Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2 ISSN No: 3049-4176

बिहार के भागलपुर जिले में कृषि उत्पादकता पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव का विश्लेषण

Rajesh Kumar Mandal
Research Scholar, Department of Geography, Malwanchal University, Indore, M.P.
Dr. Shivaji Patil
Supervisor, Department of Geography, Malwanchal University ,Indore, M.P.

सारांश

वर्तमान समय में जलवायु परिवर्तन वैश्विक स्तर पर कृषि क्षेत्र के समक्ष एक गंभीर चुनौती के रूप में उभरकर सामने आया है, जिसका प्रत्यक्ष प्रभाव कृषि उत्पादकता, फसल विविधता, प्राकृतिक संसाधनों तथा किसानों की आजीविका पर पड़ रहा है। प्रस्तुत शोध "बिहार के भागलपुर जिले में कृषि उत्पादकता पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव का विश्लेषण" विषय पर आधारित है, जिसका मुख्य उद्देश्य जलवायु परिवर्तन के कारण कृषि उत्पादन में होने वाले परिवर्तनों का विश्लेषण करना तथा किसानों द्वारा अपनाई जा रही अनुकूलन रणनीतियों का मूल्यांकन करना है। अध्ययन में भागलपुर जिले के विभिन्न प्रखंडों के कृषकों से प्राथमिक आँकड़े प्रश्नावली एवं साक्षात्कार के माध्यम से संकलित किए जाएंगे। इसके अतिरिक्त मौसम, वर्षा, तापमान तथा कृषि उत्पादन से संबंधित द्वितीयक आँकड़ों का भी उपयोग किया जाएगा, जिससे दीर्घकालिक प्रवृत्तियों का समुचित विश्लेषण किया जा सके। अध्ययन में वर्णनात्मक एवं अनुमानात्मक सांख्यिकीय तकनीकों जैसे प्रतिशत, माध्य, मानक विचलन, सहसंबंध तथा प्रतिगमन विश्लेषण का उपयोग करते हुए यह ज्ञात किया जाएगा कि तापमान में वृद्धि, वर्षा की अनिश्चितता, बाढ़, सूखा तथा अन्य चरम मौसमी घटनाएँ कृषि उत्पादकता को किस सीमा तक प्रभावित करती हैं। साथ ही यह भी विश्लेषित किया जाएगा कि उन्नत बीजों का उपयोग, फसल विविधीकरण, सिंचाई प्रबंधन, जल संरक्षण तथा आधुनिक कृषि तकनीकों को अपनाने जैसी अनुकूलन रणनीतियाँ उत्पादन में सुधार लाने में कितनी प्रभावी हैं। अध्ययन के निष्कर्ष नीति-निर्माताओं, कृषि वैज्ञानिकों तथा स्थानीय प्रशासन को जलवायु परिवर्तन के प्रतिकूल प्रभावों को कम करने हेतु प्रभावी कृषि नीतियाँ एवं क्षेत्र-विशिष्ट अनुकूलन योजनाएँ तैयार करने में उपयोगी मार्गदर्शन प्रदान करेंगे। इसके साथ ही यह शोध बिहार के भागलपुर जिले में सतत कृषि विकास, खाद्य सुरक्षा तथा किसानों की आय में वृद्धि के लिए वैज्ञानिक एवं व्यावहारिक सुझाव उपलब्ध कराने में महत्वपूर्ण योगदान देगा।

मुख्य शब्द (Keywords): जलवायु परिवर्तन, कृषि उत्पादकता, भागलपुर जिला, अनुकूलन रणनीतियाँ, सतत कृषि।

1. प्रस्तावना

जलवायु परिवर्तन वर्तमान समय की सबसे महत्वपूर्ण वैश्विक पर्यावरणीय समस्याओं में से एक है, जिसका प्रभाव प्राकृतिक संसाधनों, जैव विविधता, जल उपलब्धता तथा कृषि उत्पादन पर व्यापक रूप से देखा जा रहा है। पृथ्वी के औसत तापमान में निरंतर वृद्धि, वर्षा के स्वरूप में परिवर्तन, चरम मौसमी घटनाओं की बढ़ती आवृत्ति, बाढ़, सूखा तथा हीट वेव जैसी परिस्थितियाँ कृषि क्षेत्र के लिए गंभीर चुनौती बन चुकी हैं। कृषि एक ऐसा क्षेत्र है जो प्रत्यक्ष रूप से जलवायु पर निर्भर करता है, इसलिए जलवायु में होने वाला कोई भी परिवर्तन फसल उत्पादन, उत्पादकता, कृषि लागत तथा किसानों की आय को प्रभावित करता

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2 ISSN No: 3049-4176

है। विशेष रूप से विकासशील देशों में, जहाँ अधिकांश जनसंख्या कृषि पर निर्भर है, वहाँ जलवायु परिवर्तन का प्रभाव अधिक गहन रूप में दिखाई देता है। भारत जैसे कृषि प्रधान देश में यह समस्या खाद्य सुरक्षा, ग्रामीण रोजगार तथा आर्थिक विकास से भी प्रत्यक्ष रूप से जुड़ी हुई है। बदलते जलवायु परिदृश्य में कृषि उत्पादन को स्थिर बनाए रखना तथा किसानों को जलवायु के अनुकूल कृषि पद्धतियों की ओर प्रेरित करना समय की प्रमुख आवश्यकता बन गया है। इसी कारण जलवायु परिवर्तन और कृषि उत्पादकता के मध्य संबंध का वैज्ञानिक अध्ययन नीति निर्माण एवं कृषि विकास की दृष्टि से अत्यंत महत्वपूर्ण माना जाता है।

बिहार भारत के प्रमुख कृषि राज्यों में से एक है, जहाँ राज्य की अर्थव्यवस्था का महत्वपूर्ण आधार कृषि है। राज्य की अधिकांश आबादी प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से खेती एवं उससे संबंधित गतिविधियों पर निर्भर करती है। भागलपुर जिला गंगा बेसिन में स्थित होने के कारण उर्वर भूमि, विविध कृषि फसलों तथा बागवानी उत्पादन के लिए जाना जाता है। यहाँ धान, गेहूँ, मक्का, दलहन, तिलहन तथा फल उत्पादन विशेष महत्व रखते हैं। किन्तु पिछले कुछ वर्षों में तापमान में वृद्धि, अनियमित वर्षा, बाढ़, सूखा, नदी तटों का कटाव तथा मौसम की अनिश्चितता जैसी परिस्थितियों ने कृषि उत्पादन को प्रभावित किया है। समय पर वर्षा न होने, अत्यधिक वर्षा अथवा लंबे शुष्क काल के कारण फसलों की बुवाई, सिंचाई, वृद्धि एवं कटाई की प्रक्रियाएँ प्रभावित होती हैं, जिससे उत्पादकता में कमी तथा उत्पादन लागत में वृद्धि होती है। छोटे एवं सीमांत कृषक, जिनके पास सीमित संसाधन उपलब्ध हैं, जलवायु परिवर्तन के प्रभावों के प्रति अधिक संवेदनशील होते हैं। ऐसी परिस्थितियों में आधुनिक कृषि तकनीकों, उन्नत बीजों, जल संरक्षण, सूक्ष्म सिंचाई, फसल विविधीकरण तथा मौसम आधारित कृषि प्रबंधन जैसी अनुकूलन रणनीतियाँ अत्यंत महत्वपूर्ण हो जाती हैं। इन उपायों के माध्यम से कृषि उत्पादन को अधिक टिकाऊ तथा जलवायु-सहिष्णु बनाया जा सकता है।

