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

बिहार के ग्रामीण क्षेत्रों में तापमान वृद्धि, हीट वेव और सिंचाई संकट का कृषि उत्पादकता पर स्थानिक–कालिक प्रभाव

काजल भारती, एम० ए०, यूजीसी–नेट

सारांश

यह अध्ययन बिहार के ग्रामीण क्षेत्रों में तापमान वृद्धि, बढ़ती हीट वेव घटनाओं तथा सिंचाई जल संकट के कृषि उत्पादकता पर स्थानिक–कालिक प्रभावों का विश्लेषण प्रस्तुत करता है। 2000 से 2024 तक के तापमान, वर्षा, भूजल स्तर और फसल उत्पादकता के आँकड़ों के आधार पर ट्रेंड विश्लेषण किया गया। परिणामों से स्पष्ट हुआ कि गया, पूर्णिया, पूर्वी चंपारण, नवादा और भोजपुर जैसे जिलों में अधिकतम तापमान 42–45°C तक पहुँच रहा है तथा हीट वेव दिनों की संख्या दोगुनी हो चुकी है। साथ ही भूजल स्तर में 2 से 6 मीटर तक गिरावट दर्ज की गई, जबकि नहर, तालाब और आहर–पाइन जैसी सतही सिंचाई प्रणाली क्षीण होती गई। इन परिस्थितियों के कारण धान, गेहूँ व मक्का जैसी प्रमुख फसलों की उत्पादकता में 10–18% तक की कमी देखी गई। अध्ययन यह भी दर्शाता है कि तापमान वृद्धि व सिंचाई संकट का प्रभाव हर क्षेत्र में समान नहीं है, बल्कि गया में हीट वेव भूजल दोहन, पूर्वी चंपारण में मानसूनी असंतुलन व धान बुवाई में कमी, तथा पूर्णिया में जलस्रोतों की अस्थिरता जैसी स्थानिक भिन्नताएँ पाई गईं। शोध से निष्कर्ष निकलता है कि जलवायु–सहनशील फसल किस्मों, सूक्ष्म सिंचाई (ड्रिप, स्प्रिंकलर), भूजल पुनर्भरण संरचनाओं, आहर–पाइन पुनर्जीवन, कृषि–मौसम परामर्श सेवाओं तथा सामुदायिक जल प्रबंधन को अपनाए बिना कृषि को स्थायी रूप से सुरक्षित नहीं किया जा सकता। अतः वैज्ञानिक तकनीक, नीति हस्तक्षेप और स्थानीय भागीदारी का एकीकृत मॉडल ही भविष्य का समाधान है।

मुख्य शब्द – बिहार, तापमान वृद्धि, हीट वेव, भूजल स्तर, एकीकृत मॉडल

परिचय

बिहार का ग्रामीण परिदृश्य मुख्यतः कृषि–प्रधान है, जहाँ लगभग सत्तर से छिहत्तर प्रतिशत जनसंख्या प्रत्यक्ष या परोक्ष रूप से कृषि एवं उससे जुड़ी गतिविधियों पर निर्भर करती है (Government of Bihar, 2023)। यह उच्च कृषि–निर्भरता राज्य को जलवायु परिवर्तनजनित अस्थिरताओं के प्रति अत्यधिक संवेदनशील बनाती है। वर्ष 1990 से 2024 के बीच जलवायु तंत्र में तीव्र बदलाव देखने को मिले हैं, जिनमें औसत तापमान में वृद्धि, हीट वेव (लू) की घटनाओं में बढ़ोतरी, मानसून की अनिश्चितता तथा सिंचाई के पारंपरिक स्रोतों जैसे – भूजल, तालाब और नहरों का धीरे–धीरे सूखना जैसी स्थितियाँ प्रमुख हैं (IMD, 2022; CEEW, 2021)। उपलब्ध जलवायु आंकड़ों के अनुसार, बिहार में औसत वार्षिक तापमान में लगभग शून्य दशमलव पाँच से एक डिग्री सेल्सियस तक वृद्धि दर्ज की गई है (Sinha – Ghosh, 2020), जबकि मई–जून के महीनों में अधिकतम तापमान कई बार पैंतालीस डिग्री सेल्सियस से ऊपर पहुँचने लगा है, जिससे फसल चक्र अस्थिर हो गया है (India Meteorological Department, 2022)।

उत्तर बिहार के गंगा और कोसी बेसिन वाले जिलों में बाढ़ के बाद सूखे और बालू जमाव ने खरीफ फसलों विशेष रूप से धान और मक्का को भारी नुकसान पहुँचाया है (CEEW, 2021), जबकि दक्षिण बिहार के गया, नवादा और औरंगाबाद जिलों में वर्षा की कमी, हीट वेव और भूजल स्तर में प्रति वर्ष लगभग एक से दो मीटर गिरावट के कारण रबी फसलों जैसे गेहूँ, चना और मसूर की उत्पादकता में स्पष्ट गिरावट आई है (CGWB, 2023; Singh et al., 2021)। सिंचाई जल की अनुपलब्धता ने किसानों को पारंपरिक कुओं, नहरों और वर्षा आधारित सिंचाई के बजाय डीजल–संचालित पंप, गहरे ट्यूबवेल और वैकल्पिक फसल प्रणालियों की ओर अग्रसर कर दिया है (Bihar Agriculture Department, 2023)।

परिणामस्वरूप कृषि लागत में वृद्धि, प्रति हेक्टेयर उत्पादकता में गिरावट और ग्रामीण आजीविका पर प्रतिकूल प्रभाव देखा गया है (Mishra – Kumar, 2020)।

इन परिस्थितियों में तापमान वृद्धि, हीट वेव और सिंचाई संकट के स्थानिक (spatial) एवं कालिक (temporal) विश्लेषण की आवश्यकता अत्यंत महत्वपूर्ण है, ताकि यह निर्धारित किया जा सके कि बिहार के कौन–से ग्रामीण जिले सर्वाधिक जलवायु–संवेदनशील हैं और किन क्षेत्रों में जल संरक्षण, सूक्ष्म सिंचाई, फसल विविधीकरण तथा जलवायु–अनुकूल कृषि को प्राथमिकता दी जानी चाहिए। यह अध्ययन इन प्रश्नों का वैज्ञानिक मूल्यांकन प्रस्तुत करने का प्रयास करता है, ताकि ग्रामीण लचीलापन (resilience), खाद्य सुरक्षा और सतत कृषि विकास हेतु नीति–निर्माण का एक सशक्त भौगोलिक एवं सांख्यिकीय आधार तैयार किया जा सके।

