# चतुर्थ राष्ट्रीय जल संगोष्ठी

# 2011

## जल संसाधनों के प्रबंधन में नवीनतम तकनीकों का प्रयोग

**16–17 दिसम्बर, 2011**

आपो हि ष्ठा मयोभुवः


राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान
जलविज्ञान भवन
रूडकी–247667 (उत्तराखंड)

# सतही जल प्रबन्धन में वक्र संख्या का अनुप्रयोग

**सुरेन्द्र कुमार मिश्रा**
**जल संसाधन विकास एवं प्रबन्धन विभाग,**
**भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान,रुड़की–247667 (उत्तराखण्ड)**

**पुष्पेन्द्र कुमार सिंह**
**मृदा एवं जल अभियॉत्रिकी विभाग,**
**कृषि अभियॉत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी कालेज,आनन्द कृषि विश्वविद्यालय,गोधरा–389001, गुजरात**

## प्रस्तावना

सतही जल प्रबन्धन से लेकर अभियॉत्रिकी अभिकल्पन तक में जल विभाजक के गणितीय निदर्शनों का वृहत इतिहास है। क्षेत्रीय पैमाने पर निदर्शों का प्रयोग मृदा संरक्षण पद्धतियों की योजना एवं अभिकल्पन, सिंचाई जल प्रबन्धन, नम जमीन पुनरोद्धार, सरिता पुनरोद्धार एवं जल स्तर प्रबन्धन इत्यादि के लिए किया जा रहा है। वृहत्त पैमाने पर निदर्शों का प्रयोग बाढ़ बचाव परियोजनाओं, उम्रदाराज बॉधों का पुनर्वास, बाढ़ प्रबन्धन, बाढ़ गुणवत्ता मूल्यांकन एवं बाढ़ आपूर्ति पूर्वानुमान के लिए किया जा रहा है। इन विषयों का केन्द्र बिन्दु सतही जल प्रबन्धन है जो वर्षा–अपवाह निदर्शन की समस्याओं पर प्रकाश डालती है। विशिष्ट रुप से संसाधन निर्धारण, बाढ़ एवं सूखा बचाव, सिंचाई एवं निकासी अभियॉत्रिकी एवं जल संसाधन योजना एवं प्रबन्धन में किया जाता है।

एस0सी0एस0 वक्र संख्या का विकास वर्ष 1954 में किया गया था तथा इसे 1956 में मृदा संरक्षण सेवा (वर्तमान में प्राकृतिक संसाधन संरक्षण सेवा के रुप में प्रचलित) यू0 एस0 कृषि विभाग द्वारा प्रकाशित राष्ट्रीय अभियॉन्त्रिकी हस्तपुस्तिका (NEH-4) के खण्ड 4 में प्रलेखित किया गया था। इस प्रलेख को 1964, 1965, 1971, 1972, 1985 एवं 1993 में संशोधित किया गया। यह लघु कृषि, वन एवंशहरी जल विभाजकों से प्राप्त वर्षा घटक के लिए सतही अपवाह के आयतन की गणना करता है (SCS 1986)।

अगस्त 1954 में जल विभाजक बचाव एवं बाढ़ निरोधक अधिनियम (लोक अधिनियम 83–566) से केन्द्रीय स्तर पर पद्धति को मान्यता प्राप्त हुई एवं इस पद्धति को सम्पूर्ण विश्व में असंख्य अनुप्रयोगों में प्रयोग किये जाने के प्रमाण उपलब्ध हैं। अपनी सरलता के कारण SCS-CN पद्धति का अनुप्रयोग जल विज्ञान एवं जल संसाधनों की अनेकों समस्याओं के समाधान में किया जा रहा है। इसका प्रयोग पुनः समस्याओं के समाधान के लिए भी किया जा रहा है जिनके समाधान हेतु मूलतः इस पद्धति का अन्वेषण नही किया गया था।

इस पद्धति में प्रत्यक्ष अपवाह आयतन के आंकलन के लिए मूल वर्णनात्मक अन्तर्देश, जिन्हे अंकीय मानों में परिवर्तित किया गया है, की आवश्यकता होती है। (बोन्टा 1997)। वक्र संख्या, जो जल विभाजक के अपवाह सम्भावना का वर्णनात्मक प्राचलन है, के एक मात्र प्राचल होने के कारण आंकलन किये जाने की आवश्यकता है। इस पद्धति का विस्तृत उपयोग अभियन्ताओं, जल विज्ञानिकों एवं जल विभाजक प्रबन्धकों द्वारा एक सरल जल विभाजक निदर्श के रुप में एवं अधिक जटिल जल विभाजक निदर्शों में अपवाह आंकलन घटक के रुप में किया गया है।

अपने प्रारम्भ से ही जल विज्ञान के क्षेत्र में SCN-CN पद्धति के प्रयोग द्वारा अनगिनत अनुप्रयोगों में किये जाने के प्रमाण उपलब्ध हैं में सिंह एवं फ्रेवर्ट (2002) द्वारा ''लघु जल विभाजक जल विज्ञान एवं अनुप्रयोगों के गणितीय निदर्श'' विषय पर पुस्तक का सम्पादन किया गया है जिसमें 22 अध्यायों में से न्यूनतम 6 अध्याय SCS-CN पद्धति पर आधारित जल विभाजक जल विज्ञान के गणितीय निदर्शों पर आधारित है।

SCN-CN पद्धति आनुभविक, आंकड़ों पर आधारित वर्षा वृष्टि के जल विज्ञानीय अलगाव का संकल्पनीय निदर्श है। इसका उद्देशय वक्र संख्या पर आधारित वर्षा वृष्टि की गहराई से प्रत्यक्ष आयतन का

आंकलन करना है (पौन्स एवं हाकिन्स, 1996)। प्रस्तुत प्रपत्र जल विज्ञान, जल संसाधन पर्यावरण एवं अवसादन अभियॉत्रिकी के विभिन्न क्षेत्रों में SCS-CN पद्धति की सैद्धान्तिक पृष्ठभूमि, इसकी सामर्थ्य एवं कमियों, इस क्षेत्र में प्रगति एवं अनुप्रयोगों को वर्णित करता है।

## सैद्धान्तिक पृष्ठभूमि

SCS-CN पद्धति दो मूल परिकल्पनाओं सहित जल सन्तुलन समीकरण पर आधारित है। प्रथम परिकल्पना के अनुसार प्रत्यक्ष सतही अपवाह (Q) एवं कुल वर्षा (P) (या अधिकतम सम्भाव्य सतही अपवाह) का अनुपात वास्तविक अन्तःस्मंदन (F) एवं सम्भाव्य अधिकतम अपरोधन (S) के अनुपात के बराबर होता है। द्वितीय परिकल्पना के अनुसार प्रारम्भिक प्रथक्करण (Ia) सम्भाव्य अधिकतम अवरोधन (S) (या पश्च प्रारम्भिक पृथक्करण सम्भाव्य अधिकतम अपरोधन) के किसी घटक के बराबर होता है। (मैक्कयून 2002)।

(अ). जल संतुलन समीकरण

$$P=I_a+F+Q \qquad \text{----------------------------------------1}$$

(आ). आनुपातिक समानता (प्रथम परिकल्पना)

$$\frac{Q}{P-Ia}=\frac{F}{S} \qquad \text{.........................................2}$$

(इ). $I_a$ - S सम्बन्ध (द्वितीय परिकल्पना)

$$I_a = \lambda S \qquad \text{.........................................3}$$

जहॉ P = कुल वर्षा

Ia = प्रारम्भिक प्रथक्करण

F = संचयी अन्तःस्मंदन, Ia रहित

Q = प्रत्यक्ष अपवाह

एवं S = अधिकतम अपरोधन या अन्तःस्मंदन होता है।

P, Q एवं S के मान गहराई या आयतनात्मक विभा के पदों में है जबकि प्रारम्भिक पृथकरण नियतांक ($\lambda$) विमाहीन है। विशिष्ट जटिल स्थितियों में वर्षा की एक निश्चित मात्रा को अपवाह के प्रारम्भ होने से पूर्व अपरोधन, वाष्पन, अन्तःस्मंदन एवं सतही संचयन के रुप में प्रारम्भ में पृथक्कीकृत किया गया। सतही अपवाह के प्रारम्भ में इन चार तत्वों (अपरोधन, वाष्पन, अन्तःस्मंदन एवं सतही संचयन) के योग को ''प्रारम्भिक पृथक्करण'' के पदों में सामान्यतः व्यक्त किया गया।

समीकरण (1) एवं (2) के युग्मन द्वारा (2) के मान को निम्नवत व्यक्त किया जा सकता है।

$$Q=\frac{(P-I_a)^2}{P-I_{a+}} : P \geq Ia \text{ के लिए}$$

अन्यथा Q = 0

समीकरण (4) लोकप्रिय SCS-CN पद्धति का एक सामान्य स्वरुप है तथा P ≥ Ia, अन्यथा Q=0 के लिए मान्य है। $\lambda$ = 0.2 के लिए समीकरण (3) एवं (4) के युग्म को निम्नवत व्यक्त किया जा सकता है।

