बांध भंग विश्लेषण और आपदा प्रबंधन योजना : आवश्यकता और उपयोग

डॉ. अनिल कुमार लोहनी
राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की

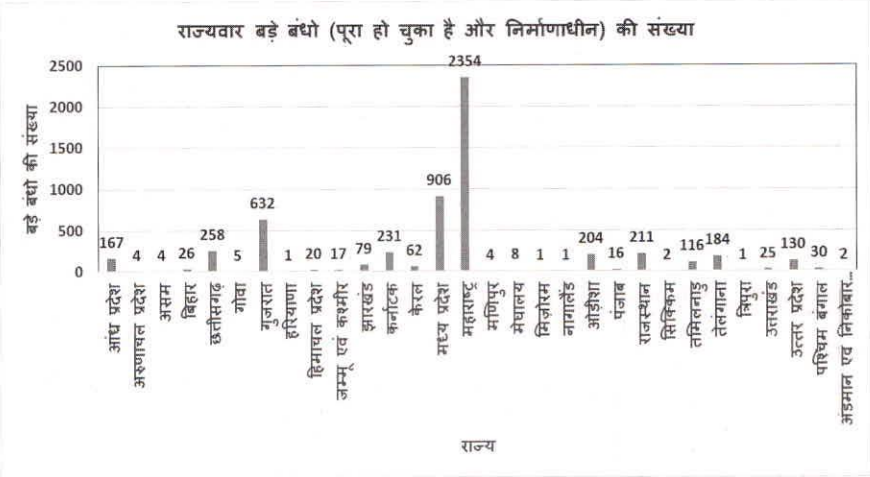
प्रस्तावना

मनुष्य के जीवन की गुणवत्ता में सुधार काफी हद तक इस बात पर निर्भर करता है कि प्राकृतिक संसाधनों के रूप में नदियों का उपयोग कितनी सावधानी से किया जाता है। भारतवर्ष में जहां वर्षा मौसमी होती है और जलविद्युत की लागत अपेक्षाकृत कम होती है, वहीं अगर देश के प्राकृतिक संसाधनों का बेहतरी के लिए उपयोग करना है तो मानसून प्रवाह के भंडारण के अलावा कोई अन्य विकल्प नहीं है। इस प्रकार के भंडारण से बाढ़ के कारण होने वाली समस्याओं से भी कुछ हद तक राहत मिल जाती है। हालांकि इन परियोजनाओं के साथ कुछ पर्यावरणीय और सामाजिक समस्याएं उत्पन्न हो सकती हैं। लेकिन भंडारण परियोजना के बड़े समग्र लाभ का यदि निष्पक्ष मूल्यांकन किया जाए, तो परियोजनाओं को प्राथमिकता दी जा सकती है। बाँध का निर्माण इसके पीछे स्थित भंडारण जलाशय बनाने के लिए किया जाता है। किफायती भंडारण के लिए नदी के तंग व संकरे भाग (बॉटल–नेक वैली कॉन्फ़िगरेशन) को अत्यधिक पसंद किया जाता है। केंद्रीय जल आयोग के अनुसार देश में 5334 बड़े बांध हैं, जिनमें लगभग 411 बांध वर्तमान में निर्माणाधीन हैं। भारत 5334 बड़े बांधों के संचालन के साथ विश्व में तीसरे स्थान पर है। इसके अलावा, हमारे देश में कई हजार छोटे बांध भी हैं। ये बांध देश की जल सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए महत्वपूर्ण हैं; और ये संपत्ति प्रबंधन और सुरक्षा के संदर्भ में भी एक बड़ी भूमिका का निर्वहन करते हैं।

अपर्याप्त अभिकल्पन या परिचालन स्थितियों या किसी अन्य कारण से विफलता की स्थिति में, कभी–कभी बांध तबाही का कारण बन सकते हैं। हालाँकि विफलता की संभावना आम तौर पर 10^{-4} प्रति बांध प्रति वर्ष मानी जाती है जो कि एक अति दुर्लभ घटना है, लेकिन मनुष्य के जीवन की सुरक्षा और बाँध निर्माण में भारी मुद्रा निवेश के कारण विफलता पर गंभीरता से विचार किया जाता है। इसलिए बांध टूटने की सम्भावित बाढ़ का विश्लेषण न केवल नए बांधों के लिए बल्कि मौजूदा बांधों के मूल्यांकन के लिए भी महत्वपूर्ण है, क्योंकि उनमें से अधिकांश बांधों का निर्माण कई साल पहले किया गया होगा, और जो वर्तमान अभिकल्पन मानकों को हो सकता है पूरा नहीं करते हों। यह ध्यान देने वाली बात है कि बांध टूटने के विश्लेषणों ने इनमें से कुछ बांधों की स्पिलवे क्षमता की अपर्याप्तता की ओर इशारा किया हो। स्पिलवे डिजाइन, बाढ़ को उचित ठहराने और अनुचित सार्वजनिक भय को दूर करने के लिए, एक व्यापक मल्टीस्टेज बांध के टूटने वाली बाढ़ के विश्लेषण हेतु उपयोगी हो सकता है। बांध टूटने का विश्लेषण, बांध टूटने पर उत्पन्न होने वाले परिणामी बहिर्वाह जलालेख की गणना करता है और बांध के अनुप्रवाह में नदी घाटी में बाढ़ की लहर की गति, जल की गहराई, बाढ़ के फैलाव का भी अनुकरण करता है। इसके साथ ही यह बाँध के स्पिलवे डिजाइन के लिए भी उपयोगी होता है। बांधों के उचित रखरखाव द्वारा सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए यह भी आवश्यक है कि हम बांध की विफलता के कारण होने वाली किसी भी आपात स्थिति का सामना करने के लिए तैयार रहें। पिछले कुछ वर्षों में हमारे देश ने चक्रवातों से होने वाले जान माल के नुकसान को चक्रवात आपदा प्रबंधन, राष्ट्रीय चक्रवात जोखिम शमन परियोजना, एकीकृत तटीय क्षेत्र प्रबंधन परियोजना द्वारा काफी हद तक कम कर दिया है। इसी प्रकार से देश के सभी बांधों के लिए आपातकालीन कार्य योजना तैयार कर भविष्य में बांध टूटने जैसी दुर्लभ घटना से जनित बाढ़ से भी जानमाल को बहुत हद तक सुरक्षित किया जा सकता है। इस लेख में बांध टूटने का विश्लेषण, बांधों के लिए आपातकालीन कार्य योजना तथा अध्ययन का विस्तार पूर्वक वर्णन किया गया है।

