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करती है, रोजगार पैदा करती है, आर्थिक विकास को बढ़ावा देती है और गरीबी कम करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

संक्षेप में, कृषि केवल फसलें उगाने के बारे में नहीं है यह लोगों को भोजन उपलब्ध कराने, समुदायों को बनाए रखने तथा उस ग्रह का पोषण करने के बारे में है जिसे हम सभी साझा करते हैं।

पूर्वी उत्तर प्रदेश के लोगों के लिए, खासकर ग्रामीण इलाकों में, खेती सिर्फ आजीविका से कहीं बढ़कर है, यह मौसम की लय से गहराई से जुड़ी एक जीवन शैली है। लेकिन पिछले कुछ वर्षों में, यह लय लगातार अप्रत्याशित होती जा रही है। इस क्षेत्र में ज्यादातर खेती सिंचाई के बजाय वर्षा पर निर्भर है, इसलिए मौसम में हर बदलाव, चाहे वह बहुत कम बारिश हो, बहुत ज्यादा हो, या अत्यधिक गर्मी हो, फसलों और आय पर गंभीर प्रभाव डाल सकता है।

तापमान और वर्षा की प्रवृत्ति अविश्वसनीय हो गयी है, इस तरह की अनिश्चितता किसानों के लिए यह जानना मुश्किल कर देती है कि कब बोना है या अपनी फसलों की रक्षा कैसे करनी है। बढ़ता तापमान चीजों को और भी मुश्किल बना रहा है। पिछले 25 वर्षों में, प्री–मानसून सीजन (मार्च से मई) के दौरान औसत अधिकतम तापमान लगभग 1.1°C बढ़ा है, जो अक्सर मई में 44°Cसे अधिक हो जाता है इस क्षेत्र

की धान, गेहूँ और दलहन जैसी मुख्य फसलें इन बदलावों के प्रति विशेष रूप से संवेदनशील हैं। स्थानीय अध्ययनों में पाया गया है कि जब मानसून देर से आता है या फूल आने के दौरान बारिश का एक महत्वपूर्ण दौर विफल हो जाता है, तो किसानों को अपनी अपेक्षित उपज का 20–30ः नुकसान हो सकता है।

ऐसी चुनौतियों का सामना करते हुए, यह स्पष्ट है कि किसान अब केवल पारंपरिक ज्ञान पर निर्भर नहीं रह सकते। अब उन्हें ऐसे उपकरणों की आवश्यकता है जो उन्हें सटीक मौसम पूर्वानुमान, सूखा–सहिष्णु बीज किस्मों और आधुनिक सिंचाई तकनीकों को अपनाने में मदद करें। वास्तविक समय के मौसम अपडेट और कृषि सलाहकार सेवाओं से मिलने वाले सहयोग से, सोनभद्र और इसी तरह के क्षेत्रों के किसान अधिक सूचित निर्णय ले सकते हैं, अपने जोखिम कम कर सकते हैं और बदलती जलवायु के प्रति लचीलापन विकसित कर सकते हैं।

शोध विधि

इस अध्ययन में द्वितीयक आंकड़ों का प्रयोग किया गया है जिसको भारतीय मौसम विभाग और नासा पावर की से एकत्रित किया गया है। उत्तर प्रदेश को 9 कृषि जलवायु प्रदेश में विभाजित किया गया है जिसमें से 3 कृषि जलवायु प्रदेश पूर्वी उत्तर प्रदेश में आते हैं।

