

## कृषि भूखंड से एकत्रित आंकड़ों की सहायता से मृदा संरक्षण सेवा-वक्र संख्या (SCS-CN) पद्धति का मूल्यांकन

सुरेन्द्र कुमार मिश्रा<sup>1</sup>, पुष्पेंद्र कुमार अग्रवाल<sup>2</sup>, आशीष पाण्डेय<sup>1</sup>, मोहनलाल<sup>1</sup>, आरें पी पाण्डेय<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, रुड़की, <sup>2</sup>राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की

### सारांश

राष्ट्रीय अभियांत्रिकी पुस्तिका (NEH-4) मृदा संरक्षण सेवा-वक्र संख्या (SCS-CN) पद्धति, जिसे प्राकृतिक संसाधन संरक्षण सेवा-वक्र संख्या (NRCS-CN) पद्धति के नाम से भी जाना जाता है, किसी दिये गए वर्षा घटक के लिए प्रत्यक्ष सतही अपवाह की मात्रा को ज्ञात करने के लिए उपलब्ध लोकप्रिय पद्धतियों में से एक है। प्रस्तुत अध्ययन में, अमेरिका के जलविभाजकों के लिए उपलब्ध वृहत् P-Q आंकड़ा समूह के आधार पर, अगस्त 2012 से मार्च 2015 के मध्य, भारत के 27 कृषि भूखंडों में हुई प्राकृतिक वर्षा वृष्टि के आंकड़ों की सहायता से विकसित किए गए मृदा संरक्षण सेवा (वर्तमान में प्राकृतिक संसाधन संरक्षण सेवा)-वक्र संख्या (NRCS-CN) की क्षमता का मूल्यांकन किया गया है। तथा परिणामों की तुलना राष्ट्रीय अभियांत्रिकी पुस्तिका (NEH-4) सारणी के साथ की गई। यह पाया गया है कि राष्ट्रीय अभियांत्रिकी पुस्तिका (NEH-4) सारणी से आंकलित वक्र संख्या के मान, प्रेक्षित P-Q आंकड़ा समूह की सहायता से व्युत्क्रमित मानों से भिन्न हैं। परिणामतः, राष्ट्रीय अभियांत्रिकी पुस्तिका (NEH-4) सारणी वक्र संख्या के प्रयोग द्वारा प्राप्त अपवाह मान, 22 भूखंडों के आंकड़ों से प्राप्त अपवाह मानों की तुलना में निकृष्ट पाए गए। तथापि, उच्च वक्र संख्या मानों के लिए कुछ बेहतर परिणाम प्राप्त हुए, जिससे यह निष्कर्ष प्राप्त होता है कि वर्तमान मृदा संरक्षण सेवा-वक्र संख्या (SCS-CN) पद्धति से उच्च वर्षा-अपवाह या वक्र संख्या मानों के लिए श्रेष्ठ परिणाम प्राप्त होते हैं।

**Abstract:** The National Engineering Handbook (NEH-4) Soil Conservation Service-Curve Number (SCS-CN) method also known as Natural Resource Conservation Service Curve Number (NRCS-CN) method is one of the most popular methods for computing the volume of direct surface runoff for a given rainfall event. In this study, the performance of NRCS-CN method developed based on a large P-Q dataset of US watersheds is evaluated using a large number of natural storm events data (observed during August 2012 – March 2015) from 27 agricultural plots in India. On the whole, the CN estimates from NEH-4 tables do not match those derived from observed P-Q dataset. As a result, the runoff prediction using former CNs was poor for the data of 22 (out of 24) plots. However, match was little better for higher CN values, consistent with the general notion that the existing SCS-CN method performs better for high rainfall-runoff (or CN) events. The plot-data optimization yielded initial abstraction ratio ( $\lambda$  or  $I_a/S$ , where  $I_a$  is the initial abstraction and  $S$  is the potential maximum retention) values ranging from 0 to 0.659 for ordered dataset and 0 to 0.208 for natural dataset (with 0 as the most frequent value). Most  $\lambda$ -values (out of 27, 26 for natural and 21 for ordered P-Q datasets) were less than the traditionally assumed  $\lambda = 0.2$  value. Mean and median  $\lambda$  values were, respectively, 0.030 and 0 for natural P-Q dataset, and 0.108 and 0 for ordered P-Q dataset. In addition,  $I_a$  was not linearly related with  $S$ .

**Keywords:** Initial abstraction ratio; Agricultural plot; NEH-4 tables; NRCS.

## प्रस्तावना

राष्ट्रीय अभियांत्रिकी पुस्तिका (NEH-4) मृदा संरक्षण सेवा-वक्र संख्या (SCS-CN) पद्धति जिसे प्राकृतिक संसाधन संरक्षण सेवा-वक्र संख्या (NRCS-CN) पद्धति के नाम से भी जाना जाता है, किसी दिये गए वर्षा घटक के लिए लघु कृषि जलविभाजक हेतु प्रत्यक्ष सतही अपवाह की मात्रा को ज्ञात करने के लिए उपलब्ध लोकप्रिय पद्धतियों में से एक है। इस पद्धति की लोकप्रियता के मुख्य कारण (i) इसकी सरलता एवं (ii) अपवाह ज्ञात करने हेतु केवल दो प्राचलों (प्रारम्भिक प्रथक्कीकरण अनुपात (( $\lambda$ ) एवं संभाव्य अधिकतम अवरोधन (S)) का अंतर्वेश किया जाना है।

