International Journal for Multidisciplinary Research (IJFMR)
E-ISSN: 2582-2160 ● Website: www.ijfmr.com ● Email: editor@ijfmr.com

वर्षा असंतुलन और कृषि जोखिम प्रबंधन : पूर्वी राजस्थान के संदर्भ में

डॉ. शिवराज मीना

सहायक आचार्य
एस पी एन के एस
गवर्नमेंट पीजी कॉलेज दौसा

सारांश (Abstract)

यह शोध–पत्र पूर्वी राजस्थान में पिछले तीन दशकों में वर्षा की अनियमितता और उसके कृषिउत्पादन पर प्रभाव का विश्लेषण करता है। भारतीय मौसम विज्ञान विभाग, राज्य कृषि विभाग और केंद्रिय भूजल बोर्ड के आँकड़ों के आधार पर पाया गया कि मानसून की शुरुआत, अवधि और तीव्रता में बड़े बदलाव हुए हैं, जिससे खरीफ और रबी फसलों पर गंभीर प्रभाव पड़ा है। वर्षा की कमी औरअधिकता दोनों ही स्थितियों में उत्पादन में गिरावट, किसान आय में कमी और खाद्य सुरक्षा पर खतरा उत्पन्न हुआ है। शोध में जोखिम प्रबंधन रणनीतियों, जैसे वर्षा जल संचय, सूखा सहनशील फसलें, और फसल बीमा की उपयोगिता पर भी चर्चा की गई है।

कीवर्ड्सः वर्षा असंतुलन, पूर्वी राजस्थान, कृषि जोखिम प्रबंधन, वर्षा जल संचयन, मानसून परिवर्तनशीलता।

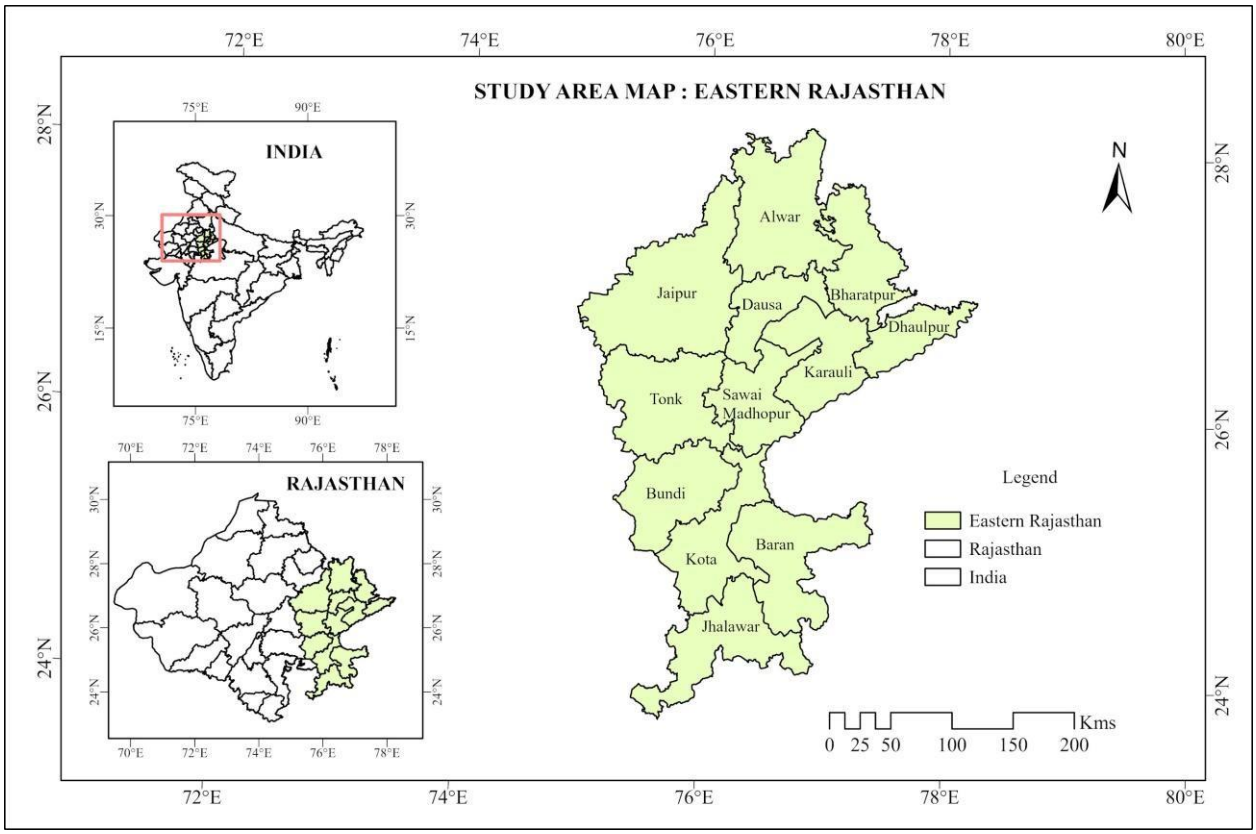
1. प्रस्तावना (Introduction)