अध्ययन क्षेत्र का भौगोलिक विवरण

पूर्वी उत्तर प्रदेश लगभग चतुर्भुजाकार आकृति में 23°51 मिनट उत्तरी अक्षांश से 28°30 मिनट उत्तरी अक्षांश तथा 81°30 मिनट पूर्वी देशांतर से 84°38 मिनट पूर्वी देशांतर के बीच स्थित है। इसमें कुल 27 जिले शामिल हैं, जिनका संयुक्त क्षेत्रफल 85,298.79 वर्ग किलोमीटर है। यह क्षेत्र सम्पूर्ण उत्तर प्रदेश के क्षेत्रफल का लगभग 35.06 प्रतिशत भाग घेरता है। प्रदेश की उत्तर–दक्षिण लंबाई लगभग 550 किमी तथा पूर्व–पश्चिम चौड़ाई लगभग 375 किमी है। इसकी उत्तरी सीमा नेपाल से लगती है। पूर्वी सीमा बिहार से, दक्षिण–पूर्वी सीमा झारखंड से, तथा दक्षिणी सीमा मध्य प्रदेश और छत्तीसगढ़ से मिलती है। वहीं, पश्चिमी सीमा का निर्माण बहराइच, गोंडा, अयोध्या, सुल्तानपुर, प्रतापगढ़ और प्रयागराज जिले करते हैं।

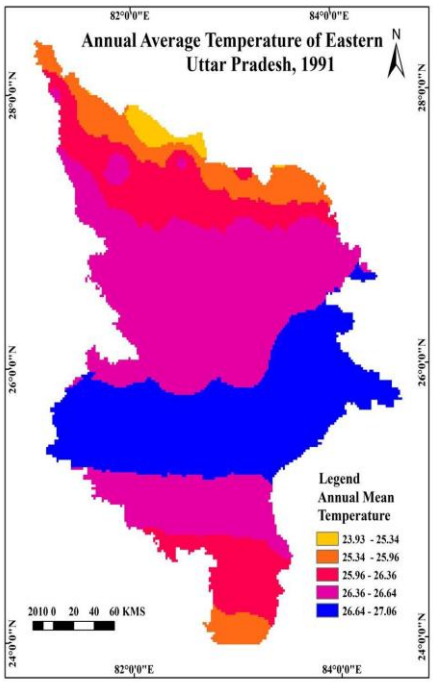
प्रवृत्ति विश्लेषण

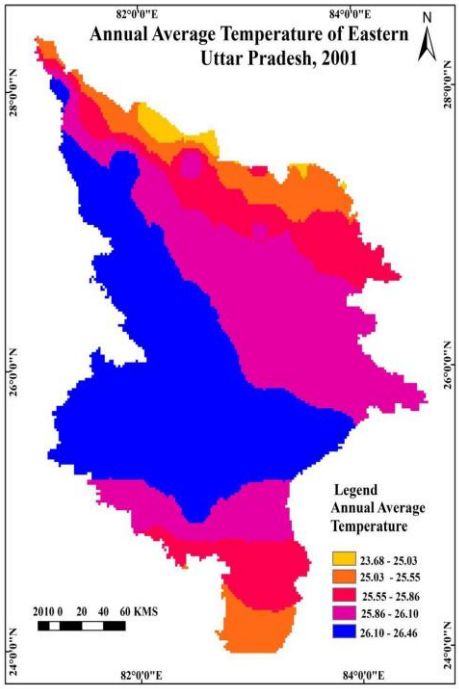
Year	1991	2001	2011	2021
Temperature	Average Tem.	Average Tem.	Average Tem.	Average Tem.
Janauary	15.63	16.45	15	15.04
February	17.23	18.09	15.68	16.76
March	17.73	17.41	17.34	17.06
April	17.42	16.9	15.54	17.09