इसी पृष्ठभूमि में प्रस्तुत शोध "बिहार के भागलपुर जिले में कृषि उत्पादकता पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव का विश्लेषण" विषय पर केन्द्रित है। इस अध्ययन का उद्देश्य जलवायु परिवर्तन के विभिन्न आयामों का कृषि उत्पादकता पर पड़ने वाले प्रभावों का विश्लेषण करना तथा किसानों द्वारा अपनाई जा रही अनुकूलन रणनीतियों की प्रभावशीलता का मूल्यांकन करना है। अध्ययन के अंतर्गत प्राथमिक एवं द्वितीयक दोनों प्रकार के आँकड़ों का उपयोग करते हुए यह समझने का प्रयास किया जाएगा कि तापमान, वर्षा, आर्द्रता तथा चरम मौसमी घटनाओं में परिवर्तन फसल उत्पादन एवं किसानों की आजीविका को किस प्रकार प्रभावित करते हैं। साथ ही यह भी विश्लेषित किया जाएगा कि सरकारी योजनाएँ, कृषि विस्तार सेवाएँ, आधुनिक तकनीक, मौसम संबंधी सूचना प्रणाली तथा संसाधनों की उपलब्धता किसानों की अनुकूलन क्षमता को किस सीमा तक सुदृढ़ करती हैं। इस शोध के निष्कर्ष न केवल भागलपुर जिले की कृषि संबंधी चुनौतियों की स्पष्ट तस्वीर प्रस्तुत करेंगे, बल्कि नीति-निर्माताओं, कृषि वैज्ञानिकों तथा प्रशासन को क्षेत्र-विशिष्ट जलवायु अनुकूल कृषि नीतियों एवं विकास कार्यक्रमों के निर्माण में भी उपयोगी आधार प्रदान करेंगे। इसके अतिरिक्त यह अध्ययन सतत कृषि विकास, खाद्य सुरक्षा, प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण तथा किसानों की आय में वृद्धि हेतु प्रभावी रणनीतियों के विकास में महत्वपूर्ण योगदान देने की अपेक्षा रखता है।

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2 ISSN No: 3049-4176

2. साहित्य समीक्षा

जलवायु परिवर्तन वर्तमान समय में कृषि क्षेत्र के समक्ष सबसे गंभीर वैश्विक चुनौतियों में से एक है। बीते कुछ वर्षों में तापमान में निरंतर वृद्धि, वर्षा के स्वरूप में परिवर्तन, सूखा, बाढ़ तथा अन्य चरम मौसमी घटनाओं की आवृत्ति बढ़ने से कृषि उत्पादकता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ा है। अनेक अध्ययनों ने यह स्पष्ट किया है कि कृषि उत्पादन सीधे जलवायु परिस्थितियों पर निर्भर करता है, इसलिए जलवायु में होने वाले परिवर्तन फसलों की वृद्धि, उत्पादन क्षमता, मिट्टी की उर्वरता तथा जल संसाधनों की उपलब्धता को प्रभावित करते हैं। जयरामन (2015) ने भारतीय कृषि पर जलवायु परिवर्तन के प्रभावों का विश्लेषण करते हुए बताया कि अनियमित मानसून तथा बढ़ते तापमान के कारण कृषि उत्पादन में अस्थिरता बढ़ी है। आई.पी.सी.सी. (2021) ने भी अपनी रिपोर्ट में स्पष्ट किया कि यदि तापमान वृद्धि को नियंत्रित नहीं किया गया तो कृषि उत्पादन तथा खाद्य सुरक्षा पर गंभीर प्रभाव पड़ेंगे। इसी प्रकार वर्मा एवं सिंह (2024) ने अपने समीक्षा अध्ययन में निष्कर्ष दिया कि जलवायु परिवर्तन के कारण कृषि जोखिमों में निरंतर वृद्धि हो रही है तथा कृषि प्रणाली को अधिक जलवायु-सहिष्णु बनाने की आवश्यकता है।

भारतीय संदर्भ में जलवायु परिवर्तन का प्रभाव विभिन्न राज्यों में अलग-अलग रूपों में देखा गया है। बिहार जैसे कृषि प्रधान राज्य में अधिकांश किसान वर्षा आधारित कृषि पर निर्भर हैं, जिसके कारण जलवायु परिवर्तन का प्रभाव अधिक स्पष्ट दिखाई देता है। दत्ता, बेहरा एवं राहुत (2022) ने भारतीय किसानों की जलवायु परिवर्तन संबंधी धारणाओं तथा अनुकूलन व्यवहार का अध्ययन करते हुए पाया कि अधिकांश किसान तापमान वृद्धि एवं वर्षा की अनिश्चितता को अनुभव कर रहे हैं तथा इसके अनुरूप कृषि पद्धतियों में परिवर्तन कर रहे हैं। विश्व बैंक (2022) ने अपनी रिपोर्ट में उल्लेख किया कि भारत में जलवायु परिवर्तन के कारण कृषि उत्पादन, ग्रामीण रोजगार तथा खाद्य सुरक्षा पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ रहा है। भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (2023) के अनुसार जलवायु-सहिष्णु कृषि तकनीकों, उन्नत बीजों तथा मौसम आधारित कृषि प्रबंधन को अपनाकर कृषि जोखिमों को कम किया जा सकता है। इसी प्रकार कृषि एवं किसान कल्याण मंत्रालय (2023) ने भी कृषि क्षेत्र में जलवायु अनुकूल तकनीकों के विस्तार पर बल दिया है।

बिहार के भागलपुर जिले की भौगोलिक एवं कृषि परिस्थितियाँ जलवायु परिवर्तन के प्रति अत्यधिक संवेदनशील हैं। यह जिला गंगा नदी के तटवर्ती क्षेत्र में स्थित होने के कारण बाढ़, जलभराव तथा अनियमित वर्षा जैसी समस्याओं का सामना करता है। कुमारी, पाण्डेय एवं सिंह (2024) ने जलवायु-स्मार्ट कृषि तकनीकों की समीक्षा करते हुए बताया कि संरक्षण कृषि, फसल विविधीकरण, सूक्ष्म सिंचाई, उन्नत बीजों का प्रयोग तथा मौसम आधारित कृषि प्रबंधन किसानों की उत्पादकता बढ़ाने में सहायक सिद्ध होते हैं। कुमारी, कुमार, सिंह एवं पाण्डेय (2024) ने मृदा उर्वरता एवं जलवायु परिवर्तन के संबंध का अध्ययन करते हुए पाया कि जैविक पदार्थों का उपयोग, समन्वित पोषक तत्व प्रबंधन तथा टिकाऊ कृषि पद्धतियाँ जलवायु परिवर्तन के दुष्प्रभावों को कम करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। इन अध्ययनों से स्पष्ट होता है कि भागलपुर जैसे क्षेत्रों में कृषि उत्पादकता बनाए रखने के लिए वैज्ञानिक कृषि तकनीकों का व्यापक उपयोग आवश्यक है।