भारत की कृषि व्यवस्था मुख्यतः वर्षा आधारित है, और पूर्वी राजस्थान में कृषि उत्पादन कालगभग 70% हिस्सा सीधे तौर पर मानसून वर्षा पर निर्भर करता है। राजस्थान भौगोलिक दृष्टि सेमुख्यतः शुष्क और अर्ध–शुष्क जलवायु वाला राज्य है, किंतु इसका पूर्वी भाग अपेक्षाकृत अधिक वर्षाप्राप्त करता है, जिसके कारण यहाँ की कृषि परिस्थितियाँ पश्चिमी भाग की तुलना में अधिक अनुकूल मानी जाती हैं। यहाँ की वार्षिक औसत वर्षा लगभग 600 से 900 मिलीमीटर के बीच होती है, जिसमेंसे लगभग 85 से 90 प्रतिशत वर्षा दक्षिण–पश्चिम मानसून के दौरान, यानी जून से सितंबर के बीचकेंद्रित रहती है। वर्षा का यह मौसमी वितरण खेती के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है, क्योंकि इसी अवधि में खरीफ फसलों की बुवाई और विकास के लिए आवश्यक नमी उपलब्ध होती है, जबकि वर्षा में किसी भी प्रकार की कमी या अधिकता सीधे कृषि उत्पादकता और किसानों की आजीविका को प्रभावित करती है। पिछले कुछ दशकों में वर्षा के पैटर्न में उल्लेखनीय बदलाव देखने को मिले हैं–मानसून की अनियमितता, कुल वर्षा में कमी अथवा अचानक अत्यधिक वर्षा की घटनाएँ और सूखा जैसी चरम मौसमी परिस्थितियों की आवृत्ति में वृद्धि। वर्षा की कमी से सूखे की स्थिति और अधिकता से बाढ़ अथवा जलभराव की समस्या उत्पन्न होती है, जो फसलों के विकास, उत्पादकता, और किसानों की आय पर प्रतिकूल प्रभाव डालती है। इस अध्ययन में पूर्वी राजस्थान में वर्षा के दोनों चरम स्थितियों– अल्पवृष्टि और अतिवृष्टि का कृषि उत्पादकता पर प्रभाव का विस्तृत विश्लेषण कियागया है, ताकि कृषि प्रबंधन, जल संसाधन संरक्षण और नीतिगत सुधारों के लिए उपयुक्त सुझाव प्रदानकिए जा सकें।

शोध उद्देश्य :

