

भारत में खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने हेतु जलवायु-अनुकूल कृषि की भूमिका

¹ सौरभ शंकर पटेल एवं ² रातुल मोनी राम

¹ कृषि विज्ञान केंद्र, शिवहर, बिहार

² कृषि विज्ञान केंद्र, नरकटियागंज, पश्चिम चंपारण, बिहार

ई मेल: sspatel@rpcau.ac.in

प्रस्तावना

जलवायु परिवर्तन वर्तमान समय की सबसे गंभीर वैश्विक चुनौतियों में से एक है, जिसका सीधा प्रभाव कृषि, जल संसाधन, खाद्य सुरक्षा और ग्रामीण आजीविका पर पड़ रहा है। औद्योगिकीकरण, वनों की कटाई और जीवाश्म ईंधनों के अत्यधिक उपयोग के कारण वातावरण में ग्रीनहाउस गैसों की मात्रा में तीव्र वृद्धि हुई है, जिससे वैश्विक तापमान में लगभग 1°C की वृद्धि दर्ज की गई है। भविष्य में यह वृद्धि 1.5–2.5°C तक पहुँचने की आशंका है।

भारत जैसे विकासशील और कृषि-प्रधान देश में, जहाँ लगभग 58% जनसंख्या प्रत्यक्ष या परोक्ष रूप से कृषि पर निर्भर है, जलवायु परिवर्तन के दुष्प्रभाव अधिक गहरे हैं। अनियमित मानसून, सूखा, बाढ़, ताप लहरें, कीट-रोगों का बढ़ता प्रकोप तथा भूजल का तीव्र हास भारतीय कृषि की स्थिरता के लिए गंभीर खतरा बन चुके हैं। ऐसी परिस्थितियों में जलवायु-अनुकूल कृषि एक प्रभावी समाधान के रूप में उभरती है, जो उत्पादन, अनुकूलन और स्थिरता—तीनों को एक साथ संबोधित करती है।

जलवायु-अनुकूल कृषि की अवधारणा

जलवायु-अनुकूल कृषि वह कृषि प्रणाली है जो बदलती जलवायु परिस्थितियों के प्रति अनुकूलन, सहनशीलता और उत्पादकता को एकीकृत रूप से बढ़ाती है। इसका उद्देश्य केवल उत्पादन बढ़ाना नहीं है, बल्कि प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण, किसानों की आय में स्थिरता और खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करना भी है।

जलवायु-अनुकूल कृषि की प्रमुख विशेषताएँ निम्नलिखित हैं:

क्र. सं.	प्रमुख विशेषता	कारण	परिणाम
1	जल, मिट्टी और जैव विविधता का सतत उपयोग	प्राकृतिक संसाधनों का अत्यधिक दोहन, मिट्टी की उर्वरता में कमी, जल संकट	मिट्टी की उत्पादकता बनी रहती है, जल दक्षता बढ़ती है, दीर्घकालीन कृषि स्थिरता सुनिश्चित होती है
2	जलवायु जोखिमों (सूखा, बाढ़, तापमान वृद्धि) का प्रबंधन	अनियमित मानसून, चरम मौसम घटनाएँ, जलवायु परिवर्तन की तीव्रता	फसल क्षति में कमी, उत्पादन जोखिम कम, किसानों की आय में स्थिरता
3	स्थानीय ज्ञान और आधुनिक तकनीक का समन्वय	केवल पारंपरिक या केवल आधुनिक तकनीक से सीमित लाभ	कम लागत में प्रभावी समाधान, क्षेत्र-विशिष्ट अनुकूलन, तकनीक को अपनाने में आसानी
4	लघु एवं सीमांत	भारत में कृषि का बड़ा हिस्सा	समावेशी विकास, आजीविका सुरक्षा,

किसानों की भागीदारी	छोटे किसानों पर आधारित	खाद्य सुरक्षा में सुधार
---------------------	------------------------	-------------------------

