IMPACT FACTOR 5.397 (SJIF USA)
BIHAR SHODH SAMAAGAM
Multidisciplinary, Multi-Lingual, Peer Reviewed /Refereed Open Access Journal
Vol. 4, Issue 1, January-March, 2026
Available online : https://www.biharshodhsamaagam.com/
ISSN : 3048-6971

बिहार में बाढ़ प्रबंधन : कोसी बेसिन के भौगोलिक कारकों का विश्लेषण

Dr. Afroz Alam
MA, PhD

https://doi.org/10.5281/zenodo.19421252

परिचय

कोसी नदी बेसिन बिहार के उत्तरी भाग में बाढ़ प्रबंधन की सबसे जटिल चुनौतियों में से एक है। कोसी नदी, जिसे ''बिहार का शोक'' कहा जाता है, हिमालय से निकलकर नेपाल के रास्ते बिहार के मैदानी इलाकों में प्रवेश करती है और अंत में गंगा से मिलती है। इस बेसिन के भौगोलिक कारक बाढ़ की आवृत्ति, तीव्रता तथा विस्तार को निर्धारित करने में बहुत महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। सबसे प्रमुख कारक हिमालयी मूल का युवा भू–आकृति विज्ञान है। कोसी का जलग्रहण क्षेत्र हिमालय की ऊँची चोटियों से शुरू होकर समुद्र तल से मात्र 60–90 मीटर ऊँचाई वाले उत्तरी बिहार के मैदानों तक फैला हुआ है। ऊपरी भाग में बहुत तेज ढाल और मैदानी इलाके में अचानक समतल होना नदी को तेज प्रवाह तथा उच्च अपरदन क्षमता प्रदान करता है। इससे भारी मात्रा में गाद बहकर आती है। कोसी की गाद मात्रा विश्व की सबसे अधिक में से एक है, जो नदी तल को ऊँचा उठाती है और प्रवाह को बाधित करती है। परिणामस्वरूप नदी की धारा बार–बार बदलती है (अवर्शन), जिसके कारण पिछले 200 वर्षों में इसका मार्ग 100 किलोमीटर से अधिक पश्चिम की ओर खिसक चुका है।

उत्तरी बिहार का मैदान अत्यंत समतल है (ढाल 0 से 0.35 डिग्री तक), जहाँ नदी का वेग बहुत कम हो जाता है और गाद जमने से नदी की क्षमता घट जाती है। मानसून काल में नेपाल के ऊपरी भाग में भारी वर्षा (2500 मिलीमीटर से अधिक) तथा हिमालयी वर्षा के ओड़ोग्राफिक प्रभाव से बहाव अचानक बढ़ जाता है। सप्तकोशी की सात सहायक नदियाँ मिलकर बहु–चोटी प्रवाह उत्पन्न करती हैं, जो बाढ़ को और अधिक तीव्र बनाती हैं। बेसिन का विस्तार, वृत्ताकार आकार (circulatory ratio कम) तथा उच्च बवउचंबजदमे नदी में तेज अपवाह तथा फ्लैश फ्लड की संभावना बढ़ाता है। ये भौगोलिक कारक बाढ़ प्रबंधन को बहुत चुनौतीपूर्ण बनाते हैं। 1950 के दशक में निर्मित तटबंध गाद अवरोध के कारण नदी तल को ऊँचा कर देते हैं, जिससे बाढ़ का खतरा बढ़ जाता है। 2008 की बाढ़ इसका स्पष्ट उदाहरण है, जहाँ तटबंध टूटने से बड़े पैमाने पर जलमग्नता हुई। प्रभावी प्रबंधन के लिए भौगोलिक वास्तविकताओं को ध्यान में रखते हुए संरचनात्मक उपाय (जैसे बैराज का रखरखाव) तथा गैर–संरचनात्मक उपाय (जैसे बाढ़–प्रवण क्षेत्रों का⁄वदपदह, बेहतर पूर्वानुमान तथा नेपाल के साथ समन्वित जल प्रबंधन) आवश्यक हैं। कोसी बेसिन में बाढ़ प्रबंधन की सफलता के लिए इन भौगोलिक कारकों का गहन विश्लेषण तथा अनुकूलन अपरिहार्य है।

मुख्य शब्द :– भूवैज्ञानिक, अवसादन, समतलता, बहाव, नियंत्रण, प्रबंधन, श्रृंखला।

कोसी बेसिन के प्रमुख भौगोलिक कारक

1. हिमालयी उत्पत्ति और उच्च तलछट भार

कोसी नदी का बेसिन मुख्य रूप से हिमालय की युवा पर्वत श्रृंखलाओं से उत्पन्न होता है, जहाँ तीव्र भू–आकृतिक प्रक्रियाएँ निरंतर सक्रिय रहती हैं। नदी का जलग्रहण क्षेत्र तिब्बत, नेपाल और भारत के भागों में फैला है, जिसमें ऊँची चोटियाँ, गहरी घाटियाँ और अस्थिर भूवैज्ञानिक संरचनाएँ प्रमुख हैं। यहाँ की चट्टानें युवा होने के कारण आसानी से अपरदित होती हैं, जिससे भारी मात्रा में तलछट (सिल्ट, रेत और बजरी) उत्पन्न होती है। कोसी विश्व की उन नदियों में से एक है जिनका वार्षिक तलछट भार अत्यधिक ऊँचा है, चतारा (नेपाल) के निकट अनुमानित 8–10 करोड़ टन प्रतिवर्ष तक पहुँचता है, जिसमें से बड़ा हिस्सा पश्चिमी उपनदियों से आता है। ऊपरी भाग में ढाल बहुत तेज (कई स्थानों पर 40% से अधिक) होता है, जो अपरदन को तेज करता है, जबकि नदी जब मैदानी क्षेत्र में प्रवेश करती है तो ढाल अचानक बहुत कम हो जाता है। इससे तलछट का जमाव तेजी से होता है, नदी तल ऊँचा उठता है और बहाव की क्षमता प्रभावित होती है। यह उच्च तलछट भार न केवल नदी की गतिशीलता को बढ़ाता है, बल्कि बाढ़ के दौरान बड़े पैमाने पर गाद जमाव का कारण बनता है, जिससे कृषि योग्य भूमि बंजर हो जाती है और पारिस्थितिकी तंत्र बदल जाता है। भूवैज्ञानिक दृष्टि से यह युवा हिमालयी प्रणाली की विशेषता है, जहाँ टेक्टॉनिक गतिविधियाँ और भारी वर्षा मिलकर तलछट उत्पादन को और बढ़ावा देती हैं। इस कारक के कारण कोसी बेसिन में बाढ़ प्रबंधन अत्यंत जटिल हो जाता है, क्योंकि कोई भी संरचना लंबे समय तक प्रभावी नहीं रह पाती। कुल मिलाकर, हिमालयी उत्पत्ति इस बेसिन की सबसे मूलभूत विशेषता है, जो तलछट भार के माध्यम से पूरी जल प्रणाली को प्रभावित करती है और स्थानीय समुदायों के जीवन को निरंतर चुनौती देती है।

