जलविज्ञान एवं जल संसाधन
पर राष्ट्रीय संगोष्ठी
15-16 दिसम्बर, 1995, रूड़की

नेश निदर्शन प्राचलों का भू-आकारिकी द्वारा निर्धारण

मनोज कुमार जैन[1] राजदेव सिंह[2]

सारांश

दो प्राचल नेश निदर्शन अक्सर उपयोग में आने वाला एक तात्कालिक एकक जलालेख है। इस निदश्न के प्रयोग के लिए इसके प्राचलों का निर्धारण आवश्यक होता है जिन्हें अक्सर पूर्व में मापे गए वर्षा–बहाव के आंकडों से ज्ञात किया जाता है। परन्तु जब आंकडें पर्याप्त मात्रा मे उपलब्ध नहीं होते तब इन प्राचलों को जलग्रहण क्षेत्र के माप सकने वाले भू–आकारिकी स्थिरांकों से सबंधित करके निकाला जा सकता है। इस अध्ययन में कोलार जलग्रहण क्षेत्र के नेश निदर्शन प्राचलों को भू–आकारिकी स्थिंराकों द्वारा ज्ञात किया गया है। ज्ञात किए गयें प्राचलों की उपयोगिता का सत्यापन पूर्व में आंकलित आंकडों के संश्लेषण द्वारा किया गया है। अध्ययन से पता चलता है कि इस विधि द्वारा प्राप्त प्राचलों का इस जल ग्रहण क्षेत्र के वर्षा–बहाव विश्लेषण में प्रयोग किया जा सकता है।

प्रस्तावना

नेश (1957) तात्कालिक एकक जलालेख, प्रभावी जलालेख से सतही जल बहाव निर्धारण हेतु कई अध्ययनो में प्रयुक्त हुआ है। इसे निम्न समीकरण द्वारा दिया जाता है।

$$h(t) = k \frac{1}{k\sqrt{N}} \left(\frac{t}{K}\right)^{N-1} e^{-t/k} \quad \ldots (1)$$

जहां, h (t) = तात्कालिक एकक जलालेख, k = पैमाना प्राचल,
n = आकार प्राचल, t = समय एंव ; Γ() = गामा फंकसन।

इस निदर्शन के प्रयोग हेतु हमें निदर्शन प्राचलों का निर्धारण वर्षा.बहाव के आकडों द्वारा करना होता है। परन्तु कई बार समुचित संख्या में वर्षा–बहाव के आकडे न होने के कारण अनुकूल प्राचलों का निर्धारण कठिन होता है। एसे स्थानों के लिए सहः–संबंध के आधार पर निदर्शन प्राचलों का जल ग्रहण क्षेत्रा के माप सकने वाले स्थिरांको से जोडने की कोशिशें हुई है (नेश 1957 व 1963) परन्तु इस प्रकार प्राप्त हुए सहः–संबध एक क्षेत्र से दूसरे क्षेत्र में जाने में बदलते रहते है (डीविटों, 1975) तथा इस तरह के संबंध स्थापित करने हेतु एक ही क्षेत्र में कई मापे हुए जलग्रहण क्षेत्रों की आवश्यकता होती है अतः इस विधि द्वारा निर्धारित आकार एवं पैमाना प्राचलों में बडी मात्रा में अनिश्चितता होती है। अतः

---

1 वैज्ञानिक 'ब', राष्ट्रीय जल विज्ञान संस्थान, रूड़की।
2 वैज्ञानिक 'ई', राष्ट्रीय जल विज्ञान संस्थान, रूड़की।

एसी विधियों की आवश्यकता है जिनसे इन दिक्कतों को दूर किया जा सके एवं उन्हे ऐसे जलग्रहण क्षेत्रों में प्रयोग किया जा सके जिनके लिए वर्षा–बहाव के आकडें उपलब्ध नहीं है।

हाल में हुए अध्ययनों द्वारा नेश निदर्शन प्राचलों को भू–आकारिकी तात्कालिक एकक जलालेख के प्राचलों से संसबधित करने की कोशिशें हुई है। इस दिशा में ये रोसों (1984) का प्रयास सराहनीय है। इस अध्ययन में नेश निदर्शन प्राचलों का निर्धारण भू–आकारिकी विधि द्वारा किया गया है एवं इसका सत्यापन कोलार जलग्रहण क्षेत्र के वर्षा–बहाव संश्लेषण द्वारा किया गया है।

