

## मृदा संरक्षण सेवा - वक्र संख्या विधि के अनुप्रयोग द्वारा दीर्घकालिक जलीय अनुकरण

सुरेन्द्र कुमार मिश्र

पुष्पेन्द्र कुमार अग्रवाल  
राष्ट्रीय जल विज्ञान संस्थान, रुड़की

राजेश कुमार नेमा

### सारांश

वर्षा अपवाह के आंकलन के लिए घटनाक्रम पर आधारित मृदा संरक्षण सेवा वक्र संख्या एस सी एस सी एन पद्धति एक लोकप्रिय विधि है। प्रस्तुत अध्ययन में भारत वर्ष के कम आर्द्र क्षेत्रों के अन्तर्गत आने वाले हेमावती एवं रामगंगा आवाह क्षेत्रों, जिनके क्षेत्रफल क्रमशः 600 वर्ग किमी. एवं 3134 वर्ग कि.मी. हैं, के दैनिक वर्षा अपवाह आँकड़ों के अनुकरण के लिए इस विधि का प्रयोग किया गया है। इस विधि के अनुप्रयोग से प्राप्त वर्षाधिक्य को एकक रेखीय जलाशय एवं रेखीय समाश्रयण तकनीकों द्वारा मार्गाभिगमन किया गया है। इस पद्धति में आधार प्रवाह को अन्तःस्यंदन एक भाग मानकर पश्चता एवं मार्गाभिगमन तकनीक द्वारा इसका आंकलन किया गया है। एस.सी.एस.-सी.एन. (संभाव्य अधिकतम धारण) प्राचल के आंकलन में वाष्पन वाष्पोत्सर्जन एवं पूर्ववर्ती नमी का समावेश किया गया है। इस निदर्श के प्रयोग द्वारा प्राप्त लब्धि दक्षता के परिणामों का मान आशंकन एवं प्रामाणिकता में हेमावती आवाह क्षेत्र के लिए क्रमशः 75.31% एवं 82.03% तथा रामगंगा आवाह क्षेत्र के लिए क्रमशः 58.34% एवं 67.2% प्राप्त हुई। एकक रेखीय जलाशय तकनीक का अनुप्रयोग हेमावती आवाह क्षेत्र के जल संरक्षण में सफल रहा जबकि रामगंगा आवाह क्षेत्र में रेखीय समाश्रयण विधि का अनुप्रयोग असफल रहा। वर्षा ऋतु की अपेक्षा ग्रीष्मकाल में प्रारम्भिक हॉनियों की मात्रा ज्यादा पायी गयी।

### 1. प्रस्तावना :

जलविभाजक जलविज्ञान एवं प्रबन्धन के क्षेत्र में दीर्घकालिक जलीय निदर्शन का विशेष महत्व है। जलविज्ञानीय साहित्य में इस कार्य के लिए कई निदर्श उपलब्ध हैं। जो जटिलता, प्राचलों की संख्या आदि में एक दूसरे से भिन्न हैं। दीर्घकालिक जलीय निदर्शों का उपयोग समाश्रयण जलविभाजकों की जललब्धि निर्धारण में किया जाता है। विस्तृत जलविज्ञानीय प्रयोजन अध्ययनों के लिए अनेक निदर्शों उदाहरणतः स्टैनफोर्ड जलविभाजक निदर्श, यू.एस.डी.ए.एच.एल. निदर्श, एस.एच.ई. निदर्श एच.ई.सी.-1 निदर्श आदि का प्रयोग सामान्यतः लघुसमयान्तराल जललब्धि पर परीणामी जलालेख को प्राप्त करने के लिए किया जाता है। अनुभव के आधार पर इन निदर्शों के उपयोग में जितनी शुद्धता के आँकड़ों की आवश्यकता होती है, उतने अच्छे परिणाम प्राप्त नहीं होते हैं। इसके अतिरिक्त

इनके उपयोग के लिए अधिक प्राचलों के शुद्ध मानों की आवश्यकता होती है जो सामान्यता उपलब्ध नहीं होते हैं। फलतः इनका उपयोग सामान्य स्थिति में नहीं किया जाता है। इन निर्देशों का प्रयोग चूँकि मृदा संरक्षण सेवा वक्र संख्या विधि (एस.सी.एस.-सी.एन) में काफी सरल है, वर्षा अपवाह निर्देशन में इसका प्रयोग अत्यधिक लोकप्रिय है।

### 1.1 एस.सी.एस.-सी.एन. विधि :

वर्तमान मृदा संरक्षण सेवा वक्र संख्या विधि निम्न तीन समीकरणों पर आधारित है

$$P = I_a + F + Q \quad (1)$$

$$\frac{Q}{P - I_a} = \frac{F}{S} \quad (2)$$

$$I_a = \lambda S \quad (3)$$

जहाँ  $P$  = कुल वर्षा,  $F$  = संचयी अन्तः स्यंदन,  $I_a$  = प्रारंभिक अपवाह,  $Q$  = प्रत्यक्ष अपवाह  $S$  = संभाव्य अधिकतम धारण एवं,  $\lambda$  = प्रारंभिक आसवन गुणांक (सामान्य प्रायोगिक उपयोग में इसका मान 0.2 लिया जाता है)

उपरोक्त समीकरण (1) जल संतुलन समीकरण एवं समीकरण (2) एक अनुपातिक परिकल्पना है। समीकरण (1) एवं (3) को संयुक्त रूप से हल करने पर एस.सी.एस.-सी.एन. विधि का निम्नलिखित व्यवहारिक स्वरूप प्राप्त होता है।

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \quad (4)$$

यहाँ  $P > I_a$ , अन्यथा  $Q=0$  पोन्स एवं हौकिन्स (1996) ने एस.सी.एस.-सी.एन. विधि को एक श्रेष्ठ निदर्श के रूप में प्रस्तुत किया। मिश्र (1998 b) ने  $S$  को दी गयी पूर्वकालिक नमी के लिए मृदा सतह में उपलब्ध अकिधतम वायु स्थान के रूप में परिभाषित किया है। मिश्र एवं सिंह (1998 b) ने समीकरण 4 के व्यवहार की  $(C - I_a^* - \lambda)$  वर्ण क्रम में व्याख्या की है। यहाँ  $C$  = एक अपवाह गुणांक  $(Q/P)$  है। एवं  $I_a$  एक विभाहीन प्रारम्भिक आवसन  $\left( = \frac{I_a}{P} \right)$  है।

$S$  एवं  $CN$  के मध्य संबंध को निम्न रूप में प्रस्तुत किया जाता है :

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad (5)$$

जहाँ  $S$  का मान इन्च में एवं  $CN$  का मान 0-100 के मध्य होता है।

आनुभाषिक समीकरण (5) एक काल्पनिक समीकरण है जो कि क्षेत्रीय अनुभव एवं मापन पर आधारिक है। S का मान शून्य से अनन्त के मध्य परिवर्तित हो सकता है। मिश्र एवं सिंह (1999 a) ने समीकरण 5 को और अधिक साधारण बनाया जो निम्न प्रकार है।

$$\frac{S}{S_{abs}} = \frac{100}{CN} - 1 \quad (6)$$

जहां S का मान 0 एवं  $S_{abs}$  इंच (या कोई अन्य इकाई) के मध्य परिवर्तनीय है  $S_{abs} = 10''$  के लिए समीकरण 5 प्राप्त होता है। समीकरण 5 के महत्व को विलियम एवं लासूर (1976) रेलिसन एवं मिलर (1982) एवं पौन्स (1989) के कार्यों से समझा जा सकता है

एस.सी.एस.-सी.एन. पद्धति एक अन्तः स्यंदन हानि निदर्श है। अतः इसका प्रयोग वृष्टि हानि निदर्शन तक सीमित माना जाता है (पौन्स एवं हॉकिन्स 1996) तथापि इस विधि का प्रयोग दीर्घकालिक जलविज्ञानीय निदर्शन के लिए किया गया है एवं पिछले दो दशकों में इसके आधार पर विभिन्न निदर्शों को विकसित किया गया है। इन निदर्शों में विलियम एवं लासूर (1976), हूबर एवं अन्य (1976), नाइजल (1980) एवं सोनी एवं मिश्रा (1985), के निदर्श मुख्य हैं।

### 1.2 विलियम लासूर निदर्श :

विलियम लासूर निदर्श एस.सी.एस.-सी.एन. पद्धति पर आधारित है। इस निदर्श से एक दिवसीय समयान्तराल पर पूर्ण वर्ष का जलालेख प्राप्त किया जाता है। इसके लिए आवश्यक निवेश, (1) सामान्य पूर्व नमी एस.सी.एस.-सी.एन. II में वक्र संख्या (2) मापित मासिक अपवाह (3) दैनिक वर्षा एवं (4) झील से होने वाले औसत मासिक वाष्पन है। यह निदर्श मृदा आर्द्रता क्षय सूचकांक की गणना कर औसत वार्षिक अपवाह की भविष्यवाणी करता है। तथा यह मापन रहित जलविभाजकों के लिए भी उपयोगी है। इस निदर्श में निश्चित संभाव्य अधिकतम धारण प्राचल  $S_{abs}$  का मान 20 इंच माना गया है जो कि निदर्श की कमजोरी है क्योंकि इसका मान जलविभाजक की मृदा, वनस्पति आवरण, जलीय दशा पर निर्भर करता है। इसके साथ ही, इस निदर्श में मृदा नमी को वाष्पोत्सर्जन के आधार पर एक निश्चित परिकल्पना के तहत प्रतिदिन क्षय होता हुआ माना गया है। अपवाह गणना हालाँकि प्रतिदिन के लिए की जाती है परन्तु निदर्श की दक्षता को मासिक एवं वार्षिक अपवाह के आधार पर आंका गया है, जो कि सर्वथा उचित नहीं है।

