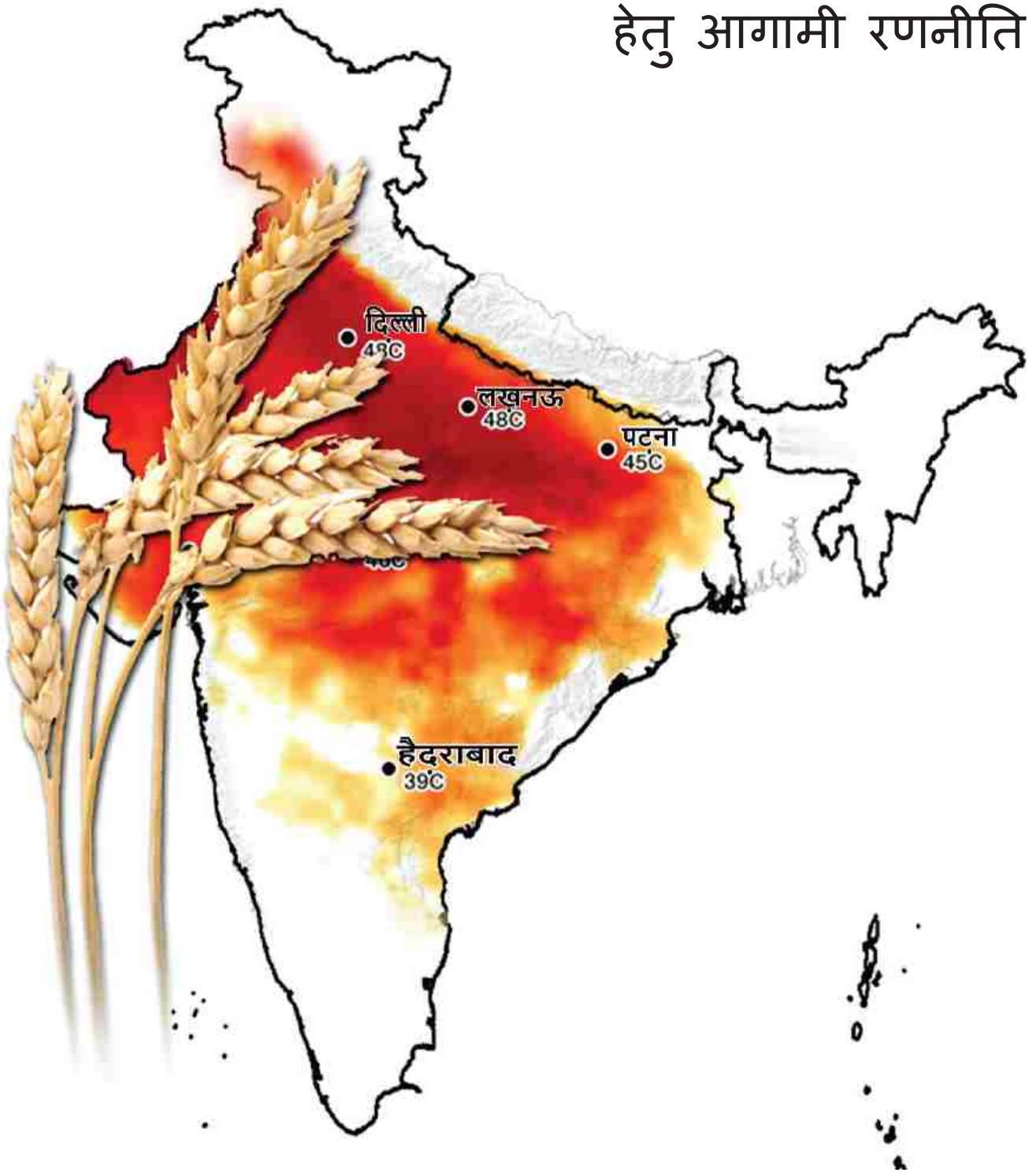
गर्मी की लहर 2022

कारण, प्रभाव एवं भारतीय कृषि हेतु आगामी रणनीति



भाकृअनुप - केंद्रीय बारानी कृषि अनुसंधान संस्थान

संतोषनगर, हैदराबाद, तेलंगाना, भारत

भाकृअनुप - केबाकृअनुसं - त.स. 02-2022

गर्मी की लहर 2022

कारण, प्रभाव एवं भारतीय कृषि हेतु आगामी रणनीति

शांतनु कुमार बल
जे.वी.एन.एस. प्रसाद
विनोद कुमार सिंह

भाकृअनुप - केंद्रीय बारानी कृषि अनुसंधान संस्थान
संतोषनगर, हैदराबाद, तेलंगाना, भारत

संदर्भः

एस.के. बल, जे.वी.एन.एस. प्रसाद, वी.के. सिंह (2022). गर्मी की लहर 2022 - कारण, प्रभाव एवं भारतीय कृषि हेतु आगामी रणनीति. तकनीकी समाचार क्र. भाकृअनुप - केबाकृअनुसं - त.स. 02-2022, भाकृअनुप - केंद्रीय बारानी कृषि अनुसंधान संस्थान, हैदराबाद, तेलंगाना, भारत, पृष्ठ कुल 50.

ISBN: 978-93-80883-65-6

तकनीकी मार्गदर्शन:

डॉ. एस.के. चौधरी, उपमहानिदेशक (पा.सं.प्र.), भाकृअनुप, नई दिल्ली

डॉ. बी. वेंकटेश्वर्लु, पूर्व कुलपति, वी.एन.एम.के.वी., परभणी, महाराष्ट्र

प्रकाशक

निदेशक

भाकृअनुप - केंद्रीय बारानी कृषि अनुसंधान संस्थान,

हैदराबाद - 500 059, तेलंगाना, भारत

दूरभाष: 91-040- 24530177, 24530161 (O) 24532262 (R)

वेब: http://www.icar-crida.res.in

ई-मेल: director.crida@icar.gov.in

मुद्रण

बालाजी स्कैन प्राइवेट लिमिटेड, हैदराबाद

दूरभाष: 23303424/25, 9848032644 प्रेस: 9248007736/37

ई-मेल: bsplpress@gmail.com

योगदान

डॉ. ए.वी.एम. सुब्बा राव, (प्रधान वैज्ञानिक), श्री एन. मणिकंदन, (वैज्ञानिक), डॉ. एम.ए. सरथ चंद्रन, (वैज्ञानिक), डॉ. एम. प्रभाकर, (प्रधान वैज्ञानिक), भाकृअनुप - केंद्रीय बारानी कृषि अनुसंधान संस्थान, हैदराबाद

निदेशकगण, भाकृअनुप - भारतीय गेहूं और जौ अनुसंधान संस्थान, करनाल; केंद्रीय उपोष्णकटिबंधीय बागवानी संस्थान, लखनऊ; केंद्रीय नींबू वर्गीय अनुसंधान संस्थान, नागपुर; शीतजल मात्स्यिकी अनुसंधान निदेशालय, भीमताल; राष्ट्रीय लीची अनुसंधान केंद्र, मुजफ्फरपुर; भारतीय सब्जी अनुसंधान संस्थान, वाराणसी; राष्ट्रीय डेयरी अनुसंधान संस्थान, करनाल

निदेशकगण, भाकृअनुप - कृषि प्रौद्योगिकी अनुप्रयोग अनुसंधान संस्थान, क्षेत्र-I, लुधियाना; क्षेत्र-II, जोधपुर; क्षेत्र-III, कानपुर; क्षेत्र-IV, पटना; क्षेत्र-VIII, पुणे; क्षेत्र-IX, जबलपुर

अध्यक्ष, कृषि विज्ञान केंद्र (बांदीपोरा, कठुआ, लेह (लद्दाख), पुंछ, अनंतनाग, चंबा, कुल्लू, मंडी, बिलासपुर, फरीदकोट, भटिंडा, गुरदासपुर, मोगा, उत्तरकाशी, टिहरी गढ़वाल, बागेश्वर, चंपावत, सिरसा, भिवानी, फतेहाबाद, महेंद्रगढ़, हिसार, झुंझुनू, भरतपुर, जोधपुर, बाड़मेर, अलवर, भीलवाड़ा, चूरू, हनुमानगढ़, नागौर, बीकानेर, जैसलमेर, सिरोही, पाली, बागपत, झांसी, हमीरपुर, चित्रकूट, प्रतापगढ़, कौशांबी, बहराइच, गोंडा, महाराजगंज, गोरखपुर, कुशी नगर, सोनभद्र, बांदा, संत रविदास नगर, बस्ती, जालौन, कानपुर देहात, सुपौल, बक्सर, दरभंगा, सहरसा, सीतामढ़ी, लखीसराय, किशनगंज, भागलपुर, नालंदा, पश्चिम चंपारण, सीवान, गोड्डा, गुमला, गढ़वा, बनासकांठा, नर्मदा, दाहोद, पंचमहल, नंदुरबार, अहमदनगर, जालना, बीड, उस्मानाबाद, लातूर, उत्तरी गोवा, रायगढ़, महासमुंद, दुर्ग, मुरैना, दतिया, टीकमगढ़, छतरपुर, रतलाम, झाबुआ, भिंड, डिंडोरी)

वैज्ञानिक, अखिल भारतीय समन्वित कृषि-मौसम विज्ञान अनुसंधान परियोजना (एक्रीपाम) के सहयोगी केंद्र (लुधियाना, समस्तीपुर, फैजाबाद, जबलपुर, कानपुर, रायपुर, आणंद)

विषय सूची

क्रमांक	विवरण	पृष्ठ संख्या
	संदेश	i
	प्राक्कथन	iii
	आभार	v
	सारांश	vii
1.	**भूमिका**	01
2.	**गर्मी की लहर**	
	2.1 वैज्ञानिक पृष्ठभूमि	03
	2.2 गर्मी की लहर की घोषणा एवं मानदंड	04
	2.3 गर्मी की लहर की विशेषताएँ	04
	2.4 गर्मी की लहर का कृषि पर प्रभाव	05
	2.5 विश्व और भारत में ऐतिहासिक गर्मी की लहरों की घटनाएँ	09
	2.6 भारत में गर्मी की लहर के प्रभावित जिले	09
3.	**भारत में गर्मी की लहर 2022 के कारण**	
	3.1 गर्मी की लहर के कारण	12
	3.2 उत्तर और मध्य भारत में गर्मी की लहर की स्थिति	12
	3.3 उत्तर भारत में बढ़ती गर्मी की लहरों पर धीमे पश्चिमी विक्षोभ का प्रभाव	16
4.	**वर्ष 2022 के दौरान कृषि पर गर्मी की लहर का प्रभाव**	
	4.1 फसलें	24
	4.2 बागवानी	25
	4.3 पशुधन	26
	4.4 कुक्कुट	26
	4.5 मात्स्यिकी	26
	4.6 भूजल	27
	4.7 मानव समुदाय	27
5.	**गर्मी की लहर प्रबंधन हेतु तकनीकियाँ**	
	5.1 फसलें	28
	5.2 बागवानी	29
	5.3 सब्जियाँ	30
	5.4 पशुधन	31
	5.5 कुक्कुट	32
	5.6 मात्स्यिकी	33
	5.7 भूजल	33
	5.8 मानव समुदाय	34
6.	**राष्ट्रीय जलवायु समुत्थान कृषि में नवप्रवर्तन परियोजना (निक्रा) से सीख**	35
7.	**भविष्य की रणनीति**	43
8.	**संदर्भ**	44

त्रिलोचन महापात्र, पीएच.डी.
सचिव एवं महानिदेशक
TRILOCHAN MOHAPATRA, Ph.D.
SECRETARY & DIRECTOR GENERAL

भारत सरकार
कृषि अनुसंधान और शिक्षा विभाग एवं
भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद
कृषि एवं किसान कल्याण मंत्रालय, कृषि भवन, नई दिल्ली 110 001
GOVERNMENT OF INDIA
DEPARTMENT OF AGRICULTURAL RESEARCH & EDUCATION
AND
INDIAN COUNCIL OF AGRICULTURAL RESEARCH
MINISTRY OF AGRICULTURE AND FARMERS WELFARE
KRISHI BHAVAN, NEW DELHI 110 001
Tel.: 23382629; 23386711 Fax: 91-11-23384773
E-mail: dg.icar@nic.in

संदेश

भारत एक कृषि प्रधान देश है। स्वतंत्रता प्राप्ति के पश्चात् देश के वैज्ञानिकों एवं अन्नदाता किसानों की कड़ी मेहनत के कारण खाद्यान्न उत्पादन में आज देश आत्मनिरर्भर है। देश में कृषि की प्रगति के बावजूद आज भी भारतीय कृषि मौसम की अनिश्चितता के प्रति संवेदनशील है। विगत् कुछ दशकों में जलवायु परिवर्तन के साथ मौसमीय घटनाओं में काफी इजाफा हुआ है साथ ही इन घटनाओं की भविष्यवाणी में अनिश्चितता के कारण किसानों की समस्याओं में बढ़ोतरी देखी गई है। परिणामस्वरूप कृषि उत्पादन को व्यापक नुकसान हो रहा है। वर्तमान वर्ष 2022 में, भारत के बड़े हिस्से में गर्मी की लहर के कारण लाखों लोगों की दैनिक दिनचर्या के साथ-साथ कृषि एवं पशुपालन भी प्रभावित हुआ है।

बदलते मौसम के कुप्रभावों, जैसे बढती गर्मी की लहरों द्वारा फसलों, पशुधन, मुर्गी एवं मत्स्य के ऊपर विपरीत प्रभाव देखा जा रहा है। इसके अतिरिक्त दिन प्रतिदिन जल की उपलब्धता में कमी, उत्पादन हेतु पानी व ऊर्जा की मांग में वृद्धि व मानव कार्यकुशलता में कमी भी निरंतर देखी जा रही है। अतः खाद्य सुरक्षा को सुनिश्चित करने के लिए मौसम की बेहतर भविष्यवाणी और जलवायु अनुकूल कृषि प्रबंधन की तकनीकियों को अपनाना नितांत आवश्यक है। इन प्रतिकूल मौसम की घटनाओं की स्थिति में कृषि एवं बागवानी फसलों, पशुपालन, मत्स्य पालन और मुर्गी पालन इत्यादि के कुशल प्रबंधन के विभिन्न पहलुओं पर अनुसंधान और विवेकपूर्ण उपायों की नितांत आवश्यकता है।

प्रस्तुत बुलेटिन में गर्मी की लहर के प्रमुख कारण, इसके प्रति देश के सवेदनशील क्षेत्र, 2022 के दौरान उत्तरी एवं मध्य भारत में गर्मी की लहर का फैलाव, कृषि के विभिन्न क्षेत्रों पर गर्मी की लहर का प्रभाव एवं बचाव हेतु तकनीकी जानकारी शामिल है। इस बुलेटिन में फसल, पशुधन, मुर्गी एवं मत्स्य पालन हेतु उचित प्रबंधन के अतिरिक्त राष्ट्रीय जलवायु समुत्थान कृषि में नवप्रवर्तन (निक्रा) परियोजना के तकनीकी प्रदर्शन के अनुभवों को भी सम्मिलित किया गया है।

मैं, इस सामयिक बुलेटिन के लिए भाकृअनुप - केंद्रीय बारानी कृषि अनुसंधान संस्थान, हैदराबाद के साथ अखिल भारतीय समन्वित कृषि-मौसम विज्ञान अनुसंधान परियोजना (एक्रीपाम) एवं राष्ट्रीय जलवायु समुत्थान कृषि में नवप्रवर्तन परियोजना (निक्रा) की पहल की सराहना करता हूँ। आशा है कि यह बुलेटिन शोधकर्ताओं, किसानों, विस्तार विशेषज्ञों, नीति निर्माताओं और अन्य लाभार्थियों को भविष्य में इस तरह की जलवायु अनिश्चितता के कुप्रभाव को कम करने हेतु रणनीतियाँ तैयार करने में उपयोगी सिद्ध होगा।

त्रि. महापात्र

त्रिलोचन महापात्र

भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद
कक्ष क्र. 101, कृषि अनुसंधान भवन-II, नई दिल्ली-110 012, भारत
INDIAN COUNCIL OF AGRICULTURAL RESEARCH
Room No. 101, Krishi Anusandhan Bhavan-II, Pusa, New Delhi-110012, India

डॉ. सुरेश कुमार चौधरी
उप महानिदेशक (प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन)
Dr. Suresh Kumar Chaudhari
Deputy Director General (Natural Resources Management)

प्राक्कथन

जलवायु परिवर्तन से संबंधित अंतर-सरकारी पैनल ने अपनी वर्तमान रिपोर्ट में भारतीय उपमहाद्वीप के अंतर्गत भविष्य में चरम मौसम घटनाओं की आवृत्ति में वृद्धि का अनुमान लगाया है। हाल के वर्षों में, इस तरह की घटनाओं ने, न केवल कृषि उत्पादन बल्कि अन्य क्षेत्रों पर भी एक बड़ी चुनौती पेश की है। वर्तमान वर्ष 2022 में भारत के पश्चिमी भू-भाग पर प्रतिचक्रवात और पश्चिमी विक्षोभ की कमी के कारण देश के उत्तर, उत्तर-पश्चिमी एवं मध्य भागों में गर्मी की लहरों की जल्दी शुरुआत व उसकी दीर्घावधि देखी गई है।

प्रस्तुत बुलेटिन में दिया गया विश्लेषण हाल के दिनों में गर्मी की लहरों के कारण देश के प्रभावित भागों में कृषि में आने वाली समस्याओं की विवेचना व समाधान हेतु एक गहन प्रयास है। इसमें गर्मी की लहर की घटना के प्रमुख कारण, कृषि के विभिन्न क्षेत्रों पर इसके प्रभाव और नकारात्मक पहलुओं एवं नियंत्रण हेतु प्रबंधन रणनीतियों को शामिल किया गया है। सन् 2022 में उत्पन्न गर्मी की लहर की घटनाओं का विस्तृत विश्लेषण व इसकी सघनता की विवेचना अखिल भारतीय समन्वित कृषि-मौसम विज्ञान अनुसंधान परियोजना (एक्रीपाम) द्वारा किया गया है, जिससे कि भविष्य में इस तरह की होने वाली घटनाओं के बारे में सही आंकलन व समुचित रणनीति बनाई जा सके। इसके साथ ही साथ यह बुलेटिन आने वाले वर्षों में एक संदर्भ सामग्री के रूप में उपयोगी एवं ऐतिहासिक घटनाओं की समीक्षा करने में भी सहायक होगा।

इस बुलेटिन में सम्मिलत किए गए प्राकृतिक आपदा के प्रमुख कारकों, जैसे देर से फसल की बुआई, असंतुलित संसाधनों का प्रयोग व अनुचित जल प्रबंधन का विस्तारपूर्वक अध्ययन करने हेतु ठोस वैज्ञानिक दृष्टिकोण का आह्वान किया गया है। मुझे यह बताते हुए खुशी हो रही है कि राष्ट्रीय जलवायु समुत्थान कृषि में नवप्रवर्तन परियोजना (निक्रा), जलवायु परिवर्तन के कुप्रभावों को कम करने के लिए एक व्यापक दृष्टिकोण अपना रहा है। इसके अंतर्गत जलवायु तनाव के प्रभावों को कम करने हेतु कृषि में उपयोगी तकनीकियों को किसानों की भागीदारी के माध्यम से विकसित किया जा रहा है, ताकि किसान इन्हें स्वतः अपना सकें तथा जलवायु परक संस्तुतियों को अन्य कार्यक्रमों व योजनाओं के माध्यम से वृहद स्तर पर किसानों तक पहुंचाया जा सके ।

मैं इस समयोचित बुलेटिन को प्रकाशित करने में भाकृअनुप-केंद्रीय बारानी कृषि अनुसंधान संस्थान, अखिल भारतीय समन्वित कृषि-मौसम विज्ञान अनुसंधान परियोजना (एक्रीपाम) एवं राष्ट्रीय जलवायु समुत्थान कृषि में नवप्रवर्तन परियोजना (निक्रा) के वैज्ञानिकों के प्रयासों की सराहना करता हूँ और मुझे पूरा विश्वास है कि आने वाले वर्षों में यह प्रकाशन गर्मी की लहर के कारण होने वाले कृषि में दुष्प्रभाव के प्रबंधन में अत्यंत उपयोगी सिद्ध होगा।

सुरेश कुमार चौधरी

आभार

गर्मी की लहर 2022, की गंभीरता और इसके भौगोलिक फैलाव के कारण भारतीय कृषि को हुई हानि ने हमें इस जलवायु परिवर्तन के विभिन्न वैज्ञानिक पहलुओं, स्थानिक वितरण तथा कृषि और संबंधित क्षेत्रों में पड़ने वाले नकारात्मक प्रभावों के अवलोकन का प्रयास इस बुलेटिन में किया गया है। इसके साथ ही वर्तमान में उपलब्ध वातावरणीय अनुकूलन रणनीतियाँ जो जलवायु परिवर्तित कृषि क्षेत्र में नकारात्मक प्रभाव को कम करने में सक्षम हैं, को भविष्य में अनुसंधान प्रयासों को प्राथमिकता देने हेतु चिन्हित किया गया है।

इस बुलेटिन के प्रकाशन के दौरान लेखकगण डॉ. त्रिलोचन महापात्र, सचिव, कृषि अनुसंधान और शिक्षा विभाग और महानिदेशक, भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (भाकृअनुप) के बहुमूल्य मार्ग दर्शन और निरंतर प्रोत्साहन के लिए हार्दिक आभार व्यक्त करते हैं। उनके बहुमूल्य सुझावों द्वारा ही इस प्रकाशन का अस्तित्व में आना संभव हो सका है। हम इस प्रकाशन को प्रकाशित करने में तकनीकी मार्ग दर्शन प्रदान करने हेतु डॉ. एस.के. चौधरी, उपमहानिदेशक (प्रा.सं.प्र.), भाकृअनुप और डॉ. बी. वेंकटेश्वर्लु, पूर्व कुलपति, वी.एन.एम.के.वी., परभणी, महाराष्ट्र के प्रति भी अपनी कृतज्ञता व्यक्त करते हैं। हम भाकृअनुप के अंतर्गत आने वाले विभिन्न संस्थानों के निदेशकों द्वारा विभिन्न उत्पादन क्षेत्रों पर गर्मी की लहर के प्रभावों के बारे में समय पर आवश्यक जानकारी प्रदान करने हेतु भी हार्दिक आभार व्यक्त करते हैं।

विभिन्न कृषि प्रौद्योगिकी अनुप्रयोग अनुसंधान संस्थान (अटारी) के निदेशकगण द्वारा गर्मी के तनाव को कम करने के लिए प्रभावी तकनीकी विकल्पों पर आंकड़े उपलब्ध कराने में दिए गए सहयोग और मार्गदर्शन के लिए हम बेहद आभारी हैं। राष्ट्रीय जलवायु समुत्थान कृषि में नवप्रवर्तन परियोजना (निक्रा) द्वारा गोद लिए गाँवों में अपनाई गई विभिन्न प्रौद्योगिकियों के धनात्मक प्रभाव के बारे में जानकारी प्रदान करने के लिए हम सबंधित वरिष्ठ वैज्ञानिकों, कृषि विज्ञान केंद्रों के प्रमुखों और अन्य कर्मचारियों को धन्यवाद ज्ञापित करते हैं। हम अखिल भारतीय समन्वित कृषि-मौसम विज्ञान अनुसंधान परियोजना (एक्रीपाम) के लुधियाना, समस्तीपुर, कानपुर, फैजाबाद, जबलपुर, रायपुर एवं आणंद केंद्रों के वैज्ञानिकों का भी आभार प्रकट करते हैं जिन्होंने गर्मी की लहर 2022 के स्थानिक वितरण को समझने हेतु मौसम के आंकड़ों का विश्लेषण करने में सहायता प्रदान की है। लेखकगण इस बुलेटिन के हिंदी अनुवाद हेतु सहयोग के लिए डॉ. एस.के. यादव, डॉ. मनोरंजन कुमार, डॉ. पी.के. पंकज, डॉ. जगदीश चौधरी, डॉ. एस.एन. पांडे, डॉ. ए.के. सिंह, डॉ. सी.बी. सिंह, डॉ. अनिल कुमार, डॉ. जे.एल. चौधरी, डॉ. अब्दुस सत्तार, डॉ. दीप्ति वर्मा, डॉ. बी.वी.एस. किरण एवं डॉ. संतराम यादव के सादर आभारी हैं ।