2. अवल्शन (कोर्स परिवर्तन) की प्रवृत्ति

कोसी नदी में अवल्शन की प्रवृत्ति अत्यंत प्रमुख है, जो इसे विश्व की सबसे गतिशील नदियों में से एक बनाती है। अवल्शन वह प्रक्रिया है जिसमें नदी अपनी मुख्य धारा को अचानक बदलकर नया मार्ग अपना लेती है, मुख्यतः तलछट जमाव के कारण नदी तल के ऊँचा होने और ढाल के असंतुलन से। पिछले 200–250 वर्षों में कोसी का मार्ग लगभग 100–120 किलोमीटर पश्चिम की ओर

खिसका है, जिसे ''कोसी का पश्चिमी विचलन'' कहा जाता है। यह प्रवृत्ति हिमालय से आने वाली उच्च तलछट और मैदानी क्षेत्र में अत्यंत कम ढाल (0.01–0.03%) के संयोजन से उत्पन्न होती है। जब नदी तल ऊँचा हो जाता है, तो बाढ़ के दौरान पानी आसपास के निचले इलाकों की ओर बहने लगता है, जिससे नया चौनल बन जाता है। यह प्रक्रिया न केवल प्राकृतिक है, बल्कि तटबंधों के निर्माण से और तेज हो गई है, क्योंकि तटबंध गाद को रोककर नदी को और ऊँचा कर देते हैं। अवल्शन से बेसिन का आकार बदलता रहता है, पुराने चौनल सूख जाते हैं और नए क्षेत्र जलमग्न हो जाते हैं। इससे कृषि, बस्तियाँ और परिवहन प्रभावित होते हैं। भू–आकृति विज्ञान में इसे मेगाफैन निर्माण की प्रक्रिया का हिस्सा माना जाता है, जहाँ कोसी ने उत्तरी बिहार में विशाल अंतर्देशीय डेल्टा बनाया है। इस प्रवृत्ति को समझना बाढ़ प्रबंधन के लिए अनिवार्य है, क्योंकि पारंपरिक तटबंध दृष्टिकोण अवल्शन को रोक नहीं पाता, बल्कि कभी–कभी इसे और उत्तेजित करता है। दीर्घकालिक दृष्टि से, अवल्शन बेसिन की प्राकृतिक गतिशीलता का प्रमाण है, जो मानव हस्तक्षेप की सीमाओं को दर्शाता है।

3. समतल मैदानी भू–आकृति

उत्तरी बिहार का मैदान, जहाँ कोसी बहती है, विश्व के सबसे समतल मैदानों में से एक है। यहाँ ढाल मात्र 0 से 0.35 डिग्री (या 1:2000 से कम) तक रहता है, जो नदी के वेग को अचानक कम कर देता है। हिमालय से निकलकर जब कोसी मैदान में प्रवेश करती है, तो उसका तेज प्रवाह रुक जाता है और भारी तलछट जमने लगती है। यह समतलता नदी को ब्रेडेड (बहु–धारा वाला) बनाती है, जिसमें कई छोटी–छोटी धाराएँ फैलकर बहती हैं। परिणामस्वरूप, बाढ़ का पानी व्यापक क्षेत्र में फैल जाता है, जिससे जलमग्नता लंबे समय तक बनी रहती है। यह भू–आकृति गंगा के मैदानी भाग की विशेषता है, लेकिन कोसी में यह और अधिक स्पष्ट है क्योंकि ऊपरी भाग का ढाल अंतर बहुत अधिक है। समतल मैदान के कारण नदी की क्षमता सीमित हो जाती है, और मानसून में थोड़ी अधिक वर्षा भी बड़े पैमाने पर बाढ़ ला देती है। इससे ड्रेनेज की समस्या बढ़ती है, पानी का बहाव धीमा होता है और गाद जमाव से भूमि की उर्वरता प्रभावित होती है। भूवैज्ञानिक रूप से यह क्षेत्र युवा है, जहाँ अवसादन प्रक्रिया सक्रिय है। इस समतलता ने कोसी को ''बिहार का शोक'' बनाया है, क्योंकि बाढ़ नियंत्रण की कोई भी संरचना यहाँ लंबे समय तक टिक नहीं पाती। प्रभावी प्रबंधन के लिए इस भू–आकृति को आधार बनाकर गैर–संरचनात्मक उपाय जैसे जोनिंग और प्राकृतिक बहाव को स्थान देना अधिक उपयुक्त है। कुल मिलाकर, समतल मैदानी भू–आकृति कोसी बेसिन की बाढ़ संवेदनशीलता का मूल कारण है।

