निचली मनेर बांध में दरार जनित प्रवाह का एनडब्लुएस डीएएमबीआरके द्वारा अनुकार अध्ययन

पंकज मणि
वैज्ञानिक, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान,
पटना, बिहार - 801 505,

पी.सी. नायक,
वैज्ञानिक, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान,
काकीनाड़ा, आंध्रप्रदेश-533 003

आर. डी. सिंह,
अनिल कुमार लोहानी,
संजय कुमार जैन,
राकेश कुमार, वैज्ञानिक
राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान,
उत्तराखण्ड-247 667

सारांश

जल संसाधनों के विकास एंव बेहतर उपयोग तथा बाढ़ प्रबंधन हेतु बांधों का निर्माण सर्वविदीत है। इसके फलस्वरूप नियोजित उद्देश्यों के साथ-साथ बांध के निचले क्षेत्रों के विकास की गतिविधि एवं आबादी में भी बढ़ोत्तरी होने लगती है। बांध में दरार उत्पन्न होने या इसके सम्पूर्ण-रूप से बह जाने की स्थिति में निचले क्षेत्रों में बाढ़ जैसी आपदा उत्पन्न हो सकती हे । इन क्षेत्रों में घनी आबादी की वजह से अत्यधिक जान एवं माल की हानि की संभावना होती है । ऐसे परिपेक्ष्य में ही बांध में दरार जनित प्रवाह के अनुकार अध्ययन का महत्व बढ़ जाता है। अनुकार अध्ययन से यह पता किया जा सकता है कि बांध के पूर्णतः या अंशतः विफल या टूटने की स्थिति में निचले स्थानों में कितने समय बाद और कितना प्रवाह आ सकता है। आप्लावित क्षेत्रों में जल का स्तर कितना होगा और कितने समय के लिए अप्लावन की स्थिति बनी रहेगी। ऐसे आंकड़ों का उपयोग कर निचले क्षेत्रों को जोखिम के अनुसार विभिन्न क्षेत्रों में बांटा जा सकता है तथा क्षेत्र विशेष के लिए विकासशील गतिविधियाँ भी निर्धारित की जा सकती है जिससे कि बांध के विफल होने की स्थिति में इससे होने वाले नुकसान को कमतर किया जा सके। इस शोध-पत्र में आंध्रप्रदेश के करीमनगर जिले में गोदावरी की सहायक नदी मनेर पर स्थित निचली मनेर बांध के टूटने या दरार पैदा होने से उत्पन्न प्रवाह के विश्लेषण के लिए एनडब्लुएस डीएएमबीआरके मॉडल का उपयोग किया गया है। अधिकतम संभावित बाढ़ जलालेख के अभाव में ऐतिहासिक बाढ़ जलालेख और तीन दिवसीय अधिकतम अभिकल्पित दृष्टि के आंकड़ों का उपयोग कर एक परिक्ष्यमान संभावित अधिकतम बाढ़ जलालेख की गणना की गई है।

1.0 प्रस्तावना

बांध के विफल होने की स्थिति में इसके निचले क्षेत्रों में जहाँ महत्वपूर्ण औद्योगिक, व्यवसायिक एवं संस्थागत इकाईयों के साथ-साथ घनी आबादी बसती है, बाढ़ से अत्यधिक नुकसान होता है। ऐसे में बांध में दरार

जनित प्रवाह का अध्ययन न केवल नये बनने वाले बांधों के संदर्भ में बल्कि पुराने बांधों के संदर्भ में भी उतना ही महत्वपूर्ण है। कई महत्वपूर्ण बांधों का निर्माण सीमित ऐतिहासिक जलीय आंकड़ों के आधार पर एवं आधुनिक परिकल्प मानक के अभाव में वर्षों पहले किया गया है। ऐसे में बांध में दरार जनित प्रवाह के अध्ययन से न केवल अधिप्लावक के अभिकल्प बाढ़ का पता चलता है बल्कि इससे आपलावन की स्थिति में निचले क्षेत्रों में बाढ़ की विभिषिका का आंकलन भी किया जा सकता है। विभिन्न परिस्थितियों में होने वाली बांध के विफलता से उत्पन्न प्रवाह के विश्लेषण के कुछ महत्वपूर्ण उद्देश्य निम्नलिखित हैः-

