# चतुर्थ राष्ट्रीय जल संगोष्ठी

# 2011

जल संसाधनों के प्रबंधन में नवीनतम तकनीकों का प्रयोग

**16–17 दिसम्बर, 2011**

NATIONAL INSTITUTE OF HYDROLOGY

राष्ट्रीय जल विज्ञान संस्थान

आपो हि ष्ठा मयोभुवः

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान
जलविज्ञान भवन
रूडकी–247667 (उत्तराखंड)

# जल विभाजक के लिए अभिकल्प अपवाह वक्र संख्या का निर्धारण

सुरेन्द्र कुमार मिश्रा[2] अजय कुमार कन्सल[2] पुष्पेन्द्र कुमार अग्रवाल[1] निशान्त अग्रवाल[2]
सह प्राध्यापक स्नातकोत्तर स्कालर प्रधान अनुसंधान सहायक स्नातक स्कालर

[1]राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान रूड़की
[2]जल संसाधन विकास एवं प्रबन्धन संस्थान, भारतीय प्रौद्यागिकी संस्थान रूड़की

## सारांश

अनगेज्ड लघु जल विभाजकों के लिए वृष्टि घटक अपवाह का आंकलन जलविज्ञान की प्रमुख गतिविधियों में से एक है। जल संसाधन एवं सिंचाई अभियांत्रिकी के क्षेत्र में अनगिनत संगणक निदर्श उपलब्ध हैं तथा इनमें से अधिकांश वृहत एवं लोकप्रिय निदर्श वषा घटक से अतिरिक्त वर्षा निर्धारण के लिए मृदा संरक्षण सेवा वक्र संख्या प्रौद्योगिकी (SCS - CN) का प्रयोग करते हैं। इन समस्याओं के सरलतम समाधान के लिए अधिकाशतः उपयोग किये जाने वाली तकनीकों में SCS वक्र संख्या पद्धति एक लोकप्रिय पद्धति है। इस पद्धति का प्राचल CN, मृदा एवं वनस्पति के दिये गये मिश्रण में जल धारण का एक मापक है तथा इसका मान शून्य (अपवाह रहित अवस्था) से 100 (जब सम्पूर्ण वर्षा अपवाह में परिवर्तित हो जाए) तक परिवर्तनीय है।

प्रस्तुत अध्ययन में प्रत्येक दिवस की वर्षा एवं इसमें सम्बद्ध अपवाह को एक घटक स्वीकार करते हुए इसकी सहायता से भारतवर्ष के झारखण्ड राज्य में स्थित मैथन जल विभाजक के दीर्घावधि दैनिक वर्षा–अपवाह आकँड़ों के लिए SCS – CN पद्धति का प्रयोग किया गया है। SCS – CN पद्धति में प्राचल के रूप में प्रयोग हेतु विभिन्न अवधियों, आर्द्र स्थितियों एवं वापसी अवधियो के लिए अभिकल्प अपवाह की व्युत्पत्ति के लिए एक सरल पद्धति को प्रस्तावित किया गया है। व्युत्पत्ति अभिकल्प CN मानों का परीक्षण उनके मान्यकरण हेतु प्रेक्षित आँकड़ों से रूढ़िवादी अभिकल्प अपवाह आंकलन के प्रयोग द्वारा किया गया है। अध्ययन किये गये जल विभाजक के लिए 10 वर्ष की वापसी अवधि हेतु CN द्वारा जनित अभिकल्प अपवाह एवं रूढिवादी अपवाह के मध्य तुलनात्मक अध्ययन संतोषजनक पाया गया है।

## मूल शब्द (key word)

अभिकल्प बाढ, अभिकल्प वक्र संख्या, वापसी अवधि, SCS – CN पद्धति

## प्रस्तावना

लघु कृषि जल विभाजकों से दिये गये वर्षा घटक के लिए सतही अपवाह के आयतन की गणना हेतु मृदा संरक्षक सेवा–वक्र संख्या पद्धति (SCS - CN) (SCS,1956, 1964, 1969, 1971, 1972, 1985, 1993), उपलब्ध लोकप्रिय पद्धतियों में से एक है। यह पद्धति कृषि, जलविज्ञान साहित्य में विचार विमर्श पर प्रकाश डालती हैं तथा इसका प्रयोग निरन्तर निदर्शन योजनाओं में भी वृहत्त रूप से किया जाता है। अधिकांश जल वैज्ञानिकों द्वारा इस पद्धति के प्रयोग का मुख्य कारण इसकी सरलता तथा न्यूनतम जलविज्ञानीय सूचनाओं जैसे मृदा प्रकार, भूमि उपयोग एवं उपचार, सतही स्थितियों एवं पूर्ववर्ती आद्रता स्थितियों की सहायता से जलविभाजक हेतु इसका प्रयोग किये जाने की क्षमता है। अमापित जल विभाजक के लिए वर्षा–अपवाह घटकों के सीमित मानों एवं तीन पूर्ववर्ती आद्रता स्थितियों के लिए मापन रहित जलविभाजक हेतु NEH-4 सारणी के प्रयोग द्वारा CN मानों को व्युत्पत्ति किया गया है। बाद में वर्षा के क्रम पर आधारित पद्धति को साहित्य में प्रस्तावित किया गया हैं। पौन्स एवं हॉकिन्स (1996) ने इस पद्धति का परीक्षण किया, इसके संकल्पनात्मक एवं अनुभाविक आधारों को स्पष्टीकृत किया, इसकी क्षमताओं, सीमाओं एवं उपयोगों का प्रस्तुतिकरण किया एवं SCS – CN प्रौद्योगिकी में अनुसंधान हेतु क्षेत्रों को चयनित किया। (मिश्रा एवं सिंह, 2003)। चरम या वृहत्त अपवाह आयतन के आंकलन के लिए अपवाह वक संख्या पद्धति को विकसित किया गया। तथापि इसका प्रयोग जलविज्ञानीय

अनुकरण निदर्श उदाहरणतः CREAMS (निसल 1980) एवं AGNPS (यंग एवं अन्य 1987) द्वारा दैनिक वर्षा घटकों से प्रत्यक्ष अपवाह आंकलन हेतु किया गया।