भारत में जलवायु-अनुकूल कृषि की आवश्यकता

भारत की कृषि संरचना मुख्यतः लघु एवं सीमांत किसानों पर आधारित है, जिनकी औसत जोत का आकार लगभग 1.08 हेक्टेयर से भी कम है। ऐसे किसान सीमित संसाधनों, वर्षा पर अत्यधिक निर्भरता तथा वित्तीय असुरक्षा के कारण जलवायु परिवर्तन के दुष्प्रभावों के प्रति सबसे अधिक संवेदनशील माने जाते हैं। तापमान में वृद्धि, अनियमित मानसून, सूखा, बाढ़ तथा कीट-रोगों की बढ़ती घटनाएँ सीधे तौर पर उनकी फसल उत्पादकता और आजीविका को प्रभावित करती हैं।

विभिन्न अध्ययनों से यह स्पष्ट होता है कि उत्तर-पश्चिम भारत, विशेषकर पंजाब, हरियाणा और राजस्थान, तथा गंगा के मैदानी क्षेत्र में भूजल संसाधनों का तीव्र दोहन हो रहा है। इन क्षेत्रों में Equivalent Water Thickness (EWT) में प्रतिवर्ष लगभग -7.4 सेमी की गिरावट दर्ज की गई है, जो सिंचाई आधारित कृषि प्रणाली की दीर्घकालीन स्थिरता के लिए गंभीर चेतावनी है। भूजल स्तर में यह निरंतर गिरावट भविष्य में न केवल सिंचाई संकट को बढ़ाएगी, बल्कि खाद्यान्न उत्पादन, फसल विविधीकरण और किसानों की आय पर भी नकारात्मक प्रभाव डालेगी।

दूसरी ओर, भारत की जनसंख्या निरंतर बढ़ रही है और अनुमान है कि वर्ष 2050 तक यह लगभग 1.7 अरब तक पहुँच जाएगी। इतनी बड़ी जनसंख्या की खाद्य आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए देश को वर्तमान उत्पादन स्तर की तुलना में लगभग दोगुना खाद्य उत्पादन करना होगा। परंतु यह लक्ष्य पारंपरिक कृषि पद्धतियों, जैसे अधिक जल-उपयोग, रासायनिक इनपुट पर निर्भरता और एकल फसल प्रणाली, के माध्यम से प्राप्त करना न तो व्यवहारिक है और न ही पर्यावरणीय दृष्टि से टिकाऊ।

इन्हीं चुनौतियों को ध्यान में रखते हुए जलवायु-अनुकूल कृषि को अपनाना अनिवार्य हो जाता है। यह न केवल बदलती जलवायु परिस्थितियों के अनुरूप कृषि प्रणाली को अनुकूल बनाती है, बल्कि प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण, उत्पादन में स्थिरता, जोखिम प्रबंधन तथा किसानों की आय सुरक्षा को भी सुनिश्चित करती है। अतः भविष्य की खाद्य सुरक्षा और सतत कृषि विकास के लिए भारत में जलवायु-अनुकूल कृषि को व्यापक स्तर पर लागू करना समय की आवश्यकता है।

भारत में जलवायु-अनुकूल कृषि की प्रमुख पहलें

भारत सरकार एवं विभिन्न संस्थानों द्वारा कई महत्वपूर्ण जलवायु-अनुकूल कृषि परियोजनाएँ संचालित की गई हैं।

क्रम सं.	पहल / कार्यक्रम	क्रियान्वयन संस्था	क्षेत्र / राज्य	प्रमुख उद्देश्य	बिहार का योगदान / स्थिति
1	NICRA (National Innovations on Climate Resilient Agriculture)	ICAR	अखिल भारतीय	कृषि प्रणाली की जलवायु सहनशीलता बढ़ाना	बिहार के कई कृषि विज्ञान केंद्र में सूखा/बाढ़ सहनशील तकनीकों का प्रदर्शन
2	Climate Resilient Agriculture Programme	RPCAU, BISA, BAU	बिहार	ग्राम स्तर पर जलवायु-अनुकूल कृषि मॉडल	सभी जिलों में कृषि विज्ञान केंद्र के द्वारा संचालित

