केन नदी तंत्र के सोनार एवं बेरमा उप विभाजकों में अपवाह के दैनिक ऑकड़ों का अनुकरण

टी थामस	राहुल कुमार जायसवाल	रविगलकटे	सुरजीत सिंह
वैज्ञानिक ब	वैज्ञानिक ब	वैज्ञानिक स	वैज्ञानिक स

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान
दक्षिणी गंगा मैदानी क्षेत्रीय केन्द्र सागर (म.प्र.)

सारांश

जल संसाधनों की योजनाओं एवं अभिकल्पन में वर्षापात एवं अपवाह के मध्य सम्बन्ध एवं इनके वितरण को समझना अत्यन्त आवश्यक है । जलविज्ञानीय अभिकल्पों के द्वारा अपवाह का निर्धारण , पूर्वाभास एवं उसका वितरण जाना जा सकता है । वर्षापात एवं अपवाह के अनुकरण हैतु संकल्पनाओं पर आधारित गणितीय निदर्श अत्यन्त उपयोगी सिद्ध होते हैं । टैंक निदर्श (Tank model) आर्द्र एवं शुष्क क्षेत्रों में वर्षा एवं अपवाह के दैनिक मापों के प्रतिमानीकरण में उपयोग किये जाने वाला अत्यन्त महत्वपूर्ण निदर्श है । इस निदर्श की विशेषता है कि यह रचना में अत्यन्त सरल होते हुए भी वर्षा एवं अपवाह के निदर्शीकरण में जलविज्ञानीय प्रक्रिया की जटिलताओं को प्रदर्शित एवं आत्मसात करने में सक्षम है ।

प्रस्तुत प्रपत्र में केन नदी तंत्र के सोनार एवं बेरमा उप विभाजकों में टैंक निदर्श के द्वारा वर्षामाप एवं अपवाह के आकड़ो का अनुकरण किया गया है । इस निदर्श के समायोजन हैतु 1992 से 1994 के ऑकड़ो का उपयोग किया गया है । जबकि निदर्श का परीक्षण 1995 के स्वतंत्र आँकड़ों से किया गया है । समायोजन के दौरान इस निदर्श की दक्षता सोनार उप विभाजक के लिए 0.70 से 0.84 तथा बेरमा उप विभाजक के लिए 0.65 से 0.80 मध्य रही । इसी प्रकार मान्यकरण के दौरान सोनार उप विभाजक में निदर्श की दक्षता 0.78 एवं बेरमा हैतु निदर्श की दक्षता 0.71 पायी गई । परीक्षण के दौरान पाया गया कि इस निदर्श की कार्यकुशलता दोनों उप विभाजकों में सन्तोषजनक है ।

जल विभाजक का जलविज्ञानीय स्वभाव अत्यंत जटिल होने के साथ ही समय तथा स्थान के साथ परिवर्तनशील जलवायु तथा स्थलाकृति कारकों पर निर्भर करता है । जल विभाजक में होने वाली जलविज्ञानीय अनुक्रियाओं को क्षेत्र की भूगर्भीय स्थिति, मृदा की विशिष्टताओं , स्थलाकृति , भू-उपयोग एवं जलवायु द्वारा निर्धारित किया जाता है । वर्षा जल के अपवाह में परिवर्तन में जल विभाजक की भू-आकृति का अत्यंत महत्व है । जलविज्ञान के क्षेत्र में वर्षा जल एवं अपवाह के अनुकरण हेतु भौतिकीय एवं गणितीय निदर्शो की शुरूआत सत्तर के दशक के प्रारम्भ में हुई थी । परन्तु ऐसे जल विभाजकों जहॉ कि जलविज्ञानीय एवं जल मौसम विज्ञानीय ऑकड़े उपस्थित न हो, संकल्पनाओं पर आधारित निदर्शो द्वारा जलविज्ञानीय समस्याओं को हल किया जा सकता है । जलविज्ञानीय चक्र की दो प्रमुख अवस्थाएँ होती है । प्रथम अवस्था जिसमें जलवाष्प का वायुमण्डल में बादलों के रूप में आगमन एवं संघटित होने के उपरान्त जल में परिवर्तन तथा द्वितीय अवस्था में वर्षा जल का भूमि पर आने के उपरान्त अतंरावरोधन, सतही जल , भू-जल इत्यादि में विभक्त होता है । जल संसाधनों की विभिन्न परियोजनाओं हैतु अपवाह के आँकड़ो का अनुकरण , अप्रमापी जल धाराओं में अपवाह के आँकड़ों के सांख्यिकीय तत्वों का प्राक्कलन , मानवीय गतिविधियों का जलविज्ञानीय अभिक्रियाओं पर पड़ने वाले प्रभावों के अध्ययन के लिए जलविज्ञानीय चक्र के भूमि अवस्था का संकल्पनाओं पर आधारित निदर्शो द्वारा अध्ययन अत्यन्त आवश्यक है ।

मध्य प्रदेश में केन नदी के जल विभाजक क्षेत्र में पड़ने वाले सभी जिले ग्रीष्म काल में जल की कमी से प्रभावित रहते हैं । मानसून के उपरांत केन नदी की सभी सहायक नदियों में जल की मात्रा अत्यन्त अल्प हो जाती है तथा अधिकतर जगहों पर जल की धाराओं का चलना जनवरी या फरवरी के बाद समाप्त हो जाता है । केन नदी के जल विभाजक क्षेत्र का औसत वर्षा माप लगभग 1200 से 1250 मि.मी. के मध्य है जो कि देश के वार्षिक औसत के समीप है, परन्तु जल विभाजक के कुल क्षेत्रफल का मात्र 2 से 3 प्रतिशत है । जल विभाजक में जलविज्ञानीय आँकड़ो का नितान्त अभाव है एवं अत्यन्त अल्प आँकड़े होने के कारण जटिल निदर्शो का जल विभाजक में उपयोग करना श्रेयस्कर नहीं है । अतः उक्त विभाजक में जहाँ जलविज्ञानीय आँकड़े प्रर्याप्त मात्रा में उपलब्ध नहीं है , टैंक निदर्श का उपयोग किया जा सकता है ।

2.0 साहित्य का पुनावलोकन

किसी भी जल विभाजक में वर्षा जल का कितना भाग , किस दर से अपवाह में परिवर्तित होगा, क्षेत्र के जल मौसम विज्ञान, स्थलाकृति , पेड़ पौधे, भू-उपयोग इत्यादि कारकों पर निर्भर होता है । वर्षा माप के आँकड़ो से अपवाह की गणना हैतु प्रारम्भ से ही जलविज्ञानीय अध्ययन होते रहै हैं । इन अध्ययनों का साधारण प्रतिफल वर्षा माप एवं अपवाह के आँकड़ों के मध्य सम्बन्ध समीकरणों के रूप में विकसित करना था । जलविज्ञान के विकास के साथ ही वर्षा माप एवं अपवाह के मध्य गणितीय जलविज्ञानीय निदर्शो का विकास किया गया । ये जटिल प्रतिमान, वर्षामाप की अपवाह में परिवर्तन के सभी घटकों के अनुकरण करने में सक्षम थे ।