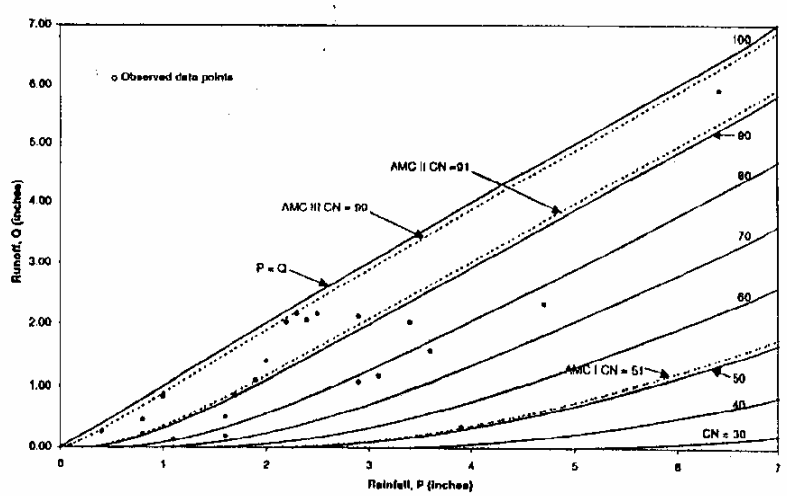
$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P - 0.8S} \quad \text{.....(5)}$$

समीकरण (5) वर्तमान SCS-CN पद्धति का पूर्णतः मान्य लोकप्रिय स्वरुप है। क्योंकि S को $0 \geq S \leq \infty$ की सीमा मे परिवर्तनीय है। इसे विमाहीन वक्र संख्या CN के रुप में मानचित्रत किया जा सकता है। तथ यह $0 \leq CN \geq 100$ की आकर्षक सीमा के अन्तर्गत परिवर्तनीय है। अतः

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{.....(6)}$$

जहॉ S को मिमी0 में व्यक्त किया गया है। S एवं CN में मुख्य अन्तर यह है कि S की विमा (L) है जबकि CN एक विमाहीन राशि है। CN = 100 का उच्चतम सम्भावित अंकीय मानशून्य सम्भाव्य अधिकतम अवरोधन (S=0) की स्थिति को प्रदर्शित करती है जो एक अपारगम्य जल विभाजक में वास्तविक भौतिक स्थिति को प्रस्तुत करता है। इसके विपरीत CN का निम्नतम सम्भाव्य अंकीय मान, उच्चतम संभाव्य अधिकतम अपरोधन ($S=\infty$) को दर्शाता है जो एक अनन्त पृथक्कृत जल विभाजक की भौतिक स्थिति को दर्शाता है। (क्योंकि $Ia = \lambda S$ की परिकल्पना के अनुसार जो वास्तविक स्थितियों में असमान स्थितियों को प्रदर्शित करता है)। अनेकों अनुसंधानकर्ताओं ने प्रयोगात्मक अभिकल्प मानों को अपने अनुभव द्वारा एक वास्तविक सीमा (40, 98) में मान्यकृत करने का प्रयास किया है (वैन मुलैम 1889)। CN का कोई तात्विक अर्थ नहीं है। यह S को 0–100 स्केल पर स्थापित करने का एक सुविधाजनक रुपान्तरण है (हाकिन्स 1978)। अपने प्रारम्भ से वर्तमान तक इस पद्धति को सीमाओं एवं अनुप्रयोगों के आधार पर नवीनीकृत, पुनःसंरचनात्मक एवम् आधुनिकीकृत किया गया है।

इस पद्धति में केवल अज्ञात प्राचल CN है, जिसे विभिन्न पद्धतियों द्वारा आंकलित किया जा सकता है। CN का मान पूर्ववर्ती 5 दिन की वर्षा सूचकांक के आधार पर $CN_I$, $CN_{II}$ एवं $CN_{III}$ के रुप में परिवर्तनीय है। प्रत्येक वृष्टि को पूर्ववर्ती 5 दिन की वर्षा मात्रा के आधार पर एक CN मान प्रदान किया गया है तथा समीकरण (6) से अनुरुप S मान का प्रयोग समीकरण (5) के द्वारा अतिरिक्त वर्षा या प्रत्यक्ष सतही अपवाह के मान की गणना के लिए किया गया। सरल पद्धति को NEH- 4 में दर्शाया गया है (SCS,1972)। उदाहरणार्थः जैसे चित्र 1 में दर्शाया गया है। NEH-4 P:Q CN चित्र पर वार्षिक बाढ़ P:Q आंकड़ों को अध्यारोपण CN के दृष्टिय चयन को अनुमति प्रदान करता है। चित्र–1 में वर्तमान SCs-CN पद्धति के द्वारा AMC-III – AMC-I के लिए CN का निर्धारण किया जा सकता है।




**चित्र–1–वर्तमान SCs-CN पद्धति के द्वारा AMC-III – AMC-I के लिए CN का निर्धारण**

## मुख्य लाभ एवं हानियां

### मुख्य लाभ

— यह एक सरल, भविष्यवाणी किये जाने योग्य, स्थायी एवं पिण्डित संकल्पनात्मक निदर्श है।

– यह केवल एक प्राचल CN पर आधारित है तथा अनगेज्ड (Ungauged) स्थितियों के लिए अत्यधिक उपयुक्त है।

– संगणक आधारित नवीनतम जल विज्ञानीय अनुकरण निदर्शों की अधिकता में वृहत्त अनुप्रयोगों के लिए यह एकल उपलब्ध तकनीक है (सिंह 1995)।

– यह चार आवाह गुणधर्मोः मृदा प्रकार भूमि उपयोग/उपचार, सतही स्थितियों एवं पूर्ववर्ती आद्रता स्थितियों को निदर्शन में शामिल करता है।

– इसके प्रयोग के लिए केवल कुछ मूल विवरणात्मक निवेशों की आवश्यकता होती है जो प्रत्यक्ष सतही अपवाह के आंकलन के लिए अंकीय मानों में परिवर्तनीय है।

– इस पद्धति का श्रेष्ठतम प्रयोग कृषि आधारित स्थलों (जिसके लिए इसे मूलतः अन्वेषित किया गया है) के लिए किया जाता है परन्तु साथ ही यह शहरी या वनीय स्थलों पर भी समान रुप में प्रयोग किया जा सकता है।

– इस तकनीक में पर्यावरण एवं जल गुणवत्ता निदर्शन के लिए अत्यधिक क्षमताएं उपलब्ध हैं।

– जल विज्ञानीय अनुप्रयोगों में नवीनतम भौगोलिक सूचना तंत्र एवं सुदूर संवेदी साफ्टवेयर के साथ यह पद्धति उपयोग हेतु पूर्णतः अनुकूल है।

### मुख्य हॅानियां

–परिवर्तनीय पूर्ववर्ती आर्द्रता स्थितियों को समायोजित करने के लिए उपयुक्त मार्गदर्शन की कमी।

– भू–गर्भीय एवं जलवायु स्थितियों पर आधारित पूर्ववर्ती प्रादेशिकता पर प्रारम्भिक पृथक्करण नियतांक $\lambda$ = 0.2 को नियत करने का विकल्प।

– इस पद्धति में CN जो अपवाह को उच्च संवेदनशीलता एवं वास्तविकता के साथ संचालन करता है, के स्थानिक स्केल प्रभावों के लिए कोई सुनिश्चित प्रावधान नहीं है।

– यह पद्धति समय की अभिव्यक्ति नही करती है तथा वर्षा तीव्रता एवं इसके कालिक वितरण की उपेक्षा करती है।

– इस पद्धति के अन्तर्गत पूर्ववर्त्ती आर्द्रता, जो अपवाह जनित प्रक्रम के संचालन में विशिष्ट एवं महत्वपूर्ण भूमिका प्रदान करता है, की अभिव्यक्ति में कमी पाई जाती है।