1. अधिप्लावक के आवश्यक क्षमता का निर्धारण
2. नदी घाटी मे स्थिति बांध और अन्य संरचनाओं का पारिस्थितिक और सुरक्षात्मक दृष्टिकोण से मुल्यांकन
3. नदी घाटी में परियोजना निर्माण और बाढ़ क्षेत्रों का जोखिम के हिसाब से वर्गीकरण
4. आपातकालीन योजना जैसे कि बाढ़ चेतावनी प्रणाली, इभैक्यूएसन योजना के निर्धारण हेतु
5. बाढ़ के जोखिम के बारे में जन-साधारण में जागरूकता लाना एवं उन्हें भयमुक्त बनाना
6. ऐतिहासिक आंकड़ों के अध्ययन से इस विषय में उन्नत तकनीक विकसित करना

बांध-विफलता जनित बाढ़ के अध्ययन में पानी के अचानक बहने से उत्पन्न अनस्टीडी प्रवाह का विश्लेषण किया जाता है। इसमें बाढ़ का जल स्तर और निस्सरण की मात्रा सामान्यतः बहुत ही अधिक होती है और प्रवाह नदी के दोनों छोर से ऊपर उठकर मैदानी क्षेत्रों में भी चला जाता है। उपरी क्षेत्र में प्रवाह की मात्रा एवं तीव्रता इतनी अधिक होती है कि इसका वास्तविक गणितिय वर्णन बहुत ही कठिन है। इसके वर्णन के लिए विभिन्न चरणों में घटना को विभाजित कर हर चरण का अलग-अलग विश्लेषण किया जाता है। सबसे पहले दरार (ब्रीच) बनने की व्याख्या की जाती है। जो सामान्यतः सुक्ष्मरूप साइज से शुरू होकर अपने पूर्ण स्वरूप तक पहुंचता है। फिर इस प्रक्रिया में लगने वाले समय का निर्धारण किया जाता है। साथ ही यह भी तय करना होता है कि दरार का आकार कैसा होगा। बांध के निर्माण में होने वाले सामग्री एवं बांध के प्रकार इन कारकों के निर्धारण में महत्वपूर्ण प्रभाव डालते हैं। इन कारकों का निर्धारण कर दरार जनित निस्सरण की गणना की जाती है। इस निस्सरण को अधिप्लावक वाले प्रवाह से सम्मिलित कर बहिर्गभित प्रवाह को नदी के रास्ते निचले क्षेत्रों तक अभिगमन कराया जाता है।

2.0 एनडब्लूएस डीएमबीआरके मॉडल

यह मॉडल यू.एस. नेशनल वेदर सर्विसेज द्वारा विकसित किया गया है। बांध के विफलता को परिभाषित करने में यह मॉडल वर्तमान में नवीनतम तकनीकों का प्रतिनिधित्व करता है। हाइड्रोडायनेमिक सिद्धान्त का उपयोग कर मॉडल बांध के विफलता से जनित जल-तरंग के निर्माण एवं निचले क्षेत्रों में इसके अभिगमन का आंकलन करता है। बाढ़ अभिगमन के लिए माडल सैन्ट-विनेन्ट समीकरणों का इस्तेमाल करता है जो वास्तव में संहति संरक्षण नियम एवं संवेग संरक्षण नियमों का संयोग है। संहति संरक्षण का समीकरण निम्न हैः-

$$\frac{\partial Q}{\partial x}+\frac{\partial S_c(A+A_o)}{\partial t}-q=0 \qquad (1)$$