				विकसित करना	
3	PMKSY – Per Drop More Crop	MoAFW	अखिल भारतीय	जल उपयोग दक्षता बढ़ाना	ड्रिप व स्प्रिंकलर को बढ़ावा, विशेषकर सब्जी व बागवानी फसलों में
4	PMFBY (फसल बीमा योजना)	GoI + राज्य	अखिल भारतीय	जलवायु जोखिम से किसानों की आय सुरक्षा	बिहार में बाढ़ व सूखा प्रभावित क्षेत्रों में फसल बीमा कवरेज
5	Soil Health Card Scheme	GoI	अखिल भारतीय	संतुलित उर्वरक उपयोग	बिहार में मृदा स्वास्थ्य कार्ड से मृदा-आधारित पोषक तत्व प्रबंधन
6	जल-जीवन-हरियाली अभियान	बिहार सरकार	बिहार	जल, हरियाली एवं जलवायु संरक्षण	तालाब पुनर्जीवन, वृक्षारोपण, भूजल पुनर्भरण
7	बाढ़-अनुकूल कृषि मॉडल	राज्य कृषि विभाग	बिहार (कोसी, गंडक क्षेत्र)	बाढ़ के बाद कृषि पुनर्स्थापन	बाढ़ सहनशील धान, अल्पकालीन फसलें
8	फसल विविधीकरण कार्यक्रम	राज्य/केंद्र	बिहार	जल-खपत कम करना, आय बढ़ाना	धान-गेहूं से हटकर मक्का, दलहन, सब्जी
9	प्राकृतिक/जैविक खेती	राज्य सरकार	बिहार	रसायन मुक्त, टिकाऊ कृषि	गंगा किनारे के जिलों में प्राकृतिक खेती को बढ़ावा
10	किसान उत्पादक संगठन (FPO)	SFAC / NABARD	अखिल भारतीय	सामूहिक विपणन एवं जोखिम प्रबंधन	बिहार में सब्जी, मक्का, दलहन आधारित FPO
11	डिजिटल कृषि एवं मौसम सलाह	IMD, ICAR, KVK	अखिल भारतीय	मौसम आधारित निर्णय सहायता	बिहार में KVKs द्वारा SMS/मोबाइल सलाह
12	कृषि यंत्रीकरण उप-मिशन (SMAM)	GoI	अखिल भारतीय	समयबद्ध खेती, लागत में कमी	बिहार में कस्टम हायरिंग सेंटर (CHC)

जलवायु-अनुकूल कृषि के स्थिरता संकेतक

जलवायु-अनुकूल कृषि की प्रभावशीलता और दीर्घकालिक स्थिरता का आकलन करने के लिए स्थिरता संकेतकों का उपयोग किया जाता है। ये संकेतक यह दर्शाते हैं कि कोई कृषि प्रणाली

किस हद तक जलवायु जोखिमों का सामना कर सकती है, प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण करती है, तथा किसानों की आजीविका और खाद्य सुरक्षा को बनाए रखती है।

पर्यावरणीय संकेतक

पर्यावरणीय संकेतक यह आकलन करते हैं कि कृषि गतिविधियाँ प्राकृतिक पर्यावरण पर किस प्रकार प्रभाव डाल रही हैं। इसके अंतर्गत वर्षा में विचलन, ग्रीनहाउस गैस (GHG) उत्सर्जन, जल उपलब्धता, मृदा स्वास्थ्य और जैव विविधता जैसे तत्व शामिल होते हैं। जलवायु-अनुकूल कृषि के अंतर्गत जल संरक्षण, फसल अवशेष प्रबंधन, संरक्षण कृषि और एग्रोफॉरेस्ट्री जैसी तकनीकों से पर्यावरणीय संतुलन बनाए रखने का प्रयास किया जाता है। यदि पर्यावरणीय संकेतक सकारात्मक रहते हैं, तो यह कृषि प्रणाली की दीर्घकालिक स्थिरता को दर्शाता है।