विधि

रोड्रिज–इटर्व एंव वाल्डीज (1979) द्वारा जलग्रहण क्षेत्र के जलविज्ञानकीय अनुक्रियण को जो कि इसके तात्कालिक एकक जलालेख द्वारा चित्रित किया जाता है,जलग्रहण क्षेत्र के भू–आकारिकी स्थिंराकों से विश्लेषणात्मक रूप से जोडा है। यह विधि भू–आकारिकी तात्कालिक एकक जलालेख के नाम से विदित हैं इस विधि में तात्कालिक जलालेख की परिकल्पना जल की एक बूदं के जलग्रहण क्षेत्र के मुहाने पर आने के समय की बारम्बारता के वर्गीकरण से की गई जब प्रभावी एकक वर्षा आयतन जो कि जल ग्रहण क्षेत्र में समान रूप से फैला हुआ है जो शून्य समय में जलग्रहण क्षेत्र में डाला जाता हैं। भू–आकारिकी निदर्शन एंव नेंश निदर्शन के उच्चतम बहाव एंव उच्चतम बहाव समय के गुणनफल को बराबर मानते हुए रोसो (1984) में समापवर्त्य सहः–सबंध द्वारा नेश निदर्शन प्राचलों के लिए निम्न संबंध स्थापित किया है।

$$N = 3.29 \left[\frac{R_B}{R_A}\right]^{0.78} R_L^{0.07}$$

एंव ... (2)

$$k = 0.70 \left[\frac{R_A}{R_B\, R_L}\right]^{0.48} V^{-1} L_\Omega$$

जहां पर R_B = द्विसांखन अनुपातः R_A = क्षेत्रफल अनुपातः
R_L = लम्बाई अनुपात, V = प्रवाह वेग एंव
L_Ω = मुख्य वाहिका की लम्बाई।

स्ट्राहलर कम Ω के जलग्रहण क्षेत्र के लिए भू–आकारिकी तात्कालिक एकक जलालेख का उच्चतम बहाव समय (t_p) निम्न समीकरण से दिया जा सकता है।

$$t_p = 1.584 \left[\frac{R_B}{R_A}\right]^{0.55} R_L^{-0.38} V^{-1} L_\Omega \qquad \text{... (3)}$$

समी0 (1) के लिए उच्चतम बहाव समय को नीचे दिया गया है।

$$t_p = k (N-1) \quad \ldots (4)$$

एंव पैमाना प्राचल K निम्न रूप से दिया जा सकता है।

$$K = \frac{LT}{N} \quad \ldots (5)$$

जहाँ पर LT विलम्ब समय है जिसे प्रभावी वर्षालेख एंव बाढ के भ्वाकृष्टि केन्द्रों के बीच का समयान्तर कहते है। समी0 (3) एंव (4) कों बराबर करने पर एंव K का मान समी0 (5) से रखने पर

$$V = 1.584 \left[\frac{R_B}{R_A}\right]^{0.55} R_L^{-0.38} \frac{L_\Omega N}{(N-1).LT} \quad \ldots (6)$$

उपयुक्त समीकरण में LT एक अज्ञात संख्या हैं जिसे संकेन्द्रण काल (t_c) से निम्न रूप से संबधित किया जा सकता है।

$$LT \alpha t_c \text{ या } LT = C.t_c \quad \ldots (7)$$

जहाँ पर C एक स्थिरांक है एंव अटिमाइजेसन द्वारा ज्ञात किया जा सकता है। सकेन्द्रण काल को कई विधियों से ज्ञात किया जा सकता हैं जिसमें से एक किरपिच (1940) द्वारा ही गई है।

$$t_c = 0.0078 [L/\sqrt{S}]^{0.77} \quad \ldots (8)$$

जहाँ t_c मिनिट में, L_Ω फीट में एवं S जलग्रहण पथ की ढाल है। समी० (7) स्थिरांक "C जो अपरिवर्तित रोसन व्रोक–पालमर आप्टिमाइजेसन एलगोरिथ्म (रोसनव्रोक, 1960) पालमर, 1969, हिम्मेब्लअ, 1972) द्वारा इस प्रकार आप्टिमाइज करना हैं जिससे निम्न वैषरीक झित F कम से कम रहें

$$F = W_1 \sum_{j=1}^{M} (Q_{po}(j) - Q_{pc}(j))^2 + (1-W_1) \sum_{j=1}^{M} (t_{po}(j) - t_{pc}(j))^2 \quad (9)$$

जहां पर Q_{po} = अवलोकित उच्चतम बहाव, Q_{pc} = संगणित उच्चतम वहाव, t_{po} = अवलोकित उच्चतम बहाव समय, t_{pc} = संगणित उच्चतम बहाव समय, W_1 = अनुमानिक वजन ($0 \le W_1 \le 1$) एंव M = वृत्त संख्यां।