बांध के प्रकार

हमारे देश में राज्यवार बड़े बांधों (पूरा हो चुके और निर्माणाधीन) की संख्या को चित्र 1 में दर्शाया गया है। बांध टूटने से जनित बाढ़ का विश्लेषण करने के पहले यह जानना अति आवश्यक है कि बाँध किस प्रकार का है। बांधों की चार मुख्य श्रेणियां में वर्गीकृत किया जा सकता है (1) उपयोग के आधार पर (2) अभिकल्पन के आधार पर (3) निर्माण–समग्री के आधार पर तथा (4) आकार के आधार पर। बांधों के वर्गीकरण को चित्र 2 में दर्शाया गया है।

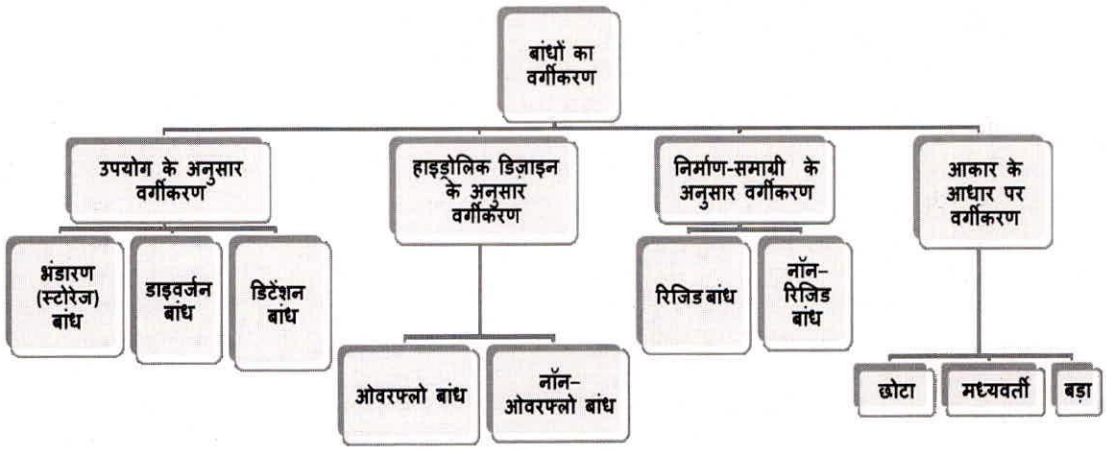


• एक बड़े बांध को उसकी सबसे गहरी नींव से शिखर तक अधिकतम 15 मीटर से अधिक ऊंचाई वाले बांध के रूप में वर्गीकृत किया जाता है।

• अपनी सबसे गहरी नींव से 10 से 15 मीटर की ऊंचाई वाला बांध भी बड़े बांध के वर्गीकरण में शामिल है, बशर्ते वह निम्नलिखित शर्तों में से किसी एक का अनुपालन करता हो:

1) बांध के शिखर की लंबाई 500 मीटर से कम नहीं है या
2) बांध द्वारा निर्मित जलाशय की क्षमता एक मिलियन क्यूबिक मीटर से कम नहीं है या
3) बांध द्वारा निपटाए जाने वाले अधिकतम बाढ़ निर्वहन 2000 क्यूबिक मीटर प्रति सेकंड से कम नहीं है या
4) बांध में विशेष रूप से कठिन नींव की समस्याएं हैं, या
5) बांध असामान्य डिजाइन का है

चित्र 1 : राज्यवार बड़े बांधों (पूरा हो चुका और निर्माणाधीन) की संख्या



चित्र 2 : बांधों का वर्गीकरण

उपयोग के आधार पर बांधों का वर्गीकरण

उपयोग के आधार पर बांधों को तीन वर्गों में बांट गया है–

1. **भंडारण बांध** : यह सामान्यतः निर्मित होने वाला सबसे सामान्य प्रकार का बांध है। भंडारण बांध का निर्माण नदी में अतिरिक्त आपूर्ति की अवधि के दौरान पानी को उसके ऊपरी हिस्से में रोकने के लिए किया जाता है और इसका उपयोग कम आपूर्ति की अवधि में किया जाता है। भंडारण बांधों का निर्माण सिंचाई, जल आपूर्ति, बिजली उत्पादन जैसे विभिन्न उद्देश्यों के लिए किया जा सकता है। एक भंडारण बांध का निर्माण विभिन्न प्रकार की सामग्रियों जैसे पत्थर, कंक्रीट, मिट्टी, चट्टान भराव आदि से किया जा सकता है। उदाहरणः ग्रेविटी बांध, मृदा बांध, रॉकफिल बांध, आर्च बांध आदि।

2. **डायवर्जन बांध** : डायवर्सन बांध का उद्देश्य अनिवार्य रूप से अलग है। जबकि एक भंडारण बांध, भविष्य में उपयोग के लिए अपने प्रति प्रवाह में पानी को संगहित करता है। एक डायवर्जन बांध नदी में जल स्तर को थोड़ा बढ़ा देता है और इस प्रकार पानी को नहरों में ले जाने या मार्गाभिगमन के लिए रास्ता प्रदान करता है। डायवर्सन बांधों के सामान्य उदाहरण मेढ़ें और बैराज हैं। बाढ़ के दौरान, पानी इन डायवर्जन बांधों के ऊपर से या उनके माध्यम से गुजरता है, जबकि सामान्य प्रवाह की अवधि के दौरान, नदी का पानी, आंशिक या पूर्ण रूप से, सिंचाई चैनल की ओर मार्गाभिगमित कर दिया जाता है। उदाहरणः मेड़, बैराज आदि।

3. **डिटेंशन बांध** : बाढ़ के दौरान पानी को संग्रहित करने और बाढ़ कम होने पर पानी को धीरे–धीरे सुरक्षित दर पर छोड़ने के लिए डिटेंशन बांध का निर्माण किया जाता है। बाढ़ के दौरान, कृत्रिम भंडारण के प्रावधान से, निचले प्रवाह में बाढ़ से होने वाली क्षति कम हो जाती है। आमतौर पर डिटेंशन बांध दो प्रकार के होते हैं। पहले प्रकार में, पानी को अस्थायी रूप से संग्रहित किया जाता है और एक उपयुक्त आउटलेट संरचना के माध्यम से छोड़ा जाता है। अन्य प्रकार के डिटेंशन बांध में पानी नहीं छोड़ा जाता है, और कोई आउटलेट संरचना प्रदान नहीं की जाती है। इसके बजाय, जलाशय में पानी को यथासंभव लंबे समय तक रखा जाता है। इससे रिसाव के कारण, आसपास के क्षेत्र में कुओं में जल स्तर बढ़ जाता है और लिफ्ट सिंचाई संभव हो सकती है। डिटेंशन बांध को कभी–कभी जल–फैलाने वाला बांध भी कहा जाता है। उदाहरणः डाइक, पानी फैलाने वाला बांध, मलबा बांध आदि।