और संवेग संरक्षण का समीकरण है:-

$$\frac{\partial(S_m Q)}{\partial t}+\frac{\partial(\beta Q^{2/A})}{\partial t}+gA\left[\frac{\partial h}{\partial x}+S_f+S_e+S_i\right]+L=0 \qquad (2)$$

जहाँ, h जल-स्तर, A नदी का सक्रीय क्रास-सेक्सन क्षेत्रफल, A_0 बाढ़ क्षेत्र का क्रास-सेक्सनल क्षेत्रफल S_m और S_c साइनोसिटी फैक्टर, x नदी की दिशा में दूरी, t समय, q इकाई दुरी में पार्श्व-प्रवाह, β वेग वितरण का मोमेन्टम गुणांक, g गुरूत्वस्थिरांक, S_f परिसिमन घर्षण प्रवणता, S_i पंक या मलवा में आंतरिक श्यनता जनित अतिरिक्त घर्षण प्रवणता, S_e प्रसरण संकुचन प्रवणता, L प्राश्र्व प्रवाह का संवेग प्रभाव। परिसीमन घर्षण प्रवणता (S_f/ निकालने के लिए एकसमान अपरिवर्ती प्रवाह हेतु मैनिंगस समीकरण का उपयोग करते हैं

$$S_f=\frac{n^2|Q|Q}{2.21A^2R^{4/3}}=Q|Q|K^2 \qquad (3)$$

जहाँ n, घर्षणी प्रतिरोध के लिए मैनिग्सं गुणांक, R चलद्रव त्रिज्या K कॉनवेयेन्स घटक, साथ ही,

$$S_c=\frac{k_{cv}\Delta(Q/A)^2}{2g\Delta x} \qquad (4)$$

जहाँ K_{ce} प्रसंरण संकुचण घटक, और $\Delta\,(Q/A)^2$, Δx की दूरी पर स्थित दो आसन्न भागों पर $(Q/A)^2$ का अंतर।

उपरोक्त समीकरण में A और A_0 की गणना हाइड्रोग्राफीक सर्वेक्षण तथा स्थालाकृतिक मानचित्र से की जाती है। DAMBRK मॉडल में इसकी प्रविष्टि चयनित क्रास-सेक्सन के टॉप विड्थ और ऊँचाई को सारिणीबद्ध करके किया जाता है। मैनिग्स रफनैश गुणांक की प्रविष्टि भी सारिणी में ही की जाती है जो ऊँचाई के साथ परिवर्तित होता है। मध्यवर्त्ती ऊँचाईयों पर इन इन्पुटस की गणना रैखिक अन्तर्वेषण के द्वारा की जाती है। समीकरण (1) और (2) को सरल करने के लिए वेटेड फोर पॉइन्ट स्कीम का इस्तेमाल कर इम्पलीसिट फाइनाइठ डीफरैन्स तकनीक का उपयोग करते हैं/

3.0 अध्ययन क्षेत्र

निचले मनेब बांध का निर्माण गोदावरी की सहायक मनेर नदी पर हुआ है जो आंध्रप्रदेश के तेलंगाना तत्र क्षेत्र के करीमनगर जिले मे स्थित है। वास्तव में निचला मनेर बांध श्री राम सागर परियोजना के अन्तर्गत काकातिया

नहर के लिए संतुलन जलाशय का काम करता है। डैम स्थल और इसके नीचे का लगभग 70 कि.मी. तक नदी का क्षेत्र भारतीय सर्वेक्षण मानचित्र संख्या 56/N 2,3,4,6,7,8,10,11,12,14,15 एवं 16 में अच्छादित है। इस अर्देन डैम की अधिकतम ऊँचाई 26.82 मी. और लम्बाई 10.1 कि.मी. है। इसमें निर्मित अधिप्लाव की ऊँचाई 25.82 मी. और लम्बाई 363 मी. है। परियोजना की संभाव्य अधिकतम प्रवाह के अभाव में IITM के नक्शे में उल्लेख तीन दिवसीय अतितीव्र वर्षा का उपयोग कर अस्थायी संभाव्य अधिकतम प्रवाह की गणना की गई है। नदी की क्रास सेक्सन डैम स्थल से 15 कि.मी. नीचे तक लगभग 3 कि.मी. के अंतराल पर उपलब्ध था जिसका उपयोग इस अध्ययन में किया गया है।