अध्ययन क्षेत्र

इस अध्ययन के लिए कोलार जलग्रहण क्षेत्र को सतराना तक लिया गया है। कोलार नदी, नर्मदा नदी की एक सहायक नदी है जो कि विंधाचल पर्वतीय क्षेत्र में 550 मी0 पर मध्यप्रदेश के सीहोंरे जिले में उदित होती है। यह नदी

इसके 100 कि0 मी0 के नद मार्ग में करीब 1350 वर्ग कि0 मी0 क्षेत्रफल का जलनिसरण करती हुई नीलकंठ के पास नर्मदा में मिल जाती है। इस अध्ययन में कोलार को सतराना तक लिया गया हैं जहां जलग्रहण क्षेत्र 903.88 वर्ग कि0 मी0 है। सतराना तक कोलार क्षेत्र 22°40' से 23°08' उत्तरी अंक्षास से 77°01' से 77°29' पूर्व देशान्तर तक फैली हुई है। इस जलग्रहण क्षेत्र को चित्र (1) में दर्शाया गया है एवं भू–आकारिकी स्थिरांकों को तालिका (१) में दर्शाया गया है।

तालिका–1 भू–आकारिकी स्थिंराक

क्रं. सं.	स्थिरांक	मान
1.	A	903.88 वर्ग कि0मी0
2.	R_A	2.750
3	R_B	2.927
4.	R_L	1.520
5.	L_Ω	75.34 वर्ग कि0मी0
6.	S_Ω	0.0053

विश्लेषण

जलग्रहण क्षेत्र के वर्षा–बहाव आंकडों को इक्ट्ठा किया गया एंव दो भागों में बॉटा गया जिसमें से पहले भागा को समी0 (7) के स्थिरांक C को आप्टिमाइज करने में प्रयोग किया एंव दूसरे भाग को निदर्शन के सत्यापन के लिए प्रयुक्त किया गया । ताालिका–2 में वर्षा बहाव आंकाडो के मुख्य गुणधर्मी को दर्शाया गया है।

तालिका–2 चुने हुए बाढ़ आकंडों के मुख्य गुणधर्म

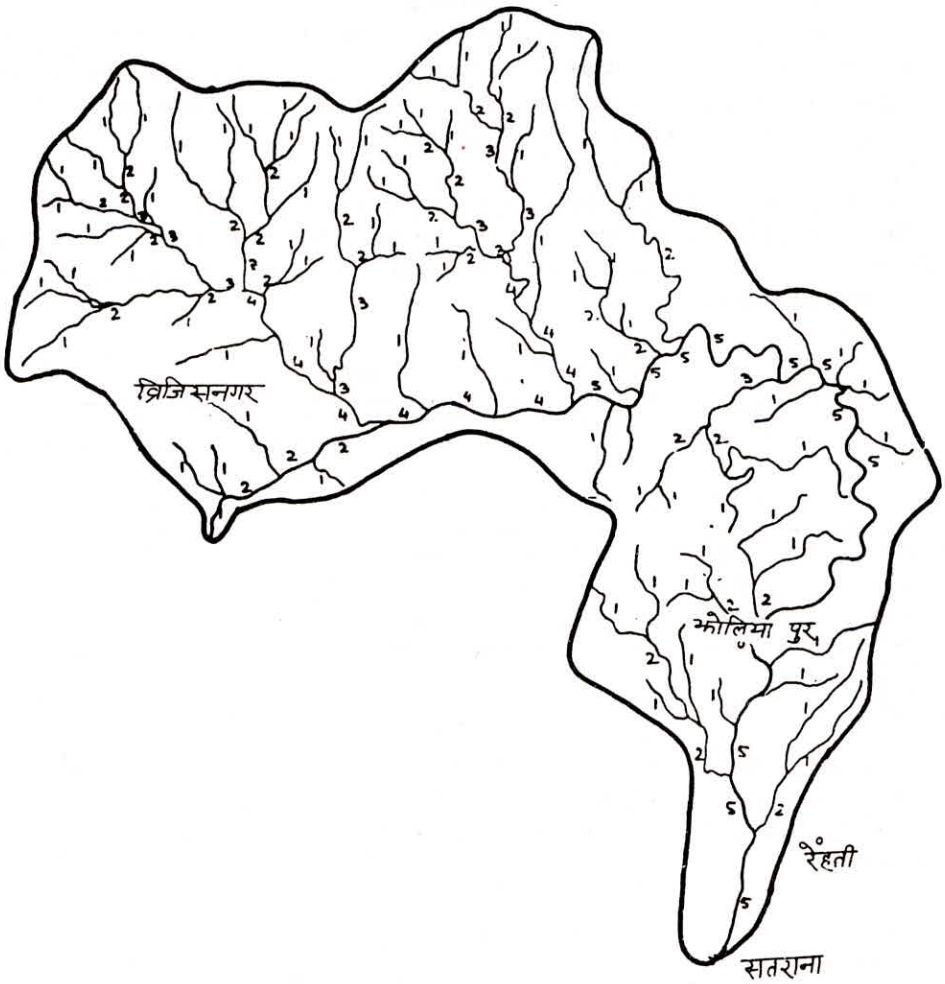
तारीख	सतही जल आयतन (से0मी0)	उच्चतम बहाव (घन मी0/से0)	उच्चतम बहाव समय (घ0)	उपयोग किया
28.08.83	24.01	4870.87	13	अंकसोधन
10.08.84	7.44	2032.63	12	अंकसोधन
31.07.85	5.22	1290.67	14	अंकसोधन
13.08.85	4.47	1384.50	16	वैधकरण
15.08.86	6.54	1968.38	13	वैधकरण
27.08.86	1.72	881.35	5	वैधकरण