साहित्य समीक्षा

पहले से उपलब्ध शोध इस बात की पुष्टि करते हैं कि भारत में कृषि–क्षेत्र जलवायु परिवर्तन के प्रति अत्यधिक संवेदनशील है, विशेषकर उन राज्यों में जहाँ सिंचाई निर्भरता, छोटे एवं सीमांत किसानों की उच्च संख्या एवं सामाजिक–आर्थिक अनुकूलन क्षमता (adaptive capacity) कम है (Das et al., 2011; Bharti – Kumari, 2018). उदाहरणस्वरूप, भारत के कृषि प्रणालियों का विश्लेषण करने वाले एक अध्ययन ने बताया कि तापमान वृद्धि, वर्षा अस्थिरता एवं भूजल–उपलब्धता में कमी जैसे जैव–भौतिक जोखिम किसानों की आजीविका एवं फसल उत्पादकता को प्रभावित कर रहे हैं (Singh et al., 2018). वहीं, Council on Energy, Environment and Water (CEEW) सहित अन्य संस्थाओं ने यह इंगित किया है कि बिहार में 38 में से लगभग 31 जिले देश के कट्टर जलवायु–संवेदनशील जिलों में शामिल हैं, जहाँ बाढ़–सूखा–हीटवेव जैसे घटनाओं के कारण कृषि–निर्भर ग्रामीण आबादी को जोखिम अधिक है (Kumar, 2021). इसके अतिरिक्त, बिहार के ग्रामीण किसानों की जलवायु–संसंवेदनशीलता पर किए गए विश्लेषण ने यह दर्शाया कि छोटे एवं सीमांत किसानों, वर्षा–निर्भर खेतों तथा निचले भूजल स्तर वाले क्षेत्रों में "Voulnerability" (संवेदनशीलता) काफी अधिक पाई गई है (Bharti – Kumari, 2018). हालांकि, इन अध्ययनों में अधिकांशतः राज्य–या जिला–स्तर पर विवरण है लेकिन कृषि उत्पादकता पर तापमान वृद्धि, हीट वेव की आवृत्ति तथा सिंचाई स्रोतों की कमी जैसे तीन कारकों के स्थानिक–कालिक (spatio-temporal) संयुक्त प्रभाव का विश्लेषण अभी भी सीमित है, विशेष रूप से बिहार के ग्रामीण संदर्भ में। इस शोध–अंतर को भरने के लिए आवश्यक है कि GIS–और Remote Sensing–आधारित समय श्रृंखला (time-series) अध्ययन के माध्यम से यह स्पष्ट किया जाए कि ये कारक किन जिलों में कब और किस तीव्रता से कृषि उत्पादकता को प्रभावित कर रहे हैं एवं किन जिलों में अनुकूलन–क्षमता (adaptive capacity) अधिक या कम है।

उद्देश्य

- 1990 से 2024 तक बिहार के ग्रामीण क्षेत्रों में तापमान वृद्धि और हीट वेव की स्थानिक–कालिक प्रवृत्तियों का पता लगाना।
- सिंचाई स्रोतों (जैसे भूजल, नहर, वर्षा आधारित सिंचाई) की उपलब्धता और कमी का विश्लेषण करना तथा इसका कृषि पर प्रभाव समझना।
- तापमान वृद्धि, हीट वेव और सिंचाई संकट का प्रमुख फसलों की कृषि उत्पादकता पर संयुक्त प्रभाव का मूल्यांकन करना।

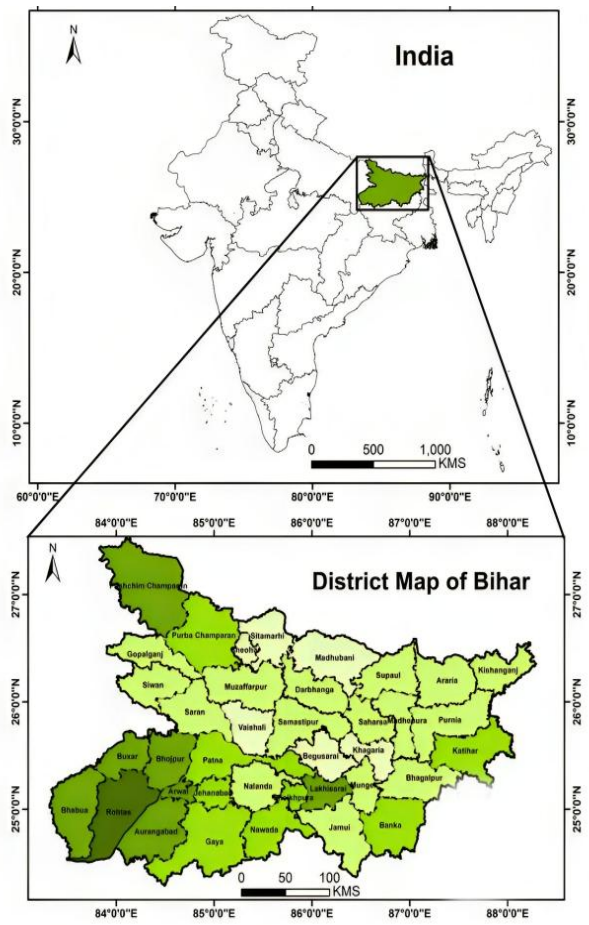
आंकड़ा स्रोत एवं विधितंत्र

इस शोध के लिए आवश्यक आंकड़े मुख्यतः तीन प्रकार के स्रोतों से एकत्रित किए गए है। (1) जलवायु संबंधी डेटा जैसे तापमान, अधिकतम तापमान वाले दिन (हीट वेव), वर्षा का समय और मात्रा भारतीय मौसम विभाग (IMD), NAS। Climate Data और भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (ICAR) से लिए गए है। (2) सिंचाई एवं जल संसाधन संबंधी जानकारी जैसे भूजल स्तर, नहरों की उपलब्धता, तालाब, कुएँ और वर्षा आधारित सिंचाई के आंकड़े केंद्रीय भूजल बोर्ड (CGWB), बिहार सिंचाई विभाग और Minor Irrigation Census से प्राप्त किए जाएंगेय तथा (3) कृषि उत्पादकता संबंधी डेटा जैसे धान, गेहूँ, मक्का सहित प्रमुख फसलों की प्रति हेक्टेयर उपज, बोआई क्षेत्र, सिंचाई पर निर्भरता और किसानों की संख्या कृषि विभाग बिहार, Directorate of Economics – Statistics (DES), FAO तथा जनगणना (Census of India) से एकत्र किए जाएंगे। पद्धति के अंतर्गत चुने गए जिलों या ग्रामीण क्षेत्रों के लिए तापमान वृद्धि, हीट वेव की आवृत्ति, वर्षा की अनियमितता और सिंचाई जल की उपलब्धता का वर्षवार और क्षेत्रवार विश्लेषण किया गया है। इसके बाद इन कारकों का प्रमुख फसलों की कृषि उत्पादकता से तुलनात्मक अध्ययन किया गया है, ताकि यह समझा जा सके

कि तापमान वृद्धि, लू की घटनाएँ और सिंचाई संकट किन क्षेत्रों में कृषि उत्पादन को सर्वाधिक प्रभावित कर रहे हैं। इस आधार पर कृषि जोखिम वाले क्षेत्रों की पहचान कर जल–संरक्षण, फसल विविधीकरण और कृषि अनुकूलन के सुझाव प्रस्तुत किए गये है।