आर्थिक संकेतक

आर्थिक संकेतक जलवायु-अनुकूल कृषि की आर्थिक व्यवहार्यता को मापते हैं। इनमें फसल उत्पादकता, किसान की शुद्ध आय, लागत-लाभ अनुपात (B:C ratio) और आय की स्थिरता प्रमुख हैं। जलवायु-अनुकूल तकनीकों को अपनाने से उत्पादन लागत में कमी, जोखिम में घटाव और आय में स्थिरता आती है। आर्थिक रूप से सशक्त किसान नई तकनीकों को अपनाने में अधिक सक्षम होते हैं, जिससे जलवायु-अनुकूल कृषि का प्रसार तेज होता है।

सामाजिक संकेतक

सामाजिक संकेतक यह दर्शाते हैं कि जलवायु-अनुकूल कृषि किस हद तक समावेशी है। इसके अंतर्गत लैंगिक समानता, महिला किसानों की भागीदारी, सामुदायिक सहयोग, ज्ञान साझा करना और सामाजिक पूंजी जैसे तत्व शामिल हैं। जलवायु-अनुकूल कृषि तभी सफल हो सकती है जब इसमें महिलाओं, लघु एवं सीमांत किसानों तथा कमजोर वर्गों की सक्रिय भागीदारी सुनिश्चित हो। सामुदायिक स्तर पर अपनाई गई तकनीकें अधिक टिकाऊ सिद्ध होती हैं।

संस्थागत संकेतक

संस्थागत संकेतक जलवायु-अनुकूल कृषि के लिए उपलब्ध नीतिगत समर्थन, सरकारी योजनाएँ, विस्तार सेवाएँ और संस्थागत ढाँचे की मजबूती को दर्शाते हैं। NICRA, PMKSY, PMFBY, FPO गठन और राज्य-स्तरीय जलवायु कार्यक्रम जलवायु-अनुकूल कृषि को बढ़ावा देने वाले महत्वपूर्ण संस्थागत आधार हैं। मजबूत संस्थागत समर्थन के बिना इसका दीर्घकालिक कार्यान्वयन संभव नहीं है।

अवसंरचनात्मक संकेतक

अवसंरचनात्मक संकेतक कृषि में उपलब्ध भौतिक सुविधाओं का मूल्यांकन करते हैं, जैसे— सिंचाई व्यवस्था, जल संरचनाएँ, भंडारण एवं कोल्ड स्टोरेज, ग्रामीण सड़कें और बाजार पहुँच। जलवायु-अनुकूल कृषि के लिए मजबूत अवसंरचना आवश्यक है ताकि उत्पादन के साथ-साथ फसलोपरांत नुकसान को भी कम किया जा सके और किसानों को बेहतर मूल्य मिल सके।

तकनीकी संकेतक

तकनीकी संकेतक यह मापते हैं कि आधुनिक तकनीकों का कृषि में कितना प्रभावी उपयोग हो रहा है। इसमें कृषि यंत्रीकरण, डिजिटल उपकरण, मौसम आधारित सलाह, रिमोट सेंसिंग, AI आधारित निर्णय सहायता प्रणाली आदि शामिल हैं। तकनीकी नवाचार जलवायु-अनुकूल कृषि को अधिक सटीक, समयबद्ध और प्रभावी बनाते हैं, जिससे जलवायु जोखिमों का पूर्वानुमान और प्रबंधन संभव हो पाता है।

जलवायु-अनुकूल कृषि द्वारा चुनौतियों का समाधान

जलवायु परिवर्तन के कारण कृषि क्षेत्र में सूखा, बाढ़, तापमान वृद्धि, मृदा क्षरण, जल संकट, उत्पादन में अस्थिरता तथा किसानों की आय में अनिश्चितता जैसी अनेक चुनौतियाँ उत्पन्न हो रही हैं। जलवायु-अनुकूल कृषि इन चुनौतियों का समाधान खेत-स्तर तथा खेत-बाह्य दोनों स्तरों पर एकीकृत रणनीतियों के माध्यम से करती है।

खेत-स्तरीय समाधान

खेत-स्तरीय समाधान सीधे किसान के खेत पर लागू किए जाते हैं और इनका उद्देश्य उत्पादन जोखिम कम करना, प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण तथा उत्पादकता बनाए रखना है।

