

इंडो-गैंगेटिक मैदानों में भूमि उपयोग और जनसंख्या गतिशीलता: जलवायु, जल और संसाधन

*Prabhat Kumar Singh

Research Scholar, Department of History, Purnea University, Purnia, Bihar (India).

* Corresponding Author

Email: prabhatsingh.1470@gmail.com

Abstract: इंडो-गैंगेटिक बेसिन (Indo-Gangetic Basin) विश्व के सबसे अधिक जनसंख्या वाले क्षेत्रों में से एक है, जो पिछले 40 वर्षों में मानव-प्राकृतिक संबंधों, विकास, संघर्ष और अवसरों का जटिल मिश्रण रहा है। कृषि जल उपयोग में तीव्र वृद्धि इस क्षेत्र की एक प्रमुख प्रवृत्ति रही है, जिससे यह स्पष्ट होता है कि ग्रामीण आजीविका की स्थिरता जल संसाधनों की उपलब्धता और उस तक पहुंच पर अत्यधिक निर्भर करती है।

यह विशाल मैदान न केवल कृषि के लिए अत्यंत उपजाऊ है, बल्कि पर्यावरणीय रूप से संवेदनशील और सामाजिक-आर्थिक दृष्टि से भी अत्यंत महत्वपूर्ण है। हालांकि, यह क्षेत्र जलवायु परिवर्तन और मानवीय गतिविधियों से उत्पन्न दबावों का सामना कर रहा है, जो भू-आकृति, जल चक्र और मृदा उर्वरता को प्रभावित कर रहे हैं। भविष्य में इस क्षेत्र के लिए सबसे बड़ा खतरा जल की अनियमित और अप्रत्याशित आपूर्ति हो सकता है। जहां अत्यधिक जल प्रवाह के कारण पाइडमोंट क्षेत्रों और नदी तलहटी में बाढ़ और गाद जमाव की समस्या उत्पन्न होती है, वहीं जल की कमी से मृदा लवणता, मरुस्थलीकरण और भूजल स्रोतों के सूखने जैसी समस्याएं सामने आती हैं, जो इस क्षेत्र की सतह पारिस्थितिकी को संकट में डालती हैं।

इंडो-गैंगेटिक मैदान (IGP) कृषि कार्यों के लिए आदर्श स्थिति में स्थित हैं और भारत में गरीबी और खाद्य असुरक्षा की समस्या का समाधान प्रदान करने की क्षमता रखते हैं। परंतु यह क्षेत्र मृदा क्षरण, भूकंपीय गतिविधि, और अत्यधिक वर्षा जैसी चुनौतियों का सामना कर रहा है, जो कि वैश्विक तापमान वृद्धि के परिणामस्वरूप और अधिक गंभीर हो गई हैं।

ऐतिहासिक और वर्तमान डेटा विश्लेषण से यह स्पष्ट होता है कि इस क्षेत्र में दो प्रमुख समस्याएं उत्पन्न हो सकती हैं—जल की अधिकता या जल की कमी। दोनों ही परिस्थितियाँ मानव और पर्यावरणीय प्रणाली के लिए गंभीर खतरे उत्पन्न करती हैं। इस क्षेत्र की सबसे बड़ी चुनौती है मानसून वर्षा की सटीक भविष्यवाणी, क्योंकि अधिकांश संकट—चाहे वह बाढ़ हो या सूखा—इसी वर्षा चक्र की अनिश्चितता से जुड़े होते हैं।

[Singh, P.K. इंडो-गैंगेटिक मैदानों में भूमि उपयोग और जनसंख्या गतिशीलता: जलवायु, जल और संसाधन. *The International Journal of Interpretation, Observation and Analysis*, 2025; Volume 3, Issue 1:163-171 (July-September). ISSN 2349-0713, Peer-reviewed (online/offline), Refereed, Indexed and International Journal (Since 2013), Global Impact Factor: 5.776

कुंजी शब्द (Keywords): इंडो-गैंगेटिक मैदान, जलवायु परिवर्तन, जल संकट, बाढ़, जनसंख्या, मृदा उर्वरता, कृषि सततता, भौगोलिक विविधता

परिचय

भारत प्राकृतिक संसाधनों और जलवायु विविधताओं से समृद्ध देश है, जो इसे उष्णकटिबंधीय, उप-उष्णकटिबंधीय और समशीतोष्ण क्षेत्रों में पाई जाने वाली कई पौध प्रजातियों की खेती के लिए उपयुक्त बनाता है। हालांकि भारत में ऊर्जा और प्राकृतिक संसाधनों

की प्रचुरता है, फिर भी बढ़ती जनसंख्या के कारण खाद्य उत्पादन का संतुलन बनाए रखना एक चुनौती बना हुआ है। देश की सबसे बड़ी समस्या अन्न (अनाज) में आत्मनिर्भरता प्राप्त करना है।

कृषि आधारित आजीविकाएं प्राकृतिक संसाधनों पर आधारित होती हैं, और इस कारण, राष्ट्रीय

खाद्य सुरक्षा के लिए इन संसाधनों का सतत और विवेकपूर्ण उपयोग अत्यंत आवश्यक है। भारत में प्राकृतिक संसाधनों को विकास, रोजगार सृजन, गरीबी उन्मूलन, और करोड़ों लोगों के लिए आजीविका के साधन के रूप में देखा जाता है। चूंकि राष्ट्रीय अर्थव्यवस्था में एक साथ कई प्रकार की भूमि उपयोग प्रणालियाँ मौजूद हैं, इसलिए इनके प्रबंधन के लिए कई केंद्रीय और राज्य स्तरीय कानून लागू किए गए हैं।