### 1.3 सोनी एवं मिश्रा (1985) निदर्श :

सोनी एवं मिश्रा द्वारा प्रस्तावित निदर्श हॉकिन्स निदर्श का ही एक दूसरा रूप है। इसमें S की समय के साथ गणना में इसके अधिकतम मान 20 इंच के बराबर न मानकर 1.2 मीटर की जड़ कटिबन्ध गहराई को आधार माना है। इसका लाभ यह है कि बदली हुई मृदा परिस्थितियों में S का अधिकतम मान मृदा की छिद्रता के अनुसार घट या बढ़ सकता है। जब इसका क्षेत्रीय उपयोग भारत वर्ष के अर्द्ध आर्द्र क्षेत्र में स्थित हेमावती जल विभाजक के एक वर्ष के दैनिक

आंकड़ों के लिए किया गया तब नैश एवं सटक्लिफ (1970) क्षमता 85 प्राप्त हुई। एक अलग अध्ययन में, एक वर्ष से अधिक दैनिक आंकड़ों की संख्या जैसे जैसे बढ़ाई गयी तो क्षमता लब्धि लगातार कम होती पायी गयी (मिश्र 1999 a)

#### 1.4 (मिश्र 1999) निदर्श :

(मिश्र 1999) ने एस.सी.एस.-सी.एन. पर आधारित एक दीर्घकालिक जलविज्ञानीय निदर्श को विकसित किया जो निम्न सिद्धान्तों पर आधारित है।

- (1) S का मान पूर्वकालिक नमी से नियंत्रित होता है।
- (2) वर्षाधिक्य जलालेख को एकक जलालेख सिद्धान्त पर आधारित रेखीय पश्चगति द्वारा ज्ञात किया गया है।
- (3) आधार प्रवाह को अन्तःस्यंदन मात्रा का एक भाग मानकर विलम्ब एवं मार्गाभिगमन विधि द्वारा निर्गम तक मार्गाभिगमन किया है।

बेसिन के निर्गम पर कुल प्रवाह का मान मार्गाभिगमित वर्षाधिक्य एवं आधार प्रवाह लब्धि के योग के बराबर होता है। मिश्र (1999 a) ने अरेखीय मारक्वार्डट प्रमेय द्वारा निदर्श की गणना की। प्रस्तावित निदर्श का उपयोग तीन विशाल आवाह क्षेत्रों के दैनिक वर्षा अपवाह आंकड़ों के लिए किया गया है। यह निदर्श अनुकूलत पश्चगति प्राचलों के लिए द्रव्यमान संरक्षण में असफल सिद्ध हुआ है।

प्रस्तुत प्रपत्र में वाष्पन वाष्पोत्सर्जन को सम्मिलित करके मिश्र (1999a) निदर्श को परिमार्जित किया गया है एवं इसका प्रयोग हेमावती आवाह क्षेत्र (600 वर्ग कि.मी.) एवं रामगंगा (आवाह क्षेत्र 3136 वर्ग कि.मी.) जल विभाजकों पर किया गया है।

#### 2.0 मृदा-आर्द्रता पर आधारित दीर्घावधि जलविज्ञानीय निदर्श :

##### 2.1 अधिवर्षा की गणना :

समीकरण 4 में Q को RO (अपवाह) से परिवर्तित करके दैनिक अपवाह को समय "t" के साथ निम्न रूप में पुनः लिखा जा सकता है :

$$RO_t = \frac{P_{et}^2}{P_{et} + S_t} \quad (7)$$

$$\text{जहां } P_{e(t)} = P(t) - I_a(t) \quad (8)$$

$$I_a(t) = \lambda S_t \quad (9)$$

$$S_t = \frac{25400}{CN_t} - 254 \quad (10)$$

यहां  $\lambda = 0.2$ ,  $P_{e(t)} \geq 0$  अन्यथा  $RO_t = 0$ ,  $CN_t = t$  दिन पर वक्र संख्या एवं  $S_t = t$  वें दिन के अन्त में अधिकतम संभाव्य धारण (मि.मी.)

' $S_t$ ' की गणना निम्न प्रकार की गयी है -

$$S_t = S_{t-1} - (1 - b_f)F_{t-1} + EV_{t-1} \quad (11)$$

जहां  $S_{t-1}$  पूर्व दिवस का संभाव्य अधिकतम धारण (मि.मी.),  $EV_{t-1}$  पूर्व दिवस में पेनमेन द्वारा आंकलित वाष्पन वाष्पोत्सर्जन, पेनमेन नियतांत का मान जून से सितम्बर माह के लिए 0.8, अक्टूबर से जनवरी माह के लिए 0.6 एवं फरवरी से मई माह के लिए 0.7 लिया गया है।  $F_{t-1}$  पूर्व दिवस का अन्तःस्यंदन (मि.मी.) जिसकी गणना जल संतुलन समीकरण की सहायता से निम्न प्रकार की जा सकती है।

$$F_{t-1} = P_{t-1} - I_{a(t-1)} - RO_{t-1} \quad (12)$$

यहां यदि  $P_{e(t)} \geq 0$ , तो  $F \geq 0$  तो समीकरण 11 में  $(1 - P_f)F_{t-1}$  मान को नमी धारण के लिए मृदा संचयन के संतुलन हेतु पूर्व दिवस के वाष्पन के भाग के रूप में कल्पित किया गया है। यहां  $b_f$  एक प्रकार का घटक है जिससे आधार प्रवाह की गणना की गयी है।

## 2.2 आधार प्रवाह की गणना :

समीकरण 11 में घटक  $b_f$  के प्रयोग द्वारा आधार प्रवाह ( $q_b$ ) की गणना निम्न प्रकार की गयी है।

$$q_b(t - NLAG) = b_f F_t \quad (13)$$

जहां NLAG एक पश्चता प्राचल है। पश्चता एवं मार्गाभिगमन विधि पर आधारित समीकरण 13 द्वारा बेसिन के निर्गम स्थल पर मार्गाभिगमित आधार प्रवाह प्राप्त होता है।

## 2.3 पूर्वकालिक नमी के आधार पर CN परिवर्तन :

समीकरण 10 एवं 11 की सहायता से पूर्वकालिक नमी स्थितियों की प्राप्ति सारणी 1 से की जाती है इस सारणी के आधार पर CN की गणना निम्न प्रकार की जा सकती है।

सारणी 1 : पूर्वकालिक मृदा आर्द्रता स्थितियां

पूर्व कालिक नमी की स्थितियां	5 दिवसीय पूर्वकालिक वर्षा (मि.मी.)	
	निष्क्रिय काल	वर्धन (मि.मी.)
I	13 से कम	36 से कम
II	13 से 28	36 से 53
III	28 से अधिक	53 से अधिक

$$CN_t = \frac{CN_{t-1}}{2.3 - 0.013CN_{t-1}} \quad (14a)$$

या

$$CN_t = \frac{CN_{t-1}}{0.43 - 0.0057CN_{t-1}} \quad (14b)$$

ये समीकरण पूर्वकालिक नमी स्थितियों I एवं III के लिए क्रमशः मान्य है। यह ध्यान देने योग्य है कि अनुकरण के प्रारम्भ में CN (=CN<sub>0</sub>) का मान स्थिति I के लिये माना जा सकता है। इस अध्ययन में 1 जून से 31 अक्टूबर की अवधि को निष्क्रिय काल एवं वर्ष की शेष अवधि को वर्धनकाल के रूप में लिया गया है।

भारत वर्ष एक उष्ण - कटिबंधीय देश है। पूरे वर्ष में होने वाली कुल वर्षा का अधिकांश भाग मानसून ऋतु में प्राप्त होता है। मानसून से पूर्व की अवधि में तीव्र गर्मी का अनुभव किया जाता है। उच्च ताप के कारण उच्च वाष्पन होता है। वर्तमान अनुकरण में एक जून को प्रारंभिक दिवस लिया गया है। क्योंकि मई एवं जून के महीनों में गर्मी अपने चरम बिन्दु पर होती है। परिणामतः अधिकतम वाष्पन वाष्पोत्सर्जन होता है, शुष्क मृदा के छिद्रों में नमी न्यूनतम होती है। जिसके फलस्वरूप नमी धारण के लिए छिद्रों में अधिकतम स्थान उपलब्ध रहता है। इसलिए इस समयावधि में CN का मान न्यूनतम होता है। अतः यह कल्पना वास्तविकता से अधिक परे नहीं है कि CN का मान 1 जून को न्यूनतम होगा अर्थात् CN को पूर्वकालिक नमी स्थिति I के बराबर माना जा सकता है। दूसरे शब्दों में

$$S_t > S_0 \text{ के लिए } S_t = S_0 \quad (15)$$

यहां S<sub>0</sub> का मान समीकरण 5 के अनुसार CN<sub>0</sub> के बराबर होगा।

## 2.4 वर्षाधिक्य का मार्गाभिगमन :

समीकरण 7 से अपवाह RO की गणना करने के पश्चात वर्षाधिक्य P<sub>e</sub> प्राप्त होता है। इस वर्षाधिक्य को बेसिन के निर्गम स्थल पर प्रत्यक्ष अपवाह के रूप में परिवर्तित करना आवश्यक है। इसको (अ) एकक रेखीय जलाशय विधि एवं (ब) रेखीय पश्चगति विधि द्वारा निम्न प्रकार प्राप्त किया जा सकता है।