मापन सुविधाविहीन जलविभाजकों के लिए वक्र संख्या को, जलविभाजक की जलविज्ञानीय विशिष्टताओं(कोलन) उदाहरणतः जलविज्ञानीय मृदा समूह, भूमि उपयोग एवं भूमि स्थिति, एवं आद्रता स्थितियों (AMC) के प्रयोग द्वारा, प्रचलित राष्ट्रीय अभियांत्रिकी पुस्तिका (NEH-4) सारणी की सहायता से व्युत्क्रमित किया गया है। आनुभाषिक प्रमाण दर्शाते हैं कि, राष्ट्रीय अभियांत्रिकी पुस्तिका (NEH-4) सारणी के प्रयोग द्वारा प्राप्त वक्र संख्या मान, जलविज्ञानीय तंत्र को सामान्यतः अति-अभिकल्पित करते हैं अतः प्रेक्षित वर्षा-अपवाह आंकड़ों पर आधारित वक्र संख्या मानों के प्रयोग हेतु संस्तुति की गई है। प्रेक्षित P-Q आंकड़ा समूह के लिए, वक्र संख्या मानों को ज्ञात करने हेतु उपलब्ध अनुसंधान में अनेकों विधियाँ दर्शाई गई हैं। परंतु इन उपलब्ध विधियों में, प्रेक्षित वर्षा-अपवाह आंकड़ों से वक्र संख्या मानों को ज्ञात करने के लिए कोई सहमति प्रक्रिया नहीं है क्योंकि प्रत्येक विधि स्वयं में श्रेष्ठतम है।

किसी जलविभाजक हेतु वर्षा-अपवाह आंकलन के लिए प्रारम्भिक पृथक्कीकरण अनुपात (( $\lambda$ ) का वास्तविक मापन किया जाना अतिआवश्यक है क्योंकि यह वर्षा-अपवाह आंकलन में प्रयोग किए जाने वाले महत्वपूर्ण प्राचलों में से एक है। प्रारम्भिक पृथक्कीकरण अनुपात (( $\lambda$ ) मुख्यतः जलविभाजक की क्षेत्रीय स्थिति पर आधारित है इसके अतिरिक्त इसके आंकलन में, वर्षा वृष्टि के आरंभ में होने वाले अवरोधन, अंतःस्यंदन एवं सतही अवसादन भी सम्मिलित होते हैं। यह पाया गया है कि प्रारम्भिक प्रथक्कीकरण अनुपात (( $\lambda$ ) का मान अलग-2 जलविभाजकों एवं अलग-2 वर्षा घटकों के लिए परिवर्तनीय है। प्राप्त परिणामों के आधार पर यह पाया गया है कि विश्व के अधिकांश भागों में उपलब्ध जलविभाजकों हेतु प्रत्यक्ष सतही अपवाह की मात्रा को ज्ञात करने के लिए प्रारम्भिक पृथक्कीकरण अनुपात (( $\lambda$ ) का मान 0.5 या 0.5 से कम स्वीकार्य है। इसके अतिरिक्त  $I_a$  एवं S के मध्य एक अरेखीय संबंध की भी संस्तुति भी की गई है।

## मृदा संरक्षण सेवा-वक्र संख्या (SCS-CN) पद्धति

मृदा संरक्षण सेवा-वक्र संख्या (SCS-CN) पद्धति में निम्न समीकरण सम्मिलित हैं:

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P + S - I_a)} \quad P(>) I_a \text{ के लिए; अन्यथा } Q = 0 \quad (1)$$

तथा

$$I_a = \lambda S \quad (2)$$

जहां:

Q = प्रत्यक्ष सतही अपवाह (मि.मी.)

P = वर्षा (मि.मी.)

$I_a$  = प्रारम्भिक प्रथक्कीकरण (मि.मी.)

S = संभाव्य अधिकतम अवरोधन (मि.मी.)

$\lambda$  = प्रारम्भिक प्रथक्कीकरण अनुपात



S एवं CN का मान प्रेक्षित P&Q आंकड़ा समूह के आधार पर निम्न समीकरण द्वारा ज्ञात किया जा सकता है। निम्न समीकरण के अनुसार S का मान  $0 \leq S \leq \infty$  तथा CN की उपयुक्त सीमा  $0 \leq CN \leq 100$  के मध्य परिवर्तनीय हो सकती है।

$$S = \frac{\{2\lambda P + (1-\lambda)Q\} - \sqrt{\{2\lambda P + (1-\lambda)Q\}^2 - 4(\lambda P)^2 + 4\lambda^2 QP}}{2\lambda^2} \quad (3)$$

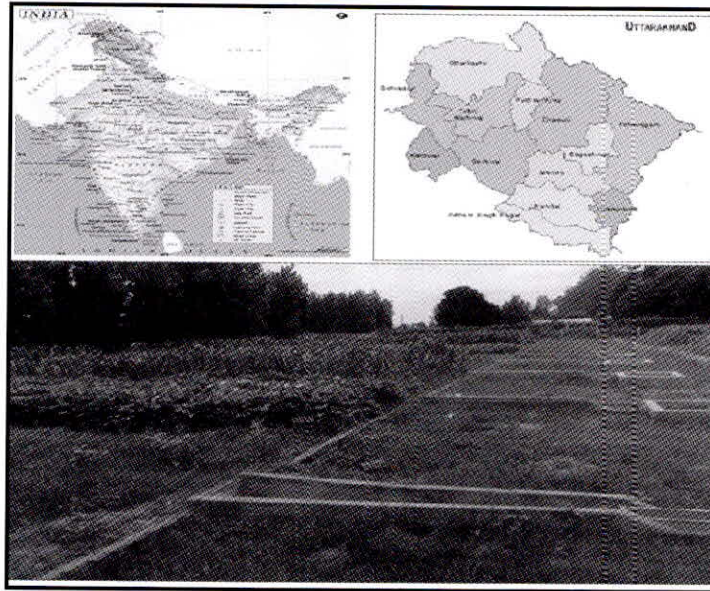
$$CN = \frac{25400}{(S + 254)} \quad (4)$$