प्रभावी वर्षा निर्धारण

तालिका (2) में दशग्रये बाढ आकंडों के लिए थीसन विधि द्वारा जलग्रहण क्षेत्र की औसत प्रति घ0 वर्षा ज्ञात की गई एंव प्रत्येक वर्षा बहाव वृत्त के लिए फिलिप निदर्शन (फिलिप, 1957) द्वारा अन्तः स्पंदन ज्ञात किया गया,

$$f = A_s + \frac{S}{2\sqrt{t}} \qquad \ldots (10)$$

पैमाना - 1:250,000



चित्र 1-कोलार जलगहण क्षेत्र सतराना तक

जहां पर f = अन्तः स्पंदन (से0 मी0/घ0), A_s = मृदा कें प्रकार पर आधारित एक स्थिंराक (से0 मी0 /घ0) S = सोर्पिटिविटी (से0मी0/घ0$^{1/2}$) जो कि मिट्टी के गुणाधर्म एंव प्रारम्भिक मृदा जल पर आधारित है एंव t = समयः।

अंकसोधन

निदर्शन का अंकसोधन तालिका–2 में दर्शाये तीन वृत्तों पर खण्ड 2.0 में दी गई विधि द्वारा किया गया । रोजनब्रोक–पाल्पर आप्टिमाईजेसन एलगोरिथम को प्राचल के प्रारम्भिक मान, निम्न एंव अधिकतम मानों का प्रयोग करते हुए पहली संगणना की गई एंव वैषयिक ञ्जित F को ज्ञात किया गया। उच्चतम बहाव एंव उच्चतम बहाव समय को बराबर महत्व देते हुए अनुमानिक वजन W_1 (से0 9) को 0.5 रखा गया।

निदर्शन के सफल निस्पादन द्वारा स्थिंराकं 'C' का मान 0.3628 प्राप्त हुआ । C के इस मान का प्रयोग करते हुए समी0 (2) , (6) एंव (7) द्वारा नेश निदर्शन प्राचलों N एंव K को ज्ञात किया जो क्रमशः 3.56 एंव 1.44 प्राप्त हुए। अंसोधन के परिणामों को सारणी–3 में दर्शाया गया हैं एंव सश्लेषण के उदाहरणों को चित्र क्रमांक (2) एंव (3) में दो वृत्तों के लिए दर्शाया गया है।