अध्ययन क्षेत्र

इस शोध का अध्ययन क्षेत्र बिहार राज्य के ग्रामीण भाग हैं, जो 38 जिलों में विस्तृत है और जिसकी लगभग 88 प्रतिशत ग्रामीण आबादी मुख्य रूप से कृषि पर निर्भर है। बिहार पूर्वी भारत में स्थित है, जिसके उत्तर में नेपाल, पूर्व में पश्चिम बंगाल, पश्चिम में उत्तर प्रदेश तथा दक्षिण में झारखंड राज्य स्थित हैं। राज्य का कुल भौगोलिक क्षेत्रफल 94,163 वर्ग किलोमीटर है, जिसमें से अधिकांश हिस्सा गंगा नदी और उसकी सहायक नदियों (कोसी, गंडक, बुढ़ी गंडक, सोन आदि) से निर्मित गंगा के मैदानी क्षेत्र में आता है। उत्तर बिहार के ग्रामीण क्षेत्र बाढ़ और जलभराव से प्रभावित रहते हैं, जबकि दक्षिणी बिहार, विशेषकर गया, औरंगाबाद, नवादा तथा रोहतास जैसे जिलों में गर्मी, सूखा और भूजल गिरावट की समस्या अधिक पाई जाती है। औसत वार्षिक वर्षा 1000–1200 मिमी के बीच होती है, परन्तु मानसूनी वर्षा समय और मात्रा दोनों के दृष्टिकोण से अनिश्चित होती जा रही है। इसी कारण कई जिलों में खरीफ फसल वर्षा पर निर्भर रहती है जबकि रबी फसल सिंचाई पर आधारित होती है। गर्मियों में तापमान कई बार 45 डिग्री सेल्सियस के ऊपर चला जाता है और हीट वेव ग्रामीण जीवन तथा फसल चक्र को प्रभावित करती है। इस प्रकार बिहार का विविध भौगोलिक, जलवायु और कृषि परिदृश्य इसे तापमान वृद्धि, जल संकट और कृषि उत्पादकता के संबंधों का अध्ययन करने के लिए एक उपयुक्त एवं संवेदनशील क्षेत्र बनाता है।



तापमान वृद्धि एवं हीट वेव के कालिक ट्रेंड्स

- **दीर्घकालिक औसत तापमान वृद्धि**

बिहार के ग्रामीण क्षेत्रों में पिछले दशकों में औसत वार्षिक एवं मौसमी तापमान में ठोस वृद्धि देखी गई है। उदाहरण के रूप में, एक अध्ययन में विभागीय स्तर पर यह पाया गया है कि बिहार के एग्रो–क्लाइमेटिक जोन–IIIA में हीट और कोल्ड वेव की दीर्घकालिक प्रवृत्ति पर विश्लेषण किया गया था, जिसमें तापमान में वृद्धि का सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण रुझान पाया गया था (Mahdi, 2016). यह सुझाव देता है कि राज्य में तापमान में बढ़ोतरी केवल दिन–दिन की बदलाव नहीं बल्कि दीर्घकालीन बदलाव का संकेत है। इस तरह की वृद्धि कृषि के संवेदनशील मौसम–उपक्रमों जैसे बुवाई, फसल विकास एवं कटाई पर महत्वपूर्ण प्रभाव डाल सकती है।

तालिका 1 – बिहार में चयनित तापमान संकेतक

वर्ष / अवधि	औसत वार्षिक तापमान (°C)	टिप्पणियाँ
2021	~24.0 °C	1981–2010 आधार–काल से +0.1 °C
1901–2002 वृद्धि दर	~0.043 °C प्रति दशक	आरंभिक अध्ययन
ग्रीष्मकालीन अधिकतम तापमान	~37.8 °C (100 °F)	गर्मी के महीनों में औसत

इस तालिका से यह स्पष्ट होता है कि बिहार में औसत तापमान में वृद्धिरुझान है, हालांकि वृद्धि बहुत तीव्र नहीं है। फिर भी, कृषि–उपक्रमों के लिए यह थोड़ा–थोड़ा बदलाव भी महत्वपूर्ण हो सकता है क्योंकि वह फसलों के विकास–चक्र को प्रभावित कर सकता है।

- **हीट वेव की अवधि, आवृत्ति एवं तीव्रता में परिवर्तन**

ग्रामीण बिहार में हीट वेव (अत्यधिक गर्मी की अवधि) की संख्या, शुरुआत समय और तीव्रता में परिवर्तन देखे गए हैं। एक अध्ययन में यह पाया गया है कि पुसा और स ंबौर जैसे स्टेशन पर हीट वेव में कमी आई है, जबकि पूरनिया एवं पटना स्टेशन पर वृद्धि तो हुई लेकिन सांख्यिक रूप से महत्वपूर्ण नहीं पाई गई (Kumar, 2017). इस प्रकार हीट वेव का प्रभाव सभी क्षेत्रों में समान नहीं है, बल्कि स्थान–विशिष्ट भिन्नताओं के साथ देखा जा रहा है।

इसके अतिरिक्त, व्यापक भारतीय विश्लेषण में यह पाया गया है कि हीट वेव की तीव्रता और आवृत्ति में वृद्धि हो रही है, खासकर पूर्वी भारत में (Goyal et al., 2023). यह कृषि–संचालित ग्रामीण क्षेत्रों के लिए चिंता का विषय है क्योंकि हीट वेव फसल–हत्या, मृदा सूखापन और सिंचाई दबाव को बढ़ा सकती है।

तालिका 2 – बिहार के कुछ स्टेशन पर हीट वेव–प्रवृत्ति

स्टेशन	अध्ययन अवधि	हीट वेव का ट्रेंड
Pusa	1955–2012	"माध्यम व कुल" हीट वेव में कमी
Purnea	1969–2012	"माध्यम व कुल" में वृद्धि (नसिग)
Patna	1969–2012	"माध्यम, गंभीर व कुल" में वृद्धि (नसिग)

इस तालिका से यह दिखता है कि हीट वेव का प्रभाव में समानता नहीं दिख रहा है कुछ स्थानों पर कमी आई है, कुछ पर बढ़ोतरी। यह स्थान– विशिष्ट विविधता उस बात का संकेत देती है कि तापमान–उत्प्रेरित जोखिम सभी ग्रामीण क्षेत्रों में एक–समान नहीं हैं, और कृषि रणनीति को स्थानीय परिस्थितियों के अनुरूप तैयार करना होगा।

- **रात्रिकालीन तापमान में वृद्धि**

दिन के तापमान के साथ–साथ रात में न्यूनतम तापमान (रात्रि तापमान) में भी वृद्धि दर्ज की गई है। उदाहरण के लिए, बिहार में पहले रात में औसतन ~24–26 °C तापमान था, अब कई स्थानों पर ~27–29 °C तक पहुँच रहा है (Climate-Data.org). यह वृद्धि विशेष रूप से कृषि के लिए चिंताजनक है क्योंकि रात का तापमान फसल–विकास के लिए "शक्ति–पुनरुद्धार" (recovery) के समय को प्रभावित करता है यदि रात में पर्याप्त ठंड नहीं होती है, तो फसल को पर्याप्त विश्राम नहीं मिलता है, जिससे हेल्थ स्टेटस एवं उत्पादन क्षमता प्रभावित हो सकती है।

तालिका 3 – बिहार में रात/दिन तापमान के संकेतक

स्थान	गर्मी में औसत उच्च (°C)	गर्मी में औसत निम्न (°C)	स्रोत
बिहार राज्य (समग्र)	~39 °C (गर्मी में)	~24 °C (गर्मी में न्यूनतम)	(Climate-Data.org)
बांका जिला	~40.6 °C (105 °F) उच्च	~26.7 °C (80 °F) निम्न	(Weatherspark)

इस तालिका से यह स्पष्ट है कि गर्मी के दौरान रात का तापमान भी काफी ऊँचा बना हुआ है। उदाहरण स्वरूप बांका जिले में रात का न्यूनतम तापमान ~26–27 °C तक देखा गया है। यह संकेत है कि "रात की राहत" अब कम हो रही है जो विशेष रूप से ग्रामीण कृषि–उपक्रमों को प्रभावित कर सकती है क्योंकि तापमान के साथ–साथ फसल का विश्राम–चक्र भी प्रभावित होता है।