लेखकगण

सारांश

पृथ्वी का औसत तापमान बढ़ रहा है। विश्व स्तर पर गर्मी की लहरें बेहद तीव्र होती जा रही हैं और प्रकृति को बार-बार प्रभावित कर रही हैं। भारत में, मार्च और अप्रैल 2022 के महीने में रिकॉर्ड स्तर पर गर्मी रही तथा देश के अधिकांश हिस्सों में अधिकतम और न्यूनतम तापमान में असामान्य वृद्धि देखी गई। इस अवधि के दौरान तापमान +8 से +10.8 डिग्री सेल्सियस अधिक और वर्षा में 60 से 99 प्रतिशत तक गिरावट देखी गई है। 36 मौसम विज्ञान उपखंडों में से केवल 10 में सामान्य तापमान पाया गया है। इसके फलस्वरूप वर्ष 2022 को विशेष रूप से उत्तरी और मध्य भारत में कृषि उत्पादन प्रणालियों पर उच्च तापमान और कम वर्षा के संयुक्त नकारात्मक प्रभाव को एक दीर्घकालिक उदाहरण के रूप में देखा जा सकता है।

भारत में कृषि उत्पादन, जलवायु परिवर्तनशीलता और विविधता के प्रति अत्यंत संवेदनशील है। वर्ष 2022 के दौरान अधिकतम और न्यूनतम तापमान में असामान्य वृद्धि ने पंजाब, हरियाणा, उत्तर प्रदेश, राजस्थान इत्यादि राज्यों में फसलों, फलों, सब्जियों और जानवरों को नकारात्मक रूप से प्रभावित किया है। जम्मू और कश्मीर, हिमाचल प्रदेश, उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश, बिहार और महाराष्ट्र में गर्मी की लहर की वजह से फसल ने आंतरिक ऊष्मा तनाव महसूस किया जिससे गेहूँ की विभिन्न वृद्धि अवस्थाओं जैसे दूधिया अवस्था, दाना भरने की अवस्था तथा परिपक्वता पर विपरीत प्रभाव पड़ा, जिससे फसल का जल्दी पकना और दाने का पूर्ण विकास न होना देखा गया। परिणामस्वरूप गेहूँ की पैदावार में 15-25 प्रतिशत तक की कमी आई है। उच्च तापमान के कारण नमी की कमी, धूप में झुलसना, फूल गिरना और फलों का कम होना जैसे प्रभाव बागवानी फसलों जैसे किन्नू, अनार, आम और नींबू में देखे गए। इसी प्रकार से सब्जी वाली फसलों में विशेष रूप से टमाटर, गोभी वर्गीय फसलों और खीरे में भी नकारात्मक प्रभाव देखे गए। दुधारू पशुओं में भूख कम लगना और शरीर का अधिक तापमान जैसे लक्षण दिखाई दिए जिससे दूध के उत्पादन में 15 प्रतिशत तक की कमी पाई गई। अत्यधिक तापमान के कारण मुर्गियों में अंडे के उत्पादन में गिरावट आई और ब्रॉयलर मृत्यु दर में अप्रत्याशित वृद्धि पाई गई।

राष्ट्रीय कृषि अनुसंधान तंत्र के प्रयासों के कारण, वर्तमान में अनेक कृषि प्रौद्योगिकियाँ उपलब्ध हैं जो विभिन्न कृषि उपक्रमों में गर्मी की लहरों के नकारात्मक प्रभावों को कम कर सकती हैं। राष्ट्रीय जलवायु समुत्थान कृषि में नवप्रवर्तन परियोजना (निक्रा) के प्रौद्योगिकी प्रदर्शन घटक के हिस्से के रूप में इन समस्त प्रौद्योगिकियों को किसानों तक ले जाया जा रहा है। इस वर्ष के दौरान, इन प्रौद्योगिकियों को गर्मी की लहर के कारण उत्पन्न तनाव के प्रभाव को कम करने में उपयोगी पाया गया। उदाहरण के लिए पंजाब के भटिंडा व फरीदकोट जिलों में, इन तकनीकियों द्वारा सामान्य वर्ष की तुलना में 91-97 प्रतिशत तक गेहूँ की पैदावार हो सकती है। इसी तरह ये अनुकूलन प्रौद्योगिकियाँ सामान्य वर्ष की तुलना में 95 प्रतिशत तक दूध उत्पादन को प्राप्त करने में मददगार साबित हुई। अतः इन प्रौद्योगिकियों को लोकप्रिय बनाने हेतु इन्हें सरकारी विकास कार्यक्रमों के साथ एकीकृत करके विस्तार करने की आवश्यकता है, जिससे अधिकाधिक किसान लाभान्वित हो सकें। इसके साथ ही, मौसम के पूर्वानुमान और कृषि सलाहकार सेवाओं को मजबूत कर किसानों को मौसम संबंधित पूर्व सूचना मिलने से कृषि क्रियाओं के समयबद्ध क्रियान्वयन हेतु निर्णय लेने में मदद मिल सकती है। कृषकों द्वारा जलवायु अनुकूल प्रौद्योगिकियों के अभिग्रहण हेतु प्रशिक्षण एवं जागरूकता को बड़े पैमाने पर फैलाने की आवश्यकता है। इस तरह के प्रयास भारतीय कृषि के विभिन्न उपक्रमों में जलवायु परिवर्तन के कुप्रभाव को कम करने के दृष्टिकोण से तथा दीर्घकाल में खेती को जलवायु अनुकूल व लाभकारी बनाने में उपयोगी सिद्ध होंगे।

1. भूमिका

पृथ्वी का औसत तापमान विगत कुछ दशकों से तेजी से बढ़ रहा है। इसमें वर्ष 2022 को वैश्विक जलवायु के ऐतिहासिक वर्ष के रूप में देखा जा रहा है। वर्ष 2022 में भूमि और महासागरीय सतह क्षेत्रों में औसत वैश्विक तापमान बीसवीं सदी के औसत से 1.12 डिग्री सेल्सियस अधिक था। भारत सहित दुनिया के विभिन्न हिस्सों में गर्मी की लहरें लगातार अत्यधिक तीव्रता के साथ देखी जा रही हैं जिससे कृषि उत्पादकता में नुकसान के साथ मानवीय दुखद घटनाएं भी देखी जा रही हैं। आईपीसीसी की छठी आंकलन रिपोर्ट ने भी दोहराया है कि जलवायु परिवर्तन वास्तविक है और इसका दुष्प्रभाव पूरे विश्व में महसूस किया जा रहा है। भारत के कई हिस्सों में गर्मी और सूखे ने कृषि को काफी प्रभावित किया है। हालांकि एक तरफ वैश्विक खाद्य उत्पादन लगातार बढ़ रहा है लेकिन वहीं दूसरी ओर विशेष रूप से प्रमुख अनाज की फसलों की उपज में वृद्धि दर घट रही है।

भारत में कृषि उत्पादन जलवायु परिवर्तनशीलता और तापमान वृद्धि [1] और इसकी परिवर्तित आवृत्ति, वर्षा के समय और परिमाण में कमी के कारण निरंतर प्रभावित हो रही है [2] । हाल के वर्षों में कृषि उत्पादकता को अनुकूलित बनाए रखने हेतु मिट्टी-पानी और फसल-आधारित प्रौद्योगिकियों को अपनाने के बावजूद भी कई अन्य कारकों का दुष्प्रभाव जारी है। तापमान, वर्षा, सापेक्षित आर्द्रता, प्रकाश, पानी की उपलब्धता, खनिज एवं अन्य पोषक तत्व आदि जैसे कारक जो कि पौधों की वृद्धि और विकास को निर्धारित करते हैं, इनका समुचित प्रबंधन नितांत आवश्यक है। फसल के प्रदर्शन पर प्रत्येक वायुमंडलीय कारक का प्रभाव उसकी तीव्रता और अवधि पर निर्भर करता है। इनमें से कुछ कारक जैसे गर्मी/ठंडी लहरें, बाढ़/भारी वर्षा, ओले/गरज़, चक्रवात/ज्वार की लहरें आदि जलवायु परिवर्तनशीलता के कारण फसलों में तनावपूर्ण स्थिति उत्पन्न कर देते हैं। इन महत्वपूर्ण पर्यावरणीय घटनाओं को प्राय: चरम जलवायु के रूप में संदर्भित किया जाता है [3] । जलवायु परिवर्तन अब एक वास्तविकता बन गई है बढ़ते ग्लोबल वार्मिंग व मौसम और जलवायु घटनाओं में परिवर्तन का दुष्प्रभाव किसानों के साथ-साथ आम जनता के लिए भी प्रमुख चिंता का विषय बन गया है।

भारत में सूखे के साथ-साथ गर्मी की आवृत्ति में प्रतिशत वृद्धि महाराष्ट्र, दक्षिण गुजरात, कर्नाटक और आंध्र प्रदेश के कुछ हिस्सों में सर्वाधिक पाई गई [4]। दैनिक गर्म लहर परिमाण सूचकांक (HWMId) की गणना जो गर्मी की लहर की अवधि और परिमाण पर आधारित है और मानकीकृत वर्षा सूचकांक (SPI; जो 1951 से 1981 तक मौसम संबंधी सूखे को परिभाषित करता है), को संयुक्त रूप से वर्णित करता है। इस पर आधारित तुलना समयकाल (1951-1981) को समयकाल (1981-2010) से करने पर पाया कि जहां गर्मी प्रभावित क्षेत्र 1951 में लगभग शून्य था वह बढ़कर 2010 तक लगभग 4 प्रतिशत हो गया है। देश का लगभग 18 प्रतिशत क्षेत्र 85वें गणात्मक से ऊपर कम से कम तीन दिनों के उच्च तापमान का सामना कर रहे हैं, जो कृषि और संबंधित क्षेत्रों के लिए चिंता का विषय है। आंध्र प्रदेश में स्वचलित मौसम स्टेशन के आँकडों का उपयोग करते हुए [5] पीईटी आधारित गर्मी की लहर के लक्षण का अध्ययन कर बताया कि मई 2015 के दौरान अत्यधिक गर्मी भार की स्थिति

(पीईटी > 41) आंध्र प्रदेश के सभी प्रायोगिक स्थानों में अलग-अलग तीव्रता के साथ थी। तटीय क्षेत्रों में उच्च सापेक्षिक आर्द्रता ने स्थिति की भयावहता को और भी बढ़ा दिया था।

भारत में मार्च और अप्रैल 2022 के महीनों में अधिकतम और न्यूनतम तापमान में असामान्य वृद्धि देखी गई जिसमें औसत से 5 डिग्री सेल्सियस तक अधिक वृद्धि पाई गई जो की देश के अधिकांश हिस्सों में सामान्य स्तर से काफी ऊपर थी। उत्तर पश्चिम और मध्य भारत में अप्रैल माह पिछले 122 वर्षों में सबसे गर्म रहा और औसत अधिकतम तापमान क्रमश: 35.9 और 37.8 डिग्री सेल्सियस तक पहुँच गया। पश्चिम विक्षोभ की कमज़ोर गतिविधि के कारण कम बारिश व तापमान में वृद्धि ने खेती में सिंचाई के लिए पानी की आवश्यकता को और बढ़ा दिया। इस अवधि के दौरान सामान्य रूप से गर्मी की लहर व अधिकतम तापमान का सामान्य स्तर से अधिक होना रबी की फसलों विशेष रूप से गेहूँ के लिए नकारात्मक होता है। चूँकि यह समय, रबी की फसलों के प्रजनन और दाना भरने वाली अवस्थाओं की होती है, तापमान में असामान्य वृद्धि इन फसलों को अपना जीवन चक्र जल्दी पूरा करने के लिए बाध्य कर देती है और अनाज की उपज प्रभावित होती है। इसी तरह गर्मी की लहर के कारण बागवानी फसलों, पशु पालन, मत्स्य पालन और मुर्गीपालन क्षेत्र भी प्रत्यक्ष या परोक्ष रूप से प्रभावित होते हैं और परिणामस्वरूप विभिन्न कृषि क्रियाओं के संचालन हेतु पानी की अप्रत्याशित मांग बढ़ जाती है। इस बुलेटिन में गर्मी की लहरों के कारण, नुकसान और भविष्य में भारतीय कृषि में गर्मी की लहर के विभिन्न पहलुओं पर विस्तार से वर्णन किया गया है। इसके अलावा विभिन्न राज्यों में 2022 में गर्मी की लहरों के प्रभाव और इन्हे कम करने के लिए विकसित प्रौद्योगिकियों के बारे में समीक्षा की गई है।

2. गर्मी की लहर

2.1. वैज्ञानिक पृष्ठभूमि

गर्मी की लहर असामान्य रूप से उच्च तापमान या गर्म मौसम की एक दीर्घावधि है जिसे सामान्यत: महसूस किया जा सकता है और वैज्ञानिक रूप से एक निश्चित क्षेत्र में सामान्य से अधिक तापमान की घटना के रूप में परिभाषित किया जाता है। ये घटनाएँ एक ही स्थान पर भी स्वरूप और उनके प्रभाव में भिन्न हो सकती हैं। गर्मी की लहर केवल एक उच्च दैनिक अधिकतम तापमान से अधिकता द्वारा परिभाषित की जाती है। लेकिन यह इस बात पर भी निर्भर करता है कि रात का तापमान कितना ठंडा होता है। यदि तापमान रात भर भी अधिक बना रहता है तो अधिकतम तापमान अगले दिन की शुरूआत में ही बढ़ जाएगा और यह अधिक समय तक बना रहेगा। इसके साथ यदि उच्च आर्द्रता और बहुत हल्की हवाएँ भी मौजूद हैं तो उष्मीय तनाव और बढ़ जाता है। इस प्रकार जब रात और दिन का तापमान आसाधारण रूप से उच्च बना रहता है तो फसलों में उष्मीय तनाव, कृषि स्वास्थ्य और दैहिक कार्यों में बाधा आती है। गर्मी की लहरों के दौरान गर्म रातों के कारण दिन की गर्मी से उबरना और मुश्किल हो जाता है, जिससे विभिन्न कृषि उपक्रमों पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है।

भारत में गर्मी की लहर के लिए अनुकूलन परिस्थितियाँ

- किसी भी भू-भाग में गर्म शुष्क हवा और उपयुक्त प्रवाह पैटर्न का होना। चूँकि, गर्मी की लहर की स्थिति एक शक्तिशाली गर्म प्रति-चक्रवात की उपस्थिति से होती है जो पूरे क्षोभ मंडल को घेर लेती है और भू-भाग पर एक अवरुद्ध की स्थिति पैदा करती है। ऐसी स्थिति में दबाव प्रवणता आमतौर पर संबंधित हल्की हवाओं के साथ कमज़ोर होती है जो गर्म हवा के संवहन का कारण बनती है।
- ऊपरी वायुमंडल में नमी की अनुपस्थिति ।
- बादल रहित आकाश का होना जिससे क्षेत्र में अधिकतम पृथक्करण संभव हो सके।
- किसी भू-भाग में बड़े आयाम वाले प्रति-चक्रवात प्रवाह का होना। आमतौर पर गर्मी की लहरें उत्तर-पश्चिम भारत में विकसित होती हैं और धीरे-धीरे पूर्व और दक्षिण की ओर फैलती हैं लेकिन यह पश्चिम की ओर नहीं फैलती हैं क्योंकि इस मौसम के दौरान प्रचलित हवाएँ पश्चिम से उत्तर-पश्चिम की ओर चलती हैं । हालांकि कुछ विशेष अवसरों पर अनुकूल परिस्थितियों में किसी भी क्षेत्र में गर्मी की लहर विकसित हो सकती है।
- यदि मिट्टी शुष्क है तो सौर विकीरण द्वारा मिट्टी की गर्मी बढ़ जाती है तथा इसके संपर्क में आने वाली हवा गर्म हो जाती है और उच्च तापमान को बढ़ा देती है।

भारत में वर्तमान गर्मी की लहर का कारण?

मार्च 2022 में राजस्थान के पश्चिमी हिस्से में प्रति-चक्रवात और विक्षोभ की अनुपस्थिति ने शुरुआती तौर पर गर्मी की लहरों को जन्म दिया। वायुमंडल में उच्च दबाव प्रणालियों के आसपास ये हवाएँ गर्म प्रति-चक्रवात और शुष्क मौसम का कारण बनीं। ठीक इसी समय पर वर्षा का अभाव तथा पश्चिम विक्षोभ की सक्रियता में कमी के कारण गर्मी की लहर की स्थिति उत्पन्न हुई। हालांकि उत्तर-पश्चिम भारत में मार्च और अप्रैल में कम से कम चार पश्चिमी विक्षोभ देखे गए लेकिन वे इतने मज़बूत व

सक्रिय नहीं थे जो कि मौसम में महत्वपूर्ण बदलाव ला सकें। वर्ष 2022 में 1 मार्च से 20 अप्रैल तक इन क्षेत्रों में कोई विशेष प्री-मानसून गतिविधि नहीं देखी गई, जिसने लगातार गर्मी की लहर की घटनाओं को मिश्रित एवं सक्रिय रूप से बढ़ावा दिया।

2.2. गर्मी की लहर की घोषणा एवं मानदंड

विश्व मौसम विज्ञान संगठन (डब्ल्यू एम ओ) द्वारा गर्मी की लहरों के लिए एक निश्चित मानक और गणितीय परिभाषा नही दी गई है। भारतीय मौसम विज्ञान विभाग (आई एम डी) के अनुसार, गर्मी की लहर घोषित करने के लिए, मौसम विज्ञान उप-मंडल में कम से कम 2 स्टेशनों में लगातार कम से कम दो दिनों तक निम्नलिखित मानदंडों को पूरा किया जाना चाहिए और इसे दूसरे दिन घोषित किया जाना चहिए।

- जब किसी स्टेशन का सामान्य अधितकम तापमान 40 डिग्री सेल्सियस से ऊपर या उसके बराबर हो।
- जब सामान्य से तापमान 5-6 डिग्री सेल्सियस से अधिक हो।
- जब तापमान सामान्य से 7 डिग्री सेल्सियस या उससे अधिक हो तो उसे भीषण गर्मी की लहर कहा जा सकता है।

यदि वास्तविक अधिकतम तापमान 45 डिग्री सेल्सियस रहता है या निरपेक्ष रूप से उस से अधिक हो, ऐसी स्थिति में सामान्य अधिकतम तापमान के बावजूद, गर्मी की लहर घोषित कर दिया जाना चाहिए। किसी स्टेशन का अधिकतम तापमान मैदानी इलाकों के लिए कम से कम 40 डिग्री सेल्सियस और पहाड़ी क्षेत्रों के लिए कम से कम 30 डिग्री सेल्सियस पहुँचने पर ही गर्मी की लहर घोषित किया जाना चाहिए।

2.3. गर्मी की लहर की विशेषताएँ

गर्मी की लहरों की तीन मुख्य विशेषताएँ निम्न हैं ।

अ) **आवृत्ति में वृद्धि:** हर साल होने वाली गर्मी की लहरों की संख्या में वृद्धि

ब) **तीव्रता में वृद्धि:** हवा की गति, आर्द्रता के साथ तापमान में वृद्धि

स) **बढ़ती अवधि:** एकाकी गर्मी की लहर की दिनों की संख्या में वृद्धि

गर्मी की लहर के प्रकार

भारत मौसम विज्ञान विभाग ने गर्मी की लहरों को दो भागों में वर्गीकृत किया हैं-

गर्मी की लहर: दैनिक अधिकतम तापमान सामान्य से 4.5 से 6.4 डिग्री सेल्सियस अधिक हो या जब वास्तविक अधिकतम तापमान 45.0 से 46.9 सेल्सियस के बीच हो।

भीषण गर्मी की लहर: दैनिक अधिकतम तापमान सामान्य से 6.4 डिग्री सेल्सियस से अधिक हो या वास्तविक अधिकतम तापमान 47.0 डिग्री सेल्सियस से अधिक या उसके बराबर हो।

2.4. गर्मी की लहर का कृषि पर प्रभाव

2.4.1. भौतिक प्रभाव

जल संसाधन

जलवायु और पानी के बीच घनिष्ठ संबंध होने के कारण कई क्षेत्रों में विशेष रूप से शुष्क और अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में गर्मी की लहर से पानी का संकट बढ़ जाता है। गर्मी की लहरों के कारण अधिक पानी का उपयोग कभी-कभी पानी की कमी से प्रभावित स्थानों पर भूजल स्तर को नीचे ले जाता है। एडिलेड में पाया गया कि उच्च जल आपूर्ति मांग का लगभग पांचवाँ हिस्सा (19.18 प्रतिशत) केवल गर्मी की लहरों के दिनों में होता है [6]। भारत के राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन संस्थान (एन आई डी एम) के अनुसार गर्मी की लहरों से जल संसाधनों की वाष्पीकरण दर बढ़ जाती है। तथा सामान्य उपयोग और कृषि हेतु पानी की मांग बढ़ जाती है। इसके साथ ही परोक्ष रूप से गर्मी की लहर की अवधि के दौरान फसलों और पशुधन पर विपरीत प्रभाव पड़ता है [7]।

वनाग्नि में वृद्धि

गर्मी की लहर के कारण वनाग्नि की घटनाएँ आर्कटिक जैसे असामान्य भू-भाग में घटित होती रहती हैं [8]। उदाहरण के तौर पर अमेरिका के पश्चिमी तट में पिछले दशक के सबसे अधिक और तीव्र वनाग्नि का अनुभव किया गया [9] जबकि ग्रीस में भीषण वनाग्नि से लगभग 80 मानवक्षति हुई [10]। इसके अलावा अत्यधिक तापमान के कारण गत वर्षों में जापान में लगभग 80, कनाडा में 70 और उत्तर कोरिया में 29 लोगों की जानें चली गईं [11]। ऑस्ट्रेलिया में गर्मी की लहरें अन्य सभी प्राकृतिक आपदाओं की तुलना में सर्वाधिक मौतों के लिए जिम्मेदार पाई गई हैं [12]। भारतीय वन सर्वेक्षण ने अनुमान लगाया है कि देश में वनों के अंतर्गत 21.4 प्रतिशत (1,52,421 वर्ग किमी) क्षेत्र वनाग्नि के प्रति संवेदनशील है [13]।

ऊर्जा की खपत

सतही हवा के तापमान में वृद्धि के मद्देनजर ऊर्जा क्षेत्र प्रमुख संवेदनशील उद्योगों में से एक है। गर्मी की लहरों के दौरान वातानुकूलन हेतु बिजली की मांग बढ़ जाती है। उत्तरी भारत में सरकारी और सार्वजनिक क्षेत्र के कार्यालयों में विशेष रूप से अत्यधिक गर्मी के दिनों के दौरान बिजली की कमी से बचने के लिए वातानुकूलन का उपयोग निषेध हो जाता है [14,15]। देश के शहरी क्षेत्रों में गर्म आइलैंड घटना के कारण स्वास्थ्य संबंधी जोखिम बढ़ जाते हैं। इस तरह के अधिक शहरी गर्म आइलैंड प्रभाव संयुक्त रूप से ऊष्मा अवशोषक सतह द्वारा गर्म हवाओं को भवनों में सीमित कर देते हैं और यह न्यूनतम वनस्पति आच्छादन के कारण उत्पन्न होता है। देश के शहरवासियों में इससे प्रभावित होने की आशंका ज्यादा पाई जाती है।

उक्त कारणों के कारण गर्मी की लहर की स्थिति के दौरान वातानुकूलन के उपयोग में वृद्धि होती है [7]। भारत में वातानुकूलन का उपयोग गर्मी की लहर की स्थिति के अनुकूलन उपाय के रूप में बढ़ रहा है [16]। भारत के विभिन्न जनसंख्या परिदृष्यों के तहत हवा के तापमान में वृद्धि के कारण ऊर्जा की मांग वर्ष 2000 में 7,50,000 किलोवाट थी, उसके बाद वर्ष 2100 में 13,50,000 किलोवाट (GWH) तक बढ़ने का अनुमान है।