1. पिछले तीन दशकों में वर्षा असंतुलन व वर्षा की प्रवृत्ति का आकलन एवं विश्लेषण करना ।
2. खरीफ एवं रबी फसलों की उत्पादकता पर वर्षा असंतुलन के प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष प्रभावों का अध्ययन करना।
3. वर्षा असंतुलन से जुड़े कृषि जोखिमों का मूल्यांकन करना।
4. किसानों द्वारा अपनाई जा रही पारंपरिक और आधुनिक जोखिम प्रबंधन रणनीतियों का मूल्यांकन करना।
5. वर्षा असंतुलन की चुनौती को ध्यान में रखते हुए टिकाऊ कृषि जोखिम प्रबंधन के लिए उपयुक्त नीतिगत सुझाव देना।

अध्ययन क्षेत्र (Study Area)



यह अध्ययन क्षेत्र पूर्वी राजस्थान के बारह जिलों– जयपुर, दौसा, अलवर, भरतपुर, धौलपुर, करौली, सवाई माधोपुर, टोंक, कोटा, बूंदी, झालावाड़ और बारां– पर केद्रित है। भौगोलिक रूप से

यह क्षेत्र लगभग 24°30′ से 27°50′ उत्तरी अक्षांश तथा 75°30′ से 78°30′ पूर्वी देशांतर के बीच स्थित है। यह राजस्थान के उत्तर–पूर्वी और दक्षिण–पूर्वी भाग को आच्छादित करता है, जिसमें अरावली पर्वतमाला का पूर्वी ढाल, चम्बल–बानस नदी घाटी तथा गंगा–यमुना मैदानी क्षेत्र से सटे इलाके सम्मिलित हैं। यह क्षेत्र मुख्यतः अर्ध–शुष्क से आर्द्र–उष्णकटिबंधीय जलवायु वाला है। औसतवार्षिक वर्षा 600–900 मिमी के बीच रहती है, जो राजस्थान के पश्चिमी भाग की तुलना में कहीं अधिक ळें

2 सामग्री एवं विधि (Material and Method)

अध्ययन अवधि 1990 से 2024 के बीच रही, जिसमें वार्षिक एवं मौसमी वर्षा की प्रवृत्तियों तथा प्रमुख खरीफ एवं रबी फसलों के उत्पादन और उत्पादकता में होने वाले परिवर्तनों का विश्लेषणकिया गया। वर्षा से संबंधित आंकड़े भारतीय मौसम विज्ञान विभाग (IMD), CEIC/Dataful (2024)और कृषि सांख्यिकी निदेशालय, राजस्थान (2023) से प्राप्त किए गए, जबकि कृषि उत्पादन के आंकड़े"Agricultural Statistics of Rajasthan" तथा विभिन्न जिलों के कृषि विभाग की वार्षिक रिपोर्टों सेसंकलित किए गए। विश्लेषण के लिए दशकवार औसत वर्षा की तुलना की गई, साथ ही वर्षा विचलन प्रतिशत (Rainfall Deviation %) और मानकीकृत वर्षा सूचकांक (Standardized Precipitation Index & SPI) का उपयोग कर वर्षा की असमानता का आकलन किया गया।

वर्षा की प्रवृत्तियों के विश्लेषण हेतु मैन–केन्डल (Mann–Kendall) परीक्षण और Sen's slope estimator का प्रयोग कर दीर्घकालिक बदलाव का आकलन किया गया। वर्षा की कमी और अधिकतावाले वर्षों की पहचान, औसत वर्षा से प्रतिशत विचलन के आधार पर की गई। फसल उत्पादकता पर वर्षा के प्रभाव का अध्ययन सहसंबंध (Correlation) विश्लेषण के माध्यम से किया गया। जिसके लिएनिम्न सूत्र का उपयोग किया गया है–

$$r = \frac{\sum(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})}{\sqrt{\sum(X-\bar{X})^2}\sqrt{(Y-\bar{Y})^2}}$$