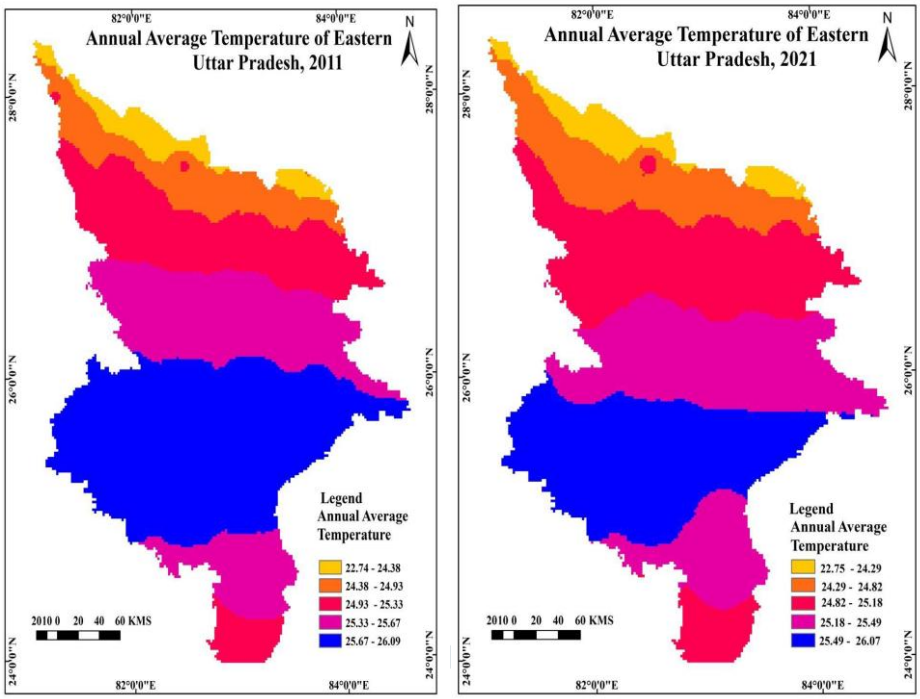
May	**16.31**	**13.5**	**13.8**	**11.94**
June	**11.28**	**8.6**	**10.17**	**7.79**
July	**9.33**	**7.24**	**6.52**	**6.39**
August	**6.51**	**7.1**	**5.7**	**5.65**
September	**7.33**	**8.22**	**6.26**	**5.86**
October	**12.35**	**10.04**	**10.07**	**8.68**
November	**14.38**	**13.28**	**11.8**	**11.67**
December	**14.02**	**14.83**	**13.51**	**12.1**
Annual	**13.27**	**12.58**	**11.76**	**11.3**

Source:IMD

वार्षिक औसत तापमान के विश्लेषण से पूर्वी उत्तर प्रदेश में लगातार तापमान वृद्धि का पैटर्न स्पष्ट रूप से दिखाई देता है। 1991 में, उच्च तापमान मुख्यतः दक्षिणी जिलों तक ही सीमित था, जबकि उत्तरी और मध्य क्षेत्र अपेक्षाकृत मध्यम रहे। 2001 तक, ये उच्च तापमान क्षेत्र उत्तर की ओर फैल गए, जो गर्म परिस्थितियों की ओर एक प्रारंभिक बदलाव का संकेत था। 2011 में यह प्रवृत्ति और तीव्र हो गई क्योंकि मध्य क्षेत्र का अधिकांश भाग उच्च तापमान







Source: Indian Metrological Department

वार्षिक औसत तापमान के विश्लेषण से पूर्वी उत्तर प्रदेश में लगातार तापमान वृद्धि का पैटर्न स्पष्ट रूप से दिखाई देता है। 1991 में, उच्च तापमान मुख्यतः दक्षिणी जिलों तक ही सीमित था, जबकि उत्तरी और मध्य क्षेत्र अपेक्षाकृत मध्यम रहे। 2001 तक, ये उच्च तापमान क्षेत्र उत्तर की ओर फैल गए, जो गर्म परिस्थितियों की ओर एक प्रारंभिक बदलाव का संकेत था। 2011 में यह प्रवृत्ति और तीव्र हो गई क्योंकि मध्य क्षेत्र का अधिकांश भाग उच्च तापमान श्रेणियों में परिवर्तित हो गया। 2021 तक, अधिकांश मध्य और दक्षिणी जिलों में उच्चतम तापमान सीमा दर्ज की गई, जबकि ठंडे क्षेत्रों में उल्लेखनीय रूप से कमी आई।