4.0 विश्लेषण एवं व्याख्या

डैम शीर्ष की ऊँचाई 284.4 मी. परितृप्त जलाशय का स्तर 280.4 मी. तथा अधिकतम जलाशय स्तर 281.3 मी. है। अतः बांध भंजन प्रवाह के अनुकार अध्ययन के लिए जलाशय का प्रारंभिक स्तर 281.1 मी. माना गया है जिस समय संभाव्य अधिकतम प्रवाह, (सारिणी)-1 में वर्णित, जलाशय में प्रवेश करता है। जिसके फलस्वरूप जलाशय का जलस्तर ऊपर उठता चला जाता है। अगर जलस्तर 284.5 मी.(डैमशीर्ष की ऊँचाईसे 0.1 मी. अधिक) चला जाता है तो डैम ओवरटौपिंग की वजह से विफल हो सकता है। लेकिन अनुमानित संभाव्य अधिकतम प्रवाह के अंतर्गमन के बावजूद जलाशय का जलस्तर सिर्फ 282.7 मी. तक ही पहुँच पाता है जो कि डैम-शीर्ष से काफी नीचे है। अतः बांध भंजन अनुकार अध्ययन के लिए पाइप फैल्यूर का विचार किया गया है। ऐसी कल्पना की गई है कि 282.7 मी. की अधिकतम जलस्तर तक पहुँचने के दरम्यान बांध में 282.5 मी. के स्तर पर एक विवर (hole) विकसित हो जाता है जो धीरे-धीरे बढ़कर डैम में फैलता है और डैम की विफलता का कारण बनता है। डैम में प्रयुक्त सामग्री और डैम के आकार और प्रकार के अनुसार ब्रीच की साइज और ब्रीच का समय क्रमशः 1 कि.मी. और 1 घंटा निर्धारित किया गया है। इसमें समलम्ब आकार की ब्रीच की कल्पना की गई है जिसकी पार्श्व-प्रवणता 1:2 है/ साथ ही यह भी माना गया है कि ब्रीच की विस्तार डैम में तब तक होता रहता है जब तक कि इसका निचला तल 255 मी. के स्तर तक ही नहीं पहुँच जाय। नदी का औसत तल 253.6 मी है। अधिप्लाव से प्रवाह की गणना हेतु अधिप्लाव निर्धारण बक का इस्तेमाल किया गया है।

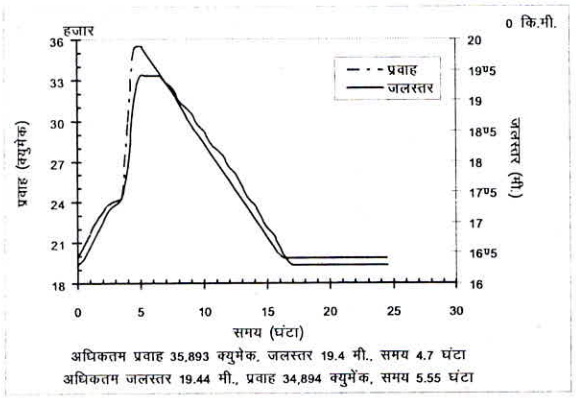
बांध में रिसावजन्य दरारकृत विफलता वाले मॉडल अध्ययन में ऐसा पाया गया कि कल्पित अंतर्वाह से जलाशय का प्रारम्भिक जलस्तर 281.1 मी. से 282.5 मी. (बांध विफलता के समय जलाशय स्तर) तक पहुँचने में 3.7 घंटा लगता है। अतः इस दरम्यान जलाशय का बहिर्वाह अधिप्लावक तक ही सीमित है। जैसे ही जलाशय 282.5 मी. के जलस्तर को प्राप्त करता है दरार बनने की प्रक्रिया शुरू हो जाती है और बहिर्वाह अधिप्लावक के साथ-साथ दरार से भी प्रवाहित होना शुरू हो जाता है।