अभिकल्पन के आधार पर बांधों का वर्गीकरणः

अभिकल्पन के आधार पर बांध के दो प्रकार के होते हैं–

1. **ओवरफ्लो बांधः** एक ओवरफ्लो बांध वह होता है जिसे बांध के शिखर के ऊपर से अतिरिक्त निस्सरण ले जाने के लिए अभिकल्पित किया जाता हैं। इसके शिखर का स्तर बांध के दूसरे हिस्से के शीर्ष से कम रखा जाता है। ऐसे बांध आम तौर पर कंक्रीट या चिनाई से बने होते हैं। ओवरफ्लो बांध को आमतौर पर 'स्पिलवे' के नाम से जाना जाता है। अक्सर नदी घाटी परियोजना में दो प्रकार के बांधों को मिला दिया जाता है। मुख्य बांध को एक गैर–अतिप्रवाह बांध के रूप में रखा जाता है जो या तो कठोर सामग्री जैसे चिनाई या कंक्रीट या गैर कठोर सामग्री जैसे मिट्टी और चट्टान भराव से बना होता है और बांध के कुछ हिस्से को उपयुक्त स्थान पर ओवरफ्लो बांध (स्पिलवे) के रूप में रखा जाता है। उदाहरणः स्पिलवेज़।

2. **नॉन–ओवर फ्लो बांधः** नॉन–ओवर फ्लो बांध वह होता है जिसमें बांध के शीर्ष को अधिकतम अपेक्षित बाढ़ स्तर से अधिक ऊंचाई पर रखा जाता है। पानी को बांध से ऊपर नहीं जाने दिया जाता है। इसलिए एक गैर–अतिप्रवाह बांध का निर्माण विभिन्न प्रकार की सामग्रियों जैसे मिट्टी,

चट्टान भराव, चिनाई, कंक्रीट इत्यादि से किया जा सकता है। उदाहरणः मिटटी का बांध, चट्टान भरण बांध आदि।

निर्माण–सामग्री के आधार पर बांधों का वर्गीकरणः

इसके आधार पर भी बांध को दो वर्गों में वर्गीकृत किया जा सकता हैः–

कठोर (रिजिड) बांधः–

कठोर बाँध वे होते हैं जो चिनाई, कंक्रीट, स्टील या लकड़ी जैसी कठोर सामग्रियों से बनाए जाते हैं। कठोर बांधों को निम्न वर्गों में वर्गीकृत किया जा सकता हैः ए) ठोस चिनाई या कंक्रीट गुरुत्वाकर्षण बांध, ख) धनुषाकार चिनाई या कंक्रीट बांध, ग) कंक्रीट बटर बांध, घ) स्टील बांध, च) इमारती लकड़ी का बांध, उदाहरणः ग्रेविटी बांध, आर्क बांध, बट्रेस बांध, स्टील बांध, टिम्बर बांध आदि।

गैर–कठोर (नॉन–रिजिड) बाँधः–

गैर–कठोर बांध वे होते हैं जो पृथ्वी और/या रॉकफिल जैसी गैर–कठोर सामग्री से बने होते हैं। गैर–कठोर बांधों के सबसे सामान्य प्रकार हैंः क) मिट्टी का बांध ख) रॉकफिल बांध ग) संयुक्त मिट्टी और रॉकफिल बांध। उदाहरणः मिटटी का बांध, चट्टान भरण बांध आदि।

आकार के आधार पर बांधों का वर्गीकरणः

नीचे दी गई सारणी के अनुसार बांधों को जलीय शीर्ष और बांध के पीछे सकल भंडारण का उपयोग करके आकार के अनुसार वर्गीकृत किया जा सकता है।

वर्गीकरण	सकल भंडारण	जलीय शीर्ष
छोटा	0.5 से 10 मिलियन क्यूबिक मीटर के बीच	7.5 मीटर और 12 मीटर के बीच
मध्यवर्ती	10 से 60 मिलियन क्यूबिक मीटर के बीच	7.5 मीटर और 30 मीटर के बीच
बड़ा	60 मिलियन क्यूबिक मीटर से अधिक	30 मीटर से अधिक

बांध टूटने के कारण

बांधों के टूटने के के कारणों का सांख्यिकीय विश्लेषण कई एजेंसियों और विशेषज्ञों द्वारा किया गया है। विभिन्न प्रकार के ऊँचे बांधों की विफलताओं/दुर्घटनाओं के व्यापक विश्लेषण से पता चलता है कि 29% मामले ओवरटॉपिंग के कारण होते हैं; 53% मामले नींव के कारण होते हैं; और 18% मामले अन्य कारणों से होते हैं। अन्य कारणों में निर्माण/ अभिकल्पन में कमी, सामग्री का क्षरण, गेट विफलता, भूकंपीय घटनाएँ आदि शामिल हैं।

ओवरटॉपिंग–ओवरटॉपिंग की स्थिति में बांध की विफलता प्रवाह से जुड़ी होती है। इस तरह के प्रवाह से कटाव की दर तेज हो जाती है। ओवरटॉपिंग के दौरान मिट्टी, रॉकफिल बांधों को क्षति होने की अधिक संभावना होती है।

पाइपिंग की विफलता–बाँध में रिसाव के कारण बहता पानी मिट्टी के ठोस कणों को अपने साथ बहा ले जाता है। इससे एक खुला गड्ढा विकसित होता है। यह प्रक्रिया चलती रहती है और एक पाइप जैसा छिद्र बन जाता है। धीरे धीरे इस पाइप का आकार बढ़ता जाता है जब तक कि ऊपर की मिट्टी ढह न जाए।

द्रवीकरण–द्रवीकरण तब होता है जब आंशिक रूप से संतृप्त मिट्टी अचानक परिवर्तन के कारण अपनी ताकत और कठोरता को काफी हद तक खो देती है और तरल की तरह व्यवहार करती है। मृदा यांत्रिकी में, ''तरलीकृत'' शब्द का प्रयोग पहली बार एलन हेज़न द्वारा 1918 में कैलिफोर्निया में कैलावरस बांध की विफलता के संदर्भ में किया गया था।

हाइड्रोलिक फ्रैक्चरिंग–हाइड्रोलिक फ्रैक्चरिंग का अर्थ है सोए हुए पानी के द्रवस्थैतिक दबाव द्वारा कोर का फ्रैक्चर। यद्यपि परिभाषा सरल है, परंतु यह स्पष्ट नहीं है कि कब बहते पानी का व्यवहार रिसाव के समान माना जाए या कब इसे मिट्टी का टूटना माना जाए। हाइड्रोलिक फ्रैक्चरिंग की घटना को समझने के लिए काफी शोध की आवश्यकता है। दरारें अनुदैर्ध्य और अनुप्रस्थ दिशा में भी दिखाई दे सकती हैं। शिखर या ढलान पर दरारें दिखाई दे सकती हैं। संकेंद्रित रिसाव संदिग्ध, न दिखने वाली दरारों के माध्यम से विकसित हो सकता है।