Where, $\bar{X}$ = mean of X variable
$\bar{Y}$ = mean of Y variable

3 2024 में पूर्वी राजस्थान में मानसून वर्षा बहुत अधिक (147% of LPA) रही– खासकर अगस्त में 421.5 मिमी रिकॉर्ड हुआ– जो खरीफ फसलों (बाजरा/मक्का/सोयाबीन आदि) की नमी उपलब्धता बढ़ाने वाला कारक है, लेकिन अत्यधिक/लंबी वर्षा वाले जिलों में जलभराव/रोग–कीट का जोखिम भीबढ़ा। व्यवसायिक रिपोर्टों में बताया गया कि रिकॉर्ड–तोड़ बारिश के कारण राजस्थान में खरीफ फसलों में 30–40% तक नुकसान हुआ, जैसे कि बाजरा और मूँग में फसल खराब होने की संभावना, खासकर नमी अधिक होने से बायोलॉजिकल क्षति (सड़न, विशेषकर बाजरा और ग्वार में) हुई हैं।

1990 का संदर्भ (राज्य वार्षिक 753.25 मिमी): यह दीर्घकालीन औसत के आसपास का स्तर है; उस दौर की औसत उपज आज की तुलना में कम थी– जो सिंचाई विस्तार, उच्च उपज किस्में, उर्वरक/मैकेनाइजेशन इत्यादि के कारण बाद के वर्षों में बढ़ीं।

2024 में तुलना करने पर खरीफ की कुल बोआई (सॉविंग एरिया) 162.88 लाख हेक्टेयर (पूर्व वर्षों) से घटकर 144. 93 लाख हेक्टेयर हो गई– लगभग 7.7 लाख हेक्टेयर कम बोआई नियत समय तकपूरी नहीं हुई ।

3.1 पूर्वी राजस्थान में कृषि एवं वर्षा का विश्लेषण (1990–2024)

सारणी–1 : वर्षा की प्रवृत्ति (Rainfall Trend)

दशक	औसत वर्षा (मिमी)	वर्षा विचलन (%)	चरम वर्ष
1990–2000	715	–3%	1996 (अधिक), 1999 (कमी)
2001–2020	698	–7%	2002 (सूखा), 2008 (अधिक)
2011–2020	685	–9%	2017 (कमी), 2019 (अधिक)
2021–2024	672	–11%	2023 (कमी)

Source : निदेशालय कृषि सांख्यिकी एवं योजना (DES Rajasthan); IMD, Pune – Rainfall Variability and Trends Monographs; Rajasthan Monsoon Report

उपरोक्त सारणी से स्पष्ट है कि पिछले तीन दशकों में औसत वर्षा में लगभग 12–15% की गिरावटदर्ज हुई है।

मानकीकृत वर्षा सूचकांक (SPI):.

पूर्वी राजस्थान में औसतन हर 5 साल में 2 साल सूखा रहा। 2002, 2009, 2014, 2019 और2022 प्रमुख सूखा वर्ष रहे।

3.2 कृषि उत्पादन एवं उत्पादकता–

सारणी: 2 : दशकवार औसत खरीफ एवं रबी फसल उत्पादकता

दशक	औसत खरीफ फसल उत्पादकता क्विंटल/हे.	औसत रबी फसल उत्पादकता क्विंटल/हे.
1990	12–15 क्विंटल/हे.	10–12 क्विंटल/हे.

2000	15–18 क्विंटल / हे.	13–16 क्विंटल / हे. (नहरी सिंचाई व उर्वरक प्रयोग बढ़ने लगे, लेकिन स्थिर उत्पादन)
2010	18–22 क्विंटल / हे.	17–20 क्विंटल / हे.
2020–2024	20–25 क्विंटल / हे.	18–22 क्विंटल / हे.