इंडो-गैंगेटिक मैदान (IGP) भारत की लगभग 40 प्रतिशत जनसंख्या का भरण-पोषण करने के लिए देश की कुल खाद्य आपूर्ति का लगभग 50 प्रतिशत प्रदान करते हैं (Pal et al., 2009)। भारत के 610 प्रशासनिक जिलों में से 185 जिले IGP क्षेत्र में आते हैं। यह मैदान लगभग 52.01 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्र में फैला है और इसमें 8 कृषि पारिस्थितिकी क्षेत्र (Agro-Ecological Regions) तथा 14 कृषि पारिस्थितिकी उपक्षेत्र (Agro-Ecological Sub Regions) शामिल हैं। IGP भारत के कुल भौगोलिक क्षेत्र का लगभग 13% भाग कवर करता है, और इसमें 280 मिलियन से अधिक ग्रामीण जनसंख्या निवास करती है। यह क्षेत्र कुछ मध्यम आय वाले राज्यों के साथ-साथ देश के सबसे गरीब राज्यों को भी सम्मिलित करता है (Erenstein, 2009)।

लगभग 10,000 वर्ष पूर्व, जब पृथ्वी की जनसंख्या लगभग 50 लाख थी, मानव समाज ने कृषि कार्यों को व्यवस्थित रूप से अपनाना प्रारंभ किया। परिणामस्वरूप, लगभग 8,000 वर्षों बाद (ई. सन् 1 में) वैश्विक जनसंख्या बढ़कर 20 करोड़ तक पहुँच गई। कृषि के विस्तार ने मानव जनसंख्या को उसके पूर्व स्तर की तुलना में लगभग 40 गुना बढ़ा दिया।

हालांकि कृषि ने मानव जाति को एक नई दिशा दी, लेकिन आज मानव समाज कृषि के महत्व को भूलता जा रहा है। रासायनिक उर्वरकों और जहरीली गैसों से मृदा और वायु को प्रदूषित किया जा रहा है। साथ ही, उपजाऊ कृषि भूमि पर इमारतें खड़ी की जा रही हैं। यदि कृषि को नुकसान पहुंचाने वाली यह प्रवृत्ति इसी तरह

जारी रही, तो वह दिन दूर नहीं जब वैश्विक जनसंख्या एक बार फिर से उस स्तर तक गिर जाएगी, जो कृषि की शुरुआत से पहले थी।

भूमि उपयोग, कृषि और जनसंख्या पर प्रभाव: इंडो-गैंगेटिक मैदानों का अध्ययन

जलवायु परिवर्तन और कृषि पर प्रभाव

जलवायु परिवर्तन का कृषि की गुणवत्ता और मात्रा पर गहरा प्रभाव पड़ रहा है। यह विशेष रूप से चिंताजनक है क्योंकि हाल के वर्षों में वैश्विक तापमान में उल्लेखनीय वृद्धि हुई है, जिससे मौसम के पैटर्न असामान्य और अस्थिर हो गए हैं। इसका सीधा असर इंडो-गैंगेटिक मैदान जैसे कृषि-प्रधान क्षेत्रों पर पड़ता है।

भारत में कृषि न केवल भोजन और आजीविका का प्रमुख स्रोत है, बल्कि यह बड़ी संख्या में लोगों को रोजगार भी प्रदान करती है। देश के कई अपेक्षाकृत गरीब क्षेत्रों में कृषि आधारित रोजगार आय और जीवन निर्वाह का प्रमुख साधन है। अतः कृषि उद्योग न केवल भारत की सकल घरेलू उत्पाद (GDP) में योगदान देता है, बल्कि आर्थिक बहुगुणक प्रभाव (multiplier effect) के माध्यम से समग्र आर्थिक विकास को भी बढ़ावा देता है (Sehgal et al., 2013)।

हालांकि पहले जलवायु का इतना गहरा प्रभाव नहीं देखा गया था, क्योंकि उस समय पृथ्वी की जनसंख्या काफी कम थी। लेकिन हाल के मानवजनित परिवर्तनों के कारण जलवायु में तीव्र बदलाव हुए हैं, जिससे कृषि पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ा है। इन प्रभावों को कम करने के लिए आवश्यक है कि हम वायुमंडल में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा को नियंत्रित करें, और रोकथाम व अनुकूलन रणनीतियाँ अपनाएं (Saini, 2008)।

इतिहास और जल-संसाधन आधारित जनसंख्या घनत्व

ऐतिहासिक रूप से, मानव सभ्यताएं उपजाऊ भूमि और सुनिश्चित जल आपूर्ति वाले क्षेत्रों में ही बसती रही हैं। भारत में भी इंडो-गैंगेटिक मैदानों में उर्वर मिट्टी और सिंचाई योग्य जल की

पर्याप्तता के कारण प्राचीन काल से ही जनसंख्या घनत्व अधिक रहा है।

हरित क्रांति (Green Revolution) के बाद से विश्व की जनसंख्या में लगभग 5 अरब की वृद्धि हुई है। विशेषज्ञ मानते हैं कि अगर यह क्रांति नहीं हुई होती, तो अकाल और कुपोषण की स्थिति और भी गंभीर होती। जनसंख्या की ग्रामीण से शहरी ओर गति से कृषि क्षेत्रों में श्रमिकों की संख्या घटती है, जिससे कृषि भूमि का उपयोग घटता है और शहरी विकास का दबाव बढ़ता है।

अध्ययन क्षेत्र का विवरण

इंडो-गैंगेटिक मैदान विश्व के सर्वाधिक घनी आबादी वाले क्षेत्रों में से एक है। यह क्षेत्र गंगा, सिंधु और ब्रह्मपुत्र नदियों एवं उनकी सहायक नदियों के द्वारा निर्मित उपजाऊ जलोढ़ मिट्टी से युक्त है। भारत का यह भाग उत्तर-मध्य भारत से लेकर पश्चिम में थार मरुस्थल तक, और पूर्व में असम तथा दक्षिण में बंगाल की खाड़ी तक फैला हुआ है।