### 2.4.1 एकक रेखीय जलाशय विधि :

RO<sub>t</sub> का मार्गाभिगमन निम्न समीकरण द्वारा किया जाता है।

$$q_t = C_0 RO_t + C_1 RO_{t-1} + C_2 q_{t-1} \quad (16)$$

जहां

$$C_0 \frac{\text{COUR}}{2 + \text{COUR}} \quad (17a)$$

$$C_1 = C_0 \quad (17b)$$

$$C_2 \frac{2 - \text{COUR}}{2 + \text{COUR}} \quad (17c)$$

$$\text{COUR} = 1/K \quad (17d)$$

समीकरण 17d में K एक संचयन नियतांक एवं COUR कूरेन्ट संख्या है।

#### 2.4.2 रेखीय पश्चगति :

एकक जलालेख के अनुरूप  $RO_t$  को संवलन (convolution) द्वारा निम्न प्रकार मार्गाभिगमित किया जा सकता है।

$$q_t = d_1 RO_t + d_2 RO_{t-1} + d_3 RO_{t-2} \quad (18)$$

जहां  $d_1, d_2, d_3, \dots$  विमाहीन पश्चगति नियतांक है।

#### 2.5 कुल अपवाह की गणना :

समीकरण 16 एवं 18 के योग द्वारा प्राप्त  $q_t$  एवं समीकरण 13 से प्राप्त  $q_b$  का योग किसी दिन (t) पर कुल प्रवाह  $Q_t$  प्रदर्शित करता है अतः

$$Q_t = q_t + q_{b(t)} \quad (19)$$

जहां  $q_{b(t)}$ , tवें दिन का आधार प्रवाह है।

उपरोक्त निदर्श की संरचना में यह ध्यान देने योग्य है कि मार्गाभिगमन के एकल रेखीय जलाशय मार्गाभिगमन एवं पश्चता मार्गाभिगमन दोनों विधियों में मार्गाभिगमन प्रक्रम के अन्तर्गत द्रव्यमान संरक्षित रहता है। उल्लेखनीय है कि रेखीय पश्चगति में यदि  $d_1, d_2, d_3$  इत्यादि का योग एक के बराबर हो तो द्रव्यमान संरक्षित होता है। अन्यथा नहीं। उपरोक्त निदर्श में एकक रेखीय जलाशय मार्गाभिगमन के प्रयोग के लिए चार प्राचलों  $b_p, CN_0, K(1/\text{दिन})$  एवं NALG (दिन)की आवश्यकता होती है। रेखीय पश्चगति के लिए  $b_p, NLAG, d_1, d_2, d_3$  इत्यादि प्राचलों की आवश्यकता होती है। इन प्राचलों का निर्धारण अरेखीय मारक्वार्टट प्रमेय द्वारा किया गया है। इसके उपयोग में प्रेक्षित एवं आंकलित आंकड़ों के मध्य विसरण को न्यूनतम रखा गया है ताकि निदर्श से अधिकतम क्षमता प्राप्त हो।

## 2.6 निदर्श की क्षमता :

निदर्श की क्षमता नैश एवं सटक्लिफ (1970) के द्वारा दिये गये समीकरण द्वारा ज्ञात की जा सकती है :

$$\text{क्षमता} = [1-RV/IV] \quad (20a)$$

$$RV = \sum_{i=1}^n \left( Q_i - \hat{Q}_i \right)^2 \quad (20b)$$

$$IV = \sum_{i=1}^n \left( Q_i - \bar{Q} \right)^2 \quad (20c)$$

यहां  $RV$  = शेष प्रसरण,  $IV$  = प्रारंभिक प्रसरण,  $Q_i = i$  वें दिन के लिए प्रेक्षित अपवाह,  $\hat{Q}_i = I$  वें दिन के लिए आंकलित अपवाह,  $N$  = प्रेक्षणों की कुल संख्या एवं  $\bar{Q}$  = सम्पूर्ण माध्य दैनिक अपवाह क्षमता का उपयोग निदर्श की कार्यक्षमता एवं उसके मूल्यांकन हेतु किया गया है।

## 3. अध्ययन क्षेत्र

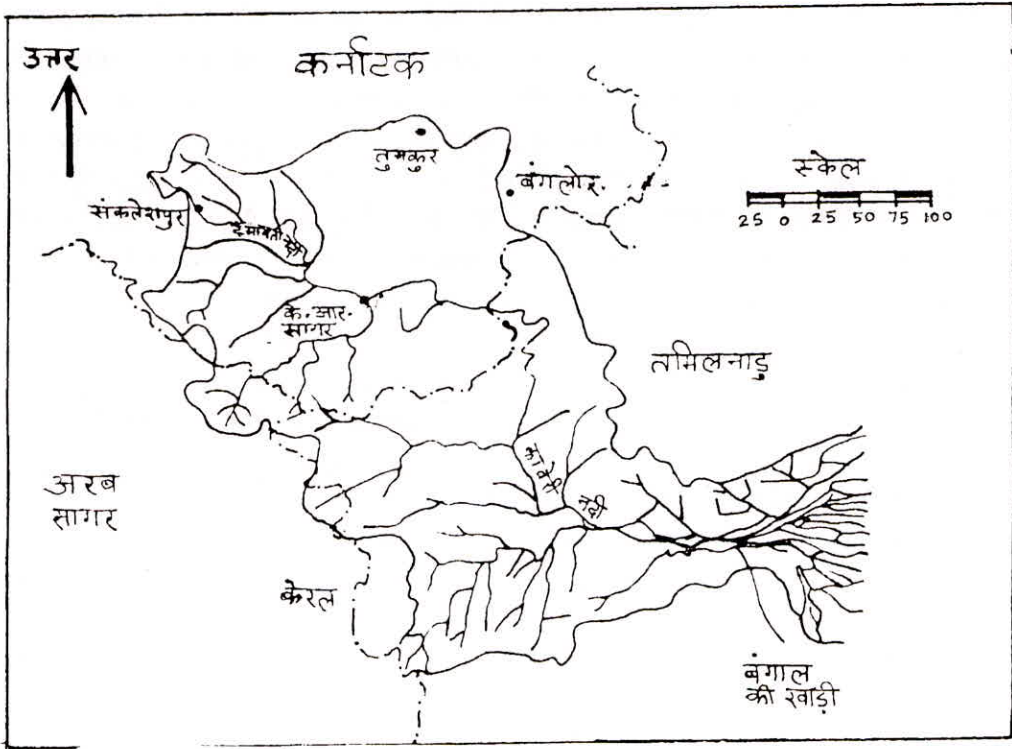
### 3.1 हेमावती आवाह क्षेत्र :

हेमावती नदी कावेरी नदी की सहायता नदी है। यह कर्नाटक राज्य के चिकमंगलूर जिले के मुन्दगिरी तालुक में पश्चिमी घाटों के बाल्लइआरयानादुर्गा से उदगमित होती है (चित्र-1)। हेमावती नदी अपने प्रारंभिक खण्डों में कोरीगेहरा एवं मुडिगेरे के निकटवर्ती भारी वर्षा वाले क्षेत्रों से होकर गुजरती है। यागाची एवं अलगर इसकी सहायक नदियां हैं। संकलेशपुर तक इसका निकासी क्षेत्रफल 600 वर्ग कि.मी. है हेमावती नदी का आवाह क्षेत्र  $12^{\circ}55'$  से  $13^{\circ}11'$  उत्तरी अक्षांश एवं  $75^{\circ}20'$  से  $75^{\circ}51'$  पूर्वी देशान्तर के मध्य स्थित है। इसका आवाह क्षेत्र पहाड़ी एवं मध्यम से तीव्र प्रवणता वाले क्षेत्र में स्थित है। भूमि उपयोग की दृष्टि से इस क्षेत्र के 12 प्रतिशत में वन 29 प्रतिशत में कृषि एवं शेष 59 प्रतिशत में कृषि भूमि है। यहां की मृदा में मुख्यतः 67 प्रतिशत लाल दोमट मिट्टी एवं 33 प्रतिशत में लाल रेतीली मिट्टी पायी जाती है। वन क्षेत्रों एवं काफी कृषि क्षेत्रों की मृदा में घासफूस की मात्रा काफी अधिक होने के कारण इस क्षेत्र की मृदा भूरे रंग की है। 1974-75 से 1978-80 तक पांच वर्षों के उपलब्ध वर्षा, अपवाह एवं वाष्पन के आंकड़ों को इस अध्ययन के लिए उपयोग में लाया गया है।