### मुख्य संशोधन

(अ). मिश्रा एवं सिंह (1999) ने सुस्थित विश्लेषणात्मक वातावरण में वर्तमान SCS- CN पद्धति के मूल एवं वंशानुक्रम पर विचार–विमर्श किया एवं आनुभाविक मोकुस (1949) पद्धति से वर्तमान SCS-CN को विश्लेषणात्मक पद्धति से व्युत्क्रमित किया। उन्होंने संशोधन SCS-CN पद्धति के सामान्य रुप के साथ–साथ एक संशोधित SCS-CN पद्धति को प्रस्तावति किया। संशोधित SCS-CN पद्धति के संशोधित रुप की अभिव्यक्ति निम्न समीकरण द्वारा की गई है।

$$Q = \frac{P^2}{(S - 0.5P)} \text{ ---------- } 7$$

उसके पष्चात CN मानों को 50–100 की सीमा को निर्धारित करने के क्रम में एक नवीन प्राचल Sb को प्रस्तावित करने के लिए एक आधुनिक S-CN मानचित्र को विकसित किया गया। नवीन S-CN सम्बन्ध को निम्न रुप में अभिव्यक्त किया जा सकता है।

$$\frac{S}{S_b} = \frac{100}{CN} - 1 \text{ ---------- } 8$$

जहॉ Sb= परिशुद्ध सम्भाव्य अधिकतम अपरोधन S एवं Sb के मान इन्चों में हैं।

### मिश्रा एवं अन्य निदर्श

विभिन्न विषयों को सम्बोधित किया है जैसे आंशिक क्षेत्र अंशदायी संकल्प, प्रेक्षित वर्षा–अपवाह आंकड़ों से CN का आंकलन, पूर्ववर्ती आर्द्रता के साथ CN की परिवर्तनीयता एवं वर्षा की स्थानिक एवं कालिक परिर्वतन के कारण परिवर्तनीयता। उन्होंने C=Sr सिद्धान्त के आधार पर एक संशोधित SCS-CN पद्धति को प्रस्तावित किया जो अन्तःस्मंदन एवं पूर्ववर्ती आर्द्रता के स्थायी अंश की गणना करता है (जहॉ C= अपवाह नियतांक एवं Sr = संतृप्तता की मात्रा) तथा P एवं Q ऑकड़ों एवं 5 दिवसीय पूर्ववर्ती अवक्षेपण (P5) की सहायता से सम्भाव्य अधिकतम अपरोधक S के लिए एक सरल स्प्रैड शीट आंकलन प्रदान करता है। संशोधित SCS-CN पद्धति को निम्न समीकरण द्वारा व्यक्त किया गया है।

$$Q = \frac{(P - I_a - F_c)(P - I_a - F_c + V_o\ )}{P_5 - I_a - F_c + V_o + S} (P \geq I_a + F_c \text{ के लिए}) \text{.....9}$$

अन्यथा Q=0 V0 की गणना निम्न समीकरण द्वारा की जा सकती हैः

$$Vo = \frac{(P_5 - I_a)S_I}{P_5 - I_a + S_I} \quad \text{----------10}$$

जहॉ Fc अन्तःस्मंदन का स्थायी अंश है। समीकरण 10 को P= P5, F= Vo एवं $S=S_I$ के लिए वर्तमान SCS – CN पद्धति द्वारा व्युत्क्रमित किया जा सकता है। यह पद्धति समान आंकड़ों से NEH में उपयोग SCS –CN पद्धति से श्रेष्ठ निष्पादन करती है (SCS, 1971)। एक अन्य प्रयत्न में मिश्रा एवं सिंह (2004 अ) ने दीर्घावधि जल विज्ञानीय अनुकरण के लिए SCS–CN पद्धति के वर्तमान निदर्शों के साथ सम्बद्ध अनियमितताओं एवं जटिलताओं को पृथक्कृत करने के लिए चार प्राचल " बहुमुखी SCS-CN निदर्श " को प्रस्तावित किया। निदर्श CN मानों में आकस्मिक परिवर्तनों का निराकरण करता है एवं विशिष्ट रुप से नियमित आधार पर मृदा आर्द्रता, वाष्पन वाष्पोत्सर्जन एवं जल विभाजक मार्ग परिवर्तन पद्धतियों के संशोधित बजट पर विचार करता है।

### (C). निचले एवं अन्य निदर्श

निचले एवं अन्य (2005) ने मृदा आर्द्रता गणना पद्धति (SMA) पर आधारित संशोधित SCS-CN पद्धति को विकसित किया एवं पैरामीटाइजेशन को परिवर्तित किया। SMA पद्धति इस सिद्धान्त पर आधारित कि आर्द्रता संचयन स्तर का मान यदि अधिक होगा तो अपवाह में परिवर्तित होने वाली वर्षा का मान भी उसी अनुपात में अधिक होगा। उदाहरणार्थ यदि आर्द्रता संचयन पूर्ण है तो सम्पूर्ण वर्षा, अपवाह में परिवर्तित हो जाएगी। संशोधित SCS-CN पद्धति को निम्न स्वरुप में व्युत्वुमित किया जा सकता है।

$$Q = 0 (V_0 \leq S_a - P \text{ के लिए}) \text{ . . . . . .11}$$

$$Q = \frac{(P + V_0 - S_a)^2}{P + V_0 - S_a + S} (S_a - P < V_0 < S_a \text{ के लिए}) \text{ . . . . . 12}$$

$$Q = P\left(1 - \frac{(S_b - V_0)^2}{S^2 + P(S_b - V_0}\right) (S_a \leq V_0 \leq S_b) \text{ के लिए } \text{ . . . . . 13}$$

जहॉ $V_0$ = वृष्टि घटक के प्रारम्भ में मृदा आद्रता संचयन स्तर,
P = एकत्रित वर्षा,
Q = अपवाह,
Sb = S+Sa

Sa = प्रारम्भिक आद्रता = ($V_0$+Ia),
समीकरण 1) से (13) को पुनः सरलीकृत करने को लिए $V_0$ को 3 AMC समूहों जैसे AMC I, AMC II एवं AMC III के प्रतिस्थापित करके निम्न रुप में अभिव्यक्त कर सकते है।

AMC I के लिए ($V_0$= 0.33S) – $Q = \frac{P}{P+S}$ ----------14

AMC II के लिए ($V_0$= 0.61S) – $Q = P\left(\frac{(0.48S+0.72P)}{(S+0.72P)}\right)$ ----------15

AMC III के लिए ($V_0$= 0.87S) – $Q = P\left(\frac{(0.79S+0.46P)}{(S+0.46P)}\right)$ ----------16

संशोधित SCS-CN पद्धति के परिणाम वर्तमान पद्धति से अधिक श्रेष्ठ पाये गये।

### (d). साहू एवं अन्य निदर्श

साहू एवं अन्य 2010 ने मिश्रा एवं सिंह (2002) निदर्श में पूर्ववर्ती आर्द्रता के लिए निरन्तर घटक को सम्मिलित करके SME निदर्श के नाम से SCS-CN पद्धति का एक संशोधित स्वरुप विकसित किया जिसे निम्न रुप में अभिव्यक्त किया जा सकता है।

$$Q = \frac{(P-I_a)(P-I_a+Vo)}{(P-I_a+So)} \left(P \geq I_a \text{ के लिए}\right) \text{ ..... . . . . . .17}$$

अन्यथा = 0
जहॉ Ia = $\lambda$ ($S_0$-$V_0$)
$S_0$ = पर्णतः शुष्क स्थिति में सम्भाव्य अधिकतम अपरोधन, $V_0$ को निम्न रुप में व्यक्त कर सकते हैं।

$$V_0 = \beta\left(\frac{(P_5-\lambda S_0)S_0}{P_5+(1-\lambda)S_0}\right) P_5 < \lambda S_0 \text{ के लिए } \text{. . . . . .. ..... . . ..... . . . 18}$$

= 0 $P_5 \leq S_0$ के लिए . . ..... . . . . .. . . .. . . . . . . . ... . . . . .....19

समीकरण 17–19 SME निदर्श को प्रदर्शित करते है। प्रस्तावित SME निदर्श क्षेत्रीय अनुप्रयोगों के लिए मूल SCS-CN पद्धति एवं मिश्रा एवं सिंह (2002) निदर्श का अधिक विकल्प है।

### (e). जैन एवं अन्य निदर्श

जैन एवं अन्य (2006) द्वारा एक संशोधित SCS-CN निदर्श का सुझाव प्रस्तुत किया गया। इसे निम्न स्वरुप में अभिव्यक्त किया गया है।

$$Q = \frac{(P_c-I_{ad})(P_c-I_{ad}+M)}{P_c-I_{ad}+M+S}$$

जहॉ Pc > $I_{ad}$ अन्यथा Q = 0 . . . . . ... . .. . . .. . . . . . . . . . ...20

जहॉ $$I_{ad} = \lambda_s \left( \frac{P_c}{P_c + S} \right)^{\alpha}$$

$$P_c = P_0 \left( \frac{t_p}{F_p} \right)^{\beta}$$

$M = Y P_5$ . . . . . . . . . . . . . . . .......(21a,b,c)

जहॉ $P_0$ = प्रेक्षित वर्षा,
$P_c$ = समायोजित वर्षा,
$\bar{t}_{p}$ = माध्य वृष्टि अवधि,
$t_p$ = वृष्टी अवधि, एवं $P_5$ = पूर्ववर्ती 5 दिवसीय अवक्षेपण की मात्रा।