4. ट्रांसबाउंड्री प्रकृति

कोसी बेसिन एक ट्रांसबाउंड्री (सीमापार) नदी बेसिन है, जो चीन (तिब्बत), नेपाल और भारत में फैला है। इसका अधिकांश जलग्रहण क्षेत्र नेपाल में है, जबकि मैदानी भाग और बाढ़ प्रभावित क्षेत्र मुख्य रूप से बिहार (भारत) में आते हैं। यह सीमापार प्रकृति जल प्रबंधन को जटिल बनाती है, क्योंकि ऊपरी भाग में वर्षा, तलछट उत्पादन और बहाव पर नियंत्रण नेपाल और चीन के क्षेत्र में होता है, जबकि प्रभाव भारत में दिखता है। नेपाल में भारी मानसूनी वर्षा और हिमालयी अपरदन से उत्पन्न बहाव अचानक भारत के मैदानों में पहुँचता है। 1954 के कोसी समझौते के बावजूद, तटबंध रखरखाव, पूर्वानुमान और आपदा प्रबंधन में समन्वय की कमी रहती है। ट्रांसबाउंड्री होने से डेटा साझा करना, संयुक्त निगरानी और नीति निर्माण चुनौतीपूर्ण हो जाता है। जलवायु परिवर्तन के संदर्भ में यह और महत्वपूर्ण हो जाता है, क्योंकि हिमालयी ग्लेशियर पिघलने और वर्षा पैटर्न में बदलाव से दोनों देश प्रभावित होते हैं। इस प्रकृति के कारण बाढ़ प्रबंधन केवल राष्ट्रीय नहीं, बल्कि अंतरराष्ट्रीय सहयोग पर निर्भर है। सफलता के लिए नेपाल–भारत के बीच मजबूत संस्थागत ढाँचा आवश्यक है, जिसमें संयुक्त आयोग, रीयल–टाइम डेटा साझा और आपदा पूर्व चेतावनी शामिल हो। ट्रांसबाउंड्री विशेषता कोसी बेसिन की भौगोलिक वास्तविकता है, जो सहयोग की अनिवार्यता को रेखांकित करती है।

5. मानसूनी वर्षा और जलवायु परिवर्तन

कोसी बेसिन में मानसूनी वर्षा मुख्य जल स्रोत है, जो जून से सितंबर तक 80ः से अधिक वर्षा प्रदान करती है। नेपाल के हिमालयी भाग में ओरोग्राफिक प्रभाव से वर्षा 2500–4000 मिलीमीटर तक हो जाती है, जो नदी में बहु–चोटी प्रवाह (मल्टी–पीक हाइड्रोग्राफ) उत्पन्न करती है। सप्तकोशी की सात उपनदियाँ इस प्रवाह को और तीव्र बनाती हैं। जलवायु परिवर्तन से वर्षा पैटर्न में बदलाव आ रहा है, कुछ अध्ययनों में बेसिन के निचले भाग में वर्षा वृद्धि और चरम घटनाओं में वृद्धि दिखती है, जबकि समग्र मानसून में कमी या अनियमितता देखी जा रही है। तापमान वृद्धि से हिमनद पिघलाव बढ़ रहा है, जो शुष्क मौसम में बहाव बढ़ाता है लेकिन मानसून में अतिरिक्त जल जोड़ता है। इससे फ्लैश फ्लड और लंबी अवधि की बाढ़ दोनों का जोखिम बढ़ता है। बेसिन की वृत्ताकार आकृति और उच्च बवउचंबजदमे तेज अपवाह को बढ़ावा देती है। जलवायु परिवर्तन से चरम वर्षा घटनाएँ अधिक तीव्र हो रही हैं, जो पहले से ही संवेदनशील बेसिन को और प्रभावित करती हैं। यह कारक अन्य भौगोलिक विशेषताओं के साथ मिलकर बाढ़ को और विनाशकारी बनाता है। प्रबंधन के लिए बेहतर पूर्वानुमान, जलवायु अनुकूलन रणनीतियाँ और सीमापार सहयोग आवश्यक है। मानसूनी वर्षा और जलवायु परिवर्तन कोसी बेसिन की गतिशीलता के केंद्र में हैं, जो भविष्य की चुनौतियों को निर्धारित करते हैं।

बाढ़ प्रबंधन की वर्तमान व्यवस्था

1. तटबंध प्रणाली

कोसी नदी में बाढ़ प्रबंधन की मुख्य व्यवस्था तटबंध प्रणाली पर आधारित है, जो 1950 के दशक में भारत–नेपाल समझौते के तहत

स्थापित की गई थी। पूर्वी और पश्चिमी तटबंध कुल मिलाकर लगभग 250 किलोमीटर से अधिक लंबे हैं, जो नदी के बहाव को नियंत्रित करने और मैदानी क्षेत्रों को बाढ़ से बचाने के लिए बनाए गए हैं। ये तटबंध नदी की गाद–भारित धारा को सीमित रखते हैं, जिससे जल स्तर बढ़ने पर बाढ़ का पानी बाहर न फैले। जल संसाधन विभाग, बिहार सरकार नियमित रूप से इनकी मरम्मत, सुदृढ़ीकरण और स्पर निर्माण करती है, विशेषकर संवेदनशील स्थलों पर जहां कटाव का खतरा अधिक होता है। पूर्वी तटबंध प्रमंडल, सुपौल जैसे क्षेत्रों में कटाव निरोधक कार्य जैसे स्परों का पुनर्स्थापन और तटबंध की पक्कीकरण प्राथमिकता पर रहते हैं। हालांकि, उच्च तलछट भार के कारण नदी तल लगातार ऊँचा उठता है, जिससे तटबंधों के बीच का क्षेत्र श्जेलश जैसा बन जाता है और बाढ़ के दौरान पानी का निकास मुश्किल हो जाता है। 2008 की बड़ी बाढ़ में तटबंध टूटने से यह प्रणाली की सीमाएँ स्पष्ट हुईं, जिसके बाद विश्व बैंक सहायता से सुदृढ़ीकरण पर जोर बढ़ा। वर्तमान में, तटबंधों का रखरखाव संस्थागत रूप से होता है, जिसमें रीयल–टाइम मॉनिटरिंग, ड्रेजिंग और स्पर निर्माण शामिल हैं। यह प्रणाली संरचनात्मक दृष्टि से मजबूत है, लेकिन गैर–संरचनात्मक उपायों जैसे पूर्व चेतावनी और जोनिंग की कमी से चुनौतियाँ बनी रहती हैं। कुल मिलाकर, तटबंध प्रणाली बाढ़ नियंत्रण का आधार स्तंभ है, जो लाखों हेक्टेयर भूमि की सुरक्षा प्रदान करती है, परंतु गाद प्रबंधन और अवल्शन की प्राकृतिक प्रवृत्ति के कारण निरंतर रखरखाव और अनुकूलन की आवश्यकता बनी रहती है। प्रभावी प्रबंधन के लिए यह प्रणाली अन्य आधुनिक उपकरणों के साथ एकीकृ त होकर अधिक विश्वसनीय बनाई जा रही है।

2. विश्व बैंक कोसी बेसिन विकास परियोजना (2015–2025)