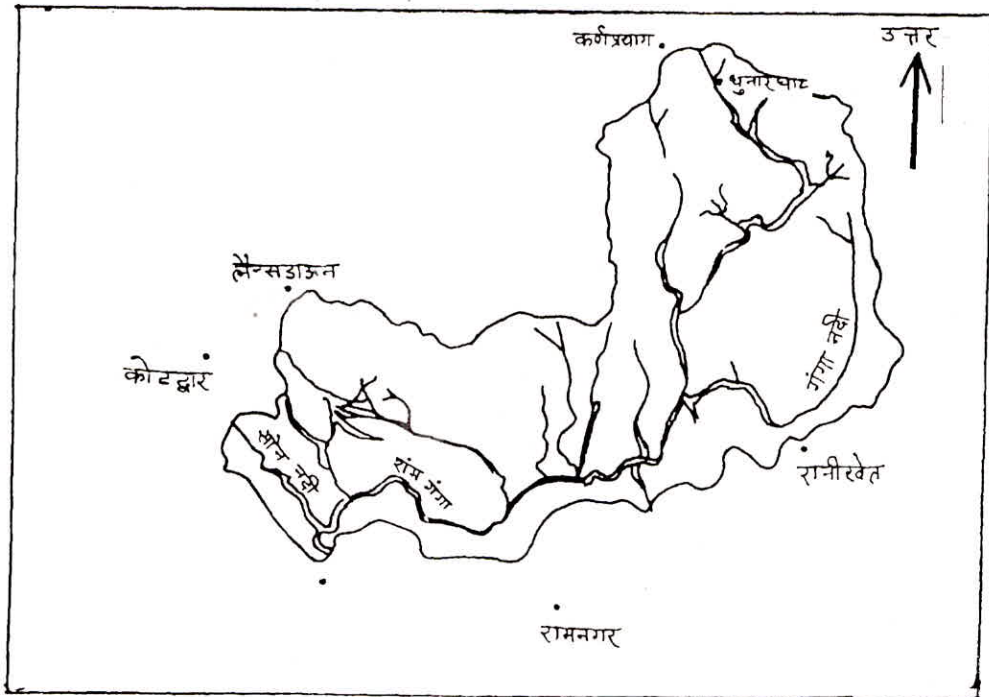
### 3.2 रामगंगा आवाह क्षेत्र :

ऊपरी रामगंगा आवाह क्षेत्र (चित्र-2) भारत वर्ष के उत्तरांचल राज्य के दक्षिणी भाग में हिमालय के गिरिपद में स्थित है। रामगंगा नदी गंगा नदी की एक प्रमुख सहायक नदी है। यह नदी जिला अल्मोड़ा के कालागढ़ में पहाड़ों से निकलकर मैदानी क्षेत्र में आती है। कालागढ़ में ही इस नदी





चित्र 1 : कावेरी नदी में हेमावती उपनदी का नक्शा



चित्र 2 : रामगंगा आवाह क्षेत्र  
(151)

पर एक बहुउद्देशीय रामगंगा बांध है। जलाशय में मिलने से पूर्व यह नदी लगभग 158 कि.मी. दूरी तय करती है एवं जलाशय के बाद यह नदी लगभग 370 कि.मी. की दूरी तय करके अन्त में उत्तर प्रदेश के फर्रूखाबाद शहर में गंगा नदी में मिल जाती है। रामगंगा बांध तक की यात्रा में इस नदी में मिलने वाली सहायक नदियों में हेलगड़ एवं सोन प्रमुख हैं। रामगंगा आवाह क्षेत्र 3134 वर्ग कि.मी. में फैला है तथा इसका धरातल समुद्र तल से 226 मी से 2926 मीटर की ऊंचाई के मध्य बदलता है। रामगंगा आवाह क्षेत्र के 50 प्रतिशत भाग में वन 30 प्रतिशत भाग में ढालू कृषि क्षेत्र एवं शेष 20 प्रतिशत भाग में शहरी/बंजर भूमि है। रामगंगा घाटी में लगभग 1550 मि.मी. वार्षिक वर्षा होती है। इस अध्ययन में रामगंगा आवाह क्षेत्र में 6 स्थानों पर उपलब्ध नियमित वर्षा आंकड़ों का उपयोग हुआ है। इन स्थलों के थीसनभार क्रमश 0.088, 0.289, 0.190, 0.251, 0.092, 0.081 प्राप्त हुए हैं। कालागढ़ पर रामगंगा नदी के तात्कालिक एवं मासिक जलस्तर एवं धारा प्रवाह आंकड़े वर्ष 1958 से उपलब्ध है। दिसम्बर 1974 में रामगंगा बांध का प्रचालन शुरू होने के बाद कालागढ़ पर अन्तर्वाह की गणना में मासिक वाष्पन एवं जलाशय वर्हिप्रवाह शामिल है। मासिक वाष्पन गणना रोहर सुत्र से की गयी है। कालागढ़ पर प्रेक्षित वाष्पन के आंकड़े वर्ष 1978-79 एवं 1985-86 से 1989-90 के 6 वर्षों के लिए उपलब्ध थे जिनका उपयोग इस अध्ययन के लिए किया गया है।

उपरोक्त दोनों आवाह क्षेत्रों के आंकड़ों की उपलब्धता को सारणी-2 में दर्शाया गया है। इस सारणी में तीन स्थितियों अ, ब एवं स के लिए निदर्श अंशशोधन एवं मान्यकरण किया गया है।

**सारणी 2 : निदर्श अंशशोधन (calibration) एवं मान्यकरण (Validation) के लिए उपयोग किये गये आंकड़े**

आवाह क्षेत्र	क्षेत्रफल (वर्ग कि.मी.)	क्षेत्र	आंकड़ों की उपलब्धता (वर्ष में)	
			अंशशोधन	मान्यकरण
हेमावती	600	अर्द्ध-आर्द्र	स्थिति अ: 3 वर्ष (74-75 से 76-77)  स्थिति ब : 2 वर्ष (77-78 से 78-79)	स्थिति अ : 2 वर्ष (77-78 से 78-79)  स्थिति ब : 3 वर्ष (74-75 से 76-77)
रामगंगा	3134	अर्द्ध-आर्द्र	स्थिति अ: 4 वर्ष (85-86 से 88-89)  स्थिति ब : 2 वर्ष (89-90 से 90-91)  स्थिति स : 1 वर्ष (78-79)	स्थिति अ : 2 वर्ष (89-90 से 90-91)  स्थिति ब : 4 वर्ष (85-86 से 88-89)

#### 4.0 विश्लेषण

##### 4.1 प्राचलों का आंकलन :

व्यवरूद्ध न्यूनतम वर्ग (constrained least square) पर आधारित मारक्वार्डट प्रमेय का उपयोग कर प्रस्तावित निदर्श के प्राचलों का निर्धारण किया गया है। इस प्रमेय का लाभ यह है कि यह प्राचलों के मानों की दी गयी सीमा के लिए प्राचलों का एक श्रेष्ठ समुच्चय प्रदान करती है। प्रमेय का प्रारंभ चूंकि प्राचलों के प्रारंभिक मानों से होता है अतः प्राचल मानों की श्रेष्ठता को कम से कम तीन प्रारंभिक जांच मानों के लिए तय किया जाता है। प्राचलों की उच्चतम एवं न्यूनतम सीमा को इस प्रकार रखा जाता है ताकि प्रमेय द्वारा आंकलित अंतिम प्राचल मान उसकी निर्धारित सीमा के अन्दर रहे। CN को (1,100) के मध्य तथा  $b_f$  को 0 से 1 के मध्य रखा गया है। इस प्रकार प्राप्त प्राचलों के व्युत्पन्न प्रारंभिक एवं अंतिम आंकलनों को सारणी 3 में दर्शाया गया है।

##### 4.2 एकल रेखीय जलाशय बनाम रेखीय पश्चगति विधि :

हेमावती आवाह क्षेत्र के लिए एकल रेखीय जलाशय एवं रामगंगा आवाह क्षेत्र के लिए रेखीय पश्चगति विधि का उपयोग किया गया है। प्राचलों  $d_1, d_2, d_3$  एवं  $d_4$  के आंकलित मानों से देखा गया कि आंकलन के बाद में द्रव्यमान संतुलित नहीं होता है क्योंकि इन प्राचलों का योग 1 के बराबर नहीं है। सारणी 3 में दिये गये मानों के अनुसार द्रव्यमान का ह्रास होता है। रामगंगा आवाह क्षेत्र के वर्षाधिक्य मार्गाभिगमन में एकल रेखीय जलाशय के उपयोग से अंशांकन में निदर्श क्षमता 50 प्रतिशत से अधिक तथा मान्यकरण में अनैच्छिक ऋणात्मक क्षमता प्राप्त हुई रामगंगा आवाह क्षेत्र से प्राप्त निम्न क्षमता से यह निष्कर्ष निकलता है

- (1) एकल रेखीय जलाशय तकनीक इस आवाह क्षेत्र के लिए उपयोगी नहीं है।
- (2) निदर्श की संरचना विशाल आवाह क्षेत्रों के वर्षा-अपवाह प्रक्रम की पूर्ण व्याख्या के लिए पर्याप्त नहीं है।

सारणी 3 : निदर्श का आंशंकन और मान्यकरण

आवाह क्षेत्र	घटकों के अनुमान								आंशंकन मान्यकरण	
	CN	$b_f$	K	NLAG	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	दक्षता %	दक्षता %
हेमावती सीमा	प्रारंभिक अनुमान									
	10 (0.1-100)	0.1 (0-1)	3 (0-15)	1 (0-30)	-	-	-	-		
	अन्तिम अनुमान									
स्थिति अ स्थिति ब	19.34	0.6688	3.14	1	-	-	-	-	75.31	82.03
	10.00	0.4480	1.99	1					83.71	73.16
रामगंगा सीमा	प्रारंभिक अनुमान									
	70 (0.1-100)	0.1 (0-1)	-	-	0.5 (0-1)	0.5 (0-1)	0.5 (0-1)	0.5 (0-1)		
	अन्तिम अनुमान									
स्थिति अ स्थिति ब स्थिति स	67.60	0.2636	-	-	0.1033	0.1420	0.0515	0.0516	58.34	67.20
	64.46	0.1193			0.1188	0.1022	0.0818	0.0396	69.15	54.96
	10.00	0.1552			0.3952	0.5720	0.0853	0.0364	67.18	-