विभिन्न स्थितियों के अन्तर्गत किसी जल विभाजक के लिए अपवाह वक संख्या को चयनित करने की पद्धतियाँ ''नेशनल इन्जीनियरिंग हैन्डबुक, खण्ड–4, जलविज्ञान या NEH-4 (SCN, 1972)'' में उपलब्ध हैं। CN मानों को मूल रूप से लघु कृषि जलविभाजकों पर वार्षिक अधिकतम वर्षा एवं अपवाह आँकड़ों से परिभाषित किया गया था जहाँ जलविज्ञानीय मृदा समूह, भूमि उपयोग/उपचार एवं सतही स्थितियाँ ज्ञात थी। विभिन्न कृषि पद्धतियों एवं सतही खनन एवं सुधार जल विभाजकों के लिए भी CN मानों का प्रवेक्षण किया गया (रिटर एवं गार्डनर 1991)।

SCS – CN पद्धति जलविभाजक विशिष्टताओं एवं 5 दिवस भी पूववर्ती वर्षा से व्युत्पत्ति CN मान के उपयोग द्वारा वर्षा को सतही अपवाह में परिवर्तित करती है। इस निदर्श का चयन अपवाह भविष्यवाणी के लिए किया गया क्योंकि; (1) यह एक सुपरिचित पद्धति है जिसका प्रयोग विश्व के अनेको वर्षों से किया जा रहा है। (2) इसकी संगणना प्रभावो रूप से की जा सकती है। (3) इसके लिए आवश्यक निवेश सामान्यतः उपलब्ध है। (4) यह अपवाह का सम्बन्ध मृदा प्रकार भूमि उपयोग एवं प्रबन्धन पद्धतियों से करती हैं। किसी अनगेजड जलविभाजक के लिए CN के मान के व्युत्पत्ति करने हेतु SCS (1956) ने मृदा प्रकार, भूमि आच्छादन एवं पद्धति, जलीय स्थिति एवं ए.एम.सी. पर आधारित सारणियाँ प्रदान की हैं। AMC I (शुष्क) से AMC III (आद्र) या AMC II (सामान्य) स्तरों से CN परिवर्तन के लिए शुद्व गणितीय अभिव्यंजन (पौन्स एवं हॉकिन्स 1996) भी उपलब्ध हैं। जेलम्फेल्ट एवं अन्य (1982) ने AMC III स्तरों के द्वारा सांख्यिकीय विधि से कमशः AMC I के साथ सम्बन्ध स्थापित किया जिसका मान दी गई वर्षा के लिए अपवाह गहराई की 90, 10 एवं 50ः संचयी सम्भाव्यता से श्रेष्ठ पाया गया। अमापित जल विभाजकों के लिए माध्य CN के सापेक्ष AMC II एवं वितरित वर्षा–अपवाह चित्रण की ऊपरी एवं निम्न सीमा के सापेक्ष कमशः AMC III एवं AMC I पर विचार करते हुए वर्षा अपवाह आँकड़ा घटनाओं से CN गणना की संस्तुति की।

जलविज्ञानीय अभिकल्प उद्देश्यों के लिए हॉकिन्स (1993) एवं हॉकिन्स एवं अन्य (2001) ने वर्षा–अपवाह आँकड़ों के कम से CN को व्युत्पत्तित किया एवं मैक क्यून (2002) ने CN को एक बेतरतीव परिवर्ती मानते हुए CN मानों (65 से 95) के लिए विश्वनीय अन्तराल को विकसित किया। मिश्रा एवं अन्य (2004) ने उपलब्ध SCS – CN निदर्शो एवं संशोधित मिश्रा एवं सिंह (2003,a,b,c) निदर्शों की तुलना लघु से दीर्घ जल विभाजिकों के आँकड़ों की सहायता से की एवं यह पाया कि पश्च निदर्श, पूर्व की तुलना में श्रेष्ठ निष्पादन प्रदान करते हैं। जैन एवं अन्य (2006 b) ने अमेरिका में स्थित लघु से दीर्घ जलविभाजकों से वर्षा–अपवाह आँकड़ों के वृहत्त समूह के उपयोग, द्वारा विशिष्ट भूमि उपयाग, मृदा प्रकार एवं उनके सम्मिश्रण के लिए वर्तमान SCS – CN निदर्शो एवं संशोधित मिश्रा एवं सिंह (2003 a) निदर्शों का मात्रात्मक रूप से मूल्यांकन किया।

उपरोक्त पद्धतियाँ यद्यपि CN मानों की गणना (SCS, 1971, हॉकिन्स एवं अन्य 2001) के लिए परिवर्तनीय समय अवधियो (1–d के समान या कम) के पृथक वृष्टि घटकों (सामान्यतः वार्षिक चरम घटको) का उपयोग करती है। परिणामस्वरूप, प्राप्त CN परिणाम केवल तीव्र वर्षा एवं लघु अवधि के उन घटको के लिए ही प्रयोग किये जा सकते हैं जिनस उन्हें व्युत्पत्ति किया गया है। तथा इनका प्रयोग वर्षा की निम्न मात्रा और/या दीर्घ अवधि के लिए उपयुक्त नहीं है। यह सामान्य अनुभव है कि किसी जल विभाजक में प्राप्त वर्षा से अधिक या निम्न अपवाह की मात्रा लघु या दीर्घ समयावधि/समयान्तराल, अन्तः स्यंदन एवं वाष्पन हानियों, तथा जलविभाजक में जल उपलब्ध रहने की अवधि पर निर्भर करती है। अतः दीर्घ अवधि वृष्टि घटनाओं के लिए, वर्षा अवधि पर CN मानो की निर्भरता एवं परिवर्तनीय घटक अवधि के कारण CN परिवर्तनीयता (जो कि कि AMC के पदो में मूल पद्धति में आंकलित की गई है।) के अन्वेषण द्वारा मूल SCS-CN पद्धति के अनुप्रयोग का अन्वेषण करना उपयुक्त है। अतः अध्ययन के उद्देश्य निम्न है :–