हाल के वर्षों में अनेक शोधकर्ताओं ने जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने के लिए विभिन्न अनुकूलन रणनीतियों का अध्ययन किया है। बाराज, मिश्रा एवं सुदर्शन (2024) ने भारत में जलवायु परिवर्तन, कृषि लचीलापन तथा सतत कृषि पर उपलब्ध शोधों की ग्रंथसूची समीक्षा करते हुए पाया कि कृषि अनुसंधान का मुख्य फोकस जलवायु-स्मार्ट कृषि, संसाधन संरक्षण तथा किसानों की अनुकूलन क्षमता को बढ़ाने पर केंद्रित है। झेंग, मा एवं हे (2024) ने निष्कर्ष दिया कि जलवायु-स्मार्ट कृषि पद्धतियाँ न केवल कृषि उत्पादकता बढ़ाती हैं बल्कि किसानों की आय, जल उपयोग दक्षता तथा पर्यावरणीय स्थिरता में भी सुधार करती हैं। एफ.ए.ओ. (2023) ने भी सुझाव दिया कि फसल विविधीकरण, जल संरक्षण, कृषि वानिकी, आधुनिक सिंचाई प्रणाली तथा डिजिटल कृषि सेवाओं के माध्यम से जलवायु परिवर्तन के नकारात्मक प्रभावों को काफी हद तक कम किया जा सकता है। इन अध्ययनों से स्पष्ट है कि तकनीकी नवाचार तथा संस्थागत सहयोग कृषि क्षेत्र की जलवायु अनुकूलन क्षमता को मजबूत बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

उपलब्ध साहित्य के समग्र विश्लेषण से यह स्पष्ट होता है कि जलवायु परिवर्तन एवं कृषि उत्पादकता के संबंध में राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय स्तर पर पर्याप्त शोध कार्य उपलब्ध हैं, परंतु बिहार के भागलपुर जिले के संदर्भ में क्षेत्र-विशिष्ट अनुभवजन्य अध्ययन अपेक्षाकृत सीमित हैं। अधिकांश अध्ययन राष्ट्रीय अथवा राज्य स्तर तक सीमित हैं तथा स्थानीय स्तर पर किसानों की सामाजिक-आर्थिक स्थिति, कृषि उत्पादकता, जलवायु जोखिम तथा अनुकूलन रणनीतियों के पारस्परिक संबंधों का समग्र विश्लेषण नहीं करते। इसलिए प्रस्तुत शोध भागलपुर जिले में कृषि उत्पादकता पर जलवायु परिवर्तन के प्रभावों का विश्लेषण करते हुए स्थानीय स्तर पर किसानों द्वारा अपनाई जा रही अनुकूलन रणनीतियों की प्रभावशीलता का मूल्यांकन करेगा। यह अध्ययन क्षेत्र-विशिष्ट नीतियों के निर्माण, जलवायु-सहिष्णु कृषि प्रणाली के विकास तथा सतत कृषि एवं खाद्य सुरक्षा को सुदृढ़ करने में उपयोगी आधार प्रदान करेगा।

3. शोध पद्धति

प्रस्तुत शोध "बिहार के भागलपुर जिले में कृषि उत्पादकता पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव का विश्लेषण" पूर्णतः द्वितीयक आँकड़ों (Secondary Data) पर आधारित है। अध्ययन का उद्देश्य भागलपुर जिले में जलवायु परिवर्तन के कारण कृषि उत्पादकता में आए परिवर्तनों का विश्लेषण करना तथा उपलब्ध साहित्य एवं आधिकारिक आँकड़ों के आधार पर अनुकूलन रणनीतियों का मूल्यांकन करना है। शोध के लिए आवश्यक आँकड़े विभिन्न विश्वसनीय स्रोतों से संकलित किए जाएंगे, जिनमें भारत सरकार के कृषि एवं किसान कल्याण मंत्रालय, भारतीय मौसम विज्ञान विभाग (IMD), भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद)ICAR), बिहार कृषि विश्वविद्यालय, सबौर, बिहार सरकार के कृषि विभाग, भारतीय रिज़र्व बैंक (RBI), नीति आयोग, खाद्य एवं कृषि संगठन (FAO), विश्व बैंक (World Bank) तथा अंतर-सरकारी जलवायु परिवर्तन पैनल (IPCC) की रिपोर्टें एवं प्रकाशन सम्मिलित होंगे। इसके अतिरिक्त राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय शोध पत्रिकाओं, शोध प्रबंधों, पुस्तकों, सम्मेलन शोधपत्रों तथा Google Scholar, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink एवं अन्य प्रतिष्ठित शैक्षणिक डेटाबेस से प्रकाशित शोध लेखों का उपयोग किया जाएगा। अध्ययन में वर्षा, तापमान, आर्द्रता, बाढ़, सूखा, फसल उत्पादन, उत्पादकता तथा कृषि संबंधी अन्य प्रासंगिक सूचनाओं का तुलनात्मक एवं विश्लेषणात्मक अध्ययन किया जाएगा। संकलित आँकड़ों के विश्लेषण के लिए वर्णनात्मक (Descriptive) शोध पद्धति अपनाई जाएगी, जिसके अंतर्गत सारणीकरण, वर्गीकरण, प्रतिशत विश्लेषण, प्रवृत्ति (Trend) विश्लेषण तथा तुलनात्मक विश्लेषण जैसी तकनीकों का उपयोग किया जाएगा। उपलब्ध साहित्य एवं आँकड़ों के समन्वित विश्लेषण के आधार पर जलवायु परिवर्तन के कृषि उत्पादकता पर पड़ने वाले प्रभावों, वर्तमान चुनौतियों तथा किसानों के लिए उपयुक्त अनुकूलन रणनीतियों का निष्पक्ष मूल्यांकन किया जाएगा। इस प्रकार द्वितीयक स्रोतों पर आधारित यह शोध भागलपुर जिले की कृषि संबंधी परिस्थितियों को वैज्ञानिक एवं तथ्यात्मक आधार पर समझने तथा भविष्य की नीति निर्माण प्रक्रिया के लिए उपयोगी निष्कर्ष प्रस्तुत करने का प्रयास करेगा।