विश्व बैंक सहायता प्राप्त बिहार कोसी बेसिन विकास परियोजना (BKBDP) 2015 से 2025 तक चली, जिसका मुख्य उद्देश्य बाढ़ से लचीलापन बढ़ाना और लक्षित जिलों में बाढ़ प्रभाव को कम करना था। यह परियोजना 2008 की बाढ़ के बाद की पुनर्वास परियोजना का विस्तार थी, जिसमें कुल 250 मिलियन अमेरिकी डॉलर का निवेश हुआ। परियोजना के अंतर्गत बाढ़ जोखिम प्रबंधन को मजबूत करने के लिए तटबंधों और स्परों का सुदृढ़ीकरण (लगभग 45 किलोमीटर तक), ड्रेजिंग उपकरणों की खरीद और संस्थागत क्षमता निर्माण शामिल थे। फ्लड मैनेजमेंट इम्प्रूवमेंट सपोर्ट सेंटर की स्थापना हुई, जो नवीन तकनीक से डेटा संग्रहण, सिमुलेशन और बाढ़ पूर्वानुमान करती है। इससे बाढ़ चेतावनी तीन दिन से बढ़ाकर पाँच दिन तक की गई। परियोजना ने 99,500 हेक्टेयर से अधिक क्षेत्र को बेहतर बाढ़ सुरक्षा प्रदान की, जो मूल लक्ष्य से कहीं अधिक था। संस्थागत स्तर पर जल संसाधन विभाग के कर्मचारियों को प्रशिक्षण दिया गया, रीयल–टाइम डेटा एक्विजिशन सिस्टम (RTDAS) स्थापित किया गया और फ्लड फोरकास्टिंग मॉडल विकसित हुए। यह परियोजना संरचनात्मक (तटबंध सुदृढ़ीकरण) और गैर–संरचनात्मक (पूर्व चेतावनी, क्षमता निर्माण) दोनों उपायों पर केंद्रित थी। परिणामस्वरूप, कोसी बेसिन में बाढ़ प्रबंधन का एक समग्र मॉडल विकसित हुआ, जो अन्य क्षेत्रों के लिए उदाहरण बना। परियोजना ने कृषि, बुनियादी ढाँचा और आजीविका को मजबूत किया, साथ ही जलवायु अनुकूलन को बढ़ावा दिया। कुल मिलाकर, यह परियोजना बिहार में बाढ़ प्रबंधन की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम साबित हुई, जिसने लंबे समय तक चलने वाली चुनौतियों को संबोधित किया और राज्य की आपदा तैयारियों को उन्नत स्तर पर ले गई।

3. कोसी–मेची लिंक परियोजना (2025)

कोसी–मेची इंट्रा–स्टेट लिंक परियोजना 2025 में प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना–अक्षय सिंचाई लाभ कार्यक्रम (PMKSY&AIBP) के अंतर्गत स्वीकृत हुई, जिसकी कुल लागत 6,282 करोड़ रुपये है और केंद्र का हिस्सा 3,652 करोड़ रुपये है। यह परियोजना कोसी नदी के अतिरिक्त जल को मेची नदी (महानंदा बेसिन) में स्थानांतरित करने के लिए पूर्वी कोसी मुख्य नहर (EKMC) का रीडिजाइन और विस्तार करती है, त्व 0.00 से 41.30 किलोमीटर तक रीमॉडलिंग और 41.30 से 117.50 किलोमीटर तक विस्तार। परियोजना की समय–सीमा मार्च 2029 है। इससे अररिया, पूर्णिया, किशनगंज और कटिहार जिलों में 2.15 लाख हेक्टेयर क्षेत्र को खरीफ मौसम में अतिरिक्त सिंचाई मिलेगी। साथ ही, बाढ़ न्यूनीकरण में योगदान होगा, क्योंकि अतिरिक्त जल को सुरक्षित रूप से डायवर्ट किया जाएगा। यह परियोजना राष्ट्रीय परिप्रेक्ष्य योजना के अंतर्गत आती है और जल संसाधन मंत्रालय द्वारा पर्यवेक्षित है। कार्य में नहर निर्माण, विस्तार, पुनर्निर्माण और जल प्रबंधन शामिल हैं। यह बिहार में अंतर–नदी जोड़ने का महत्वपूर्ण कदम है, जो बाढ़ प्रभावित क्षेत्रों में जल संतुलन स्थापित करेगा। परियोजना से न केवल सिंचाई बढ़ेगी, बल्कि बाढ़ का जोखिम कम होगा और कृषि उत्पादकता में सुधार होगा। वर्तमान में, क्व्ट चरण पूरा हो चुका है और कार्य प्रारंभ होने की तैयारी है। यह परियोजना कोसी बेसिन की भौगोलिक चुनौतियों को दूर करने में सहायक सिद्ध होगी, क्योंकि यह अतिरिक्त बहाव को उपयोगी बनाती है। कुल मिलाकर, यह बाढ़ प्रबंधन और सिंचाई के दोहरे उद्देश्य को पूरा करती है, जो बिहार के उत्तरी भाग के लिए दीर्घकालिक राहत प्रदान करेगी।

4. पश्चिमी कोसी नहर म्त्ड परियोजना

पश्चिमी कोसी नहर एक्सटेंशन, रेनोवेशन एंड मॉडर्नाइजेशन (ERM) परियोजना 2025–26 के केंद्रीय बजट में घोषित की गई, जो मिथिलांचल क्षेत्र में 50,000 हेक्टेयर से अधिक भूमि के किसानों को लाभ पहुँचाएगी। इसकी अनुमानित लागत 8,338 करोड़ रुपये (जून 2025 मूल्य स्तर पर) है और यह जल संसाधन मंत्रालय की सलाहकार समिति द्वारा स्वीकृत है। परियोजना मौजूदा पश्चिमी कोसी नहर प्रणाली का विस्तार, नवीकरण और आधुनिकीकरण करती है, जिसमें नहरों की लाइनिंग, वितरण प्रणाली में सुधार और