1. आद्रता स्थितियों के तीन स्तरों (AMC के स्थान पर शुष्क, सामान्य एवं आद्र के रूप में वर्णित) एवं जल विभाजक की दीर्घावधि दैनिक वर्षा–अपवाह आँकड़ों से विविध अवधियों के लिए CN मानो को व्युत्कमित करने हतु सरल पद्धति को प्रस्तावित करना।
2. वक्र संख्या पर वर्षा अवधि प्रभाव का अन्वेषण करना एवं CN वर्षा अवधि सम्बन्ध विकसित करना
3. जलीय अभिकल्प के लिए वक्र संख्या का निर्धारण करना
4. व्युत्पत्ति अभिकल्प वक्र संख्या का मान्यकरण करना

## सामग्री एवं पद्धतियाँ

वर्तमान SCS-CN समीकरण को निम्न रूप में प्रस्तुत किया जा सकता है :–

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)}$$

जहाँ P= वर्षा (मि.मी. में)
Q= प्रत्यक्ष अपवाह (मि.मी. में)
S= संभाव्य अधिकतम धारण (मि.मी. में)

एवं 0.2 एक नियतांक है जो (प्रारम्भिक पृथक्करण नियतांक विमाहीन) का प्रतिनिधित्व करता है। प्राचल S, मृदा प्रकार, भूमि उपयोग, जलीय स्थितियों एवं आद्रता स्थिति पर आधारित है। अभिकल्पित CN मान के आंकलन के लिए प्रस्तावित पद्धति निम्न है।

## विभिन्न आर्द्रता स्थितियों एवं अवधियो के लिए CN मानों का आंकलन

(अ). उपलब्ध आँकड़ों की अवधि के लिए उपलब्ध दैनिक वर्षा (P) एवं अपवाह (Q) के मध्य समान इकाई (उदाहरणतः मि.मी./दिन) में एक श्रेणी तैयार कर इन आँकड़ों से अपवाह गुणक (C=Q/P)>1 का प्रयोग करते हुए (P-Q) आँकड़ों के जोड़ों को अलग करें। इसके पश्चात शेष (P-Q) आँकड़ों को P के घटते क्रम में व्यवस्थित करें तथा वेवुल प्लॉटिंग स्थित सूत्र की सहायता से P को प्रायिकता प्रदान करें। इन आंकडों को प्लाट करें।
(ब). CN या S के लिए एक उपयुक्त मान की कल्पना करें तथा समीकरण 1 का प्रयोग करके सभी P मानों के लिए Q के मानों की गणना करें। सम्पूर्ण आँकड़ों के लिए विभिन्न CN मानों के लिए प्रथम चरण P मानों से गणित Q मानों की ऊपरी सीमा को प्रदर्शित करती हुई एक रेखा को प्लाट पर फिट करने का प्रयास करें। सम्पूर्ण P-Q आँकड़ा समय की ऊपरी सीमा में फिट होने वाले निकटतम CN मान का चयन करें। इसी प्रकार सम्पूर्ण आँकड़ों की मध्य एवं निम्न सीमा को प्रदशित करने वाले उपयुक्त CN मान के लिए Q रेखाओं की व्युत्पत्ति करें। ये CN मान क्रमशः आद्र सामान्य एवं शुष्क स्थितियों के सदृश लिये जाने चाहिए। ध्यान देने योग्य विषय है कि क्योकि ये मान दैनिक P-Q आँकड़ों में व्युत्पत्ति किये गये है अतः व्युत्क्रमित CN मान 1-d वर्षा अवधि के सदृश होंगे।
(स). उपरोक्त दैनिक P-Q आँकड़ों को जोड़कर, समान अवधि के लिए दो दिवसीय, तीन दिवसीय, चार दिवसीय व्युत्क्रमित करें। ध्यान दें कि P एवं Q दोनों मान गहराई की इकाई में है।
(द). विभिन्न आद्र स्थितियों एवं सभी अवधियों के लिए अलग–अलग विकसित सभी P-Q श्रेणियो के लिए CN मानों को व्युत्पत्तित करने हेतु चरण 1ब को दोहरायें। प्रत्येक आद्र स्थिति के लिए उपयुक्त न्यूनतम वर्ग पद्धति का अलग–अलग प्रयोग कर CN एवं वर्षा अवधि के मध्य सम्बन्ध स्थापित करें।

## 2. अभिकल्प CN का आंकलन

(अ) चरण 1, सम्पूर्ण अवधि के लिए सम्पूर्ण P-Q आँकड़ों पर आधारित है। तथापि अभिकल्प CN के निर्धारण के लिए प्रत्येक वर्ष हेतु दैनिक दो दिवसीय, तीन दिवसीय, P-Q आँकड़ा श्रेणी को चरण–1 के अनुसार ही विकसित किया गया।
(ब). प्रत्येक वार्षिक P-Q श्रेणियों के लिए तीन आद्र स्थितियों हेतु CN मानो को व्युत्पत्तित किया गया है। अतः एक वर्ष के लिए प्रत्येक आद्र स्थितियों हेतु दी गई आद्र स्थितियों एवं अवधि के लिए केवल एक CN मान उपलब्ध है। यह मान तीनों आद्र स्थितियों में से प्रत्येक के लिए तथा विचारणीय अवधि में से प्रत्येक के लिए एक वार्षिक CN श्रेणी विकसित करने के लिए प्रयोग किया गया है। प्रत्येक CN श्रेणी को एक बेतरतीव श्रेणी माना जा सकता है तथा दो निकटवती वार्षिक CN मानों के मध्य कोई सम्बन्ध नहीं है।
(स). दी गई प्रत्येक आद्र स्थिति एवं अवधि के लिए वार्षिक CN श्रेणी में उपयुक्त बारम्बारता वितरण स्थापित करे एवं विभिन्न वापसी अवधियो के समय CN मानों को व्युत्क्रमित करें।
(द). अन्य आद्र स्थितियों एवं वर्षा अवधियो के लिए क्वान्टम CN मानों के निर्धारण हेतु चरण 4(अ) से 4(स) को दोहरायें। विभिन्न वापसी अवधियो, विभिन्न आद्र स्थितियों, एवं अन्य विभिन्न अवधियो के लिए उपलब्ध CN मानों को उपयोग हेतु प्लाट करें।