इस अध्ययन में शामिल क्षेत्र आठ भारतीय राज्य हैं — पंजाब, हरियाणा, उत्तराखंड, उत्तर प्रदेश, झारखंड, बिहार, पश्चिम बंगाल और दिल्ली, तथा चंडीगढ़ केंद्र शासित प्रदेश। यह क्षेत्र लगभग 6.53 लाख वर्ग किमी (Census of India, 2001) क्षेत्र में फैला है, जो भारत के कुल क्षेत्रफल का 19.87% है और यहां देश की 41.32% जनसंख्या निवास करती है।

जनसंख्या वृद्धि को समायोजित करने हेतु शहरी क्षेत्रों का तेजी से विस्तार हो रहा है। इसके परिणामस्वरूप उपजाऊ कृषि भूमि शहरी क्षेत्रों में परिवर्तित हो रही है, जिससे न केवल कृषि उत्पादकता प्रभावित हो रही है, बल्कि पारिस्थितिकीय और जलविज्ञान चक्रों पर भी प्रतिकूल प्रभाव पड़ रहा है।

IGP में प्राकृतिक संसाधनों की वर्तमान स्थिति केंद्रीय शुष्क कृषि अनुसंधान संस्थान (CRIDA) ने राष्ट्रीय वर्षा आधारित क्षेत्र प्राधिकरण (NRAA) के लिए देश का प्राकृतिक संसाधन सूचकांक (NRI) मानचित्र तैयार किया। इसमें सात कारकों को शामिल किया गया: वर्षा, भूजल

की स्थिति, सिंचाई की तीव्रता, वर्षा आधारित क्षेत्र, सूखा, मिट्टी की जल उपलब्धता, और बंजर/अपद्रवी भूमि।

इस मानचित्र के अनुसार, भारत का पूर्वी भाग संसाधन-समृद्ध, मध्य भाग मध्यम स्तर का, और पश्चिमी भाग अपेक्षाकृत गरीब है (Patil et al., 2014)। अनेक सरकारी समितियों के अनुसार, भारत के सबसे गरीब जिले मुख्य रूप से मध्य और निचले इंडो-गैंगेटिक मैदान में स्थित हैं, जो उच्च NRI क्षेत्र हैं। यानी संसाधन समृद्धता और गरीबी एक साथ मौजूद हैं। इसका मुख्य कारण है — तेजी से बढ़ती जनसंख्या (>20%), जनसंख्या घनत्व (>1000 व्यक्ति प्रति वर्ग किमी) और कृषि पर अत्यधिक निर्भरता।

IGP की उप-प्रभाग व्यवस्था

इंडो-गैंगेटिक मैदान को चार प्रमुख भागों में विभाजित किया जाता है (Gupta & Yadav, 2014):

1. उपरी इंडो-गैंगेटिक मैदान (UIGP)
2. मध्य इंडो-गैंगेटिक मैदान (MIGP)
3. निचला इंडो-गैंगेटिक मैदान (LIGP)
4. पूर्ण इंडो-गैंगेटिक क्षेत्र (TIGP)

Ganga नदी इस मैदान की मुख्य नदी है, और इसकी सहायक नदियाँ — यमुना, गोमती, घाघरा, गंडक, कोसी — हिमालय से भरपूर जल और जलोढ़ पदार्थ लाकर इस क्षेत्र की उर्वरता को बनाये रखती हैं।

इंडो-गैंगेटिक मैदानों का भू-आकृतिक विभाजन और ऐतिहासिक पृष्ठभूमि

(a) उपरी गंगा मैदान

यह मैदान अत्यंत समतल और एकरूप है, जिसमें नदियों के ब्लफ्स (कटावदार किनारे), मियांडर (घुमाव), आक्सबो झीलें, तटबंध (Levees), छूटी हुई नदी धाराएं, रेतीले क्षेत्र (भूर) और नदी नहरें शामिल हैं। मैदान का पश्चिमी भाग गंगा-यमुना दोआब है, जो अपेक्षाकृत ऊंचाई लिए हुए है। इसके पूरब में रोहिलखंड का नीचला मैदान अवध मैदान से मिल जाता है, जिसकी प्रमुख नदी घाघरा है। यह नदी बार-बार अपना मार्ग

बदलती है, जिससे इस क्षेत्र का खदर (नदी से बार-बार जलोढ़ जमा होना) अधिक होता है।

(b) मध्य गंगा मैदान

पूर्वी उत्तर प्रदेश और बिहार में विस्तारित यह मैदान, लगभग 600 किमी पूर्व-पश्चिम और 330 किमी उत्तर-दक्षिण फैला है, जिसका कुल क्षेत्रफल लगभग 1.44 लाख वर्ग किमी है। इसके उत्तर में हिमालय की तलहटी और दक्षिण में प्रायद्वीपीय भारत की सीमाएं स्पष्ट हैं, जबकि पूर्व और पश्चिम की सीमाएं अस्पष्ट एवं क्रमिक संक्रमण वाली हैं। यह मैदान लगभग 150 मीटर से कम ऊंचाई पर स्थित है।