भूकंप–भूकंप से पूरी दुनिया में नुकसान हुआ है और कई विफलताएं भी हुई हैं। संभावित तरीके नीचे सूचीबद्ध हैं:

1. नींव में बड़ी खराबी पैदा करना;
2. ज़मीन के ढलान को बदलना;
3. बाँध के फ्री बोर्ड को नुकसान पहुचाना;
4. बाँध में दरारों को पैदा करना;
5. विभिन्न कारणों से बांध का ओवरटॉपिंग।

बांध टूटने से बाढ़ का विश्लेषण

योजनाकारों को इंजीनियरिंग परियोजनाओं पर विभिन्न निर्णयों और पर्यावरणीय प्रभाव और जोखिमों के मूल्यांकन का अध्ययन करने के लिए मात्रात्मक मानदंड की आवश्यकता होती है। इस तरह के विश्लेषण में, विफलता क्षति सहित, अनुप्रवाह में बाढ़ के प्रभाव से जुड़े विभिन्न परिदृश्यों पर आम तौर पर विचार किया जाता है। इस विश्लेषण के मुख्य उद्देश्य हैं:

1. आवश्यक बांध स्पिलवे क्षमता स्थापित करना;
2. नदी घाटी में बने बांधों या अन्य संरचनाओं के पर्यावरणीय और सुरक्षा प्रभाव का मूल्यांकन करना;
3. घाटी योजना और क्षेत्रीयकरण;
4. चेतावनी प्रणाली निकासी योजना आदि जैसी आपातकालीन प्रक्रियाएं तैयार करना।
5. दुर्घटनाओं के कारण अप्रत्याशित समस्याओं की पहचान करना और उनका समाधान करना;
6. जनता में डर दूर करना और जोखिम के प्रति जागरूक करना;
7. बाँध विश्लेषण तकनीक की उन्नति के लिए पिछली दुर्घटनाओं का विश्लेषण करना।

बांध टूटने की समस्या के कारण आई बाढ़ को बाँध द्वारा पानी के अचानक छोड़े जाने की अस्थिर प्रवाह समस्या के अंतर्गत देखा जा सकता है। हालाँकि, बाढ़ की गहराई का परिमाण और

बांध टूटने की घटना का निर्वहन असामान्य रूप से अधिक है। प्रत्यक्षदर्शियों ने इसका वर्णन इस प्रकार किया है, जमीन का एक तीव्र कंपन, जिसके बाद एक संक्षिप्त गड़गड़ाहट, फिर हवा का एक तेज़ झोंका और अंत में पानी का आगमन–पहले एक लहर के रूप में और फिर घाटी से उठती एक विशाल दीवार के रूप में। बाँध टूटने पर विशाल जल के साथ–साथ कीचड़ और मलबा भी बहने लगता है। बांध टूटने से आई बाढ़ का विश्लेषण तैयार करने में कई कठिनाइयां आती हैं। निम्नलिखित कारण, कार्य को कठिन बनाते हैं।

1. विफलता का तरीका (ब्रीच का ज्यामितीय विवरण और उसे विकसित करने का समय);
2. ब्रीच के माध्यम से प्रवाह (यानी निस्सरण जलालेख–घटना);
3. आपतित हाइड्रोग्राफ का मार्ग, जिसमें सहायक नदियाँ भी शामिल हो सकती हैं;
4. घाटी की अनियमितताएं और विभिन्न बाधाओं के आसपास बाढ़ के लिए सबसे संभावित मार्ग की पहचान करना;
5. बाढ़ द्वारा बहायी गयी तलछट की मात्रा का अनुमान;
6. बांधों के नीचे एक के बाद एक बने बांधों में संभावित विफलताओं का निरूपण;
7. आवश्यक डेटा की मात्रा; और
8. दुर्घटना का कारण।

ये समस्याएँ बांध टूटने के विश्लेषण को अभी भी विवाद का विषय बनाती हैं। बांध टूटने वाले बाढ़ निदर्शन की प्रगति पर कई शोध पत्र तकनीकी पत्रिकाओं और कार्यशालाओं में प्रकाशित हुए हैं। हालाँकि, व्यावहारिक विश्लेषण का सत्यापन अभी भी बहुत कठिन है। इस प्रकार के विश्लेषण के लिए दो मुख्य दृष्टिकोण उपयोग में हैं। वे भौतिक और प्रायोगिक निदर्श और कंप्यूटर निदर्श हैं।

भौतिक और प्रायोगिक निदर्शन और प्रयोग

यह बांध टूटने वाली बाढ़ का विश्लेषण करने के लिए उपयोग की जाने वाली विधियों में से एक है। इस तकनीक के कई उदाहरण साहित्य में पाए जा सकते हैं। सीमा स्थिति के रूप में जलालेख के मूल्यांकन हेतु बाढ़ लहर की उत्पत्ति के लिए भौतिक निदर्श बनाए जाते हैं। कभी–कभी घाटी की पहुंच के साथ पानी की गहराई और प्रवाह वेग के मूल्यांकन सहित वास्तविक मामले का पूर्ण विश्लेषण भी किया जाता है। कम्प्यूटेशनल मॉडल के मुख्य मापदंडों का सत्यापन, संवेदनशील भौतिक निदर्श का उपयोग करके किया जाता है। बांध टूटने वाली बाढ़ के व्यवहार के बारे में हमारे ज्ञान को बढ़ाने के लिए भौतिक निदर्श भी आवश्यक भूमिका निभाते हैं। भौतिक निदर्शों पर अध्ययन से प्राप्त अनुभव और ज्ञान, कम्प्यूटेशनल निदर्श और सरलीकृत विश्लेषण के लिए अधिक आत्मविश्वास देता है।

कंप्यूटर निदर्श

बाँध के नीचे के नदी घाटी क्षेत्र पर बाढ़ के प्रभावों के तेज़ और व्यवस्थित विश्लेषण के लिए एक कंप्यूटर निदर्श सबसे सुविधाजनक उपकरण है। द्रवीय (Hydraulic) प्रभावः– पानी की गहराई, प्रवाह वेग (या निर्वहन) और कटाव या जमाव द्वारा घाटी ज्यामिति में परिवर्तन, इस विश्लेषण के मुख्य विषय हैं। बांध टूटने की बाढ़ के विश्लेषण के लिए बहुत सारे निदर्श उपलब्ध हैं किन्तु मुख्यतः यूएसए/राष्ट्रीय मौसम सेवा DAMBRK, HEC RAS और MIKE HYDRO RIVER बहुत लोकप्रिय निदर्श हैं। इन निदर्शों से टूटने वाली बाढ़ का विश्लेषण करने के लिए निम्नलिखित आंकड़ो की आवश्यकता होती हैः