2.4.2. दैहिकी/कार्यिकी प्रभाव

फसलें

सामान्य से अधिक तापमान होने पर पौधों की वृद्धि पर नकारात्मक रूप से प्रभाव पड़ता है। पौधों में किल्लों में कमी और कुल शुष्क वजन का घटना ऊष्मीय तनाव द्वारा फसल उत्पादन में कमी का सबसे महत्वपूर्ण कारक है [17]। पौधों में ऊष्मीय तनाव, कोशिका विभाजन और कोशिका वृद्धि दर को कम कर देता है जो पत्ती के आकार और वजन को प्रभावित करता है [18]। ऊष्मीय तनाव, पौधों में श्वसन और प्रकाश संश्लेषण की दर को भी प्रभावित करता है जिससे पौधे का जीवन चक्र छोटा हो जाता है और उत्पादकता में कमी आती है [19]। जैसे-जैसे ऊष्मीय तनाव अधिक गंभीर होता जाता है पौधों की महत्वपूर्ण चयापचय क्रियायें दर प्रभावित होने लगती है जिसमें प्रकाश संश्लेषण में CO_2 का आत्मसात, अंधेरा श्वसन और प्रकाश श्वसन शामिल है [20]। जैसे-जैसे तनाव बढता है रंध्रों के बंद होने की गति धीमी हो जाती है तथा CO_2 का प्रसार रुक जाता है जिसके फलस्वरूप प्रकाश-श्वसन में वृद्धि होती है और अंततः पौधे का विकास रुक जाता है। ऊष्मीय तनाव के कारण पौधों द्वारा जल अवशोषण क्षमता में कमी आ जाती और वाष्पोत्सर्जन कम हो जाता है। परिणामस्वरूप पौधों में आर्द्रता की कमी और आंतरिक तापमान में वृद्धि होने लगती है। इस तरह रन्ध्र के बंद होने के कारण प्रकाश संश्लेषण भी रुक जाता है [21]। कोशिकीय स्तर पर जैसे-जैसे तनाव अधिक गंभीर होता जाता है, कोशा झिल्ली का क्षरण होने लगता है। कोशा झिल्ली से रिसाव और प्रोटीन का अपघटन प्रारंभ हो जाता है और अंत में यदि तनाव अधिक गंभीर है तो पौधा कमजोर व सूख जाता है [17]। उच्च तापमान की अवधि और फसल के प्रकार के साथ ऊष्मीय तनाव भी बदलता रहता है [22]। पौधों में सबसे अधिक प्रभावित होने वाली प्रजनन व फूल की अवस्था होती है जिसमें पराग कणों का विकास व परागण रुक जाता है [17] और उत्पादकता कम हो जाता है [23]। C3 श्रेणी के पौधों में आमतौर पर एक व्यापक तापमान सीमा के अंदर प्रकाश, संश्लेषण हेतु तापमान दशानुकुलन की क्षमता होती है वहीं CAM पौधे दिन और रात में प्रकाश संश्लेषण प्रक्रिया को तापमान के अनुसार परिवर्तित करते रहते हैं। C4 श्रेणी के पौधे गर्म वातावरण [24] के लिए अनुकूलित होते हैं। CAM पौधें CO_2 के निकास एवं वाष्पोत्सर्जन रोकने में C3 और C4 पौधों से काफी अधिक सक्षम होते हैं। हालांकि, रात के तापमान के उच्च स्तर से पौधों के श्वसन में वृद्धि होती है जिससे शुष्कभार कम हो जाता है। उच्च तापमान की अवस्था में फसल की उपज में कमी, प्रकाश संश्लेषण के लिए स्रोत और उपयोग (सिंक) के सांमजस्य की कमी के कारण होती है [25]। भारत के अधिकांश भाग में गेहूँ और धान की उपज पर जलवायु परिवर्तन के नकारात्मक प्रभाव मुख्यत: तापमान में वृद्धि, पानी की कमी और बारिश के दिनों की संख्या में कमी के कारण देखा गया है। तापमान में प्रत्येक 1.0 डिग्री सेल्सियस की वृद्धि से गेहूँ, सोयाबीन, सरसों, मूंगफली और आलू की उपज में 3-7 प्रतिशत की गिरावट दर्ज की गई है [26]। मार्च 2004 में भारत में गंगा के मैदानी इलाकों में तापमान 3-6 डिग्री सेल्सियस अधिक था जिसके परिणामस्वरूप गेहूँ की फसल 10-20 दिन पहले पक गई थी। वर्तमान में भारतीय तराई क्षेत्र में वैश्विक गेहूँ का लगभग 15 प्रतिशत उत्पादन होता है लेकिन यह अनुमान है कि जलवायु परिवर्तन के कारण यह ऊष्मीय तनाव ग्रस्त एवं लघु फसल उत्पादक मौसम वाले भू-भाग में बदल सकता है [17]। अनेक दलहनी और खाद्यान फसलें प्रजनन अवस्था के दौरान गर्मी के तनाव के प्रति अतिसंवेदनशील होने के कारण पानी और पोषक तत्वों के अवशोषण व परिवहन को सुचारू रूप से नहीं कर पाती [27]। सब्जी वाली फसलें जैसे प्याज और टमाटर में कंद व फल बनने की प्रक्रिया का प्रारंभ, कंद व फलों के आकार और गुण, तापमान में अचानक वृद्धि से प्रभावित होते हैं। अधिकांश

फलों वाली फसलों में उच्च तापमान आमतौर पर पुष्प विकास के लिए आवश्यक दिन के अंतराल को कम कर देता है। ठंडे तापमान में फूल आने के लिए अधिक दिनों की आवश्यकता होती है और इस तापमान पर उत्पादित फूलों की संख्या आनुपातिक रूप से ज्यादा होती है [28]। उदाहरणार्थ मौसमी फलों में अधिकतम तापमान सीमा 22-27 डिग्री सेल्सियस है और तापमान के 30 डिग्री सेल्सियस से अधिक होने पर फलों की उत्पादन में भारी गिरावट पाई जाती है। फलों के विकास के दौरान जब तापमान 33 डिग्री सेल्सियस से अधिक और 13-27 डिग्री सेल्सियस की आवश्यक सीमा से अधिक कई दिनों तक बना रहता है ऐसी दशा में मौसमी फलों में शर्करा, अम्लता और फलों के आकार में कमी आने लगती है [29]।

पशुधन

ऊष्मीय तनाव की तीव्रता और अवधि के अनुसार पशुओं के आनुवंशिक लक्षणों और पर्यावरणीय कारकों द्वारा पशुधन की कई शारीरिक और व्यावहारिक प्रतिक्रियाएँ भिन्न होती हैं [30]। उत्तर भारत में जब ऊष्मीय सूचकांक (THI) 72 से अधिक तक पहुँच जाता है तो पशुधन हल्के ऊष्मीय तनाव के लक्षण आने लगते हैं। इसी तरह मध्यम ऊष्मीय तनाव सूचकांक 80 तथा गंभीर लक्षण सूचकांक 90 पर पहुँचने के बाद दिखाई देता है [31]। ऊष्मीय तनाव के कारण पशु चारे का सेवन करना कम कर देता है जिसके परिणामस्वरूप दूध का उत्पादन, शरीर के वजन और प्रजनन क्षमता में कमी आ जाती है। पशुओं में ऊष्मीय तनाव कामेच्छा/कामुक्ता, प्रजनन क्षमता और भ्रूण के अस्तित्व को कम कर देता है। ऊष्मीय तनाव के दौरान बढ़ी हुई गर्मी अपव्यय के कारण इलेक्ट्रोलाइट का नुकसान भी हो सकता है [32]। भैंसों में विशेष रूप से गर्मियों के महीनों के दौरान खराब प्रजनन प्रदर्शन उच्च पर्यावरणीय तापमान और सापेक्ष आर्द्रता (आर एच) को तापानुकलन युक्त न बनाए रखने के कारण होता है। चूँकि भैंसों की त्वचा का रंग गहरा होता है और शरीर के बालों का विरल कोट होता है, पसीने की ग्रंथियों की कम संख्या के कारण खराब गर्मी अपव्यय तंत्र के साथ-साथ अधिक गर्मी को अवशोषित करता है [33]। स्वदेशी नस्ल और क्रॉस-ब्रीड डेयरी पशुओं के एच.एस.पी. जीन में मौजूद जीनोटाइप में अंतर के कारण देशी पशुओं में ऊष्मीय तनाव सहनशीलता अधिक होती [34]। गर्मियों के दौरान भैंसों में ओस्ट्रस के कमजोर लक्षण दिखाई देते हैं [35] जिसके परिणामस्वरूप एनोस्ट्रस भैंसों में ल्यूटिनाईजिंग हार्मोन स्रांव और ऑस्ट्रिडियोल उत्पादन में कमी होती है [36]। डिम्ब ग्रंथि निष्क्रिय हो जाती है तथा गर्भाशय में भ्रूण का अस्तित्व भी गर्म मौसम में प्रोजेस्टेरोन हार्मोन की कमी के कारण बिगड़ जाता है [37]। भैंसों में गर्मी के मौसम में कम यौन गतिविधियों और कम प्रजनन क्षमता के लिए यह अंतःस्रावी पैटर्न आंशिक रूप से जिम्मेदार होता है। मुर्रा भैंस में असंतुलित पोषण और उच्च पर्यावरणीय तापमान दो प्रमुख कारक हैं जो लंबे समय तक एनोस्ट्रस और खराब प्रजनन प्रदर्शन के लिए जिम्मेदार हैं [38]। इसी तरह दुग्धपान कराने वाली गायों में ऊष्मीय तनाव द्वारा महत्वपूर्ण सीरम सोड़ियम और पोटेशियम के क्षरण का कारण बनता है जो होल्स्टीन बछड़ों के जन्म के समय वजन में कमी लाता है [39]। दुधारू पशुओं में ऊष्मीय तनाव के कारण कम चारें का सेवन, आँत की गतिशीलता और जुगाली में कमी के परिणामस्वरूप आहार प्रोटीन उपयोग और शरीर प्रोटीन चयापचय मे बदलाव आ जाता है [40]। उच्च तापमान कोशिकाओं की संरचना और शरीर क्रिया के साथ-साथ कोशिकाओं और ऊतकों में कार्यात्मकता और चयापचय में होने वाले परिवर्तनों पर प्रतिकूल प्रभाव डालता है जिससे प्रतिरक्षा प्रणाली की कोशिकाएँ भी प्रभावित होती हैं [41]। इस तरह तापमान की अधिकता डेयरी बछड़ों में रोग प्रतिरोधक क्षमता को कम कर देती हैं [42]।

मुर्गी पालन

ऊष्मीय तनाव ब्रॉयलर के दैनिक क्रियाकलाप को प्रभावित करता है जिसके फलस्वरूप उनके व्यवहारिक, शारीरिक और प्रतिरक्षा प्रतिक्रियाओं में परिवर्तन के कारण उत्पादन क्षमता, विकास दर, आहार में कमी और वजन बढ़ने की दर को कम कर देता है [43]। वातावरण के तापमान में वृद्धि के साथ मुर्गियों को ऊष्मीय संतुलन बनाए रखना पड़ता है जिसके कारण 32-38 डिग्री सेल्सियस तापमान के बीच प्रत्येक 1 डिग्री सेल्सियस की वृद्धि पर चयापचय क्रियाओं द्वारा गर्मी को कम करने के लिए पक्षी अपनी दाना खपत को 5 प्रतिशत तक कम कर सकता है [44]। इसके अलावा गर्मी के तनाव से आहार की पाचन शक्ति कम हो जाती है तथा प्लाज़्मा प्रोटीन व कैल्शियम का स्तर कम हो जाता है [45]। ऊष्मीय तनाव के कारण अंडे देने वाली मुर्गियों की उत्पादकता कम हो जाती है। पक्षी अपने शरीर के तापमान को बनाए रखने के लिए चयापचय ऊर्जा का उपयोग अन्य क्रियाओं में नही कर पाता है, परिणामस्वरूप अंडे के उत्पादन और अंडे की गुणवत्ता कम हो जाती है [46]। अतिवातायनता CO_2 रक्त के स्तर को कम करता है जिससे अंडे के छिलके की मोटाई कम हो सकती है [47] और अंडे का टूटना बढ़ जाता है [48] प्रयोगो ने गर्मी के तनाव से अंडे के वजन, अंडे के छिलके के वजन, अंडे के छिलके के प्रतिशत [49] और ब्रीडर कॉक्स के उत्पादन के सभी चरणों में काफी कमी देखी गई है [50]। प्लाज्मा ट्राईआयोडोथायरोनिन और थायरोक्सिन जो जानवरों में महत्वपूर्ण वृद्धि प्रमोटर हैं ऊष्मीय तनाव के प्रभाव में ब्रॉयलर मुर्गियों पर इनका प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है [51]। ऊष्मीय तनाव का अंगों और मांसपेशियों के चयापचय पर सीधा प्रभाव पड़ता है जो उनके वध के बाद भी बना रह सकता है [52]। चिरकालिक गर्मी का जोखिम ब्रॉयलर में वसा के जमाव और मांस की गुणवत्ता को नकारात्मक रूप से प्रभावित करता है [53]। इसके अलावा ऊष्मीय तनाव मांस, उसकी रासायनिक संरचना और ब्रॉयलर में गुणवत्ता पर नकारात्मक प्रभाव डालता है [54]। दीर्घकालिक ऊष्मीय तनाव के कारण ब्रॉयलर में स्तन की मांसपेशियों के अनुपात को कम करता है जबकि जांघ की मांसपेशियों के अनुपात में वृद्धि हो जाती है [49] इसके साथ ही गर्म जलवायु के पक्षियों में प्रोटीन की मात्रा कम और वसा का जमाव अधिक हो जाता है [55]। गर्म जलवायु में ऊष्मीय तनाव का प्रतिरक्षा-कम करने वाला प्रभाव ब्रॉयलर और अंडा देने वाली मुर्गियों पर अधिक होता है [56] इस प्रकार जलवायु परिवर्तन द्वारा से वैश्विक रोग फैलाव तीव्र हो सकता है [57]।

मत्स्य पालन और जलीय कृषि

जलवायु परिवर्तन द्वारा अम्लीकरण, समुद्र की सतह के तापमान और परिसंचरण पैटर्न में परिवर्तन, चरम घटनाओं की आवृत्ति एवं गंभीरता, समुद्र के स्तर में वृद्धि और संबंधित पारिस्थितिक परिवर्तन इत्यादि कारकों के कारण मत्स्य व जलीय कृषि पर ऋणात्मक प्रभाव देखा गया है [58]। ग्लोबल वार्मिंग के कारण, उष्ण कटिबंधीय और उपोष्ण कटिबंधीय क्षेत्रों में समशीतोष्ण और ध्रुवीय पारिस्थितियों की तुलना में मत्स्य उत्पादकता में ज्यादा कमी का अनुमान है [59]। तापमान में बदलाव, पानी की कमी और तटीय जल के लवणीकरण से अंतर्देशीय जलीय कृषि भी प्रभावित हो सकती है [59]। बढ़ा हुआ तापमान कुछ मछली की प्रजातियों की वितरण व्यवस्था को प्रभावित कर सकता है जिससे उनमें से कुछ ठंडे स्थान के लिए उच्च अक्षांश पर प्रवास कर सकती हैं [60]।

तापमान में परिवर्तन का मछलियों की तैराकी क्षमता पर सीधा प्रभाव पड़ता है [61]। ग्लेशियर के पिघलने के कारण समुद्र का स्तर बढ़ने से मैंग्रोव वन नष्ट होने के साथ-साथ समुद्री मछली नर्सरी मैदान भी समाप्त हो सकते हैं । बढ़ते तापमान एवं ऑक्सीजन की मांग में वृद्धि के साथ मछलियों की शारीरिक गतिविधियां भी परिवर्तित हो जाती हैं, जो कि पानी में ऑक्सीजन की घुलनशीलता, तापमान और लवणता के विपरीत रूप से संबंधित है [62]। मीठे पानी और समुद्री पारिस्थितिक तंत्र पर बढ़ते तापमान के इन प्रभावों के कारण मछलियों के क्षेत्रीय वितरण में तेजी से बदलाव देखा जा रहा है।

2.5. विश्व और भारत में ऐतिहासिक गर्मी की लहरो की घटनाएँ

तालिका 1: सन् 1990 के बाद विश्व और भारत में प्रमुख गर्मी की लहरें

विश्व			भारत		
वर्ष	**देश**	**अवधि / ऋतु**	**वर्ष**	**माह**	**तापमान**
1995	शिकागो, यू.एस.ए.	12-16 जुलाई	1995	जून	45.5 °C
1999	यू.एस.ए.	गर्मी	1998	मई-जून	49.5 °C
2003	यूरोप	गर्मी	2002	अप्रैल-मई	49.0 °C
2009	ऑस्ट्रेलिया	जनवरी-फरवरी	2015	मई-जून	49.4 °C
2013	ऑस्ट्रेलिया, चीन	-	2016	अप्रैल-मई	51.0 °C
2018	जापान	मध्य जुलाई	2019	मई-जून	50.8 °C

2.6. भारत में गर्मी की लहर के प्रभावित जिले

उच्च दैनिक अधिकतम तापमान और लंबे समय तक अधिक तीव्र गर्मी की लहरें जलवायु परिवर्तन के कारण विश्व स्तर पर बार-बार घटित हो रही हैं। भारत में भी जलवायु परिवर्तन का असर गर्मी की लहरों की बढ़ती घटनाओं के साथ साल-दर-साल अधिक तीव्र होता जा रहा है और मानव सहित खेती, बागवानी, पशुधन और मत्स्य पालन इत्यादि पर विनाशकारी प्रभाव डाल रहा है। देश के कई क्षेत्रों में गर्मी की लहरों के प्रति संवेदनशील क्षेत्रों को इंगित किया है [3] (तालिका 2)।

तालिका 2: गर्मी की लहरों से प्रभावित भारत के सबसे संवेदनशील क्षेत्र

मार्च से जुलाई, अप्रैल से मई एवं अक्टूबर के द्वितीय सप्ताह में उच्च तापमान	**दक्षिण भारतः** खम्मम और रामागुंडम (तेलंगाना), कलबुर्गी और बेंगलुरू (कर्नाटक)
	पूर्वी भारतः बांकुरा और कोलकाता (पश्चिम बंगाल), भूवनेश्वर, टिटलागढ एवं झारसुगुडा (ओडिशा)
	उत्तर भारतः पंजाब, प्रयागराज और लखनऊ (उत्तर प्रदेश), गया (बिहार), दिल्ली
	पश्चिमी भारतः विदर्भ और मराठवाड़ा (महाराष्ट्र), चूरू (राजस्थान), अहमदाबाद (गुजरात)
	मध्य भारतः जसपुर (छत्तीसगढ़), हरदा (मध्य प्रदेश)

स्रोत: बल और मिन्हास, 2017 [3]

गर्मी की लहर के लिए देश भर में जिला स्तर पर मूल्यांकन करने के लिए, आईएमडी ग्रिडिड डेटा (1991-2019 और 2011-2019) का विश्लेषण किया गया तथा इससे मैदानी क्षेत्र और पहाड़ी क्षेत्रों के लिए अलग-अलग गर्मी की लहरों की चपेट में आने वाले जिलों की पहचान की गई (तालिका 3 और 4)। विश्लेषण में यह पाया गया कि सन् 1991-2019 और सन् 2011-2019 की अवधि के दौरान मैदानी क्षेत्र में 4 दिन प्रति वर्ष से अधिक और पहाड़ी क्षेत्र में 5 दिनों से अधिक गर्मी की लहर वाले जिलों की संख्या अलग-अलग थी।

तालिका 3: प्रति वर्ष 4 दिनों से अधिक गर्मी की लहर वाले मैदानी क्षेत्रों के जिले

राज्य	जनपद	प्रति वर्ष औसत गर्मी की लहर के दिन	
		1991-2019	2011-2019
राजस्थान	चूरू	4.79	5.33
राजस्थान	करौली	4.14	4.78
राजस्थान	धौलपुर	4.38	4.67
मध्य प्रदेश	मुरैना	4.41	4.56
मध्य प्रदेश	ग्वालियर	4.31	4.44
राजस्थान	बीकानेर	4.07	4.44
हरियाणा	फतेहाबाद	4.48	4.33
राजस्थान	दौसा	4.00	4.33
राजस्थान	भरतपुर	4.28	4.22
राजस्थान	सीकर	4.48	4.22
हरियाणा	सिरसा	4.45	4.11
पंजाब	बरनाला	4.66	4.11
पंजाब	मुक्तेश्वर	4.79	4.11
राजस्थान	गंगानगर	4.24	4.11
राजस्थान	हनुमानगढ़	4.45	4.11
उत्तर प्रदेश	झाँसी	4.07	4.11
मध्य प्रदेश	दतिया	4.34	4.00
पंजाब	जालंधर	4.21	4.00
पंजाब	कपूरथला	4.38	4.00
पंजाब	मांसा	4.55	4.00
पंजाब	मोगा	4.52	4.00
पंजाब	तरन तारन	4.38	4.00

स्रोत: कृषि-मौसम विज्ञान पर एआईसीआरपी

तलिका 4: प्रति वर्ष 5 दिनो से अधिक दिनो तक गर्मी की लहर वाले पहाड़ी क्षेत्रों वाले जिले

राज्य	जनपद	प्रति वर्ष औसत गर्मी की लहर के दिन	
		1991-2019	2011-2019
जम्मू और कश्मीर	कुपवाड़ा	17.21	17.33
	बंदीपुरा	16.69	17.11
	बारामूला	16.69	17.11
	गंडेरवाल	16.69	17.11
	श्रीनगर	16.69	17.11
	उत्तरी भाग	15.07	15.67
	बड़गाँव	14.97	15.56
	पुलवामा	14.97	15.56
	किस्तवाड़	13.72	14.11
	अनन्तनाग	13.14	13.78
	करगिल	11.69	11.56
हिमाचल प्रदेश	ऊना	8.28	7.44
	बिलासपुर	7.07	6.22
	हमीरपुर	7.07	6.22
	कांगड़ा	7.14	6.11
	सोलन	6.07	6.00
	सिरमौर	5.59	5.67
	मंडी	6.03	5.44
	शिमला	5.52	5.44

स्रोत: कृषि-मौसम विज्ञान पर एआईसीआरपी

3. भारत में गर्मी की लहर - 2022 के कारण

3.1. गर्मी की लहर के कारण

आमतौर पर मार्च से मई के दौरान भारतीय उपमहाद्वीप में गर्मी की लहरें आती हैं। लेकिन वर्ष 2022 की गर्मी की लहर का कुप्रभाव ज्यादा देखा गया जो कि बहुत जल्दी शुरू होकर दीर्घावधि तक बनी रही। मौसम विशेषज्ञों ने देश भर में उच्च तापमान के साथ-साथ सक्रिय पश्चिमी विक्षोभ की कमी तथा इस समय पर वर्षा न होने के कारण को जिम्मेदार ठहराया है। इसके अलावा मार्च में राजस्थान के पश्चिमी हिस्से में प्रति-चक्रवात और पश्चिमी विक्षोभ की अनुपस्थिति ने शुरुआती तौर पर गर्मी की लहरों को जन्म दिया। इस प्रति-चक्रवात के कारण वातावरण में उच्च दबाव प्रणालियों के आस-पास की हवाओं से गर्म और शुष्क मौसम की उत्पत्ति हुई। हालांकि, मार्च और अप्रैल मे उत्तर-पश्चिम भारत में चार से अधिक पश्चिमी विक्षोभ दर्ज किए गए, लेकिन वे इतने शक्तिशाली नहीं थे कि मौसम में महत्वपूर्ण बदलाव ला सकें। इसके साथ ही इस क्षेत्र में 1 मार्च से 20 अप्रैल के दौरान कोई महत्वपूर्ण प्री-मानसून वर्षा ना होने से लगातार गर्मी की लहरों की गंभीरता बनी रही, जिससे इसका प्रभाव मध्य भारत की तरफ धीरे-धीरे बढ़ता गया।

3.2. उत्तर और मध्य भारत में गर्मी की लहर की स्थिति

वर्ष 2022 में फरवरी व मार्च माह में भीषण गर्मी ने देश के कई हिस्सों को प्रभावित किया है। देश भर में तापमान और वर्षा परिदृश्य के विस्तृत अध्ययन करने हेतु उत्तर और मध्य भारत का प्रतिनिधित्व करने वाले अखिल भारतीय समन्वित कृषि-मौसम विज्ञान अनुसंधान परियोजना (एक्रीपाम) के 6 प्रमुख केंद्रों (लुधियाना, समस्तीपुर, रायपुर, फैजाबाद, कानपुर और जबलपुर) पर दर्ज तापमान और वर्षा के आंकड़ों का विश्लेषण चित्र-1 (क) और (ख) में दिया गया है।