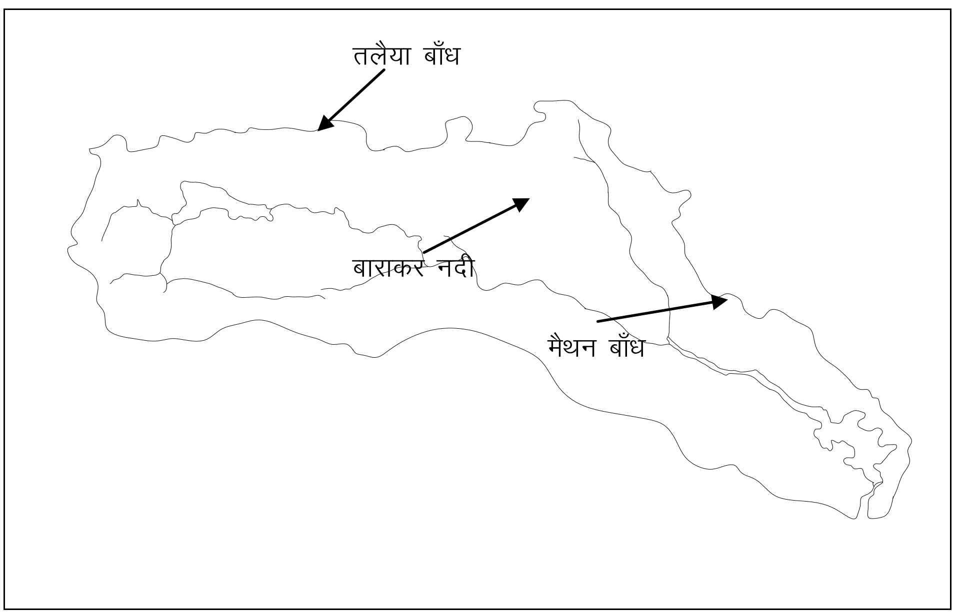
## 3. आंकलित अभिकल्प CN मानो का मान्यकरण

(अ). किसी विशिष्ट अवधि के लिए, एक उपयुक्त वितरण के प्रयोग द्वारा विभिन्न वापसी अवधियो के अनुरूप, अभिकल्प P मानों के निर्धारण हेतु वार्षिक (चरम) P श्रेणी विकसित करें।
(ब). विभिन्न वापसी अवधियों के लिए व्युत्पत्तित अभिकल्प वर्षा P मानों से SCS-CN पद्धति (समीकरण–1) एवं समान वापसी अवधि CN का प्रयोग कर अभिकल्प अपवाह की गणना करें। इनकी गणना Q मानो के लिए भी करें।

(स). चरण 3 (अ) के समान ही, समान अवधि एवं वापसी अवधि के लिए प्रेक्षित वार्षिक Q श्रेणी के लिए उपयुक्त वितरण का प्रयोग करके अभिकल्प Q मानों को व्युत्पत्ति करे। चरण 3 (ब) से प्राप्त मानों के साथ तुलना करने के लिए इन मानों को रूढिवादी आंकलित अभिकल्प अपवाह के रूप में स्वीकार करें।

## अध्ययन क्षेत्र

बाराकर नदी पूर्व भारत में दामोदर नदी की मुख्य सहायक नदी है। झारखंड के हजारी बाग जिले में पदमा के निकट से उद्गमित होकर पश्चिमी बंगाल के वर्धमान जिले में दिशेरगढ़ के निकट दामोदर नदी में समाहित होने से पूर्व यह नदी छोटा नागपुर के उत्तरी भाग के साथ–साथ मुख्यतः पश्चिम से पूर्व दिशा में लगभग 225 कि.मी. की दूरी तक प्रवाहित होती है। अध्ययन क्षेत्र $23^0 44''$ से $24^0 0''$ उत्तरी अक्षाश एवं $86^0 44''$ से $86^0 52''$ पूर्वी देशान्तर के मध्य स्थित है। नदी का आवाह क्षेत्र 6294 वर्ग किमी है तथा समुद्र तल से औसत ऊँचाई लगभग 110 मी. है। मुख्य आवाह क्षेत्र, जिसमें गंगा मैदानी क्षेत्र तथा दामोदर तटीय क्षेत्र संलग्न है, के अन्तर्गत छः प्रकार की मृदा चयनित की गई है। लाल दानेदार मिट्टी (लेटराइट) क्षेत्र में मुख्यतः साल (सोरियावुस्टा) के खुले वन एवं ऊपरी घाटी में लाल एवं पीली दोमट मिट्टो वाले क्षेत्रों मे साल के घने वन उपलब्ध हैं। क्षेत्र की जलवायु के अन्तर्गत शरद ऋतु में सामान्य ठड एवं ग्रीष्म ऋतु में गर्म एवं आद्र मौसम पाया जाता है। भारत के शेष भागो की तरह ही इस क्षेत्र में दो मुख्य वर्षा ऋतुये होती है। शरद ऋतु में दिसम्बर से मार्च के मध्य यहां अल्प वर्षा पाई जाती है। ग्रीष्म ऋतु में जून से सितम्बर माह के मध्य वायु का प्रवाह समुद्र से भूमि की ओर होने के कारण इस क्षेत्र की जलवायु में अधिक आद्रता, बादल एवं वर्षा पाई जाती है। इस घाटी में वार्षिक वर्षा लगभग 1000 मि.मी. से 1800 मि.मी. तक होती है। आवाह क्षेत्र के अन्तर्गत दामोदर बेसिन के ऊपरी एवं मध्य भागों में वार्षिक वर्षा 1209 मि.मी. प्राप्त होती है। तथा मुख्य प्लेटू कगार के ऊपर निम्न घाटी में वर्षा की वार्षिक मात्रा 1329 कि.मी. है तथा वर्षा का यह मान बढकर 1500 मि.मी. तक हो जाता है। बेसिन में माध्य वार्षिक वर्षा 1300 मि.मी. होती है। जिसका लगभग 80 प्रतिशत भाग ग्रीष्म ऋतु (जून–सितम्बर) के दौरान प्राप्त होता है। घाटी के अधिकांश भागो में प्राप्त होने वाला अधिकतम उच्चतम तापमान $46^oC$ प्रेक्षित किया गया। ग्रीष्म ऋतु (मई–जून) के मध्य तापमान सामान्यतः $40\,^oC$ से $42\,^oC$ एवं शरद ऋतु (दिसम्बर–जनवरी) के मध्य सामान्य तापमान $23\,^oC$ से $26\,^oC$ प्रेक्षित किया गया। माध्य आद्रता जुलाई–सितम्बर के मध्य 80 प्रतिशत से मार्च, अप्रैल, मई के मध्य 40 प्रतिशत तक परिवर्तनीय है। चित्र–1 में मैथन बाँध आवाह क्षेत्र को दर्शाया गया है।