समीकरण 20 एवं 21 (a,b,c) वृष्टि अवधि, एक अरेखीय (Ia-S) सम्बन्ध एवं अपवाह आंकलन में पूर्ववर्ती आर्द्रता मात्रा को सम्मिलित करते हुए अपवाह वक्र संख्या पद्धति के विस्तृत स्वरुप को प्रदर्शित करता है।

**अनुप्रयोग**

SCS-CN पद्धति के प्रारम्भ में अनगेज्ड (Ungauged) जल विभाजकों के लिए घटक आधारित वर्षा अपवाह निदर्शन के लिए अन्वेषित किया गया था तथापि इसका प्रयोग जल विज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों, जल विभाजक प्रबन्धन, एवं पर्यावरण अभियॉत्रिकी में किया जा रहा है जिसके लिए विलियम्स एवं लासुरु (1976), हाकिन्स (1978), मिश्रा एवं सिंह (1999, 2002a, 2004 a,b), मिश्रा एवं अन्य (2004 b,c), मिचेल एवं अन्य (2005) एवं चुंग एवं अन्य (2010) द्वारा दिये गये विशिष्ट योगदान उल्लेखनीय है। दीर्घावधि अनुकरण, धातु विभाजन अवसाद लार्ब्ध–निदर्शन इत्यादि अनुप्रयोगों के लिए इस पद्धति का सफलतापूर्वक प्रयोग किया गया है। वितरित जल विभाजक निदर्शन के लिए भी इस पद्धति का प्रयोग किया गया है। SCS-CN पद्धति अधिक लोकप्रिय हो गया है कि अनेकों अनुसंधानकर्ताओं ने इसके प्रत्यक्ष प्रयोग के साथ–साथ अपने नवीन जल विज्ञानीय निदर्शों में इसे समाकलित किया है। निम्न खण्डों द्वारा विभिन्न क्षेत्रों में संशोधित एवं मूल पद्धति के अन्तर को दर्शाया गया है।

**(a). जलालेख अनुकरण**

मिश्रा एवं सिंह (2004 इ) ने SCS-CN पद्धति की उपयोगिता को स्थापित किया है एवं SCS-CN पद्धति पर आधारित एक समय वितरित ''जलालेख अनुकरण'' निदर्श को विकसित करने के लिए SCS-CN पद्धति का विस्तारीकरण किया है जिसे निम्न रुप में अभिव्यक्त किया जा सकता है।

$$Q(t) = \left[ 1 - \frac{1}{(1 + K_t - \lambda)^2} \right] i_e A_w \quad \ldots\ldots\ldots\ldots .22$$

जहॉ $Q(t)$ = वर्षा अधिक दर ($L^3T^{-1}$),
$i_e$ = प्रभावी वर्षा तीव्रता ($LT^{-1}$),
$A_w$ = आवाह क्षेत्रफल ($L^2$),
K = अन्तःस्मंदन क्षय नियतांक, एवं $\lambda$ = प्रारम्भिक प्रथक्करण नियतांक।
समीकरण 22 से प्राप्त वर्षा अधिक दर मानों को बेसिन के निकास द्वार पर बहिःप्रवाह की गणना के लिए एकल रेखीय जलाशय यांत्रिकी द्वारा मार्गाविभाजित किया गया। इसी क्रम में उन्होंने एक SCS-

CN पर आधारित एक अन्तःस्मंदन निदर्श को विकसित किया जिसे निम्न रुप में अभिव्यक्त किया जा सकता है।

$$f = f_c + \frac{i_0 - f_c}{(1-\lambda+kt)^2} \quad \ldots\ldots 23$$

जहॉ $f$ = किसी भी समय की अन्तःस्मंदन दर ($LT^{-1}$),
$f_c$ = अन्तिम अन्तःस्मंदन दर ($LT^{-1}$),
$i_0$ = समान वर्षा तीव्रता,
$\lambda$ = प्रारम्भिक पृथक्करण नियतांक, एवं $k$ = अपक्षय प्राचल ($T^{-1}$)।

## (a). दीर्घावधि जल विज्ञानीय अनुकरण

### (i). विलियम एवं लासुर निदर्श

विलियम एवं लासुर ;1976द्ध ने वर्तमान ^ैब्छ पद्धति पर आधारित जल लब्धि निदर्श को विकसित करने के लिए मृदा आर्द्रता गणना के सिद्धन्त को प्रस्तावित किया। ब्छ को मृदा आर्द्रता के साथ निरन्तर परिवर्तनीय पाया गया। निदर्श द्वारा मृदा आर्द्रता सूचकांक प्राचल का आंकलन किया गया जो मापित एवं सम्भावित औसत वार्षिक अपवाह के मध्य एक अनुबन्ध पर बल देता है। विकसित निदर्श एक ।डब् से दूसरे ।डब् के मध्य परिवर्तन के दौरान ब्छ मानों में अकस्मात परिवर्तन नहीं करता है तथा सरल निवेशों जैसे ब्छ आंकलनय मापित मासिक अपवाह, दैनिक वर्षा एवं औसत मासिक झील वाष्पन के लब्धि अपवाह आयतन की मांग करता है। निदर्श का प्रयोग गेज्ड ;ळंनहमकद्ध जल विभाजक के लिए ।डब् पप वक्र संख्या एवं औसत सम्भाव्य वक्र संख्या के अनुपात एवं अनगेज्ड ;न्दहंनहमकद्ध जलविभाजकों के लिए वक्र संख्या के समानुपात के लिए किया जा सकता है। यद्धपि इस निदर्श की कुछ सीमाएं एवं हानियॉं है क्योंकि यह निरपेक्ष सम्भाव्य अधिकतम अपरोधन ^;ैद्ध के लिए केवल 20 इन्च विवेकाधीन मानों का प्रयोग करता है तथा झील वाष्पन सहित मृदा आर्द्रता के भौतिक अविश्वसनीय अपक्षय को कल्पित करता है। हाकिन्स ;1978द्ध ने ब्छ एवं ।डब् सम्बन्ध के साथ सम्बद्ध कुछ महत्वपूर्ण कमियों की ओर संकेत किया है जैसा कि छम्भ्.4 सारणी में दर्शाया गया है। जिनमें से कुछ निम्न है : ;पद्ध ब्छ एवं ।डब् वर्ग के मध्य पृथक सम्बन्ध ब्छ में है एवं आंकलित अपवाह में उसके सापेक्ष क्वान्टम परिवर्तन को प्रदर्शित करता है। ;पपद्ध छम्भ्.4 सारणी के विकास के लिए कल्पनाओं में कमियॉं है अतः वास्तविकता के साथ कोई सामंजस्य नही है।

### (i). पण्डित एवं गोपालकृष्णन निदर्श

पण्डित एवं गोपालकृष्ण (1996) ने वास्तविक वृष्टि अपवाह नियतांक (ASRC) एवं जल विभाजक की पारगम्यता/अपारगम्यता की कोटि पर आधारित वार्षिक प्रदूषण भार की गणना के लिए उपलब्ध SCS-CN पद्धति के प्रयोग द्वारा नियमित अनुकरण निदर्श को विकसित किया है। यह निदर्श अत्यधिक सरल है एवं इसका प्रयोग विशिष्ट रुप में अपारगम्यता के प्रतिशत द्वारा लघु शहरी जल विभाजकों के विशिष्टकरण के लिए उपयागी है तथापि यह निदर्श CN मानों में आकस्मिक परिवर्तन को स्वीकार करता है तथा वाष्पन–वाष्पोत्सर्जन, जल निकासी अंश एवं जल विभाजक मार्गाभिगामन की उपेक्षा करता है।

### (i). गीता एवं अन्य निदर्श

गीता एवं अन्य (2008) ने दीर्घकालिक जल विज्ञानीय अनुकरण के लिए पूर्ववर्ती प्रभाव की गणना हेतु संशोधित SCS-CN पद्धति पर आधारित लम्पड निदर्श को विकसित किया। विकसित निदर्श वर्षा–अपवाह प्रक्रम के नियमित अनुकरण में उपयोगी पाया गया तथा इसके परिणाम पॉच भारतीय जल विभाजकों पर मिश्रा एवं अन्य 2005 के परिवर्तनीय स्रोत क्षेत्र सिद्धान्त पर आधारित अन्य लम्पड संकल्पनात्मक निदर्श से श्रेष्ठ पाये गये। संशोधित SCS-CN पर आधारित लम्पड निदर्श अपवाह जनन प्रयोग में सम्मिलित विभिन्न जल विज्ञानीय घटकों पर विचार करता है एवं वक्र संख्या के कालिक परिवर्तन की गणना करता है।