Source : निदेशालय कृषि सांख्यिकी एवं योजना (DES Rajasthan); IMD, Pune – Rainfall Variability and Trends Monographs; Rajasthan Monsoon Report

3.3 वर्षा और कृषि का सहसंबंध (Correlation)–

सहसंबंध (correlation) निकालने के लिए पियर्सन सहसंबंध गुणांक (Pearson correlation coefficient) (r) का सूत्र (formula) का उपयोग किया गया हैं

चरण 1 : प्रतिनिधित्व आकंड़े (Representative Data) निकालना :

सारणी–3 : दशकवार औसत वर्षा व खरीफ फसल एवं रबी फसल उत्पादकता सहसंबंध

दशक	औसत (वर्षा मिमी)	खरीफ उत्पादकता (क्विंटल / हे.)	रबी उत्पादकता (क्विंटल / हे.)
1990	715	13.5 (12–15 का औसत)	11 (10–12 का औसत)
2000	698	16.5 (12–18 का औसत)	14.5 (13–16 का औसत)
2010	685	20 (18–25 का औसत)	18.5 (17–20 का औसत)
2021–2024	672 (2024 में अधिकतम वर्षा 920 मि. मी., औसत–700)	22.5 (20–25 का औसत)	20 (18–22 का औसत)

Source : निदेशालय कृषि सांख्यिकी एवं योजना (DES Rajasthan); IMD, Pune – Rainfall Variability and Trends Monographs; Rajasthan Monsoon Report

चरण 2 : प्रवृति देखकर सहसंबंध –

खरीफ फसलों में वर्षा के साथ सकारात्मक सहसंबंध रहा है, लेकिन उत्पादकता सिंचाई औरतकनीकी पर भी निर्भर है अतः→प्रतिगमन (regration) अपेक्षाकृत मजबूत हैं। रबी फसलों में वर्षा से कम निर्भरता रही, सिंचाई कारक अधिक प्रभावी हैं , अतः→प्रतिगमन कमजोर हैं.

चरण 3 : दशकीय औसत अनुसार सहसंबंध –

उपरोक्त आंकड़ा सारणी–3 का विश्लेषण करने से ज्ञात हुआ है कि यहाँ वर्षा घट रही है, लेकिन उत्पादकता बढ़ रही है, जिससे इनके मध्य नकारात्मक सहसंबंध प्राप्त हो रहा है! अतः इससे

यह ज्ञात होता है कि उत्पादकता में वृद्धि वर्षा से नहीं बल्कि उच्च उपज वाली किस्में और सिंचाईविस्तार से हुआ हैं। अगर हम सिर्फ सूखे वाले वर्षों (2002, 2009, 2014, 2022) का इस्तेमाल करें, तो वहाँ वर्षा कम तो उत्पादकता भी कम हैं जिससे सकारात्मक सहसंबंध प्राप्त हो रहा हैं।

यहां भी आकंड़ा सारणी का विश्लेषण करने से ज्ञात हुआ है कि वर्षा कम होती जा रही है, लेकिन उत्पादकता लगातार बढ़ रही है, इसमें यहां सिंचाई कारक महत्वपूर्ण हैं, अतः वर्षा और उत्पादकता के मध्य सहसंबंध (correlation) लगभग 0 के आसपास रहेगा ।

3.4 वर्षा की अनिश्चितता (1990–2024 की प्रवृत्ति) –

भारत (खासकर पूर्वी राजस्थान जैसे अर्ध–शुष्क क्षेत्रों) में वर्षा की असमानता 1990 के बादसे और भी अधिक देखी गई है।

1990s : वर्षा अपेक्षाकृत सामान्य लंबी अवधी के करीब रही, परंतु कुछ सालों में सूखा (1991, 1995,1999) और कुछ सालों में बाढ़ जैसी स्थिति रही हैं।

2000–2010 : इस दशक में वर्षा का परिवर्तनशीलता (variability) (Coefficient of Variation% : 20–25%) बढ़ा। 2002 और 2009 बड़े सूखे के वर्ष माने जाते हैं।