- (3) कालागढ़ पर प्रेक्षित वाष्पन सम्पूर्ण रामगंगा बेसिन (आवाह क्षेत्र 3000 वर्ग कि.मी.) का प्रतिनिधित्व नहीं करते हैं।
- (4) जलाशय के द्रव्यमान संतुलन से व्युत्पन्न प्रवाह आंकड़ों की गुणवत्ता निम्नस्तर की हो सकती है क्योंकि इसमें जल स्तर धारिता वक्र एवं जलाशय निस्स्यंदन की अशुद्धियां सम्मिलित हो जाती हैं।

#### 4.3 निदर्श अंशांकन एवं मान्यकरण :

हेमावती एवं रामगंगा आंकड़ों के विभक्त समुच्चयों पर निदर्श का अंशांकन एवं मान्यकरण (सारणी-2) किया गया है यहां इस प्रक्रिया के इस कारण का उल्लेख आवश्यक है कि आंकड़ों में परिवर्तन के साथ निदर्श प्राचलों के अन्तिम आंकलन में भी सार्थक परिवर्तन होता है। हेमावती के आंकड़ों पर अंशांकन में उपलब्ध आंकड़ों की लम्बाई यदि 4 वर्ष से घटाकर 2 वर्ष रह जाती है तब CN का मान 19.34 से परिवर्तित होकर 10,  $b_f$  का मान 0.6688 से परिवर्तित होकर 0.4480 तथा K का मान 3.14 से परिवर्तित होकर 1.99 हो जाता है। रामगंगा आवाह क्षेत्र के आंकड़ों पर भी इसी प्रकार का परिवर्तन दिखायी पड़ता है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि अंशांकन प्रक्रिया में निदर्श प्राचलों की स्थिरता के लिए पर्याप्त लम्बाई के आंकड़ों की आवश्यकता होती है।

उपरोक्त दोनों उपयोगों में निदर्श निष्पादन क्षमताओं को सारणी 3 में दर्शाया गया है। सारणी-3 से यह स्पष्ट है कि अंशांकन एवं मान्यकरण क्षमताओं के लिए रामगंगा के आंकड़ों की गुणवत्ता हेमावती के आंकड़ों की तुलना में अच्छी नहीं है जैसा पहले उल्लेख किया गया है कि रामगंगा प्रवाह आंकड़ों अधिकांश भाग की गुणवत्ता संदिग्ध है। हेमावती आवाह क्षेत्र के लिए निदर्श की दक्षता संतोष जनक रही क्योंकि दोनों ही स्थितियों (अ एवं ब) में अंशांकन क्षमता क्रमशः 75.31 प्रतिशत व 83.71 प्रतिशत है जो कि संतोषजनक मान्यकरण है। स्थिति अ में क्षमता अंशांकन की तुलना में अधिक है जो कि विरोधाभाष दर्शाती है। इष्टतम उद्देश्यों के कारण निदर्श सामान्यतः मान्यकरण की अपेक्षा अंशांकन में श्रेष्ठतर दक्षता दर्शाते हैं। इसके अतिरिक्त यह विरोधाभाष लम्बी अवधि के आंकड़ों के कारण भी हो सकती है। स्थिति अ में हेमावती आवाह क्षेत्र में अनुप्रयोग के लिए 3 वर्ष के आंकड़ों का उपयोग अंशांकन के लिए एवं 2 वर्ष के आंकड़ों का उपयोग मान्यकरण के लिए किया गया है। यह ध्यान देने योग्य है कि यदि अंशांकन एवं मान्यकरण के आंकड़ों को आपस में उलट दिया जाये तो स्थिति ब के अनुरूप प्राप्त होने वाली क्षमताओं के परिणाम अंशांकन में 83.71 प्रतिशत व मान्यकरण में 73.16 प्रतिशत भी आपस में उलट जाते हैं। अतः इससे यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि हेमावती के दिये गये अवधि के आंकड़ों पर निदर्श संतोषजनक परिणाम देता है।

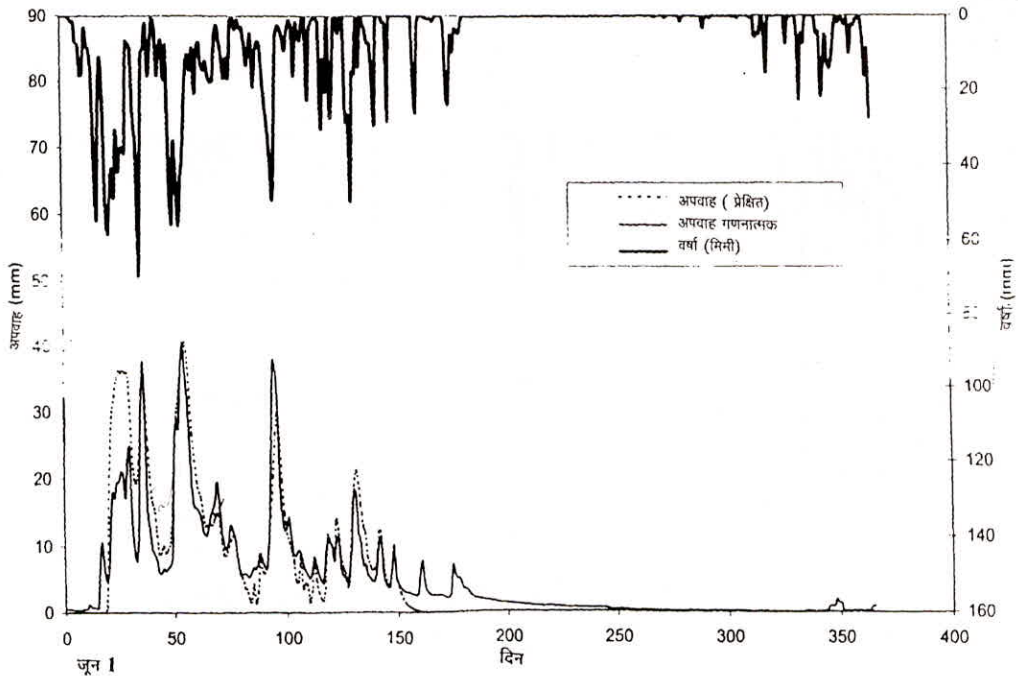
रामगंगा आवाह क्षेत्र के आंकड़ों के लिए अंशांकन में स्थिति स से स्थिति अ तक निदर्श क्षमताएं क्रमशः 58.34 प्रतिशत, 69.15 प्रतिशत एवं 67.18 प्रतिशत और मान्यकरण में स्थिति अ एवं ब के लिए क्रमशः 67.20 प्रतिशत, 54.96 प्रतिशत है। आंकड़ों की अवधि का उपरोक्त प्रभाव रामगंगा के परिणामों पर भी प्रदर्शित होता है। स्थिति अ एवं ब के समान किन्तु उल्टे आंकड़ों

समुच्चय के लिए अशांकन एवं मान्यकरण की क्षमताएं समान स्तर की है। यह आंकड़ों के अपर्याप्त होने की स्थिति दर्शाता है जो कि मिश्र (1998 ब) एवं मिश्र एवं अन्य (1998) के अनुरूप है। इसको स्थापित करने के लिए निदर्श का अशांकन 1978-79 के आंकड़ों पर भी किया गया (स्थिति-स) प्राप्त परिणामों से स्पष्ट है कि निदर्श की क्षमता आंकड़ों की लम्बाई के साथ परिवर्तनीय है एवं ऐसा ही प्रभाव प्राचल मानों पर भी पड़ता है।