तालिका: खेत-स्तरीय चुनौतियाँ एवं जलवायु-अनुकूल कृषि के संभावित समाधान

प्रमुख चुनौती	जलवायु-अनुकूल कृषि हस्तक्षेप	संभावित समाधान / प्रभाव
मिट्टी की उर्वरता में कमी	संरक्षण कृषि	मृदा स्वास्थ्य में सुधार, नमी संरक्षण
सूखा / बाढ़	सहनशील किस्में	उत्पादन में स्थिरता
जल संकट	ड्रिप/स्प्रिंकलर	जल उपयोग दक्षता में वृद्धि
आय अस्थिरता	फसल विविधीकरण	जोखिम में कमी, आय के नए स्रोत
पर्यावरणीय क्षरण	एग्रोफॉरेस्ट्री	कार्बन संचयन, जैव विविधता संरक्षण

खेत-बाह्य समाधान

खेत-बाह्य समाधान वे हैं जो सीधे खेत पर नहीं, बल्कि संस्थागत, आर्थिक, तकनीकी और विपणन स्तर पर लागू किए जाते हैं। ये समाधान किसानों की जोखिम सहनशीलता और बाजार से जुड़ाव को मजबूत बनाते हैं।

तालिका: खेत-बाह्य चुनौतियाँ एवं जलवायु-अनुकूल कृषि के संभावित समाधान

प्रमुख चुनौती	जलवायु-अनुकूल कृषि हस्तक्षेप	संभावित समाधान / प्रभाव
विपणन में कमजोरी	FPO	सामूहिक विपणन, बेहतर मूल्य
जलवायु जोखिम	PMFBY	आय सुरक्षा, जोखिम प्रबंधन
सूचना की कमी	डिजिटल सलाह	समयबद्ध एवं सटीक निर्णय
कम आय	मूल्य संवर्धन	अतिरिक्त आय, बाजार स्थिरता
संस्थागत समर्थन का अभाव	योजनाएँ/नीतियाँ	जलवायु-अनुकूल कृषि का व्यापक प्रसार

भारत में क्षेत्र-विशिष्ट जलवायु-अनुकूल कृषि रणनीतियाँ

भारत भौगोलिक, जलवायु और कृषि-पारिस्थितिकी दृष्टि से अत्यंत विविध देश है। देश के विभिन्न क्षेत्रों में वर्षा पैटर्न, तापमान, मृदा प्रकार, जल उपलब्धता और फसल प्रणाली में व्यापक भिन्नता पाई जाती है। इसलिए जलवायु-अनुकूल कृषि की रणनीतियाँ भी क्षेत्र-विशिष्ट होनी आवश्यक हैं। एक ही रणनीति पूरे देश में समान रूप से प्रभावी नहीं हो सकती।

भारत को प्रमुख रूप से गंगा के मैदान, शुष्क एवं अर्ध-शुष्क क्षेत्र, हिमालयी क्षेत्र और पूर्वोत्तर क्षेत्र में वर्गीकृत किया जा सकता है, जहाँ जलवायु-अनुकूल कृषि की अलग-अलग रणनीतियाँ अपनाई जाती हैं।

तालिका: भारत में क्षेत्र-विशिष्ट जलवायु-अनुकूल कृषि रणनीतियाँ

क्षेत्र	प्रमुख जलवायु चुनौती	जलवायु-अनुकूल कृषि रणनीतियाँ	अपेक्षित लाभ
गंगा के मैदान	भूजल गिरावट, GHG उत्सर्जन	फसल चक्र परिवर्तन, जल प्रबंधन	जल संरक्षण, उत्पादन स्थिरता
शुष्क/अर्ध-शुष्क	जल संकट, उच्च तापमान	बाजरा-ज्वार, सूक्ष्म सिंचाई	जल दक्षता, आय सुरक्षा
हिमालयी क्षेत्र	मृदा कटाव, तापमान परिवर्तन	सीढ़ीदार खेती, मिश्रित प्रणाली	मृदा संरक्षण, आजीविका विविधीकरण
पूर्वोत्तर क्षेत्र	अत्यधिक वर्षा, कटाव	पारंपरिक प्रणालियाँ (Apatani)	संसाधन दक्षता, टिकाऊ कृषि