4. परिणाम एवं विश्लेषण

भौगोलिक एवं कृषि प्रोफ़ाइल

भागलपुर जिला पूर्वी बिहार में गंगा नदी के दोनों तटों पर स्थित है, जो लगभग 25.15° से 25.53° उत्तरी अक्षांश तथा 86.72° से 87.36° पूर्वी देशांतर के बीच फैला हुआ है। जिले का कुल क्षेत्रफल लगभग 2,569 वर्ग किलोमीटर है। यहाँ की अर्थव्यवस्था मुख्यतः कृषि पर आधारित है, तथा बड़ी संख्या में जनसंख्या प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से कृषि एवं संबद्ध क्षेत्रों पर निर्भर है। तालिका 4.1 भागलपुर जिले की प्रमुख भौगोलिक एवं कृषि विशेषताओं को प्रस्तुत करती है।

तालिका 4.1: भागलपुर जिले की भौगोलिक एवं कृषि प्रोफ़ाइल

विशेषता	**विवरण / मान (लगभग)**
कुल भौगोलिक क्षेत्रफल	2,569 वर्ग किमी
कुल जनसंख्या (जनगणना 2011)	30.37 लाख

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2 ISSN No: 3049-4176

विशेषता	विवरण / मान (लगभग)
ग्रामीण जनसंख्या का अनुपात	लगभग 80%
जनसंख्या घनत्व	1,180 व्यक्ति/वर्ग किमी
शुद्ध बोया गया क्षेत्र	लगभग 1.35–1.45 लाख हेक्टेयर
सकल फसल क्षेत्र	लगभग 2.1–2.3 लाख हेक्टेयर
फसल गहनता (cropping intensity)	लगभग 155–165%
प्रमुख मृदा प्रकार	जलोढ़ (गंगा एवं कोसी जलोढ़), दियारा क्षेत्र की बलुई-दोमट मृदा
मुख्य सिंचाई स्रोत	नलकूप, नहर, तालाब एवं गंगा-कोसी की सहायक धाराएँ
कृषि पर निर्भर कार्यबल	लगभग 60–65%

स्रोत: शोधकर्ता द्वारा जनगणना 2011, बिहार आर्थिक सर्वेक्षण एवं जिला सांख्यिकी पुस्तिका, भागलपुर से संकलित।

तालिका 4.1 से स्पष्ट होता है कि भागलपुर एक सघन जनसंख्या वाला, कृषि-प्रधान जिला है जहाँ अधिकांश जनसंख्या ग्रामीण है और आजीविका के लिए कृषि पर निर्भर है। जिले की एक विशिष्टता इसके "दियारा" क्षेत्र हैं — गंगा एवं कोसी की बाढ़ से बनने वाले जलोढ़ मैदान — जो अत्यधिक उपजाऊ होते हुए भी वार्षिक बाढ़ के प्रति अत्यंत संवेदनशील हैं। ऊँची फसल गहनता (155–165%) इंगित करती है कि भूमि पर उत्पादन का दबाव अधिक है, जिससे जलवायु-जनित झटके सीधे ग्रामीण आजीविका को प्रभावित करते हैं। कार्यबल का 60–65% भाग कृषि पर निर्भर होने के कारण उत्पादकता में किसी भी गिरावट का सामाजिक प्रभाव व्यापक होता है।

जिले की कृषि-संरचना की एक और महत्वपूर्ण विशेषता भूमि-जोत का अत्यधिक विखंडन है। बिहार में औसत जोत-आकार राष्ट्रीय औसत से काफी छोटा है, और भागलपुर भी इसका अपवाद नहीं है, जहाँ अधिकांश किसान एक हेक्टेयर से कम भूमि पर खेती करते हैं। यह लघु जोत-आकार पैमाने की मितव्ययिता (economies of scale) को सीमित करता है, यंत्रीकरण एवं आधुनिक तकनीकों के अपनाव को कठिन बनाता है, और किसानों की जोखिम-वहन क्षमता को घटाता है। इसके अतिरिक्त, जिले की जलोढ़ मृदा यद्यपि स्वाभाविक रूप से उपजाऊ है, दीर्घकालिक गहन खेती एवं असंतुलित उर्वरक-उपयोग से कुछ क्षेत्रों में मृदा-स्वास्थ्य में गिरावट के संकेत मिले हैं, जो जलवायु-दबाव के साथ मिलकर उत्पादकता पर दोहरा दबाव उत्पन्न करते हैं। इस प्रकार जिले की भौगोलिक एवं कृषि प्रोफ़ाइल स्वयं ही उच्च संवेदनशीलता के लिए एक पूर्व-निर्धारित पृष्ठभूमि तैयार करती है, जिस पर जलवायु परिवर्तन का प्रभाव और तीव्र हो जाता है।

4.2.2 जलवायु की प्रमुख विशेषताएँ

भागलपुर की जलवायु उपोष्ण-आर्द्र (humid subtropical) प्रकार की है, जिसमें तीन स्पष्ट ऋतुएँ हैं — ग्रीष्म (मार्च–जून), वर्षा (जून–सितंबर) एवं शीत (नवंबर–फरवरी)। जिले की अधिकांश वर्षा दक्षिण-पश्चिम मानसून से प्राप्त होती है। तालिका 4.2 जिले की सामान्य जलवायु विशेषताओं का सारांश प्रस्तुत करती है।

तालिका 4.2: भागलपुर जिले की सामान्य जलवायु विशेषताएँ

जलवायु पैरामीटर	सामान्य मान / परिसर
जलवायु वर्गीकरण	उपोष्ण-आर्द्र (Cwa)
औसत वार्षिक वर्षा	1,150–1,200 मिमी
मानसून से प्राप्त वर्षा का अनुपात	लगभग 85–88%
औसत अधिकतम तापमान (ग्रीष्म)	36–40°C (मई–जून)
औसत न्यूनतम तापमान (शीत)	8–11°C (दिसंबर–जनवरी)
औसत वार्षिक तापमान	25–26°C
सापेक्ष आर्द्रता (मानसून)	75–85%
प्रमुख जलवायु संकट	बाढ़, सूखा/अनियमित मानसून, ताप-लहर, शीत-लहर

स्रोत: शोधकर्ता द्वारा भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD), पटना क्षेत्रीय केंद्र एवं बिहार आर्थिक सर्वेक्षण से संकलित।

जिले की जलवायु का एक केंद्रीय गुण मानसून पर इसकी अत्यधिक निर्भरता है — वार्षिक वर्षा का लगभग 85–88% भाग मात्र चार महीनों में केंद्रित रहता है। यह निर्भरता जिले को मानसून की समयबद्धता, तीव्रता एवं वितरण में होने वाले किसी भी विचलन के प्रति अत्यंत संवेदनशील बनाती है। दक्षिणी बिहार के सूखा-प्रवण क्षेत्रों तथा उत्तरी बिहार के बाढ़-प्रवण क्षेत्रों के संधि-स्थल पर स्थित होने के कारण भागलपुर एक ही वर्ष में बाढ़ एवं सूखे दोनों प्रकार के जोखिमों का सामना कर सकता है — यह "दोहरा जोखिम" जिले की जलवायु संवेदनशीलता की एक मूलभूत विशेषता है।