चार दशकों का यह बदलाव औसत तापमान में लगातार वृद्धि और उत्तर–दक्षिण तापीय प्रवणता में मजबूती को दर्शाता है। बढ़ता तापीय दबाव जलवायु के प्रति बढ़ती संवेदनशीलता का संकेत देता है, खासकर कृषि के लिए, क्योंकि बढ़ते तापमान से मिट्टी की नमी कम हो सकती है, फसल चक्र बदल सकते हैं और सिंचाई की जरूरतें बढ़ सकती हैं। कुल मिलाकर, इस क्षेत्र में जलवायु परिवर्तन के साथ जुड़ी एक स्पष्ट और निरंतर तापमान वृद्धि की प्रवृत्ति दिखाई देती है।

औसत वार्षिक तापमान का विश्लेषण

पूर्वी उत्तर प्रदेश के 1991, 2001, 2011 और 2021 के वार्षिक औसत तापमान का तुलनात्मक विश्लेषण क्षेत्र में बढ़ते तापमान और जलवायु परिवर्तन के स्पष्ट संकेत प्रस्तुत करता है। चारों दशकों के डेटा से यह परिलक्षित होता है कि तापमान का वितरण उत्तर से दक्षिण की ओर क्रमशः बढ़ता है, परंतु समय के साथ उच्च तापमान वाले क्षेत्रों का विस्तार और तीव्रता दोनों ही धीमी लेकिन निरंतर गति से बढ़ी हैं।

1991 में दक्षिणी जिलों में ही सर्वाधिक तापमान (26.64-27.06°C) दर्ज होता है, जबकि अधिकांश क्षेत्र मध्यम तापमान श्रेणी में आते हैं। 2001 तक तापमान बढ़ने की प्रक्रिया और व्यापक हो जाती है, जिसमें मध्य तथा दक्षिण–पूर्वी जिलों में गर्मी का प्रभाव स्पष्ट रूप से उभरने लगता है। इस अवधि में उच्च तापमान वाले क्षेत्र उत्तर की ओर भी फैलने लगे, जो जलवायु परिवर्तन के बढ़ते प्रभाव का प्रारंभिक संकेत माने जा सकते हैं।

2011 में उच्च तापमान (25.67-26.09°C) वाले क्षेत्रों का दायरा काफी बढ़ गया है, विशेषकर मध्य और दक्षिणी हिस्सों में। यह दर्शाता है कि पूर्वी उत्तर प्रदेश का बड़ा भाग अब पहले की तुलना में अधिक गर्म जलवायु परिस्थितियों का सामना कर रहा है। 2021 तक यह प्रवृत्ति और अधिक तीव्र हो जाती है। इस वर्ष के मानचित्र में दक्षिणी एवं मध्य क्षेत्रों में उच्च तापमान का व्यापक प्रभुत्व दिखता है जबकि निम्न तापमान वाले क्षेत्र सिकुड़ते जाते हैं। इससे यह सिद्ध होता है कि पिछले तीन दशकों में क्षेत्र का तापीय प्रोफाइल लगातार गर्म हुआ है।

समग्र रूप से देखा जाए तो 1991 से 2021 तक उच्च तापमान श्रेणियों का भू–आवरण तेजी से बढ़ा, मध्य एवं दक्षिणी जिलों में हीट स्ट्रेस की तीव्रता बढ़ी, मिट्टी की नमी में कमी और सिंचाई आवश्यकता में वृद्धि की संभावना बढ़ी, जलवायु संवेदनशील फसलों पर तापीय दबाव बढ़ा, कृषि भेद्यता में दीर्घकालिक वृद्धि का रुझान स्पष्ट हुआ।

निष्कर्ष

1991, 2001, 2011 और 2021 के वार्षिक औसत तापमानों का तुलनात्मक विश्लेषण स्पष्ट रूप से पूर्वी उत्तर प्रदेश में एक सतत और दीर्घकालिक तापमान वृद्धि की प्रवृत्ति को दर्शाता है। पिछले तीन दशकों में, इस क्षेत्र में मध्यम से उच्च तापमान वाले क्षेत्रों की ओर एक व्यवस्थित बदलाव आया है, जो गर्म क्षेत्रों के विस्तार और ठंडे क्षेत्रों के सिकुड़ने में परिलक्षित होता है। उत्तर–दक्षिण तापीय प्रवणता मजबूत हुई है, और दक्षिणी और मध्य जिलों में तापमान में सबसे अधिक वृद्धि देखी गई है।