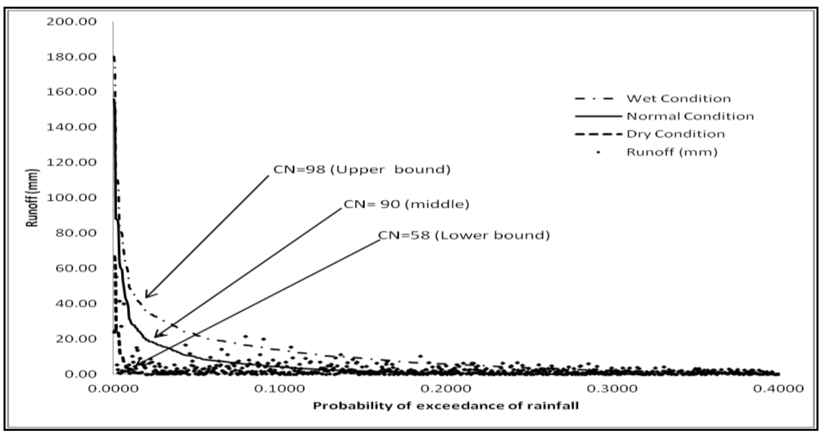



**चित्र – 1 मैथन बाँध के आवाह क्षेत्र का चित्रण परिणाम एवं विचार विमर्श**

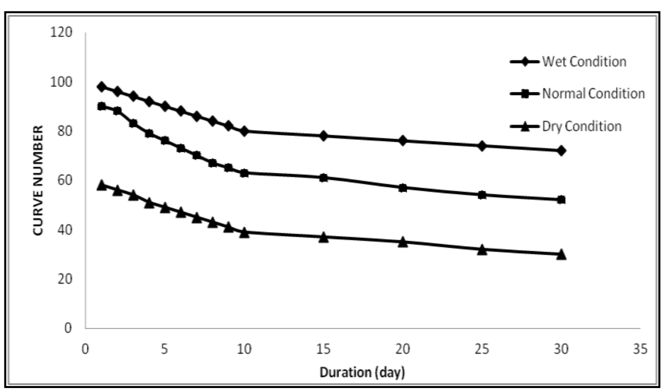
जैसा कि ऊपर वर्णित जा चुका है मैथन जलविभाजक के लिए 10 वर्षो की उपलब्ध दैनिक वर्षा P एवं अपवाह (Q) आँकडा श्रेणियों को कालानुक्रम में सर्वप्रथम व्यवस्थित किया गया। इसके पश्चात इन श्रेणियो का प्रक्रमण इस प्रकार किया गया कि दैनिक अपवाह नियतांक (Q/P) के उन जोडो को जिनके मान 1.0 से अधिक है उन्हें आँकडा श्रेणी में

अलग कर दिया गया। यह ध्यान देने योग्य है कि P एवं Q दोनों मि.मी. में हैं। प्रक्रमित आँकडों को P के घटते क्रम में व्यवस्थित किया गया एवं वे कुल प्लाटिंग पोजीशन सूत्र के प्रयोग द्वारा P की सम्भाव्यता स्थापित की गयी। इसके पश्चात CN (या S) का उपयुक्त मान की कल्पना करके सभी P मानो के लिए Q मानो की गणना की गई तथा उन्हे चित्र 2 में प्लाट किया गया। CN के ट्रायल मानो को इस प्रकार चयनित किया गया कि Q रेखा सम्पूर्ण आँकडों की ऊपरी निम्न एवं मध्य सीमा को दर्शाती है। CN मानो की ऊपरी सीमा आर्द्र स्थितियों निम्न सीमा शुष्क स्थितियो एवं मध्य सीमा सामान्य स्थितियों के अनुरूप स्थितियो को दर्शाती है। क्योकि CN मानो को दैनिक P-Q आँकडो से व्युत्क्रमित किया गया अतः इन्हे एक दिवस के समरूप लिया गया। उदाहरणार्थ चित्र 2 एक दिवस अवधि के लिए आद्र स्थितियो के द्वारा शुष्क स्थितियो के लिए उपयुक्ता को दर्शाता है। इसी प्रकार दो दिवसीय, तीन दिवसीय, चार दिवसीय इत्यादि P-Q श्रेणी क लिए क्रमशः दो दिवसीय, तीन दिवसीय, चार दिवसीय इत्यादि CN मानो को व्युत्पत्तित किया गया।

उपरोक्त का अनुसरण करते हुए विभिन्न आद्र स्थितियो एवं अवधियो के लिए CN मानो को व्युत्क्रमित किया गया एवं उन्हे चित्र 3 में प्लाट किया गया है। जैसा चित्र में दर्शाया गया है अवधि में वृद्धि होने पर CN मानो में लगभग घातांकी रूप में क्षय होता है। व्युत्पत्तित पद्धति के अनुसार वर्षा अवधि में वृद्धि होने पर सुसंगत रूप में CN मान कम होते है क्योकि जलविभाजक में जल हानि के लिए समय के वृहत्त अवसर उपलब्ध है ये CN मान जलविभाजक विशिष्टताओं का प्रतिनिधित्व करते है।




चित्र 2 तीन आद्र स्थितियो के लिए CN के निर्धारण के लिए मैथन जल विभाजक के क्रमिक दैनिक अपवाह आँकडा वक्र संख्याओं की ऊपरी एवं निम्न सीमा आद्र एवं शुष्क स्थितियो को तथा मध्य सीमा सामान्य स्थिति को दर्शाती है। अध्ययन हेतु 10 वर्षो के आँकडे प्रयोग किये गये।