### भूखंड चयन एवं विवरण

प्रस्तुत अध्ययन  $29^{\circ}50'09''$  उत्तरी अक्षांश एवं  $77^{\circ}55'21''$  पूर्वी देशांतर पर उत्तराखंड के रुड़की शहर में प्रेक्षण हेतु स्थापित एक भूखंड में किया गया (चित्र-1)। यह क्षेत्र गंगा नदी की सहायक नदी सोलानी नदी के जलविभाजक के अंतर्गत आता है। स्थापित भूखंड समुद्र तल से 266 मीटर की ऊंचाई पर स्थित है। यहाँ मुख्यतः ग्रीष्म, वर्षा एवं शरद तीन ऋतुएँ पाई जाती हैं। क्षेत्र का अधिकतम एवं न्यूनतम तापमान क्रमशः  $45^{\circ}\text{C}$  एवं  $2.5^{\circ}\text{C}$  तक पाया जाता है। इस क्षेत्र में होने वाली वर्षा क्रमशः 1120 से 1150 मिमी के मध्य परिवर्तनीय है, जो सामान्यतः मध्य जून से मध्य सितंबर के मध्य प्राप्त होती है। क्षेत्र में औसत वार्षिक संभाव्य वाष्पन-वाष्पोत्सर्जन 1340 मिमी तक पाया जाता है। इस क्षेत्र में आर्द्रता का मान 30% से 99% के मध्य परिवर्तनीय पाया जाता है।

### प्रेक्षण स्थल स्थापना एवं आंकड़ों का एकत्रीकरण

चयनित कृषि क्षेत्र को प्रेक्षण कार्य हेतु 22 मीटर लंबे एवं 5 मीटर चौड़े भूखंडों में विभाजित किया गया। वर्षा एवं अपवाह के प्रबोधन के लिए चार विभिन्न भूमि-उपयोगों जैसे, गन्ना, मक्का, काला चना, एवं परती भूमि के लिए भूखंडों का चयन किया गया। प्रत्येक भूमि उपयोग हेतु भूखंडों का निर्माण तीन विभिन्न ढालों (5%, 3% एवं 1%) के लिए किया गया। अगस्त 2012 से मार्च 2015 तक के तीन वर्षों के लिए प्रेक्षण कार्य किए गए, जिनके अंतर्गत विभिन्न ढालों, भूमि उपयोगों एवं जलीय मृदा समूह (HSG) के लिए 27 प्रेक्षण भूखंडों हेतु वर्षा एवं अपवाह का प्रबोधन किया गया।



चित्र-1: उत्तराखंड में रुड़की के निकट स्थापित प्रेक्षण भूखंडों का विन्यास

प्रत्येक भूखंड से जनित अपवाह को 3 मीटर लंबी वाहिका की सहायता से भूखंड के निकास पर निर्मित 1 मीटर ग 1 मीटर ग 1 मीटर आकार के टैंकों में एकत्रित किया गया। इस चैंबर को 5 छिद्रों वाले बहु-छिद्रीय विभाजक द्वारा अवरोधित किया गया। इन टैंकों में एकत्रित प्रवाह के आयतन की विगत 24 घंटों के दौरान होने वाले एकल वर्षा वृष्टि घटक के लिए 5 लब्धि भूखंड अपवाह से गुना की गई। अध्ययन स्थल पर स्थापित उल्टी बाल्टी वर्षामापी एवं सामान्य वर्षामापी की सहायता से भूखंड में होने वाले अवक्षेपण की गणना की गई। HSG के चयन हेतु द्विरिंग अंतःस्यंदनमापी के प्रयोग द्वारा प्रत्येक भूखंड के लिए अंतःस्यंदन परीक्षण किए गए। विभिन्न भूखंडों के लिए न्यूनतम अंतःस्यंदन क्षमता एवं उनके सापेक्ष HSG के मानों को सारणी -1 में दर्शाया गया है।

### वक्र संख्या आंकलन

#### NEH-4 सारणी वक्र संख्या:

किसी भूखंड के लिए CN मानों को  $CH_{HT}$  के रूप में निर्दिष्ट किया गया है। भूमि-उपयोग, मृदा प्रकार एवं वनस्पति के आधार पर सभी भूखंडों के लिए NEH-4 सारणी की सहायता से प्रतिनिधित्व AMC-II-CN (या  $CN_2$ ) के मानों को व्युत्क्रमित किया गया (सारणी-1)।

#### P-Q आंकड़ों पर आधारित वक्र संख्या:

निम्न समीकरण (5) के प्रयोग द्वारा पेक्षित वर्षा (P) एवं अपवाह आंकड़ों (Q) के लिए प्रारम्भिक पृथक्कीकरण अनुपात ( $\lambda$ ) का मान 0.2 मानते हुए प्राचल S का मान ज्ञात किया गया। भूखंड के लिए प्राप्त CN के मान प्राकृतिक एवं क्रमिक आंकड़ा समूहों को क्रमशः  $CN_{LSn}$  एवं  $CN_{LS0}$  के रूप में निर्दिष्ट किया गया है।

$$\sum_i^n (Q_i - Q_{ci})^2 = \sum \left\{ Q_i - \left[ \frac{(P - \lambda S)^2}{(P + (1 - \lambda)S)} \right] \right\}^2 \Rightarrow \text{Minimum} \quad (5)$$