जल प्रबंधन शामिल है। यह बाढ़ नियंत्रण के साथ सिंचाई क्षमता बढ़ाती है, क्योंकि पुरानी संरचनाएँ गाद जमाव और कटाव से प्रभावित हैं। परियोजना दारभंगा, सुपौल, सहरसा, समस्तीपुर और मधुबनी जैसे जिलों को कवर करती है। म्त्ड दृष्टिकोण से यह नहरों की दक्षता बढ़ाती है, जल हानि कम करती है और बाढ़ के दौरान बेहतर ड्रेनेज सुनिश्चित करती है। केंद्रीय सहायता की प्रक्रिया वैधानिक मंजूरियों के बाद आगे बढ़ रही है। यह परियोजना बिहार की कृषि–आधारित अर्थव्यवस्था को मजबूत करेगी, क्योंकि मिथिलांचल क्षेत्र में सिंचाई की कमी और बाढ़ दोनों चुनौतियाँ हैं। आधुनिकीकरण से जल वितरण समान होगा और उत्पादकता बढ़ेगी। कुल मिलाकर, यह परियोजना बाढ़ प्रबंधन को सिंचाई विकास से जोड़ती है, जो क्षेत्र की दीर्घकालिक स्थिरता के लिए आवश्यक है।

5. आधुनिक उपकरण

कोसी बेसिन में बाढ़ प्रबंधन अब आधुनिक उपकरणों पर निर्भर है, जो विश्व बैंक परियोजनाओं से विकसित हुए हैं। फ्लड मैनेजमेंट इम्प्रूवमेंट सपोर्ट सेंटर (FMISC) रीयल–टाइम डेटा एक्विजिशन सिस्टम (RTDAS), सैटेलाइट इमेजरी और हाइड्रोलॉजिकल मॉडलिंग का उपयोग करता है। बाढ़ पूर्वानुमान अब 5 दिन तक की चेतावनी देता है, जिसमें ब्रिच सिनेरियो सिमुलेशन और प्लानफॉर्म प्रेडिक्शन टूल शामिल हैं। एम्बैंकमेंट एसेट मैनेजमेंट सिस्टम (EA MS) तटबंधों की स्थिति की निगरानी करता है। फिजिकल और मैथेमैटिकल मॉडलिंग सेंटर (बिरपुर) सिल्ट प्रबंधन और प्रशिक्षण पर केंद्रित हैं। ड्रेजर्स से नदी तल की सफाई होती है। ये उपकरण संस्थागत क्षमता बढ़ाते हैं, जैसे जल संसाधन विभाग के कर्मचारियों का प्रशिक्षण। गैर–संरचनात्मक उपाय जैसे पूर्व चेतावनी प्रणाली और जोनिंग को मजबूत किया गया है। ये तकनीकें बाढ़ जोखिम को कम करती हैं और निर्णय लेने को वैज्ञानिक बनाती हैं। कुल मिलाकर, आधुनिक उपकरण बाढ़ प्रबंधन को अधिक प्रभावी और अनुकूलनीय बनाते हैं।

प्रमुख चुनौतियाँ

1. तटबंधों का बार–बार टूटना

कोसी बेसिन में तटबंध प्रणाली की सबसे गंभीर चुनौती इसका बार–बार टूटना है। 1963 से 2024 तक कुल 9 प्रमुख ब्रेक दर्ज किए गए हैं, जो नदी की उच्च तलछट भार, निरंतर ऊँचा उठता नदी तल और भारी मानसूनी बहाव के संयोजन से उत्पन्न होते हैं। जब नदी तल तटबंधों के स्तर से ऊपर पहुँच जाता है, तो पानी का दबाव संरचना पर असहनीय हो जाता है और छोटी–छोटी दरारें भी विनाशकारी ब्रेक में बदल जाती हैं। यह स्थिति पूरे बेसिन में सुरक्षा की भावना को कमजोर करती है, क्योंकि हर ब्रेक के बाद पुनर्निर्माण की विशाल लागत और संसाधन व्यय होता है। स्थानीय समुदायों के लिए यह निरंतर अनिश्चितता का स्रोत बन जाता है, जहाँ बाढ़ सुरक्षा की उम्मीद टूटने के साथ ही खत्म हो जाती है। दीर्घकालिक दृष्टि से, यह चुनौती संरचनात्मक प्रबंधन की सीमाओं को उजागर करती है और गैर–संरचनात्मक उपायों जैसे बेहतर निगरानी, सामग्री उन्नयन तथा अवल्शन नियंत्रण की अनिवार्यता रेखांकित करती है। बिना इन सुधारों के तटबंध प्रणाली विश्वसनीय बाढ़ सुरक्षा प्रदान नहीं कर पाती।

2. तलछट जमा होने से नदी तल ऊँचा होना

कोसी नदी में तलछट जमा होने की प्रक्रिया बाढ़ प्रबंधन की मूलभूत चुनौती है। हिमालयी अपरदन से आने वाली भारी गाद नदी तल को लगातार ऊँचा उठाती है, जिससे नदी श्परच्छश स्थिति में आ जाती है, यानी नदी तल आसपास की भूमि से ऊँचा हो जाता है। इससे बहाव क्षमता घटती है और थोड़े अधिक पानी में भी बाढ़ फैल जाती है। तटबंधों के अंदर यह जमाव और तेज हो जाता है, जो संरचना पर अतिरिक्त दबाव डालता है। परिणामस्वरूप, बाढ़ का जोखिम बढ़ता है और ड्रेनेज प्रणाली प्रभावित होती है। यह भू–आकृतिक वास्तविकता प्रबंधन को जटिल बनाती है, क्योंकि कोई भी संरचना लंबे समय तक प्रभावी नहीं रह पाती। स्थानीय कृषि और बस्तियों के लिए यह निरंतर खतरा उत्पन्न करती है, जहाँ उर्वर भूमि गाद से बंजर होती जाती है। प्रभावी समाधान के लिए नियमित ड्रेजिंग, सिल्ट प्रबंधन रणनीति और नदी की प्राकृतिक गतिशीलता को स्वीकार करने वाले दृष्टिकोण अपनाना आवश्यक है। बिना इसके, बाढ़ नियंत्रण हमेशा अपर्याप्त रहेगा।