डब्ल्यू एम ओ की रिपोर्ट न. 429 , " क्रियात्मक जलविज्ञानीय पूर्वानुमान में उपयोग किये जाने वाले निदर्शो का अध्ययन" में विभिन्न निदर्शो के साथ टैंक अनुकरण का उपयोग किया गया है ।

(डब्ल्यू.एम., 1975) । जापान की विभिन्न नदियों में अपवाह के आँकड़ो के अनुकरण में टैंक अनुकरण का वृहद उपयोग किया गया है । इसके अतिरिक्त मलेशिया, थाइलैण्ड, कनाडा एवं कुछ अफ्रीकी देशों में भी इसका उपयोग किया गया है । टैंक निदर्श, वर्षा जल के साथ-साथ गलित हिम एवं सिंचाई हेतु जल विभाजक के रूप में प्रयुक्त होने वाले जल के अनुकरण में भी सक्षम है । इस प्रतिमान को आर्द्र एवं शुष्क जल विभाजकों के समान रूप से उपयोग किया जा सकता है ।

भारत में जलविज्ञानीय अध्ययनों में टैंक निदर्श का उपयोग कम ही हुआ है । दत्ता एवं अन्य, 1985 ने छोटी तवा नदी में गिन्नौर के दैनिक अपवाह आँकड़ो के अनुकरण के लिए टैंक प्रतिमान का उपयोग किया था । इकवोटे एवं अन्य 1982 ने पश्चिमी घाट के वेन्ना जल विभाजक में दैनिक अपवाह के आँकड़ो का उपयोग टैंक निदर्श के प्राचलों के निर्धारण हैतु किया था । इस अध्ययन में सन् 1975 के आँकड़ो का उपयोग निदर्श के समायोजन में किया गया था तथा प्रतिमान से प्राप्त अनुकरित अपवाह जल विभाजक के मापे गये अपवाह के ऑकड़ो से काफी निकट थे । परन्तु इस अध्ययन में प्रतिमान की क्षमता का परीक्षण स्वतंत्र ऑकड़ों से नहीं किया गया था । जैन एवं अन्य, 1994 ने टैंक निदर्श को हैमावती नदी पर साकलेशपुर में दैनिक अपवाह आँकड़ो पर प्रयुक्त किया था । इस अध्ययन में सन् 1975 से 1977 तक के आँकड़ों का उपयोग किया गया था । विजय कुमार एवं अन्य, 1993 ने टैंक निदर्श का उपयोग शारदा नदी के अनकापली में दैनिक अपवाह के आँकड़ो पर किया था तथा इसके संतोष जनक परिणाम प्राप्त हुए थे । इसी तरह रामाशेषन एवं अन्य, 1984 ने नर्मदा नदी के दो उप विभाजकों एवं रामाशास्त्री एवं अन्य, 1988-89 ने कृष्णा नदी के दो उपविभाजकों में टैंक निदर्श का उपयोग किया था ।

3.0 अध्ययन क्षेत्र

प्रस्तुत अध्ययन में केन नदी के दो उप विभाजकों सोनार गढ़ाकोटा तक तथा बेरमा गइसावाद तक का चयन किया गया था । केन नदी का विस्तार 23°20' से 25°20' पूर्वी अक्षांश एवं 78°30' से 80°32' उत्तरी देशान्तर के मध्य है । केन नदी के जल विभाजक का कुल क्षेत्रफल 28,058 वर्ग कि.मी. है । केन नदी एवं इसकी सहायक नदियों को चित्र 1 में प्रदर्शित किया गया है । प्रस्तुत अध्ययन में टैंक निदर्श को सोनार नदी के गढ़ाकोटा प्रमापी स्थल तथा बेरमा नदी के गइसावाद प्रमापी स्थल से प्राप्त निस्सरण के आँकड़ो पर प्रयुक्त किया गया है । सोनार नदी की प्रमुख सहायक नदियों में बेबस, देहार तथा केथ बायीं तरफ से कोपरा दॉयी तरफ से मिलती है । बेरमा नदी की प्रमुख सहायक नदियाँ लामरी, सन, बामनेर , गुरिया, गोधर एवं माला इत्यादि हैं । सोनार नदी के जल विभाजक का गढ़ाकोटा तक कुल क्षेत्रफल 1384.41 वर्ग कि.मी. तथा बेरमा नदी के जल विभाजक का गईसावाद तक कुल क्षेत्रफल 5709 वर्ग कि.मी. है । दोनों जल विभाजकों में मृदा मुख्यतः काली मिट्टी है । जल विभाजकों की मुख्य फसलें गेहूँ , सोयाबीन, चना मक्का इत्यादि है ।

4.0 अध्ययन में प्रयुकत ऑकड़े

प्रस्तुत अध्ययन में सन् 1992 से 1995 तक के सागर, रहली, दमोह, तेदूंखेड, हटा, तथा पवई के दैनिक वर्षामाप के ऑकड़ो का प्रयोग किया गया है । वाष्पन के दैनिक आँकडे उपलब्ध न होने के कारण जनवरी से दिसम्बर तक के औसत मासिक ऑकड़ो का प्रयोग किया गया है । इस अध्ययन हैतु सन् 1992

से 1995 तक के सोनार नदी में गढ़ाकोटा तथा बेरमा नदी में गईसाबाद प्रमापी स्थल के दैनिक अपवाह के ऑकड़ो का प्रयोग किया गया है ।

5.0 टैंक निदर्श

टेक निदर्श का विकास जापान के सुगवारा ने सन् 1961 में किया था । यह किसी भी जल विभाजक में दैनिक अपवाह के आँकड़ों का समायोजन में सक्षम अत्यन्त सरल निदर्श है । इस निदर्श में दैनिक अपवाह के आँकड़ो के विश्लेषण हेतु जल विभाजक में उपस्थित विभिन्न मृदा परतों में मृदा नमियों एवं भूजल वाले उर्ध्वाधर क्रमिक टेकों की परिकल्पना की गई है (चित्र 2) । केवल ऊपरी टैंक को छोड़कर प्रत्येक टैंक में एक तल से तथा एक पार्श्व में निकास मार्ग होता है । ऊपरी टैंक में दो पार्श्व निकास मार्ग की परिकल्पना की गई है । ऊपरी टैंक में जल विभाजक की सतही संरचना एवं पार्श्व निकास मार्ग से निकलने वाले जल के आधार पर सतही प्रवाह को निर्धारित किया जाता है , जबकि निचला निकास मार्ग , जल विभाजक में होने वाले अंतः स्यन्दन को प्रदर्शित करता है । इसी प्रकार द्वितीय , तृतीय एवं चतुर्थ टैंक के पार्श्व में होने वाला निर्गम प्रवाहों का योग उस जल विभाजक से होने वाले अपवाह को प्रदर्शित करता है । ऊपरी टैंक के दोनों पार्श्व निकास की ऊँचाई (HA1 एवं HA2) जल विभाजक के प्रारम्भिक जल छय को प्रदर्शित करती है । इसी प्रकार द्वितीय एवं तृतीय टैंक के पार्श्व निकास की ऊचाई को HB एवं HC द्वारा प्रदर्शित करते हैं । A_1, A_2, B_1, C_1 एवं D_1 क्रमशः ऊपरी, द्वितीय एवं तृतीय एवं चतुर्थ टैंक के पार्श्व निकास के निस्सरण गुणांक हैं जबकि A_0 , B_0 एवं C_0 क्रमशः ऊपरी, द्वितीय एवं तृतीय टैंकों के तल से होने वाले निर्गम के निस्सरण गुणांक है।