## (i). धातु विभाजन

पर्यावरणीय प्रदूषण दीर्घकाल से विचारणीय विषय रहा है। इसने सम्पूर्ण विश्व में, विशिष्ट रुप में विगत दो दशकों से अधिक समय में आधुनिक जीवन के लगभग समस्त चरणों को प्रभावित किया है। परिणामतः इसने सम्पूर्ण विश्व के वैज्ञानिकों, अभियन्ताओं, जल वैज्ञानिकों, योजनाविदों, अर्थशास्त्रियों, समाजशास्त्रियों एवं पर्यावरणविदों को अपनी ओर आकर्षित किया है। शहरी अबिन्दु स्रोत, सतही जल पिडों के प्रदूषण के महत्वपूर्ण स्रोत चिन्हित किये गये है। कॉग्रेंस प्रतिवेदन (1988) (यू0एस0ई0पी0ए0 1990) ने यह दर्षाया है कि देश में झीलों की जल गुणवत्ता के अपक्षय के लिए सतही जल अपवाह चतुर्थ प्रमुख कारण है। आवासीय भवन, व्यवसायिक भूमि उपयोग, औद्योगिक उपयोग, खुली भूमि जैसे पार्क, गोल्फ मैदान इत्यादि ऐसे शहरी भूमि उपयोग है जो प्रदूषण वृद्धि में अंशदान करते हैं। मिश्रा एवं अन्य (2004 अ) ने SCS-CN पद्धति के अनुरुप एक विभाजित वक्र संख्या पद्धति को प्रस्तावित किया है।

SCS-CN पद्धति के मूल अनुपात सिद्धान्त (समीकरण–2) का प्रयोग करके मिश्रा एवं अन्य (2004 अ) ने घुलित एवं विभक्ति सीमा स्वरुप के मध्य 12 धातु तत्वों Zn, Cd, Pb, Ni, Mn, Fe, Cr, Al, Mg, Ca, Cu, एवं Na के विभाजन के लिए एक निदर्श विकसित किया। इसके लिए उन्होने SCS-CN पद्धति के क्रमशः S एवं CN प्राचलों के अनुरुप दो प्राचलों : सम्भाव्य अधिकतम डिजोर्ष्शन (Desorption) ($\Psi$) एवं विभाजन वक्र संख्या (PCN) की अभिधारणा की जैसा कि निम्नवत दर्शाया गया है।

$$\frac{C_P}{C_T} = \frac{C_d}{\psi} \quad \text{.....24}$$

जहॉ $C_T$ = कुल धातु मात्रा, $C_d$ = संचयी घुलित धातु मात्रा एवं $C_p$ = संचयी विविक्त सीमा धातु मात्रा को व्यक्त करते है। $\Psi$ प्राचल SCS-CN प्राचल सामान्य, अधिकतम धारण (S) के अनुरुप है। समीकरण 24 यह दर्शाता है कि विभक्ति सीमा सान्द्रता एवं कुल सान्द्रता का अनुपात घुलित सान्द्रता एवं सम्भाव्य अधिकतम डिजोर्ष्शन (Desorption) के बराबर है। वक्र संख्या CN = [ F/S x 100] रुप में व्यक्त कर सकते है। धातु विभाजन के लिए इस प्रकार विकसित वक्र संख्या का उपयोग है कि PCN धातु प्रजाति की 10 इकाइयों के अधिशोषण क्षमता को परिभाषित करता है एवं विलेय माध्यम की अधिशोषण क्षमता के आधार पर एक धातु में दूसरी के मतःअन्तर को स्पष्ट कर सकता है। PCN का मान अधिक होने पर अधिशोषण क्षमता का मान कमी एवं इसके विपरीत PCN के मान में कमी होने पर अधिशोषण क्षमता के मान में वृद्धि होगी। $K_d$ एवं PCN के मध्य विशिष्ट अन्तर यह है कि $K_d$ 0 से $\infty$ तक परिवर्तनीय है जबकि SCN–CN प्राचल S में CN के अनुसार PCN के मान की सीमा 0–100 तक है। अन्ततः SCN-CN पद्धति (समीकरण–4) के समान Cp को निम्नवत व्यक्त किया जा सकता है।

$$C_p = \frac{\left(C_r - i_f\right)}{C_r - i_f + \psi} \quad C_T \geq i_f \text{ के लिए} \quad \text{.....28}$$

अन्यथा Cp= 0

वर्तमान SCS-CN पद्धति की द्वितीय परिकल्पना (समीकरण–3) के समान ही प्रारम्भिक प्रवाह ($i_f$) को निम्न रुप में व्यक्त कर सकते हैं :

$$I_f = \lambda_1 \psi \quad \text{.....29}$$

जहॉ $\lambda_1$ – प्रारम्भिक अलगाव नियतांक; $\lambda$ के समान ही प्रारम्भिक प्रवाह नियतांक है। मिश्रा (2004 c) ने SCS-CN पद्धति पर आधारित अन्तःस्मंदन एवं धातु अधिशोषण प्रक्रम के मध्य

सामंजस्य के आधार परशहरी हिमगलन, वर्षा/अपवाह एवं नदी प्रवाह वातावरण के घुलित एवं विविक्त सीमा स्वरुप में भारी धातु विभाजन के लिए PCN पद्धति को विकसित किया।

## (d). अवसाद लार्ब्ध निदर्शन

अवसाद लब्धि के आकंलन की आवश्यकता अनेकों समस्याओं के समाधान जैसे बॉध एवं जलाशयों का अभिकल्पन, प्रदूषकों का परिवहन, नदी आकारिकी, मृदा संरक्षण पद्धति की योजना एवं अभिकल्पन, स्थिर वाहिकाओं के अभिकल्प, बेसिन प्रबन्धन के प्रभाव का निर्धारण एवं अरेषीय स्रोत प्रदूषण आंकलनों के लिए आवश्यक है। पर्यावरण गुणवत्ता की बढ़ती जागरुकता एवं बिन्दु रहित स्रोत प्रदूषण के नियन्त्रण की इच्छा ने अवसाद लब्धि–आंकलनों की आवश्यकता में विशिष्ट वृद्धि की है।

अवसाद लब्धि आंकलन एवं इसके कालिक परिवर्तन की विधियों को अनुभाविक, संकल्पनात्मक एवं प्रक्रम आधारित निदर्शों के रुप में वर्गीकृत किया जा सकता है। आनुभाविक पद्धतियॉ मूलतः समस्त मृदा कटान नियन्त्रण प्रक्रमों को एक समीकरण में सम्मिलित करती है जो वर्षा विशिष्टताओं, मृदा गुणधर्मों, भू–आच्छादन स्थितियों इत्यादि के लिए आनुभाविक नियतांकों/गुणकों का उपयोग करता है। इन पद्धतियों मे सार्वभौम मृदा हानि समीकरण (USLE) (मुसग्रेव 1947; विस्चनियर एवं स्मिथ 1978), संशोधित सार्वभौम मृदा हानि समीकरण (MUSLE) (विलयम्स 1978, एवं पुनरीक्षित सार्वभौम मृदा हानि समीकरण (RUSLEX) (रेनार्ड एवं अन्य 1991) सम्मिलित है। ये निदर्श उपयोग में सरल हैं एवं इनका निरन्तर प्रयोग विश्व के विभिन्न भागों में किया जाता है। प्रक्रम आधारित निदर्श जल प्रवाह एवं अवसाद परिवहन की प्रारम्भिक समीकरण को हल करने का प्रयास करते है। अनेकों लोकप्रिय संगणक आधारित अपवाह एवं कटान अनुकरण निदर्श जैसे AGNPS (यंग एवं अन्य 1989), CREAMS (निसल 1980), SWAT (निटसच एवं अन्य 2002), EPIC (शारपले एवं विलियम्स 1990) एवं GWLF (हैथ एवं ष्शूमेकर 1987), SCS-CN पद्धति का प्रयोग अपवाह घटक निदर्श के रुप मे करते हैं। उपरोक्त वर्णित निदर्शों मे अधिकाशं का विस्तृत वर्णन मेरिट एवं अन्य (2003) एवं अक्सोय व कब्बास 2005 द्वारा किया गया है। गैरेन एवं मूरे 2005 तथा वाल्टर एवं स्टिीफन (2005) ने जल गुणवत्ता निदर्शन में वक्र संख्या प्रौद्योगिकी की उपयोगिता की सम्भाव्यता का अन्वेषण किया है। यह अन्वेषण पर्यावरण एवं अवसाद अभियॉन्त्रिकी में SCS-CN प्रौद्योगिकी की उपयोगिता को दर्शाता है।