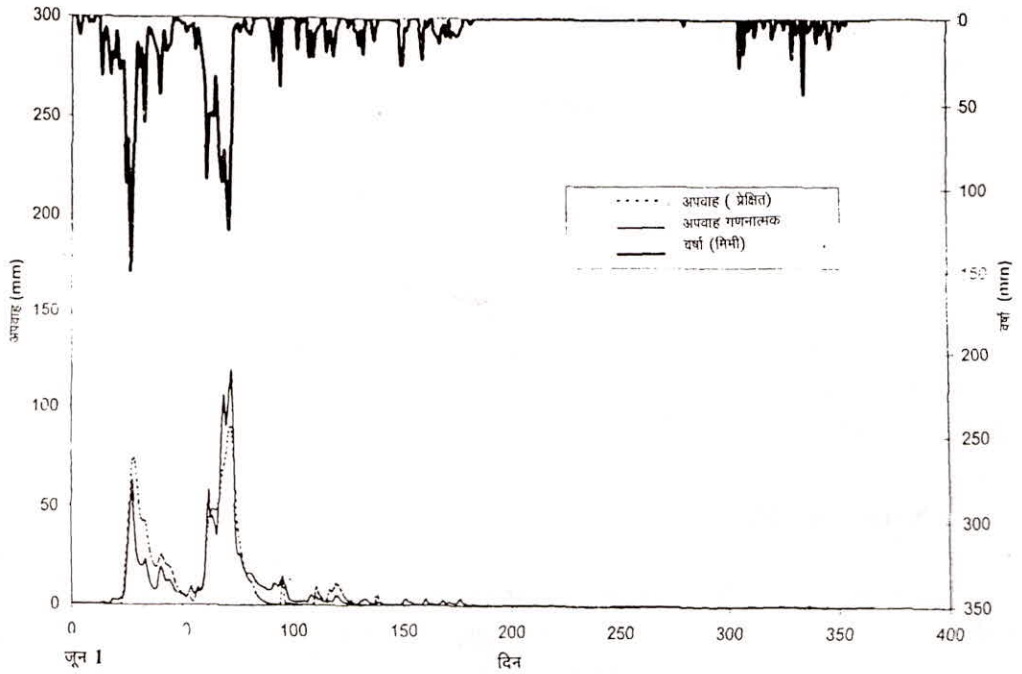
उपरोक्त दोनों उपयोगों के अशांकन एवं मान्यकरण के परिणामों को नमूनों के तौर पर रेखा चित्र 3 से 6 की सहायता से दर्शाया गया है इन चित्रों से यह स्पष्ट है कि हेमावती एवं रामगंगा दोनों के अपवाह जलालेख निदर्श द्वारा प्राप्त जलालेखों का निकटतम अनुसरण करते हैं। चित्रों से स्पष्ट है कि जलालेख के शिखर बिन्दु भी एक दूसरे के काफी निकट हैं। उल्लेखनीय है कि आंकलित अपवाह की प्रकृति वर्षा चित्र के अनुरूप है।

#### 4.4 CN मानों में परिवर्तन :

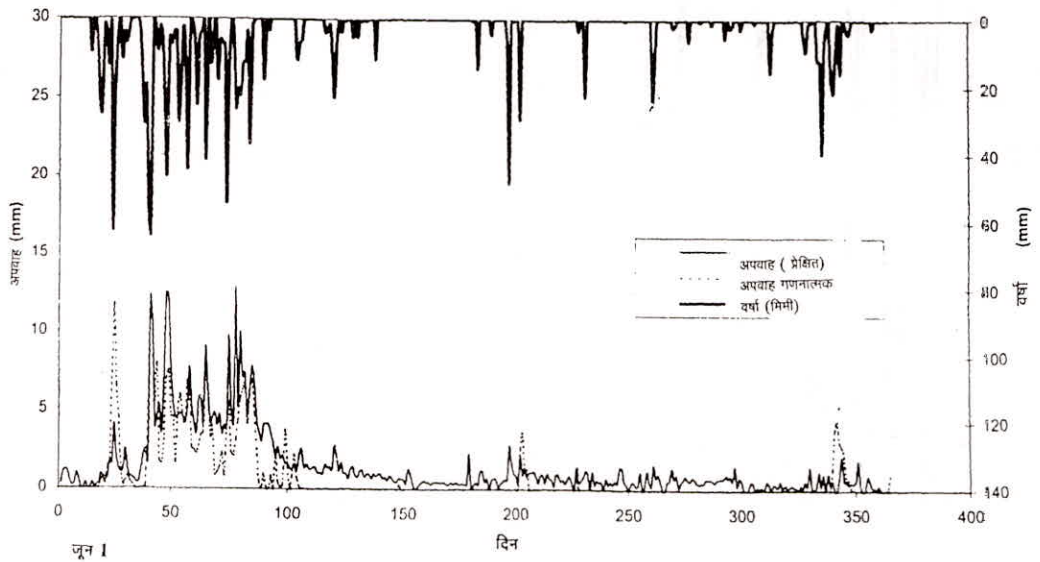
एस.सी.एस-सी.एन. पद्धति के उपयोग में प्राचल S या CN के संतोषजनक आंकलन की आवश्यकता होती है। इसके लिए निदर्श के प्रारंभिक मान  $CN (=CN_0)$  का अत्यधिक शुद्ध होना आवश्यक है। इसके बाद के दैनिक CN मान वाष्पन-वाष्पोत्सर्जन एवं पूर्वकालिक वर्षा के अनुसार नियमित बदलते हैं। हेमावती आंकड़ों की एक वर्ष अशांकन अवधि के लिए सारणी 3 में दिये गये प्रारंभिक



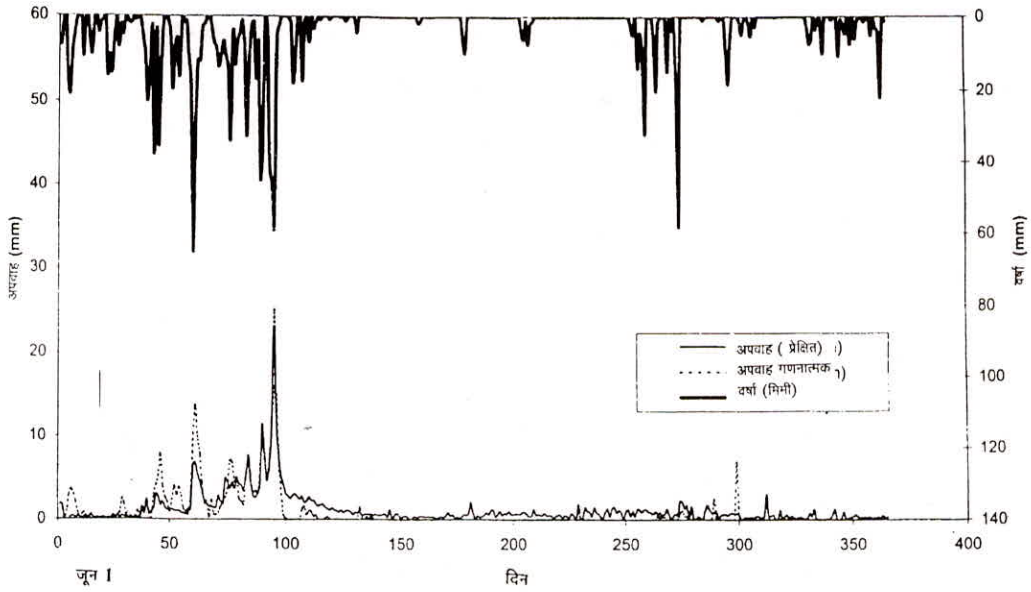
चित्र 3 : 1976-77 के हेमावती क्षेत्र के आंकड़ों का प्रयोग करते हुए एस.सी.एस.-सी. एन. पर आधारित जलविज्ञानी निदर्श का आशांकन।



चित्र 4 : 1978-79 के हेमावती क्षेत्र के आंकड़ों का प्रयोग करते हुए एस.सी.एस.-सी. एन. पर आधारित जलविज्ञानी निदर्श का मान्यकरण।



चित्र 5 : 1986-87 के रामगंगा क्षेत्र के आंकड़ों का प्रयोग करते हुए एस.सी.एस.-सी. एन. पर आधारित जलविज्ञानी निदर्श का मान्यकरण।



चित्र 6 : 1989-90 के रामगंगा क्षेत्र के आंकड़ों का प्रयोग करते हुए एस.सी.एस.-सी. एन. पर आधारित जलविज्ञानी निदर्श का आशांकन

CN मान के अनुसार CN में दैनिक परिवर्तन दर्शाया गया है। स्पष्टतः वर्ष के प्रारंभ में अर्थात् 1 जून को CN प्राचल शून्य के निकटवर्ती किसी मान की कल्पना करता है एवं वर्षा की मात्रा के साथ-साथ नियमित रूप से बढ़ता है जैसे ही वर्षा रूक जाती है एवं वाष्पन शुरू हो जाता है, CN का मान घटने लगता है वर्षा ऋतु में CN का मान 100 तक पहुंच जाता है एवं वर्षा ऋतु के अतिरिक्त शेष अवधि में यह मान शून्य के निकट पहुंच जाता है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि CN परिवर्तनीय है एवं इसके निर्धारण में पूर्वकालिक नमी का एक विशिष्ट स्थान है इसे मृदा के भौतिक व्यवहार के द्वारा भी समझा जा सकता है। जब मृदा संतृप्त होती है तब अन्तः स्यंदन की दर घट जाती है एवं परिणामी अपवाह की दर बढ़ जाती है।

#### 4.5 प्रारंभिक हानियों, अन्तःस्यंदन, वर्षाधिक्य एवं आधार प्रवाह का आंकलन :

प्रारंभिक हानियां अन्तःस्यंदन, वर्षाधिक्य एवं आधार प्रवाह किसी क्षेत्र में प्रेक्षित परिणामी जलालेख के आवश्यक घटक है। इनका आंकलन सम्पूर्ण वर्षा अपवाह प्रक्रम में उनके योगदान पर विचार करने के लिए महत्वपूर्ण है। हेमावती अनुप्रयोग में इन आंकलित घटकों को नमूने के तौर पर सारणी 4 में दर्शाया गया है इस अध्ययन में " $\lambda$ " का कल्पित मान 0.2 के बराबर लिये जाने के कारण प्रारंभिक हानियों का आंकलन 0.2S के समान लिया गया है। (समीकरण-3) यहां महत्वपूर्ण तथ्य यह है कि  $\lambda$  का मान प्रारंभिक हानियों एवं S के मान के आधार पर 0 से  $\infty$  तक परिवर्तित हो सकता है। (मिश्र एवं सिंह 1999 ब) उपरोक्त आंकलन की वार्षिक एवं मौसमी संख्यिकी सारिणी 5 एवं 6 में दर्शायी गयी है। प्रारंभिक हानियों की गणना निम्न प्रकार की गयी है यदि वर्षा का मान प्रारंभिक हानियों ( $=0.2S$ ) के मान के बराबर होती है। इसके विपरीत