इसके पश्चात ( $\lambda$ ) मानों को व्युत्क्रमित करने के लिए S एवं ( को उपरोक्तानुसार इष्टतमीकृत किया गया। इसके लिए वर्षा-अपवाह घटकों के कम से कम 10 प्रेक्षणों की उपलब्धता वाले घटकों का उपयोग किया गया।  $CN$  ( $CN_{HT}$ ,  $CN_{LSn}$ ,  $CN_{LS0}$ ) मानों को AMC-II स्थिति के लिए माना गया है। आद्र (AMC-III) एवं शुष्क (AMC-I) स्थितियों के लिए CN के मान क्रमशः समीकरण 6 एवं 7 के द्वारा प्राप्त किए गए।

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.427 + 0.00573 CN_{II}} \quad (6)$$

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{2.281 - 0.01381 CN_{II}} \quad (7)$$



अपवाह के मान को ज्ञात करने हेतु प्रयुक्त किसी ज्ञात वर्षा घटक के लिए AMC के निर्धारण हेतु 5 दिवसीय पूर्वगामी वर्ष (5) का प्रयोग निम्न प्रकार किया गया।

AMC-I: यदि प्रगतिशील ऋतु में  $P_5 (<) 35.56$  मिमी या निष्क्रिय ऋतु में  $P_5 (<) 12.7$  मिमी;

AMC-II: यदि प्रगतिशील ऋतु में  $35.56 \leq P_5 \leq 53.34$  मिमी या निष्क्रिय ऋतु में  $12.70 \leq P_5 \leq 27.94$  मिमी; एवं

AMC-III: यदि प्रगतिशील ऋतु में  $P_5 (>) 53.34$  मिमी या निष्क्रिय ऋतु में  $P_5 (>) 27.94$  मिमी।

सारणी -1: अपवाह क्षेत्र विशिष्टताएँ एवं LSM तथा NEH -4 सारणी के प्रयोग द्वारा व्युत्क्रमित CN मान

प्लॉट सं(आ/ताकार कोष्ठक (आयताकार कोष्ठक खुला) ज़ुला) (f)	भूमि उप(ग)	(छोटा है चिह्न)अ (ः)	अंतःसदन (धनु कोष्ठक (आयताकार कोष्ठक खुला) ज़ुला)मता (मिमी(एट द रेट)रंटा)	HSG	(बैक स्लेश)फगोच गर चि(आ/ताकार कोष्ठक (आ/ताकार कोष्ठक खुला) ज़ुला) (	NEH(ओर)4 सार.ी CN <sub>HT</sub>	LSM ( $\lambda=0.20$ )		LSM (इष्टतमीकृत 0)			
							प्राकृतिक CN <sub>LSn</sub>	क्रमिक CN <sub>LSo</sub>	प्राकृतिक आंकड़े CN <sub>LSDn</sub>	(	क्रमिक आंकड़े CN <sub>LSDo</sub>	(
1	गन्ना	5	7-36	B	15	81	79-93	81-01	70-79	0-0334	81-87	0-2276
2	गन्ना	3	8-77	A	15	72	80-09	81-41	77-00	0-1244	89-17	0-6590
3	गन्ना	1	6-51	B	15	81	81-51	82-75	70-30	0-0002	80-23	0-1267
4	परती	5	12-00	A	10	76	75-05	76-16	62-61	0-0204	80-74	0-3513
5	परती	3	6-00	B	10	85	75-52	76-99	59-91	0-000	66-61	0-0245
6	परती	1	10-00	A	10	76	70-87	71-94	60-86	0-0631	76-63	0-3174
7	मक्का	5	4-24	B	10	78	82-19	82-46	74-91	0-0314	76-17	0-0455
8	मक्का	3	5-52	B	10	78	80-24	80-39	80-49	0-2079	80-98	0-2192
9	मक्का	1	1-90	C	10	85	84-81	85-04	81-89	0-0999	83-60	0-1443
10	काला चना	5	15-22	A	10	66	82-06	82-83	79-07	0-1141	87-13	0-4213
11	काला चना	3	13-82	A	10	66	78-38	79-16	73-13	0-0879	79-09	0-1966
12	काला चना	1	5-66	B	10	77	78-95	80-01	69-93	0-0328	77-81	0-1412
13	गन्ना	5	32-00	A	13	67	74-49	74-74	56-94	0-0003	57-21	0-0000
14	गन्ना	3	10-00	A	13	67	78-5	79-72	64-47	0-0000	67-69	0-0000
15	गन्ना	1	15-00	A	13	67	76-05	77-10	61-23	0-0002	62-22	0-0000
16	मक्का	5	10-00	A	11	67	77-97	78-59	62-39	0-0000	64-06	0-0000
17	मक्का	3	35-00	A	11	67	75-49	75-94	58-13	0-0001	58-65	0-0001
18	मक्का	1	22-00	A	11	67	82-26	82-92	70-93	0-0000	75-77	0-0415
19	काला चना	5	21-50	A	11	58	64-73	67-47	38-72	0-0000	42-16	0-0000
20	काला चना	3	19-40	A	11	58	73-07	74-79	55-95	0-0000	56-11	0-0000
21	काला चना	1	18-50	A	11	58	77-88	78-96	61-92	0-0000	64-30	0-0000
22	परती	5	23-00	A	13	74	69-61	71-43	46-21	0-0000	51-12	0-0001