तालिका–3 अंकसोधन के परिणाम

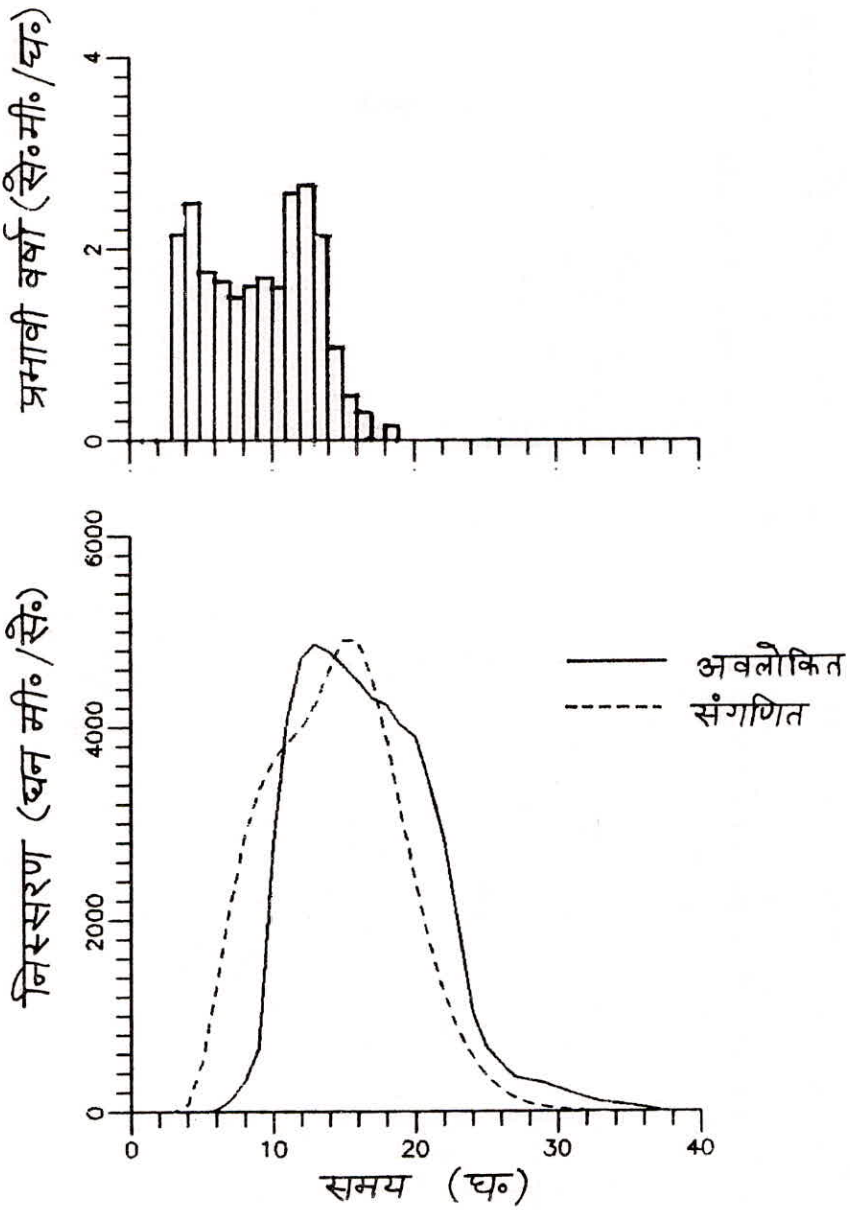
दिनांक	अवलोकित उच्चतम बहाव (घन मी0/से0)	संगणित उच्चतम बहाव (घन मी0/से0)	प्रतिशत गलती	अवलोकित उच्चतम बहाव बहाव समय (घ0)	संगणित उच्चतम बहाव समय (घ0)	प्रतिशत गलती
18.08.83	4870.87	4909.53	–0.8	13	15	–15.4
10.08.84	2032.63	1954.23	3.9	12	13	– 8.3
31.07.85	1290.67	1826.47	–41.5	14	14	0.0