सारणी 4 : हेमावती आंकड़ा (जुलाई 1 से अक्टूबर 31 तक) के उपयोग करते हुये  
जलविज्ञानीय अनुकरण की व्यापक गणना।

दिन	वर्षा (मिमी)	वाष्पन- वाष्पोत्सर्जन (मिमी)	CN	प्रारंभिक हानियाँ (मिमी)	अन्तःस्थयंदन ( मि.मी)	अतिरिक्त वर्षा (मि.मी.)	आधार प्रवाह (मिमी)	अपवाह (मिमी)	अपवाह (प्रेक्षित)(मिमी)
31	2.19	3.84	64.80	2.19	0	0	0	0.01	2.12
32	12.22	3.28	80.64	0.66	0.02	0	0	0	2.35
33	20.28	4.56	90.19	0.91	9.62	5.14	0.02	0.73	1.45
34	5.94	2.56	95.32	0.51	2.7	0.75	6.43	7.76	1.93
35	23.86	0.96	97.66	0.19	4.79	17.85	1.81	5.32	3.8
36	10.43	0.72	99.09	0.14	1.9	8.06	3.2	9.32	5.33
37	12.33	3.36	99.59	0.67	0.96	11.16	1.27	8.34	4.44
38	16.44	2.96	99.31	0.59	1.58	14.5	0.64	9.3	5.3
39	15.94	2.96	99.30	0.59	1.62	13.96	1.06	11.25	5.26
40	55.67	2.80	99.29	0.56	1.76	53.55	1.08	17.75	9.82
41	49.02	0.72	99.32	0.11	1.68	47	1.18	27.09	14.44
42	31.33	2.40	99.68	0.48	0.8	30.37	1.12	30.54	15.75
43	27.39	4.16	99.50	0.83	1.21	25.92	0.53	29.6	10.34
44	14.07	3.68	99.16	0.74	1.87	11.77	0.81	27.07	9.55
45	24.52	2.88	99.12	0.58	2.05	22.02	1.25	24.93	10.84
46	21.63	1.44	99.25	0.29	1.75	19.49	1.37	24.25	11.06
47	33.95	3.20	99.53	0.64	1.15	32.56	1.17	24.92	16.3
48	67.28	3.20	99.33	0.64	1.68	65.25	0.77	31.43	22.97
49	101.02	3.84	99.27	0.77	1.84	98.8	1.12	45.91	49.32
50	20.52	2.56	99.14	0.51	1.98	18.1	1.23	49.78	34.96
51	30.60	3.04	99.31	0.61	1.67	28.58	1.32	42.94	24
52	25.34	3.20	99.28	0.64	1.7	23.27	1.11	38.41	19.17
53	78.09	3.68	99.25	0.74	1.87	75.83	1.14	41.81	35.48
54	69.83	2.40	99.16	0.48	2.08	67.32	1.25	50.42	52.78
55	9.67	2.48	99.35	0.50	1.41	7.93	1.39	47.38	23.37
56	11.31	2.48	99.38	0.50	1.38	9.61	0.94	36.7	20
57	23.31	2.56	99.39	0.51	1.45	21.55	0.92	31.14	15.41
58	23.65	2.88	99.39	0.58	1.46	21.88	0.97	28.85	16.14
59	23.50	2.72	99.34	0.54	1.58	21.58	0.98	27.16	16.68
60	18.07	2.40	99.34	0.48	1.53	16.2	1.06	25.24	15.29
61	29.61	2.32	99.40	0.46	1.46	27.85	1.02	24.61	16.46
62	69.86	2.56	99.43	0.51	1.42	68.15	0.98	31.27	31.75
63	71.16	3.44	99.41	0.69	1.49	69.37	0.95	41.82	51.98
64	52.54	2.00	99.25	0.40	1.85	50.3	1	47.08	70.5
65	27.18	3.04	99.44	0.61	1.35	25.54	1.24	45.08	51.91
66	34.06	3.68	99.32	0.74	1.64	32.07	0.9	40.61	34.44
67	31.43	2.08	99.18	0.42	1.96	29.05	1.1	38.29	27.65
68	18.18	2.08	99.41	0.42	1.4	16.48	1.31	34.54	26.06
69	1.09	1.76	99.47	0.35	0.51	0.31	0.93	27.33	18.53
70	0.43	2.40	99.51	0.48	0.16	0.02	0.34	19.53	14.4
71	0.66	4.88	99.39	0.98	0.29	0.06	0.1	14.03	12.95
72	1.57	2.08	98.94	0.42	0.74	0.28	0.19	10.33	10.32
73	1.38	1.20	98.24	0.24	0.42	0.04	0.5	7.9	8.9
74	1.99	3.52	95.16	1.99	0	0	0.28	5.65	8.09
75	3.46	3.20	87.04	3.46	0	0	0	3.89	7.42
76	1.54	3.68	72.92	1.54	0	0	0	2.82	7.07
77	15.16	4.24	52.98	15.16	0	0	0	2.05	7.86
78	25.95	2.16	52.51	25.95	0	0	0	1.48	9.26
79	5.81	1.04	71.81	5.81	0	0	0	1.08	8.24
80	2.05	3.04	85.43	2.05	0	0	0	0.78	8.51
81	0.34	1.60	92.72	0.34	0	0	0	0.57	6.91
82	3.42	2.00	96.48	0.40	1.34	0.23	0	0.44	6.32
83	3.37	2.56	98.20	0.51	1.6	0.84	0.9	1.36	6.21
84	7.65	2.88	97.44	0.58	3.25	3.07	1.07	1.95	6.13
85	5.67	2.40	96.77	0.48	2.71	1.27	2.17	3.4	7.16
86	22.93	0.80	96.22	0.16	6.76	14.17	1.81	4.82	12.25



सारणी 4 क्रमशः

87	30.56	2.96	98.57	0.59	3.27	26.55	4.52	12.31	13.31
88	11.63	1.36	99.07	0.27	1.97	9.19	2.19	12.75	13.91
89	14.82	1.36	99.48	0.27	1.22	13.33	1.32	12.07	11.43
90	15.62	2.08	99.61	0.42	0.92	14.5	0.82	12.44	11.95
91	18.46	3.04	99.53	0.61	1.11	17.11	0.62	13.39	11.88
92	26.53	2.56	99.35	0.51	1.56	24.64	0.74	15.74	12.83
93	28.83	2.72	99.38	0.54	1.51	27	1.04	19.02	16.72
94	44.97	2.80	99.36	0.56	1.58	43.06	1.01	23.67	19.53
95	41.02	1.52	99.34	0.30	1.62	39.07	1.06	28.78	23.93
96	43.46	2.40	99.55	0.48	1.12	42.11	1.08	32.34	27.84
97	56.96	2.00	99.46	0.40	1.33	55.35	0.75	36.81	32.33
98	29.36	2.00	99.51	0.40	1.21	27.9	0.89	38.49	36.06
99	14.78	3.20	99.52	0.64	1.13	13.4	0.81	33.74	24.05
100	0.00	3.52	99.32	0.00	0	0	0.76	26.48	16.33
101	0.00	1.92	99.12	0.00	0	0	0	18.65	13.02
102	0.00	2.96	99.30	0.00	0	0	0	13.52	10.73
103	0.00	3.28	99.20	0.00	0	0	0	9.8	9.27
104	1.66	2.80	97.94	0.56	0.54	0.06	0	7.12	8.12
105	12.79	2.08	93.29	0.42	6.09	3.04	0.36	5.94	8.76
106	4.63	2.24	93.26	0.45	0.91	0.05	4.07	8.55	8.7
107	5.21	2.40	92.61	0.48	1.09	0.06	0.61	3.87	8.31
108	2.87	3.04	91.92	2.87	0	0	0.73	3.1	8.67
109	4.66	3.20	90.92	4.66	0	0	0	1.72	8.06
110	0.42	2.88	95.39	0.42	0	0	0	1.25	7.23
111	4.25	2.96	94.37	0.59	1.13	0.09	0	0.92	6.55

सारणी 5 : हेमावती अनुकरण अध्ययन की वार्षिक सांख्यिकीय

	वर्ष	वर्षा (मिमी)	वाष्पन- वाष्पोत्सर्जन (मिमी)	प्रारंभिक हानियाँ (मिमी)	अन्तःस्यंदन (मिमी)	अतिरिक्त वर्षा (मिमी)	आधार प्रवाह (मिमी)	अपवाह (मिमी)	अपवाह (प्रेक्षित) (मिमी)	अपवाह मैट्रिटियों (प्रतिशत में)
आंशिक	1974-75	2938	999	783	270	1885	181	2066	2553	19.08
	1975-76	2651	1082	1039	123	1489	82	1572	1718	8.53
	1976-77	2704	1088	549	217	1772	145	1917	1895	-1.15
मान्यकरण	1977-78	2942	994	653	169	2121	113	2234	2937	23.93
	1978-79	3064	967	969	173	1923	116	2039	2062	1.13