इस विश्लेषण में पाया गया कि लुधियाना में साप्ताहिक औसत अधिकतम तापमान (Tmax) और न्यूनतम तापमान (Tmin) पूरे मार्च महीने के दौरान सामान्य से लगातार अधिक था जो कि गेहूँ के दाना भरने/विकास की अवस्था का समय है। इस दौरान साप्ताहिक औसत अधिकतम और न्यूनतम तापमान का विचलन क्रमशः +2.2 से +5.6 डिग्री सेल्सियस और +2.4 से +5.8 डिग्री सेल्सियस के बीच था। इसके साथ ही फरवरी-मार्च के दौरान वर्षा में सामान्य की तुलना में 48.5 मिमी की कमी दर्ज की गई। लुधियाना में मानक मौसम विज्ञान सप्ताह (एस.एम.डब्ल्यू.)11-15 के दौरान दिन के अधिकतम तापमान का विचलन +5.5 से +6.4 डिग्री सेल्सियस के बीच जबकि रात का न्यूनतम तापमान विचलन एस.एम.डब्ल्यू. 10-20 के दौरान +2.3 से +5.8 डिग्री सेल्सियस रहा। इस अवधि मे कोई वर्षा दर्ज नहीं की गई जिससे लुधियाना में गर्मी की लहरो की स्थिति बनी रही। इन वातावर्णीय परिवर्तनों के कारण वर्ष 2022 में पंजाब में गेहूँ की उपज में कमी पाई गई। कुछ ऐसी ही स्थिति उत्तर प्रदेश के कानपुर और फैजाबाद में भी कम परिमाण के साथ पाई गई। कानपुर में लगातार तीन सप्ताह (12-31 मार्च) तक साप्ताहिक औसत अधिकतम तापमान का विचलन 3.0 डिग्री सेल्सियस से अधिक था जो कि फैजाबाद में लगातार दो सप्ताह (19-31 मार्च) तक बना रहा। एक बार पुन: फैजाबाद में एस एम डब्ल्यू 15-16 के दौरान अधिकतम तापमान का विचलन +2.3 से +2.6 डिग्री

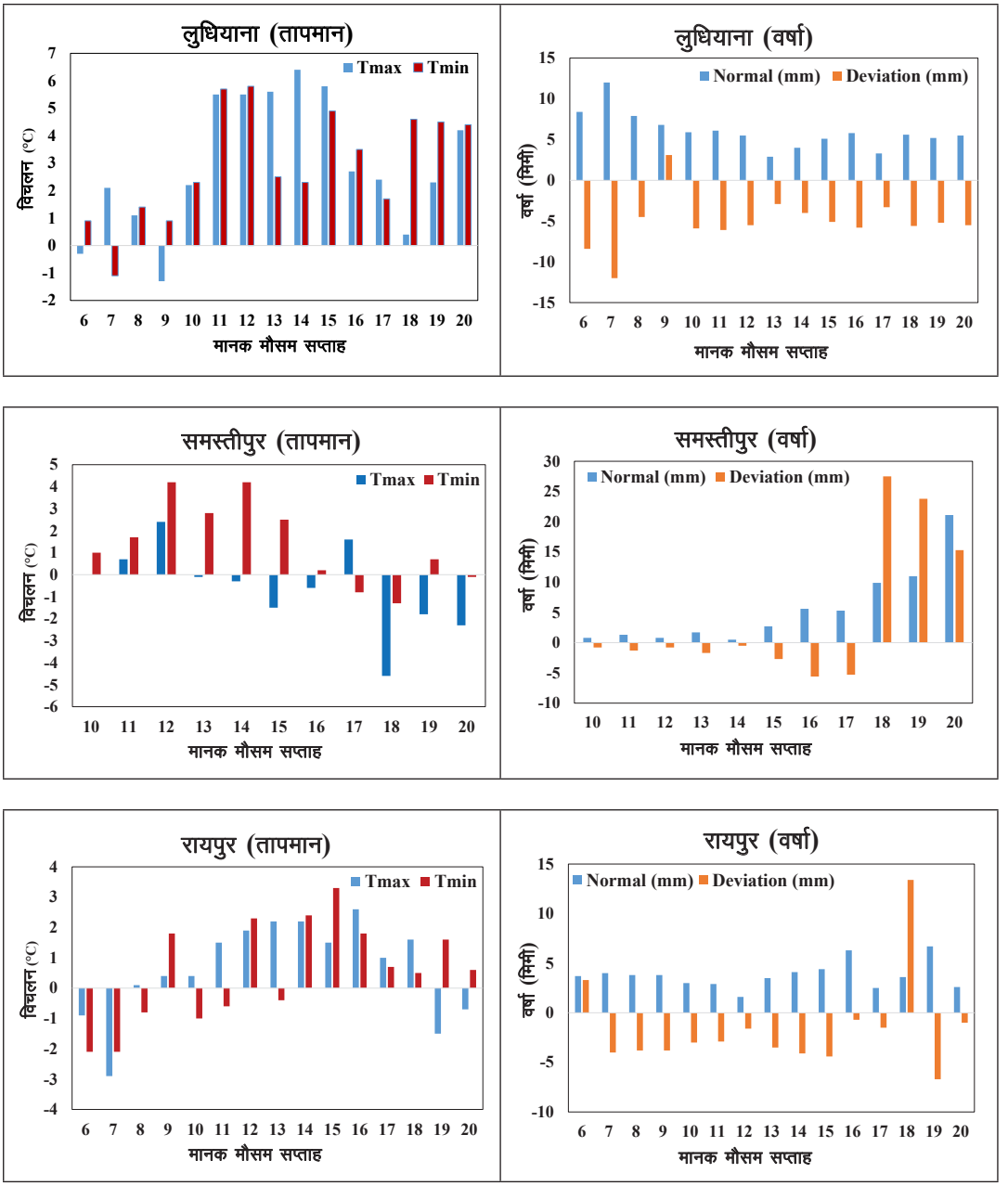
सेल्सियस के बीच रहा। कानपुर और फैजाबाद में 6-20 एस.एम.डब्ल्यू. के दौरान कोई बारिश नहीं हुई जिससे गर्मी की लहर कि स्थिति बनी रही। इस तरह के तापमान व वर्षा के औसत विचलन का प्रभाव खेती के विभिन्न उपक्रमों पर पड़ा।

बिहार स्थित समस्तीपुर में साप्ताहिक औसत अधिकतम तापमान का विचलन केवल 19-25 मार्च के दौरान सामान्य से 2.4 डिग्री सेल्सियस अधिक था। समस्तीपुर में औसत साप्ताहिक न्यूनतम तापमान 12-15 एस.एम.डब्ल्यू. के दौरान +2.5 से +4.5 डिग्री सेल्सियस तक विचलित पाया गया। इसके साथ ही 10-17 एस.एम.डब्ल्यू. के दौरान समस्तीपुर में सामान्य की तुलना में 18.0 मिमी कम वर्षा हुई जिससे ऊष्मीय तनाव में वृद्धि पाई गई। इसका विपरीत प्रभाव खेती के साथ-साथ बागवानी में जैसे आम व लीची पर भी देखा गया।

मध्य प्रदेश के जबलपुर केंद्र के आंकड़ों का अवलोकन करने से पता चलता है कि 11-15 एस.एम.डब्ल्यू के दौरान सामान्य से अधिक अधिकतम तापमान +2.5 से +3.7 डिग्री सेल्सियस तक दर्ज किया गया। साथ ही लंबे समय तक (6-20 एस.एम.डब्ल्यू. के दौरान) सामान्य से 46.0 मिमी कम वर्षा रिकार्ड की गई। जिससे गेहूँ व अन्य फसलों के साथ अन्य कृषि उपक्रमों पर विपरीत प्रभाव पड़ा है।

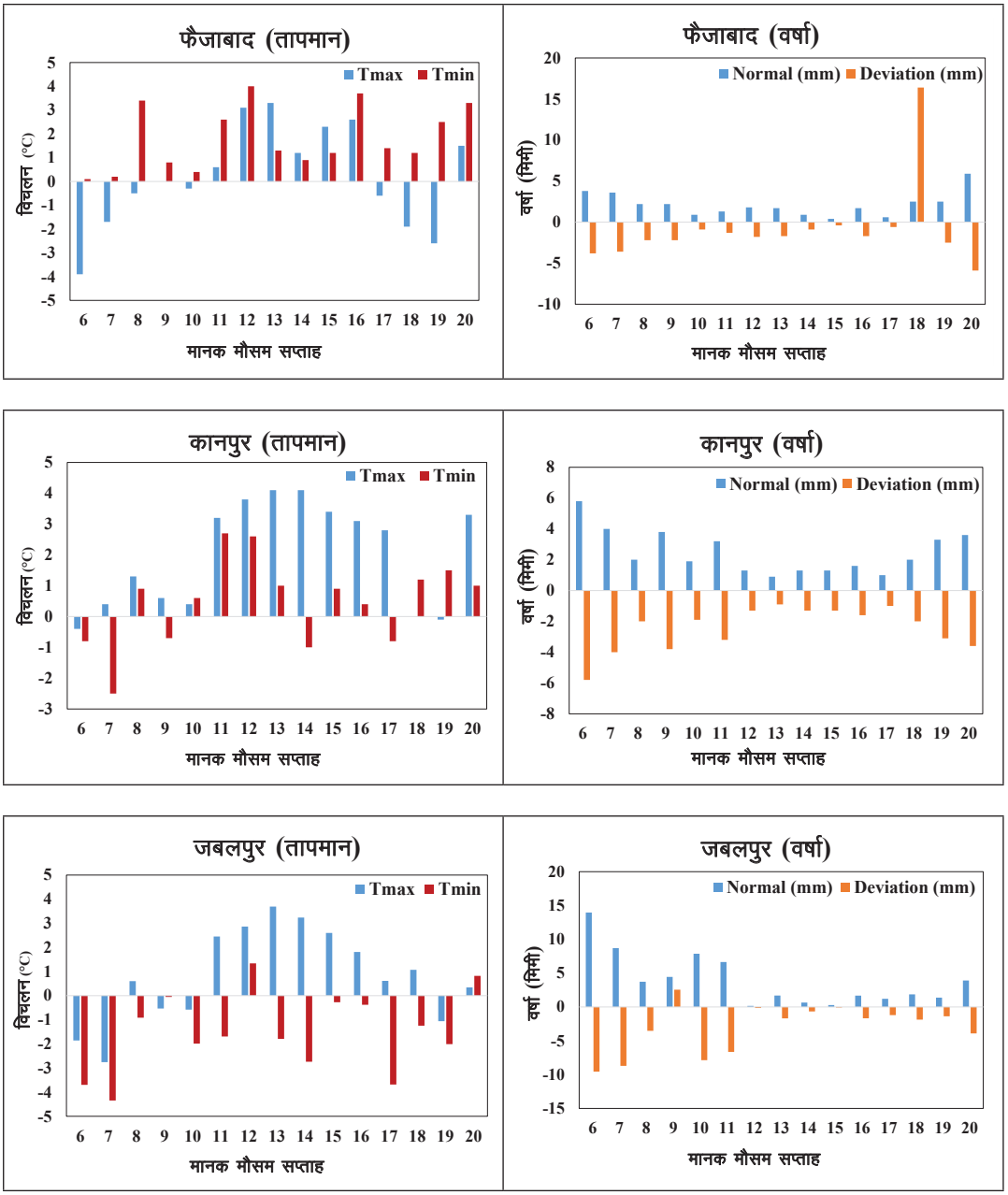
छत्तीसगढ़ के रायपुर केंद्र में 13-15 एस.एम.डब्ल्यू. के दौरान अधिकतम और न्यूनतम तापमान सामान्य से 2.0-3.0 डिग्री सेल्सियस अधिक था। जबकि 7-15 एस.एम.डब्ल्यू. के दौरान कोई वर्षा नहीं हुई। काफी लंबे समय तक बिना किसी बरसात की घटना व उच्च तापमान का संयुक्त प्रभाव कृषि और संबंधित क्षेत्रों पर नकारात्मक रूप से पाया गया।

अखिल भारतीय समन्वित कृषि-मौसम विज्ञान अनुसंधान परियोजना (एक्रीपाम) के उक्त छह केंद्रों के आंकड़ों के विश्लेषण से स्पष्ट होता है कि वर्ष 2022 में फरवरी से मई के मध्य उच्च अधिकतम और न्यूनतम तापमान के साथ असामान्य रूप से शुष्क मौसम के कारण हुए इस असामयिक वातावरणीय परिवर्तन का नकारात्मक प्रभाव खेती में फसलों के साथ साथ अन्य उपक्रमों पर पाया गया।



चित्र 1क. फरवरी-मई 2022 के दौरान लुधियाना, समस्तीपुर और रायपुर में तापमान और वर्षा का प्रस्थान (स्रोत: कृषि-मौसम विज्ञान पर एआईसीआरपी)

संकेत: Tmax - अधिकतम तापमान; Tmin - न्यूनतम तापमान; Normal - सामान्य; Deviation - विचलन



चित्र 1ख. फरवरी-मई 2022 के दौरान फैजाबाद, कानपुर और जबलपुर में तापमान और वर्षा का प्रस्थान
(स्रोत: कृषि मौसम विज्ञान पर एआईसीआरपी)

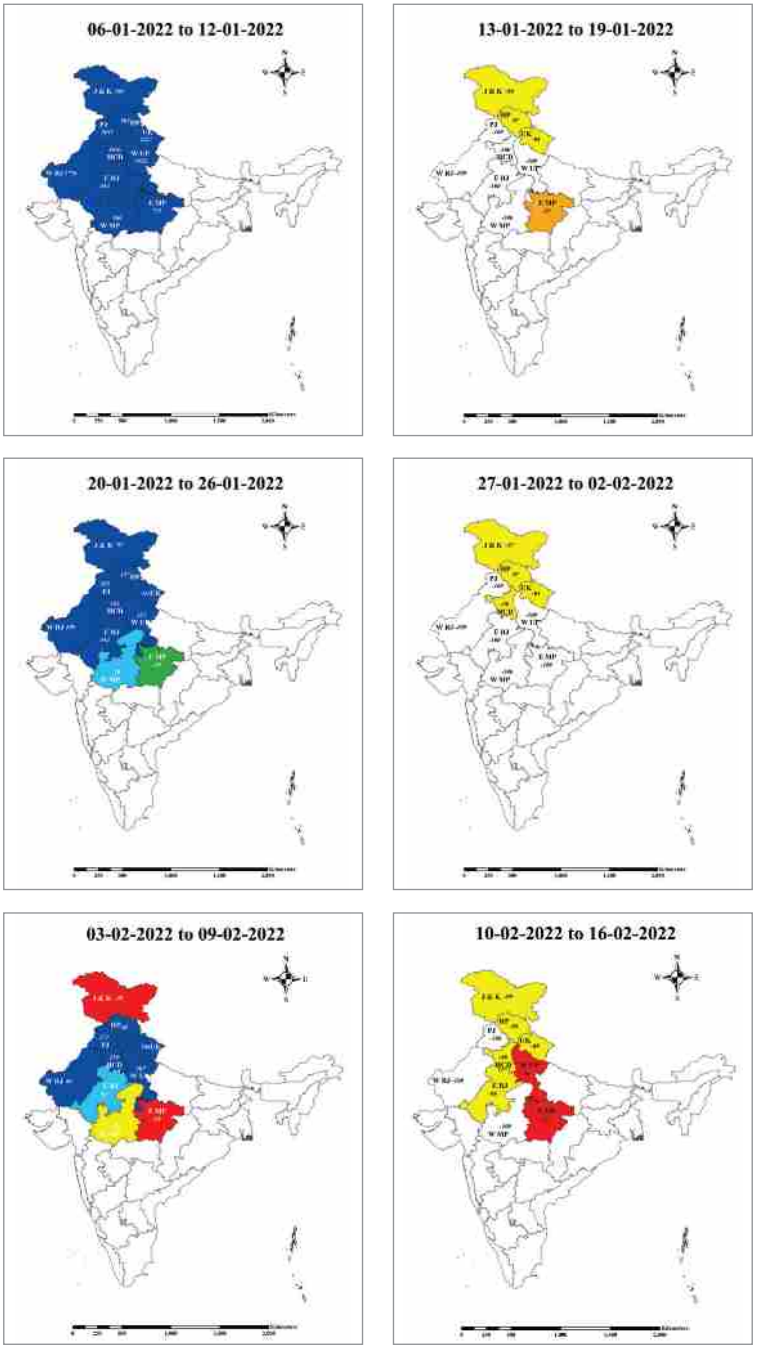
संकेत: Tmax - अधिकतम तापमान; Tmin - न्यूनतम तापमान; Normal - सामान्य; Deviation - विचलन

3.3. उत्तर भारत में बढ़ती गर्मी की लहरों पर धीमे पश्चिमी विक्षोभ का प्रभाव

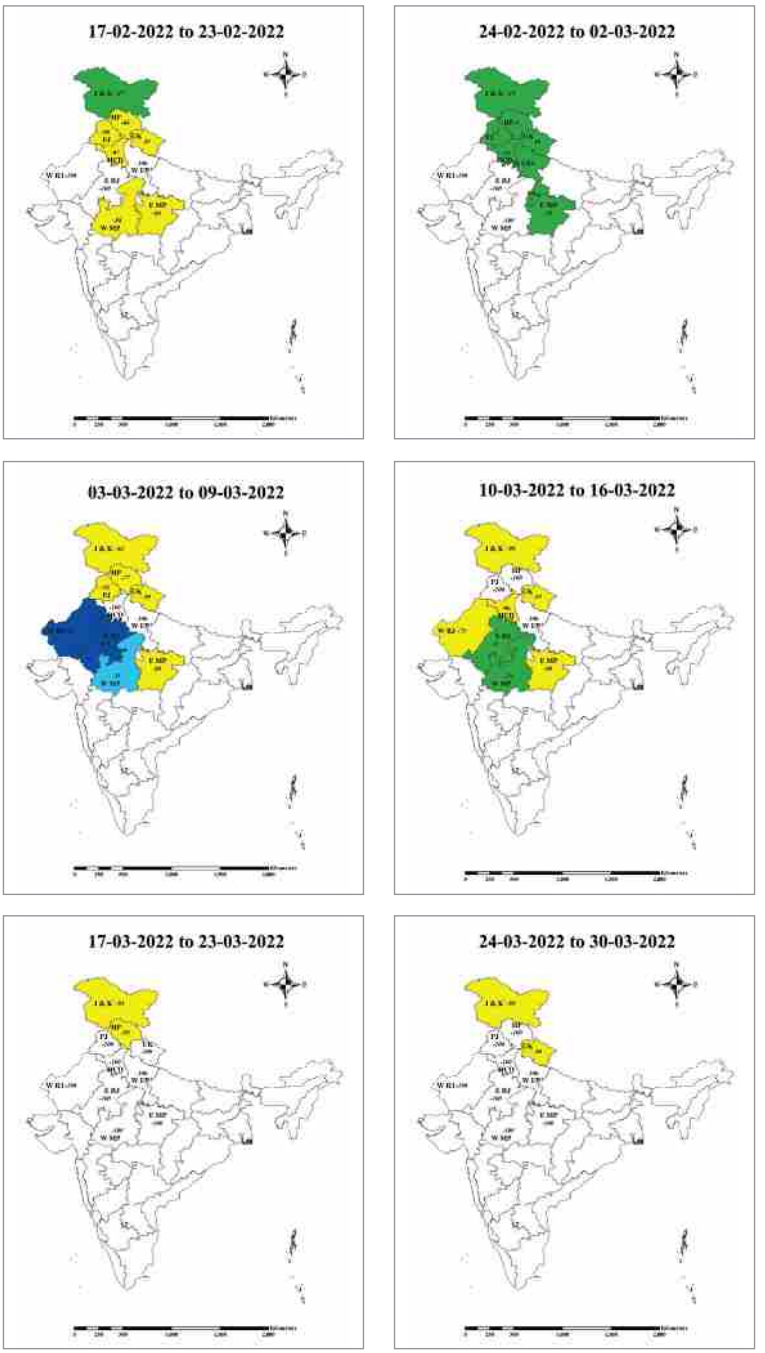
वर्ष 2022 के दौरान फरवरी के चतुर्थ सप्ताह से मई के तृतीय सप्ताह तक यह देखा गया कि असामान्य रूप से जम्मू और कश्मीर, हिमाचल प्रदेश, उत्तराखंड, पंजाब, हरियाणा-चंडीगढ़ और दिल्ली, पश्चिमी उत्तर प्रदेश, पश्चिम और पूर्वी राजस्थान, पश्चिम और पूर्वी मध्य प्रदेश मौसम विभाग (चित्र 2क, 2ख और 2ग) में सर्दियों की वर्षा कम हुई। इस दौरान 17-23 मार्च से 20-26 अप्रैल 2022 के सप्ताहों में वर्षा विचलन लगभग -100 प्रतिशत तक पहुंच गया है। इसके उपरांत 12 से 18 मई के दौरान वर्षा में मामूली वृद्धि देखी गई, फिर भी वर्षा की कमी की स्थिति -62 से -100 प्रतिशत तक रही (चित्र 3)। इस प्रकार वातावरण में सूखापन और गर्म रेगिस्तानी हवाओं के प्रवाह के कारण ग्रीष्म लहर की स्थिति उत्पन्न हुई।

मौसम विज्ञान अनुमंडल जम्मू-कश्मीर, हिमाचल प्रदेश, उत्तराखंड, पंजाब, हरियाणा-चंडीगढ़-दिल्ली, पश्चिम उत्तर प्रदेश, पश्चिम राजस्थान, पूर्वी राजस्थान, पश्चिम मध्य प्रदेश और पूर्वी मध्य प्रदेश के साप्ताहिक तापमान विचलन मानचित्र 3 मार्च से 25 मई 2022 तक के लिए तैयार किए गए हैं (चित्र 4क और 4ख)। इस दौरान 3-9 मार्च से 12-18 मई के दौरान लगभग सभी अनुमंडलों में उच्च तापमान देखा गया। तापमान में अधिकतम विचलन 7-13 अप्रैल सप्ताह के दौरान उत्तराखंड में (10.8 डिग्री सेल्सियस), हिमाचल प्रदेश (9.8 डिग्री सेल्सियस), जम्मू कश्मीर (9.1 डिग्री सेल्सियस), हरियाणा, चंडीगढ़ और दिल्ली (9.0 डिग्री सेल्सियस) और पंजाब (8.0 डिग्री सेल्सियस) पाया गया (चित्र 5)। इन सभी स्थानों पर गर्मी की लहर 12-18 मई तक जारी रही जो कि उससे और अगले सप्ताह इस क्षेत्र में पश्चिमी विक्षोभ की शुरुआत के साथ कम हुई।

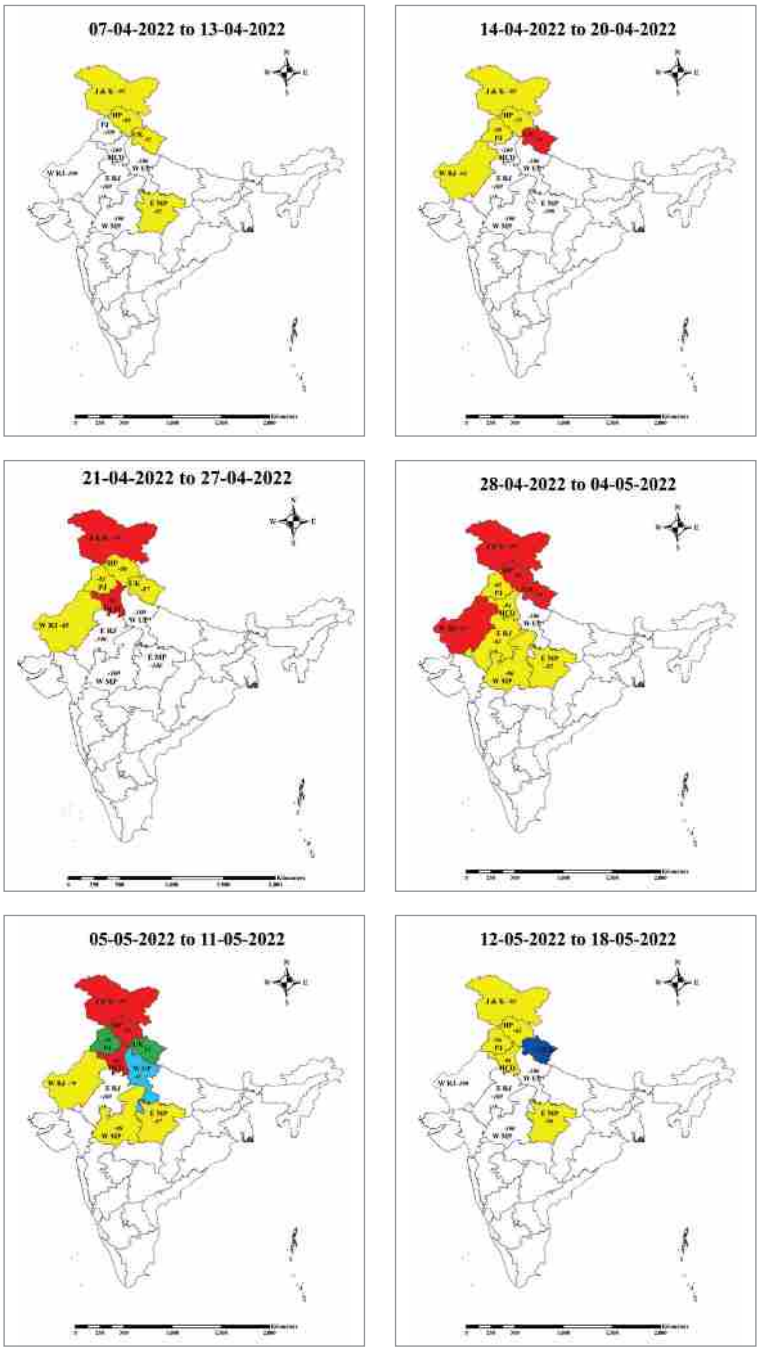
कम वर्षा और उच्च तापमान के एक साथ होने पर इनके अलग-अलग होने की अपेक्षा कृषि में और अधिक गंभीर प्रभाव पड़ता है। उच्च तापमान और कम वर्षा एक साथ होने पर गेहूँ की फसलों की उपज में कमी देखी गई है [4]। देश के गेहूँ उगाने वाले क्षेत्रों में 01 मार्च से 18 अप्रैल 2022 के दौरान वर्षा काफी कम हुई। जिससे गेहूँ की महत्वपूर्ण प्रजनन अवस्था के दौरान उच्च अधिकतम और न्यूनतम तापमान का नकारात्मक प्रभाव देखा गया है। सामान्य रूप से देश के उत्तर और उत्तर-पश्चिमी हिस्सों में दिसंबर से अप्रैल के महीनों के दौरान उष्ण कटिबंधीय भू-भाग से पश्चिमी विक्षोभ के गुजरने के कारण सर्दियों की वर्षा होती है। जो कि रबी की फसलों जैसे गेहूँ, सरसों और चना व अन्य सब्जियों के लिए अत्यधिक फायदेमंद है। ये पश्चिमी विक्षोभ दिसंबर के अंत और जनवरी के दौरान तापमान में सर्दी बढ़ाते हैं जिससे गेहूँ की फसल में कल्लों की संख्या मे वृद्धि तथा अधिक पैदावार होती है।