1. बांध की ऊँचाई;
2. जलाशय की मात्रा;

3. जलाशय ज्यामिति;
4. बाँध के नीचे नदी घाटी की ज्यामिति;
5. जलाशय में प्रवाह;
6. उल्लंघन का आकार और गठन; और असफलता का समय

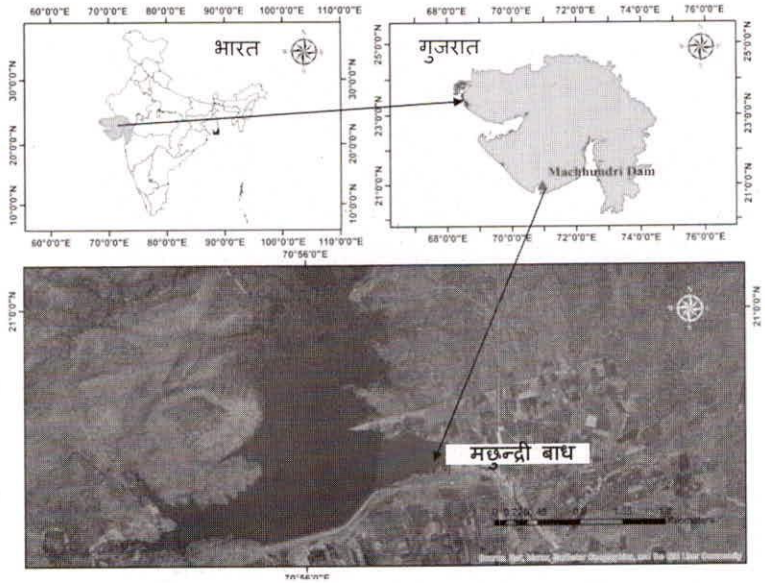
बाँध की आपातकालीन कार्य योजना की आवश्यकता क्यों है?

आपातकालीन कार्य योजना को आपातकालीन स्थिति या बांध को प्रभावित करने वाली असामान्य घटना में "कौन क्या, कहां, कब और कैसे करता है" की रूपरेखा तैयार करना आवश्यक है। आपातकालीन कार्य योजना की आवश्यकता पर बांध सुरक्षा विधेयक, 2010 द्वारा जोर दिया गया था। बाद में इसे बांध सुरक्षा अधिनियम–2021 में सम्मलित कर दिया गया जिसमें बांध के निचले हिस्से में संभावित बाढ़ प्रभावित क्षेत्रों के लिए एक आपातकालीन बाढ़ चेतावनी प्रणाली स्थापित करने का प्रावधान है। इस आपातकालीन कार्य योजना का उद्देश्य उन आपातकालीन स्थितियों की पहचान करना है जो बांध को खतरे में डाल सकती हैं और बांध की विफलता को रोकने के लिए त्वरित, प्रभावी प्रतिक्रिया की योजना बनाना और निचले इलाकों के निवासियों को आसन्न खतरे के बारे में चेतावनी देना है। यह योजना संभावित खतरनाक स्थिति में पालन की जाने वाली अधिसूचना प्रक्रियाओं को परिभाषित करती है। प्रक्रियाओं का उद्देश्य बांध के स्पिलवे से पानी की अत्यधिक रिहाई या बांध के टूटे हुए हिस्से से पानी के अनियंत्रित बहिर्वाह से जीवन की रक्षा करना और संपत्ति की क्षति को रोकना है।

आपातकालीन कार्य योजना मछुन्द्री बांध गुजरात

मछुन्द्री नदी और जलग्रहण क्षेत्र

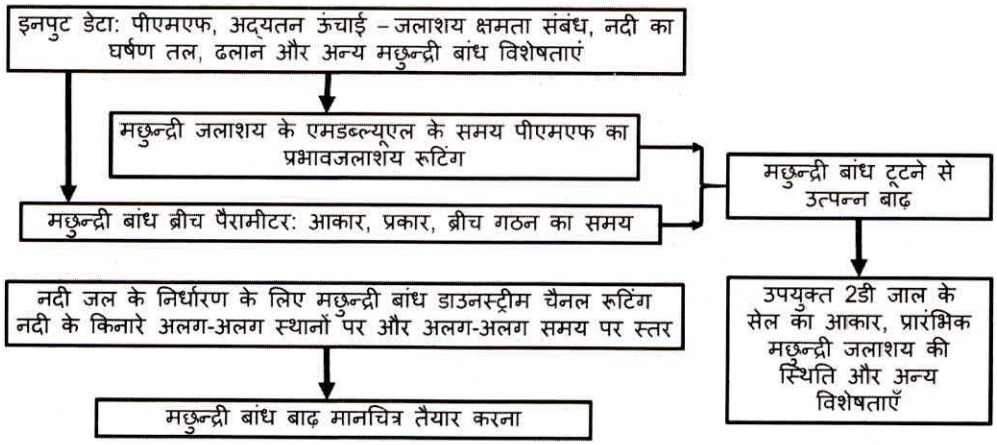
पश्चिमी भारत के गुजरात में स्थित मच्छुंद्री नदी अरब सागर में बहती है और इसका स्रोत गिर वन में है। 59 किलोमीटर की लंबाई और 406 वर्ग किलोमीटर क्षेत्रफल वाले अनुमानित जलग्रहण क्षेत्र के साथ यह इस क्षेत्र में अपनी महत्वपूर्ण भूमिका के लिए उल्लेखनीय है। इस नदी के मार्ग पर मच्छुंद्री बांध स्थित है (चित्र 3), जिसका जलग्रहण क्षेत्र 218 वर्ग किलोमीटर है।



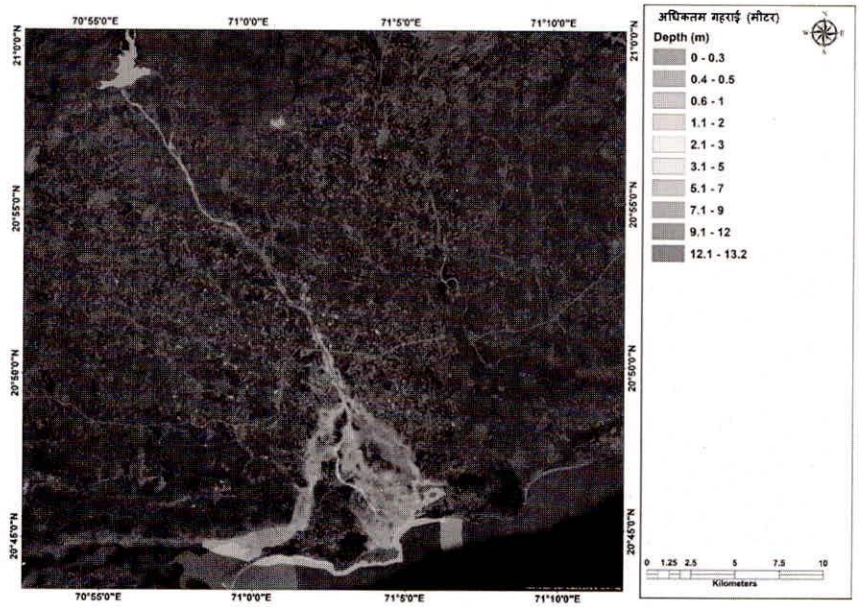
चित्र 3 : मछुन्द्री बांध का सूचकांक मानचित्र