यह प्रगतिशील तापमान वृद्धि, विशेष रूप से तापमान–संवेदनशील कृषि प्रणालियों के लिए, बढ़ते जलवायु तनाव का संकेत देती है। उच्च तापमान से मिट्टी की नमी कम होने, फसलों पर तापीय तनाव बढ़ने, सिंचाई की आवश्यकताएँ बढ़ने और फसल उत्पादकता के बाद के पैटर्न में कमी आने की संभावना है। कुल मिलाकर, तापमान की प्रवृत्ति बढ़ती हुई संवेदनशीलता का संकेत देती है और पूर्वी उत्तर प्रदेश के कृषि परिदृश्य के लिए जलवायु–अनुकूली रणनीतियों, टिकाऊ संसाधन प्रबंधन और दीर्घकालिक लचीलापन योजना की तत्काल आवश्यकता को बल देती है।

संदर्भ सूची

- Arpita, S.N., Singh, A.K., Mishra, A.N., Shukla, S.K., and Kumar, M. 2019, "Studies on extreme weather events of Eastern plain zone of Uttar Pradesh", International Journal of Chemical Studies, 7(1): 2014-2017.
- Basha, G., Kishore, P., Venkatratnam, M., Jayaraman, A., Kouchak, A.A., Ouarda, T.B.M.J. and Velicogna, I. 2017, "Historical and Projected Surface temperature over India during the 20th and 21st century", Scientific Reports, 7(2987), June.
- Bhutiyani, M.R., Kale, V.S. and Pawar, N.J. 2007, "Climate change and the precipitation variations in the north-western Himalayas: 1866-2006", International Journal of Climatology, 30(4):535-548.
- Bhatt, D., Sonkar, G. and Mall, R.K. 2019, "Impact of climate variability on the rice yield in Uttar Pradesh: an Agro-climatic based study", Springer, October.
- Devegowda, S.R., Kushwaha, S., Badal, P.S., Nagaveni, M. and Manasa, S.R. 2021, "Trend and variation for rainfall in Eastern Plain Zone of Uttar Pradesh", International Journal of Agricultural and Statistics Sciences, 17(1):1543-1551.
- Kumar, V. Jain, S.K. and Singh, Y. 2010, "Analysis of long-term rainfall trends in India", Journal des Sciences Hydrologiques, 55(4):484-496.
- Lobell, D.B. and Gourdji, S.M. 2012, "The Influence of Climate Change on Global Crop Productivity", Plant Physiology, 160: 1686-1697.
- Oza, M. and Kishtawal, C.M. 2014, "Spatial analysis of Indian summer monsoon rainfall", Journal of Geometrics, 8(1):40-47.
- Pandey, K.K., Rai, V. N., Sisodia, B. V. S. and Singh, S. K. 2015, "Effect of weather variables on rice crop in eastern Uttar Pradesh, India", Plant Archives, 15(1):575-579.
- Singh, P.K., Rathore, L.S., Singh, K.K., Gupta, A.K., Baxla, A.K. and Athiyaman, B. 2008, "Rainfall probability analysis using Markov chain model in Sabour region of Bihar", Journal of Agrometeorology, 10(2):213-217.
- Srinivasa Rao, C.H., Baral, K., Chandana, V.M., Jagadesh, M. and Karthik, R. 2024, "Climate change adaptation and mitigation in Indian agriculture", Journal of Agrometeorology, 26(2): 137-148.

- Sushant S. Balasubramani K. and Kumaraswamy K. 2015, "Spatio-temporal analysis of rainfall distribution and variability in the twentieth century over the Cauvery basin, South India", Environmental Management of River Basin Ecosystems, (21-41). DOI: 10.1007/978-3-319-13425-3_2.
- White, J.W., Hoogenboom, G., Kimball, B.A. and Wall, G. W. 2011, "Methodologies for simulating impacts of climate change on crop production", Field Crops Research, 124(3):357-368.