वैधकरण

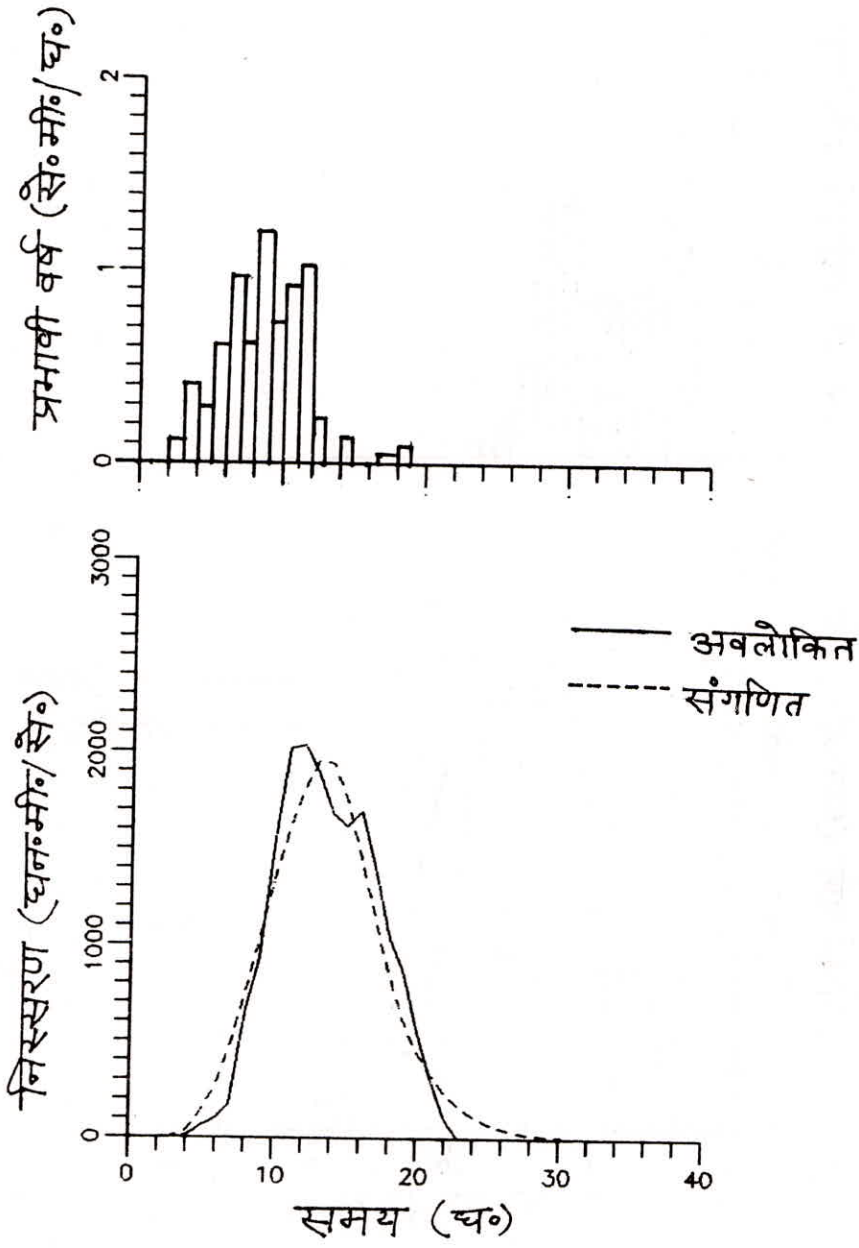
अंकसोधित निदर्शन का दूसरे समूह के वृत्तों के संश्लेषण में प्रयोग किया गया। वैधकरण के परिणामों कों तालिका–4 में दर्शाया गया है। संश्लेषण के उदाहरणों को चित्र क्रमांक (4) एंव (5) में दो वृत्तों के लिए दर्शाया गया हैं। वैधकरण के परिणामों से यह निष्कर्ष निकलता है कि सामान्यतः यह निदर्शन बाढ जलालेख के संश्लेषण में प्रयुक्त किया जा सकता है।