3. नेपाल के साथ समन्वय की कमी

कोसी बेसिन की ट्रांसबाउंड्री प्रकृति के कारण नेपाल के साथ समन्वय की कमी एक बड़ी चुनौती है। बेसिन का अधिकांश जलग्रहण क्षेत्र नेपाल में स्थित है, जहाँ वर्षा, तलछट उत्पादन और ऊपरी बहाव पर नियंत्रण भारतीय क्षेत्र से अलग है। डेटा साझा, रीयल–टाइम मॉनिटरिंग और संयुक्त पूर्वानुमान में कमी से बाढ़ की तैयारी प्रभावित होती है। 1954 के समझौते के बावजूद, बैराज रखरखाव, तटबंध सुदृढ़ीकरण और आपदा प्रबंधन में अंतरराष्ट्रीय समन्वय अपर्याप्त रहता है। इससे अचानक बहाव भारत के मैदानों में पहुँचकर विनाशकारी रूप ले लेता है। यह चुनौती प्रबंधन को राष्ट्रीय स्तर तक सीमित कर देती है, जबकि समस्या सीमापार है। स्थानीय समुदायों के जीवन और आजीविका पर इसका सीधा प्रभाव पड़ता है, क्योंकि ऊपरी निर्णयों का असर नीचे दिखता है। मजबूत संस्थागत ढाँचे, संयुक्त आयोग और डेटा आदान–प्रदान की व्यवस्था बनाए बिना यह चुनौती बनी रहेगी। दीर्घकालिक सफलता के लिए द्विपक्षीय सहयोग को प्राथमिकता देना अनिवार्य है।

4. तटबंधों के अंदर बसावट और अतिक्रमण

तटबंधों के अंदर बसावट और अतिक्रमण बाढ़ प्रबंधन की गंभीर मानवीय चुनौती है। तटबंधों के बीच का क्षेत्र नदी का प्राकृतिक

बहाव क्षेत्र है, लेकिन जनसंख्या दबाव और सुरक्षा की झूठी भावना से लोग वहाँ बस जाते हैं। इससे फ्रीबोर्ड कम हो जाता है, ड्रेनेज अवरुद्ध होता है और ब्रेक की स्थिति में जोखिम कई गुना बढ़ जाता है। अतिक्रमण न केवल संरचना की क्षमता घटाता है, बल्कि रखरखाव कार्यों को भी कठिन बनाता है। यह स्थिति प्रबंधन प्रणाली को और जटिल करती है, क्योंकि विस्थापन और पुनर्वास की आवश्यकता हर ब्रेक के बाद उत्पन्न होती है। समुदायों के लिए यह सुरक्षा के बजाय खतरे का कारण बन जाता है। प्रभावी नियंत्रण के लिए सख्त जोनिंग कानून, जागरूकता अभियान और वैकल्पिक आवास योजनाएँ आवश्यक हैं। बिना इनके, तटबंध प्रणाली की उपयोगिता सीमित रह जाती है और बाढ़ का प्रभाव बढ़ता जाता है। यह चुनौती विकास और संरक्षण के बीच संतुलन की माँग करती है।

5. रखरखाव की कमी और संसाधनों का अभाव

तटबंधों के रखरखाव की कमी और संसाधनों का अभाव कोसी बेसिन में निरंतर चुनौती बना हुआ है। पुरानी संरचनाएँ समय के साथ कमजोर होती जाती हैं, लेकिन पर्याप्त बजट, कुशल जनशक्ति और नियमित निरीक्षण की कमी से छोटी दरारें भी बड़ी समस्या बन जाती हैं। गाद सफाई, स्पर मरम्मत और सुदृढ़ीकरण कार्य अपर्याप्त रहते हैं, जिससे संरचना की विश्वसनीयता घटती है। राज्य सरकार की सीमित संसाधनों के कारण प्राथमिकता वाले क्षेत्र भी पूर्ण रूप से संबोधित नहीं हो पाते। इससे बाढ़ का जोखिम बढ़ता है और समुदायों में असुरक्षा की भावना घर कर जाती है। दीर्घकालिक प्रबंधन के लिए संस्थागत क्षमता निर्माण, निजी क्षेत्र की भागीदारी और स्थायी फंडिंग मॉडल अपनाना जरूरी है। बिना मजबूत रखरखाव के, कोई भी संरचना प्रभावी नहीं रह सकती। यह चुनौती प्रशासनिक और वित्तीय दक्षता की माँग करती है, जो बाढ़ सुरक्षा को सतत बनाए रखने के लिए अनिवार्य है।

6. जलवायु परिवर्तन से बढ़ती वर्षा तीव्रता

जलवायु परिवर्तन के कारण बढ़ती वर्षा तीव्रता कोसी बेसिन की बाढ़ प्रबंधन व्यवस्था के लिए नई चुनौती है। मानसून में चरम घटनाएँ अधिक बार और तीव्र हो रही हैं, जिससे बहाव डिजाइन क्षमता से आगे निकल जाता है। हिमनद पिघलाव और अनियमित वर्षा पैटर्न बहु–चोटी प्रवाह को बढ़ाते हैं, जो पहले से संवेदनशील तटबंधों और नदी तल पर अतिरिक्त दबाव डालते हैं। इससे फ्लैश फ्लड और लंबी अवधि की जलमग्नता दोनों बढ़ रहे हैं। प्रबंधन प्रणाली पुरानी डिजाइन पर आधारित है, जो बदलते जलवायु पैटर्न को ध्यान में नहीं रखती। समुदायों के लिए यह अनिश्चितता और जोखिम का स्तर ऊँचा कर देती है। अनुकूलन के लिए जलवायु–लचीली संरचनाएँ, बेहतर पूर्वानुमान मॉडल और जोखिम मानचित्रण आवश्यक हैं। बिना इनके, मौजूदा व्यवस्था भविष्य की चुनौतियों का सामना नहीं कर पाएगी। यह चुनौती प्रबंधन को आधुनिक और लचीला बनाने की प्रेरणा देती है।

सिफारिशें

1. भारत–नेपाल संयुक्त कोसी बेसिन प्रबंधन प्राधिकरण का गठन

कोसी बेसिन की ट्रांसबाउंड्री प्रकृति के कारण भारत और नेपाल के बीच मजबूत संयुक्त प्राधिकरण का गठन अत्यंत आवश्यक है। यह प्राधिकरण डेटा साझा, रीयल–टाइम मॉनिटरिंग, संयुक्त पूर्वानुमान और नीति निर्माण में समन्वय सुनिश्चित करेगा। वर्तमान में श्रॅब्ट और श्रब्थ्ड जैसे समितियाँ मौजूद हैं, लेकिन एक समर्पित प्राधिकरण से नियमित बैठकें, तकनीकी सहयोग और आपदा प्रबंधन में त्वरित निर्णय संभव होंगे। इससे ऊपरी भाग में तलछट नियंत्रण और निचले भाग में बाढ़ जोखिम कम होगा। स्थानीय समुदायों के लिए यह विश्वास और सुरक्षा की भावना बढ़ाएगा, क्योंकि दोनों देशों के प्रयास एकीकृत होंगे। दीर्घकालिक सफलता के लिए यह संस्थागत ढाँचा अनिवार्य है, जो मौजूदा समझौतों को मजबूत बनाएगा और भविष्य की चुनौतियों का सामना करने में सक्षम होगा।