23	परती	3	8-00	A	11	74	68-90	72-23	45-80	0-0000	55-11	0-0001
24	परती	1	20-00	A	13	74	70-59	73-76	51-79	0-0000	54-66	0-0001
25	गन्ना	5	2-68	C	10	88	90-33	90-59	85-36	0-0000	85-97	0-0000
26	गन्ना	3	3-50	C	10	88	86-84	87-19	79-03	0-0000	79-88	0-0000
27	गन्ना	1	3-03	C	10	88	84-62	85-27	74-56	0-0000	76-17	0-0000
माध्य						73-44	77-83	78-92	65-72	0-0302	70-78	0-1080
मध्यम						74-00	78-38	79-16	64-47	0-0001	76-17	0-0001
मानक विचलन						9.12	5-85	5-27	11-93	0-0527	12-68	0-1665
अधिकतम						88-00	90-33	90-59	85-39	0-2079	89-17	0-6590
न्यूनतम						58-00	64-73	67-47	38-72	0-0000	42-16	0-0000
Skewness						0-00	(और)0-15	0-00	(और)0-41	2-0189	(और)0-51	1-8609

### निष्पादन मूल्यांकन के लिए मानदंड

निर्धारण नियतांक ( $R^2$ ), माध्य वर्गमूल त्रुटि (RMSE), नैश सुटिकल्पके क्षमता नियतांक (NSE)। एवं बाइयस (e) के आंकलन के निष्पादन मूल्यांकन के लिए चार मानदंडों का प्रयोग किया गया।

$$RMSE = \left( \frac{1}{n} \sum_i (Q_i - Q_{ci})^2 \right)^{1/2} \quad (8)$$

$$R^2 = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})(Q_{ci} - \bar{Q}_{ci})}{\left[ \sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2 \sum_{i=1}^n (Q_{ci} - \bar{Q}_{ci})^2 \right]^{0.5}} \right)^2 \quad (9)$$

$$NSE = \left( 1 - \frac{\sum_i (Q_i - Q_{ci})^2}{\sum_i (Q_i - \bar{Q})^2} \right) \quad (10)$$

$$e = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{ci} - Q_i)}{n} \quad (11)$$

जहां:

$Q_i$  = वृष्टि घटक (i) के लिए प्रेक्षित अपवाह (मिमी);

$Q_{ci}$  = वृष्टि घटक (i) के लिए अनुमानित अपवाह (मिमी);

$n$  = वृष्टि घटकों की कुल संख्या  
 $\bar{Q}$  = समस्त वृष्टि घटकों के लिए माध्य प्रेक्षित अपवाह

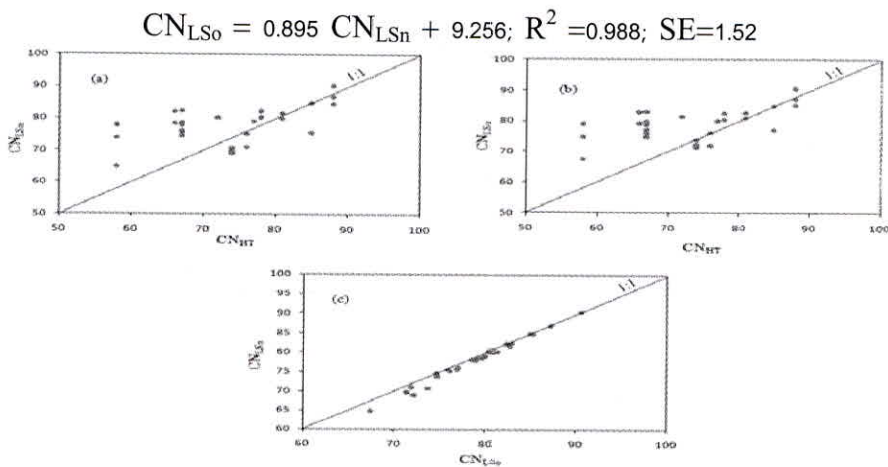
निर्धारण नियतांक ( $R^2$ ) का मान 0 से 1 की सीमा में प्राप्त होता है।  $R^2$  का 1 मान प्रेक्षित एवं अनुमानित मानों के मध्य श्रेष्ठ संबंध को दर्शाता है। नैश सुटिक्लफ्फे क्षमता नियतांक (NSE) का मान  $-\infty$  से 1 की सीमा में प्राप्त होता है। NSE का 1 मान प्रेक्षित एवं अनुमानित मानों के मध्य श्रेष्ठ संबंध को तथा इसका कम मान निकृष्ट संबंध को दर्शाता है। E का ऋणात्मक मान दर्शाता है कि माध्य प्रेक्षित मान अनुमानित मान से श्रेष्ठ है।

## परिणाम एवं व्याख्या

प्रस्तुत अध्ययन में प्रदर्शित वर्षा-अपवाह विश्लेषण, विभिन्न ढालों, भूमि उपयोगों एवं जलीय मृदा समूह (HSG) के भूखंडों के लिए प्रबोधित प्राकृतिक वर्षा-अपवाह घटकों पर आधारित है। अगस्त 2012 से मार्च 2015 के मध्य किए गए प्रेक्षण कार्य हेतु वर्षा वृष्टि के कुल 101 घटकों से 0.5 मिमी से 93.8 मिमी तक की परिवर्तनीय वर्षा प्राप्त हुई। जिनमें से अपवाह मापन हेतु 43 वर्षा वृष्टि घटकों से पर्याप्त वर्षा प्राप्त हुई।