### लम्पड निदर्शन

### मिश्रा एवं अन्य निदर्श

वर्षा अपवाह निदर्शन एवं कटान व अवसादन निदर्शन अध्ययनों में USLE में SCS-CN प्रौद्योगिकी के महत्व को स्वीकार करते हुए मिश्रा एवं अन्य (2006) ने USLE सहित SCS-CN पद्धति के समीकरण (3) मूल अनुपातिक संकल्प के युग्मीकरण के द्वारा अवसाद लब्धि निदर्श को प्रस्तावित किया। यह युग्मीकरण तीन परिकल्पनाओं पर आधारित है।
(1) अपवाह नियतांक, संतृप्तता की डिग्री के बराबर।
(2) सम्भाव्य अधिकतम अपरोधन को USLE प्राचलों के पदों में व्यक्त किया जा सकता है। एवं
(3) अवसाद वितरण अनुपात, अपवाह नियतांक के समान है।

युग्मन एक विश्लेषणात्मक पद्धति को दर्शाता है जो C=Sr = Dr संकल्पना का उपयोग करता है, (जहॉ C = अपवाह नियतांक, Sr = संतृप्तता की डिग्री एवं Dr = अवसाद विरतण अनुपात है), एवं वर्षा वृष्टि एवं जल विभाजक विशिष्टताओं के आंकड़ों की मांग करता है। C = Sr = Dr संकल्पना के आधार पर विकसित अवसाद लब्धि निदर्शों को निम्न स्वरुप में व्यक्त किया जा सकता है।

$$Y = \frac{(P - I_a)A}{P - I_a + S} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 30$$

$I_a = 0.25$ के लिए समीकरण 30 को निम्न रुप में व्यक्त कर सकते हैं।

$$Y = \frac{(P - 0.2S)A}{P + 0.8S} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 31$$

पूर्ववर्ती आर्द्रता ($V_0$) को सम्मिलित करते हुए संशोधित समीकरण (30) को निम्न रुप में व्यक्त कर सकते हैं।

$$Y = \frac{(P - I_a + V_0)A}{P - I_a + S + V_0} \quad ..........32$$

$I_a = 0.2S$ के लिए समीकरण (32) को निम्न रुप में व्यक्त कर सकते है :

$$Y = \frac{(P - 0.2S + V_0)A}{P + 0.8S + V_0} \quad ..........33$$

समीकरण 33 से यह स्पष्ट है कि अवसाद लब्धि में क्रमशः वृद्धि/कमी होने पर पूर्ववर्ती आर्द्रता समीकरण में वृद्धि/कमी होगी।

प्रारम्भिक अलगाव की संकल्पना के समान ही प्रारम्भिक प्रवाह $i_f$ पर्यावरण अभियांत्रिकी में लोकप्रिय है। अन्य रुपों को निम्न रुप में व्यक्त कर सकते हैं।

$$Y = \frac{(1-\lambda_1)(P - \lambda S + V_0)}{P + (1-\lambda)S + V_0} + \lambda \quad ..........34$$

जहां $\lambda_1$ प्रारम्भिक प्रवाह नियतांक जो प्रारम्भिक अलगाव नियतांक के समान है। $\lambda = 0.2$ के लिए (समीकरण 34) को निम्न स्वरुप में पुनः लिखा जा सकता है।

$$Y = [\ \frac{(1-\lambda_1)(P - 0.25 + V_0)}{P + 0.85 + V_0} + \lambda_1\ ]A \quad ..........35$$

निदर्श में क्षेत्र अनुप्रयोगों हेतु विचारणीय सम्भाव्यता पाई गई।

### (ii). समय वितरण निदर्शन

### सिंह एवं अन्य निदर्श

किसी दिये गये स्थल पर वृष्टि के दौरान समय के गुणक के रुप में अवसाद प्रवाह को अवसादन ग्राफ के निर्धारण हेतु सरल संकल्पनीय निदर्शो का प्रयोग किया गया। नैश 1957 निदर्श आधारित क्षणिक इकाई अवसाद ग्राफ (IUSG)] SCS-CN पद्धति (SCS, 1956), एवं ष्शक्ति नियम (निवोटनी एवं ओलेम 1994) पर आधारित एक संकल्पनात्मक अवसाद ग्राफ निदर्श (SGM) को सिंह एवं अन्य (2008) द्वारा प्रस्तावित किया गया। प्रस्तावित SGM निम्न परिकल्पनाओं पर आधारित है।

(1). कुल अवसाद लब्धि द्वारा तल भार अंशदान को नगण्य माना गया क्योंकि उसका मान सामान्यतः अत्यधिक सूक्ष्म है। अतः निलम्बित अवसाद लब्धि को जल विभाजक के लिए कुल अवसाद लब्धि के रुप में स्वीकार किया गया।

(2). वर्षा (P) का मान समय के साथ रेखीय रुप से बढता है। अर्थात $P = i_{ot}$

जहॉ $i_o$ = समान वर्षा तीव्रता।

(3). अन्तर्वाह को क्षणिक स्वीकार किया गया तथा यह सम्पूर्ण जल विभाजक पर समान रुप से घटित होता है। परिणामतः संचारित अवसाद का एक इकाई मान उत्पादित करता है।

(4). प्रक्रम रेखीय एवं समय के साथ अपरिवर्तनीय है।

निदर्श के अन्तर्गत अपवाह उत्पन्न करने वाली प्रमुख विशिष्टताऐं एवं जल विभाजक विशिष्टताऐं जैसे मृदा प्रकार, जल विज्ञानीय स्थितियों, पूर्ववर्ती आर्द्रता एवं वर्षा तीव्रता विचारणीय है। यह सामान्य सांख्यिकीय सम्बन्धों की तुलना में भौतिक रुप से अधिक युक्तिपूर्ण है। इस प्रकार के निदर्शों का प्रयोग जल गुणवत्ता निदर्शों में गतिकीय प्रदूषण भार की गणना के लिए अधिक उपयोगी सिद्ध होता है। यदि अवसाद ऐसे प्रदूषकों

को अपने साथ प्रवाहित करता है जो कि उच्च सान्द्रता पर विषाक्त है तथा जिनमें औसत अवसाद प्रवाह दर की तुलना में चरम प्रवाह दर के निर्धारण की आवश्यकता है। प्रस्तावित निदर्श को निम्न स्वरुप में अभिव्यक्त किया जा सकता है।

$$Q_s(t) = \left[\alpha A A_w \left[(Kt - \lambda + Q)/(1 + Kt - \lambda + Q)\right]^B \ (n_s - 1)^{ns} / tps[\,(n_s)[t/tps) \right.$$

$$\left. e^{-(t/tps)}\,]^{ns-1}\right] \quad \ldots\ldots 36$$

जहॉ Qs(t) = अवसाद ग्राफ निदर्ष के निर्देशांक,

$V_0$ = प्रारम्भिक मृदा आर्द्रता,

$\lambda$ = प्रारम्भिक अलगाव नियतांक,

A = सम्भाव्य अधिकतम कटान,

$A_w$ = जल विभाजक क्षेत्रफल,

t = समय,

$t_{ps}$ = चरम अवसाद निस्सरण का समय,

$\alpha, \beta, K, \lambda, Q\ (=V_0/S), n_s$ = निदर्श प्राचल।

$V_0 = 0$ यह दर्शाता है कि जल विभाजक प्रारम्भ में पूर्णतः खाली है इसका अनुभव क्षेत्र में किया जा सकता है। यदि पूर्ववर्ती अवक्षेपण ( 5 या अधिक दिनों के लिए) शून्य है। दूसरी ओर $I_a = 0$ एक प्रारम्भिक तालीय अवस्था ( चेन, 1982) को दर्शाता है। जो यह अभिव्यक्त करता है कि विचारणीय वृष्टि द्वारा प्रारम्भ में ताल के समान स्थित उत्पन्न की है, जब प्रारम्भिक अलगाव आवश्यकताशून्य है। दोनों स्थितियॉ एक दूसरे से भिन्न होने के कारण, अर्थात प्रथम अवक्षेपण की पूववर्ती मात्रा पर निर्भर है तथा दूसरा विचारणीय समय में वृष्टि पर निर्भर है, वास्तविक स्थिति का निर्धारण क्षेत्र में किया जा सकता है। यह निदर्श अवसाद ग्राफ की गणना एवं कुल अवसाद वर्हिप्रवाह के लिए उपयुक्त पाया गया।

## त्यागी एवं अन्य निदर्श

वर्षा अधिक दर की गणना के लिए SCS-CN आधारित अन्तःस्रूमंदन निदर्श एवं अवसाद–अधिकता की गणना के लिए SCS-CN अनुपातिक सिद्धन्त की सहायता से त्यागी एवं अन्य (2008) द्वारा एक समय वितरित अवसाद लब्धि निदर्श विकसित किया गया। अन्त में समय वितरण अवसाद की गणना के लिए अवसाद अधिक को एकल रेखीय जलाशय तकनीक के प्रयोग द्वारा जल विभाजक के आउटलेट पर मार्गाभिगमित किया गया। गणितीय रुप से निदर्श को निम्न रुप में अभिव्यक्त किया गया है।

$$Y = \frac{A}{P_{\Delta t}}\left[1 - \frac{S^2}{(P + S + \lambda S)^2} - \right](i - f_c) \quad \ldots\ldots 37$$