साारिणी 1-अनुमानित संभाव्य अधिकतम प्रवाह

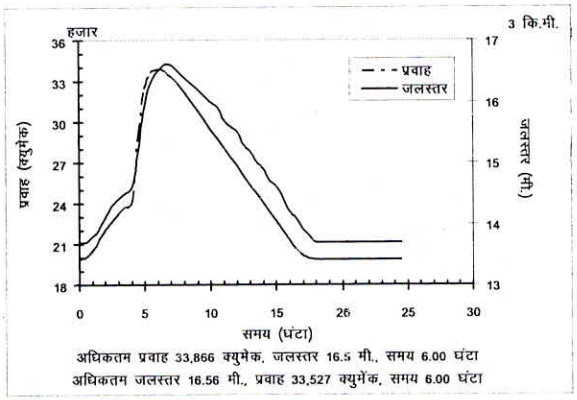
समय (घंटा)	0	4	8	12	16	20	24
प्रवाह मी³/से.	4074	4560	6000	8000	10000	14000	16000
समय (घंटा)	28	32	36	40	44	48	
प्रवाह मी³/से.	14000	10000	8000	6000	5000	4074	

प्रारम्भ में दरार से प्रवाह रिसने जैसा शुरू होता है और कालान्तर में इसकी चौड़ाई और गहराई बढ़ती चली जाती है। एक घंटे के अन्दर दरार की अधिकतम चौड़ाई 1000 मी. हो जाती है। कल्पित अंतर्वाह के प्रभाव से जलाशय 282.59 मी. के अधिकतम जलस्तर तक चला जाता है और दरार के पूर्ण विकसित होने के समय इसका जलस्तर 282.4 मी. रहता है। बांध से निस्सरित अधिकतम बहिर्वाह 35,893 मी^{3}/से. है जो 4.7 घंटे पर प्रवाहित होता है। इस बहिर्वाह में अधिप्लावक और दरार दोनों से होने वाला प्रवाह शामिल है। यह प्रवाह बांध से निकलकर नदी के निचले हिस्से को आप्लावित करता है। बहिर्वाह जलालेख की गणना 3 कि.मी., 6 कि.मी., 9 कि.मी., 12 कि.मी. और 15 कि.मी. नदी बिन्दु पर की गई है जो क्रमशः चित्र सं.1 (क) से (च) तक में दर्शाया गया है। जब यह प्रवाह नदी के नीचले भाग की ओर प्रवाहित होता है, घाटी में जल संचयन की वजह से जलालेख क्षीणतर होता जाता है। जलालेख के क्षीणतर होने का तात्पर्य है कि जलालेख के अधिकतम प्रवाह में कमी और इसके घटीत होने के समय में क्रमशः बढ़ोत्तरी। चित्र संख्या 1 (ख) और 1 (च) 3 कि.मी. और 15 कि.मी. बिन्दु पर जलालेख के अध्ययन से स्पष्ट है कि 3 कि.मी. बिन्दु अधिकतम प्रवाह 33,866 मी^{3}/से. से घटकर 32,746 मी^{3}/से. हो जाता है जबकि अधिकतम प्रवाह का समय 6 घंटे से बढ़कर 8.55 घंटा हो जाता है। अगर जलस्तर की स्थिति देखे तो यह पता चलता है कि 3 कि.मी. बिन्दु पर जलस्तर 16.56 मी. से घटकर 15 कि.मी. बिन्दु पर 12.6 मी. हो जाता है।