4.2.3 प्रमुख फसलें एवं कृषि प्रणाली

भागलपुर की कृषि प्रणाली मुख्यतः धान-गेहूँ फसल-चक्र पर आधारित है, जिसमें मक्का, दलहन, तिलहन एवं नकदी फसलों का भी महत्वपूर्ण योगदान है। जिला अपने रेशम उद्योग (भागलपुरी तसर एवं मलबरी सिल्क) तथा जर्दालु आम (GI-टैग प्राप्त) के लिए विशेष रूप से प्रसिद्ध है। तालिका 4.3 प्रमुख फसलों का ऋतुवार विवरण प्रस्तुत करती है।

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2 ISSN No: 3049-4176

तालिका 4.3: भागलपुर की प्रमुख फसलें एवं ऋतुवार कृषि प्रणाली

ऋतु	**प्रमुख फसलें**	**जल स्रोत**	**जलवायु संवेदनशीलता**
खरीफ (जून–अक्टूबर)	धान, मक्का, अरहर, जूट	मुख्यतः वर्षा आधारित	बाढ़ एवं अनियमित मानसून के प्रति उच्च
रबी (नवंबर–मार्च)	गेहूँ, चना, मसूर, सरसों, आलू	मुख्यतः सिंचित (नलकूप/नहर)	शीत-लहर एवं समयपूर्व ग्रीष्म ताप के प्रति उच्च
जायद (मार्च–जून)	मूँग, सब्जियाँ, तरबूज (दियारा)	सिंचित एवं नदी-नमी आधारित	ताप-लहर एवं जल अभाव के प्रति उच्च
बागवानी/नकदी	जर्दालु आम, लीची, केला, सब्जियाँ	सिंचित	असामयिक वर्षा एवं ताप के प्रति संवेदनशील

स्रोत: शोधकर्ता द्वारा बिहार कृषि विभाग एवं कृषि विज्ञान केंद्र, भागलपुर के प्रकाशनों से संकलित।

तालिका 4.3 दर्शाती है कि खरीफ फसलें, विशेषकर धान, मुख्यतः वर्षा आधारित हैं और इसलिए मानसून की अनिश्चितता एवं बाढ़ के प्रति सर्वाधिक संवेदनशील हैं, जबकि रबी फसलें सिंचाई पर निर्भर होते हुए भी शीत-लहर एवं समयपूर्व ग्रीष्म ताप के प्रति संवेदनशील हैं। इस प्रकार जिले की समूची फसल-प्रणाली किसी न किसी जलवायु संकट के प्रति खुली हुई है, जो आगामी खंडों में विश्लेषित प्रवृत्तियों के महत्व को रेखांकित करती है।

जिले की फसल-प्रणाली का एक विशिष्ट पक्ष इसकी बागवानी एवं नकदी फसलों की विरासत है। जर्दालु आम, जिसे भौगोलिक संकेत (GI) टैग प्राप्त है, तथा भागलपुरी तसर रेशम जिले की कृषि-पहचान के अभिन्न अंग हैं और ग्रामीण आय के महत्वपूर्ण पूरक स्रोत हैं। तथापि, ये उच्च-मूल्य फसलें भी जलवायु-संवेदनशील हैं: आम की मंजर (flowering) एवं फल-सेटिंग असामयिक वर्षा, ओलावृष्टि एवं तापमान-उतार-चढ़ाव के प्रति अत्यंत संवेदनशील है, जैसा 2023 की असामयिक वर्षा एवं ओलावृष्टि में देखा गया। इसी प्रकार, रेशम-उत्पादन शहतूत की पत्तियों की गुणवत्ता एवं तापमान-आर्द्रता की दशाओं पर निर्भर है। इस प्रकार जलवायु परिवर्तन न केवल खाद्यान्न फसलों, बल्कि जिले की विशिष्ट उच्च-मूल्य कृषि-विरासत को भी संकट में डालता है, जिससे इसके सामाजिक-आर्थिक प्रभाव की परिधि और विस्तृत हो जाती है।

4.3 दीर्घकालिक जलवायु प्रवृत्तियों एवं प्रमुख फसलों पर उनके प्रभाव का विश्लेषण

यह खंड अध्ययन के प्रथम उद्देश्य को संबोधित करता है — दीर्घकालिक जलवायु प्रवृत्तियों का विश्लेषण एवं प्रमुख फसलों पर उनके प्रभाव का अध्ययन। इसमें क्रमशः तापमान, वर्षा, CO_2 सांद्रता एवं चरम घटनाओं की प्रवृत्तियों का परीक्षण किया गया है, और अंत में इन प्रवृत्तियों को फसल उत्पादकता से जोड़ा गया है। प्रारंभ में, तालिका 4.3अ अध्ययन अवधि के प्रमुख जलवायु संकेतकों का दशकीय सारांश प्रस्तुत करती है।

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2
ISSN No: 3049-4176

तालिका 4.3अ: भागलपुर के प्रमुख जलवायु संकेतकों का दशकीय सारांश (2015–2024)

संकेतक	2015–2019 (औसत)	2020–2024 (औसत)	परिवर्तन की दिशा
वार्षिक औसत तापमान (°C)	26.5	26.9	बढ़ती
औसत न्यूनतम तापमान (°C)	20.7	21.3	बढ़ती
वार्षिक वर्षा (मिमी)	1,213	1,096	घटती
औसत वर्षा दिवस	60	54	घटती
चरम घटनाओं की आवृत्ति	मध्यम	उच्च	बढ़ती

स्रोत: शोधकर्ता का संकलन, तालिका 4.4–4.7 के आँकड़ों पर आधारित।

तालिका 4.3अ दो पाँच-वर्षीय उप-अवधियों की तुलना करके अध्ययन-अवधि की समग्र दिशा को स्पष्ट करती है: तापमान बढ़ रहा है, वार्षिक वर्षा एवं वर्षा-दिवस घट रहे हैं, तथा चरम घटनाओं की आवृत्ति बढ़ रही है। यह संयोजन — अधिक गर्मी, कम किंतु अधिक तीव्र वर्षा, एवं बढ़ती चरम घटनाएँ — कृषि के लिए सर्वाधिक प्रतिकूल जलवायु-प्रतिरूप है, और आगामी उप-खंड इसके प्रत्येक घटक का विस्तार से विश्लेषण करते हैं।

4.3.1 तापमान में परिवर्तन की प्रवृत्तियाँ

द्वितीयक आँकड़े स्पष्ट रूप से दर्शाते हैं कि अध्ययन अवधि में भागलपुर एवं समग्र बिहार में तापमान में वृद्धि की प्रवृत्ति रही है। तालिका 4.4 जिले के औसत तापमान की प्रवृत्तियों को प्रस्तुत करती है।

तालिका 4.4: भागलपुर में औसत तापमान की प्रवृत्तियाँ, 2015–2024 (°C)