## CN<sub>HT</sub>, CN<sub>LSn</sub> एवं CN<sub>LS0</sub> की तुलना

NEH-4 सारणी से प्राप्त CN (CN<sub>HT</sub>) मानों की तुलना, 27 भूखंडों पर किए गए प्रेक्षणों से प्राप्त प्रेक्षित एवं क्रमिक P-Q आंकड़ों से प्राप्त CN मानों के साथ की गई (सारणी -1)। प्राप्त CN<sub>HT</sub> मानों की सीमा 58 से 88 के मध्य पाई गई। प्राकृतिक आंकड़ा समूहों के लिए CN<sub>LSn</sub> के इष्टतम मान 64.73 से 90.33 के मध्य एवं क्रमिक आंकड़ा समूहों के लिए CN<sub>LS0</sub> के इष्टतम मान 67.47 से 90.59 के मध्य प्राप्त हुए। CN<sub>LSn</sub> एवं CN<sub>LS0</sub> दोनों के लिए प्राप्त मान CN<sub>HT</sub> की तुलना में अधिक पाये गए (सारणी -1)। चित्र 2c के अनुसार 27 भूखंडों में से 17 के लिए, CN<sub>HT</sub> एवं CN<sub>LSn</sub> की तुलना संभव नहीं है, क्योंकि CN<sub>LSn</sub> के मान CN<sub>HT</sub> से अधिक हैं। युग्मन के आधार पर CN<sub>HT</sub> एवं CN<sub>LSn</sub> की तुलना से दोनों के मध्य विशिष्ट अंतर (p)<(0.05) प्राप्त हुआ जो यह दर्शाता है की वर्तमान SCS-CN विधि उच्च वर्षा-अपवाह घटकों की तुलना में श्रेष्ठ निष्पादन करती है। चित्र 2b में दर्शाई गई CN<sub>HT</sub> एवं CN<sub>LS0</sub> की तुलना से भी समान परिणाम प्राप्त होते हैं। चित्र 2c से प्राप्त CN<sub>LS0</sub> के मान CN<sub>LSn</sub> की तुलना में उच्च पाये गए। प्राकृतिक आंकड़ा समूहों से प्राप्त CN मानों की तुलना क्रमिक आंकड़ा समूहों से करने पर CN मानों में 0.15 से 3.22 का अंतर प्राप्त हुआ। CN<sub>LS0</sub> एवं CN<sub>LSn</sub> के मध्य ग्राफ की प्रवृत्ति निम्न समीकरण को संतुष्ट करती है।



चित्र: 2: (a) CN<sub>LSn</sub> vs CN<sub>HT</sub>, (b) CN<sub>LS0</sub> vs CN<sub>HT</sub>, एवं (c) CN<sub>LSn</sub> vs CN<sub>LS0</sub> के लिए CN चित्र



सारणी-2 में 24 भूखंडों (1-24) के आंकड़ों के लिए CN ( $CN_{HT}$ ,  $CN_{LSn}$  एवं  $CN_{LS0}$ ) के समस्त तीन समूहों की शुद्धता परीक्षण के प्रयोग द्वारा निष्पादकता को दर्शाया गया है। 25-27 भूखंडों को  $P_5$  आंकड़ों की अनुपलब्धता के कारण तुलना में सम्मिलित नहीं किया गया है। परिणाम दर्शाते हैं कि  $CN_{LS0}$  का निर्माण सर्वश्रेष्ठ है। जबकि  $CN_{LSn}$  का निष्पादन  $CN_{HT}$  से श्रेष्ठ है। सारणी-2 से स्पष्ट है कि 24 में से 15 भूखंडों के लिए प्रेक्षित अपवाह का माध्य  $CN_{HT}$  की तुलना में श्रेष्ठ आंकलन प्रदान करता है। इसी प्रकार 24 में से 8 भूखंडों के लिए  $CN_{LSn}$  या  $CN_{LS0}$  की तुलना में प्रेक्षित अपवाह का माध्य श्रेष्ठ परिणाम प्रदान करता है।

सारणी -2:  $CN_{HT}$ ,  $CN_{LSn}$  and  $CN_{LS0}$  के प्रयोग द्वारा अपवाह आंकलन ले लिए निष्पादन मान