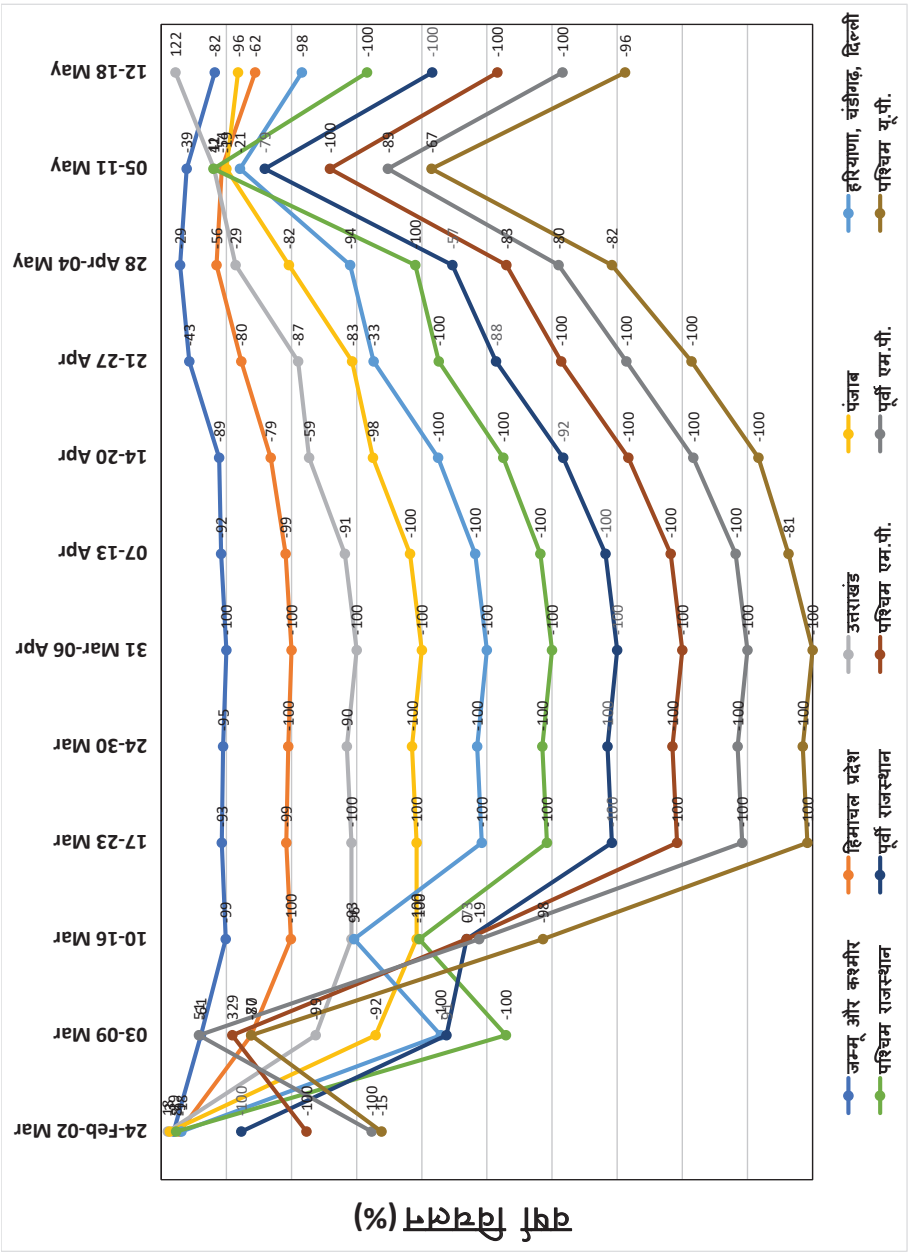
चित्र 2क. जनवरी-मई 2022 के दौरान 10 मौसम संबंधी उपखंडों (उत्तरी और मध्य भारत) में साप्ताहिक वर्षा विचलन (स्रोत: कृषि-मौसम विज्ञान पर एआईसीआरपी)



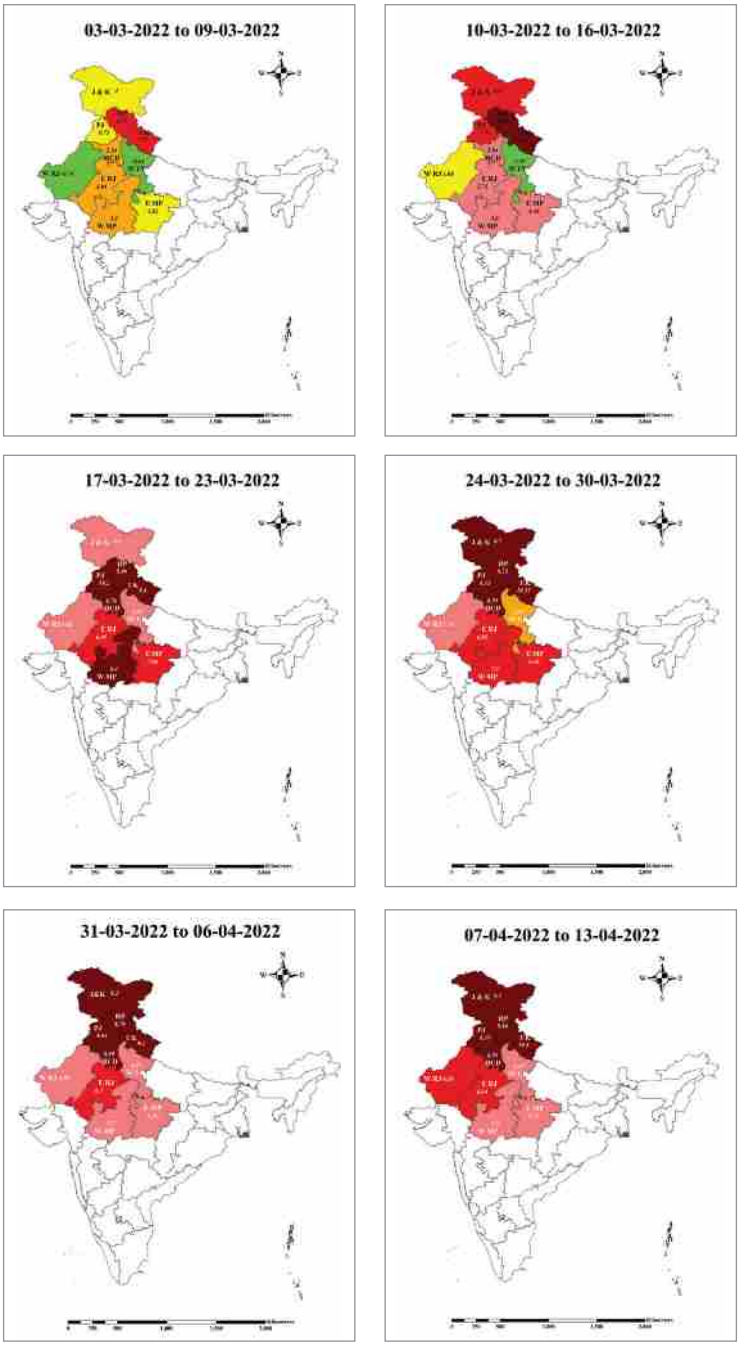
चित्र 2ख. जनवरी-मई 2022 के दौरान 10 मौसम संबंधी उपखंडों (उत्तरी और मध्य भारत) में साप्ताहिक वर्षा विचलन (स्रोत: कृषि-मौसम विज्ञान पर एआईसीआरपी)



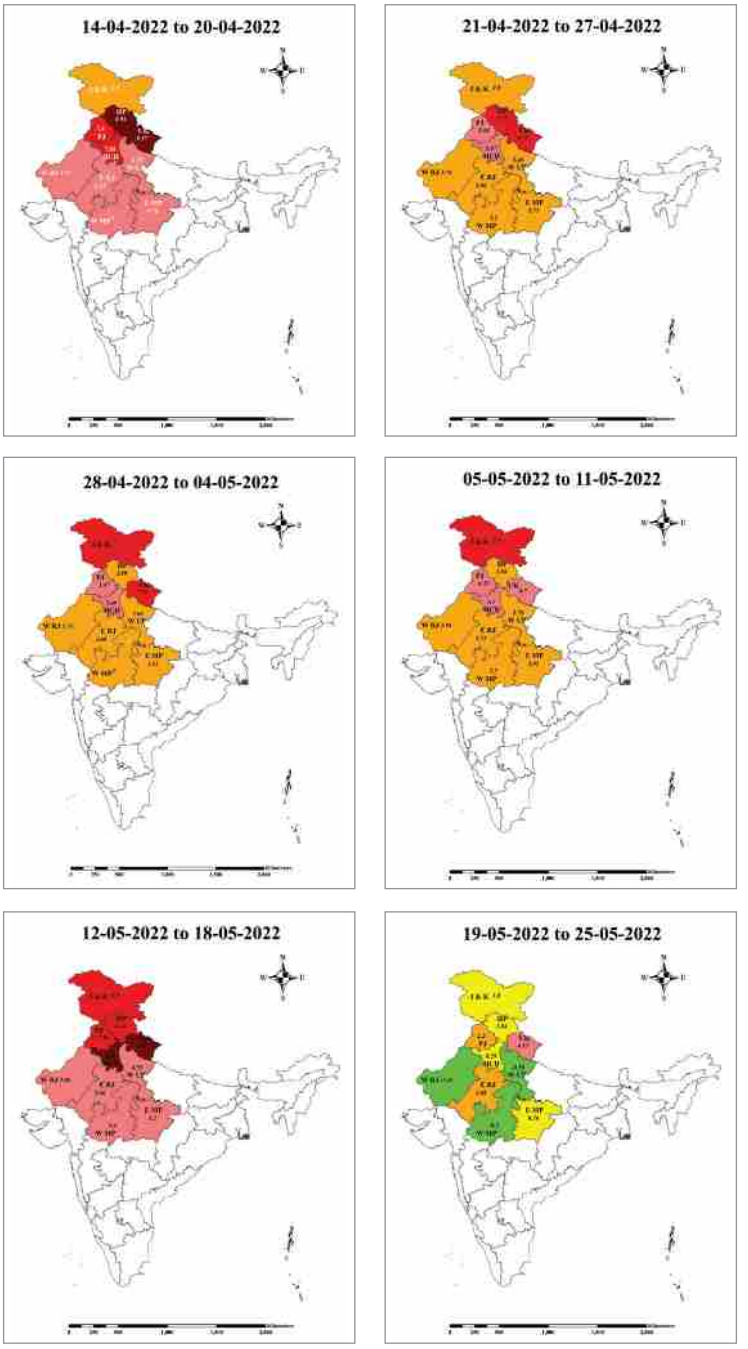
चित्र 2ग. जनवरी-मई 2022 के दौरान 10 मौसम संबंधी उपखंडों (उत्तरी और मध्य भारत) में साप्ताहिक वर्षा विचलन (स्रोत: कृषि-मौसम विज्ञान पर एआईसीआरपी)



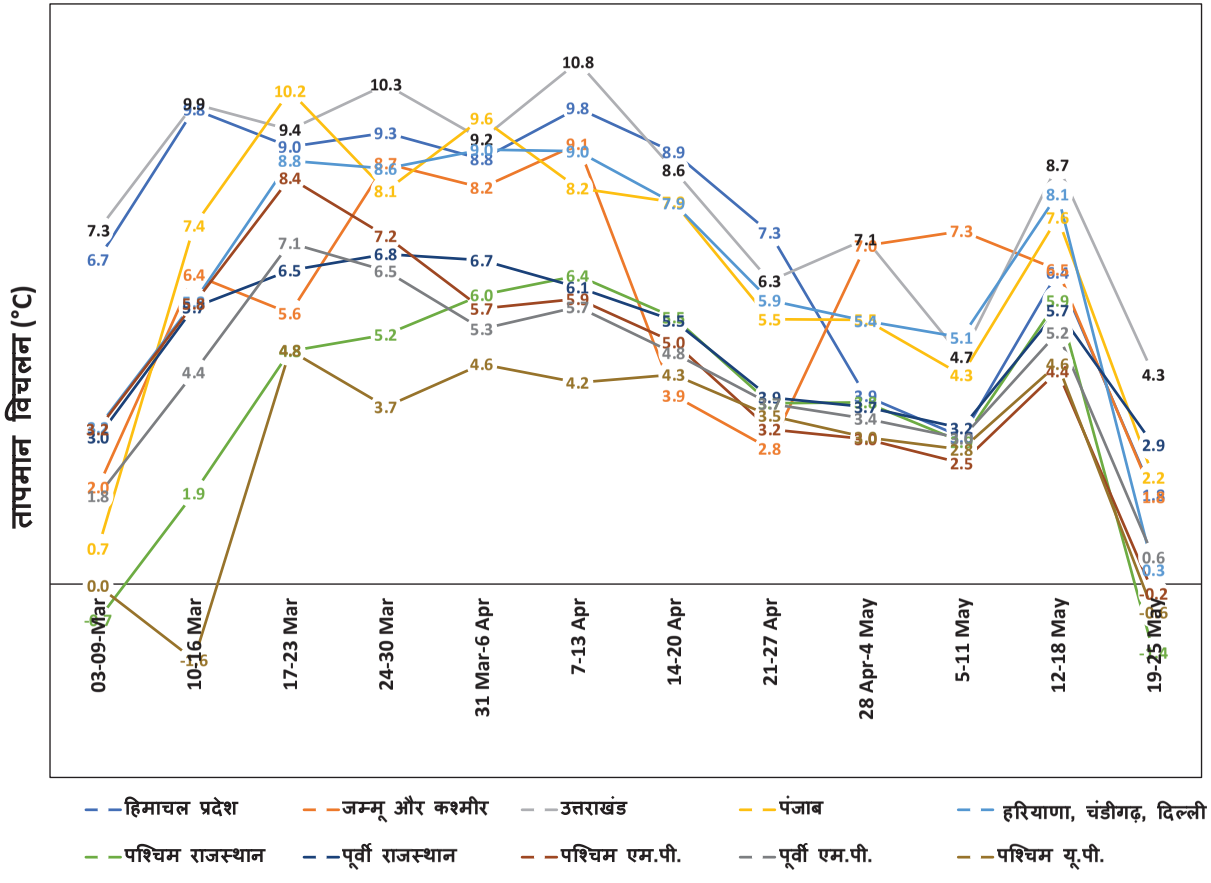
चित्र 3. फरवरी-मई 2022 के दौरान साप्ताहिक वर्षा विचलन
(स्रोतः कृषि-मौसम विज्ञान पर एआईसीआरपी)



चित्र 4क. मार्च-मई 2022 के दौरान 10 मौसम विज्ञान उपखंडों (उत्तरी और मध्य भारत) में साप्ताहिक औसत अधिकतम तापमान विचलन (स्रोतः कृषि-मौसम विज्ञान पर एआईसीआरपी)



चित्र 4ख. मार्च-मई 2022 के दौरान 10 मौसम विज्ञान उपखंडों (उत्तरी और मध्य भारत) में साप्ताहिक औसत अधिकतम तापमान विचलन (स्रोतः कृषि-मौसम विज्ञान पर एआईसीआरपी)



चित्र 5. मार्च-मई 2022 के दौरान विभिन्न मौसम विज्ञान उपखंडों में साप्ताहिक औसत अधिकतम तापमान विचलन
(स्रोतः कृषि-मौसम विज्ञान पर एआईसीआरपी)

4. वर्ष 2022 के दौरान कृषि पर गर्मी की लहर का प्रभाव

वर्ष 2022 के मार्च और अप्रैल माह के दौरान कई राज्यों में अत्यधिक न्यूनतम व अधिकतम तापमान दर्ज किया गया। इन अत्यधिक तापमानों का पौधों की वृद्धि एवं पैदावार पर विपरीत प्रभाव पड़ा है तथा इससे काफी आर्थिक क्षति हुई है। गर्मी की लहर द्वारा फसलों, बागवानी, पशुधन, मुर्गी पालन, मत्स्य पालन तथा भूजल पर प्रभाव निम्नवत है:-

4.1. फसलें

वर्ष 2022 के मार्च और अप्रैल माह में न्यूनतम और अधिकतम तापमान में वृद्धि के परिणामस्वरूप शुष्क हवाएँ, उच्च वाष्पीकरण और नमी की कमी देखी गई। जिससे पंजाब के कई जिलों में गर्मी की लहर द्वारा गेहूँ के दाने में कम भराव एवं सिकुड़न तथा समय पूर्व पकना इत्यादि देखा गया। इससे पैदावार में 25 प्रतिशत तक की कमी देखी गई। मूंग की फसल में सफेद मक्खी के अतिसंक्रमण, वनस्पतिक विकास में कमी तथा फलियों में दानों का ठीक से न बनने के कारण पैदावार में 20 प्रतिशत तक की कमी पाई गई। मक्के की फसल में धीमी वृद्धि और फॉल आर्मी नामक कीट का अतिक्रमण पाया गया जिससे पंजाब के फरीदकोट, भटिंडा और गुरूदासपुर जिलों में मक्के की पैदावार में 18 प्रतिशत तक की कमी देखी गई।

हिमाचल प्रदेश के कुल्लू जिले में गर्मी की लहर की वजह से अधिकतम तापमान सामान्य से 5 डिग्री सेल्सियस अधिक दर्ज किया गया। जिससे रबी की फसलें प्रभावित हुई। गर्मी की लहर के कारण चने में असामान्य वनस्पतिक वृद्धि और फलियों में दाने का कम विकास तथा गेंहूँ में समय पूर्व परिपक्वता देखी गई जिसके परिणामस्वरूप इन फसलों की पैदावार में गिरावट आई। हरियाणा प्रांत के कई जिले भी गर्मी की लहर से प्रभावित रहे इससे गेहूँ तथा चने के दानों में हल्कापन तथा कई फसलें समयपूर्व सूख गईं। गर्मी की लहर के कारण देर से बोई गई गेहूँ की पैदावार में 10 से 15 प्रतिशत तक और चने की पैदावार में 19 प्रतिशत तक की कमी पाई गई। मध्य प्रदेश के दतिया, मुरैना और टीकमगढ़ जिलों में अत्यधिक तापमान के कारण फसलों में समय पूर्व परिपक्वता तथा गेहूँ और चने के दानों के वजन में कमी देखी गई। उत्तर प्रदेश के कई जिलों में देर से बोई गई गेहूँ व सरसों की फसल भी प्रभावित हुई है। गर्मी की लहर के कारण बागपत और कुशीनगर जिलों में गेहूँ की पैदावार में 11 से 21 प्रतिशत, गोरखपुर में 9 से 21 प्रतिशत, गोंडा में 15 से 20 प्रतिशत और झाँसी में 32 से 34 प्रतिशत तक की कमी पाई गई।

उत्तर प्रदेश के गोरखपुर तथा कुशीनगर जिलों में सरसों और लोबिया की पैदावार में क्रमशः 14 से 18 प्रतिशत और 9 से 11 प्रतिशत तक की कमी पाई गई। इसी तरह राजस्थान के कई निक्रा गांवों (नैनपुरीया, भाटोली, अम्लोई) में गर्मी की लहर द्वारा सामान्य की तुलना में गेहूँ में 4 से 5 कुंतल प्रति हेक्टेयर पैदावार तथा सरसों में 2 से 3 कुंतल प्रति हेक्टेयर की कमी आई।

4.2. बागवानी

4.2.1. फल

गर्मी की लहर के दौरान हिमाचल प्रदेश में रॉयल और स्पर प्रकार के सेबों में वायरल संक्रमण का प्रकोप देखा गया। इसी तरह प्रदेश के चंबा, कुल्लू और बिलासपुर जिलों में गर्मी की लहर के कारण बेर में कम फलों का बनना तथा आम में विकृति फूल और फलों का समयपूर्व गिरना देखा गया।

गर्मी की लहर से प्रभावित पंजाब के फरीदकोट और भटिंडा जिलों में तापमान में वृद्धि के कारण नींबू के पेड़ों में अत्यधिक कीट पतंगों का प्रकोप, धूप से पत्तियों का झुलसना, फलों का कम बनना, किन्नू में झुलसा रोग और फलों का गिरना देखा गया। गर्मी की लहर के परिणामस्वरूप किन्नू की उपज में 23 प्रतिशत तक की कमी पाई गई।

गर्मी की लहर की त्रासदी के दौरान मध्य प्रदेश, झारखंड एवं बिहार के कई जिलों में आम के बगीचों पर कुप्रभाव देखा गया। मध्य प्रदेश में टीकमगढ़, झारखंड में गोड्डा और बिहार के दरभंगा जिलों में आम के फूल एवं समयपूर्व फलों का गिरना तथा फलों के आकार में कमी पाई गई। केसर और अल्फांसो जैसी आम की किस्मों, जो कि कोंकण और मराठवाड़ा क्षेत्रों में विशेषकर उगाई जाती हैं, में तौकते चक्रवात, तापमान में अत्यधित कमी, दिसंबर-जनवरी में छिटपुट बेमौसमी वर्षा, कोहरा और मार्च के महीने में अधिक तापमान के परिणामस्वरूप उत्पादन में कमी पाई गई।

इसी प्रकार राजस्थान के भीलवाड़ा, पाली एवं सिरोही जिलों में अमरूद, नींबू, अनार और आम के पत्तियों और पौधों का सूखना तथा पपीते में फूल और अपरिपक्व फलों का गिरना देखा गया।

4.2.2. सब्जियाँ

हिमाचल प्रदेश के कई जिलों में अत्यधिक तापमान के कारण सब्जियों जैसे- पत्तागोभी और फूलगोभी में कम वानस्पतिक वृद्धि देखी गई। हिमाचल प्रदेश के चंबा जिले में सामान्य की तुलना में सब्जियों की पैदावार में 50 प्रतिशत तक की कमी देखी गई। इसी प्रकार जम्मू और कश्मीर के कई जिलों में गर्मी की लहर के परिणामस्वरूप सब्जियों में कम वानस्पतिक विकास, पौधे के फैलाव में कमी तथा फूल और फलों का गिरना देखा गया। गर्मी की लहर से खीरा तथा करेला के पौधे का सूखना, टमाटर के फलों के फटने और झुलसने के कारण फलों का आकार छोटा देखा गया। परिणामस्वरूप इन सब्जियों के वजन में 40 से 50 प्रतिशत तक की कमी पाई गई। जम्मू-कश्मीर के कठुआ और बांदीपुरा जिलों में सामान्य की तुलना में खीरा और करेले की उपज में 30 से 50 प्रतिशत और टमाटर में सामान्य की तुलना में 40 प्रतिशत तक की कमी देखी गई। इन समस्त स्थानों पर धूप व गर्मी के कारण, अधिक फूल और फल का गिरना, फलों का असमय पकना, टमाटर के फलों का झुलसना तथा फलों के आकार व वजन में कमी देखी गई।