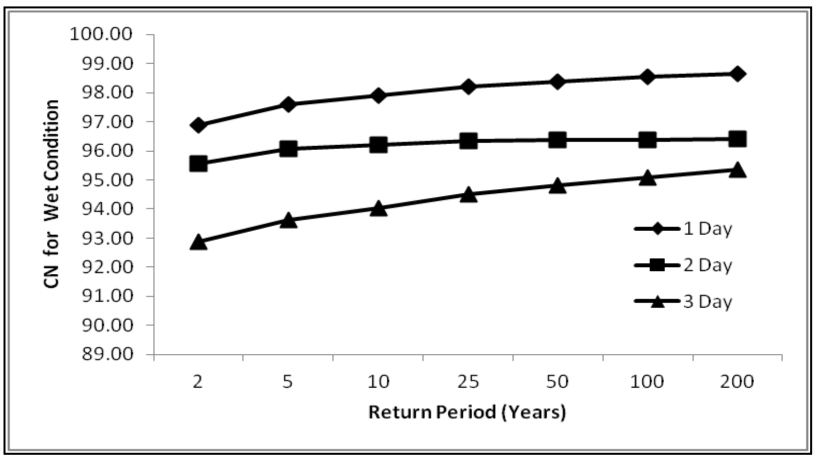



चित्र 3 : वर्षा अवधि सहित वक्र संख्या परिवर्तन
(1 दिवस से अधिक या समान)

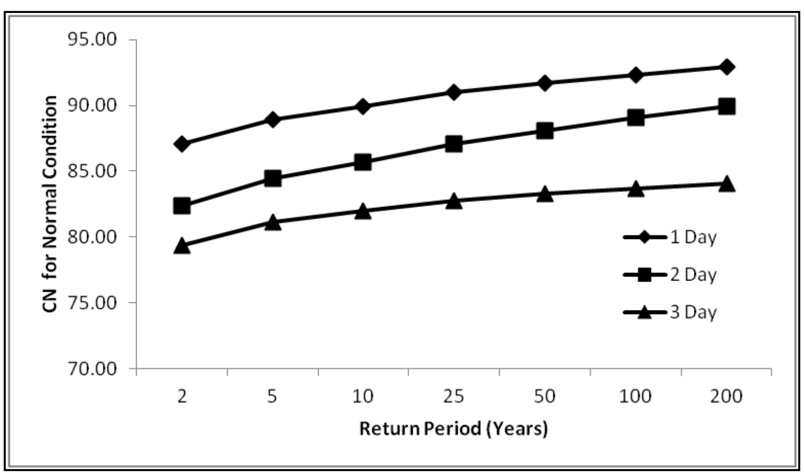
## अभिकल्प वक्र संख्या का निर्धारण

क्षेत्र की उपयोगिता में वृद्धि के लिए उपयुक्त वणित पद्धति का अनुसरण करते हुए वार्षिक P-Q आंकडा श्रेणी के प्रयोग द्वारा विभिन्न अवधियों एवं वापसी अवधियो क लिए अभिकल्प वक्र संख्याओं को व्युत्पत्तित किया गया। प्रत्येक वर्ष के लिए 1 से 3 दिवसो हेतु तीन आद्र स्थितियों के लिए वक्र संख्या मानो को व्युत्क्रमित किया गया। दी गई अवधि एवं आद्र स्थिति के लिए बेतरतीव उपरोक्त वार्षिक वक्र संख्या श्रेणियो को स्वीकार करते हुए विभिन्न वापसी अवधियो के समरूप अभिकल्प CN मानों को व्युत्पत्तित करने के लिए विभिन्न बारम्बारता वितरणो का अनुप्रयोग किया गया। तीन वितरणोः गम्बल एक्स्ट्रीम मान, लघु नार्मल, एवं लघु परसन टाइप III पर प्रयास किये गये तथा मानक त्रुटि एवं CN< 100 कसाटी के आधार पर लाग परसन टाइप III वितरण को स्वीकार कर लिया गया एवं विभिन्न आद्र स्थितियो के लिए इनके चित्रण को चित्र (4a-4c) में दर्शाया गया है। इन चित्रों से यह प्रदर्शित होता है कि दी गई वापसी अवधि के लिए, अवधि के बढने पर क्वान्टम CN मान में कमी होती है। तथा इसके विपरीत अवधि के कम होने पर क्वान्टम मान में वृद्धि पाई जाती है। वैकल्पिक रूप से किसी दी गई अवधि में वापसी अवधि के लिए विपरीत प्रवृत्ति प्रदर्शित होती है। इसी प्रकार किसी दी हुई वापसी अवधि के लिए आद्र स्थितियो के शुष्क से आद्र की ओर प्रगति करने पर अभिकल्प CN मानो में भी वृद्धि होती है।

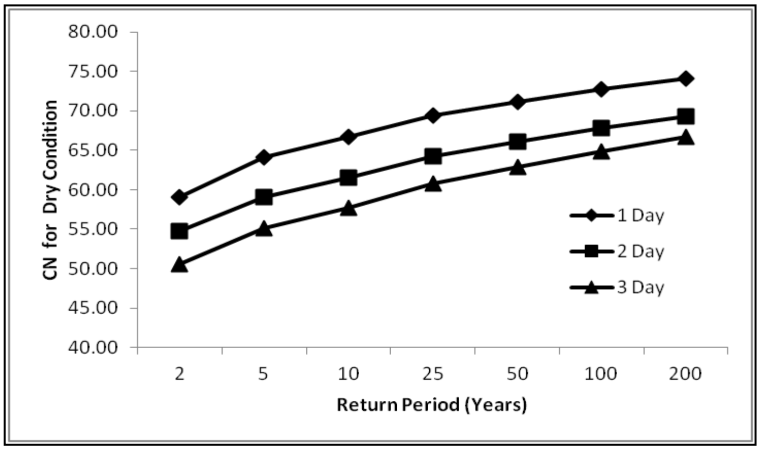
व्युत्पत्तित अभिकल्प वक्र संख्याओं का मान्यकरण