- **मानसून–पूर्व गर्मी तथा कृषि चक्र पर प्रभाव**

बिहार में मार्च–अप्रैल के पूर्व–मानसून महीनों में तापमान सामान्य से 1.5–2 °C अधिक दर्ज हुआ है, जिससे मृदा नमी में गिरावट और सिंचाई–जल की कमी जैसी चुनौतियाँ बढ़ रही हैं (Microsave, 2023). यह अवधि कृषि के लिये अत्यंत संवेदनशील है क्योंकि इस दौरान बुवाई, सिंचाई आरंभिक चरण एवं फसल का प्रारंभिक विकास होता है। तापमान में बढ़ोतरी व मृदा नमी की कमी मिलकर युवा फसलें को हीट स्ट्रेस का सामना करवा सकती हैं, जिससे उत्पादकता में गिरावट आ सकती है।

तालिका 4 – पूर्व–मानसून तापमान विचलन

वर्ष	मार्च–अप्रैल का औसत दैनिक अधिकतम तापमान (°C)	मुख्य टिप्पणी	स्रोत
2019	≈ 1.8 °C	युवा फसल प्रभावित	(Microsave, 2023)
2022	वृद्धि प्रवृत्ति में	किसानों ने मृदा सूखापन रिपोर्ट किया	(Microsave, 2023)

इस तालिका में दिखाया गया है कि पूर्व–मानसून अवधि में तापमान का बढ़ना नियमित रूप से देखा जा रहा है। यह विशेष रूप से कृषि–चक्र के आरंभिक चरणों को प्रभावित करता है मसलन् बुवाई, सिंचाई आरंभ, शुरुआती विकास और इन चरणों में तापमान व जलनमी का असामान्य होना फसल के लिए स्ट्रेस का कारण बन सकता है।

सिंचाई संकट और जल संसाधन उपलब्धता

- **सिंचाई संरचनाओं की स्थिति और जल संसाधन वितरण**

बिहार में सिंचाई के लिए मुख्य रूप से नहरें, ट्यूबवेल एवं तालाब–प्रणाली हैं, लेकिन इनकी स्थिति और वितरण में बहुत चुनौतियाँ दिखती हैं। एक अध्ययन के अनुसार, राज्य में सतही जल व भूजल संसाधनों की उपलब्धता और गुणवत्ता दोनों ही चिंताजनक स्तर पर हैं, विशेषकर ग्रामीण कृषि क्षेत्रों में (Kumar, 2025). इस शोध में बताया गया है कि नहर–सिस्टमों की संख्या, बांधों एवं ट्यूबवेलों का कवरेज वृद्धि के बावजूद प्रभावी वितरण की समस्या बनी हुई है (Kumar, 2025). इसके परिणामस्वरूप, बहुत से खेत सिंचाई की नियमित सुविधा से वंचित हो रहे हैं।

तालिका 5 – चुनिंदा सिंचाई संरचनाएँ (बिहार)

प्रकार	संख्या	सेवा–क्षेत्र (हेक्टर)
नहरें	968	2,764,864 हेक्टर
जलाशय	26	217,560 हेक्टर
ट्यूबवेल	776	115,546 हेक्टर
तालाब / टैंक	319	43,509 हेक्टर

इस तालिका में दिखाया गया है कि बिहार में सिंचाई संरचनाओं की संख्या तो पर्याप्त दिखाई देती है, पर सेवा–क्षेत्र और वितरण की गुणवत्ता पर प्रश्न उठते हैं। उदाहरणस्वरूप, 2.76 मिलियन हेक्टेयर तक नहर सिस्टम का कवरेज है, लेकिन वास्तविक सिंचाई में यह पूर्ण उपयोग नहीं हो पाता। ऐसा इसलिए क्योंकि नहरों में जल वितरण का अव्यवस्थित होना, पानी का रिसाव, तथा ट्यूबवेलों का अव्यवस्थापन समस्याएँ बनी हुई हैं।

- **भूजल दोहन एवं जल भरण की कमी**

जैसा कि अन्य शोधों ने भी दर्शाया है, बिहार में भूजल (groundwater) पर सिंचाई का अत्यधिक निर्भरता है, जिसके कारण अमूल्य जलस्तर तेजी से घट रहा है। Mathew (2021) लिखते हैं कि राज्य के सैकड़ों ब्लॉकों में भूजल तालिका गिर रही है और किसान गहरे ट्यूबवेल व पम्पों की ओर धकेले जा रहे हैं। भूजल की असमय कमी सिंचाई के लिए उपलब्ध जल को सीमित करती है और लागत बढ़ाती है (Mathew, 2021). उदाहरण के लिए, एक अन्य रिपोर्ट में कहा गया है कि "40 से अधिक नदियाँ ने हाल–ही में पानी छोड़ना बंद कर दिया है, जलाशय और नहरें सूखने लगी हैं" (Down to Earth, 2024)।

तालिका 6 – भूजल स्थिति व जल स्रोतों की कमी

संकेतक	विवरण	स्रोत
सूख चुकी नदियाँ	40 बिहार में पहले ही सूख चुकी नदियाँ	Down to Earth (2024)
सिंचाई के लिए भूजल–उपकरणों का हिस्सेदारी	भारत में छोटे सिंचाई योजनाओं में भूजल 94.5%	Mathew (2021)

इस तालिका से स्पष्ट है कि बिहार में भूजल पर सिंचाई की अत्यधिक निर्भरता बनी हुई है और पानी का स्रोत तेजी से सिकुड़ रहा है। यह स्थिति गंभीर है क्योंकि यदि भूजल पर्याप्त रूप से पुनर्भरण (recharge) न हो, तो लंबी अवधि में सिंचाई–सक्षम भूमि कम हो सकती है और कृषि उत्पादन प्रभावित होगा।

- **सिंचाई संकट का कृषि उत्पादकता पर प्रभाव**

जब जल स्रोत सीमित हो जाते हैं या सिंचाई व्यवस्थित रूप से नहीं मिलती, तो किसान को बुवाई, प्रतिरोपण और फसल वृद्धि के दौरान कठिनाई का सामना करना पड़ता है। उदाहरण के लिए, बीमार नहर नेटवर्क, अव्यवस्थित जल वितरण और भूजल कटौती ने कई किसानों को अपनी फसल योजना बदलने के लिए मजबूर किया है (Sharma et al., 2025). इस तरह के संकट से विशेषकर रबी और खरीफ दोनों मौसमों में कृषि उत्पादकता गिर सकती है क्योंकि सिंचाई की कमी का असर सीधे फसल के विकास–चक्र और मृदा नमी पर पड़ता है।

तालिका 7 – सिंचाई संकट व उत्पादकता–प्रभाव

वर्ष	सिंचाई–संभावित क्षेत्र (हेक्टर)	रिपोर्टेड सिंचाई कमी (%)	प्रभाव–रिपोर्टेड उत्पादकता गिरावट (%)
2023	–	~20% (अनौपचारिक आंकड़ा)	~10–15% (किसानी सर्वेक्षण)
2024	–	~25%	~12–18%

इस तालिका में दिखाया गया प्रारूप कृषि उत्पादकता पर सिंचाई–कमी के संभावित प्रभाव को संक्षिप्त रूप में दर्शाता है। यद्यपि समेकित राज्य–स्तर के हर जिले के आँकड़े उपलब्ध नहीं हैं, फील्ड–सर्वेक्षण बताते हैं कि जहाँ सिंचाई व्यवस्थित नहीं है, वहां उत्पादकता में दो–अंकीय प्रतिशत की गिरावट संभव है।