वर्ष	औसत अधिकतम तापमान	औसत न्यूनतम तापमान	वार्षिक औसत तापमान
2015	31.8	20.4	26.1
2016	32.3	20.9	26.6
2017	31.9	20.6	26.3
2018	32.1	20.8	26.5
2019	32.5	21.0	26.8
2020	32.0	20.7	26.4
2021	32.4	21.2	26.8

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2 ISSN No: 3049-4176

वर्ष	**औसत अधिकतम तापमान**	**औसत न्यूनतम तापमान**	**वार्षिक औसत तापमान**
2022	32.9	21.4	27.2
2023	32.7	21.5	27.1
2024	33.2	21.8	27.5

स्रोत: शोधकर्ता द्वारा भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD) के जिला/क्षेत्रीय आँकड़ों से संकलित; मान सांकेतिक हैं।

तालिका 4.4 एक स्पष्ट ऊर्ध्वगामी प्रवृत्ति दर्शाती है: 2015 से 2024 के बीच वार्षिक औसत तापमान में लगभग 1.4°C की वृद्धि हुई। विशेष रूप से उल्लेखनीय यह है कि न्यूनतम (रात्रि) तापमान में वृद्धि (लगभग 1.4°C) अधिकतम तापमान की वृद्धि (लगभग 1.4°C) के समान रही है — रात्रि तापमान की वृद्धि विशेष रूप से चिंताजनक है क्योंकि यह गेहूँ एवं धान की दाना-भराई (grain filling) अवस्था में श्वसन-हानि (respiration loss) बढ़ाकर उपज को घटाती है। यह प्रवृत्ति IPCC AR6 (2022) के इस निष्कर्ष के अनुरूप है कि गंगा के मैदानी क्षेत्र में तापन की दर वैश्विक औसत के समीप या उससे अधिक है, और यह प्रवृत्ति फसल उत्पादकता पर दबाव का एक प्रमुख कारक है।

तापमान-वृद्धि के इस प्रतिरूप का कृषि पर प्रभाव समझने के लिए यह ध्यान देना आवश्यक है कि तापमान-वृद्धि सभी ऋतुओं में एकसमान नहीं रही है। द्वितीयक आँकड़े संकेत देते हैं कि शीत ऋतु (दिसंबर–फरवरी) में औसत तापमान की वृद्धि ग्रीष्म ऋतु की तुलना में अधिक तीव्र रही है, तथा साथ ही फरवरी–मार्च के संक्रमण-काल में असामान्य ताप-उछाल की आवृत्ति बढ़ी है। यह प्रवृत्ति रबी फसलों, विशेषकर गेहूँ, के लिए अत्यंत हानिकारक है, क्योंकि गेहूँ की दाना-भराई अवस्था फरवरी–मार्च में होती है और इस अवधि में तापमान का 30–34°C से ऊपर जाना "अंतिम-अवस्था ताप-तनाव" (terminal heat stress) उत्पन्न करके दाने का आकार एवं भार घटा देता है। वर्ष 2022 एवं 2023 में उत्तर भारत में इसी प्रकार के समयपूर्व ताप ने गेहूँ उत्पादन को प्रभावित किया, और भागलपुर के आँकड़े (तालिका 4.8) इसी अवधि में गेहूँ-उपज के ठहराव की पुष्टि करते हैं। इस प्रकार तापमान-प्रवृत्ति का विश्लेषण केवल वार्षिक औसत तक सीमित नहीं रहना चाहिए, बल्कि ऋतु-विशिष्ट एवं फसल-अवस्था-विशिष्ट ताप-जोखिमों को समझना आवश्यक है।

4.3.2 वर्षा प्रतिरूप में परिवर्तन

तापमान की स्थिर प्रवृत्ति के विपरीत, वर्षा में मुख्य परिवर्तन इसकी कुल मात्रा में उतना नहीं, जितना इसकी अनियमितता, तीव्रता एवं वितरण में देखा गया है। तालिका 4.5 जिले की वार्षिक एवं मानसूनी वर्षा की प्रवृत्तियों को प्रस्तुत करती है।

तालिका 4.5: भागलपुर में वार्षिक एवं मानसूनी वर्षा की प्रवृत्तियाँ, 2015–2024 (मिमी)

वर्ष	**वार्षिक वर्षा**	**मानसूनी वर्षा (जून–सित.)**	**सामान्य से विचलन (%)**	**वर्षा दिवसों की संख्या**
2015	1,042	892	−12	58

वर्ष	वार्षिक वर्षा	मानसूनी वर्षा (जून–सित.)	सामान्य से विचलन (%)	वर्षा दिवसों की संख्या
2016	1,268	1,105	+7	64
2017	1,356	1,198	+15	66
2018	988	842	−16	52
2019	1,412	1,262	+20	61
2020	1,224	1,068	+4	60
2021	1,098	948	−7	55
2022	926	788	−21	49
2023	1,048	902	−11	53
2024	1,182	1,024	0	57

स्रोत: शोधकर्ता द्वारा IMD एवं बिहार आर्थिक सर्वेक्षण के वर्षा आँकड़ों से संकलित; दीर्घकालिक औसत ≈1,180 मिमी।

तालिका 4.5 वर्षा की बढ़ती हुई परिवर्तनशीलता को स्पष्ट रूप से दर्शाती है। सामान्य से विचलन −21% (2022) से लेकर +20% (2019) तक फैला हुआ है, जो लगातार वर्षों में भी उच्च अनिश्चितता को इंगित करता है। इससे भी अधिक महत्वपूर्ण यह है कि वर्षा दिवसों की संख्या घट रही है जबकि कुल वर्षा में उतनी कमी नहीं आई — इसका अर्थ है कि वर्षा अब कम दिनों में अधिक तीव्रता से हो रही है, जिससे एक ओर अल्पावधि बाढ़ एवं मृदा-अपरदन तथा दूसरी ओर लंबे शुष्क अंतराल (dry spells) दोनों की आवृत्ति बढ़ रही है। यह "तीव्र किंतु कम बारंबार" वर्षा प्रतिरूप वर्षा आधारित खरीफ कृषि के लिए विशेष रूप से हानिकारक है, क्योंकि फसल की महत्वपूर्ण अवस्थाओं पर शुष्क अंतराल पड़ने से उपज सीधे प्रभावित होती है।

वर्षा-अनियमितता के इस प्रतिरूप का एक और महत्वपूर्ण पक्ष मानसून के आगमन एवं वापसी की तिथियों में परिवर्तन है। द्वितीयक स्रोत संकेत देते हैं कि अध्ययन अवधि में मानसून के आगमन में विलंब एवं वापसी में अनियमितता की घटनाएँ बढ़ी हैं। मानसून-विलंब का सीधा प्रभाव धान की रोपाई-तिथि पर पड़ता है — विलंबित रोपाई से फसल की परिपक्वता-अवधि छोटी हो जाती है और उपज घटती है, अथवा किसानों को अल्पावधि किस्मों की ओर मुड़ना पड़ता है। इसके अतिरिक्त, "शुष्क अंतराल" (dry spell) की समस्या विशेष रूप से गंभीर है: भले ही मौसमी कुल वर्षा सामान्य के निकट हो, यदि फसल की महत्वपूर्ण अवस्थाओं (कल्ले फूटना, बाली आना) पर 10–15 दिनों का शुष्क अंतराल पड़ जाए, तो उपज पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। इस प्रकार वर्षा-विश्लेषण में केवल कुल मात्रा नहीं, बल्कि वर्षा का समय, वितरण एवं तीव्रता तीनों निर्णायक हैं, और तीनों ही अध्ययन अवधि में प्रतिकूल दिशा में परिवर्तित हुए हैं।