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) एवं डिजिटल तकनीक की भूमिका

जलवायु परिवर्तन के परिप्रेक्ष्य में कृषि क्षेत्र को समय पर, सटीक और वैज्ञानिक निर्णयों की आवश्यकता होती है। इस आवश्यकता को पूरा करने में कृत्रिम एवं डिजिटल तकनीक जलवायु-अनुकूल कृषि को अधिक प्रभावी, उत्तरदायी और भविष्य-सक्षम बना रही हैं। AI आधारित प्रणालियाँ विशाल मात्रा में उपलब्ध जलवायु, मृदा, फसल और जल संसाधन संबंधी आँकड़ों का विश्लेषण कर निर्णय-सहायक तंत्र विकसित करती हैं।

तालिका: जलवायु-अनुकूल कृषि में AI एवं डिजिटल तकनीक की भूमिका

तकनीक	उपयोग का क्षेत्र	जलवायु-अनुकूल कृषि में योगदान
AI आधारित DSS	फसल योजना, जोखिम प्रबंधन	सटीक एवं समयबद्ध निर्णय
रिमोट सेंसिंग	फसल स्वास्थ्य, जल संसाधन	बड़े क्षेत्र की निगरानी
GIS	क्षेत्र-विशिष्ट योजना	स्थानिक विश्लेषण
Random Forest	वर्षा/उपज पूर्वानुमान	जोखिम आकलन
XGBoost	जल-अभाव, तापमान प्रभाव	उच्च सटीकता पूर्वानुमान
मोबाइल/डिजिटल ऐप	मौसम व कृषि सलाह	किसान तक त्वरित सूचना

निष्कर्ष

जलवायु परिवर्तन के तीव्र होते प्रभावों के परिप्रेक्ष्य में भारत की कृषि व्यवस्था अनेक गंभीर चुनौतियों का सामना कर रही है, जिनमें अनियमित वर्षा, बढ़ता तापमान, सूखा-बाढ़ की आवृत्ति, भूजल स्तर में गिरावट तथा किसानों की आय में अस्थिरता प्रमुख हैं। ऐसी परिस्थितियों में जलवायु-अनुकूल कृषि भारत में खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए एक प्रभावी और दीर्घकालिक समाधान के रूप में उभरती है। जलवायु-अनुकूल कृषि के अंतर्गत अपनाए गए खेत-स्तरीय उपाय जैसे संरक्षण कृषि, सूखा एवं बाढ़ सहनशील किस्में, सूक्ष्म सिंचाई तथा फसल विविधीकरण उत्पादन जोखिम को कम करते हैं और प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण सुनिश्चित करते हैं। वहीं खेत-बाह्य उपायों जैसे किसान उत्पादक संगठन, फसल बीमा, डिजिटल सलाह सेवाएँ और बेहतर बाजार पहुँच किसानों की आर्थिक सुरक्षा और निर्णय-क्षमता को सुदृढ़ बनाती हैं। भारत के विभिन्न कृषि-पारिस्थितिक क्षेत्रों के अनुरूप क्षेत्र-विशिष्ट जलवायु-अनुकूल कृषि रणनीतियाँ अपनाकर स्थानीय समस्याओं का प्रभावी समाधान संभव है।

इसके साथ ही कृत्रिम बुद्धिमत्ता और डिजिटल तकनीकों का उपयोग कृषि को डेटा-आधारित, पूर्वानुमान-क्षम और अधिक कुशल बनाता है। अतः नीति समर्थन, संस्थागत मजबूती और किसानों की सक्रिय भागीदारी के साथ जलवायु-अनुकूल कृषि को व्यापक रूप से लागू करना भारत की सतत कृषि और दीर्घकालिक खाद्य सुरक्षा के लिए अत्यंत आवश्यक है।