तालिका – 4 वैधकरण के परिणाम

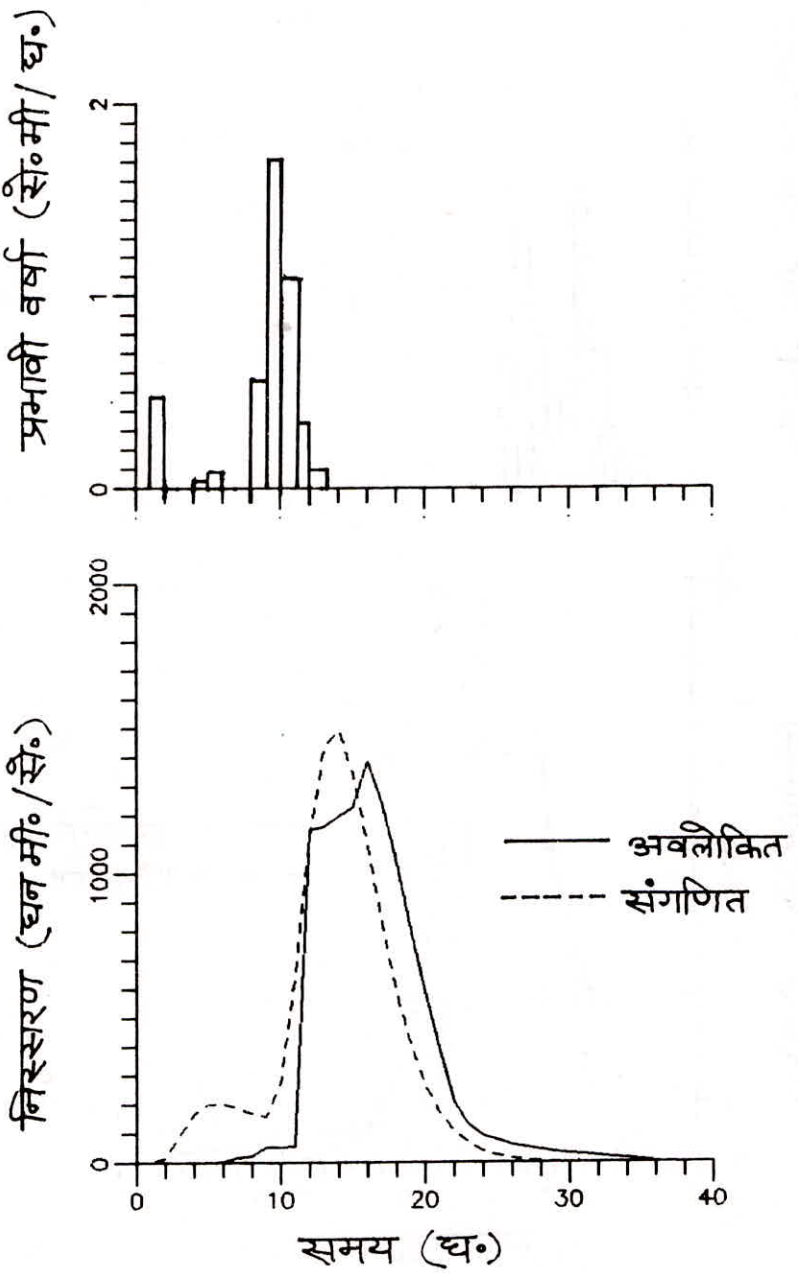
दिनाक	अवलोकित उच्चतम बहाव (घन मी0/से0)	संगणित उच्चतम बहाव (घन मी0/से0)	प्रतिशत गलती (घ0)	अवलोकित उच्चतम बहाव समय (घ0)	संगणित उच्चतम बहाव समय	प्रतिशत गलती
13.08.85	1385.50	1492.98	–7.8	16	14	12.5
15.08.86	1968.38	1823.15	7.4	13	14	– 7.7
27.08.86	881.35	710.13	19.4	5	6	–20.0



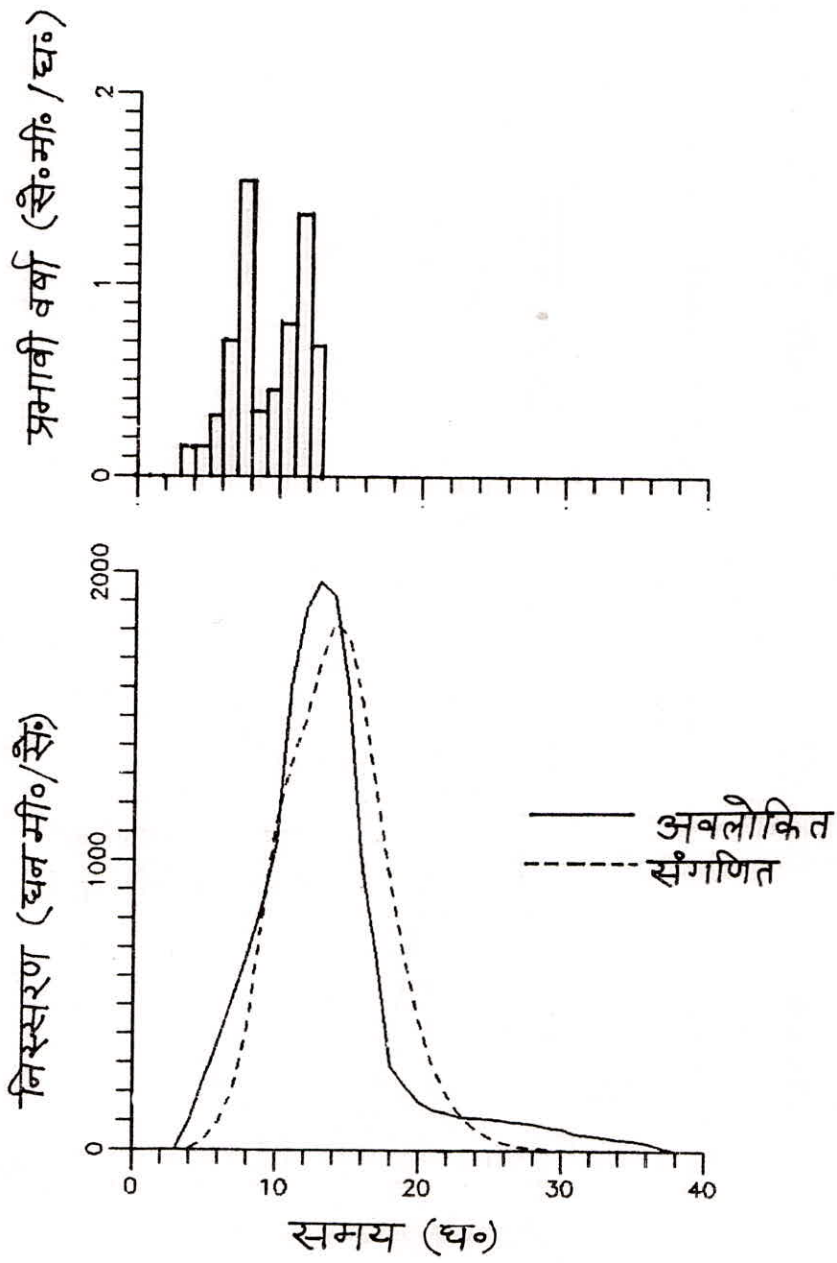
चित्र 2: वृत्त दिनाक 28·08·83 का अकसोधन परिणाम