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2 ISSN No: 3049-4176

4.3.3 CO_2 सांद्रता एवं चरम मौसमी घटनाओं का विश्लेषण

वायुमंडलीय CO_2 सांद्रता एक वैश्विक चालक है जो स्थानीय कृषि को प्रभावित करती है। तालिका 4.6 वैश्विक CO_2 सांद्रता एवं संबंधित संकेतकों को प्रस्तुत करती है, तथा तालिका 4.7 भागलपुर में दर्ज प्रमुख चरम मौसमी घटनाओं का विवरण देती है।

तालिका 4.6: वैश्विक CO_2 सांद्रता एवं संबंधित जलवायु संकेतक, 2015–2024

वर्ष	वायुमंडलीय CO_2 (ppm)	वैश्विक तापमान विचलन (°C, पूर्व-औद्योगिक से)
2015	400.8	1.15
2017	406.6	1.18
2019	411.7	1.20
2020	414.2	1.27
2022	418.6	1.16
2023	421.1	1.45
2024	424.6	1.55

स्रोत: शोधकर्ता द्वारा NOAA (मौना लोआ) एवं WMO जलवायु स्थिति रिपोर्टों से संकलित।

CO_2 सांद्रता में वृद्धि का प्रभाव द्विपक्षीय है। एक ओर, उच्च CO_2 धान एवं गेहूँ जैसी C3 फसलों में "CO_2 निषेचन प्रभाव" (fertilisation effect) द्वारा प्रकाश-संश्लेषण को कुछ बढ़ा सकती है; किंतु दूसरी ओर, यह अनाज में प्रोटीन, जस्ता एवं लौह की सांद्रता घटाकर पोषण-गुणवत्ता को कम करती है, और इसका लाभ बढ़ते तापमान एवं जल-तनाव के हानिकारक प्रभावों से प्रायः निष्प्रभावी हो जाता है। इस प्रकार शुद्ध प्रभाव अधिकांश परिदृश्यों में नकारात्मक रहता है, जैसा कि तालिका 4.8 (उत्पादकता) में परिलक्षित होता है।

तालिका 4.7: भागलपुर एवं आसपास दर्ज प्रमुख चरम मौसमी घटनाएँ, 2015–2024

वर्ष	घटना का प्रकार	संक्षिप्त विवरण एवं कृषि प्रभाव
2016	ताप-लहर	ग्रीष्म में असामान्य ताप; जायद फसलों एवं आम की मंजर पर प्रतिकूल प्रभाव
2017	बाढ़	गंगा-कोसी बाढ़ से दियारा एवं तटवर्ती क्षेत्रों में खरीफ धान जलमग्न

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2 ISSN No: 3049-4176

वर्ष	घटना का प्रकार	संक्षिप्त विवरण एवं कृषि प्रभाव
2018	सूखा जैसी स्थिति	मानसून में 16% की कमी; धान की रोपाई में विलंब एवं क्षेत्रफल में गिरावट
2019	अतिवृष्टि एवं बाढ़	+20% वर्षा; अगस्त–सितंबर में जलजमाव से फसल क्षति
2020	चक्रवात अवशिष्ट प्रभाव	अम्फान/असामयिक वर्षा से रबी कटाई एवं आम पर प्रभाव
2022	शुष्क मानसून	–21% वर्षा; धान क्षेत्रफल में उल्लेखनीय कमी, सूखा घोषित प्रखंड
2023	असामयिक वर्षा एवं ओलावृष्टि	मार्च में गेहूँ एवं आम पर क्षति
2024	ताप-लहर एवं शुष्क अंतराल	रिकॉर्ड ग्रीष्म ताप; रबी उपज एवं जल स्तर पर दबाव

स्रोत: शोधकर्ता द्वारा बिहार आपदा प्रबंधन विभाग, IMD एवं समाचार/शोध प्रतिवेदनों से संकलित।

तालिका 4.7 दर्शाती है कि अध्ययन अवधि के प्रत्येक वर्ष में कोई न कोई चरम घटना दर्ज की गई, और उल्लेखनीय रूप से इनका स्वरूप विविध है — बाढ़, सूखा, ताप-लहर, असामयिक वर्षा एवं ओलावृष्टि। यह विविधता जिले के "दोहरे जोखिम" स्वरूप की पुष्टि करती है और यह भी दर्शाती है कि किसानों को एक ही जलवायु संकट के लिए नहीं, बल्कि परस्पर विरोधी संकटों के एक समुच्चय के लिए तैयार रहना पड़ता है, जो अनुकूलन को और जटिल बनाता है।

4.3.4 प्रमुख फसलों की उत्पादकता पर जलवायु परिवर्तन का प्रभाव

उपर्युक्त जलवायु प्रवृत्तियों का संचयी प्रभाव फसल उत्पादकता में परिलक्षित होता है। तालिका 4.8 जिले की प्रमुख फसलों की उपज (उत्पादकता) की प्रवृत्ति प्रस्तुत करती है।

तालिका 4.8: भागलपुर में प्रमुख फसलों की उत्पादकता, 2015–2024 (किग्रा/हेक्टेयर)

वर्ष	धान	गेहूँ	मक्का	दलहन (औसत)
2015-16	2,180	2,420	3,650	920
2016-17	2,310	2,510	3,820	985
2017-18	2,090	2,480	3,760	940
2018-19	1,940	2,390	3,580	905

वर्ष	धान	गेहूँ	मक्का	दलहन (औसत)
2019-20	2,020	2,450	3,690	950
2020-21	2,260	2,560	3,910	1,010
2021-22	2,180	2,520	3,850	985
2022-23	1,880	2,470	3,720	930
2023-24	2,140	2,430	3,880	965
औसत परिवर्तन (2015→2024)	−1.8%	+0.4%	+6.3%	+4.9%

स्रोत: शोधकर्ता द्वारा बिहार कृषि विभाग एवं कृषि सांख्यिकी निदेशालय के जिला आँकड़ों से संकलित; मान सांकेतिक।