टैंक निदर्श में वर्षा जल ऊपरी टैंक में अन्तर्वाह के रूप में प्रयुक्त होता है । वर्षा जल ऊपरी टैंक से सभी तीनों टैकों में क्षैतिज एवं उर्ध्वाधर बह सकता है । ऊपरी टैंक के निचले निर्गम का प्रवाह द्वितीय टैंक में अन्तर्वाह के रूप में प्रयुक्त होता है । इसी प्रकार, द्वितीय एवं तृतीय टैंक निचले निर्गम का प्रवाह क्रमशः तृतीय एवं चतुर्थ टंकों में अन्तर्वाह के रूप में प्रयुक्त होता है । यह निदर्श इस सकंल्पना पर आधारित है कि किसी भी क्षण प्रत्येक टैंक में अपवाह की मात्रा उस टैंक में जल की उपस्थित मात्रा पर निर्भर करती है । इस निदर्श की प्रकृति अरेखीय के होने के कारण , इष्टतममान प्राप्त करने की विश्लेषण संबंधी तकनीकों के उपयोग से प्राचलों का इष्टतम मान प्राप्त करना कठिन होता है । अतः मान्यकरण के दौरान अधिकतर " परीक्षण एवं अशुद्धि" (Trail & error) अथवा इष्टकरण की संख्यात्मक विधियों का उपयोग किया जाता है ।

निदर्श की दैनिक आधार पर क्षमता के अवलोकन हैतु नाश एवं स्कलिफ द्वारा हुए आयाम रहित, R^2 के मान का उपयोग किया गया है । नाश एवं स्कलिफ द्वारा दिये गये R^2 मान निर्धारण गुणांक सदृश्य है । R^2 मान निर्धारण गुणांक सदृश्य है । R^2 के मान को समीकरण 1 में दर्शाया गया है ।

$$R^2 = 1.0 - \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Q_i - Q'_i\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(Q_i - \overline{Q}_i\right)^2} \qquad (1)$$

इसी प्रकार , वार्षिक आधार पर निदर्श की क्षमता को मापे गये एवं आकलित अपवाहों के आयतनों के अंतर के प्रतिशत के आधार पर जॉचा जा सकता है तथा इसे समीकरण 2 में प्रदर्शित किया गया है ।

$$D_i = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q_i - \sum_{i=1}^{n} Q_i'}{\sum_{i=1}^{n} Q_i} \qquad (2)$$

जहाँ,

Q_i = प वे दिन में निस्सरण की मापी गई मात्रा,

Q_i' = प वे दिन में निस्सरण की आकलित मात्रा,

$\overline{Q}_i$ = i वे दिन में मापे गए निस्सरण की औसत मात्रा,

D_v = आंकलित एवं मापे गये निस्सरण के अंतर का प्रतिशत

n = समाकलन के दौरान दिनों की संख्या ।

6.0 कार्यविधि

इस निदर्श के समायोजन एवं मान्यकरण हैतु लगभग दस वर्षो के वर्षामाप, अपवाह एवं अन्य ऑकड़ें होने चाहिए, परन्तु कम से कम चार वर्षो के आँकड़ें होने पर भी इस निदर्श का उपयोग किया जा सकता है । समय स्थिरॉक की गणना के लिए अपवाह आँकड़ो को लघुगुणक एवं समय को प्राकृतिक स्केल में लेकर अर्ध-लघु ग्राफ पेपर पर प्रदर्शित किया जाता है । समय स्थिरांक (TC) के प्रथम अनुमान के लिए हाइड्रोग्राफ के विश्रान्ति ढाल (Recession Slope) का उपयोग किया जाता है । समय स्थिरांक (TC) के प्रथम अनुमान के लिए हाइड्रोग्राफ के विश्रान्ति ढाल (Recession Slope) का उपयोग किया जाता है । समय स्थिरांक से न्यूनता अनुपात (a) की गणना निम्न समीकरण से की जाती है

$$\alpha = \frac{1}{T_c} \qquad (3)$$

न्यूनता अनुपात (α) के द्वारा अपवाह एवं ऊपरी, द्वितीय एवं तृतीय टैंक से प्राथमिक क्षय निम्न समीकरणों द्वारा निकाले जाते हैं ।

$$A_o = A_1 = A_2 = \frac{\alpha}{2} \qquad (4)$$

$$B_o = B_1 = \frac{\alpha}{10} \qquad (5)$$

$$C_o = C_1 = \frac{\alpha}{50} \qquad (6)$$

$HA_1 = 0mm - 15mm$ $\qquad$ $HA_2 = 15mm - 40mm$

$HB = 5mm - 15mm$ $\qquad$ $HC = 5mm - 15mm$

टैंक निदर्श में सरलता के लिए जल विभाजक एवं आसपास के वर्षा मापी स्टेशनों से प्राप्त वर्षा के आंकड़ो के औसत मान का उपयोग किया जाता है । परन्तु , इस अध्ययन में वर्षा के दैनिक आँकड़ो के औसत क्षेत्रीय मानों का उपयोग किया गया है । दैनिक आँकड़ो के उपयोग होने के कारण पिछड़न काल (time lag) की इकाई दिन में ही होगी । निदर्श के प्रारम्भ में पिछड़न काल एक दिन का लिया जाता है । यदि जल विभाजक में एक से अधिक स्थानों पर दैनिक वाष्पन की मात्रा उपलब्ध हो तो इन सभी के मान का उपयोग निदर्श में किया जाता है । इस अध्ययन में जल विभाजक के पास एक स्टेशन के प्रत्येक माह के लिए जल औसत दैनिक मान का उपयोग किया गया है । चौथे टैंक में जल की संचित मात्रा के प्रारम्भिक अनुमान के लिए जल विभाजक में वर्षा वाले दिनों की संख्या का उपयोग किया जाता है । प्रथम परीक्षण हैतु सभी टैंको में प्राथमिक क्षयों का मान शून्य लिया जाता है ।