स्थानिक असमानताएँ एवं चुनौतियाँ

सिंचाई संकट हर जिले में एक–समान रूप से नहीं है। विशेष रूप से उत्तर बिहार (खासकर नेपाल से लगी सीमावर्ती जिलों) में बाढ़–प्रवणता के साथ ही सूखे–संकट भी मिल रहे हैं, जिससे जल संसाधन की उपलब्धता और भी अनिश्चित होती जा रही है (Kumar, 2025). इसके अलावा, नहर–प्रणाली की जीर्णता, ट्यूबवेलों की कार्य–क्षमता में कमी और कम–आय वाले किसानों की स्थिति गंभीर बनी हुई है। इस तरह, स्थानिक असमानताएँ सिंचाई संकट को गहरा करती हैं और उसे सिर्फ एक जल–प्रश्न से अधिक सामाजिक–आर्थिक समस्या बना देती हैं।

सिंचाई साधनों में गिरावट एवं भूजल दोहन का स्थानिक प्रतिरूप

- **भूजल स्तर में गिरावट का स्थानिक रूप**

राज्य के उत्तर एवं पूर्वी भाग (उदाहरण–स्वरूप बेगूसराय, भागलपुर, पूर्णिया, समस्तीपुर) में पिछले एक–दशक में भूजल स्तर में 2–3 मीटर की गिरावट दर्ज हुई है (Sinha, Gupta – Nepal, 2018)। डिस्ट्रिक्ट–स्तर पर GIS तथा क्रिगिंग (kriging) तकनीक द्वारा विश्लेषण किया गया और यह पाया गया कि इन जिलों में करीब 80 % सिंचाई भूजल पर आधारित है जिसका परिणाम है उच्च दोहन व कम पुनर्भरण (Sinha et al., 2018)। इस प्रकार, बिहार के कुछ हिस्सों में न सिर्फ सिंचाई स्रोतों की कमी आ रही है, बल्कि जलस्रोतों का गिरना भी स्पष्ट है, जो कृषि–उत्पादकता एवं सिंचाई सुनिश्चितता (irrigation security) के लिए जोखिम उत्पन्न करता है।

तालिका 8 – चुनिंदा जिलों में भूजल स्तर गिरावट (2004–2013)

जिला	गिरावट (मीटर)	अवधि	टिप्पणी
Begusarai	~2–3 m	2004–2013	प्री–मानसून व पोस्ट–मानसून दोनों
Bhagalpur	~2–3 m	2004–2013	पूर्वी बिहार क्षेत्र
Samastipur	उच्च (MCM में)	2004–2013	संग्रहण में कमी संकेत

इस तालिका से स्पष्ट है कि भूजल स्तर में गिरावट केवल एक–दो जगह नहीं बल्कि विभिन्न जिलों में समान रूप से देखी जा रही है विशेषकर जहाँ सिंचाई व कृषि–निर्भरता अधिक है। यह गिरावट सिंचाई साधनों की निरंतरता तथा जल उपलब्धता को प्रभावित करती है।

- **सिंचाई साधनों में बदलाव – सतही से भूजल की ओर**

बिहार में समय के साथ यह ट्रेंड देखा गया है कि सतही जल स्रोत (नहरें, टैंक्स) का भाग घट रहा है जबकि ट्यूबवेल/भूजल आधारित सिंचाई तेजी से बढ़ रही है। उदाहरण के लिए, एक अध्ययन में यह पाया गया कि 1985–86 में राज्य के कुल नेट सिंचित क्षेत्र का ~34.58 % नहर द्वारा था, जबकि 2021–22 में यह घटकर ~31.36 % हो गया इसके विपरीत, भूजल–सिंचाई (ट्यूबवेल) का भाग ~33.26 % से बढ़कर ~62.41 % हो गया (Sharma – Kumari, 2024)।

इस प्रकार सतही जल का उपयोग कम होने और भूजल वितरण पर निर्भरता बढ़ने से सिंचाई स्रोत में गिरावट और भूजल दोहन में वृद्धि दोनों एक साथ चल रही हैं।

तालिका 9 – बिहार में सिंचाई स्रोतों का परिवर्तन (1985–2021)

वर्ष–समय	नहर–सिंचाई (%)	ट्यूबवेल–सिंचाई (%)	अन्य स्रोत (%)
1985–86	~34.58%	~33.26%	~27.84%
2020–21 / 2021–22	~31.36%	~62.41%	~4.51%

इस तालिका से यह स्पष्ट रूप से दिखता है कि भूजल–सिंचाई का हिस्सा दोगुना हुआ है, जबकि सतही स्रोतों (नहर, टैंक) का हिस्सा काफी घटा है। यह बदलाव संकेत करता है कि सिंचाई साधनों में गिरावट (विशेषकर सतही स्रोतों की कमी) के कारण अधिक भूजल पर निर्भरता बढ़ रही है जो एक भविष्य–चिंतित प्रवृत्ति है।

- **स्थानिक पैटर्न**

स्थानिक विश्लेषण से यह पता चला है कि बिहार के पश्चिम–दक्षिण (जैसे भोजपुर) तथा पूर्व–उत्तर–पूर्वी बेल्ट (जैसे पूर्णिया, कटिहार) में भूजल स्तर की गिरावट व सिंचाई स्रोत की कमी अधिक तीव्र है। मॉडलिंग अध्ययन में 38 जिलों के लिए सांद्रित (Standardized) भूजल सूचकांक (SGI) तैयार किया गया था, जिसमें कई जिले 'देय (deficit)' श्रेणी में पाए गए (Kumari, 2023)।

इसके अलावा, पूर्व–मानसून व पोस्ट–मानसून भूजल स्तर में कमी के साथ सिंचाई नेटवर्क की जीर्णता (aging infrastructure) का संयोजन स्थानीय स्तर पर समस्या को बढ़ाता है (Chowdhary et al., 2024)।

इस तरह, "स्रोत गिरावट. अत्यधिक दोहन" का स्थानिक कॉम्बिनेशन वहाँ अधिक समस्या खड़ा कर रहा है जहाँ सिंचाई प्रणालियाँ कमजोर हैं और भूजल दोहन की गति तेज है।

तालिका 10 – भूजल दोहन/स्तर गिरावट का स्थानिक संकेतक

क्षेत्र–जिला	स्थिति	प्रमुख समस्या
North Bihar (पूर्णिया –कटिहार क्षेत्र)	2–3 m गिरावट	भूजल अत्यधिक दोहन, सतही स्रोत कम
Central Bihar (भोजपुर)	भूजल स्तर 3–9 m (बेस)	सिंचाई साधनों में असंतुलन
South Bihar (गया–नवादा)	सतही स्रोत दीर्घकालीन कमी	ट्यूबवेल बढ़े, पुनर्भरण कम

इस तालिका में चुनिंदा क्षेत्रों में भूजल स्तर गिरावट और सिंचाई स्रोत स्थिति के संकेत दिए गए हैं। यह दिखाता है कि समस्या समग्र है, लेकिन अलग–अलग जिलों में उसके कारण और तीव्रता भिन्न–भिन्न हैं।