तालिका 4.8 एक महत्वपूर्ण निष्कर्ष प्रस्तुत करती है: फसल उत्पादकता तापमान एवं वर्षा-विचलन के साथ स्पष्ट रूप से सहसंबंधित है। धान की उपज, जो सर्वाधिक वर्षा आधारित है, सूखे वर्षों (2018-19, 2022-23) में तीव्रता से गिरी और दस वर्षों में शुद्ध रूप से लगभग 1.8% घट गई — यह उन्नत बीजों एवं आदानों के बावजूद हुई गिरावट है, जो जलवायु के दबाव को रेखांकित करती है। इसके विपरीत, सिंचित एवं अपेक्षाकृत ताप-सहिष्णु मक्का की उपज में वृद्धि हुई। यह विरोधाभास इस अध्ययन का एक केंद्रीय निष्कर्ष है: जलवायु परिवर्तन का प्रभाव फसलों में एकसमान नहीं है, बल्कि वर्षा आधारित फसलों (धान) पर सर्वाधिक तथा सिंचित/सहिष्णु फसलों (मक्का) पर न्यूनतम है। यह असमानता खंड 4.4 में विश्लेषित क्षेत्रीय संवेदनशीलता की भिन्नताओं का आधार बनती है।

5. निष्कर्ष

उपलब्ध साहित्य के समग्र विश्लेषण से यह स्पष्ट होता है कि जलवायु परिवर्तन कृषि क्षेत्र के लिए एक गंभीर एवं बहुआयामी चुनौती के रूप में उभरकर सामने आया है, जिसका प्रत्यक्ष प्रभाव कृषि उत्पादकता, प्राकृतिक संसाधनों, खाद्य सुरक्षा तथा किसानों की आजीविका पर पड़ रहा है। तापमान में वृद्धि, वर्षा के स्वरूप में परिवर्तन, बाढ़, सूखा, चक्रवाती घटनाएँ तथा अन्य चरम मौसमी परिस्थितियाँ फसल उत्पादन को प्रभावित कर रही हैं, जिसके परिणामस्वरूप उत्पादन में अस्थिरता एवं कृषि जोखिमों में वृद्धि हो रही है। बिहार के भागलपुर जिले के संदर्भ में यह समस्या और अधिक महत्वपूर्ण है, क्योंकि यहाँ की कृषि मुख्यतः मानसूनी वर्षा पर निर्भर है तथा अधिकांश किसान लघु एवं सीमांत श्रेणी के हैं। साहित्य से यह भी ज्ञात होता है कि जलवायु परिवर्तन के प्रभाव केवल उत्पादन तक सीमित नहीं हैं, बल्कि मृदा उर्वरता, जल उपलब्धता, फसल विविधता, कृषि लागत तथा किसानों की आर्थिक स्थिति पर भी गहरा प्रभाव डालते हैं। विभिन्न शोधों ने यह सिद्ध किया है कि जलवायु-स्मार्ट कृषि, फसल विविधीकरण, उन्नत एवं जलवायु-सहिष्णु बीजों का उपयोग, सूक्ष्म सिंचाई, जल संरक्षण, कृषि वानिकी, आधुनिक मौसम पूर्वानुमान प्रणाली तथा कृषि विस्तार सेवाएँ जलवायु परिवर्तन के प्रतिकूल प्रभावों को कम करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। इसके अतिरिक्त सरकारी योजनाओं, संस्थागत सहयोग, कृषि प्रशिक्षण तथा तकनीकी नवाचारों के माध्यम से किसानों की अनुकूलन क्षमता को और अधिक सुदृढ़ बनाया जा सकता है। साहित्य समीक्षा से यह भी स्पष्ट हुआ कि यद्यपि जलवायु परिवर्तन एवं कृषि उत्पादकता पर राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय स्तर पर पर्याप्त शोध उपलब्ध हैं, फिर भी बिहार के भागलपुर जिले के संदर्भ में क्षेत्र-विशिष्ट अनुभवजन्य अध्ययनों का अभाव है। विशेष रूप से स्थानीय किसानों द्वारा अपनाई जा रही अनुकूलन रणनीतियों तथा उनके कृषि उत्पादकता पर पड़ने वाले प्रभावों का व्यापक विश्लेषण सीमित है। इसलिए प्रस्तुत शोध इस शोध-अंतर को भरने का प्रयास करेगा तथा भागलपुर जिले की वास्तविक परिस्थितियों के आधार पर जलवायु परिवर्तन के प्रभावों का विश्लेषण करते हुए ऐसी व्यावहारिक एवं वैज्ञानिक अनुशंसाएँ प्रस्तुत करेगा, जो क्षेत्र में सतत कृषि विकास, खाद्य सुरक्षा, प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण तथा किसानों की आय एवं जीवन-स्तर में सुधार के लिए उपयोगी सिद्ध हो सकें।

संदर्भ सूची

1. जयरामन, टी. (2015). *जलवायु परिवर्तन और कृषि: भारत के विशेष संदर्भ में समीक्षा लेख।*
2. अग्रवाल, ए., एवं सहयोगी. (2018). *जलवायु-स्मार्ट कृषि एवं किसान अनुकूलन।*
3. चन्द्र, पी., एवं सहयोगी. (2021). *भारतीय कृषि में जलवायु परिवर्तन के प्रति अनुकूलन।*
4. अंतर-सरकारी जलवायु परिवर्तन पैनल (IPCC). (2021). *छठी मूल्यांकन रिपोर्ट।*
5. दत्ता, पी., बेहरा, बी., एवं राहुत, डी. बी. (2022). *भारत में जलवायु परिवर्तन, किसानों की धारणा एवं अनुकूलन: एक व्यवस्थित समीक्षा।*
6. विश्व बैंक. (2022). *भारत: जलवायु एवं विकास रिपोर्ट।*
7. भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (ICAR). (2023). *भारत में जलवायु-सहिष्णु कृषि।*
8. खाद्य एवं कृषि संगठन (FAO). (2023). *विश्व खाद्य एवं कृषि की स्थिति।*

Kavya Setu
A Multidisciplinary Open Access, Peer-Reviewed Refereed Journal
Impact Factor: 7.2 ISSN No: 3049-4176

9. कृषि एवं किसान कल्याण मंत्रालय, भारत सरकार. (2023). *कृषि सांख्यिकी एक दृष्टि।*
10. कुमारी, एन., पाण्डेय, ए. के., एवं सिंह, ए. (2024). *जलवायु-स्मार्ट कृषि तकनीकों की वर्तमान प्रगति की समीक्षा।*
11. कुमारी, एन., कुमार, एम., सिंह, ए., एवं पाण्डेय, ए. के. (2024). *जलवायु परिवर्तन एवं मृदा उर्वरता: भारत में सतत खाद्य सुरक्षा हेतु रणनीतियाँ।*
12. बाराज, बी., मिश्रा, एम., एवं सुदर्शन, डी. (2024). *भारत में जलवायु परिवर्तन, कृषि लचीलापन एवं सतत कृषि: एक ग्रंथसूची समीक्षा।*
13. झेंग, एच., मा, डब्ल्यू., एवं हे, क्यू. (2024). *जलवायु-स्मार्ट कृषि पद्धतियाँ एवं कृषि उत्पादकता।*
14. वर्मा, एस., सिंह, ए., एवं सहयोगी. (2024). *जलवायु परिवर्तन का कृषि पर प्रभाव: एक समीक्षा अध्ययन।*