1. बांध टूटने का विश्लेषण और जलप्लावन मानचित्र

बांध टूटने का विश्लेषण मछुन्द्री बांध सुरक्षा कार्यक्रम का एक अभिन्न अंग है क्योंकि बांध टूटने के परिणामस्वरूप अचानक, अप्रत्याशित और बेकाबू बाढ़ की लहरें मौत और विनाश का खेल खेलती हैं। बांध की विफलताएं मामूली से लेकर विनाशकारी तक हो सकती हैं। अतः ऐसे में बांध टूटने का विश्लेषण और जलप्लावन मानचित्रण के लिए जलगतिकीय निदर्शन करना आवश्यक है। राष्ट्रीय जल विज्ञान संस्थान ने गुजरात के सात बांधों का जलगतिकीय निदर्शन कर आपातकालीन कार्य योजना तैयार की है, उसी में से एक बाँध मछुन्द्री बांध है। मछुन्द्री बांध के जलगतिकीय निदर्शन द्वारा बांध टूटने का विश्लेषण करने के विभिन्न चरणों को एक प्रवाह चार्ट में दर्शाया गया है (चित्र–4)। जलगतिकीय निदर्शन से बांध टूटने का विश्लेषण कर मछुन्द्री बांध का जलप्लावन मानचित्र (चित्र–5) तैयार किया गया।



चित्र–4 जलगतिकीय निदर्शन द्वारा मछुन्द्री बांध टूटने का विश्लेषण



चित्र–5 : मछुन्द्री बांध टूटने का विश्लेषण कर तैयार किया गया जलप्लावन मानचित्र

मछुन्द्री बांध की आपातकालीन कार्य योजना

मछुन्द्री बांध द्वारा आपातकालीन स्थिति में बाढ़ और बाढ़ से प्रभावित होने वाले क्षेत्रों की गंभीरता का अनुमान लगाने के लिए आपातकालीन कार्य योजना तैयार की गयी है। यह संस्थाओं और व्यक्तियों को आपातकालीन परिस्थिति में दायित्वों की जिम्मेदारी सौंपती है। योजना प्राधिकरण और संगठनात्मक संबंधों की रेखाएँ निर्धारित करती हैं और दिखाती हैं कि समन्वय कैसे प्राप्त किया जाना चाहिए। योजना बताती है कि लोगों और संपत्ति की सुरक्षा कैसे की जाएगी और इसमें शामिल जिलों के भीतर उपलब्ध कर्मियों और संसाधनों की पहचान की जाएगी। आपातकालीन कार्य योजना के प्राथमिक लक्ष्य हैं:

- जीवन और संपत्ति की रक्षा और मानव संकट को कम करना;
- सुनिश्चित करना कि समन्वय सहायता द्वारा सार्वजनिक सुरक्षा को बनाए रखा जाए;
- योजना और शिक्षा के माध्यम से आपातकालीन प्रतिक्रिया में सुधार करना;
- बड़ी और छोटी आपात स्थितियों के लिए विभागों और एजेंसियों की भूमिकाएँ परिभाषित करना;
- जिला एजेंसियों के बीच प्रभावी प्रतिक्रिया और समन्वय विकसित करना;
- प्रयास या अंतराल के कम दोहराव के साथ गतिशीलता को बढ़ावा देना;
- संबंधित जिलों के भीतर संसाधनों तक पहुंच की रूपरेखा;
- सरकारी, निजी और स्वयंसेवी क्षेत्रों के बीच साझेदारी को प्रोत्साहित करना;
- पुनःप्राप्ति और बहाली प्रक्रिया (लचीलापन) की रूपरेखा तैयार करना।

अधिसूचना प्रवाह चार्ट

बांध के मालिक/संचालक बांध पर संकट की स्थितियों की पहचान करने और सभी प्रभावित न्यायक्षेत्रों और उपयुक्त राज्य और केंद्रीय एजेंसियों को ऐसी स्थितियों और संभावित परिणामों के बारे में सूचित करने के लिए जिम्मेदार हैं। अधिकार क्षेत्र और एजेंसियों की पहचान करने के लिए अधिसूचना प्रवाह चार्ट तैयार किये जाते हैं। अधिसूचना प्रवाह चार्ट आपातकालीन कार्य योजना के सामने स्थित होने चाहिए और टैब या अन्य माध्यमों से स्पष्ट रूप से चिह्नित होने चाहिए।

आपातकालीन स्थितियाँ और अधिसूचनाएँ

आपातकालीन स्तर (नीला, नारंगी, या लाल) के आधार पर निम्नलिखित दो आपातकालीन स्थितियाँ लागू की जाती हैं:

- निगरानी की स्थिति – नीले आपातकालीन स्तर द्वारा शुरू की जाती है जिसके अनुसार यदि स्थिति की तुरंत निगरानी की जाती है या उसे ठीक किया जाता है तो बांध की विफलता की संभावना नहीं है।
- विफलता की स्थिति – नारंगी या लाल आपातकालीन स्तरों द्वारा शुरू की गई जिसके लिए बांध की विफलता अत्यधिक संभावित है, या विफलता आसन्न हो गई है या पहले से ही जारी है।