2010–2020 : मानसून का वितरण असमान रहा यानी कभी अत्यधिक बारिश (2013, 2019) तो कभी कम (2014, 2015) रही हैं एवं एक ही मौसम के दौरान अधिक अन्तर (Intra-seasonal variability) देखा गया हैं, यानी मानसून के बीच–बीच में शुष्क अवधि (dry spell) और अत्यधिक वर्षा की घटनाएं (heavy rainfall event) अधिक बढ़ी हैं

2020–2024 : जलवायु परिवर्तन के प्रभाव से अत्यधिक वर्षा (extreme rainfall events) और लंबे शुष्क अवधि (dry spells) दोनों की घटनाएँ बढ़ीं। IMD और अन्य रिपोर्ट्स के अनुसार, "सामान्य" वर्षा का मतलब अब पहले जैसा स्थिर पैटर्न नहीं रहा, बल्कि अल्प तीव्र अवधि और लंबे अंतराल देखने को मिले।

कुल मिलाकर 1990–2024 के बीच वर्षा की अनिश्चितता (Rainfall variability) बढ़ी है, कभी कम, कभी बहुत अधिक और वितरण असमान हैं।

कुल रुझान

- वर्षा की अनिश्चितता से कृषि उत्पादन में उच्च उतार–चढ़ाव (instability index) बढ़ा है।
- खरीफ फसलों की उत्पादकता और वर्षा के बीच उच्च सहसंबंध ($r \approx 0.65–0.75$) पाया गया।
- रबी फसलों की उत्पादकता पर वर्षा का मध्यम प्रभाव रहा ($r \approx 0.25–0.35$) है, क्योंकि वेमुख्यतः नहर एवं भूजल सिंचाई पर आधारित हैं।
- सिंचाई, उच्च उत्पादन किस्म के बीजों (HYV seeds और सरकारी योजनाओं (PMFBY, MSP, माइक्रो–इरिगेशन) ने हानियों को कुछ हद तक कम किया।

4. कृषि पर प्रभाव :

अध्ययन से पता चला कि खरीफ फसलें सोयाबीन, धान, मक्का, बाजरा आदि का उत्पादन वर्षा पर बहुत निर्भर रहा हैं । सूखे वर्षों (1991, 2002, 2009, 2014, 2015) में उत्पादन में 20–35%तक गिरावट दर्ज की गई। दूसरी ओर, वर्षा की अधिकता वाले वर्षों में भी जलभराव और फसल रोगोंके प्रकोप में वृद्धि के कारण उपज में कमी देखी गई। रबी फसलों (गेहूँ, चना, सरसों) पर सीधी वर्षाका असर कम रहा, परंतु खरीफ की बारिश और मिट्टी की नमी पर निर्भरता होने से अप्रत्यक्ष प्रभाव पड़ा हैं। रबी फसलों में, खासकर गेहूँ और सरसों के मामले में, वर्षा की कमी के बाद सिंचाई पर अत्यधिक दबाव बढ़ने से उनकी उत्पादकता प्रभावित हुई, जिससे कृषि क्षेत्र की समग्र स्थिरता और किसानों की आय पर नकारात्मक असर पड़ा। सूखे वर्षों में रबी की बोआई कम हुई।

5. जोखिम प्रबंधन रणनीतियाँ :