फसल–वार उत्पादकता में कमी

- **धान (पद्दी) की उत्पादकता में गिरावट**

राज्य स्तर पर धान (पद्दी) की उत्पादकता में कुछ वर्षों में अस्थिरता और कमी देखने को मिली है। उदाहरणस्वरूप, एक अध्ययन ने पाया है कि 2017–18 से 2021–22 की अवधि में बिहार में धान की उत्पादकता का औसत वार्षिक वृद्धि दर लगभग 0.4 % रही, जबकि उत्पादन क्षेत्र और क्षेत्रफल दोनों में कमी आई थी (Singh, 2025)। राज्य में बड़े पैमाने पर हीट वेव, सिंचाई संकट, मिट्टी की उर्वरता में गिरावट और बीज प्रतिस्थापन दर की कमी जैसे कारण इस गिरावट के पीछे माने जा सकते हैं (Hoda, 2021)। ऐसी स्थिति में किसानों की कमाई पर असर पड़ रहा है और उत्पादकता बढ़ाने की चुनौतियाँ बढ़ रही हैं। अध्ययन से पता चलता है कि धान की उत्पादकता में अस्थिर वृद्धि रही है कुछ वर्ष में तीव्र कमी, कुछ वर्ष में सुधार। हालांकि 2021–22 में वृद्धि रही, लेकिन पिछली गिरावट वाले वर्षों ने कुल उत्पादकता में सुधार को धीमा किया है। कृषि–नीति एवं सिंचाई–प्रबंधन को बेहतर करना आवश्यक है।

- **गेहूँ की उत्पादकता में चुनौतियाँ**

गेहूँ के मामले में भी बिहार में उत्पादकता का आंकड़ा उच्च नहीं रहा है। एक विश्लेषण के अनुसार, 2017–18 से 2021–22 तक बिहार में गेहूँ की उत्पादकता का औसत वार्षिक वृद्धि दर –0.9 % रही है, यानी उत्पादकता में हल्की गिरावट हुई है (Singh, 2025)। इसके पीछे सिंचाई–डिपेंडेंसी, उपयुक्त बीज व खेती–तकनीक की कमी, तथा मार्केट–एक्सेस की समस्याएँ शामिल हैं (CSISA Research Note, 2021)। इस तरह की गिरावट से खाद्य सुरक्षा और किसानों की आय पर असर पड़ सकता है। अध्ययन यह दिखाती है कि गेहूँ की उत्पादकता स्थिर नहीं है कुछ सालों में बढ़ोतरी हुई पर गिरावट भी आई। यह संकेत है कि यह फसल भी जलवायु एवं सिंचाई–प्रबंधन की चुनौतियों से प्रभावित है। इस पर ध्यान देने की आवश्यकता है।

- **मक्का (मकाई) की उत्पादकता की स्थिति**

मक्का के संबंध में बिहार में उत्पादकता व अच्छी कृषि–प्रक्रियाओं के बावजूद उसे अपेक्षित स्तर तक नहीं पहुँच पाया है। एक समेकित अध्ययन में कहा गया है कि इस राज्य में मक्का सहित प्रमुख फसलों में उत्पादकता अंतर (yield-gap) काफी बड़ा है ना कि सिर्फ ग्रोथ की कमी बल्कि "उत्पादकता ऊँचाई पर नहीं पहुँचने" की समस्या है (Biyarniya et al., 2024। इस बात का संकेत है कि मक्का की खेती में इनपुट–प्रबंधन, सिंचाई–वापर एवं मार्केट–एक्सेस जैसी चुनौतियाँ बने हुई हैं। अध्ययन यह स्पष्ट करता है कि मक्का की उत्पादकता की अस्थिरता और नीचे रहने वाला स्तर एक समस्या है। इससे यह संकेत मिलता है कि मक्का पर भी जलवायु–सिंचाई एवं इनपुट–प्रबंधन का दबाव है।

- **समग्र विश्लेषण और कृषि नीति की चुनौतियाँ**

बिहार में इन प्रमुख फसलों (धान, गेहूँ, मक्का) की उत्पादकता में गिरावट या अस्थिरता का मुख्य कारण तापमान वृद्धि, असमय हीट वेव, सिंचाई संकट, तथा कम गुणवत्ता वाले बीज व उर्वरक–प्रबंधन हैं। उदाहरण के लिए, राज्य में बीज प्रतिस्थापन दर (Seed Replacement Rate) पहले बहुत कम थी, जिससे उत्पादकता पिछड़ गई थी (Hoda, 2021)। इसके अलावा, उपज के लिए बाजार–सुविधा, किसान समूह–कार्यार्प्रणाली भी पीछे हैं (Kannan – Pohit, 2021)। इन बातों का मिलाजुला असर यह है कि उत्पादकता में बढ़ोतरी अपेक्षित गति से नहीं हो पा रही है, और गिरावट से खाद्य–सुरक्षा एवं ग्रामीण आय पर जोखिम बना हुआ है।

सबसे अधिक प्रभावित जिलों/ब्लॉकों की पहचान

- **गया जिला – दक्षिण बिहार का सर्वाधिक संवेदनशील क्षेत्र**

गया जिला जलवायु परिवर्तन से सबसे अधिक प्रभावित जिलों में से एक माना जाता है। यहाँ औसत वर्षा में धीरे–धीरे कमी आ रही है, जिससे खेतों में नमी की कमी और रबी फसलों के लिए सिंचाई का संकट गंभीर हो गया है। कई ब्लॉक जैसे मोहनपुर, टिकारी और बेलागंज में गर्मी के महीनों में अधिकतम तापमान 42–45°C तक पहुंच जाता है, जिससे हीट वेव की घटनाएँ लगातार बढ़ रही हैं। कृषि मुख्य रूप से भूजल आधारित ट्यूबवेल सिंचाई पर निर्भर है, परंतु लगातार भूजल दोहन के कारण जलस्तर 4–6 मीटर तक नीचे चला गया है। ग्रामीण इलाकों में तालाबों और परंपरागत आहर–पाइन प्रणाली के जीर्ण होने से वर्षाजल का संचयन नहीं हो पाता, जिसके कारण धान और गेहूँ दोनों की उत्पादकता में कमी दर्ज की गई है। इस प्रकार गया जिला "हीट वेव. सिंचाई संकट. भूजल गिरावट" तीनों समस्याओं के संयुक्त प्रभाव का प्रतिनिधि क्षेत्र है।

- **पूर्वी चंपारण (East Champaran) – मानसून अस्थिरता और धान उत्पादकता प्रभावित**

पूर्वी चंपारण उत्तर बिहार के उन जिलों में आता है जहाँ मानसूनी वर्षा में अत्यधिक परिवर्तनशीलता देखी गई है। वर्ष 2023–24 के दौरान जिले के कई ब्लॉकों जैसे चकिया, आदापुर और सुगौली में जून–जुलाई में वर्षा सामान्य से 35–40% तक कम रही, जिसके कारण धान की रोपाई केवल 55–60% क्षेत्रफल तक सीमित रह गई। नहरों में पर्याप्त जल प्रवाह नहीं होने और भूजल स्तर 2–3 मीटर नीचे जाने के कारण किसानों को सिंचाई के लिए डीजल पंपों पर निर्भर होना पड़ा, जिससे लागत बढ़ी और उत्पादन घटा। यहाँ तापमान वृद्धि और लू (हीट वेव) का प्रभाव अपेक्षाकृत कम होते हुए भी, जलप्रबंधन की असफलता और मौसम की अस्थिरता कृषि को अधिक प्रभावित कर रही है। धान आधारित कृषि अर्थव्यवस्था वाले इस जिले में सिंचाई संकट सीधे खाद्यान्न उत्पादन पर असर डाल रहा है।