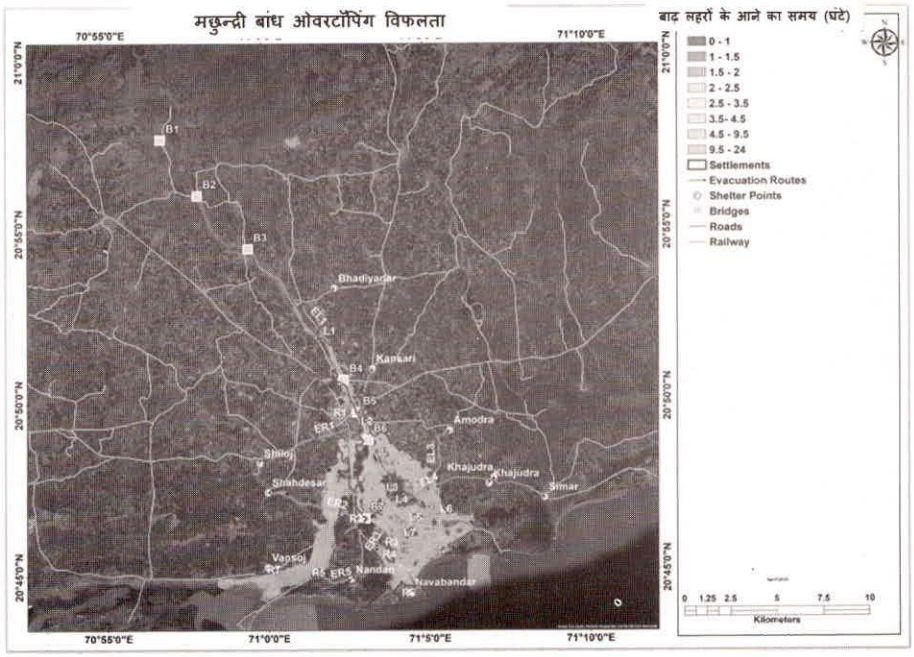
प्रवाह चार्ट तत्व

कम से कम दो अधिसूचना प्रवाह चार्ट की आवश्यकता होती है (प्रत्येक आपातकालीन स्थिति के लिए एक) जो उन लोगों को दिखाते हैं जिन्हें आपातकाल के दौरान चेतावनी जारी की जानी है और जिस क्रम में उनसे संपर्क किया जाना है। फ़्लोचार्ट में निम्नलिखित जानकारी को स्पष्ट रूप से संक्षेप में प्रस्तुत की जानी चाहिए:

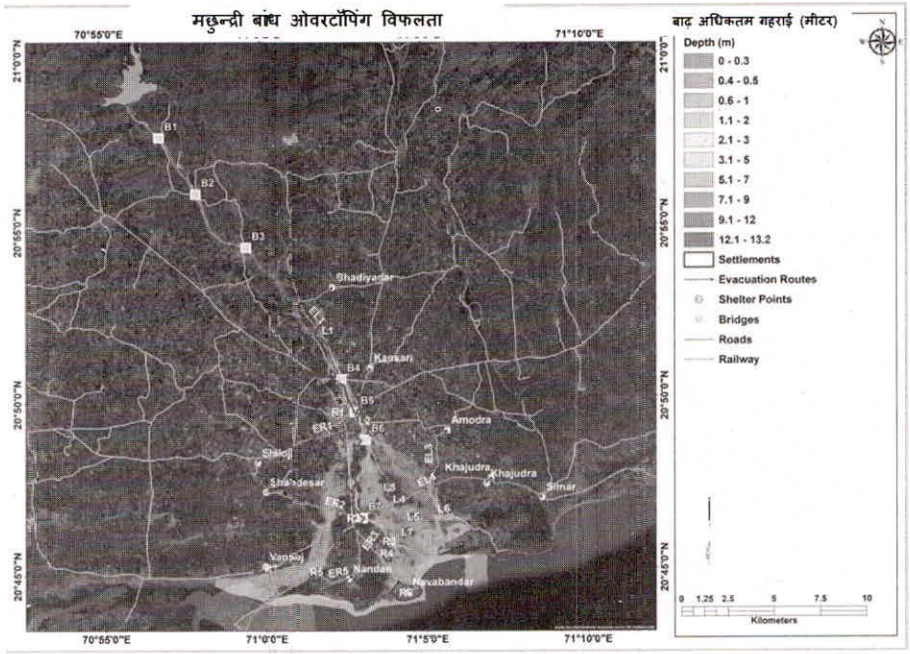
- प्रत्येक मालिक प्रतिनिधि और सार्वजनिक अधिकारी को सूचित करने के लिए कौन जिम्मेदार है?
- किसे सूचित किया जाना है?
- वह क्रम जिसमें लोगों या कार्यालयों को सूचित किया जाना है।
- व्यक्तिगत नाम; पद शीर्षक; कार्यालय, घर, मोबाइल और 24 घंटे चलने वाले टेलीफोन नंबर; वैकल्पिक संपर्क; और संचार के साधन।

बाढ़ मानचित्र

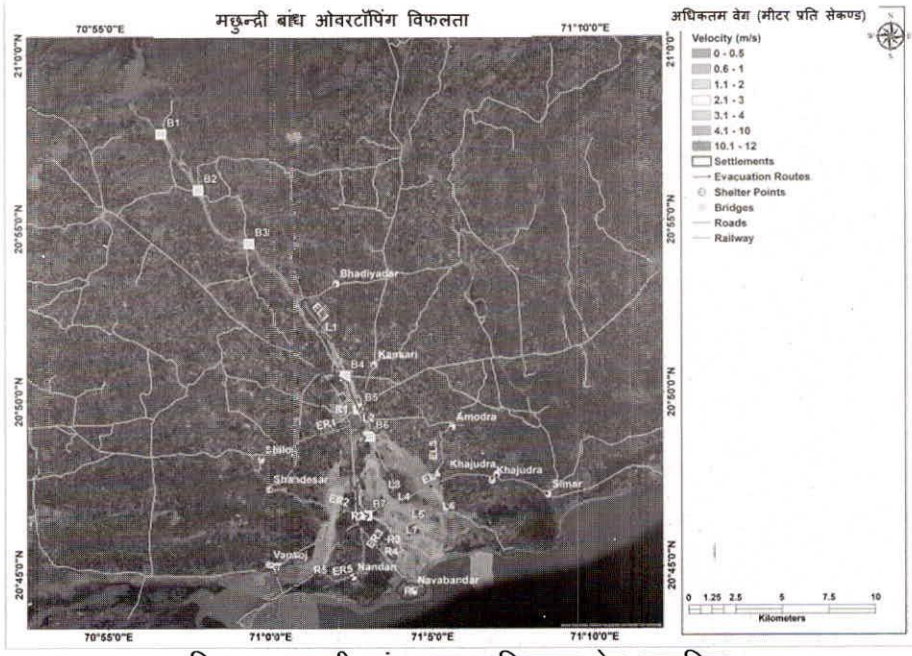
मछुन्द्री बांध के बाढ़ मानचित्र का उपयोग उन क्षेत्रों को चित्रित करने के लिए किया जाता है जहां बांध टूटने पर बाढ़ आ सकती है, और इसे आपातकालीन कार्य योजना (ईएपी) में शामिल किया जाना चाहिए। जलगतिकीय निदर्शन का उपयोग कर मछुन्द्री बांध के बाढ़ लहरों के आने का समय मानचित्र (**चित्र–6**), बाढ़ अधिकतम गहराई मानचित्र (**चित्र–7**), अधिकतम वेग मानचित्र (**चित्र–8**), अधिकतम जल की सतह की ऊंचाई मानचित्र (**चित्र–9**) और भेद्यता मानचित्र (**चित्र–10**) तैयार किये गए। इन मानचित्रों की सहायता से मछुन्द्री बांध के टूटने से आने वाली बाढ़ का मछुन्द्री नदी घाटी में ठीक प्रकार से आंकलन किया जा सकता है। इसके साथ ही इन मानचित्रों में बाढ़ के स्थानों को समय से खाली कराने के लिए विभिन्न रास्तों तथा सुरक्षित स्थानों को भी दर्शाया गया है। इस प्रकार तैयार आपातकालीन कार्य योजना (ईएपी) से बांध टूटने से आने वाली बाढ़ से जानमाल के नुकसान को कम किया जा सकता है।