घाघरा, गंडक, कोसी तथा अन्य हिमालयी सहायक नदियाँ इस क्षेत्र को जलापूर्ति करती हैं। नेपाल की तलहटी से ये नदियाँ भारी मात्रा में जलोढ़ पदार्थ लाकर मैदान में जमा करती हैं। यहाँ तटबंध, दलदल, आक्सबो झीलें, मरुस्थल, और गहराइयाँ जैसी विशेषताएं मिलती हैं। कोसी नदी, जिसे "बिहार का शोक" कहा जाता है, अपने मार्ग को बार-बार बदलने के लिए प्रसिद्ध है। यह कभी 1736 में पूर्णिया के पास बहती थी, लेकिन अब लगभग 110 किमी पश्चिम में बहती है।

गंगा-घाघरा दोआब, घाघरा-गंडक दोआब, और गंडक-कोसी दोआब (मिथिला का मैदान) इस क्षेत्र के प्रमुख भौगोलिक खंड हैं। दक्षिण से सोन नदी और उसकी सहायक नदियाँ भी गंगा से मिलती हैं। पूर्वी उत्तर प्रदेश में ढाल 9-10 सेमी प्रति किमी है जबकि मिथिला मैदान में यह मात्र 6 सेमी प्रति किमी है।

(c) निचला गंगा मैदान

यह क्षेत्र पूर्णिया (बिहार), पश्चिम बंगाल (सिवाय पुरलिया और दार्जिलिंग पहाड़ी क्षेत्रों के) और बांग्लादेश तक फैला है। उत्तर में दार्जिलिंग हिमालय से लेकर दक्षिण में बंगाल की खाड़ी तक इसकी लंबाई लगभग 580 किमी है। पश्चिम में छोटानागपुर पठार से लेकर पूर्व में बांग्लादेश तक यह मैदान फैला हुआ है, जिसका कुल क्षेत्रफल 81,000 वर्ग किमी है।

उत्तर में इस क्षेत्र का निर्माण तीस्ता, जलढाका और तोरसा नदियों द्वारा जमा किए गए जलोढ़ से हुआ है। द्वार (दार्जिलिंग तराई) और बरिंद का मैदान इस क्षेत्र की प्रमुख विशेषताएँ हैं। मैदान का लगभग दो-तिहाई भाग डेल्टा स्वरूप का है, जो विश्व का सबसे बड़ा डेल्टा है। इस डेल्टा क्षेत्र में गंगा कई शाखाओं में बंट जाती है, और यहां की औसत ढाल 2 सेमी प्रति किमी है।

मैदान का दो-तिहाई हिस्सा समुद्र तल से नीचे (30 मीटर से कम) है। यदि समुद्र तल सिर्फ 7 फीट भी बढ़ता है, तो कोलकाता तक का अधिकांश भू-भाग जलमग्न हो जाएगा। इस तटीय डेल्टा क्षेत्र में मुहाने, कीचड़ के मैदान, मैंग्रोव आर्द्रभूमियाँ (जैसे सुंदरबन), रेत टीलें और समुद्री तट पाये जाते हैं। सुंदरबन, जहां सुंदरी वृक्ष पाए जाते हैं, एक प्रमुख जैवविविधता क्षेत्र है।

इंडो-गैंगेटिक मैदानों का ऐतिहासिक परिप्रेक्ष्य इंडो-गैंगेटिक मैदान, जिसे उत्तर भारत का मैदान (North Indus Plain) भी कहा जाता है, भारत के उत्तर-मध्य भाग में फैला हुआ है। यह क्षेत्र ब्रह्मपुत्र और गंगा घाटी से लेकर सिंधु नदी घाटी तक विस्तारित है, और उपमहाद्वीप के सबसे समृद्ध और सघन जनसंख्या वाले क्षेत्रों में से एक है।

यह मैदान मुख्य रूप से गंगा, सिंधु और ब्रह्मपुत्र नदियों तथा उनकी सहायक नदियों द्वारा निर्मित जलोढ़ मिट्टी से बना है। इस क्षेत्र के पूर्वी भाग में सर्दियों में सूखा या कम वर्षा, जबकि गर्मियों में अत्यधिक वर्षा के कारण दलदली भूमि या मीठे पानी की झीलें बन जाती हैं। पश्चिम की ओर यह मैदान थार मरुस्थल में विलीन हो जाता है।

इस मैदान में दो प्रमुख जल निकासी तंत्र हैं:

- पंजाब-हरियाणा जलग्रहण क्षेत्र
- गंगा-ब्रह्मपुत्र जलग्रहण क्षेत्र

यह मैदान लगभग 400-800 किमी चौड़ा है और भूकंपीय गतिविधियों के कारण अब धीरे-धीरे धंस रहा है। इसकी उपजाऊ मिट्टी इसे कृषि कार्यों के लिए अत्यंत उपयुक्त बनाती है। यहाँ दिल्ली, लखनऊ और चंडीगढ़ जैसे प्रमुख शहर स्थित हैं। यह क्षेत्र विश्व के सबसे अधिक कृषि उपयोग वाले

क्षेत्रों में से एक है, जहाँ प्रमुख फसलें गेहूँ और चावल हैं, जबकि कपास, मक्का और गन्ना भी प्रमुख परंपरागत फसलें हैं।

लगभग 1 अरब लोग इस क्षेत्र में निवास करते हैं। इसे 5 उपक्षेत्रों में विभाजित किया गया है:

1. पाकिस्तान, हरियाणा और पंजाब (क्षेत्र 1 और 2)
2. उत्तर प्रदेश, बिहार और नेपाल (क्षेत्र 3 और 4)
3. पश्चिम बंगाल और बांग्लादेश (क्षेत्र 5)

यह क्षेत्र शुष्क से मध्यम आर्द्र जलवायु से युक्त है। गर्मियाँ नम और वर्षा युक्त, जबकि सर्दियाँ ठंडी और शुष्क होती हैं। दक्षिण-पश्चिम मानसून की वर्षा इस क्षेत्र की जलवायु को प्रत्यक्ष रूप से प्रभावित करती है।