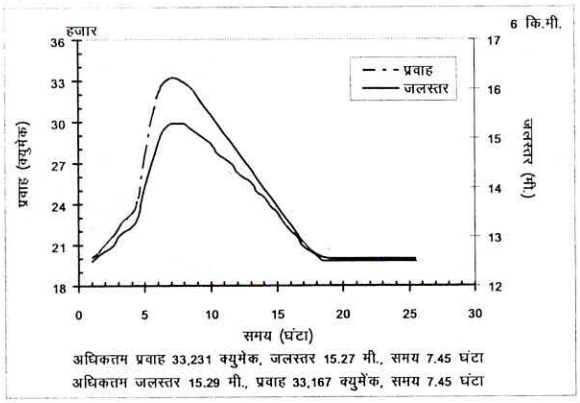
अतः इस तरह के मॉडल अध्ययन से बांध में दरार होने के स्थिति में इसके नीचले भाग में अधिकतम जलस्तर और इसके घटीत होने का समय पता चलता है। नदी के किसी बिन्दु पर जलालेख के अध्ययन से यह भी पता किया जा सकता है कि वहाँ पर जलस्तर किस तरह से और किस समय में बढ़ता है। जलस्तर खतरे के स्तर को कितने समय बाद पार करता है ? तात्पर्य यह है कि इस तरह का मॉडल अनुकार अध्ययन यह बताने में सक्षम है कि बांध के विफल होने की स्थिति में निचले क्षेत्रों में बाढ़ से निपटने/बचाव/अग्रिम सूचना के लिए योजना प्राधिकरण के पास कितना समय उपलब्ध है। अगर नदी के निचले क्षेत्र का डीजिटल एलिवेशन मॉडल उपलब्ध है तो जी.आई.एस. की मदद से विभिन्न परिस्थितियों में क्षेत्र की जलमग्नता का नक्शा भी तैयार किया जा सकता है। चित्र सं.2 में बांध विफल होने की स्थिति में नीचले क्षेत्रों का आप्लावन मानचित्र दिखाया गया है जो जी.आई.एस. परिवेश में (एरडास इमेजिंग) साफ्टवेयर में तैयार किया गया है। मॉडल अध्ययन से विभिन्न नदी बिन्दु पर प्रवाह-गति की गणना भी संभव है जिसके उपयोग से नदी घाटी के प्रभावित क्षेत्र में स्थिति आधारभूत संरचनाओं की सुरक्षा का आकलन किया जाता है। चित्र सं. 3 में विभिन्न नदी बिन्दुओं पर प्रवाह की अधिकतम गति और प्रवाह क्षेत्रफल दर्शाया गया है।



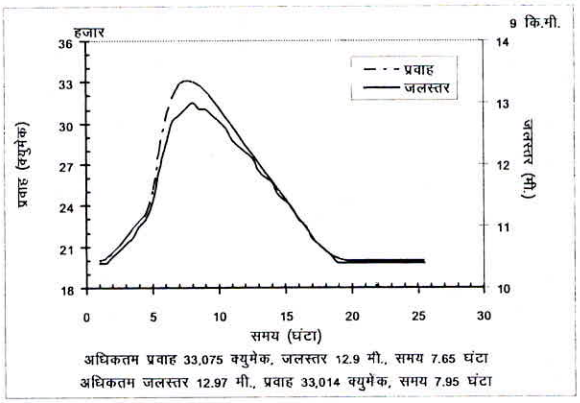
(क)



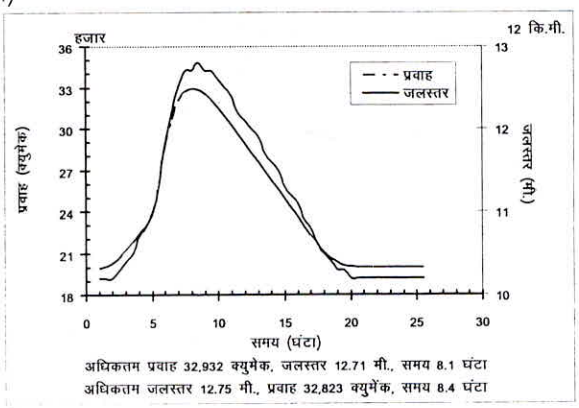
(ख)