2. नियमित डिसिल्टिंग और नदी तल खोदाई

नदी तल के ऊँचा उठने को रोकने के लिए नियमित डिसिल्टिंग और रणनीतिक ड्रेजिंग आवश्यक है। हिमालयी तलछट भार से प्रभावित कोसी में हॉटस्पॉट क्षेत्रों की पहचान कर वैज्ञानिक आधार पर खोदाई की जानी चाहिए, जिससे बहाव क्षमता बढ़े और बाढ़ का जोखिम कम हो। यह कार्य पर्यावरणीय प्रभाव को ध्यान में रखकर किया जाना चाहिए, ताकि नदी की प्राकृतिक गतिशीलता प्रभावित न हो। उत्खनित गाद का उपयोग सड़क निर्माण, बैकफिलिंग या कृषि में किया जा सकता है, जिससे आर्थिक लाभ भी होगा। स्थानीय स्तर पर यह रखरखाव कार्य नियमित रूप से होने चाहिए, ताकि तटबंधों पर दबाव कम रहे। बिना निरंतर डिसिल्टिंग के संरचनाएँ अस्थायी रहेंगी। यह सिफारिश बेसिन की स्थिरता और समुदायों की सुरक्षा के लिए मूलभूत है।

3. कैचमेंट क्षेत्र में वनरोपण और मिट्टी संरक्षण

कैचमेंट क्षेत्र में वनरोपण और मिट्टी संरक्षण से तलछट उत्पादन को मूल स्तर पर कम किया जा सकता है। नेपाल और भारत के ऊपरी भागों में डिग्रेडेड भूमि पर वृक्षारोपण, कंटूर बंडिंग, गली प्लगिंग और फसल प्रबंधन जैसे उपाय अपनाए जाएँ। इससे अपरदन घटेगा, मिट्टी की उर्वरता बनी रहेगी और बहाव नियंत्रित होगा। ळप्ै और ट्ै आधारित अध्ययनों से प्राथमिकता क्षेत्रों की पहचान कर लक्षित संरक्षण किया जाना चाहिए। स्थानीय समुदायों की भागीदारी से ये प्रयास सतत बनेंगे, क्योंकि वे भूमि उपयोग में सुधार लाएँगे। यह सिफारिश बाढ़ प्रबंधन को दीर्घकालिक और पर्यावरण–अनुकूल बनाती है, जो न केवल बाढ़ जोखिम कम करेगी बल्कि पारिस्थितिकी संतुलन भी बनाए रखेगी।

4. "बाढ़ के साथ रहना" (Living with Floods) मॉडल

"बाढ़ के साथ रहना" मॉडल संरचनात्मक नियंत्रण के बजाय अनुकूलन पर केंद्रित है। ऊँचे प्लेटफॉर्म वाले घर निर्माण से बस्तियाँ सुरक्षित रहेंगी, बाढ़–रोधी फसलें जैसे गहरे पानी वाले धान की किस्में कृषि को बनाए रखेंगी। वेटलैंड पुनर्स्थापना से प्राकृतिक जल संग्रह और ड्रेनेज बढ़ेगा। यह दृष्टिकोण समुदायों को बाढ़ से डर के बजाय उसके साथ सामंजस्य सिखाता है, जिससे जीवनयापन आसान होता है। जोनिंग और भूमि उपयोग नियोजन से जोखिम वाले क्षेत्रों में बसावट सीमित होगी। यह मॉडल बिहार जैसे क्षेत्रों में व्यावहारिक है, जहाँ पूर्ण नियंत्रण संभव नहीं। इससे मानवीय हानि कम होगी और संसाधनों का बेहतर उपयोग होगा।

5. AI और सैटेलाइट आधारित वास्तविक समय पूर्वानुमान प्रणाली का विस्तार

AI, मशीन लर्निंग और सैटेलाइट डेटा (जैसे Sentinel –1 SAR) से वास्तविक समय पूर्वानुमान प्रणाली का विस्तार बाढ़ चेतावनी को सटीक और समयबद्ध बनाएगा। यह बहु–चोटी प्रवाह और चरम वर्षा की भविष्यवाणी करेगा, जिससे निकासी और तैयारी में सुधार होगा। FMISC जैसे केंद्रों में मौजूदा RTDAS को AI से मजबूत कर पाँच दिन से अधिक की चेतावनी संभव है। स्थानीय स्तर पर मोबाइल अलर्ट से समुदाय लाभान्वित होंगे। यह तकनीक जलवायु परिवर्तन की चुनौतियों का सामना करने में सक्षम है। विस्तार से बाढ़ जोखिम मानचित्रण और निर्णय लेना वैज्ञानिक होगा, जो लाखों लोगों की सुरक्षा बढ़ाएगा।

6. कोसी–मेची लिंक परियोजना को समयबद्ध पूरा करना

कोसी–मेची लिंक परियोजना अतिरिक्त जल को मेची में डायवर्ट कर बाढ़ न्यूनीकरण और सिंचाई प्रदान करेगी। 2025 में स्वीकृत यह परियोजना 2029 तक पूरी होनी चाहिए, जिसमें म्झ्डब् का विस्तार और रीडिजाइन शामिल है। समयबद्ध क्रियान्वयन से 2.15 लाख हेक्टेयर क्षेत्र में सिंचाई और बाढ़ राहत मिलेगी। क्व्द चरण पूरा होने पर मील के पत्थर निर्धारित कर नियमित समीक्षा आवश्यक है। इससे जल संतुलन स्थापित होगा और बेसिन की क्षमता बढ़ेगी। सफलता के लिए भूमि अधिग्रहण और नेपाल समन्वय सुनिश्चित करना होगा। यह परियोजना बाढ़ प्रबंधन और कृषि विकास का दोहरा लाभ देगी।