इंडस-गंगा मैदान, जिसे "महान मैदान (Great Plains)" कहा जाता है (Meade, 2007), जम्मू-कश्मीर और खैबर पख्तूनख्वा (पश्चिम) से लेकर असम (पूर्व) तक फैला हुआ है। यह हिमालय की समानांतर दिशा में चलता है और उत्तर और पूर्व भारत के अधिकांश भाग को जलनिकासी प्रदान करता है। यह क्षेत्र 700,000 वर्ग किमी में फैला है और इसकी चौड़ाई विभिन्न भागों में कई सौ किलोमीटर तक जाती है। गंगा और सिंधु इसकी मुख्य नदियाँ हैं, जबकि ब्यास, यमुना, गोमती, रावी, सतलज और अन्य सहायक नदियाँ इसे समृद्ध बनाती हैं।

इंडो-गैंगेटिक मैदानों की जनसंख्या, संसाधन और भविष्य की स्थिरता

चेनाब नदी और समग्र भौगोलिक परिदृश्य

इंडस-गंगा पट्टी विश्व की सबसे बड़ी सतत जलोढ़ समभूमि है, जिसे अनेक नदियों द्वारा लाई गई गाद ने निर्मित किया है। यह मैदान समतल, वृक्षहीन, और नहरों के माध्यम से सिंचित किया जा सकता है। यहाँ स्वच्छ जल की भी पर्याप्त उपलब्धता है। यह क्षेत्र भारत के सबसे अधिक कृषि उपयोग वाले क्षेत्रों में से एक है। प्रमुख फसलें जैसे चावल और गेहूँ फसल चक्र के रूप में उगाई जाती हैं। साथ ही मक्का, गन्ना और कपास भी प्रमुख फसलें हैं। इंडो-गैंगेटिक मैदानों की

जनसंख्या अब 400 मिलियन (40 करोड़) के करीब मानी जाती है, जो इसे विश्व के सबसे अधिक जनसंख्या घनत्व वाले क्षेत्रों में से एक बनाती है।

जनसंख्या घनत्व और जलवायु परिवर्तन का प्रभाव

इंडो-गैंगेटिक मैदानों का संरक्षण अत्यंत आवश्यक है क्योंकि यहाँ जनसंख्या घनत्व अत्यधिक है। विभिन्न क्षेत्रों में जलवायु परिवर्तन का प्रभाव जनसंख्या संरचना के आधार पर अलग-अलग होता है। जिन क्षेत्रों में जनसंख्या घनत्व अधिक है, वहाँ जलवायु परिवर्तन के प्रभाव अधिक तीव्र होते हैं। उदाहरण के लिए, उत्तर प्रदेश, पश्चिम बिहार और पश्चिम बंगाल में जनसंख्या घनत्व सबसे अधिक है और यह क्षेत्र सबसे अधिक संवेदनशील भी पाए गए हैं (Roy Chowdhury et al., 2012)।

मिट्टी, जलवायु और जल उपलब्धता के साथ जनसंख्या का संबंध

इंडो-गैंगेटिक मैदानों की भौगोलिक संरचना हिमालय की विवर्तनिक गतिविधियों से जुड़ी हुई है। हिमालय की जलवायु का प्रभाव इस मैदान की मिट्टी की उर्वरता, जल प्रवाह, और कृषि उत्पादकता पर प्रत्यक्ष रूप से पड़ता है।

कुछ शोधों के अनुसार:

- पृथ्वी के तापमान में वृद्धि से वाष्पीकरण दर और आर्द्रता में वृद्धि होगी।
- इससे वर्षा की मात्रा घट सकती है, क्योंकि गर्म हवा जलवाष्प को अधिक देर तक रोककर रखेगी।
- जबकि कुछ अन्य शोध यह भी बताते हैं कि इससे वर्षा में लगभग 20% तक वृद्धि हो सकती है (Wentz and Schabel, 2000; Wentz et al., 2007)।

एक अन्य गंभीर मुद्दा मिट्टी की लवणता (salinity) है, जो विशेष रूप से उत्तर प्रदेश, हरियाणा और पंजाब में देखी गई है (Patil et al., 2014)। तापमान में वृद्धि से यह लवणता और अधिक क्षेत्रों में फैल सकती है। साथ ही, मृदा में कार्बन की मात्रा भी महत्वपूर्ण है, क्योंकि यह

मिट्टी की संरचना को बेहतर बनाता है और कमजोरी को कम करता है।

एक अध्ययन में पाया गया कि:

- अधिकतम तापमान की वृद्धि दक्षिणी उत्तर प्रदेश में अधिक तेज़ थी।
- जबकि न्यूनतम तापमान की वृद्धि उत्तरी उत्तर प्रदेश में अधिक देखी गई।
- इससे कृषि पर गंभीर प्रभाव पड़ता है (Saini, 2008)।

भविष्य में स्थिरता की चुनौतियाँ

जलवायु परिवर्तन के अतिरिक्त, इस क्षेत्र में जनसंख्या वृद्धि के कारण संसाधनों पर अत्यधिक दबाव है — विशेष रूप से जल, भूमि और कृषि संसाधनों पर। अतः इंडो-गैंगेटिक मैदानों के सामने दोहरी चुनौतियाँ हैं:

1. जलवायु परिवर्तन से उत्पन्न खतरे
2. संसाधनों पर अत्यधिक निर्भरता

संभावित दो परिदृश्य हैं:

- एक में जल की आपूर्ति अधिक हो जाती है, जिससे क्षरण, बाढ़ और मिट्टी का बहाव जैसी समस्याएँ उत्पन्न होती हैं।
- दूसरे में जल की आपूर्ति घट जाती है, जिससे सूखा, मिट्टी की लवणता, रेगिस्तानीकरण, जल स्रोतों का सूखना जैसी समस्याएँ उत्पन्न होती हैं।