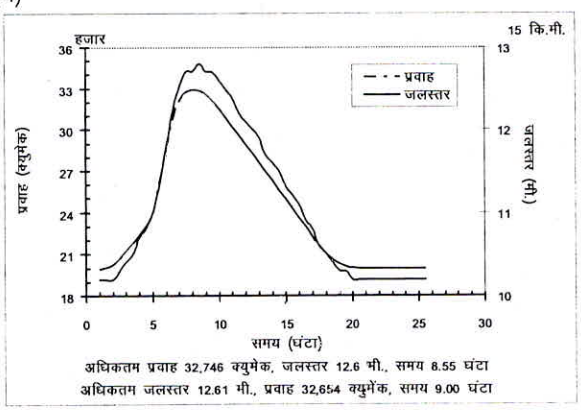
(ग)



(घ)

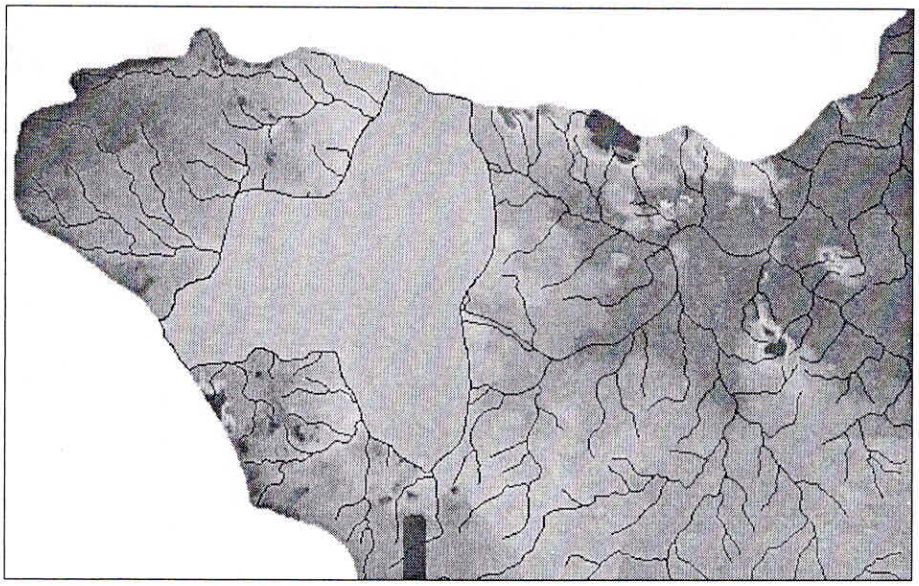


(ङ)

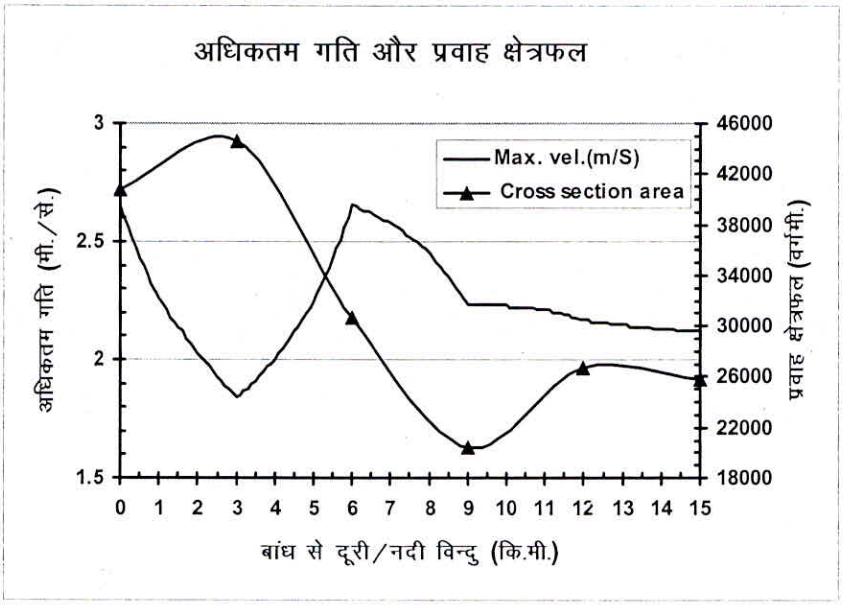


(च)