7. समुदाय–आधारित बाढ़ प्रबंधन और बीमा योजनाएँ

समुदाय–आधारित प्रबंधन से स्थानीय लोग पूर्व चेतावनी, निकासी और राहत में सक्रिय भूमिका निभाएँगे। जागरूकता, प्रशिक्षण और स्थानीय संसाधनों का उपयोग से लचीलापन बढ़ेगा। फसल और संपत्ति बीमा योजनाएँ वित्तीय सुरक्षा प्रदान करेंगी, जिससे पुनर्निर्माण आसान होगा। सरकारी और निजी बीमा को एकीकृत कर प्रीमियम कम और कवरेज व्यापक किया जाए। यह दृष्टिकोण समुदायों को सशक्त बनाता है, क्योंकि वे अपनी आवश्यकताओं को बेहतर समझते हैं। इससे सरकारी बोझ कम होगा और दीर्घकालिक अनुकूलन संभव होगा। बिहार में यह मॉडल प्रभावी सिद्ध हो सकता है।

निष्कर्ष :–

कोसी बेसिन के भौगोलिक कारकों का विश्लेषण स्पष्ट रूप से दर्शाता है कि बिहार में बाढ़ प्रबंधन एक जटिल और बहुआयामी चुनौती है। हिमालयी युवा भू–आकृति, उच्च तलछट भार, अत्यधिक ढाल अंतर, समतल मैदानी क्षेत्र, अवल्शन की प्रवृत्ति, ट्रांसबाउंड्री प्रकृति तथा मानसूनी वर्षा की तीव्रता ये सभी कारक मिलकर कोसी को शबिहार का शोकश बनाते हैं। ये विशेषताएँ नदी को गतिशील और अप्रत्याशित बनाती हैं, जिससे पारंपरिक संरचनात्मक उपाय जैसे तटबंध सीमित प्रभावी सिद्ध होते हैं। तलछट जमाव से नदी तल ऊँचा उठना और बार–बार ब्रेक होना इसकी प्रमाण है।

वर्तमान व्यवस्था में तटबंध, विश्व बैंक परियोजनाएँ, आधुनिक पूर्वानुमान उपकरण तथा अंतर–नदी लिंक परियोजनाएँ महत्वपूर्ण हैं, परंतु ये भौगोलिक वास्तविकताओं को पूरी तरह संबोधित नहीं करतीं। चुनौतियाँ जैसे तटबंध टूटना, नेपाल के साथ समन्वय की कमी, अतिक्रमण तथा जलवायु परिवर्तन से बढ़ती वर्षा तीव्रता प्रबंधन को और कठिन बनाती हैं। प्रभावी बाढ़ प्रबंधन के लिए भौगोलिक कारकों को केंद्र में रखकर संतुलित दृष्टिकोण अपनाना आवश्यक है। संरचनात्मक उपायों के साथ गैर–संरचनात्मक रणनीतियाँ, जैसे कैचमेंट संरक्षण, "बाढ़ के साथ रहना" मॉडल, AI–आधारित पूर्वानुमान, समुदाय भागीदारी तथा भारत–नेपाल संयुक्त प्राधिकरण अधिक उपयुक्त हैं। कोसी–मेची लिंक जैसी परियोजनाएँ जल संतुलन स्थापित कर सकती हैं, लेकिन इनका समयबद्ध क्रियान्वयन और पर्यावरणीय संतुलन जरूरी है। कोसी बेसिन की सफल बाढ़ प्रबंधन कुंजी इन भौगोलिक वास्तविकताओं का सम्मान, वैज्ञानिक अनुकूलन तथा सीमापार सहयोग में निहित है। इससे न केवल बाढ़ जोखिम कम होगा, बल्कि उत्तरी बिहार के लाखों लोगों की आजीविका, कृषि और विकास स्थिरता प्राप्त करेगा। यह दृष्टिकोण बिहार को बाढ़ से पीड़ित नहीं, बल्कि लचीला और समृद्ध बनाने की दिशा में मजबूत कदम सिद्ध होगा।

संदर्भ सूची :–

1. मिश्र, दिनेश कुमार, ''बाढ़ नियंत्रण की कोसी यात्रा'' इंडिया वाटर पोर्टल।
2. यादव, राजेश, (2016), ''भारत में बाढ़ प्रबंधन (एक भौगोलिक अध्ययन)'' रावत पब्लिकेशन्स, पृष्ठ संख्या 120–121।
3. मिश्र, दिनेश कुमार, (2008), ''बाढ़ से त्रस्त बिहार'' (कोसी बाढ़ एवं प्रबंधन पर केंद्रित)।
4. रंजन, प्रेम., (2008), ''बाढ़ : ''अनकही कहानी'' (कोसी 2008 बाढ़ पर)।
5. मिश्र, दिनेश कुमार, (2025) ''पानी का शाप, बिहार में बाढ़–सुखाड़'' राजकमल प्रकाशन, नई दिल्ली, पृष्ठ संख्या 110–111।
6. सिंह, डॉ. संजय, (2025) '' बिहार एक समग्र अध्ययन'' मैग्रा हिल पब्लिकेशन्स।
7. सिंह, रमाशंकर, ''भारतीय नदियों पर खतरे'' (कोसी एवं बाढ़ संदर्भ सहित), दिल्ली प्रकाशन, दिल्ली, पृष्ठ संख्या 130–131।
8. सिंह, चंद्र भूषण, ''बिहार में बाढ़ की समस्याएँ एवं प्रबंधन : एक भौगोलिक अध्ययन'' गवर्नमेंट पीजी कॉलेज प्रकाशन, रामगढ़, पृष्ठ संख्या 80–81।
9. कुमार, इंद्रवीर, (2009), ''कोसी की बाढ़ : एक भौगोलिक विश्लेषण. स्वपन पब्लिकेशन्स'' दिल्ली, पृष्ठ संख्या 70–72।
10. रंजन, प्रेम, (2008), ''बाढ़ : अनकही कहानी, (कोसी 2008 बाढ़ पर केंद्रित)'' पटना प्रकाशन, पटना, पृष्ठ संख्या 11–12।
11. भारती, राधाकांतश ''भारत की नदियाँ'' राजकमल प्रकाशन, नई दिल्ली, पृष्ठ संख्या 200–203।
12. सिंह, रमाशंकर, ''भारतीय नदियों पर खतरे'' (कोसी एवं बाढ़ संदर्भ सहित)'' दिल्ली प्रकाशन, दिल्ली, पृष्ठ संख्या 70–72।