फसल उत्पादकता (productivity) और संवेदनशीलता (vulnerability) में उलटा संबंध होता है (Gornall et al., 2010)। जैसे-जैसे संवेदनशीलता बढ़ती है, उत्पादकता घटती है। अध्ययन से पता चलता है कि:

- पूरब (पूर्वी बिहार, बंगाल) में उत्पादकता सबसे अधिक है।
- जबकि पश्चिम की ओर जाते हुए यह घटती जाती है।

यदि हम जलवायु परिवर्तन के प्रभावों का अध्ययन कर अनुकूलन रणनीतियाँ अपनाते हैं, तो इन प्रभावों को कम किया जा सकता है और क्षेत्र के लिए एक स्थायी भविष्य सुनिश्चित किया जा सकता है।

जलवायु परिवर्तन और भूमि-जल तंत्र में संभावित परिवर्तन

यह अनुमान लगाया गया है कि इंडो-गैंगेटिक मैदानों (IGP) की भूमि और जल प्रणाली में अल्पकालिक तथा दीर्घकालिक जलवायु-प्रेरित परिवर्तन होने की संभावना है (Mol et al., 2000; Veldkamp and Tebbans, 2001; Boggart et al., 2003)। पिछले अंतः हिमीय काल (लगभग 25,000 वर्ष पूर्व) में आए परिवर्तनों का विश्लेषण यह समझने में सहायक हो सकता है कि जल प्रवाह में वृद्धि या कमी से मृदा, पारिस्थितिकी तंत्र और जल प्रक्रियाएँ किस प्रकार प्रभावित होती हैं।

प्रारंभिक वार्मिंग के कारण हिमालय की हिमनदियाँ और बर्फ पिघल सकती हैं, जिससे वर्षा की प्रवृत्ति बर्फबारी से बारिश की ओर शिफ्ट हो सकती है। इससे जल आपूर्ति में वृद्धि होगी, जो हिमालयी भूभाग के अपरदन और तलछट संचयन में वृद्धि करेगी। होलोसीन काल (लगभग 8-6 हजार वर्ष पूर्व) में आए हाइप्सिथर्मल घटना के दौरान भारी बाढ़ों के कारण घाटियों में 80 मीटर तक तलछट भर गई थीं (Pratt et al., 2002)। इस प्रक्रिया की पुनरावृत्ति में सदियाँ लग सकती हैं, जब तक कि परिदृश्य और भूगर्भीय संरचनाएँ वर्तमान परिस्थितियों के अनुकूल न हो जाएँ।

IGP और इसकी नदी घाटियाँ धीरे-धीरे नदी प्रवाह की गति, तलछट भार और जल निकास की स्थितियों के अनुसार ढलती हैं। चूंकि कृषि और सामाजिक आवश्यकताएँ वर्तमान मानसूनी जलवायु और भूजल व्यवहार पर निर्भर हैं, अतः कोई भी बड़ा परिवर्तन इन प्रणालियों को गहराई से प्रभावित कर सकता है।

विशेषकर **पिएडमॉन्ट क्षेत्र**, जो ढालदार और कमजोर शैल-रचना वाला है, सबसे पहले गली अपरदन (gully erosion) से प्रभावित होता है। यह अपरदन बाढ़ की तीव्रता के साथ बढ़ता है और वन भूमि के ह्रास और बंजर भूमि के विस्तार में योगदान करता है। आगे चलकर, **निचली समभूमि** में धीरे-धीरे नई तलछट जमने लगती है।

लेट क्वाटरनरी काल के आर्द्र अंतरकालों में, हिमालय के सम्मुख मेगा-फैन्स और नदी-जलमार्गों में भारी तलछट संचयन देखा गया था (Shukla et al., 2001; Kar et al., 1997)। इन क्षेत्रों में सतही जल स्रोतों के पास होने और मृदा बनावट के कारण कृषि के लिए अधिक अनुकूलता होती है।

परंतु, नदी की जल-गतिकी में परिवर्तन भूमि उपयोग को बदल सकता है और कृषि के प्रकार को प्रभावित कर सकता है। विशेष रूप से IGP के पश्चिमी भाग में जहां वर्षा सीमित है, स्थिति और भी जटिल है।

हरियाणा-पंजाब क्षेत्र की विशेष स्थिति और ऐतिहासिक दृष्टांत

हरियाणा-पंजाब क्षेत्र, जो थार मरुस्थल के निकट है, आज सबसे अधिक संवेदनशील है क्योंकि यह क्षेत्र पहले से ही सूखा, मरुस्थलीकरण और मृदा लवणता जैसी समस्याओं से ग्रस्त है। दिल्ली क्षेत्र में मरुस्थलीकरण की प्रक्रिया लगभग 16,000 वर्ष पूर्व प्रारंभ हुई थी, जिसके प्रमाण विस्तृत बालुकाशयों के रूप में पाए जाते हैं (Glennie et al., 2002)।

अगर वर्षा में 300 मिमी की कमी आती है, तो दिल्ली अक्षांश पर वर्षा में औसतन 50% की गिरावट आएगी, जिससे यह क्षेत्र सूखे क्षेत्र में परिवर्तित हो जाएगा। जबकि गंगा मैदान (पूर्व की ओर), जहां वर्षा 600 से 1400 मिमी तक होती है, इस परिवर्तन से अपेक्षाकृत कम प्रभावित होगा।