**(a)**




**(b)**

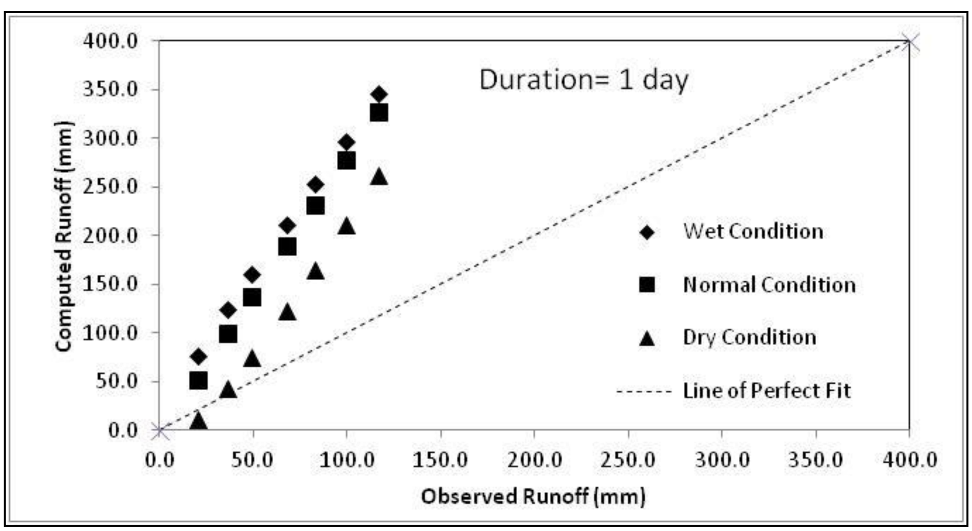



**(c)**

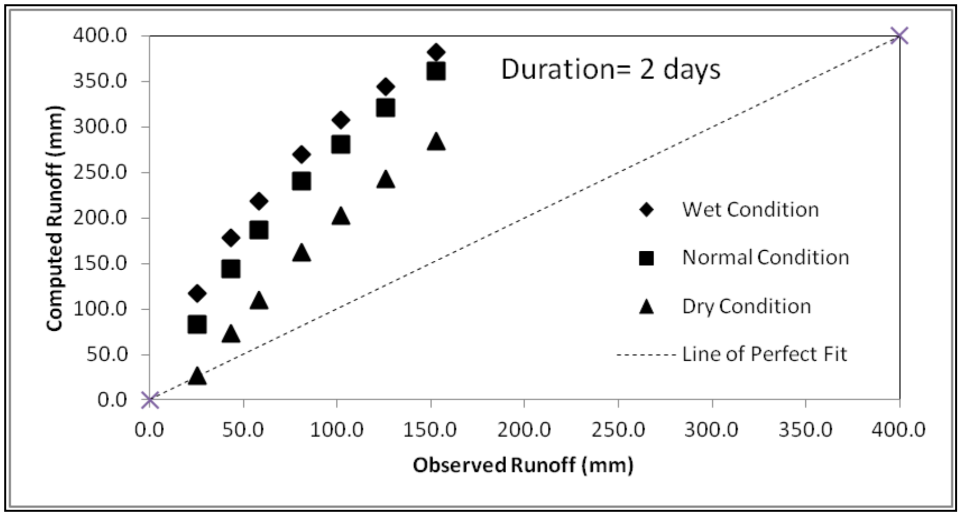
चित्र–4 अभिकल्प वक्र संख्याए
1. आर्द्र स्थितियाँ
2. सामान्य स्थितियाँ
3. शुष्क स्थितियाँ एवं विभिन्न वापसी अवधियाँ, तृतीय प्राचल अवधि

## व्युत्पत्तित अभिकल्प वक्र संख्याओं का मान्यकरण

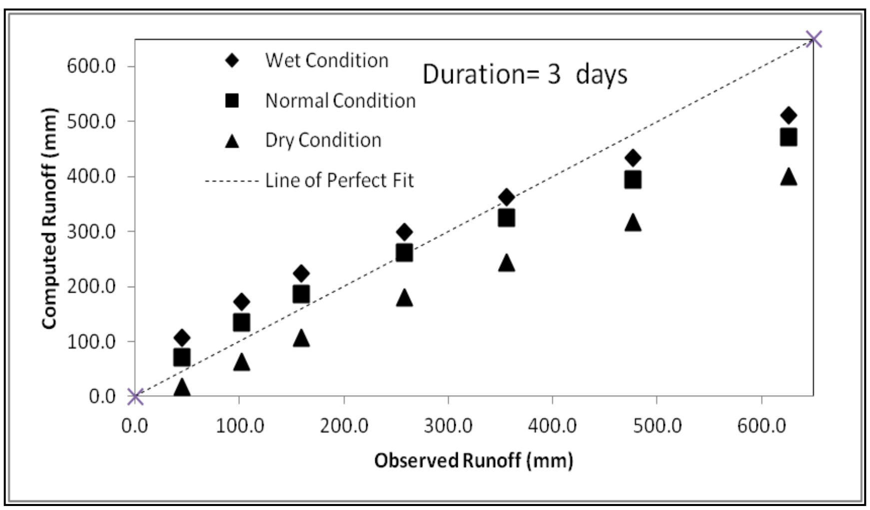
जैसा कि ऊपर वर्णित किया गया है। अभिकल्प CN मानों का मान्यकरण निम्न प्रकार से किया गया। लाग परसन टाइप III वितरण के प्रयोग द्वारा विभिन्न वापसी अवधियों के लिए वार्षिक अधिकतम प्रेक्षित वर्षा श्रेणी की सहायता से अभिकल्प वर्षा मानो की गणना की गई। विभिन्न AMC के लिए समान वापसी अवधि के समरूप अभिकल्प CN मानों के प्रयोग द्वारा समीकरण 1 से अभिकल्प अपवाह की गणना की गई। इसको आंकलित अभिकल्प अपवाह (Q-आंकलित) तक माना गया। इसी प्रकार समान पद्धति एवं वर्षा के लिए वितरण के प्रयोग द्वारा विभिन्न वापसी अवधियों के लिए अभिकल्प अपवाह को प्रत्यक्षतः व्युत्पत्तित किया गया। परिणामी अभिकल्प Q मानों को Q प्रेषित के रूप में नामित किया गया। इनकी तुलना विभिन्न आद्र स्थितियों एवं वापसी अवधियों के लिए चित्र 5a-5c में आदर्श फिट रेखा के रूप में दी गई है। यह देखा गया है कि दी गई अवधि एवं शुष्क स्थिति के लिए 10 वर्षो तक की वापसी अवधियों के लिए (Q-आंकलित) Q–प्रेषित के निकट है।