पंजाब और हरियाणा के भटिंडा और सिरसा जिलों में गर्मी की लहर के कारण टमाटर की उपज में क्रमशः 40 एवं 50 प्रतिशत की कमी पाई गई है। उत्तर प्रदेश में अधिकतम तापमान में वृद्धि के कारण सब्जियों की वृद्धि कम हुई तथा पौधों में अतिशीघ्र परिपक्वता देखी गई। यहाँ पर भिंडी में सफेद मक्खियों का अधिक प्रकोप, मुरझाना, झुलसना तथा फलों के समय पूर्व पकने से फलों के वजन में 40 से 50 प्रतिशत तक की कमी पाई गई। साथ ही साथ टमाटर के धूप में झुलसने एवं फटने तथा प्याज के बल्ब के आकार का 30 प्रतिशत तक छोटा रह जाना जैसी समस्याएं पाई गई।

सामान्य स्थिति की तुलना में गर्मी की लहर के कारण से गोरखपुर में भिंडी, टमाटर और प्याज की पैदावार में 20 से 25 प्रतिशत, गोंडा एवं झाँसी में 25 से 40 प्रतिशत की कमी तथा कुशीनगर में 25 से 30 तक प्रतिशत की कमी पाई गई।

4.3. पशुधन

गर्म मौसम से पशुधन और दुधारू पशुओं के शरीर के तापमान में 0.5 से 3.5 डिग्री सेल्सियस की वृद्धि हुई। जम्मू-कश्मीर के कठुआ जिले में तापमान में वृद्धि के कारण दुधारू पशुओं का अधिक पानी पीना तथा भूख में कमी देखी गई, जिससे दुग्ध उत्पादन घट गया। पंजाब के भटिंडा और फरीदकोट जिलों में डेयरी पशुओं में बछड़ों की मृत्यु दर और त्वचा संक्रमण की समस्याएं बढ़ गई। मध्य प्रदेश के टीकमगढ़ जिले में डेयरी पशुओं में तापमान अधिक होने से दूध का उत्पादन कम पाया गया। इसी प्रकार झारखंड के गोड्डा जिले में पशुओं में भूख कम लगने तथा शरीर का तापमान अधिक होने से दूध उत्पादन में 15 प्रतिशत तक गिरावट आई। उत्तर प्रदेश के गोरखपुर और झाँसी जिलों में गर्मी की लहर की वजह से दुधारू पशुओं के लिए हरे चारे की उपलब्धता कम हो गई जिससे दूध उत्पादन में 11 प्रतिशत तक की कमी पाई गई।

4.4. कुक्कुट

गर्मी के शुरूआती दो दिनों के दौरान गर्मी की लहर से अंडे के उत्पादन में 10 प्रतिशत तक कमी तथा यह गिरावट आगे के दिनों में भी बढ़े तापमान के आधार पर लगभग 4-7 प्रतिशत तक बनी रही। निर्धारित मानक (35 दिन में लगभग 2 किग्रा.) के तुलना में ब्रॉयलर चिकन में शरीर का वजन लगभग 500-600 ग्राम प्रति पक्षी कम प्राप्त हुआ। गर्मी के मौसम के दौरान आहार की मात्रा में कमी (ब्रॉयलर में 15-20 प्रतिशत और अंडा देने वाले पक्षी में 35 ग्राम/ पक्षी/ दिन तक) के साथ उनके उत्पादकता में कमी पाई गई। कम आहार सेवन से अंड़े के वजन में लगभग 3-5 ग्राम की कमी भी पाई गई। गर्मी की लहर से लेयर चूजों की मृत्यु दर सामान्यत: 0.5 प्रतिशत की अपेक्षा प्रतिमाह 3.5-4.0 प्रतिशत तक देखी गई। इसी प्रकार ब्रॉयलर चिकन में गर्मी की लहर से विभिन्न रोगों के साथ मृत्यु दर में लगभग 8.0 प्रतिशत की वृद्धि पाई गई। तीव्र गर्मी के कारण विभिन्न रोगों का प्रकोप और मृत्यु दर में वृद्धि पाई गई।

4.5. मात्स्यिकी

पानी के गर्म होने से मछलियों की विविधता, वितरण, व अन्य विकास अवस्थाएं प्रभावित होती है। अधिकांश मछली प्रजातियों में उनके मूल उपापचय तथा खाद्य जीवों की उपलब्धता एक निश्चित तापमान सीमा में होती है। समुद्री जल में 1° सेल्सियस का अंतर भी उनके वितरण एवं जीवन प्रक्रिया को प्रभावित करता है। मैदानी क्षेत्रों में गर्मी की लहर द्वारा तापमान व वाष्पोत्सर्जन में वृद्धि से पानी की कमी के कारण मछली पालन प्रभावित होता है। भारत के ठंडे जलीय क्षेत्रों में रेनबों ट्राउट की खेती प्रमुख है। विभिन्न पहाड़ी राज्यों में कुल ट्राउट उत्पादन लगभग 2500 टन है। ट्रायट के उत्पादन के लिए आदर्श पानी का तापमान 18° सेल्सियस से अधिक नहीं होना चाहिए। सर्वोत्तम जल तापमान लंबे समय तक 13 से 18° सेल्सियस की सीमा में होना चाहिए। पानी के तापमान में वृद्धि से पानी के तालाब में घुलित ऑक्सीजन की मात्रा में कमी हो जाती है। अत: प्रत्यक्ष रूप से मछली पालन प्रभावित होता है।

4.6. भूजल

अत्यधिक तापमान या गर्मी की लहर से मिट्टी व फसलों में वाष्पोत्सर्जन में वृद्धि हो जाती है जिसके परिणामस्वरूप फसलों के लिए अधिक संख्या में सिंचाई की आवश्यकता होती है। कई स्थानों पर गर्मी की लहर से पानी की खपत में वृद्धि के कारण भूजल का अधिक दोहन के कारण भूजल में गिरावट देखी जा रही है। अधिक भूजल दोहन हेतु बिजली के अधिक उपयोग के फलस्वरूप ग्रीन हाऊस गैसों का उत्सर्जन बढ़ जाता है। जिसका वातावरण पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है।

4.7. मानव समुदाय

मानव स्वास्थ्य के लिए गर्मी की लहर एक गंभीर चुनौती है। लंबे समय तक गर्मी की लहर और ऊष्ण तनाव के संपर्क में होने के कारण श्वसन और हृदय से संबंधित रोग उत्पन्न होते हैं। गर्मी के कारण खेतीहर किसानों कि कार्यक्षमता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है जिससे उनके कार्य दिवसों में कमी तथा गरीब और सीमांत किसानों की आजीविका नकारात्मक रूप से प्रभावित होती है। किसानों पर प्रभाव के अलावा, गर्मी की लहर खेतिहर मजदूरों, छोटे रेड़ी/ठेला-पटरी वालों, ईंट बनाने वाले श्रमिक, निर्माण वाले श्रमिक और रिक्शा चालक के जीवनशैली पर प्रतिकूल प्रभाव डालती है। एक अनुमान के अनुसार भारत में 2030 तक गर्मी की लहर के परिणामस्वरूप 9.04 प्रतिशत कृषि श्रमिकों, 5.21 प्रतिशत उद्योग श्रमिकों, 9.05 प्रतिशत निर्माण श्रमिकों और 1.48 प्रतिशत अन्य सेवा श्रमिकों के काम के घंटों में कमी संभवित है (अंतर्राष्ट्रीय श्रम संगठन, 2019)। इस प्रकार गर्मी की लहर से श्रमिकों की उत्पादकता और भारत की समग्र अर्थव्यवस्था भविष्य में प्रभावित हो सकती है।

5. गर्मी की लहर प्रबंधन हेतु तकनीकियाँ

5.1. फसलें

भारत में वर्ष 2021-22 के दौरान लगभग 31 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्रफल में गेहूँ की फसल बोई गई थी। इसमें से लगभग 75 प्रतिशत गेहूँ की समय पर बुवाई (15 नवंबर तक या उससे पूर्व) विशेषकर उत्तरी-पश्चिमी मैदानी क्षेत्र (हरियाणा, पंजाब, पश्चिमी उत्तर प्रदेश) और उत्तरी पूर्वी मैदानी क्षेत्र (पूर्वी उत्तर प्रदेश, बिहार और पश्चिम बंगाल) में की गई थी। इसके अलावा अधिक नमी व गन्नें जैसी फसलों के बाद जिन स्थानों पर देर से बुवाई की गई थी, जिसमें लगभग 6-7 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्र शामिल है, उनमें गर्मी कि लहर से अचानक तापमान बढ़ने के कारण गेहूँ की फसल अत्यधिक प्रभावित हुई। वहीं समय से बोए गए गेहूँ में गर्मी की लहर का प्रकोप कम पाया गया। प्रयोगों में पाया गया कि देर से बुवाई की दशा में गर्मी सहिष्णु फसलों के उगाने से गर्मी के प्रभाव को काफी कम किया जा सकता है। तालिका-5 में भारत के विभिन्न क्षेत्रों में उगाने हेतु गर्मी सहिष्णु गेहूँ की किस्मों का वर्णन किया गया है।

तलिका 5: भारत के विभिन्न क्षेत्रों के लिए गर्मी सहिष्णु गेहूँ की किस्में (एच.एस.आई. - <1.0)

क्षेत्र	किस्में
उत्तरी पश्चिमी मैदानी क्षेत्र (एन.डब्ल्यू.पी.जेड.)	DBW 327, DBW 332, DBW 303, DBW 187, WH 1270, DBW 222, HD 3226, PBW 723, HD 3086, JKW 261, HD 3298, HI 1621, HD 3271, PBW 725, PBW 757, DBW 173, DBW 90, WH 1124, DBW 71, HPW 368, HD 3059, DBW 296, HUW 838, HI 1628, NIAW 3170, HD 3237, HI 1620
उत्तरी पूर्वी मैदानी क्षेत्र (एन.ई.पी. जेड.)	DBW 222, HD 3249, DBW 187, NW 5054, K 1006, DBW 39, Raj 4120, K307, HD 2824, HI 1621, HD 3271, DBW 107, HD 3118, HD 3293, DBW 252, HI 1612, K 1317, HD 3171
मध्य क्षेत्र (सी. जेड.)	**रोटी के लिए प्रयुक्त गेहूँ:** DBW 187, GW 513, HI 1636, HI 1544, GW 366, GW 322, JW 3288, GW 273, HI 1634, CG 1029, MP 3336, MP 1203, HD 2932, MP 4010, DBW 110, MP 3288, MP 3173, HI 1531, HI 1500 **डुरम गेहूँ:** HI 8823(d), HI 8759(d), HI 8737(d), HI 8498(d), DDW 47(d), UAS 466(d)
प्रायद्वीपीय क्षेत्र	**रोटी के लिए प्रयुक्त गेहूँ:** DBW 168, MACS 6478, UAS 304, MP1358, NIAW 3170, GW 366, HI 1605 **डुरम गेहूँ:** DDW 48, MACS 3949(d), NIDW 1149 (d), MACS 4058(d), GW 1346(d), HI 8777(d), UAS 446 (d)

कई गर्मी सहिष्णु गेहूँ की किस्में जैसे- पी.बी.डब्लू.-803, डी.बी.डब्लू.-187 और डी.बी.डब्लू.-222 उच्च तापमान को सहन कर सकती हैं और स्थानीय किस्म जैसे एच.डी. 3086 के समतुल्य पैदावार दे सकती हैं (तालिका-5)। इसके अलावा गर्मी की लहर के कारण गेहूँ में हुई उपज हानि को कम करने के लिए अनेक तकनीकियां विकसित की गई हैं जो कुछ किसानों द्वारा अपनाई जा रही हैं। नवीन

मशीनीकरण जैसे हैप्पी सीडर द्वारा धान का अवशेष प्रबंधन कर गेहूँ की समय पर बुवाई की जा सकती है तथा उचित मृदा जल प्रबंधन से गर्मी की लहर से बचा जा सकता है। धान की सीधी बुवाई करने से फसल की परिपक्वता 10-15 दिन पूर्व आ जाती है जिससे गेहूँ की समय पर बुवाई करना संभव हो जाता है। गर्मी की लहर के दौरान फसलों में फूल आने के पूर्व एवं फूल आने के समय में पोटेशियम नाइट्रेट का 0.5 प्रतिशत की दर से पर्णीय छिड़काव करने से पैदावार में संभावित हानि को कम किया जा सकता है।

कुल्लू जिले हेतु गर्मी सहिष्णु गेहूँ की किस्म HPW 368

फरीदकोट जिले हेतु गर्मी सहिष्णु गेहूँ की किस्म PBW 725

5.2. बागवानी

उत्तर प्रदेश में मार्च माह में सामान्य से लगभग 5 डिग्री सेल्सियस तापमान में वृद्धि पाई गई। जिसके परिणामस्वरूप ठीक परागण ना होने, आम के फूल गिरने तथा उसमें झुमका रोग की समस्या देखी गई। इसी प्रकार महाराष्ट्र के विदर्भ क्षेत्र में तापमान में अचानक वृद्धि के कारण नींबू प्रजाति के बागों में फलों का गिरना देखा गया। इन समस्याओं को कम करने के लिए भाकृअनुप- केंद्रीय नींबू वर्गीय अनुसंधान संस्थान (सी.सी.आर.आई.) और भाकृअनुप - केंद्रीय उपोष्ण कटिबंधीय बागवानी संस्थान (सी.आई.एस.एच.) द्वारा बाग उत्पादकों के लिए अप्रैल-मई के महीनों के दौरान निम्न सलाह दी जाती है।

- यदि बाग में पेड़ों की आयु 6 वर्ष से अधिक है तो 150-240 लीटर पानी / दिन / पेड़ की आवश्यकता होती है। इन परिस्थितियों में जैविक पलवार के साथ टपकन/बूंद-बूंद सिंचाई की व्यवस्था की जानी चाहिए। सिंचाई की पारंपरिक विधि में सिंचाई की बारंबरता को बढ़ाया जाना चाहिए।
- मृदा को धान के पुआल या स्थानीय रूप से उपलब्ध जैविक या कार्बनिक पदार्थो से ढक कर रखना चाहिए। अत्यधिक वाष्पीकरण को रोकने के लिए पालीथीन का प्रयोग किया जा सकता है। पौधों में वाष्पोत्सर्जन को कम करने के लिए केओलिन की 2-4 प्रतिशत घोल की मात्रा पत्तियों पर छिड़काव करनी चाहिए। अप्रैल-मई के दौरान पोटेशियम नाइट्रेट के 1.0-1.5 प्रतिशत घोल का दो बार पर्णीय छिड़काव 15 दिनों के अंतराल पर किया जाना चहिए।

बगीचे में पलवार

- फ्रूट ब्लाइट संक्रमण को नियंत्रित करने के लिए कॉपर आक्सीक्लोराइड 50 डब्ल्यू .पी. का 25 ग्राम प्रति 10 लीटर पानी की दर से प्रयोग करें।
- इन महीनों के दौरान पानी की कमी की स्थिति में अक्सर दीमक की समस्या बढ़ती है। इसके लिए डाईकोफोल 18.5 ई.सी. को 27 मिली. की दर से या प्रोपरगाइट 57 ई.सी. को 20 मिली. की दर से या एथियोन 50 ई.सी. 20 मिली. की दर से 10 लीटर पानी में 15 दिनों के अंतराल पर दो बार पर्णीय छिड़काव करें।
- तापमान में अचानक बढोत्तरी से आम में नये वानस्पतिक कपोल आने लगते हैं जिससे फलों का बनना कम हो जाता है तथा फल गिरने लगते हैं। अत: उचित सिंचाई व पोषक तत्व प्रबंधन करें।

5.3. सब्जियाँ

टमाटर

- फसल बचाव हेतु उचित सिंचाई द्वारा मृदा नमी बनाए रखें। टपकन विधि द्वारा फसल में सिंचाई हेतु सिंचाई तंत्र को प्रतिदिन (सुबह और शाम) आधे घंटे के लिए दो बार संचालित करने की आवश्यकता होती है। सतही सिंचाई प्रणाली के तहत टमाटर की फसल में सप्ताह में दो बार 4 से.मी. गहरी सिंचाई करनी चाहिए।
- मृदा अनुकूलन एवं पौधों की सूक्ष्म जलवायु को बेहतर रखने के लिए पौधों के चारों और 5-7 से.मी. मोटी जैविक पतवार का प्रयोग करें।
- मुख्य फसल पर गर्मी की लहर के प्रभाव को कम करने के लिए सीमावर्ती फसल के रूप में मक्के की 3-4 पंक्तियाँ लगाए। सीमावर्ती फसल हर 20-25 मीटर के अंतराल पर लगानी चाहिए।
- फलों के बनने और आकार में सुधार करने के लिए पौधों की वृद्धि करने वाले रसायनों जैसे सैलिसिलिक एसिड (250 माइक्रोमोल/लीटर) या सोडियम नाइट्रोप्रासाइड (25 माइक्रोमोल/लीटर) के दो छिड़काव लाभदायक हैं।
- उच्च तापमान सहिष्णु प्रजातियाँ जैसे काशी तपस और काशी संकर की बुवाई करें।

कद्दू वर्गीय सब्जियां (लौकी, खीरा, खरबूजा)

- मृदा नमी प्रबंधन, जैविक मल्च का प्रयोग और सीमावर्ती फसल के रूप में मक्के की फसल लगाएं।
- सौर विकिरण की तीव्रता को कम करने के लिए 50 प्रतिशत छायांकन जाल का (खेत की सतह से 1.5 से 2.0 मीटर ऊपर) प्रयोग करें।
- लैम्ब्डा साइहलोथ्रिन 2.5 प्रतिशत ई.सी. का 1 मिली/लीटर की दर से या एसिटामिप्रिड (0.5 ग्राम) + पायरिप्रोक्सीफेन का 1 मिली/लीटर कीटनाशकों के मिश्रण का 2-3 बार छिड़काव करें।

मूली

- फसल सुरक्षा हेतु सिंचाई द्वारा खेत में मृदा नमी को बनाए रखें।

- सौर विकिरण की तीव्रता को कम करने के लिए 50 प्रतिशत छायांकन जाल खेत की सतह से 1.0 से 1.5 मीटर ऊपर प्रयोग करें।
- काशी ऋतुराज जैसी उच्च तापमान सहिष्णु किस्म का प्रयोग करें।
- पौधों की वृद्धि हेतु पानी में घुलनशील नाईट्रोजन, फॉसफोरस व पोटैशियम (एन.पी.के.) (18:18:18) 4 ग्राम/लीटर की दर से दो छिड़काव करें।

भिण्डी

- सिंचाई द्वारा खेत में मृदा नमी को बनाए रखें।
- सूक्ष्म जलवायु को अनुकूल बनाए रखने के लिए 5-7 सेमी. मोटी जैविक मल्च व समुचित सिंचाई करें।
- जैसिड्स एवं सफेद मक्खियों के नियंत्रण के लिए लैम्ब्डा साइहालोथ्रिन 2.5 प्रतिशत ई.सी. 1 मि.ली./लीटर की दर से या एसिटामिप्रिड के मिश्रण (0.5 ग्राम) + पाइरिप्रोक्सीफेन (1 मिली/लीटर) का 2-3 छिड़काव करें।
- मुख्य फसल पर गर्मी की लहर के प्रभाव को कम करने के लिए सीमावर्ती फसल के रूप में मक्के की 3-4 पंक्तियों की बुवाई करें।

लोबिया

- सिंचाई द्वारा खेत में मृदा नमी को बनाए रखें।
- मुख्य फसल पर गर्मी की लहर के प्रभाव को कम करने के लिए सीमावर्ती फसल के रूप में मक्के की 3-4 पंक्तियों की बुवाई करें।

5.4. पशुधन

- भूमिहीन मजदूरों एवं किसानों की आय में पशु एक प्रमुख भूमिका निभाते हैं। जानवर गर्मी की लहर के प्रति अधिक संवेदनशील होते हैं। गर्मी की लहर से दूध का उत्पादन एवं मांस उत्पादकता कम हो जाती है तथा प्रजनन दर में कमी आती है। इन प्रभावों को दूर करने के लिए निम्न तकनीकी सुझाव अपनाएं।
- पशुओं का उपयुक्त शारीरिक तापमान बनाए रखने के लिए पशुशाला के ऊपर तापरोधक वस्तुओं का प्रयोग करें। पशुशाला में पानी छिड़कने के लिए स्प्रिंकलर और फागर्स का उपयोग करें।
- तापमान व गर्मी के प्रभाव को कम करने के लिए पशुशाला में पंखे और कूलर प्रयोग करें।
- सूर्य की सीधी रोशनी और गर्मी के प्रभाव को कम करने के लिए पशुशाला में छाया जाल का प्रयोग करें।

दुधारू पशुओं को साईलेज खिलाना

- पशुशाला में उचित वायु संचार और वायु परिसंचरण सुनिश्चित किया जाना चाहिए जिससे गर्मी के प्रभाव को कम किया जा सके।
- पशु आहार बढ़ाने के लिए सुबह और शाम के समय दानों को चारे के साथ प्रदान करें।
- पर्याप्त पोषक तत्व प्रदान करने और दूध की पैदावार बढ़ाने के लिए खनिज मिश्रण 50 ग्राम / दिन / पशु के दर से और संतुलित आहार पोषक तत्व हेतु यू.एम.एम.बी. ईंट (यूरिया-गुड़-खनिज ईंट) को आहार के साथ शामिल करें।
- चारागाह के बजाय पशुशाला में ही चारे आदि का प्रबंधन करें जिससे जानवरों को गर्मी कम लगे तथा चारा अधिक से अधिक खा सकें।
- दुधारू पशुओं को धूप के प्रभाव को कम करने के लिए पानी से स्नान कराएं।

5.5. कुक्कुट

उत्तम कुक्कुट उत्पादन हेतु परिवेश का तापमान और आर्द्रता में भिन्नता सबसे महत्वपूर्ण पर्यावरण घटक हैं । चूंकि कुक्कुट समतापीय होता है और तापमान नियंत्रण एक शारीरिक बाध्यता है। तापमान में अचानक बदलाव से कुक्कुट की उत्पादकता प्रभावित होती हैं। मुर्गियां 17 से 25 डिग्री सेल्सियस तापमान में आराम से रहती हैं।

अत्याधिक गर्मी के दौरान होने वाले नुकसान को कम करने हेतु कुछ प्रमुख उपाय निम्नवत हैं

- मुर्गीशाला के छत के ऊपर तापरोधक वस्तुओं के प्रयोग के साथ-साथ पानी के छिड़काव की व्यवस्था, फागर्स का प्रयोग के माध्यम से, शाला के अंदर के तापमान को 3 - 5^0 तक कम किया जा सकता है। हवादार शाला में साइड पर्दे लगाना और पर्दो पर पानी छिड़कने से भी गर्मी द्वारा होने वाले नुकसान को कम किया जा सकता है।
- आहार में पोषक तत्वों की मात्रा घनत्व (मुख्य रूप से ऊर्जा और अमीनो एसिड) में लगभग 10 प्रतिशत की वृद्धि करें जिससे गर्मी के दौरान कम आहार (पोषक तत्व) के सेवन की भरपाई की जा सके।
- प्रातःकाल (सुबह 5 बजे से पहले) और देर शाम (शाम 5 बजे के बाद) में पक्षियों को भोजन कराएं। भोजन का सेवन दिन के शीर्ष तापमान के समय न कराने से पक्षियों को उपापचय गर्मी के उत्पादन से बचाया जा सकता है।
- शरीर का तापमान नियंत्रण रखने के लिए दिन भर ठंडा पानी उपलब्ध कराएं।
- आहार और पानी में खनिज (Zn, Cu, Mn, Se, Cr, आदि), इलेक्ट्रोलाइट्स हर्बल अर्क तथा आस्मोलाइट्स (बीटेन, पोटेशियम) एवं एंटी-आक्सीडेंट विटामिन (विटामिन सी,ई,ए) शामिल करें।
- पक्षियों के परिवेश के तापमान की तुलना में हवादार टनल वाले घर का पर्यावरण नियंत्रण (हवा का वेग 350 फीट प्रति मिनट) से घर के तापमान में 10 से 12 डिग्री सेल्सियस तक कमी लाई जा सकती है।
- गर्मी के मौसम के दौरान पक्षियों के आहार में अश्वगंधा के अर्क (0.75 प्रतिशत), हल्दी के अर्क (0.1 प्रतिशत) और आंवला का पाउडर (1.0 प्रतिशत) से भी गर्मी के दुष्प्रभाव को कम किया जा सकता है।