7.0 परिणाम एवं विश्लेषण

7.1 निदर्श का समायोजन

प्रस्तुत अध्ययन में, सर्वप्रथम दोनों जल विभाजकों के दैनिक अपवाह के आँकड़ों को अर्ध-लघुगुणक ग्राफ पेपर पर प्रदर्शित किया गया । अपवाह हाइड्रोग्राफ के विश्रान्ति ढाल द्वारा न्यूनता (α) अनुपात की गणना की गई । न्यूनता अनुपात का मान (α) सोनार के लिए 0.276 एवं बेरमा के लिए 0.449 निर्धारित किया गया । निदर्श के विभिन्न टैंको में प्रारम्भिक निदर्श के प्रारम्भिक प्राचलों का निर्धारण समीकरणों 3, 4 एवं 5 के अनुसार किया गया । निदर्श के विभिन्न टैंको में प्रारम्भिक संचयों XA, XB, XC एवं XD को शून्य माना गया था । इन प्रारम्भिक ऑकड़ो के साथ निदर्श अपवाह ऑकड़ो को अनुकरित करता है । तदुपरान्त अनुकरित एवं मापे गये अपवाह के आँकड़ों का चरम प्रवाह , चरम प्रवाह का समय एवं विश्रान्ति ढाल के आधार पर तुलनात्मक अध्ययन किया जाता है । निदर्श के समायोजन में सभी प्राचलों के अभीष्ठ मान "परीक्षण एवं अशुद्धि" विधि से निकाले गये है । इस विधि में प्रत्येक प्राचल के मान को क्रमिक तरीके से बदलते है एवं अनुकरित तथा मापे गये ऑकड़ो के तुलनात्मक अध्ययन से प्रत्येक प्राचल का सबसे योग्य मान निर्धारित किया जाता है । इस तरह क्रम से सभी प्राचलों के मान को परिवर्तित करके निदर्श से अपवाहों की मात्रा की मापे गये अपवाह से तुलना कर अंत में एक निर्धारित स्तर तक क्षमता प्राप्त की जाती है । अध्ययन में सोनार तथा बेरमा के लिए समायोजन के उपरान्त प्राप्त हुए निदर्श के प्राचलों के मान तालिका 1 एवं तालिका 2 में दर्शाया गया है । इसी प्रकार चित्र 3 एवं चित्र 4 में सोनार तथा बेरमा के लिए वर्ष 1992 के मापे गये एवं समायोजित प्राचलों से अनुकलित अपवाह के आँकड़ो का तुलनात्मक चित्रण प्रदर्शित किया गया है । चित्र 3 के अध्ययन से यह स्पष्ट है कि समायोजन के दौरान यह निदर्श सोनार के अपवाहों को अनुकरित करने में भली भॉति सक्षम है केवल कुछ चरम अपवाहो के समय इस निदर्श ने मान कुछ कम दिये हैं । इसी प्रकार चित्र-4 से यह प्रतीत होता है कि यह निदर्श बेरमा जल विभाजक के लिए केवल एक चरम अपवाह के मान को छोड़कर सभी मापे गये अपवाहों को भली भॉति प्रदर्शित करने में सक्षम रहा है । समायोजन के दौरान, बेरमा जल विभाजक के लिए नाश - स्कलिफ के R^2 का मान 0.65 से 0.80 तथा वर्षा काल के दौरान मापे गये एवं अपकलित अपवाहों के आयतन का प्रतिशत में अन्तर 20.14 से 28.20 के मध्य रहा । आँकड़ों के तुलनात्मक अध्ययन से यह प्रतीत होता है कि निदर्श का अवलकन स्वीकृत सीमा में है एवं इन प्राचलों का उपयोग निदर्श के मान्यकरण में किया जा सकता है।

7.2 निदर्श का मान्यकरण

प्रस्तुत अध्ययन में निदर्श के समायोजन द्वारा प्राप्त प्राचलों के उपयोग से सन् 1995 के स्वतंत्र आँकड़ों द्वारा मान्यकरण किया गया है । सोनार एवं बेरमा जल विभाजकों के लिए सन् 1995 के माप गये एवं टैंक निदर्श से अनुकलित अपवाहों का प्रदर्शन चित्र 5 एवं 6 में किया गया है । इन चित्रों में यह देखा जा सकता है कि टैंक निदर्श इन जल विभाजकों में अपवाह के आँकड़ों के समायोजन में सक्षम है । मान्यकरण के दौरान सोनार जल विभाजक में नाश-स्कलिफ के R^2 का मान 0.68 तथा वर्षा काल में मापे गये एवं अवकलित अपवाहों के आयतन का प्रतिशत अन्तर 9.22 रहा । इसी प्रकार बेरमा जल विभाजक के लिए नाश-स्कलिफ R^2 का मान 0.61 तथा वर्षा काल में मापे गये एवं अवकलित अपवाहों के आयतन का प्रतिशत अन्तर - 2.22 प्रतिशत रहा । कुछ समय को छोड़कर अधिकांश समय मापे गये एवं अवकलित अपवाहों में अन्तर ज्यादा नहीं रहा । सोनार एवं बेरमा के समायोजन एवं मान्यकरण द्वारा प्राप्त दैनिक अपवाहों के समाकलित एवं मापे गये अपवाहों का मासिक साध्यों के योग को तालिका 3 एवं 4 में प्रदर्शित किया गया है ।

8.0 उपसंहार

अध्ययन क्षेत्र की अधिकांश नदियों एवं उनकी सहायक नदियों में जल का प्रवाह वर्षा काल तक ही सीमित रहा है एवं गर्मियों में जल की समस्या विकराल रूप धारण कर लेती है । अतः यह आवश्यक है कि इस क्षेत्र में केन नदी एवं इसकी सहायक नदियों में छोटे-छोटे बॉध बनाकर जल को रोका जाए ताकि ग्रीष्म काल में समुचित मात्रा में सतही जल उपस्थित रहै । अध्ययन क्षेत्र में जलविज्ञानीय एवं मौसम विज्ञानीय आँकड़ों के अभाव के कारण ऐसे निदर्शो का विकास करना आवश्यक है जो साधारण संरचना के साथ ही कम आँकड़ो का प्रयोग करते हों । टैंक निदर्श इन सभी क्षमताओं से युक्त एक साधारण निदर्श है । इस निदर्श की दैनिक आँकड़ो के अनुकरण की क्षमता भी काफी अच्छी है । इस निदर्श के उपयोग से अवकलित अपवाहों एवं मापे गये आँकड़ो अध्ययन से प्रतीत होता है कि कुछ समय पर चरम अपवाह के मानों को कम करके अवकलित किया है जो कि इस निदर्श के प्राचलों का "परीक्षण एवं अशुद्धि" पद्धति से निकलने के कारण हो सकता है । अतः समायोजन के दौरान "परीक्षण एवं अशुद्धि" के साथ-साथ इस्टतम तकनीक से प्राचलों का मान निकालने पर बेहतर परिणाम प्राप्त हो सकते हैं । अतः इस प्रपत्र के अंत में इस निष्कर्ष पर पहुँचा जा सकता है कि इस क्षेत्र की बढ़ती जल समस्याओं के निदान हेतु विभिन्न जल सरंचनाओं के निर्माण के लिए प्रथम दृष्टया जरूरी अपवाह के आँकड़ों के अवकलन के लिए टैंक निदर्श का उपयोग किया जा सकता है ।