जहॉ A = मृदा गुणधर्मों एवं संचयन क्षमता P के आधार पर जल विभाजक के लिए अधिकतम सम्भाव्य कटान को व्यक्त करता है

$P_{\Delta t}$ = $\Delta$t समय अन्तराल के दौरान वर्षा की मात्रा ,

i = वर्षा तीव्रता , एवं $f_c$ = अन्तिम अन्तःस्मंदन दर

## उपसहांर

जल विज्ञान एवं जल संसाधन के क्षेत्र में देश एवं विदेशों में अनुसंधानकर्ताओं, क्षेत्रीय अभियन्ताओं एवं शिक्षाविदों द्वारा विभिन्न जल विज्ञानीय निदर्शन पद्धतियों में SCS-CN पद्धति का अत्यधिक उपयोग किया गया है तथा इस पद्धति को विशिष्ट स्थान प्रदान किया गया है। प्रस्तुत प्रपत्र

में वैज्ञानिकों द्वारा किये गये अन्वेषणों, गणितीय एवं सैद्धान्तिक पृष्ठभूमि, लाभ एवं हानियों, CN आंकलन पद्धतियों, प्रमुख संशोधनों एवं सतही जल विज्ञान एवं जल संसाधन प्रबन्धन के विभिन्न क्षेत्रों में अनुप्रयोगों पर विचार विमर्श करने का प्रयास किया गया है।

## सन्दर्भ


1– एक्सौय एच0 एवं कब्बास एम0एल0 (2005), एवं जल विभाजक स्केल कटान एवं अवसाद परिवहन निदर्श, कैटीना 64,247–271.

2– एरनौल्ड आर0जी0, विलियम्स, जे0आर0, ग्रिगस आर0 एच0 एवं सैम्मन एन0वी (1990)] '' SWRRB, मृदा एवं जल संसाधन प्रबन्धन के लिए बेसिन स्केल अनुकरण निदर्श,'' ए0 एवं एम0 प्रेस, टेक्सास।

3– बोन्टा जे0वी0 (1997), '' व्युत्क्रमित वितरण के प्रयोग द्वारा जल विभाजक वक्र संख्या का निर्धारण,'' जर्नल आफ इसीगेशन एवं ड्रेनेज इन्जी0, ASCE 123 (1) , 234–238।

4– चेन, सी0 (1982), ''अपवाह आयतन के आंकलन के लिए मृदा संरक्षण सेवा, वक्र संख्या पद्धति की गणितीय एवं भौतिकीय विशिष्टताओं का मूल्यांकन'' वर्षा–अपवाह सम्बन्ध पर अन्तर्राष्ट्रीय संगोष्ठी की प्रोसीडिंग वी0पी0 सिंह (सम्पादक), जल संसाधन प्रकाशन, लिटिलटौन, कोल, पृष्ठ 387–418।

5– चुंग डब्लू0, एच, वांग, आई0टी0 एवं वांग आर0वाई0 (2010), '' सिद्धन्त पर आधारित SCS-CN पद्धति एवं इसके अनुप्रयोग ASCE, हाईड्रोलौजिक इन्जीनियरिंग 15 (12)] पृष्ठ 1045–1058

6– गारेन डी0 एवं मूरे ड0 एस0 (2005), '' जलगुणवत्ता निदर्शन में वक्र संख्या जल विज्ञान : उपयोग, अनुपयोग एवं भविष्य की दिशाऐं'' जर्नल आफ अमे वाटर रिसो0 एसो0 41 (2), पृष्ठ 377–378।

7– गीता के0, मिश्रा, एस0 के0, एलडो : टी0आई0, रस्तोगी ए0 के0, एवं पाण्डे आर0 पी0, (2008), ''जल विज्ञानीय अनुकरण के लिए SCS-CN पद्धति पर आधारित नियमित निदर्श'' वाटर रिसोर्सेज मैनेजमेन्ट, 22, 165–190।

8– हैथ डी0 ए0 एवं ष्शूमेकर (1987), '' सरिता प्रवाह पोषकों के लिए सामान्य जल विभाजक भारीय गुणक'' वाटर रिसोर्सेज रिसर्च, 23, 471–478।

9– हाकिन्स आर0एच0 (1978), '' परिवर्तनीय स्थल आद्रता सहित अपवाह वक्र संख्याऐं,'' जर्नल आफ इरीगेषन एवं ड्रेनेज डिवीजन, ASCE, 104 (IR4), 389–398।

10– जैन एम0 के0, मिश्रा, एस0के0, बाबू एस0, एवं सिंह वी0पी0 (2006), ''वृष्टि अवधि एवं अरेखीय $I_{as}$ सम्बन्ध को सम्मिलित करते हुए अपवाह वक्र संख्या निदर्श मे वृद्धि'' जर्नल आफ हाईड्रोलौजिक इन्जी0,'' (3), 131–135।

11– निसल डब्लू0 जी0 (1980), '' CREASMS कृषि प्रबन्धन तंत्र से रसायन, अपवाह एव कटान के लिए क्षेत्रीय स्केल निदर्श,'' सरंक्षण अनुसंधान प्रतिवेदन संख्या 26, दक्षिण पूर्व क्षेत्र, यू0एस0 कृषि विभाग, वाशिंगटन, डी0सी0।

12– मैकक्यून आर0एच0 (2002) ''वक्र संख्याओं के लिए निश्चित अन्तराल आंकलन पद्धति,'' जर्नल आफ हाईड्रोलौजी इन्जी0 7 (1), 43–48।

13– मेरिट डब्लू0एस0, लेचर, आर0 एवं जेकमेन ए0जे0 (2003), ''कटान एवं अवसाद परिवहन निदर्शों का पुनरीक्षण'' ऐनवायरमेन्ट मौडल साफ्टवेयर, 18, 761–799।

14– मिचेल सी0, एण्ड्रियेससियन, वी0 एवं पेररिन, सी0 (2005), ''मृदा संरक्षण सेवा वक्र संख्या पद्धति : एक अशुद्ध मृदा आद्रता गणना पद्धति का सुधार कैसे करें'' वाटर रिसोर्सेज रिसर्च 41 WO 211 doi : 10.1029 / 2004 WR 003191

15– मिश्रा एस0 के0 एवं सिंह वी0पी0 (1999), ''एस0 सी0 एस0–सी0एन0 पद्धति का अन्य स्वरुप'' जर्नल आफ हाईड्रोलौजिकल इन्जी0 ASCE,4 (3), 257–264।

16– मिश्रा एस0 के0, एवं सिंह वी0पी0 (2004 v), ''मृदा संरक्षण सेवा वक्र संख्या पर आधारित दीर्घकालिक जल विज्ञानीय अनुकरण,'' हाइड्रो प्रोसेस, 18, 1291–1313।

17– मिश्रा एस0 के0 एवं सिंह वी0पी0 (2004c), ''अन्तःस्मंदन एवं वर्षा अधिक दरों की गणना के लिए SCS-CN पद्धति के मान्यकरण एवं विस्तार'' हाइड्रो प्रोसेस, 19,2845–2861।

18– मिश्रा एस0के0, जैन एम0के0, पाण्डे आर0पी0, एवं सिंह वी0पी0, (2003v), ''लघु जल विभाजकों के विषाल आंकड़ों के प्रयोग द्वारा SCS-CN निदर्षों पर आधारित AMC का मूल्यांकन,'' वाटर एनर्जी इन्टरनेशनल, 60 (2), 13–23।

19– मिश्रा एस0के0, सान्सोलोन जे0ज0 एवं सिंह वी0पी0 (2004v) ''मृदा संरक्षण सेवा वक्र संख्या सिद्धन्त के प्रयोग द्वारा ष्शहरी वर्षा–अपवाह ओवरलैण्ड प्रवाह में धातु तत्वों के लिए विभाजन अनुरुपता'' जर्नल आफ एन्वायरमेन्ट इन्जी0 ASCE, 130 (2), 145–154।

20– मिश्रा एस0 के0 सान्सालोन जे0जे0, ग्लेन III, डी0 डब्लू एवं सिंह वी0पी0 (2004ब) ''शहरी हिमगलन वर्षा/अपवाह एवं नदी प्रवाह तंत्रो में PCN आधारित धातु विभाजकता'' जर्नल आफ अमें0 वाटर रिसो0एसो0 पेपर संख्या 01043, 315–1337।

21– मिश्रा एस0के0, सिंह वी0पी0, सांसलिन जे0जे0 एवं अरावामुथन वी0, (2003ब), संशोधित SCS-CN पद्धति ''विशिष्टीकरण एवं परीक्षण वाटर रिसो0 मैनेजमेंट, 17, 37–68।