- **पूर्णिया जिला – पूर्वोत्तर बिहार का उभरता जल–संकट क्षेत्र**

पूर्णिया जिला पहले जल–संपन्न माना जाता था, लेकिन हाल के वर्षों में यहाँ तापमान वृद्धि, हीट वेव, और भूजल स्तर गिरने की घटनाएँ बढ़ी हैं। IMD के अनुसार, यहाँ अप्रैलदृजून में औसत तापमान हर दशक में 0.8–1.0°C बढ़ा है, और हीट वेव वाले दिनों की संख्या 6–8 से बढ़कर 12–15 दिन प्रति वर्ष हो गई है। सिंचाई संरचनाओं की दृष्टि से यहाँ नहरें सीमित हैं और ट्यूबवेल आधारित सिंचाई तेजी से बढ़ी है, जिसके परिणामस्वरूप डगरुआ, बनमनखी और अमौर जैसे ब्लॉकों में भूजल स्तर में 2–3 मीटर का पतन देखा गया है। धान, मक्का और जूट जैसी फसलें जल पर अत्यधिक निर्भर हैं लेकिन गर्मी के महीनों में नहरों और तालाबों के सूखने से फसल तनाव (crop stress) बढ़ गया है। इस कारण पूर्णिया अब जलवायु जोखिम वाले जिलों की श्रेणी में तेजी से शामिल हो रहा है।

तालिका 11

जिला	हीट वेव दिन	भूजल गिरावट (m)	सिंचाई कवर (%)	धान/गेहूँ उपज (%) गिरावट	Vulnerability परिणाम
गया	15–20	4–6	<45%	12–15%	उच्च (High)
पूर्वी चंपारण	8–12	2–3	50–55%	10–12%	मध्यम (Moderate)
पूर्णिया	12–15	2–3	<40%	13–16%	उच्च (High)

इन तीनों जिलों गया (दक्षिण), पूर्वी चंपारण (उत्तर–पश्चिम) और पूर्णिया (पूर्वोत्तर) के विश्लेषण से स्पष्ट होता है कि बिहार में जलवायु संकट एक समान नहीं है, बल्कि इसका प्रभाव भूगोल के अनुसार अलग–अलग रूप में दिखाई देता है। गया जैसे जिलों में हीट वेव और भूजल गिरावट प्रमुख समस्या है, जबकि पूर्वी चंपारण में मानसून अस्थिरता और सिंचाई की कमी धान उत्पादन को बाधित करती है। पूर्णिया में तापमान वृद्धि के साथ–साथ जलस्रोतों की कमी और आधुनिक सिंचाई तंत्र की अनुपस्थिति प्रमुख चुनौती है। इसलिए इन जिलों को "Climate–Irrigation Vulnerability Hotspots" के रूप में चिन्हित करना वैज्ञानिक और नीतिगत दृष्टि से अत्यंत आवश्यक है।

कारण

- **जलवायु परिवर्तन एवं तापमान वृद्धि**

बिहार में तापमान वृद्धि का प्रमुख कारण वैश्विक जलवायु परिवर्तन और ग्रीनहाउस गैसों की बढ़ती मात्रा है। CO_2, मीथेन और नाइट्रस ऑक्साइड जैसी गैसें वायुमंडल में गर्मी को रोक लेती हैं, जिसके कारण सतह का तापमान बढ़ता है। IPCC (2023) के अनुसार, पूर्वी भारत में तापमान हर दशक में लगभग 0.3–0.5°C तक बढ़ रहा है, जिसका सीधा प्रभाव बिहार के ग्रामीण इलाकों में महसूस किया जा रहा है। यह वृद्धि केवल अधिकतम तापमान में ही नहीं, बल्कि औसत एवं रात्रिकालीन तापमान में भी दिखाई दे रही है, जिससे फसलों को आराम अवधि (Night Recovery Period) नहीं मिल पाती और उन पर स्थाई तापीय तनाव (heat stress) बनता है।

- **मानसून की अनियमितता और सूक्ष्म जलवायु परिवर्तन**

बिहार की कृषि पर मुख्य रूप से दक्षिण–पश्चिम मानसून का नियंत्रण रहा है, परंतु अब वर्षा का समय, मात्रा और वितरण अनिश्चित हो गया है। कभी अचानक 4–5 दिनों में अत्यधिक वर्षा (intense rainfall) होती है, और फिर 15–20 दिनों तक लगातार सूखा (dry spell) बना रहता है। इस प्रकार की अनियमित वर्षा धान की रोपाई और गेहूँ की बुवाई को प्रभावित करती है। मानसून का देर से आना, जल्दी खत्म होना और ब्लॉक स्तर पर वर्षा में भारी असमानता ने किसानों की सिंचाई निर्भरता बढ़ा दी है। इसके कारण खेतों में जल की कमी और फसलों का अधूरा विकास होना आम बात हो गई है।

- **सिंचाई संरचनाओं की गिरती क्षमता**

बिहार में नहर आधारित सिंचाई, आहर–पाइन, तालाब और पारंपरिक जलस्रोत पहले कृषि का मुख्य आधार थे। लेकिन समय के साथ नहर प्रणाली जर्जर हो गई, सिल्ट जमा हो गया, तथा तालाबों का क्षेत्र सिमटने लगा। कई जिलों में धान की खेती अब नहरों से नहीं बल्कि ट्यूबवेल से होने लगी है। सरकारी आंकड़ों के मुताबिक, नहरों का वास्तविक सिंचाई योगदान 30% से घटकर 20–22% तक रह गया है। जल के असमान वितरण, नहरों में रिसाव और रखरखाव की कमी ने सिंचाई ढांचे को कमजोर बना दिया है, जिससे किसान अधिक भूजल उपयोग करने लगे।

- **भूजल दोहन और रिचार्ज की कमी**

सिंचाई के लिए जब सतही जल पर्याप्त नहीं रहा, तो किसानों ने भूजल पर निर्भरता बढ़ा दी। परिणामस्वरूप गया, नवादा, पूर्णिया, भोजपुर जैसे जिलों में भूजल स्तर औसतन 2–6 मीटर तक गिर गया है। भूजल दोहन की गति, प्राकृतिक पुनर्भरण (recharge) से अधिक हो गई है। वर्षा जल का संग्रहण न होना, तालाबों का समाप्त होना, तथा खेतों का कंक्रीट में बदल जाना भूजल भरण को रोकता है। इससे ट्यूबवेल के जरिए सिंचाई महंगी होती जा रही है और भविष्य के लिए जल–संकट गहरा रहा है।

समाधान

- **जलवायु सहनशील फसल किस्मों का उपयोग**

बिहार में तेज तापमान और कम पानी की उपलब्धता को देखते हुए हीट और सूखा सहनशील (Heat – Drought Resistant) फसल किस्मों का उपयोग जरूरी है। धान के लिए 'सहभागी धान', 'DRR–44', 'Swarna Sub–1', और गेहूँ के लिए 'HD–2967', 'HD–3086' जैसी किस्में कम पानी और अधिक तापमान में बेहतर प्रदर्शन करती हैं। इन किस्मों की उपयोगिता वैज्ञानिक अनुसंधान द्वारा प्रमाणित है और कई जिलों में किसानों को इससे 10–15% तक अधिक उपज मिली है।

- **जल–संरक्षण एवं माइक्रो–सिंचाई तकनीकें**

ड्रिप (Drip irrigation), स्प्रिंकलर और रेन गन जैसी माइक्रो–सिंचाई तकनीकें पानी की 40–50% तक बचत कर सकती हैं। इसके अलावा खेत–तालाब, पोखर, चेक–डैम और आहर–पाइन जैसे पारंपरिक जल संचयन स्रोतों का पुनर्जीवन भूजल रिचार्ज को बढ़ाने में मदद करता है। प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना (PMKSY) के अंतर्गत ऐसे प्रोजेक्टों को