संदर्भ

दत्ता, बी. एण्ड सेठ, एस.एम. (1985) , " सिमुलेशन ऑफ डेली रनऑफ रिवर छोटा तवा एट गिन्नौर यूजिंग टैंक मॉडल , प्रोसीडिंग आफ दी 52 एनुअल आर एण्ड डी सेशन आफ सी.बी.आई.पी., सिविल वॉल्यूम II , फरवरी 3-6 , औरंगाबाद । "

जैन , एम.के. , (1993-94 ,) " डेली रनऑफ सिमुलेशन आफ हैमावती एट सकलेशवर यूजिंग 4X 4 " टैंक मॉडल " , सी.एस. (ए.आर.) -134, एन.आई.एच., रूड़की ।

रामाशास्त्री, के. एस. एण्ड आर्या, जी.सी., (1988-89), "सिमुलेशन ऑफ डेली रनऑफ टू सब - बेसिन आफ रिवर नर्मदा यूजिंग टैंक मॉडल," एन.आई.एच., रूड़की ।

रामाशेषन, एस. सेठ, एस.एम.एण्ड दत्ता, बी., (1983-84) सिमुलेशन ऑफ डेली रनऑफ टू-सब बेसिन आफ रीवर नर्मदा यूजिंग टैंक मॉडल," एन.आई.एच., रूड़की ।

सगवारा, एम., (1961), "आन दी ऐनालाइसिसि ऑफ रनऑफ स्ट्रक्चर अबाउट सेवरल जापानीज रीवर्स ," जापानीज जरनल ऑफ जिओफिजिक्स, 2 (4), 1-76 ।

विजय कुमार , एस.बी.वी., (1992-93), "हाइड्रोलॉजिक मॉडलिंग ऑफ रिवर शारदा यूजिंग टैंक मॉडल , " सी.एस.-106, एन.आई.एच., रूड़की ।

डब्ल्यू.एम.ओ., (1957) , "इन्टर-कम्पेरीजन ऑफ कन्सेप्चुअल मॉडेल यूज्ड इन ऑपरेशनल हाइड्रोलॉजिकल फोरकास्टिंग ," डब्ल्यू.एम.ओ. न. 429 ऑपरेशनल हाइड्रोलोजी, रिपोर्ट नं. 7, डब्ल्यू.एम.ओ., जिनेवा , स्विटजरलैंड ।

तालिका 1: सोनार जल विभाजक में टैंक निदर्श के निर्णयाक प्राचालों के निर्णयाक मान ।

क्रम सं.	टैंको की जानकारी	निस्सरण गुणांक		प्रारंभिक क्षय
		पार्श्व निकास	निचला निकास	
1.	ऊपरी टैंक	A1=0.148 A2=0.148	A0=0.148	HA1=15.0 mm HA2=40.0 mm
2.	द्वितीय टैंक	B1=0.026	B0=0.026	HB=15.0mm
3.	तृतीय टैंक	C1=0.005	C0=0.005	HC=15.0 mm
4.	निम्न टैंक	D1=0.001	D0=0.000	HD=0.0mm
5.	प्राथमिक मृदानमी की क्षमता			PS=45.0 mm
6.	द्वितीयक मृदमी की संतृप्त क्षमता			SS=225.0 mm

तालिका 2 : बेरमा जल विभाजक में टैंक निदर्श के निर्णयाक प्राचलों के निर्णयाक मान ।

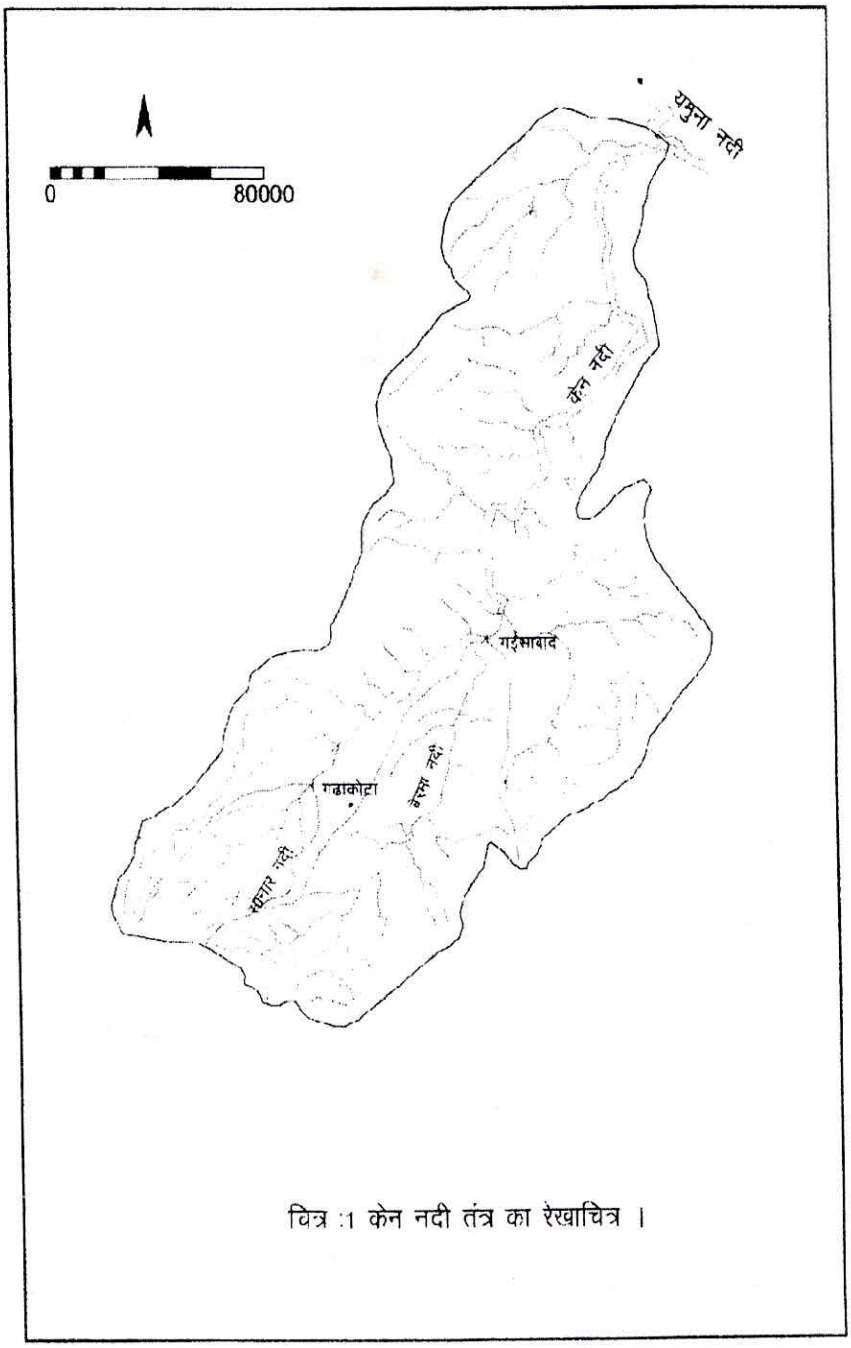
क्रम सं.	टैंको की जानकारी	निस्सरण गुणांक		प्रारंभिक क्षय
		पार्श्व निकास	निचला निकास	
1.	ऊपरी टैंक	A1=0.200 A2=0.200	A0=0.150	HA1=15.0 mm HA2=40.0 mm
2.	द्वितीय टैंक	B1=0.04	B0=0.04	HB=15.0mm
3.	तृतीय टैंक	C1=0.008	C0=0.008	HC=15.0 mm
4.	निम्न टैंक	D1=0.002	D0=0.000	HD=0.0mm
5.	प्राथमिक मृदानमी की क्षमता			PS=40.0 mm
6.	द्वितीयक मृदमी की संतृप्त क्षमता			SS=200.0 mm