चित्र सं. 1 (क) से (च): विभिन्न नदी बिन्दुयों पर बहिर्वाह जलालेख की गणना



चित्र सं. 2: बांध विफल होने की स्थिति में नीचले क्षेत्रों का आप्लावन मानचित्र



चित्र सं. 3: विभिन्न नदी बिन्दुओं पर प्रवाह की अधिकतम गति और प्रवाह क्षेत्रफल

5.0 निष्कर्ष

इस अध्ययन के आधार पर निम्नलिखित निस्कर्ष निकाले जा सकते हैं-

1. NWS DAMBRK मॉडल सीमित उपलब्ध आंकड़ों से ही बांध में दरार जनित प्रवाह के अनुकार अध्ययन में सक्षम है।

2. मॉडल अध्ययन से बांध के विफल होने की स्थिति में नदी के निचले क्षेत्रों में होने वाली आप्लावन का आंकलन किया जा सकता है। नदी का जलस्तर खतरे के स्तर को कितने समय में पार कर लेगा या अधिकतम जलस्तर कितना हो सकता है इसका अनुमान लगाया जा सकता है। साथ ही विभिन्न जलस्तरों का समय निर्धारण भी किया जा सकता है।

3. नदी के निचले क्षेत्र के डीजिटल एलिवेशन मॉडल का उपयोग मॉडल के परिणामों को जी.आई.एस.परिवेश में उपयोग कर क्षेत्र का आप्लावन मानचित्र का निर्माण किया जा सकता है। इस तरह के नक्शे से दुर्घटना की स्थिति में जलमग्न क्षेत्र का पता किया जा सकता है। मॉडल परिणाम के उपयोग से नदी घाटी क्षेत्र में स्थित आधार-भूत संरचना जैसे कि रोड/रेल पुल, बैराज आदी के सुरक्षा का आकलन भी संभव है।

संदर्भ

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान (2004), निचले मनेर बांध के विफलता जनित प्रवाह का अनुकार अध्ययन, सिंचाई एवं कैड़ विभाग, आंध्रप्रदेश सरकार प्रायोजित अध्ययन का परियोजना रिपोर्ट।

युजर मैनुअल- डैम बीआके (1989), एनडब्लूएस डैम बीआरके बाढ़ पुर्वानुमान मॉडल।

नीचले मनेर बांध का करीमनगर जिले में मनेर नदी पर बांध विफलता जनित प्रवाह का अनुकार अध्ययन (1993) आंध्रप्रदेश सरकार, पृष्ठ संख्या 85, एनेक्एचर-XIII ।

विषय वस्तु - द्वितीय

मौसम परिवर्तन का जल संसाधनों पर प्रभाव

क्रम संख्या	शीर्षक	पृष्ठ संख्या
1.	**भारतीय उपमहाद्वीप में 10,000 वर्षो में हुये जलवायु परिवर्तन** नित्यानन्द सिंह	68
2.	**उष्ण कटिबन्धीय क्षेत्र में मौसम के परिवर्तन का प्रभाव** विनोद कुमार , हरिश्चन्द्र शर्मा	72
3.	**हिमनदीय बेसिन से आने वाले जल प्रवाह पर ऋतु परिवर्तन के प्रभाव** नीरज कुमार भटनागर , मनोहर अरोरा , राज देव सिंह	78
4.	**हिमालय बेसिन में हिमाच्छादित क्षेत्र के अपक्षय से वायुताप का संबंध** मनोहर अरोरा , आर.डी. सिंह , हुकुम सिंह	90