**(a)**




**(b)**




**(c)**

चित्र–5 विभिन्न आद्र स्थितियाँ एवं वापसी अवधियों के लिए आंकलित एवं प्रेक्षित अपवाह

## निष्कर्ष

अध्ययन से निम्न निष्कर्ष प्राप्त हुए :–

1. किसी दी गई अवधि के लिए आद्र स्थितियों के आद्र से सामान्य, एवं सामान्य से शुष्क तक परिवर्तित होने की अवस्था में CN के मानों में कमी हो जाती है एवं दी गई आद्र स्थितियो में अवधि के कम होने पर CN मानों में कमी होती है इसका विपरीत परिणाम भी सम्भव है।

2. दी गई आद्र स्थिति एवं वापसी अवधि में वर्षा अवधि के बढने पर CN मान में कमी व वर्षा अवधि में कमी होने पर CN मान में वृद्धि होती है। इसी प्रकार दी गई अवधि के लिए आद्रता के शुष्क से आद्र की ओर प्रगति करने पर CN मान में वृद्धि होती है।

**3. शुष्क स्थितियो के लिए वक्र जनित अभिकल्प अपवाह मान, प्रेक्षित मैथन जल विभाजक के लिए दस वर्षो तक दिये गये दिवस, एवं वापसी अवधि के लिए CN जनित अभिकल्प अपवाह मान, अन्य मानो की तुलना में प्रेक्षित मान के निकट है।**

## सन्दर्भ


हॉकिन्स, आर.एच. (1993) आँकड़ो से अपवाह वक संख्या का उपगामी निर्धारण, जर्नल ऑफ इरिगेशन, ड्रेनेज.इंजी.ए.एस.सी.ई.खण्ड़ 119(2) पृष्ठ–334–345

हॉकिन्स आर.एच. (2001) SCS – CN पद्धति के अन्य दृष्टिकोण एस.के.मिश्रा, वी.पी.सिंह द्वारा विचार विमर्श, जर्नल आफ हाइडोलाजिक इन्जी. ASCE, खण्ड़ 6, संख्या 5, पृष्ठ 451

जेल्मफेल्ट, ए.टी. (1982) वक संख्या तकनीक के आनुभाविक अन्वेषण का समापन, जर्नल आफ हाइड्रोलिक डिविजन, ASCE, 108, (HY-4), पृष्ठ 614–616

जैन एम.के, मिश्रा एस.के, एवं अन्य (2006b) वृष्टि अवधि एवं अरेखीय $I_a$-S सम्बन्ध में समावेश करते हुए अपवाह वक संख्या निदर्श में वृद्वि, जर्नल आफ हाइड्रोलाजिक इन्जी. ASCE खण्ड़–11 संख्या 6 पृष्ठ 1–5

निसल, डब्लू.जी. (1980) CREAMS: कृषि प्रबन्धन तंत्र से रासायन, अपवाह एवं कटान के लिए क्षेत्रीय पैमाना निदर्श, कन्जर्व. रिस. रिथ. यू.एस.डी.ए, खण्ड़ 26, पृष्ठ 643

मैकक्यून, आर.एच.(2002), वक्र संख्या के लिए आत्मविश्वास अन्तराल आंकलन पद्धति, जर्नल आफ हाइड्रो.इन्जी. 7(1),43–48

मिश्रा, एस.के. एवं सिंह वी.पी. (2003अ) मृदा संरक्षण सेवा वक्र संख्या (SCS - CN) पद्धति, क्लूवर एकैडेमिक पब्लिशर्स,क्लूवर एकैडेमिक पब्लिशर्स, डैररड्रैच, नैदरलैण्ड़, ISBN 1-4020-1132-6

मिश्रा, एस.के. एवं सिंह वी.पी. (2003ब), अन्तःस्यंदन एवं अधिक वर्षा दर के आंकलन के लिए SCS – CN पद्धति का मान्यकरण एवं विस्तार, हाड्रोलाजिक प्रौससेस 18(17), 3323–3345

मिश्रा, एस.के, सिंह वी.पी. (2003स),रेखीय फोक्कर प्लैक समीकरण से SCS – CN के SC प्राचल की व्युत्पत्ति, एक्टा जियोफिस पौल 51(2) 180–202

मिश्रा एस.के, जैन एम.के, सिंह वी.पी,(2004ब) पूर्ववर्ती आद्रता समावेशित करते हुए SCS – CN आधारित निदर्श का मूल्यांकन जल संसाधन प्रबन्धन 18(6): 567–589

पोन्स, वी.एम. एवं हाकिन्स आर.एच, (1996) अपवाह वक संख्याः हैज इट रीचड मैच्योरिटी? जर्नल आफ हाइड्रोलाजिक इन्जी ASCE (1) 11-19.

रिट्टर जॉन बी एवं गार्डनर थॉमस डब्लू (1991), पेनसिलवानिया में रिक्लेमड सतही खानो के लिए अपवाह वक्र संख्या SCS (1956,1964,1969,1971,1972,1985,1993) जलविज्ञान–नैशनल इन्जी हैन्डबुक,

सप्लीमैन्ट ए, खण्ड़–4 अध्याय–10 मृदा संरक्षक सेवा, USDA एवं वाशिंगटन, डी.सी.

यंग आर.ए, ऑनस्टेड सी.ए, बौस्च डी.डी एंडरसन, डब्लू पी (1987), AGNPS, एक कृषि अबिन्दु स्त्रोत प्रदूषक निदर्शः एक वृहत्त जल विश्लेषण निदर्श, यू.एस. कृषि विभाग, कौन्स.रिस.रिपो.संख्या 35, पृष्ठ–77

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