तालिका 3 : सोनार जल विभाजक में समायोजन एवं मान्यकरण के दौरान अपवाह के दैनिक आँकड़ो के मासिक माध्य का योग (मि.मी.)

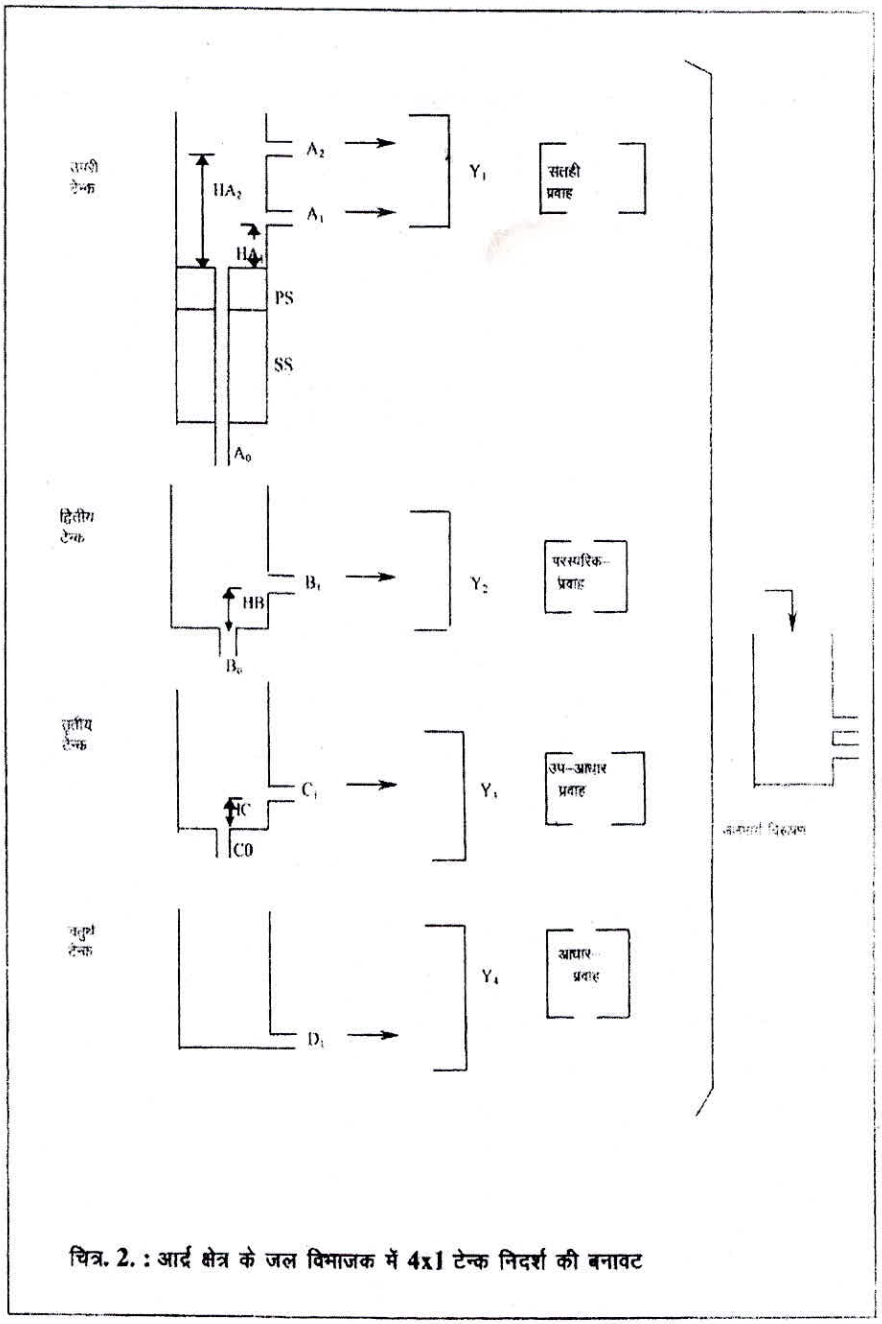
क्रम सं.	वर्ष	मासिक माध्य अपवाहों का योग	
		मापा गया मान	अनुकरित मान
समायोजन (1992-94)			
1.	1992	13.93	12.98
2.	1993	10.92	12.98
3.	1994	26.79	30.33
	कुल योग	51.64	56.19
मान्यकरण (1995)			
1.	1965	7.29	6.61

तालिका 4: बेरमा जल विभाजक में समायोजन एवं मान्यकरण के दौरान अपवाह के दैनिक आँकड़ो के मासिक माध्य का योग (मि.मी.) ।

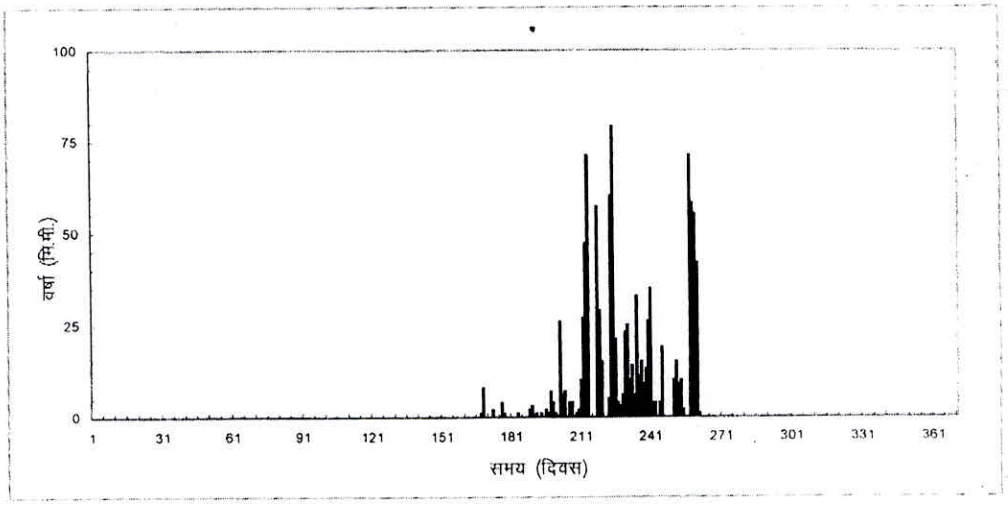
क्रम सं.	वर्ष	मासिक माध्य अपवाहों का योग	
		मापा गया मान	अनुकरित मान
समायोजन (1992-94)			
1.	1992	21.09	14.72
2.	1993	11.85	16.33
3.	1994	33.93	27.11
	कुल योग	66.87	58.16
मान्यकरण (1995)			
1.	1995	11.02	11.29