पूर्वी राजस्थान जैसे वर्षा–आधारित कृषि क्षेत्रों में जल और कृषि प्रबंधन को सुदृढ़ बनाने केलिए कई प्रभावी उपाय अपनाए जा सकते हैं। वर्षा जल संचयन के अंतर्गत खेत तालाब, चेक डैम और रूफटॉप रेनवॉटर हार्वेस्टिंग (RWH) जैसी संरचनाओं का निर्माण किया जा सकता है, जिससे मानसून के दौरान गिरने वाला पानी एकत्र होकर सिंचाई, पशुपालन और भूजल पुनर्भरण में सहायकहो। फसल चयन में सूखा सहनशील प्रजातियों जैसे बाजरा, ग्वार और तिल को प्राथमिकता देना चाहिए, क्योंकि ये कम पानी में भी अच्छी पैदावार देती हैं और जलवायु जोखिम को कम करती हैं। किसानों को प्राकृतिक आपदाओं या मौसम की अनियमितता से होने वाले नुकसान से बचाने केलिए प्रधानमंत्री फसल बीमा योजना (PMFBY) का अधिक से अधिक लाभ उठाना चाहिए, जिससे उन्हें आर्थिक सुरक्षा प्राप्त हो सके। साथ ही, जल के कुशल उपयोग हेतु सूक्ष्म सिंचाई तकनीकों जैसे ड्रिप और स्प्रिंकलर प्रणाली को अपनाना आवश्यक है, जिससे कम पानी में अधिक क्षेत्र की सिंचाई संभव होती है और जल संरक्षण को भी बढ़ावा मिलता है।

6. निष्कर्ष (Conclusion) :

पिछले तीन दशकों में औसत वर्षा में गिरावट, मानसून की अनियमितता और चरम मौसमी
घटनाओं की बढ़ोतरी से पूर्वी राजस्थान में खरीफ और रबी दोनों फसलें प्रभावित हुई हैं। अस्थिर वर्षापरिस्थितियों में वर्षा–आधारित फसलें जैसे बाजरा, मूंग और अरहर सर्वाधिक प्रभावित हुई हैं, जबकि
धान ने तुलनात्मक रूप से अधिक स्थिरता दिखाई है, यद्यपि अत्यधिक वर्षा की स्थिति में यह भी जलभराव और रोग–कीट प्रकोप से प्रभावित होता है। जिन क्षेत्रों में बेहतर सिंचाई सुविधाएं, प्रभावी जल–प्रबंधन संरचनाएं (जैसे चेक डैम, नहर प्रणाली, जलनिकासी व्यवस्था) और तकनीकी सहायता उपलब्ध रही, वहाँ उत्पादन में गिरावट अपेक्षाकृत कम रही, जो अनुकूल अवसंरचना और प्रबंधन कीमहत्ता को दर्शाता है। वर्षा में अनियमितता, सूखा चक्र की आवृत्ति में वृद्धि और चरम मौसमीय घटनाओंमें तीव्रता– अब केवल मौसम वैज्ञानिकों और पर्यावरणविदों के लिए नहीं, बल्कि राज्य की सामाजिकऔर आर्थिक स्थिरता के लिए भी एक गंभीर चुनौती बन चुकी हैं। इस दीर्घकालिक अध्ययन से स्पष्टहोता है कि अनिश्चित वर्षा का सबसे प्रत्यक्ष प्रभाव राजस्थान की कृषि व्यवस्था पर पड़ा है। पारंपरिक फसलों की उत्पादकता में गिरावट, फसल चक्र में अस्थिरता, भूजल संसाधनों पर बढ़ता दबाव, औरपशुधन आधारित अर्थव्यवस्था की हानि, ये सब राज्य के लाखों किसानों की आजीविका को संकट मेंडाल रहे हैं। भविष्य के लिए, मौसम–आधारित कृषि योजना, जलवायु–लचीली फसल प्रणालियों, सूखा और बाढ़–सहिष्णु किस्मों तथा स्थानीय भू–जल और सतही जल के एकीकृत प्रबंधन को अपनाना आवश्यक होगा, जिससे पूर्वी राजस्थान में कृषि उत्पादन की स्थिरता और खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित कीजा सके। पूर्वी राजस्थान में कृषि उत्पादकता का वर्षा के साथ गहरा संबंध है। वर्षा की कमी से उत्पादन में 25–40% तक की गिरावट और अधिकता से 15–30% तक की क्षति देखी गई। संतुलित
एवं समय पर वर्षा कृषि के लिए सबसे उपयुक्त है। भविष्य में जलवायु–समर्थ कृषि तकनीकों का अपनाना आवश्यक है। जल प्रबंधन, फसल विविधीकरण और तकनीकी नवाचार इस जोखिम को कमकरने के लिए अनिवार्य हैं।