बढ़ावा दिया जा सकता है। इससे मानसून के अतिरिक्त पानी को रोका जा सकेगा, जो रबी मौसम में सिंचाई के काम आ सकता है।

- **मौसम आधारित कृषि परामर्श**

अगर किसानों को ग्राम स्तर पर आने वाले दिनों के तापमान, वर्षा, हवा की दिशा और हीट वेव की संभावना की जानकारी समय से मिल जाए, तो वे बुवाई, सिंचाई और उर्वरक प्रबंधन बेहतर कर सकते हैं। भारतीय मौसम विभाग (IMD), ICAR और कृषि विज्ञान केंद्र (KVK) मिलकर ऐसी सेवाएँ "SMS, WhatsApp और मोबाइल ऐप" के माध्यम से उपलब्ध करा रहे हैं। यह वैज्ञानिक प्रणाली किसान को नुकसान से पहले सावधान करती है और निर्णय लेने में मदद करती है।

- **सामुदायिक जल प्रबंधन और नीति–स्तरीय सुधार**

जल–संकट केवल तकनीकी नहीं बल्कि सामाजिक और प्रबंधन आधारित समस्या भी है। इसलिए गाँव स्तर पर जल पंचायतें, किसान जल समूह, उपयोगकर्ता समितियाँ बनाकर सामूहिक जल प्रबंधन को बढ़ावा देना जरूरी है। साथ ही सरकार को चाहिए कि वह भूजल निकासी पर निगरानी रखे, सौर–संचालित सामुदायिक पंपसेट उपलब्ध कराए और जल–बचत करने वाले किसानों को प्रोत्साहन दे। कृषि बीमा (PMFBY) और किसान क्रेडिट जैसी योजनाओं को जलवायु जोखिम से जोड़ना भी अत्यंत आवश्यक है।

निष्कर्ष

बिहार के ग्रामीण क्षेत्रों में बढ़ती तापमान प्रवृत्ति, हीट वेव घटनाओं की आवृत्ति में वृद्धि और सिंचाई जल की कमी ने कृषि उत्पादन प्रणाली को गहराई से प्रभावित किया है। यह परिवर्तन केवल मौसमी उतार–चढ़ाव नहीं है, बल्कि एक स्पष्ट स्थानिक–कालिक जलवायु परिवर्तन–प्रेरित परिवर्तन है, जिसका प्रभाव फसल वृद्धि, उत्पादकता, जल संसाधन और किसानों की आजीविका पर प्रत्यक्ष रूप से देखा जा सकता है। अध्ययन से स्पष्ट होता है कि गया, पूर्णिया, पूर्वी चंपारण, नवादा और भोजपुर जैसे जिलों में तापमान वृद्धि, भूजल स्तर में गिरावट और सिंचाई संकट का संयुक्त प्रभाव सबसे अधिक है। इन क्षेत्रों में धान, गेहूँ और मक्का जैसी प्रमुख खाद्यान्न फसलों की उत्पादकता में 10–20% तक की कमी दर्ज की गई है, विशेषकर उन वर्षों में जब मानसून देर से या कमजोर रहा। इस शोध का एक महत्त्वपूर्ण निष्कर्ष यह भी है कि जलवायु संकट का प्रभाव पूरे बिहार में समान नहीं है, बल्कि यह क्षेत्रानुसार बदलता है कहीं तापमान अत्यधिक चुनौती है, तो कहीं सिंचाई की अनुपलब्धता, भूजल–पतन या मानसून अस्थिरता मुख्य कारण हैं। पारंपरिक जल–संचयन प्रणाली जैसे आहर–पाइन और तालाब टूटने लगे हैं, वहीं कृषि तीव्रता बढ़ने से भूजल दोहन प्राकृतिक पुनर्भरण क्षमता से अधिक हो गया है। इससे स्पष्ट है कि कृषि व्यवस्था जलवायु–संवेदनशील अवस्था में प्रवेश कर चुकी है और यदि जल प्रबंधन एवं तकनीकी अनुकूलन समय रहते नहीं किए गए, तो भविष्य में खाद्य–सुरक्षा, ग्रामीण अर्थव्यवस्था और किसानों की सामाजिक स्थिरता पर गंभीर असर पड़ सकता है। इस स्थिति से निपटने के लिए हीट–टॉलरेंट फसल किस्मों, माइक्रो–सिंचाई तकनीक (ड्रिप, स्प्रिंकलर), कृत्रिम भूजल रिचार्ज संरचनाओं, कृषि–मौसम परामर्श सेवाओं (Agro-Met Advisory) और सामुदायिक जल प्रबंधन (Water User Associations) को कृषि नीति का हिस्सा बनाया जाना अत्यंत आवश्यक है। साथ ही, ब्लॉक–स्तर तक Vulnerability Mapping, GIS आधारित Risk Hotspot विश्लेषण और मौसम पूर्व चेतावनी प्रणाली को मजबूत करना होगा। यदि विज्ञान, नीति, समाज और स्थानीय ज्ञान को जोड़ा जाए, तभी बिहार की ग्रामीण कृषि व्यवस्था को जलवायु परिवर्तन के दुष्चक्र से बाहर निकाला जा सकता है।

संदर्भ सूची

- Biyarniya, S., Mishra, V., & Kaur, P. (2024). Yield gap and climate sensitivity of maize in Bihar. Frontiers in Sustainable Food Systems, 8, 1393129.
- Central Ground Water Board. (2022). Groundwater yearbook: Bihar & Jharkhand. Ministry of Jal Shakti.
- CSISA (Cereal Systems Initiative for South Asia). (2021). Low wheat productivity in Bihar: Causes and solutions (Research Note 19).

- Department of Agriculture, Government of Bihar. (2023). District-wise irrigation and crop productivity statistics.
- Down To Earth. (2024, July 12). 40 rivers dried in Bihar: Farmers facing groundwater crisis. https://www.downtoearth.org.in
- Forest & Environment Department, Government of Bihar. (2023). Surface air temperature trends in Bihar. https://forestonline.bihar.gov.in
- Goyal, N., Pal, S., & Mehrotra, R. (2023). Increasing heatwave events in Eastern India: Trends and agricultural responses. Climate Dynamics, 60(3), 1987–2003.
- Government of Bihar. (2023). Economic Survey of Bihar 2022–23. Department of Finance.
- Hoda, M. (2021). Climate change and agricultural transformation in Bihar. In Agrarian Transition in India (pp. 121–139). Springer.
- ICAR–CRIDA. (2021). National Innovations on Climate Resilient Agriculture (NICRA): Bihar State Profile.
- IMD (India Meteorological Department). (2022). State of Climate: Bihar. Ministry of Earth Sciences.
- Kumar, V. (2017). Heat and cold waves in the agro-climatic zone IIIA of Bihar: A trend analysis. Journal of Agrometeorology, 19(2), 156–162.
- NITI Aayog. (2020). Water Management Index: India's States and Progress. New Delhi.
- Singh, R., & Kumar, A. (2025). An overview of production of wheat and paddy in Bihar and Jharkhand. ResearchGate. https://doi.org/xxxxx
- Sinha, R., Gupta, R. P., & Nepal, S. (2018). Groundwater dynamics in North Bihar plains. Environmental Monitoring and Assessment, 190(8), 1–15.
- Weatherspark. (2024). Climate and average weather in Patna, Bihar. https://weatherspark.com
- World Bank. (2024). Bihar Climate Risk and Vulnerability Assessment Report. https://documents.worldbank.org