हरियाणा-पंजाब क्षेत्र प्राचीन सिंधु घाटी सभ्यता का भाग था, जहाँ घग्घर-हकरा नदियों के किनारे वैदिक सरस्वती नदी के बहने की मान्यता है। इस क्षेत्र में आज भी सैकड़ों सांस्कृतिक टीले इस सभ्यता की उपस्थिति के साक्ष्य हैं। हालांकि इस क्षेत्र में विलुप्त सभ्यता के पतन के कारणों को लेकर कई मतभेद हैं (Mishra, 1984; Sahai, 1999)। तात्कालिक कारणों में जलवायु परिवर्तन, शुष्कता, लवणता, और भूकंपीय हलचल प्रमुख हैं। तापमान वृद्धि, कृषि उत्पादकता और जल संकट

यह अनुमान है कि यदि तापमान में 2.0 डिग्री सेल्सियस तक की वृद्धि होती है, तो कृषि उत्पादकता में 4% से 34% तक की गिरावट संभव है (IPCC, 2007)। हरियाणा, पंजाब और पश्चिमी उत्तर प्रदेश की मृदा लवणता और अधिक क्षेत्र में फैल सकती है जिससे उपजाऊ कृषि भूमि की आपूर्ति घटेगी।

जल की कमी के कारण भूजल दोहन बढ़ेगा, जिससे जल संकट और गहरा होगा। कुछ क्षेत्रों में नदी जल बहाव की दिशा भी बदल सकती है, जैसे कि फरीदाबाद क्षेत्र में यमुना नदी ग्रहणकर्ता से दाता बन सकती है।

निष्कर्ष और भविष्य की संभावनाएँ

जलवायु परिवर्तन के प्रभाव अलग-अलग क्षेत्रों में अलग प्रकार से प्रकट होंगे। IGP क्षेत्र की उत्पादकता घट सकती है और दो प्रमुख परिदृश्य सामने आ सकते हैं:

1. जल की आपूर्ति में वृद्धि — जिससे अपरदन, तलछट संचयन और बाढ़ का खतरा।
2. जल की आपूर्ति में गिरावट — जिससे सूखा, लवणता, रेगिस्तानीकरण और कृषि संकट।

इन परिवर्तनों को समझने के लिए हमें 25 हजार वर्षों के हिमालयीय और IGP के जलवायु रिकॉर्ड को समझना होगा और यह जानना होगा कि अतीत में भूमि, जल और वनस्पति ने इन परिवर्तनों पर कैसे प्रतिक्रिया दी। इसके आधार पर हम मानसून परिवर्तनों की समय-स्थान गतिशीलता का विश्लेषण कर सकते हैं।

इस अध्ययन के आधार पर हम:

- जल प्रबंधन रणनीतियाँ तैयार कर सकते हैं
- फसल चक्र में बदलाव की सिफारिश कर सकते हैं
- नई भूमि उपयोग प्रणालियाँ और सिंचाई तकनीकों का विकास कर सकते हैं

इस तरह हम IGP क्षेत्र को जलवायु अनुकूलन के लिए तैयार कर सकते हैं और एक स्थायी भविष्य सुनिश्चित करने की दिशा में आगे बढ़ सकते हैं।

संदर्भ सूची :

1. भारत की जनगणना (2001)। भारत की जनगणना (नई दिल्ली: भारत सरकार)।
2. एंजेल, वाई.; एली, एल.एल.; मिश्रा, एस.; रमेश, आर.; अमित, आर.; लाज़ार, बी.; राजगुरु, एस.एन.; बेकर, वी.आर. और सैंडलर, ए. (1999)। थार मरुस्थल, उत्तर-पश्चिम भारत में उच्च-रिज़ोल्यूशन होलोसीन पर्यावरणीय परिवर्तन। साइंस, 284(5411): 125-128।
3. एरेनस्टीन, ओ. (2009)। हरित क्रांति के बाद इंडो-गैंगेटिक मैदानों में संसाधन की कमी की प्रवृत्तियाँ: कृषि तकनीक उपयोग और आपूर्ति के लिए प्रभाव (संख्या 1005-2016-79107)।
4. ग्लेनी, के.डब्ल्यू.; सिंघवी, ए.के.; लैंकेस्टर, एन. और टेलर, जे.टी. (2002)। दक्षिणी अरब और थार मरुस्थल, भारत में चतुर्थकालीन जलवायु परिवर्तन। जियोलाॉजिकल सोसाइटी, लंदन, विशेष प्रकाशन, 195(1): 301-316।
5. गॉर्नल, जे.; बेट्स, आर.; बर्क, ई.; क्लार्क, आर.; कैंप, जे.; विलेट, के. और विल्टशायर, ए. (2010)। 21वीं सदी की शुरुआत में जलवायु परिवर्तन का कृषि उत्पादकता पर प्रभाव। फिलॉसॉफिकल ट्रान्ज़ैक्शन्स ऑफ द रॉयल सोसाइटी बी: बायोलॉजिकल साइंसेज़, 365(1554): 2973-2989।
6. गुप्ता, आर. और यादव, आर. (2014)। इंडो-गैंगेटिक मैदानों में सतत खाद्य उत्पादन: छोटे किसानों के लिए फसल प्रणाली तीव्रीकरण में उन्नत किस्मों की भूमिका। इन: स्मॉलहोल्डर एग्रीकल्चर का सॉयल मैनेजमेंट (पृष्ठ 126-155)। सीआरसी प्रेस।
7. इंटर-गवर्नमेंटल पैनल ऑन क्लाइमेट चेंज (IPCC). 2007। चौथी मूल्यांकन रिपोर्ट।
8. कर, एस.के.; प्रसाद, एस. और कुमार, जी. (1997)। इंडो-गैंगेटिक, ब्रह्मपुत्र और आस-पास के अंतर्देशीय बेसिनों की चतुर्थकालीन तलछटें और प्लाइस्टोसीन-होलोसीन सीमा को चिह्नित करने की समस्या।
9. मीड, आर.एच. (2007)। ट्रांसकॉन्टिनेंटल मूविंग एंड स्टोरेज: ओरिनोको और अमेज़न नदियाँ एंडीज को अटलांटिक तक ले जाती हैं। लार्ज रिवर्स: जियोमॉर्फोलॉजी एंड मैनेजमेंट, पृष्ठ 45-63।
10. मिश्र, वी.एन. (1984)। जलवायु, सिंधु सभ्यता के उत्थान और पतन का एक कारण। फ्रंटियर्स ऑफ द इंडस सिविलाइज़ेशन, संपादित: वी.बी.लाल इत्यादि।
11. मोल, जे.; वैनडेनबर्गे, जे. और कासे, सी. (2000)। मध्य अक्षांशीय यूरोप में पेरिग्लेशियल जलवायु के बदलावों पर नदियों की प्रतिक्रिया। जियोमॉर्फोलॉजी, 33(3-4): 131-148।
12. ओल्डहैम, आर.डी. (1999)। पंजाब और उसकी नदियों के भूगोल में संभावित परिवर्तन—एक ऐतिहासिक-भूगोल अध्ययन। मेमोयर्स - जियोलाॉजिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया, पृष्ठ 81-88।
13. पाल, डी.के.; भट्टाचार्य, टी.; श्रीवास्तव, पी.; चंद्रन, पी. और राय, एस.के. (2009)। इंडो-गैंगेटिक मैदानों की मिट्टियाँ: उनका ऐतिहासिक परिप्रेक्ष्य और प्रबंधन। करंट साइंस, 1193-1202।
14. पाटिल, एन.जी.; तिवारी, पी.; भट्टाचार्य, टी.; चंद्रन, पी.; सरकार, डी.; पाल, डी.के.; मंडल, डी.के.; प्रसाद, जे.; सिद्धू, जी.एस.; नायर, के.एम. और साहू, ए.के. (2014)। इंडो-गैंगेटिक