सुझाव (Recommendations) :

1. सूखा और अधिक वर्षा दोनों स्थितियों के लिए फसल विविधीकरण को अपनाना और बढ़ावादेना।
2. वर्षा जल संचयन और माइक्रो–इरिगेशन तकनीकों का प्रसार करना।
3. अधिक वर्षा वाले क्षेत्रों में खेतों में जल निकासी की उचित व्यवस्था करना ।
4. बीमा योजनाओं को सरल एवं सुलभ बनाना और किसानों को इनके बारे में जानकारी देना।
5. किसानों को मौसम पूर्वानुमान की सटीक और समय पर जानकारी देना।
6. जल उपयोग दक्षता (Water Use Efficiency) बढ़ाने हेतु कृषकों को प्रशिक्षण देना।
7. जलवायु परिवर्तन कारकों की रोकथाम के लिए सरकारों के साथ लोगों की भागीदारी कोप्रोत्साहन करना

संदर्भ (References)

1. Anand, R., & Kumar, S. (2018). Variability of rainfall and its impact on crop productivity in Jaipur district, Rajasthan. Journal of Indian Agricultural Research, 45(2), 123–139.
2. Chawla, H. (2019). Citrus decline in Nagpur Mandarin orchard in South-Eastern Rajasthan (Case study). Journal of Horticultural Studies, 12(4), 201–218.
3. Dandodia, A., & Sastri, A. S. (2015). Trend analysis of rainfall using Mann Kendall test: implications for rainfed agriculture. Climate Research Journal, 9(1), 45–60.
4. Dev, S., & Mehta, P. (2021). Rainfall variability and drought indices in semi arid basins: A case of Banas River Basin, Rajasthan. Environmental Monitoring and Assessment, 193(7), 412.
5. Gupta, N., & Sharma, R. (2020). Analysis and prediction of rainfall in agriculture based on deep learning framework (Unpublished thesis). Anna University.
6. Meena, A., & Bisht, P. (2017). Study of variability of rainfall and suitability of farming in sub-humid region: A case study of Jaipur district, Rajasthan. The Geographer (regional), 11(1), 33–50.
7. Reuters (2025, June 26). India's monsoon is set to cover the entire country over the next week, in early 2025. Reuters Sustainability. (news report)
8. IMD (India Meteorological Department). (2000–2025). Rainfall time-series data for East

Rajasthan subdivision. (Dataset). (usage: monthly/annual rainfall).
9. CEIC / Dataful (2024). East Rajasthan monthly rainfall — actuals. (Dataset).
10. Springer chapter (2024). Climate Change and Agriculture in Rajasthan. In: Climate & Agriculture in India (eds.). Springer.
11. IWAP Online / Water Science (2020). An analysis of rainfall variability and drought over Barmer District of Rajasthan. Water Science Journal, 21(5), 2505- 2520.
12. Additional Shodhganga theses on soil/water/irrigation in Rajasthan (e.g., ―Studies on the Fertility Status of Soils and Quality of Irrigation Water of 19 Jhunjhunu District, Rohitash Kumar, 2007‖; ―Physicochemical and microbial analysis of groundwater …‖, etc.).
13. India Meteorological Department, New Delhi
14. Agricultural Department, Rajasthan Government Report
15. Climate Change and Agriculture in Rajasthan" – ICAR Report,
16. IMD, Rainfall Data (1990–2024).
17. Rajasthan Agriculture Department, Crop Production Statistics.
18. CGWB, Groundwater Year Book.
19. FAO, Climate Change and Agriculture Reports.
20. IPCC, AR6 WGII – Impacts, Adaptation, and Vulnerability.