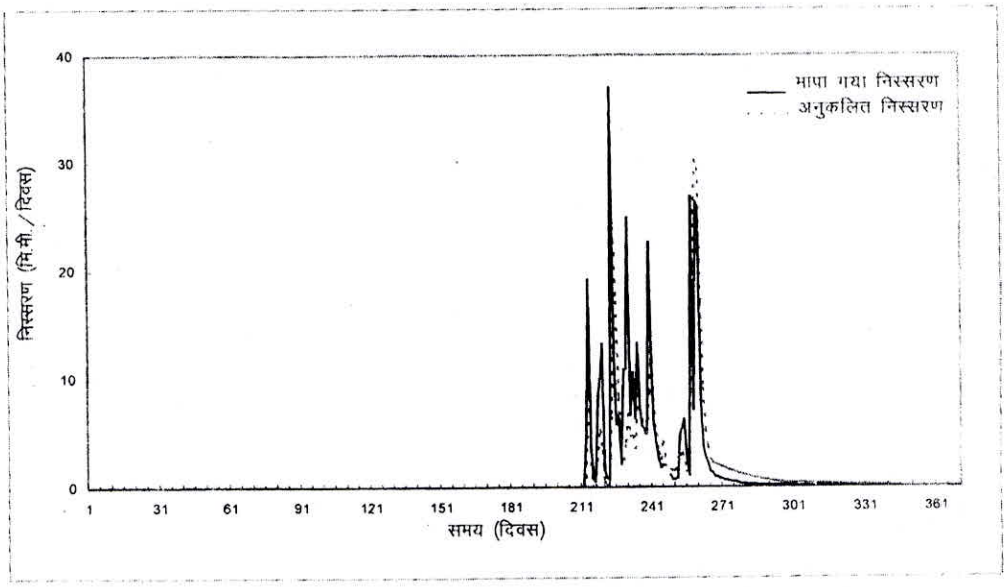


चित्र :1 केन नदी तंत्र का रेखाचित्र ।

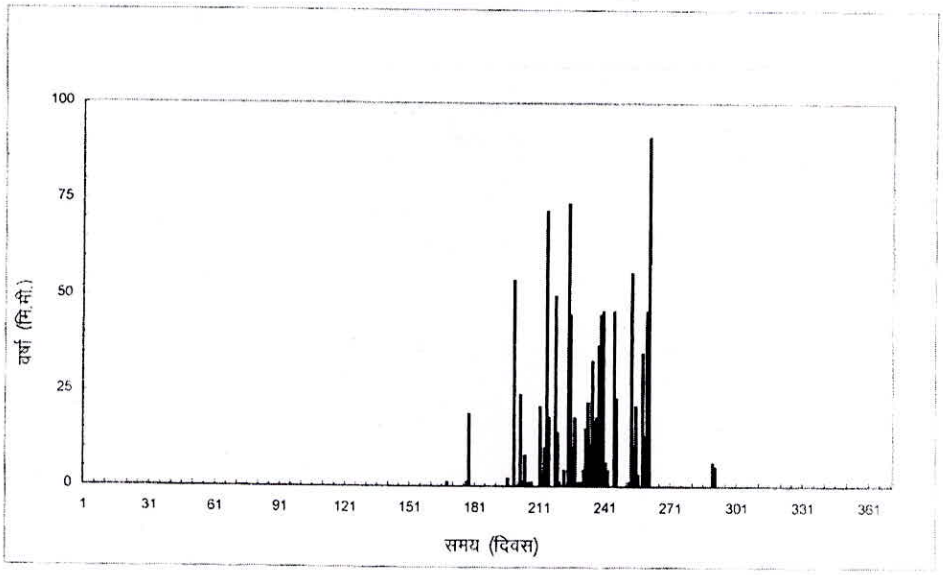


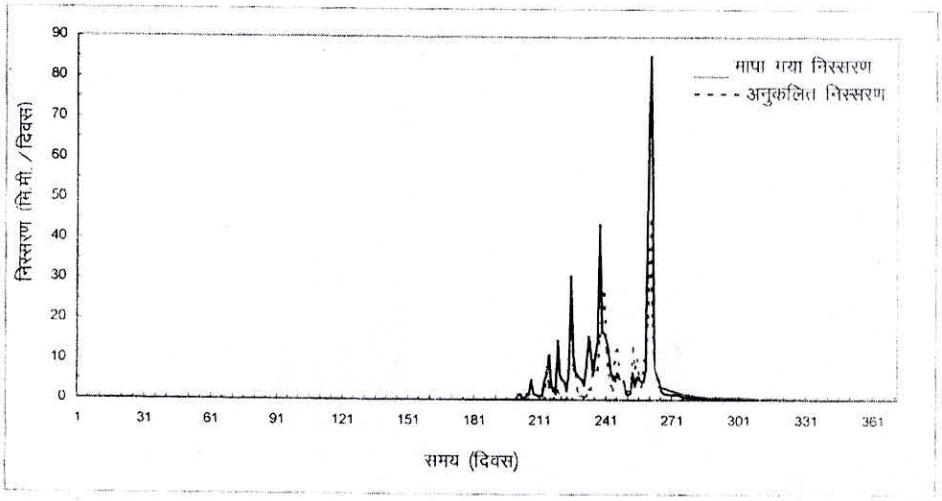
चित्र. 2. : आर्द्र क्षेत्र के जल विभाजक में 4x1 टेन्क निदर्श की बनावट