चित्र 3: वृत्त दिनाक 10·08·84 का अकंसोधन परिणाम



चित्र 4-वृत्त दिनाक 13·08·85 का वैधकरण परिणाम



चित्र 5- वृत्त दिनांक 15·08·86 का वैधकरण परिणाम

निष्कर्ष

इस अध्ययन मे नेंश निदश्रन प्राचलों को कोलार जलग्रहण क्षेत्र के लिए जल ग्रहण क्षेत्र के भू–आकारिकी स्थिरांकों द्वारा ज्ञात किया गया है। सामान्यतः प्रस्तुत विधि द्वारा प्राप्त नेश निदर्शन द्वारा बाढ जलालेख का संश्लेषण अच्छा रहा। निदर्शन द्वारा प्राप्त परिणाम इसलिए भी अच्छे कहे जा सकते है। क्योकि केवल एक स्थिरांक C को ही आप्टिमाईजेसन द्वारा ज्ञात किया गया एंव और सारी जानकारी जलग्रहण क्षेत्र के भू–आकारिकी स्थिंराकों द्वारा ज्ञात की गई। अध्ययन के परिणाम उत्साहवर्धक है एंव इस क्षेत्र के और अधिक जलग्रहण क्षेत्रों के विश्लेषण द्वारा स्थिरांक C का क्षेत्रिय मान ज्ञात किया जा सकता है एवं उसे जल ग्रहण क्षेत्र के किसी माप सकने वाले स्थिरांक से संबंधित किया जा सकता है। इसके लिए इस दिशा में और अधिक अध्ययन की आवश्यकता है।

संदर्भ

हिम्मेलब्लाऊ, डी0 एम0 (1972) 'एप्लाइड नानलीनियर प्रोग्रामिंग, मेंक ग्राहिल, न्यूयाक्र, पेज 158–167

चाऊ, वेन0 टी0 (1964) हेण्डवुक आफ एप्लाइड हाइड्रोलाजी, मेक ग्रहिल, न्यूयाक्र

नेश, जे0 ई0 (1957) द फार्म आफ द इसटेन्टेनियस यूनिट हाइड्रोग्राफ, प्रकाशन स0 45, वाव्यूम3, आई.ए.एच. एस., पेज 114–1121.

पालपर, जे0 आर0 (1969) एन इम्प्रूव्ड प्रासीजर फार आर्थोगोनलाइजिंग द सर्च वेक्टर इन रोसनब्रोक एण्ड स्वान डाईरेक्ट सर्च आप्टिमाइजेसन मैथड कम्पयूटर ज0 12: 69.71.

फिलिप, जे0 आर0 (1957) द थ्योरी आफ इनफिलट्रेशनः1 द इनफिल्ट्रेशन इक्वेशन एण्ड इट्स सोल्यूसन, सोइल सांइस, 83: 345–357.

रोड्रिज–इटर्व, आई0 एंव वाल्डीज जे0 वी0 (1979) द जियोमार्फोलाजिक स्ट्रक्चर आफ हाइड्रोलाजिक रिस्पोन्स ,वाटर रिर्सोसेज रिसर्च , 15 (6): 1409–1420.

रोसो, आर0 (1984) नेश मॉडल रिलेशन टू प्रर्टन आर्डर रेशियो, वाटर रिर्सोसेज रिसर्च, 20(7): 914–920.