- व्यापारिक ब्रॉयलर में बीटेन हाइड्रोक्लोराइड (प्राकृतिक आस्मोलाइट) 0.2 प्रतिशत के दर से या सेलेनियम और क्रोमियम 0.3 पी.पी.एम. के दर से देने से एंटीआक्सीडेंट की स्थिति में सुधार और गर्मी के प्रभाव को कम किया जा सकता है।
- कुक्कुट पक्षियों में गर्मी के प्रभाव को कम करने के लिए 1.0 कि.ग्रा. प्रति टन चारा की दर से पोटेशियम क्लोराइड (40.0 प्रतिशत), सोडियम साइट्रेट (7.5 प्रतिशत), सोडियम डाइहाइड्रोजन फास्फेट (2.0 प्रतिशत), डाई सोडियम हाइड्रोजन फास्फेट (2.0 प्रतिशत) और सोडियम बाइकार्बोनेट (48.5 प्रतिशत) के प्रयोग की संस्तुति है।

5.6. मात्स्यिकी

भारत के ठंढे पानी वाले क्षेत्रों में रेनबो ट्राउट की खेती प्रमुख है। ट्राउट के उत्पादन के लिए आदर्श पानी का तापमान 13-18 डिग्री सेल्सियस होना चाहिए। गर्मी की लहर का मछलियों में संचयी प्रभाव देखा गया है, जो बढ़ते ट्राउट की वृद्धि और उत्तरजीविता को प्रभावित करते हैं। उदाहरण के लिए पानी का बढ़ता तापमान मछली के विकास को सीधे प्रभावित करता है तथा तालाब के पानी में घुली आक्सीजन की मात्रा को भी कम करता है।

गर्मी की लहर से पानी के बढ़ते तापमान के प्रभावों को कम करने के लिए कुछ प्रमुख सुझाव इस प्रकार हैं:-

- एक टन मछली रखने के लिए लगभग 3-4 एल.पी.एस (180-240 एल.पी.एम) 15 डिग्री सेल्सियस के औसत तापमान पर जल प्रवाह की आवश्यकता होती है। उच्च जल तापमान में घुलित ऑक्सीजन के पर्याप्त स्तर (>7 पीपीएम) को बनाए रखने के लिए 300-350 एल.पी.एम. तक जल प्रवाह बढ़ाया जाना चाहिए।
- मछली तालाब में ताजा पानी डालें तथा गड्ढे में पानी की गहराई 0.8 मीटर से बढ़ाकर 1.0 मीटर कर देनी चाहिए।
- पानी में मछली पालन की सामान्य स्थिति (15-20 कि.ग्रा. / घनमीटर) की अपेक्षा कम मछलियों को (10-15 कि.ग्रा. / घनमीटर) की दर तक रखना चाहिए।
- मछली पालन की सामान्य आहार की तुलना में आहार की मात्रा 10-20 प्रतिशत कम करें।

5.7. भूजल

तापमान में वृद्धि से फसलों के लिए वायुमंडलीय पानी की मांग बढ़ जाती है और भूजल उपयोग बढ़ जाता हैं। भूजल रबी की फसलों के लिए सिंचाई का प्रमुख स्रोत है। गर्मी की लहर की स्थितियों के दौरान सुरक्षात्मक सिंचाई देने से गर्मी की लहर के प्रभाव को कम करके उपज के नुकसान को कम किया जा सकता हैं। भूजल स्तर को बढ़ाने तथा गर्मी की लहर के प्रतिकूल प्रभाव को कम हेतु सिंचाई संबंधी तकनीकियां निम्न हैं।

- कुशल सिंचाई प्रणालियों जैसे सूक्ष्म जल सिचाई प्रबंधन का प्रयोग करें जिससे पानी को ह्रास में कमी तथा जल उपयोग दक्षता में वृद्धि हो सकें।

- उत्तम वर्षा जल संचयन तथा जल भंडारण की नई तकनीकियों पर विशेष ध्यान दें।
- भूजल स्तर को बढ़ाने के लिए उपयुक्त जल पुनर्भरण संरचनाओं का निर्माण करें जिनका उपयोग आवश्यकतानुसार सिंचाई के लिए किया जा सके।
- लेजर लैंड लेवलर द्वारा भू समतलीकरण, उच्च क्यारी विधि व मंल्चिंग आदि जैसी तकनीकों द्वारा सिंचाई के पानी के उपयोग की दक्षता को बढ़ाया जा सकता है जिससे भूजल दोहन में भी कमी आती है।

5.8. मानव समुदाय

किसान और खेतिहर मजदूरों के स्वास्थ्य पर जो कि गर्मी के सीधे संपर्क में आते हैं पर उच्च तापमान और तीव्र गर्मी का विनाशकारी प्रभाव पड़ता है। गर्मी की लहर के दौरान गर्मी के हानिकारक प्रभावों से बचने हेतु निम्नलिखित उपायों का पालन किया जाना आवश्यक है।

- दोपहर 12 बजे से 3 बजे के बीच धूप में बाहर जाने से बचें।
- बाहर का तापमान अधिक होने पर किसानों को बाहरी गतिविधियों से बचना चाहिए। गर्मी के प्रभाव को कम करने के लिए सुबह या शाम के समय खेती के कार्यों के संचालन का समय निर्धारित करें।
- खेत में जाते समय सिर, गर्दन, चेहरे और अंगों पर एक नमी युक्त कपड़े का प्रयोग करें।
- हल्के, ढ़ीले-ढ़ाले एवं सूती कपड़े पहनें जो हवा के आवागमन की अनुभूति देते हों।
- खेत में काम करते समय किसानों को कम मात्रा में बार-बार पानी पीना चाहिए।
- चाय, काफी और कार्बोनेटेड शीतल पेय तथा उच्च प्रोटीन युक्त भोजन से बचें। ओ.आर.एस. तथा घर का बना पेय पदार्थ जैसे लस्सी, नीबू पानी, छाछ आदि का प्रयोग करें।
- खेतों से घर लौटने के बाद ठंढे पानी से स्नान करें।
- अगर व्यक्ति बेहोश या बीमार महसूस करता है तो तुरंत डाक्टर से सलाह लें।

6. राष्ट्रीय जलवायु समुत्थान कृषि में नवप्रवर्तन परियोजना (निक्रा) से सीख

भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद, कृषि और किसान कल्याण मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा क्रियान्वित निक्रा परियोजना का उद्देश्य कृषि पर जलवायु परिवर्तन के दुष्प्रभावों को कम करने के लिए प्रत्याशित जलवायु अनुकूलन तकनीकियों का प्रदर्शन करना है। यह तकनीकी प्रदर्शन कार्यक्रम अतिउच्च और उच्च जोखिम वाले जिलों का प्रतिनिधित्व करने वाले 151 ग्राम समूहों में किया जा रहा है। यह कृषि को जलवायु परिवर्तन और इसकी परिवर्तनशीलता के प्रति समुथ्यशील बढ़ाने हेतु कृषकों द्वारा जलवायु अनुकूल नवीन तकनीकियों को अपनाने एवं बड़े स्तर पर फैलाव हेतु देशव्यापि कार्यक्रम हैं इसमें चिन्हित अनेक अनुकूल तकनीकियाँ जलवायु परिवर्तन के दुष्प्रभाव को कम करने में उपयोगी है। वर्तमान गर्मी की लहर के दौरान ऐसी विभिन्न तकनीकियों के कृषि क्षेत्रों पर पड़े प्रभाव को यहाँ पर प्रस्तुत किया गया है।

(i) पंजाब

वर्ष 2022 के दौरान पंजाब राज्य के कई जिलों में गेहूँ में फूल आने के समय की अत्यधिक गर्मी के कारण गेहूँ की उपज काफी प्रभावित हुई। निक्रा परियोजना के तहत फरीदकोट और भटिंडा जिलो में विभिन्न अनुकूल तकनीकियों का प्रदर्शन किया गया। इन समावेशी अनुकूलन तकनीकियों द्वारा गर्मी के दुष्प्रभाव को बहुत हद तक कम करने में मदद मिली। (तालिका 6)।

तालिका 6: पंजाब में सामान्य वर्ष की तुलना में वर्ष 2022 में गर्मी की लहर के अनुकूल तकनीकियों का गेहूँ की उत्पादकता पर प्रभाव

तकनीकी विवरण	उपज (कु./हे.)
कम अवधि के धान के बाद गेहूँ की अगेती बुवाई (20-30 अक्टूबर 2022)	43-44 (95 प्रतिशत)*
गेहूँ की समय पर बुवाई (15 नवंबर तक)	43 (95 प्रतिशत)
गर्मीरोधी गेहूँ की किस्में जैसे पी.बी.डब्लू.-803, डी.बी.डब्लू.-187 और डी.बी.डब्लू.-222 का प्रयोग	44-45 (97 प्रतिशत)
हैप्पी सीडर से गेहूँ की बुआई	45-46 (97 प्रतिशत)
गर्मी की लहर के दौरान सिंचाई करना	46-47 (98 प्रतिशत)
हैप्पी सीडर से समय पर बुवाई (15 नवंबर तक)	45-46 (97 प्रतिशत)
गेहूँ की देर से बुवाई (15 नवंबर के बाद)	41-42 (93 प्रतिशत)

वर्ष 2021 के दौरान सामान्य उपज 45-50 कु. /है.
*कोष्ठक दी गई संख्या सामान्य वर्ष 2021 की तुलना में प्राप्त उपज का प्रतिशत दर्शाता है।

किसानों के खेत पर किए गए प्रयोग दर्शाते हैं कि इन सभी स्थानों पर समय से गेहूँ की बुवाई करने पर गर्मी की लहर के प्रभाव को बहुत सीमित किया जा सकता है तथा गेहूँ में विगत वर्ष के लगभग

बराबर सामान्य पैदावार पाई गई। इसके लिए धान की पी.आर.-121,122,124,126,127 जैसी कम अवधि की किस्मों व सीधी बुवाई जैसी तकनीकियों के अपनाने से गेहूँ की समय पर बुवाई हो सकी। इसके अलावा हैप्पी सीडर एवं सुपर सीडर के साथ गेहूँ की बुवाई तथा अन्य मशीनों का प्रयोग जैसे चॉपर कम स्प्रेडर, आदि से धान की कटाई के बाद जीरोटिलेज से गेहूँ की बुवाई करना समय से संभव हो सका। परिणामस्वरूप गेहूँ की पैदावार सामान्य वर्ष की तुलना में 97 प्रतिशत तक पाई जा सकी। गेहूँ की गर्मीरोधी किस्में जैसे पी.बी.डब्लू.-803, डी.बी.डब्लू.-187 और डी.बी.डब्लू.-222 को अपनाने और पोटेशियम नाइट्रेट का 0.5 प्रतिशत की दर से फूल आने की अवस्था में छिड़काव करने से गर्मी की लहर से उपज हानि को और कम किया जा सका।

जीरोटिलेज सीड ड्रिल व हैप्पी सीडर द्वारा गेहूँ की समय पर बुवाई

पशुशालाओं में फागर्स व उचित वायु परिसंचरण द्वारा गर्मी के प्रभाव को कम किया जा सकता है। इस प्रकार उचित वायुसंचार तथा कुछ स्थानों पर कूलर्स लगाने से दूध की पैदावार पर गर्मी की लहर का विपरीत असर नही पाया गया। इन सभी चयनियत गावों में खनिज मिश्रण और यू.एम. एम.बी. ब्लाकों के द्वारा आहार अनुपूरण से दूध की पैदावार में 1-1.5 लीटर/दिन/पशु वृद्धि पाई गई।

(ii) उत्तर प्रदेश

उत्तर प्रदेश के बुंदेलखण्ड क्षेत्र में फूल आने के समय अत्यधिक तापमान होता है। निक्रा के तकनीकी प्रदर्शन घटक (टीडीसी) के अंतर्गत बागपत, झांसी, हमीरपुर, चित्रकूट, प्रतापगढ़, कौशांबी, बहराइच, गोंडा, महाराजगंज, गोरखपुर, कुशीनगर और सोनभद्र में जलवायु के प्रभाव को कम करने के लिए अनुकूलन तकनीकियों का प्रदर्शन किया गया। इन सभी स्थानों पर मार्च 2022 के तीसरे और चौथे सप्ताह के दौरान अधिकतम तापमान, सामान्य तापमान से 3-4 डिग्री सेल्सियस अधिक रहा, जिसमें कई फसलों की पैदावार प्रभावित हुई। वहीं दूसरी तरफ स्थान विशेष गर्मी अनुकूलन तकनीकयों को अपनाने से विभिन्न फसलों में सामान्य वर्ष (2021) की तुलना में उत्पादकता ह्रास को काफी हद तक सीमित किया जा सका (तालिका 7).

तालिका 7: उत्तर प्रदेश में सामान्य वर्ष (2021) की तुलना में वर्ष 2022 गर्मी की लहर के अनुकूल तकनीकियों का विभिन्न फसलों की उत्पादकता पर प्रभाव

तकनीकी	उपज (कु./हे.)
बागपत	
गर्मीरोधी गेहूँ की किस्म डी.बी.डब्लू.173 की समय पर (15 नवंबर तक) बुवाई	45-46 (95 प्रतिशत)*
गोरखपुर	
जीरोटिलेज सीड ड्रिल से गेहूँ की समय से (15 नवंबर तक) बुवाई	41-42 (93 प्रतिशत)
गर्मीरोधी किस्म आर.एच. 749 से सरसों की अगेती बुवाई (15 अक्टूबर तक)	17 (81 प्रतिशत)
गोंडा	
जीरोटिलेज सीडड्रिल से समय पर गेहूँ की 15 नवंबर तक बुवाई	38 (92 प्रतिशत)
झाँसी	
गर्मीरोधी गेहूँ की किस्मों राज 4120, 4079 की समय पर बुवाई (15 नवंबर तक)	43 (94 प्रतिशत)
कुशीनगर	
जीरोटिलेज से गेहूँ की किस्मों डी.बी.डब्लू.187, 252 की समय पर बुवाई (15 नवंबर तक)	43 (94 प्रतिशत)

वर्ष 2021 के दौरान गेहूँ व सरसों की सामान्य पैदावार क्रमश: 41-48 कु. /है. एवं 21 कु. /है.

*कोष्ठक में दी गई संख्या सामान्य वर्ष 2021 की तुलना में प्राप्त उपज का प्रतिशत दर्शाता है।

तालिका 7 के अवलोकन से पता चलता है कि गर्मीरोधी गेहूँ की किस्म जैसे डी.बी.डब्लू.-173, राज-4120 और राज-4079 की बुवाई द्वारा सामान्य वर्ष की अपेक्षा 94-95 प्रतिशत तक पैदावार प्राप्त की जा सकती है और गर्मी की लहर से उपज हानि को कम किया जा सकता है। इसी प्रकार गोंडा और कुशीनगर जिलों के बाढ़ ग्रस्त क्षेत्रों में धान की कटाई के उपरांत खाली खेत में गेहूँ की जीरोटिलेज विधि से समय पर बुवाई करने से उत्तर प्रदेश के कई क्षेत्रों में गर्मी की लहर से उपज हानि को काफी कम किया जा सकता है। अन्य फसलों, जैसे-गन्ने में मल्चिंग तथा नाली जैसी तकनीकों से मिट्टी की नमी को संरक्षित और पानी की आवश्यकता में कमी की जा सकती है। दुधारु पशुओं हेतु हरे चारे के साथ खनिज मिश्रण 50 ग्राम प्रति दिन की दर से एवं छाया युक्त प्रवास प्रदान करने से गर्मी के दुष्प्रभाव को कम किया जा सकता है।

जीरोटिलेज सीड ड्रिल से गेहूँ की अगेती बुवाई (गोरखपुर)

गर्मी सहनशील गेहूँ की किस्म राज-4079 (झांसी)

गर्मी से बचाने के लिए कम लागत वाली पशुशाला (कौशाम्बी)

(iii) बिहार

बिहार के कई जिलों में गर्मी की लहर प्रमुख बाधा है जो रबी फसलों की पैदावार पर प्रतिकूल प्रभाव डालती है। वर्ष 2022 के मार्च के तीसरे और चौथे सप्ताह के दौरान अधिकतम तापमान में सामान्य से 3-4 डिग्री सेल्सियस बढ़ोतरी के कारण रबी की फसलों की पैदावार प्रभावित हुई। निक्रा के तकनीकी प्रदर्शन घटक के अंतर्गत बक्सर और सुपौल में अनुकूलन तकनीकियों को प्रदर्शन से प्राप्त परिणाम तालिका 8 में दर्शाए गए हैं।

तालिका 8: बिहार में सामान्य वर्ष (2021) की तुलना में वर्ष 2022 गर्मी की लहर के अनुकूलन तकनीकियों का गेहूँ की उत्पादकता पर प्रभाव

तकनीकी	उपज (कु./हे.)
15-30 अक्टूबर 2022 तक गेहूँ की बुवाई	34-35 (91-95 प्रतिशत)*
नवंबर 2022 के प्रथम पखवाडे (15 नवंबर तक) में गेहूँ की बुवाई	34 (91 प्रतिशत)
गर्मी सहनशील किस्म डब्लू.आर.5444 के साथ गेहूँ की जीरोटिलेज से बुवाई	35 (95 प्रतिशत)
फूल आने के पूर्व और फूल आने पर पोटैशियम नाइट्रेट (0.5 प्रतिशत) का छिड़काव	36 (97 प्रतिशत)
गर्मी की लहर के दौरान सिंचाई	36 (97 प्रतिशत)
समय (15 नवंबर तक)+जीरोटिलेज से बुवाई व गर्मी सहनशील किस्मों का प्रयोग	35 (95 प्रतिशत)
15-30 दिसंबर के दौरान गेहूँ की बुवाई	34 (91 प्रतिशत)
देर से बुआई की स्थिति (15 दिसंबर के बाद) में तथा तहत कम अवधि के गेहूँ की किस्में जैसे श्रीराम 303 और 304 का प्रयोग	26 (88 प्रतिशत)

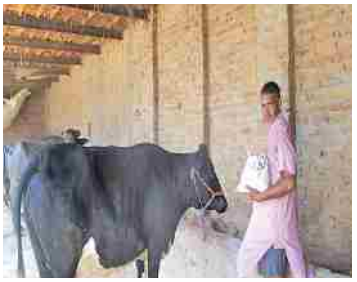
वर्ष 2021 के दौरान सामान्य पैदावार 28-37 कु./हे.

*कोष्ठक में दी गई संख्या सामान्य वर्ष 2021 की तुलना में प्राप्त उपज का प्रतिशत दर्शाता है।

आमतौर पर बिहार में दीर्घावधि की धान की किस्मों (एम.टी.यू.7029) की कटाई के बाद गेहूँ की बुआई में देरी हो जाती है। बिहार के बक्सर जिले में जीरोटिलेज तकनीक द्वारा गेहूँ की फसल की समय से बुआई की जा सकी। इसी प्रकार गर्मीरोधी गेहूँ की किस्म डब्लू.आर.5444 की बुआई से सामन्य वर्ष की तुलना में 95 प्रतिशत उपज प्राप्त की जा सकी। देर से बुआई की दशा में पोटेशियम नाइट्रेट (0.5 प्रतिशत) का छिड़काव 60 दिन पर फूल आने की अवस्था पर करने से तथा दानों की दुग्धावस्था करने से गेहूँ की पैदावार में वृद्धि पाई गई। देर से बुआई की दशा में कम समयावधि वाली किस्में जैसे श्रीराम 303 व 304 उपयोगी हैं।

बिहार में दीर्घावधि कि धान की फसल के बाद जीरोटिलेज सीड ड्रिल से समय पर गेहूँ की बुवाई

संतुलित पोषण हेतु खनिज मिश्रण अनुपूरण का प्रयोग



बिहार राज्य के कई स्थानों पर पशुओं को छाया में बांधना, पशुओं को शीतल जल से नहलाना, हरा चारा, दाना व खनिज मिश्रण 50-70 ग्राम प्रति दिन की दर से पशुओं को खिलाने से गर्मी के दुष्प्रभाव में कमी तथा सामान्य या अधिक दूध उपज प्राप्त की जा सकी।

(iv) मध्य प्रदेश

मध्य प्रदेश के कई जिलों में मार्च के महीने में गर्मी की लहर जैसे हालात रहे। पिछले वर्ष की तुलना में मार्च, वर्ष 2022 में दो सप्ताह के लिए अधिकतम तापमान सामान्य से 3-4 डिग्री सेल्सियस अधिक था। तापमान में असामान्य वृद्धि से फसल की पैदावार पर प्रतिकूल पड़ा है। निक्रा के तकनीकी प्रदर्शन घटक (टीडीसी) के अंतर्गत टीकमगढ़, झाबुआ, दतिया, रतलाम, मुरैना और छतरपुर में गर्मी अनुकूल तकनीकियों के प्रदर्शन का परिणाम तालिका 9 में दिया गया है।

तालिका 9: मध्य प्रदेश में सामान्य वर्ष 2021 की तुलना में वर्ष 2022 की गर्मी की लहर के अनुकूलन तकनीकियों का विभिन्न फसलों की उत्पादकता पर प्रभाव

तकनीकी	उपज (कु./हे.)
रतलाम	
गर्मीरोधी गेहूँ किस्म HI -1605	40 (95 प्रतिशत)*
टीकमगढ़	
गेहूँ की जीरोटिलेज बुवाई	37 (97 प्रतिशत)
गर्मी के दौरान सिंचाई प्रदान करना	37 (95 प्रतिशत)
दतिया	
गर्मीरोधी गेहूँ की किस्म RVW-4106	41 (97 प्रतिशत)
गेहूँ की सूखी बुवाई	40 (95 प्रतिशत)
चना RVG 202 की गर्मीरोधी और देर से बोई जाने वाली किस्म	20 (95 प्रतिशत)
सरसों की पूसा बोल्ड किस्म की समय पर बुवाई	20 (95 प्रतिशत)

वर्ष 2021 के दौरान गेहूँ की सामान्य पैदावार 37-42 कु./हे.)

*कोष्ठक में दी गई संख्या सामान्य वर्ष 2021 की तुलना में प्राप्त प्रतिशत उपज को दर्शाता है।

परिणाम दर्शाते हैं कि मध्य प्रदेश के रतलाम में गर्मीरोधी गेहूँ की किस्म HI-1605 की बुआई से गर्मी की लहरों से होने वाली उपज हानि को बहुत कम किया जा सका। गेहूँ की सूखी बुवाई से किसानों को

समय पर (20 नवंबर से पहले) बुवाई करने में मदद पाई गई जिससे 8-10 दिन पूर्व बुआई संभव हो सकी। इसी तरह चना की गर्मीरोधी किस्म और देर से बोई जाने वाली किस्म RVG-202 तथा समय पर की जाने वाली सरसों की किस्म पूसा बोल्ड की बुवाई करने से फसलों को परिपक्वता की अवस्था में गर्मी के दुष्प्रभाव से बचाया जा सकता है।

पशओं में शरीर का उपयुक्त तापमान बनाए रखने के लिए फागर्स, पंखे तथा छाया जाल लगवायें एवं पशुओं को पानी से स्नान करानें जैसी प्रक्रिया अपनाकर पशुओं पर गर्मी के प्रभाव को कम कर सकते हैं।

पशुओं में गर्मी के प्रभाव को कम करने के लिए फॉगर्स, पंखे और वेंटिलेशन प्रदान करना

(v) हरियाणा

हरियाणा के कई जिलों में मार्च 2022 के तीसरे और चौथे सप्ताह के दौरान फसलों में गर्मी की लहर का प्रकोप देखा गया जिसका गेहूँ की पैदावार पर बहुत नकारात्मक प्रभाव पड़ा है। निक्रा टीडीसी के अंतगर्त, सिरसा में गर्मी अनुकूल तकनीकियों के प्रदर्शनों के परिणाम तालिका 10 में दिए गए हैं.