प्लॉट सं(आयताकार कोष्ठक खुला) .1												
	$CN_{HT}$	$R^2$	NSE	RMSE (मिमी)	$CN_{HT}$	$R^2$	NSE	RMSE (मिमी)	$CN_{HT}$	$R^2$	NSE	RMSE (मिमी)
1	81	0-543	0-451	8-631	79-93	0-514	0-387	9-123	81-01	0-543	0-452	8-625
2	72	0-154	(और)0-042	13-029	80-09	0-470	0-382	10-035	81-41	0-518	0-451	9-456
3	81	0-505	0-365	9-708	81-51	0-520	0-400	9-442	82-75	0-550	0-474	8-837
4	76	0-597	0-357	8-875	75-05	0-564	0-296	9-283	76-16	0-602	0-367	8-805
5	85	0-601	0-551	7-429	75-52	0-414	0-172	10-081	76-99	0-638	0-560	7-355
6	76	0-641	0-496	6-454	70-87	0-313	0-152	8-372	71-94	0-437	0-226	7-999
7	78	0-805	0-321	10-935	82-19	0-868	0-643	7-925	82-46	0-872	0-663	7-700
8	78	0-921	0-474	9-307	80-24	0-943	0-640	7-706	80-39	0-943	0-651	7-589
9	85	0-884	0-751	7-680	84-81	0-883	0-739	7-869	85-04	0-884	0-754	7-637
10	66	0-025	(और)0-264	16-483	82-06	0-759	0-573	9-578	82-83	0-766	0-622	9-040
11	66	0-013	(और)0-231	13-397	78-38	0-767	0-477	8-728	79-16	0-778	0-530	8-275
12	77	0-660	0-305	10-284	78-95	0-701	0-437	9-256	80-01	0-718	0-508	8-658
13	67	0-001	(और)1-296	8-240	74-49	0-141	(और)0-984	7-659	74-74	0-316	(और)0-577	6-829
14	67	0-092	(और)1-120	9-828	78-5	0-451	(और)0-181	7-336	79-72	0-481	(और)0-121	7-145
15	67	0-030	(और)1-157	8-710	76-05	0-274	(और)0-598	7-498	77-10	0-304	(और)0-557	7-401
16	67	0-056	(और)0-349	9-536	77-97	0-490	0-336	6-688	78-59	0-612	0-598	4-252
17	67	0-023	(और)0-504	8-204	75-49	0-313	(और)0-038	6-816	75-94	0-331	(और)0-019	6-754
18	67	0-134	(और)0-263	12-027	82-26	0-779	0-748	5-377	82-92	0-795	0-775	5-077
19	58	0-040	(और)1-376	5-484	64-73	0-000	(और)1-548	5-680	67-47	0-060	(और)1-356	5-461
20	58	0-001	(और)1-160	8-189	73-07	0-110	(और)0-813	7-503	74-79	0-165	(और)0-743	7-357
21	58	0-000	(और)0-752	10-503	77-88	0-310	(और)0-032	8-061	78-96	0-346	0-021	7-851
22	74	0-135	(और)2-033	6-990	69-61	0-047	(और)1-791	6-705	71-43	0-081	(और)1-848	6-773
23	74	0-290	(और)0-146	6-340	68-9	0-154	(और)0-224	6-553	72-23	0-177	(और)0-378	6-953
24	74	0-390	(और)0-305	5-879	70-59	0-315	(और)0-288	5-839	73-76	0-386	(और)0-386	5-860

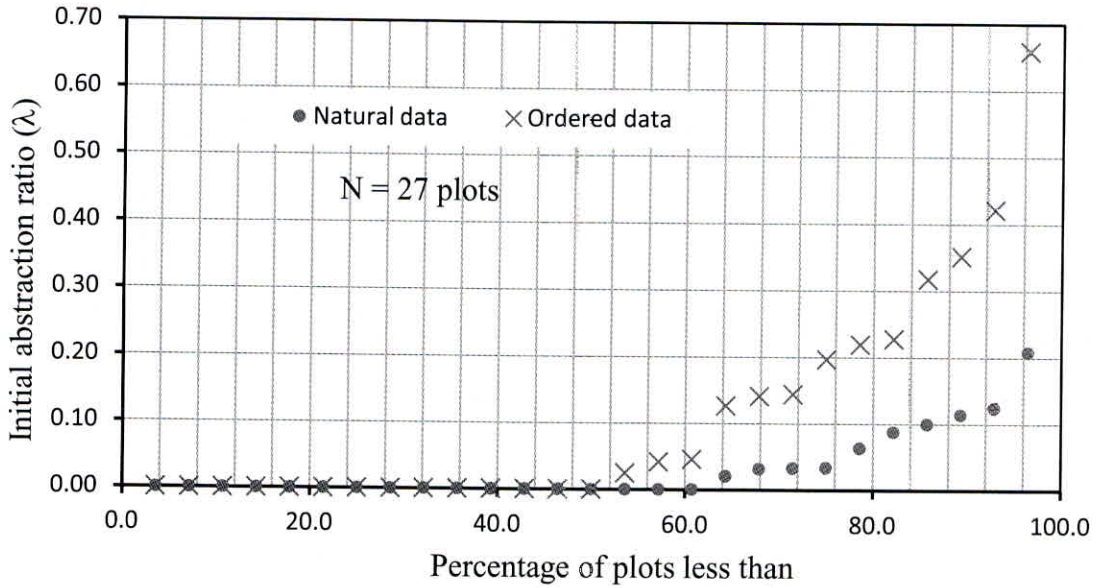
चित्र 2a, 2b एवं सारणी 1 एवं 2 से यह सुनिश्चित किया जा सकता है कि साहित्य में उपलब्ध जानकारी की तुलना में  $CN_{HT}$  एवं  $CN_{LSn}$  या  $CN_{LS0}$  के मध्य निकृष्ट संबंध प्राप्त होते हैं।  $CN_{HT}$  के विकल्प के रूप में 24 भूखंडों के लिए NSE के उच्च मान पर आधारित श्रेष्ठ CN मानों की संस्तुति की गई है।

### ( $\lambda$ ) की व्युत्पत्ति

सारणी - 1 में प्राकृतिक (0-0.208 की सीमा के अंतर्गत) एवं क्रमिक (0-0.659 की सीमा के अंतर्गत) दोनों P-Q आंकड़ा समूहों के लिए व्युत्पत्ति इष्टतमीकृत ( $\lambda$ ) मानों को दर्शाया गया है। परिणाम दर्शाते हैं कि क्रमिक आंकड़ों के लिए (



$\lambda$  के मान अधिक है (चित्र-3)। ( $\lambda$ ) मानों के लिए माध्य एवं मध्यन मान प्राकृतिक आंकड़ा समूहों के लिए क्रमशः 0.030 एवं 0 तथा क्रमिक आंकड़ा समूहों के लिए 0.108 एवं 0 प्राप्त हुए जो कि ( $\lambda=0.2$ ) से कम हैं परंतु साहित्य में दिये गए मानों के समान हैं।