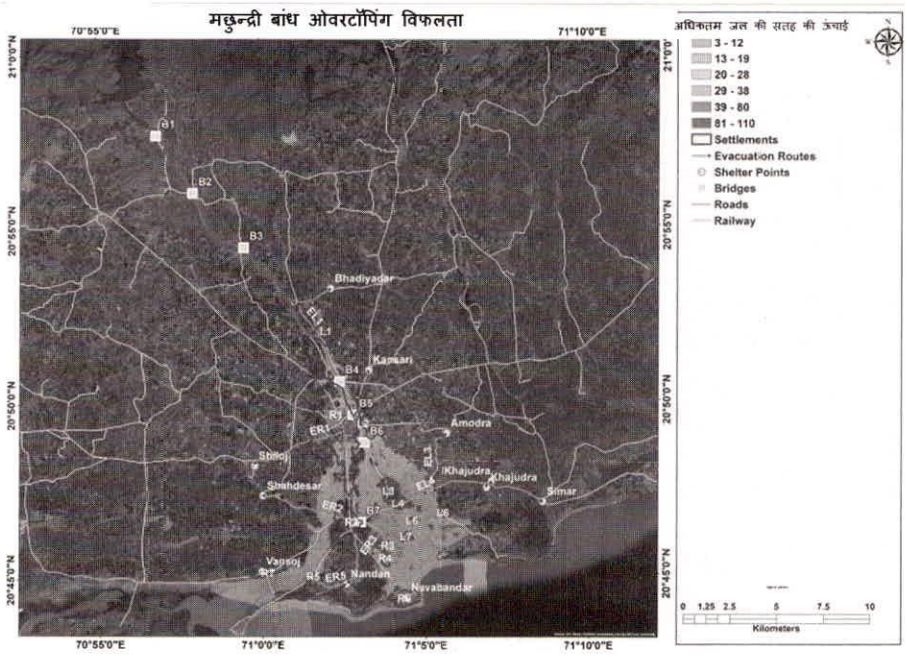
चित्र–6 मछुन्द्री बांध के बाढ़ लहरों के आने का समय का मानचित्र



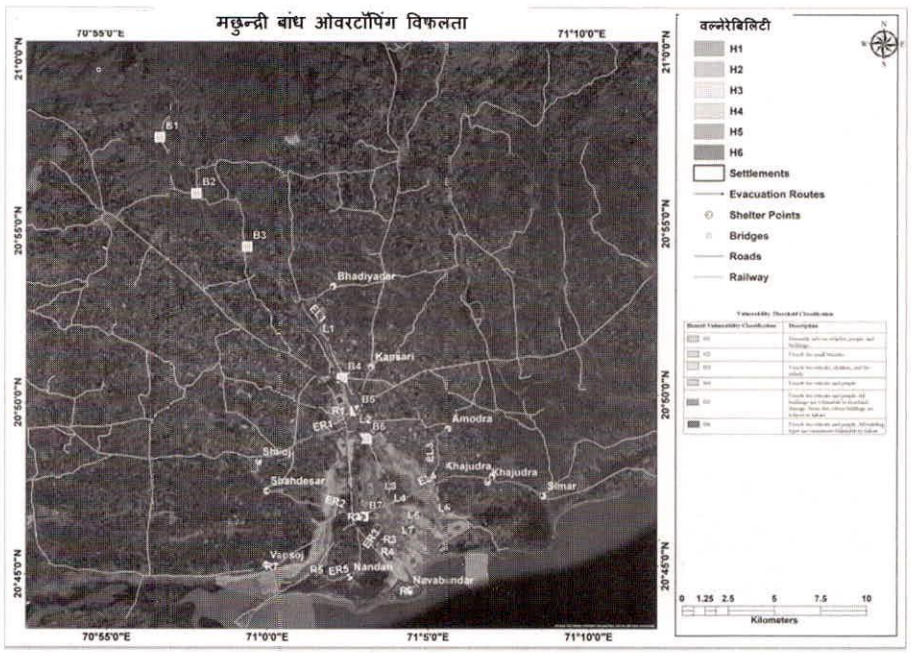
चित्र–7 मछुन्द्री बांध का बाढ़ अधिकतम गहराई मानचित्र



चित्र–8 मछुन्द्री बांध बाढ़ अधिकतम वेग मानचित्र



चित्र–9 मछुन्द्री बांध का अधिकतम जल की सतह की ऊंचाई का मानचित्र



चित्र–10 मछुन्द्री बांध की भेद्यता का मानचित्र

सारांश

इस लेख में बांध भंग विश्लेषण, बांधों के लिए आपातकालीन कार्य योजना तथा मछुन्द्री बांध टूटने की जलगतिकीय निदर्शन का अध्ययन प्रस्तुत किया गया है। बांध टूटने का विश्लेषण आपातकालीन कार्य योजना बनाने के लिए बहुत आवश्यक है। मछुन्द्री बांध के जलगतिकीय निदर्शन के लिए मछुन्द्री नदी के अनुप्रस्थ काट का सर्वेक्षण कर अंकीय ऊंचाई निदर्श को संशोधित किया गया तथा इसके निदर्शन में उपयोग किया गया। इसके बाद मछुन्द्री बांध की आपातकालीन कार्य योजना तैयार की गयी, जिसमें विभिन्न बाढ़ मानचित्रों को तैयार किया गया। हालांकि बांध टूटना बहुत बड़ी बात है, और दुर्लभ घटना है। परन्तु आपातकालीन कार्य योजना, बांध सुरक्षा कर्मियों/प्रशासन के लिए उच्च बाढ़ की स्थिति से स्थानीय लोगों को सुरक्षित निकालने में मददगार होगी। जिस तरह से हमारे देश में चक्रवातों से होने वाले जानमाल के नुकसान को काफी हद तक कम कर दिया है, इसी प्रकार से देश के सभी बांधों के लिए आपातकालीन कार्य योजना तैयार कर भविष्य में बांध टूटने जैसी दुर्लभ घटना से भी जान माल को बहुत हद तक सुरक्षित किया जा सकता है।

हिंदी वह धागा है, जो विभिन्न मातृभाषाओं रूपी फूलों को पिरोकर भारत माता के लिए सुन्दर हार का सृजन करेगा।

–डॉ. जाकिर हुसैन