तालिका 10: हरियाणा में सामान्य वर्ष 2021 की तुलना में वर्ष 2022 की गर्मी की लहर के अनुकूलन तकनीकियों का विभिन्न फसलों की उत्पादकता पर प्रभाव

तकनीकी	उपज (कु./हे.)
गेहूँ की अगेती बुवाई (20-30 अक्टूबर तक)	44-46 (92-96 प्रतिशत)*
गेहूँ की समय से (15 नवंबर तक) बुवाई	44 (92 प्रतिशत)
हैप्पी सीडर से गेहूँ की बुआई	46 (96 प्रतिशत)
गर्मी की लहर के दौरान सिंचाई	46-47 (96-98 प्रतिशत)
हैप्पी सीडर द्वारा समय पर बुवाई	47 (98 प्रतिशत)
गेहूँ की देर से बुवाई (15 नवंबर के बाद)	43-45 (90-94 प्रतिशत)

वर्ष 2021 के दौरान गेहूँ की सामान्य पैदावार 48 कु./हे.
*कोष्ठक में दी गई संख्या सामान्य वर्ष 2021 की तुलना में प्राप्त प्रतिशत उपज को दर्शाता है

उपरोक्त तालिका से स्पष्ट है कि नवंबर के पहले पखवाड़े में समय से हैप्पी सीडर द्वारा गेहूँ की बुवाई, धान की कटाई के उपरांत फसल अवशेषों और नमी का सदुपयोग करते हुए सीडर, सुपर सीडर से गेहूँ की बुवाई तथा गर्मी की लहर के दौरान फूल आने और दाने की अवस्था में पानी की कमी पर सिंचाई करने से गर्मी की लहर द्वारा अपेक्षित उपज हानि को और कम किया जा सकता है। इसी प्रकार पशुशालाओं में उचित वायु संचार प्रदान करने से गर्मी का प्रभाव कम और दूध उपज में स्थिरता लाई जा सकती है।

हरे चारे की उपलब्धता खनिज के साथ पूरक आहार तथा समय पर टीकाकरण करने से पशुओं में निर्जलीकरण को कम करने में सहायता मिलती है। पर्याप्त पोषक तत्वों के प्रयोगों से दूध की पैदावार में 1.0-1.5 लीटर/दिन/पशु तक की वृद्धि की जा सकती है।

हरियाणा में हैप्पी सीडर से गेहूँ की समय पर बुवाई

गर्मी की लहर से बचाव हेतु जानवरों के लिए छाया जाल

(vi) महाराष्ट्र

मार्च-अप्रैल 2022 के दौरान, जालना और नंदुरबार में अधिकतम तापमान 43 डिग्री सेल्सियस तक पहुंच गया, जो कि 2021 की तुलना में 4 डिग्री सेल्सियस अधिक था। तापमान में अचानक वृद्धि ने बागवानी फसलों को नकारात्मक रूप से प्रभावित किया है। इससे बचाव हेतु बागों में पुआल मल्चिंग जैसी अनुकूलन तकनीकियों द्वारा गर्मी के दुष्प्रभाव को बहुत कम किया जा सका तथा फसलों द्वारा पानी की मांग को भी कम किया जा सका। टपक सिंचाई प्रणाली द्वारा बारंबार सिचाई एवं प्लास्टिक मल्चिंग जैसी तकनीकों से फलों और सब्जियों में गर्मी से होने वाले नुकसान में कमी तथा सामान्य पैदावार प्राप्त की जा सकती है।

राज्य में गर्मी के प्रभाव को कम करने के लिए ये निम्नलिखित तकनीकियाँ प्रभावी हो सकती हैं। पेड़ों को छायादार जाल द्वारा ढक कर रखें। इससे पत्तियों व तनों को झुलसने से बचाया जा सकता है और फलों पर धूप का प्रभाव भी कम पड़ता है।

महाराष्ट्र के अहमदनगर जिले में अनार और अंगूर के बागों में पुआल मल्चिंग और छाया जाल का प्रयोग

पशु शालाओं में फॉगर्स और पंखे लगाने, छाया जाल के प्रयोग एवं पशुओं को स्नान कराने से शरीर का तापमान कम बना रहता है और दूध की पैदावार पर प्रभाव नही पड़ता है। पशुओं को संतुलित चारे दानें व साइलेज के प्रयोग से पशुओं के स्वास्थ्य व दूध उत्पादन को बढ़ाया जा सकता है।

महाराष्ट्र के अहमद नगर और नंदुरबार जिलों में गर्मी का प्रभाव कम करने के लिए जानवरों के लिए स्नान, छाया जाल

7. भविष्य की रणनीति

पूर्व के वर्षों की गर्मी की लहर की घटनाओं की अपेक्षा, वर्ष 2022 के दौरान देश के व्यापक हिस्सों में अत्यधिक गर्मी की लहर की घटना की अनुभूति की गई। एक अनुमान के अनुसार इस तरह की जलवायु परिवर्तन की घटनाएं आने वाले वर्षों में और अधिक गंभीर रूप ले सकती हैं। अत: इस तरह का विश्लेषण व भविष्यवाणी करने के लिए ठोस प्रयास करने की जरूरत है, जिससे समय पूर्व इन घटनाओं की निगरानी हो सके तथा उनके प्रभावों को व्यापक रूप से समझा जा सके। हालांकि, इस दिशा में विभिन्न फसलों की किस्मों और तकनीकियों को विकसित करने के प्रयास किए जा रहे हैं जिससे गर्मी की लहर के प्रभाव को भविष्य में कम किया जा सके। दिन-प्रतिदिन ऐसी घटनाओं की बढ़ती आवृत्ति और गंभीरता को देखते हुए कृषि, बागवानी, पशुधन, मत्स्य पालन और कुक्कुट क्षेत्र में अनुसंधान प्रयासों को और तेज करने की आवश्यकता है। साथ में राष्ट्रीय स्तर पर शोध कार्यक्रमों में विकसित गर्मी की लहर के नकारात्मक प्रभावों को कम करके सक्षम तकनीकियां किसानों के बीच ले जाने की जरूरत है। निक्रा परियोजना के माध्यम से देश के 151 से अधिक जोखिम वाले जिलों में इन तकनीकियों का गाँव समूह बनाकर प्रदर्शन किया जा रहा है और स्थान विशेष हेतु तकनीकियों की पहचान की गई है। इन तकनीकियों द्वारा गर्मी की लहर के प्रभाव को कम करने में सफलता मिली है। उदाहरण के तौर पर समय से बुआई व सही प्रजाति का चुनाव करने से गेहूँ में सामान्य उपज की तुलना में 95-97 प्रतिशत तक की उपज इन तकनीकियों द्वारा प्राप्त की जा सकती है। अत: इन उपयोगी तकनीकियों को वर्तमान में चल रहे विकास के एकीकृत कार्यक्रमों के माध्यम से लोकप्रिय बनाने की जरूरत है ताकि वे किसानों तक पहुंच सके व आसानी से अपनाई जा सकें। जलवायु के परिवर्तन के विकारों से बचाव हेतु देश के लगभग सभी जिलों में कृषि के लिए आकस्मिक योजनाएँ तैयार की जाती हैं। अत: इन आकस्मिक योजनाओं में पहचानी गई जलवायु अनुकूल तकनीकियों को शामिल करने की नितांत आवश्यकता है।

गर्मी सहिष्णु फसल किस्मों के विकास कार्यक्रमों जैसे-राष्ट्रीय खाद्य सुरक्षा मिशन (NFSM) में एकीकृत करके किसानों के बीच विस्तार किया जा सकता है। अवशेष प्रबंधन से संबंधित मशीनों को कस्टम हायरिंग केंद्रों, कृषि मशीनरी बैंकों और कृषि मशीनीकरण पर उप-मिशन (SMAM) के माध्यम से आगे बढ़ाया जा सकता है। इसी प्रकार बागवानी से संबंधित तकनीकियों को मिशन एकीकृत बागवानी विकास (MIDH) में समाहित किया जा सकता है। इसी तरह अन्य उपयोगी अनुकूलित क्रियाएँ, जो कि जलवायु के प्रभाव को कम कर सकती हैं, को विकास कार्यक्रमों में शामिल करके खेती में बदलते जलवायु प्रभाव को कम किया जा सकता है। खेती में मौसम आधारित पूर्व प्रबंधन हेतु मौसम पूर्वानुमान को सुदृढ़ करने की नितांत आवश्यकता है। इसके लिए मौजूदा जिला कृषि मौसम क्षेत्र इकाइयों (DAMU) को मज़बूत करना, ब्लाक स्तर पर अत्यधिक मौसमी घटनाओं एवं पूर्वानुमान के आधार पर कृषि परामर्श जारी करना तथा बड़ी संख्या में किसानों को मौसमी सलाह देना समय की मांग है। इसके साथ ही ब्लाक स्तर पर मौसम पूर्वानुमान करके उसके अनुसार अधिक से अधिक किसानों को सामुदायिक कृषि परामर्श सेवाएं प्रदान करने पर जोर देने की आवश्यकता है। जलवायु परिवर्तन के नए आयाम के साथ-साथ लाभकारी खेती हेतु नवोन्मेषी तकनीकीयों का विकास व इनके किसानों के बीच जागरूकता बढ़ाने से भविष्य में कृषि उत्पादन में स्थिरता प्राप्त की जा सकेगी।

8. संदर्भ

1. Rao, B.B., Chowdary, P.S., Sandeep, V.M., Pramod, V.P., Rao, V.U.M. (2015). Spatial analysis of the sensitivity of wheat yields to temperature in India. Agric. For. Meteorol. 200, 192-202.

2. Bal, S.K., Sandeep, V.M., Vijaya Kumar, P., Subba Rao, A.V.M., Pramod, V.P., Srinivasa Rao, Ch., Singh, N.P., Manikandan, N., Bhaskar, S. (2022). Assessing impact of dry spells on the principal rainfed crops in major dryland regions of India. Agric. For. Meteorol. 313, 108768. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2021.108768.

3. Bal, S.K., Minhas, P.S. (2017). Atmospheric Stressors: Challenges and Coping Strategies, In: P.S. Minhas et al.(eds) Abiotic Stress Management for Resilient Agriculture, Springers Nature Singapore Pte. Ltd., pp.9-50. http://doi.org/10.1007/978-981-10- 5744-1_2.

4. Sharma, S. and Mujumdar, P. (2017). Increasing frequency and spatial extent of concurrent meteorological droughts and heat waves in India, Divecha cenre for climate change, Indian Institute of Sciences, Bangalore, 17 November 2017.

5. Chandran, M.A.S., Subba Rao, A.V.M., Sandeep, V.M., Pramod, V.P., Pani, P., Rao, V.U.M., Visha Kumari, V., Srinivasa Rao, C. (2017). Indian summer heat wave of 2015: a biometeorological analysis using half hourly automatic weather station data with special reference to Andhra Pradesh. Int. J. Biometeorol. 61(6):1063- 1072.

6. Hatvani G. K. Martin, B., John, P., John, B. (2016) Assessment of Heatwave Impacts. Procedia Engineering 169 (2016) 316 – 323.

7. Guleria, S., Gupta, A.K. (2018). Heat wave in India documentation of state of Telangana and Odisha - 2016. National Institute of Disaster Management, New Delhi. pp 124.

8. Watts, J., (2018), 18 July. Wildfires rage in Arctic Circle as Sweden calls for help. The Guardian. Available at: https://www.theguardian.com/world/2018/jul/18/sweden- calls-for-help-as-arctic-circle-hit-by-wildfires.

9. Dobuzinskis, A. (2018). 2 August. Intensity of fires in US West threatens to push firefighters to the brink. Available at: https://www.reuters.com/article/us-usa- wildfires-fatigue/intensity-of-fires-in-us-west-threatens-to-push-firefighters-to- the-brink-idUSKBN1KN051.

10. Smith, H. et al., 2018, 24 July. Greece wildfires: Scores dead as holiday resort devastated. The Guardian. Available at: https://www.theguardian.com/world/2018/jul/23/greeks- urged-to-leave-homes-as-wildfires-spread-near-athens.

11. Haas, B. (2018). 3 August. North Korea warns of natural disaster as heatwave sears crops. The Guardian. Available at: https://www.theguardian.com/global-development/2018/ aug/03/north-korea-warns-natural-disaster-heatwave-sears-crops?CMP=twt_a- environment_b-gdneco.

12. Coates, L., K. Haynes, J. O'Brien, J. McAneney, F.D. De Oliveira (2014). Exploring 167 years of vulnerability: An examination of extreme heat events in Australia 1844– 2010, Environ. Sci. Policy. 42: 33–44.

13. www.indiaclimatedialogue.net. https://indiaclimatedialogue.net/2020/07/21/more- heatwaves-in-summer-leading-to-more-forest-fires/.

14. Nagar, S. (2002). Ban on AC extended. Tribune News Service, In: http://www.tribuneindia.com/2002/20020724/cth1.htm.

15. Singh, S.H. (2009). Indian state bans office air-conditioning. In: The CNN Wire, In: http://cnnwire.blogs.cnn.com/2009/06/ 25/indian-state-bans-office-air-conditioning/.

16. Akpinar-Ferrand, E., Singh, A. (2010). Modeling increased demand of energy for air conditioners and consequent CO2 emissions to minimize health risks due to climate change in India. Environ. Sci. Policy. 18(3): 702-712.

17. Bita, C.E., Gerats, T. (2013). Plant tolerance to high temperature in a changing environment: Scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. Front. Plant. Sci. 4:273. (online).

18. Prasad, P.V.V., Staggenborg, S.A., Ristic, Z. (2008). Impacts of drought and/or heat stress on physiological, developmental, growth, and yield processes of crop plants. In: Ahuja L.H., Saseendran S.A. (eds) Response of crops to limited water: understanding and modeling water stress effects on plant growth processes, Adv Agric Sys Model Series, vol 1. ASA-CSSA, Madison, Wisconsin, pp 301–355.

19. Barnabas, B., Jager, K., Feher, A. (2008). The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. Plant Cell Environ. 31(1):11–38.

20. Sicher, R.C. (2015). Temperature shift experiments suggest that metabolic impairment and enhanced rates of photorespiration decrease organic acid levels in soybean leaflets exposed to supra-optimal growth temperatures. Meta. 5:443–454.

21. Lafta, A.M., Lorenzen, J.H. (1995). Effect of high temperature on plant growth and carbohydrate metabolism in potato. Plant. Physiol. 109:637–643.

22. Kim, Y.G., Lee, B.W. (2011). Relationship between grain filling duration and leaf senescence of temperate rice under high temperature. Field Crop Res. 122(3):207– 213.

23. Thakur, P., Kumara, S., Malika, J.A., Bergerb, J.D., Nayyar, H. (2010). Cold stress effects on reproductive development in grain crops: an overview. Environ. Exp. Bot. 67(3):429–443.

24. Yamori, W., Hikosaka, K., Way, D.A. (2014). Temperature response of photosynthesis in C3, C4, and CAM plants: temperature acclimation and temperature adaptation. Photosynth. Res. 119(1-2):101–117.

25. Johkan, M., Oda, M., Maruo, T., Shinohara, Y. (2011). Crop production and global warming. In: Casalegno S (ed) Global warming impacts: case studies on the economy, human health, and on urban and natural environments. InTech, Rijeka, pp 139–152.

26. Agarwal, P.K. (2009). Global climate change and Indian agricultural Case studies from ICAR network project, ICAR pp 148.

27. Young, L.W., Wilen, R.W., Bonham-Smith, P.C. (2004). High temperature stress of Brassica napus during flowering reduces micro and mega gametophyte fertility, induces fruit abortion, and disrupts seed production. J. Exp. Bot. 55(396):485–495.

28. Srinivasarao, N.K., Shivashankara, R.H., Laxman, R.H. (2016). Abiotic physiology of horticultural crops. Springers (India) Pvt. Ltd. pp. 12.

29. Hutton, R.J., Landsberg, J.J. (2000). Temperature sums experienced before harvest partially determine the post-maturation juicing quality of oranges grown in the Murrumbidgee Irrigation Areas (MIA) of New South Wales. J. Sci. Food Agric. 80:275–283.

30. Freeman, B.M. (1987). The stress syndrome. Worlds Poult. Sci. J. 43(1):15–19.

31. Upadhyay, R.C., Ashutosh, Raina, V.S., Singh, S.V. (2009). Impact of climate change on reproductive functions of cattle and buffaloes. In: Aggarwal PK (ed) Global climate change and Indian agriculture: case studies from the ICAR network project. ICAR Publication, New Delhi, pp 107–110.

32. Coppock, C.E., Grant, P.A., Portzer, S.J. (1982). Lactating dairy cow responses to dietary sodium, chloride, bicarbonate during hot weather. J. Dairy Sci. 65(4):566–576.

33. Marai, I.F.M., Haeeb, A.A.M. (2010). Buffalo's biological functions as affected by heat stress – a review. Livestock Sci. 127:89–109.

34. Sajjanar, B., Deb, R., Singh, U., Kumar, S., Brahmane, M., Nirmale, A., Bal S.K., Minhas P.S. (2015). Identification of SNP in HSP90AB1 and its association with relative thermotolerance and milk production traits in Indian dairy cattle. Anim. Biotechnol. 26(1):45–50.

35. Parmar, A.P., Mehta, V.M. (1994). Seasonal endocrine changes in steroid hormones of developing ovarian follicles in Surti buffaloes. Ind. J. Anim. Sci. 64:111–113.

36. Palta, P., Mondal, S., Prakash, B.S., Madan, M.L. (1997). Peripheral inhibin levels in relation to climatic variations and stage of estrous cycle in Buffalo (Bubalus bubalis). Theriogenology, 47:989–995.

37. Bahga, C.S., Gangwar, P.C. (1988). Seasonal variations in plasma hormones and reproductive efficiency in early postpartum buffalo. Theriogenology, 30:1209– 1223.

38. Kaur, H., Arora, S.P. (1984). Annual pattern of plasma progesterone in normal cycling buffaloes (Bubalus bubalis) fed two different levels of nutrition. Anim. Reprod. Sci. 7:323–332.

39. Collier, R.J., Beede, D.K., Thatcher, W.W., Israel, L.A., Wilcox, L.S. (1982). Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. J. Dairy Sci. 65:2213–2227.

40. Ames, D.R., Brink, D.R., Willms, C.L. (1980). Adjusting protein in feedlot diet during thermal stress. J. Anim. Sci. 50(1):1–6.

41. Iwagami, Y. (1996). Changes in the ultrasonic of human cells related to certain biological responses under hyperthermic culture conditions. Hum. Cell 9(4):353–366.

42. Olsen, D.P., Paparian, C.J., Ritter, R.C. (1980). The effects of cold stress on neonatal calves. ll. Absorption of colostral immunoglobulins. Can. J. Comp. Med. 44(1):19–23.

43. Yalcin, S., Settar, P., Ozkan, S., Cahaner, A. (1997). Comparative evaluation of three commercial broiler stocks in hot versus temperate climates. Poult. Sci. 76(7):921– 929.

44. Sohail, M.U., Hume, M.E., Byrd, J.A., Nisbet, D.J., Ijaz, A., Sohail, A., Shabbir, M.Z., Rehman, H. (2012). Effect of supplementation of prebiotic mannanoligo saccharides and probiotic mixture on growth performance of broilers subjected to chronic heat stress. Poult. Sci. 91(9):2235–2240.

45. Zhou, W.T., Fijita, M., Yamamoto, S., Iwasaki, K., Ikawa, R., Oyama, H., Horikawa, H. (1998). Effects of glucose in drinking water on the changes in whole blood viscosity and plasma osmolality of broiler chickens during high temperature exposure. Poult. Sci. 77(5):644–647.

46. Tinoco, I.F.F. (2001). Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepcoes e tecnicas construtivas disponiveis para galpoes avicolas brasileiros. Rev. Bras. Cienc. Avic. 3(1):1–25.

47. Campos, E.J. (2000). Avicultura: razoes, fatos e divergencias. FEP-MVZ Escola de Veterinaria da UFMG, Belo Horizonte, 311 p.

48. Lin, H., Mertens, K., Kemps, B., Govaerts, T., De Ketelaere, B., Baerdemaeker, D., Decuypere, J., Buyse, J. (2004). New approach of testing the effect of heat stress on eggshell quality: mechanical and material properties of eggshell and membrane. Br. Poult. Sci. 45(4):476–482.

49. Lara, L.J., Rostagno, M.H. (2013). Impact of heat stress on poultry production. Animals 3:356–369.

50. Banks, S., King, S.A., Irvine, D.S., Saunders, P.T.K. (2005). Impact of a mild scrotal heat stress on DNA integrity in murine spermatozoa. Reproduction, 129(4):505–514.

51. Sahin, N., Sahin, K., Kucuk, O. (2001). Effects of vitamin E and vitamin A supplementation on performance, thyroid status and serum concentrations of some metabolites and minerals in broilers reared under heat stress 32°C. Vet. Med. 46(11–12):286–292.

52. Gregory, N.G. (2010). How climatic changes could affect meat quality. Food Res Int 43:1866–1873.

53. Imik, H., Ozlu, H., Gumus, R., Atasever, M.A., Urgar, S., Atasever, M. (2012). Effects of ascorbic acid and alpha-lipoic acid on performance and meat quality of broilers subjected to heat stress. Br. Poult. Sci. 53(6):800–808.

54. Dai, S.F., Gao, F., Xu, X.L., Zhang, W.H., Song, S.X., Zhou, G.H. (2012). Effects of dietary glutamine and gamma aminobutyric acid on meat colour, pH, composition, and water-holding characteristic in broilers under cyclic heat stress. Br. Poult. Sci. 53(4):471–481.

55. Zhang, Z.Y., Jia, G.Q., Zuo, J.J., Zhang, Y., Lei, J., Ren, L., Feng, D.Y. (2012). Effects of constant and cyclic heat stress on muscle metabolism and meat quality of broiler breast fillet and thigh meat. Poult. Sci. 91(11):2931–2937.

56. Ghazi, S.H., Habibian, M., Moeini, M.M., Abdol Mohammadi, A.R. (2012). Effects of different levels of organic and inorganic chromium on growth performance and immunocompetence of broilers under heat stress. Biol. Trace Elem. Res. 146(3):309–317.

57. Guis, H., Caminade, C., Calvete, C., Morse, A.P., Tran, A., Baylis, M. (2012). Modelling the effects of past and future climate on the risk of bluetounge emergence in Europe. J. R. Soc. Interface 9(67):339–350.

58. Nicholls, R.J., Wong, P.P., Burkett, V.R., Codignotto, J.O., Hay, J.E., McLean, R.F., Ragoonaden, S., Woodroffe, C.D. (2007) Coastal systems and low-lying areas. In: Parry M.L., OF Canziani, Palutikof J.P., Linden P.J., Hanson, C.E. (eds) Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability, Contribution of working group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 315–356.

59. Shelton, C. (2014). Climate change adaptation in fisheries and aquaculture compilation of initial examples, FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1088. Rome, FAO, p 34.

60. Barange, M., Perry, R.I. (2009). Physical and ecological impacts of climate change relevant to marine and inland capture fisheries and aquaculture. In: Climate change implications for fisheries and aquaculture overview of current scientific Knowledge, FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 530. FAO, Rome, pp 7–106.

61. Van-Der-Kraak, G., Pankhurst, N.W. (1997). Temperature effects on the reproductive performance of fish. In: Wood C.M., McDonald D.G. (eds) Global warming: implications for freshwater and marine fish. Cambridge University Press, Cambridge, pp 159–176.

62. Chowdhury, M.T.H., Sukhan, Z.P., Hannan, M.A. (2010). Climate change and its impact on fisheries resource in Bangladesh (www.benjapan.org/iceab10/22.pdf).

Hindustan Times
Heatwaves surge across India
जलवायु परिवर्तन से बिगड़े हालात
एक सदी में बदलने वाला मौसम 12 साल में ही लौटा
खास खबर
अपना कानपुर
Heatwave hit wheat yield, 10-12 quintal per hectare loss expected

अप्रैल में जून जैसी गर्मी, 22 साल बाद नहीं बरसा पानी
दैनिक जागरण
बाहर निकले तो 'जल' जाएंगे
तपिश से झुलसीं सब्जियां 40% से ज्यादा हुईं बर्बाद
जिले में तापमान 44 डिग्री पार पहुंचा, अब हीट वेव का अलर्ट
झुलसाती गर्मी ने छीना चैन, पशु-पक्षी भी बेचैन
Heat wave for next 4 days, Apr set to be among hottest ever
बदलते मौसम में स्वयं के साथ साथ पशु पक्षियों व फसलों की सुरक्षा पर करें निगरानी-डॉ. पाण्डेय
गर्मी का सितमः धूप से बढ़ी जलन
दैनिक नवज्योति
गर्मी में पशुओं का रखे विशेष ध्यानः डांगी

टिप्पणी - NOTES

भाकृअनुप - केंद्रीय बारानी कृषि अनुसंधान संस्थान
संतोषनगर, हैदराबाद, तेलंगाना, भारत