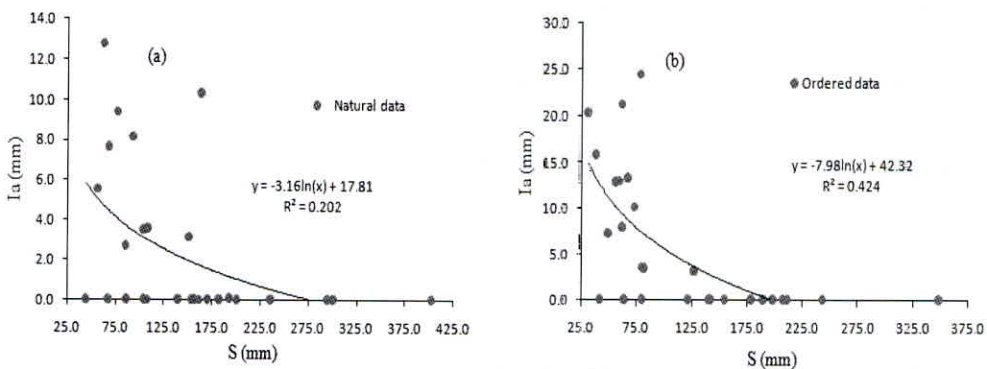


चित्र -3 : 27 आंकड़ा समूहों के लिए ( $\lambda$ ) के व्युत्पत्तित मान

27 भूखंडों के सम्पूर्ण आंकड़ों के प्रयोग द्वारा विभिन्न भूखंडों के लिए  $I_a$ -S संबंध ज्ञात किए गए।  $I_a$  एवं S को आपस में प्लॉट करने पर प्राकृतिक एवं क्रमिक आंकड़ा समूहों के लिए अरेखीय संबंध प्राप्त हुए (चित्र -4)। प्राकृतिक आंकड़ा समूहों के लिए प्रतिगमन समीकरण  $I_a = -3.16 \ln(S) + 17.81$ ,  $R^2=0.202$  एवं क्रमिक आंकड़ा समूहों के लिए प्रतिगमन समीकरण  $I_a = -7.98 \ln(S) + 42.32$ ,  $R^2=0.424$  प्राप्त हुई।

#### अध्ययन की सीमाएं

प्रस्तुत अध्ययन में प्रेक्षण की सीमाएं जैसे भूखंड का आकार, ढाल, मृदा, कृषि भूमि उपयोग एवं जलवायु परिस्थितियों के निश्चित होने के कारण प्राप्त परिणाम की भी निश्चित सीमाएं हैं। प्रस्तुत अध्ययन को वृहत् स्तर पर किए जाने पर परिणामों में परिवर्तन पाया जा सकता है। आंकड़ों को मैनुअली एकत्रित किए जाने के स्थान पर यदि स्वचालित यंत्रों की सहायता से एकत्रित किया जाये तो अधिक श्रेष्ठ परिणाम प्राप्त हो सकते हैं।



चित्र-4: 27 भूखंडों के लिए  $I_a$ -S संबंध

## निष्कर्ष

अध्ययन से निम्न निष्कर्ष प्राप्त हुए ।

- NEH-4 से प्राप्त CN मान P-Q व्युत्क्रमित CN मानों से सामान्यतः भिन्न पाये गए। तथापि उच्च CN मानों के लिए प्राप्त मान कुछ स्तर तक मेल खाते हैं। जिससे यह निष्कर्ष निकलता है कि वर्तमान SCS-CN मान उच्च वर्षा-अपवाह घटकों के लिए श्रेष्ठ परिणाम प्रदान करते हैं।
- प्राकृतिक P-Q आंकड़ों के लिए माध्य एवं मध्यम ( मान क्रमशः 0.03 एवं 0.0 तथा क्रमिक P-Q आंकड़ों के लिए 0.108 एवं 0 प्राप्त हुए।  $\lambda$  का मान केवल 1 प्राकृतिक एवं 6 क्रमिक भूखंड आंकड़ों के लिए 0.2 से अधिक प्राप्त हुआ। प्राप्त  $I_a$ -S संबंध अरेखीय पाया गया।

## संदर्भ

सतही जल पर भारतीय राष्ट्रीय समिति (INCSW), अनुसंधान एवं विकास परियोजना (MOW-627-WRD), जल संसाधन मंत्रालय, भारत सरकार, नई दिल्ली ।

जैन एम. के., मिश्रा, एस. के., एवं अन्य (2006), अन एनहैन्स्ड रनोफ़ कर्व मोडेल ईकोपोरेंटिंग स्टोर्म डिउरेसन एवं नॉन लीनियर आईए-एस रिलेसन, जर्नल ऑफ हाइड्रोलोजी, 11(6), पृष्ठ 631-635 ।

मिश्रा, एस. के., जैन एम. के., सिंह वी. पी. (2004), “ इवैल्यूएशन ऑफ SCS-CN बेस्ड मोडेल ईकोपोरेंटिंग एंटीसीडेंट मोइश्चर “, वॉटर रिसोर्स मैनेजमेंट, 18(6), पृष्ठ 567-589 ।

मिश्रा, एस. के., सिंह वी. पी. (2003), “SCS-CN मेथोडोलोजी”, क्लूवर प्रकाशक ।

NRCS (1997), “ हाइड्रोलोजी” नेशनल इंजीन्यरिंग पुस्तिका, मृदा संरक्षण सेवा, USDA, वॉशिंग्टन, DC ।

एससीएस (1972), “हाइड्रोलोजी” नेशनल इंजीन्यरिंग पुस्तिका, मृदा संरक्षण सेवा, USDA, वॉशिंग्टन, DC ।