22– मिश्रा एस0 के0, त्यागी जे0बी0, सिंह वी0पी0, एवं सिंह आर0, (2006), अवसाद लब्धि का SCS-CN आधारित निदर्शन'' जर्नल आफ हाईड्रोलौजी, 324, 301–322।

23– मोकुस वी0, (1949) ''व्यक्तिगत वृष्टियों के लिए कुल सतही अपवाह का आंकलन'' एपेण्डिक्स बी का परिशिष्ट–ए ग्राण्ड (निओरो) नदी जल विभाजक पर अन्तरिम सर्वेक्षण रिपोर्ट, USDA दिसम्बर–1।

24– मुसग्रेन, जी0डब्लू0 (1947), ''जल कटान में घटकों का मात्रात्मक मूल्यांकन, प्रथम अनुमान,'' जर्नल आफ सौठल एवं वाटर कन्जर्वेशन, 2(3), पृष्ठ 133–138।

25– नैश जे0ई0 (1957), ''क्षणिक एकल जलालेख का स्वरुप'' हाईड्रोलोजी सांईस, बुल 3, 114–121

26– मेटसच एस0एल0, एरनौल्ड जे0जी0, किनिरी जे0आर0, विलियम्स जे0 आर0, '' निर्धारण यंत्र (SWAT) सैद्धन्तिक प्रलेख, वर्जन 2000, टैक्सास वाटर रिसोर्सेज इन्सटीट्यूट, कालेज स्टेशन, टेक्सास, TWRI प्रतिवेदन TR-19।

27– नोवोटनी वी एवं ओलेम एच0 (1994), जल गुणवत्ता, डिफ्यूज प्रदूषण का बचाव, चयनीकरण एवं प्रबन्धन, ''जौन विली एवं सन्स, न्यूयार्क NY।

28– पण्डित ए0 एवं गोपालकृष्णन जी, (1996), ''अनुकरण द्वारा वार्षिक वृष्टि अपवाह नियतांको का आंकलन'' जर्नल आफ इरीगेशन एवं ड्रेनेज इन्जी0 ASCE, 122 (40), 211–220।

29– पौन्स वी0एम0 एवं हाकिन्स आर0एच0 (1996), अपवाह वक्र संख्या : क्या यह पूर्णता तक पहुँची'', जर्नल आफ हाईड्रोलोजी इन्जी0 1 (i), 11–19।

30– रेनार्ड के0जी0, फोस्टर जी0आइ0, बी0सिस जी0 ए0, एवं पोर्टर जे0पी0 (1991), ''RUSLE, संशोधित सार्वभौम मृदा हानि समीकरण, जर्नल आफ सोइल एवं वाटर कन्जेर्वेशन 46 (1), 30–33।

31– साहू आर0 के0 मिश्रा एस0के0 , एल्डो टी0आई0 (2010) ''संशोधित AMC युग्मित अपवाह वक्र संख्या निदर्श'', हाइड्रोलौजी प्रोसेज, 21 21), 2872–2881।

32– एस0सी0एस0 (1956, 1971, 1972), ''हाईड्रोलौजी नेशनल इन्जी हैण्डबुक, सप्लीमेन्ट A, खण्ड–4, अध्याय 10, मृदा संरक्षण सेवा, USDA, वाशिंगटन, डी0सी0।

33– एस0सी0एस0 (1986), ''लघु जल विभाजकों के लिएशहरी जल विज्ञान,'' तकनीकी विज्ञप्ति संख्या 55, मृदा संरक्षण सेवा USDA, वाशिगंटन डी0सी0।

34– षार्पले ए0एन0 एवं विलियम्स ज0आर0 (1990)] EPIC– कटान/उत्पादन प्रभाव कैल्कुलेटर : 1 निदर्श प्रलेखन '' यु0एस0 डिपार्टमेन्ट आफ एग्रीकल्चर तकनीकी बुलेटिन संख्या 1768, यू0एस0 गवर्नमेन्ट प्रिंटिग प्रेस, वाशिगंटन, डी0सी0।

35– सिंह पी0के0, भूनिया, पी0के0, मिश्रा एस0के0 एवं चौबे, यू0सी0 (2008), ''SCS-CN पद्धति पर आधारित अवसाद ग्राफ निदर्श,'' जर्नल आफ हाइड्रोलौजी, 349, 244–255।

36– सिंह वी0पी0 (1989), ''हाइड्रोलौजिक सिस्टमसः खण्ड–2 : जल विभाजक निदर्शन, '' प्रेन्टिस हाल, एगिलवुड क्लिफस, एन0जे0।

37– सिंह वी0पी0 (1995), अध्याय–1 : जल विभाजक निदर्शन, जल विभाजक जल विज्ञान के संगणक निदर्श का एक अध्याय, वी0पी0 सिंह (सम्पादक) वाटर रिसोर्सेज पब्लिकेशन, लिटिलटौन, कोलम्बो 1–22।

38– सिंह वी0पी0 एवं वूल हिसर, डी0ए0 (2002) ''जल विभाजक जल विज्ञान का गणितीय निदर्शन'' 150 वी वर्षगांठ प्रपत्र, जर्नल आफ हाईड्रोलौजिक इन्जी, ASCE, 7 (4) 271–292।

39– सिंह वी0पी0 एवं फ्रेवर्ट, डी0के0 (2002), ''लघु जल विभाजकों का गणितीय निदर्शन एवं अनुप्रयोग,'' वाटर रिसोर्सेज प्रकाशन, हाइलैण्ड रान्च, कोलम्बो।

40– त्यागी, जे0वी0, मिश्रा एस0के0, सिंह, आर0 एवं सिंह वी0पी0 (2008), ''SCS-CN आधारित समय वितरण अवसाद लब्धि निदर्श,'' जर्नल आफ हाईड्रोलौजी, 352, 388–403।

41– यू0एस0 एन्वायरमेन्ट प्रोटेक्शन एजेन्सी (USEPA) (1990), ''राष्ट्रीय जल गुणवत्ता इन्वेन्टरी–1988,'' सम्मेलन का प्रतिवेदन, यू0एस0, ई0पी0ए0, जल का कार्यालय, वाशिंगटन डी0सी0।

42– वान मुलेम, जे0ए0 (1989)] ''ग्रीन एम्पर निदर्श के प्रयोग द्वारा अपवाह एवं चरम निस्सरण,'' जर्नल आफ हाइड्रोलिक इन्जी0, ए0एस0सी0ई0, 117 (3), 354–370।

43– वाटर, एम0टी0 एवं स्टीफन, वी0एस0 (2005), विचार विमर्षः जल गुणवत्ता निदर्षन में वक्र संख्या जल विज्ञान : उपयोग, अनुपयोग एवं भविष्य की दिषाऐं,'' द्वारा : डेविड सी0 गारेन एवं डेनियल एस0 मूरे, जर्नल आफ अमेरिकन वाटर रिसोर्सेज एसोसियेषन (JAWRA) 41 (6), 1491–1492।

44– विलियम्स जे0 आर0 (1978), ''एकक क्षणिक अवसाद ग्राफ पर आधारित अवसाद ग्राफ निदर्श,'' वाटर रिसोर्सेज रिसर्च, 14 (4), 659–669।

45– विलियम्स जे0 आर0 एवं लुसियुर डब्लू0 वी0 (1976), ''SCS-CN वक्र संख्याओं के प्रयोग द्वारा जल लब्धि निदर्श,'' जर्नल आफ हाईड्रोलिक डिविजन ASCE, 102 (HY 9), प्रोसीडिंग प्रपत्र 12377, 1241–1253।

46– विश्चमियर; जे0आर0 एवं स्मिथ डी0डी0 (1978), ''वर्षा कटान हानियों की भविष्यवाणी–संरक्षण योजना का मार्गदर्शन, ''कृषि हस्तुस्तिका संख्या 537, विज्ञान एवं षिक्षा प्रशासन, यू0एस0 कृषि विभाग, वाशिंगटन, डी0सी0।

47– यंग आर0ए0, ओनस्टैड सी0ए0, बोस्च डी0डी0 एवं एण्डरसन डब्लू0पी0 (1989), '' AGNPS : कृषि जल विभाजकों के मूल्यांकन के लिए अरेखीय स्रोत प्रदूषण निदर्श,'' जर्नल सौइल वाटर कन्जेर्वेशन, 168–173 (मार्च–अप्रैल)।

**पुष्पेन्द्र कुमार अग्रवाल**
**अनुवादकर्त्ता**
**प्रधान अनुसंधान सहायक, रा. ज. सं. रुड़की–247667 (उत्तराखण्ड)**

**राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान**
**जलविज्ञान भवन**
**रूड़की–247 667 (उत्तराखंड)**

**दूरभाष : 01332–272106**
**फैक्स : 01332–272123**
**ई–मेल : nihmail@nih.ernet.in**
**वेब : www.nih.ernet.in**