- मैदानों के प्राकृतिक संसाधन: भूमि उपयोग योजना का परिप्रेक्ष्य। करंट साइंस, 1537-1549।
15. प्रैट, बी.; बर्बेक, डी.डब्ल्यू.; हाइमसाथ, ए. और ओझा, टी. (2002)। प्रारंभिक होलोसीन के दौरान सुदृढ़ मानसून के कारण अचानक हुई अवसादन क्रिया, मध्य नेपाल हिमालय। जियोलॉजी, 30(10): 911-914।
16. राय चौधरी, पी.के.; मैथानी, एस. और दधवाल, बी.के. (2012)। रात्रिकालीन OLS डेटा का उपयोग कर इंडो-गैंगेटिक मैदानों में शहरी जनसंख्या का आकलन। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ रिमोट सेंसिंग, 33(8): 2498-2515।
17. राय, ए.बी. और जाखड़, एस.आर. (2001)। अंतिम चतुर्थकालीन जल निकासी अव्यवस्था, वैदिक सरस्वती का प्रवास और विलुप्ति। करंट साइंस-बैंगलोर, 81(9): 1188-1195।
18. सहार्द, बी. (1999)। 'गुम' वैदिक सरस्वती की परतें खोलना। मेमोयर्स-जियोलॉजिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया, पृष्ठ 121-142।
19. सैनी, एच.एस. (2008)। जलवायु परिवर्तन और इंडो-गैंगेटिक प्लेन (IGP) पर इसका भविष्य प्रभाव। अर्थ साइंस इंडिया, 1।
20. सैनी, एच.एस.; टंडन, एस.के.; मुजतबा, एस.ए.आई. और पंत, एन.सी. (2005)। थार मरुस्थल की उत्तरपूर्वी सीमा पर झील की परतें: होलोसीन (?) पुरापारिस्थितिकीय निहितार्थ। करंट साइंस, 1994-2000।
21. सहगल, वी.के.; सिंह, एम.आर.; चौधरी, ए.; जैन, एन. और पाठक, एच. (2013)। कृषि की जलवायु परिवर्तन के प्रति संवेदनशीलता: इंडो-गैंगेटिक मैदानों में जिला स्तर का आकलन। नई दिल्ली: भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान।
22. शुक्ला, यू.के.; सिंह, आई.बी.; शर्मा, एम. और शर्मा, एस. (2001)। आँलूवियल मेगाफैन तलछट का एक मॉडल: गंगा मेगाफैन। सेडिमेंटरी जियोलॉजी, 144(3-4): 243-262।
23. वेल्डकैप, ए. और टेबेन्स, एल.ए. (2001)। नदी प्रणालियों के भीतर अचानक जलवायु परिवर्तनों का पंजीकरण: संख्यात्मक मॉडलिंग प्रयोगों से अंतर्दृष्टि। ग्लोबल एंड प्लेनेटरी चेंज, 28(1-4): 129-144।
24. वेंट्ज़, एफ.जे. और शाबेल, एम. (2000)। उपग्रह डेटा सेट का उपयोग करके सटीक जलवायु निगरानी। नेचर, 403(6768): 414-416।
25. वेंट्ज़, एफ.जे.; रिचार्डुली, एल.; हिलबर्न, के. और मियर्स, सी. (2007)। ग्लोबल वार्मिंग से कितनी अधिक वर्षा होगी? साइंस, 317(5835): 233-235।
26. विल्हेल्मी, एच. (1999)। सिंधु मैदान की पूर्वी सीमा पर प्राचीन नदी घाटी और सरस्वती समस्या। मेमोयर्स-जियोलॉजिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया, 95-112।