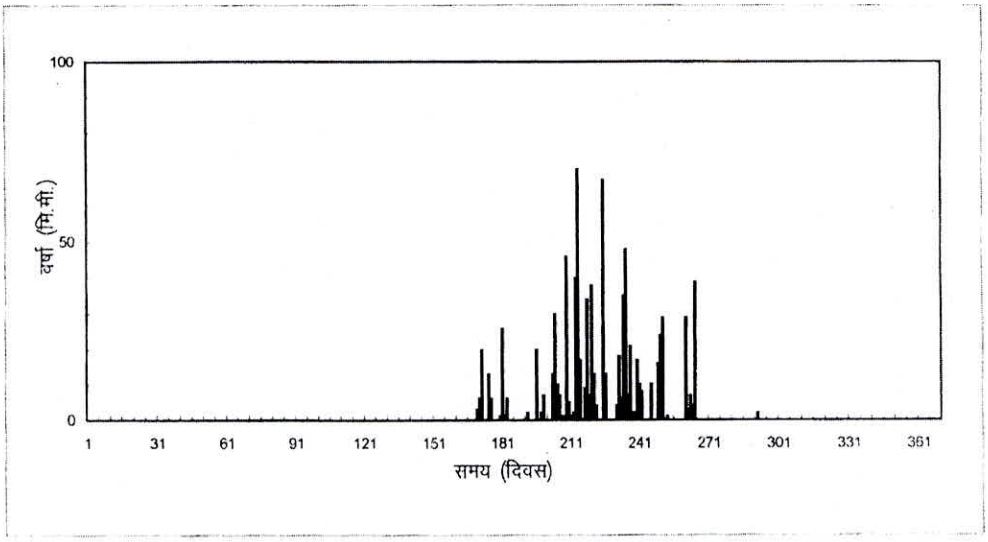


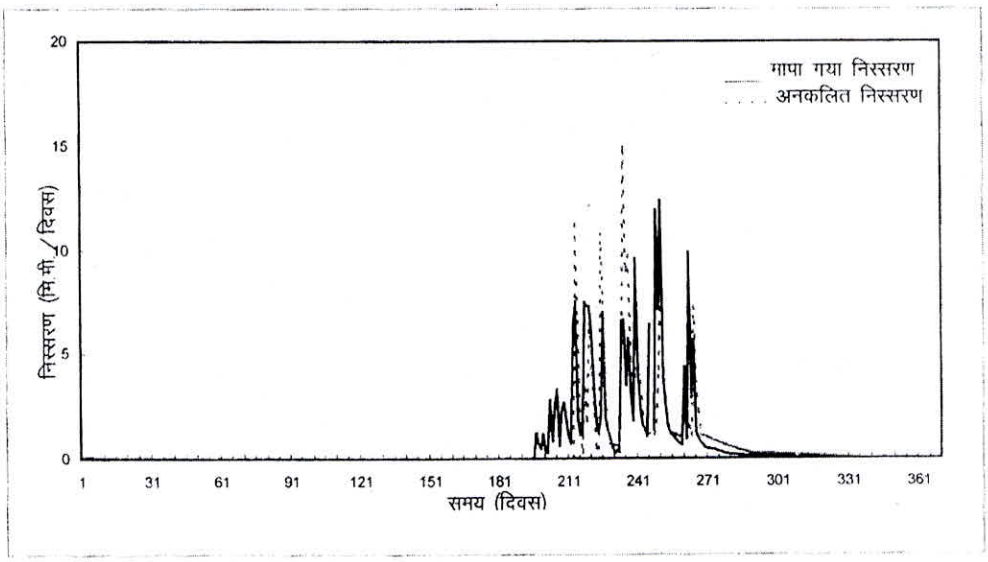
चित्र 3: सोनार जल विभाजक में समायोजन के दौरान मापे गये एवं अनुकलित निस्सरणों का तुलनात्मक प्रदर्शन (1992)



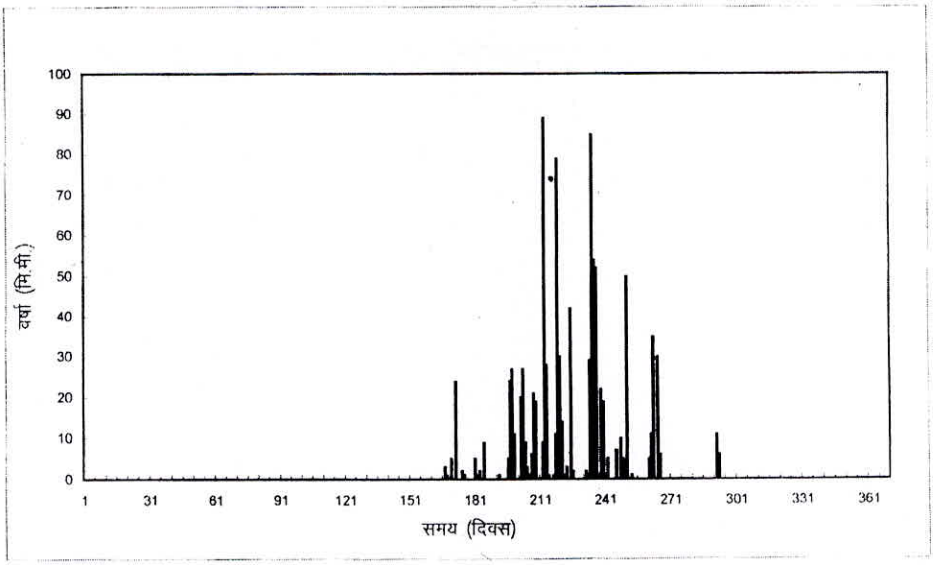


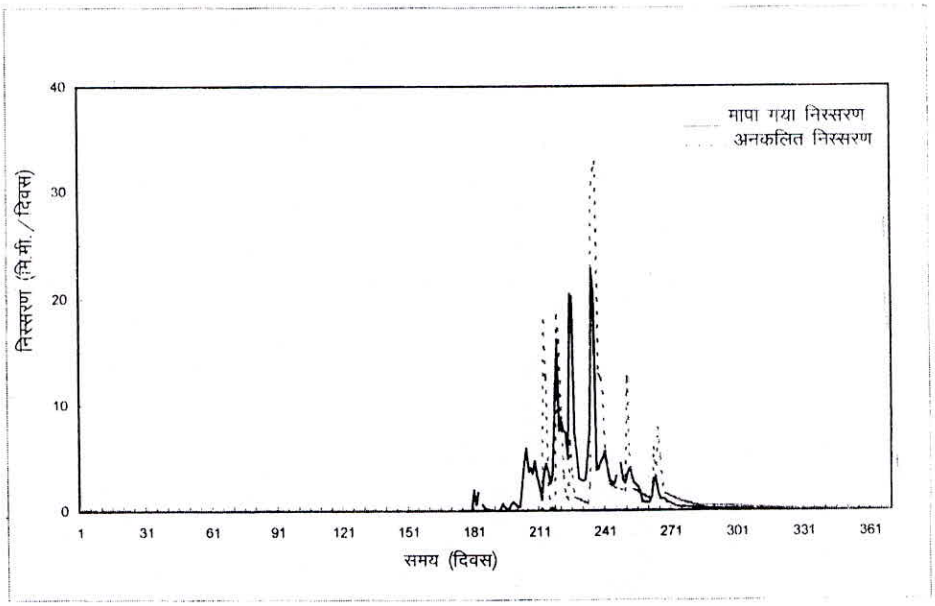
चित्र 4: बेरमा जल विभाजक में समायोजन के दौरान मापे गये एवं अनुकलित निस्सरणों का तुलनात्मक प्रदर्शन (1992)





चित्र 5 : सोनार जल विभाजक में मान्यकरण के दौरान मापे गये एवं अनुकलित निस्सरणों का तुलनात्मक प्रदर्शन 1995





चित्र 6 : बेरमा जल विभाजक में मान्यकरण के दौरान मापे गये एवं अनुकलित निस्सरणों का तुलनात्मक प्रदर्शन 1995