सारणी 6 : हेमावती अनुकरण अध्ययन की मानसून मौसम की सांख्यिकीय (जून 1 से अक्टूबर 31)

	वर्ष	वर्षा (मिमी)	वाष्पन- वाष्पोत्सर्जन (मिमी)	प्रारंभिक हानियाँ (मिमी)	अन्तःस्यंदन (मि.मी)	अतिरिक्त वर्षा (मि.मी.)	आधार प्रवाह (मिमी)	अपवाह (मिमी)	अपवाह (प्रेक्षित) (मिमी)	अपवाह में त्रुटियाँ (प्रतिशत में)
आंशिक	1974-75	2744	332	589	270	1885	181	2066	2315	10.78
	1975-76	2196	452	584	123	1489	82	1572	1502	-4.62
	1976-77	2303	382	148	217	1772	145	1913	1700	-12.48
मान्यकरण	1977-78	2727	315	438	169	2121	113	2234	2744	18.59
	1978-79	2628	412	532	173	1923	116	2038	1948	-4.65

यदि वर्षा का मान प्रारंभिक हानियों के मान से कम होता है तब वास्तविक प्रारंभिक हानियों का मान वर्षा के मान के बराबर होता है। सारिणी 5 से स्पष्ट है कि प्रारंभिक हानियों की मात्रा वर्षा की कुल मात्रा की तुलना में अर्थपूर्ण है। अन्तःस्यंदन की मात्रा कुल आंकलित अपवाह का लगभग 8-13 प्रतिशत है। अन्तःस्यंदन एवं आधार प्रवाह मानों का अन्तर वाष्पन की आवश्यकता को पूर्ण करता है। वाष्पन वाष्पोत्सर्जन की मात्रा कुल आंकलित अपवाह के 45 प्रतिशत से 69 प्रतिशत के मध्य है अशांकन एवं मान्यकरण में संबंधित अशुद्धियों - 1.13 प्रतिशत से 23.93 प्रतिशत है। सारिणी 6 से स्पष्ट है कि वर्षा की कुल वार्षिक मात्रा (सारिणी-5) की तुलना में अधिकांश वर्षा मानसून ऋतु में होती है। यद्यपि मानसून ऋतु में प्रारंभिक हानियां वार्षिक वाष्पन वाष्पोत्सर्जन की तुलना में काफी कम होती है यह ध्यान देने योग्य है कि अन्तःस्यंदन वर्षाधिक्य आधार प्रवाह एवं अपवाह के आंकलित मान उनके वार्षिक मानों के अनुरूप है। ऐसा इसलिए है क्योंकि ग्रीष्म ऋतु में अत्यधिक वाष्पन-वाष्पोत्सर्जन के कारण S का मान वर्षा मान से काफी अधिक होता है। फलतः अपवाह शून्य हो जाता है। यह इस बात से भी स्पष्ट सिद्ध होता है कि वार्षिक (सारिणी-5) एवं वर्षा ऋतु सारिणी 6 के अपवाह मान वास्तव में एक दूसरे के काफी निकट है। आंकलित एवं प्रेक्षित अपवाह के मध्य संबंधित अशुद्धियों के मान -4.62 प्रतिशत से 18.59 प्रतिशत तक परिवर्तित होते हैं जो कि वास्तव में काफी कम है।

#### 5. उपसंहार :

इस प्रपत्र में लोकप्रिय एस.सी.एस.-सी.एन. पर आधारित एक दिर्घकालिक जलविज्ञानीय निदर्श को प्रस्तावित कर उसका प्रयोग क्रमशः 5 वर्ष एवं 7 वर्ष के हेमावती एवं रामगंगा आवाह क्षेत्रों के दैनिक आंकड़ों पर किया गया है हेमावती बेसिन पर अशांकन एवं मान्यकरण में क्षमताओं के परिणाम क्रमशः 75.31 प्रतिशत व 82.03 प्रतिशत रहे। आंकड़ों की गुणवत्ता में कमी होने के कारण रामगंगा के परिणाम हेमावती की तुलना में कम श्रेष्ठ पाये गये। अशांकन एवं मान्यकरण आंकड़ा समूहों को उलट कर निदर्श प्राचलों की स्थिरता का अन्वेषण किया गया एवं आंकड़ों की अवधि के अनुसार प्राचलों की स्थिरता में एक अर्थपूर्ण परिवर्तन देखा गया। इसके साथ-साथ CN मान वर्षा ऋतु में 100 के निकट एवं वर्षा के शेष समय में शून्य के निकट पाये गये हैं। आंकलित वार्षिक अपवाह के मान में -1.13 से 23.93 एवं मौसमी अपवाह के मान में -4.62 प्रतिशत से 18.59 परिवर्तन पाया गया, जो कि वास्तव में निदर्श के संतोषजनक परिणामों को दर्शाते हैं।

#### संदर्भ :

- (1) हुबर, डब्ल्यू.सी ; जे.पी. हेनेय, बी.पी. बेडिन्ट एण्ड जे.पी. बेन्डर (1976) इ "इन्टरवारोन्मेटल रीसोर्सेस मेनेजमेन्ट स्टुडिस इन दि फिस्लिम्मि रिवर बेसिन" रोपोर्ट नम्बर इ एन वी 05-76-3 डीर्पाटमेन्ट ऑफ इन्वारोमेन्टर इंजीनियरिंग साईन्स, यूनिवर्सिटी ऑफ फ्लोरोरिडा, गेनेस्विल, फ्ला, मई
- (2) नाइजल, डब्ल्यू, जी (1980) सी आर इ ए एम एस, "ए फिल्ड स्केल मॉडल फॉर केमिकल्स, रनआफ एण्ड इरोजन फ्राम एग्रीकल्चरल मेनेजमेंट सिस्टमस", कन्जरवेसन रिपोर्ट नम्बर 26 यू स डी ए एग्रीकल्चर रिसर्च सर्विस, वांशिगटन डी सी

- (3) मिश्र, एस.के. (1998) ओपीरेसन ऑफ मल्टी परपोस रिजवायर", यूनिवर्सिटी पब्लिकेशन पी एच डी थीसेस, यूनिवर्सिटी ऑफ रुड़की, रुड़की 247667 यू.पी. (इंडिया)
- (4) मिश्र, एस.के. एण्ड वी.पी. सिंह (1999b), "फन्कसनल बीहेवीयर ऑफ एस.सी.एस.-सी.एन. मैथड इन C-Ia स्पेक्ट्रम" एक्सेपटेड इन इन्टरनेशनल कान्फेंस ऑन वाटर, इन्वॉरोन्मेन्ट, इकोलॉजी, सोसियो-इकोनोमिक्स एण्ड हैल्थ इंजीनियरिंग, स्योल नेशनल यूनिवर्सिटी, कोरिया, अक्टूबर 18-21-1999
- (5) मिश्र, एस.के., एन.के. गोयल, एस.एम. सेठ एण्ड डी.के. श्रीवास्तव (1998), "एन.एस.सी. एस.-सी.एन. बेसड लॉग टर्म डेली फ्लो सिमलेशन माडल फार ए हिली केचमेन्ट" इन्टरनेशनल सिम्पोजियम हाइड्रोलॉजी ऑफ अनगेजड स्टीम इन हिली रीजनस फार रूलर हाइड्रोपॉवर डब्लपमेन्ट, न्यू देहली, मार्च 9-10
- (6) नेश, जे.ई. एण्ड जे.वी. स्टक्लिफ (1970), "रीवर फ्लो फार कास्टिंग थ्रो कॉन्सेप्चुअर मॉडल्स" पार्ट-I ए डिस्कसनस् ऑफ प्रिंसिपल्स जनरल ऑफ हाइड्रोलॉजी वाल्यूम 10, पी.पी. 282-290
- (7) पोन्व, वी.एम. (1989) "इंजीनियरिंग हाइड्रोलॉजी : प्रिंसिपल्स एण्ड प्रेक्टिस" प्रिंसिपल हाल, इंगलीवुड क्लिप्स, न्यू जर्सी
- (8) पोन्व, वी.एम. एण्ड आर.एच. हाकिन्स (1996) "रन आफ कर्ब नम्बर : हैज इट रीचड मेचुरीटी ?" जर्नल आफ हाइड्रोलॉजिक इंजीनियरिंग, ए.एस.सी.ई., वाल्यूम-1 नवम्बर 1 पी.पी. 11-19
- (9) रिलिसन, आर.ई. एण्ड एन. मिलर (1982) "पास्ट प्रिजेन्ट एण्ड फ्यूचर एस.सी.एस.रन. आफ प्रोसीजर इन वी.पी. सिंह एडिट रेनफाल रन आफ रिलेशनशिप" वाटर रिसोर्सिज पब्लिकेशन लेटलीटोन, कोलो, 80161
- (10) सोनी, बी. एण्ड जी.सी. मिश्रा (1985) "स्वाइल वाटर एकाऊन्टिंग यूजिंग एस.सी.एस. हाइड्रोलॉजिक स्वाइल क्लासिफिकेशन" केश स्टूडी, नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ हाइड्रोलॉजी, रुड़की (इंडिया)
- (11) विलियमस, जे.आर.एण्ड वी. लेसूर (1976) "वाटर ईल्ड माण्डल यूजिंग एस.सी.एस. कर्व नम्बर" जर्नल ऑफ हाइड्रोलॉजिक इंजीनियरिंग, 102 (एच.वाई.9), 1241 से 1253

