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

# शुष्क क्षेत्र के लिये एक मात्रिक जल सन्तुलन निदर्शन

प्रभात ओजस्वी[1] राजेश गोयल[1] जितेन्द्र प्रकाश गुप्ता[1]

## सारांश

जल विज्ञान सम्बन्धी जल सन्तुलन मॉडल अधिक प्रभावी होते हैं यदि उनमें किसी क्षेत्र के भौतिक लक्षणों का परिवलयन भी किया गया हो। जैसे कि मृदा–आर्द्रता आकलन प्रक्रिया जो कि वर्षा–अपवाह की गणना में अत्यन्त महत्वपूर्ण होती है। इस प्रकार की गणना में सम्येक राशि की स्थिति (जैसे मासिक या वार्षिक काल) में प्रत्ययात्मक या मासिक मॉडल अधिक उपयोगी होते है।

इसलिये इस शोधपत्र में, मासिक जल सन्तुलन के लिये, शुष्क क्षेत्र हेतु उपान्तरित GR2M मॉडल का उपयोग किया गया है। यह मॉडल मृदा–आदृता संग्रह के परिमापन के लिये बीजातीत फलन का प्रयोग करता है। मॉडल को 10 साल के आंकडों से (कुल वर्षामान का 0.052%) पाया गया, जबकि प्रक्षित मान १३.६८ मि० मी०। इसी प्रकार प्रागुक्त मासिक मृदा–आर्दृता संग्रह का मान क्रमशः जुलाई, अगस्त व सितम्बर में 48.29, 51.54 तथा 30.29 मि0 मी0 पाया गया जबकि प्रक्षित मान 48.93, 41.06 व 25.8 मि0 मी0 था। इससे यह पता चलता है कि उपान्तरित मॉडल का उपयोग शुष्क क्षेत्रो मे विश्वसनीय रूप से किया जा सकता है।

### प्रस्तावना

जल संसाधन प्रबन्ध के लिये मासिक जल सन्तुलन मॉडल बहुत ही उपयोगी होते है। जल सन्तुलन के इन मॉडलों का प्रयोग जलवायु परिवर्तन के प्रभाव व दीर्घकालीन स्रवण अपवाह के अध्ययन के लिये किया जाता रहा है। जल सन्तुलन की विभिन्न विधियां फसलों व उर्वरकों के दीर्घकालीन में बहुत सहायक होती है साथ ही यें से लघु स्रवण क्षेत्रों के जल संसाधन व संचयन की अभिकल्पना करने में भी बहुत उपयोगी होती है।

जल विज्ञान सम्बन्धित साहित्य में जल सन्तुलन के बहुत से मॉडलो का उल्लेख दिया गया है, उनमें थोर्नटवेट व मैदर मॉडल (मैदर, 1981) थामस का ABCD मॉडल (ऐलेय, 1985) व वन्डेविले (वन्डेविले आदि, 1992) आदि के मॉडल प्रमुख है। इस अध्ययन में जल सन्तुलन के लिये GRE2M मॉडल (मेखलाफ व मिशेल, 1994) का प्रयोग किया गया है। इस मॉडल का चयन दो कारणों से किया गया है, प्रथम इसमें केवल दो ही प्राचल है व द्वितिय इसमें मृदा–आर्दृता संग्रह के पूर्वकथन के लिये घातीय फलन की अपेक्षा बीजातीत फलन का उपयोग किया गया है। शुष्क क्षेत्रों में, मृदा–आर्दृता संग्रह के निकास के लिये घातीय फलन की अनुक्रिया बहुत अच्छी नही पायी गई है इसकी अपेक्षा बीजातीत फलन की अनुक्रिया वास्तविक क्षेत्रीय परिस्थितियों से काफी मिलती है। उपरोक्त सभी मॉडलों का निर्गत सरिता प्रवाह गणना में

1- संसाधन प्रबन्ध संभाग, केन्द्रीय रूक्ष क्षेत्र अनुसंधान संस्थान, जोधपुर – 342003 (राज0)

उपयोगी होता है परन्तु शुष्क क्षेत्रों में जहां वर्षा काफी कम व अनियत होती है, स्रवण क्षेत्रों से वाहिका प्रवाह नहीं होता है अतः जल सन्तुलन के मॉडलों को यहां प्रयुक्त करने के लिये उनके घटकों को उपान्तरित करना पड़ता है।

### मॉडल का विवरण

मात्रिक मॉडल संभार तन्त्र सम्बन्धों पर आधारित होते है और क्षेत्रीय अवलोकन से निकाले जाते है। इन मात्रिक मॉउलों का सूत्रित करने में प्रायः कोई भी भौतिक पूर्व अवधारणयों का उपयोग नहीं किया जाता है। प्रस्तुत अध्ययन में प्रयुक्त GR2M मॉडल के दो निविष्ट वर्षा (P) व सांभव्य वाष्पन व वाष्पोत्सर्जन (E) को आंशिक रूप से लघु करके नये परिमाण में बदला गया है।

$$P_n = P - [PE/ (p^{1/2} + E^{1/2})] \quad \ldots (1)$$

$$E_n = E - [PE/(P^{1/2} + E^{1/2})] \quad \ldots (2)$$

$P_n$ व $E_n$ का सामजन एक प्राचल $X_1$ द्वारा इस प्रकार किया जाता है। कि

$$P'_n = X_1 P_n \quad \ldots (3)$$

$$E'_n = X_1 E_n \quad \ldots (4)$$

मृदा–आर्दृता भण्डारन आयतन जो माह के प्रारम्भ मे H था व $P_n$ के कारण $H_1$ हो जाता है।

$$H_1 = (H+AV)/[1+(HV/A)] \quad \ldots(5)$$

यहां पर $V = \tan h (P'_n/A)$ एंवम । अधिकतम मृदा–आर्दृता भण्डारन क्षमता के अनुरूप एक धनात्मक प्राचल है। वर्षा आधिक्य की गणना निम्न समीकरण से की जाती है।

$$Re = P'_n + H - H_1 \quad \ldots (6)$$

यदि किसी क्षेत्र में जल संचयन तन्त्र स्थापित हो तो उस परिस्थिति में Re का एक भाग भण्डारन में प्राचल $X_2$ के साथ इस प्रकार चला जाता है कि सग्रंहित अपवाह (R) निम्न समीकरण के द्वारा व्यक्त हो सके।

$$R = X_2 Re \quad , (X_2 < 1) \quad \ldots (7)$$

तब इस कारण $H_1$, $H'_1$ हो जाता हैं

$$H'_1 = H_1 + Re (1-X_2) \quad \ldots (8)$$

$E'_n$ के कारण $H'_1$, $H_2$ में बदल जाता है जिसे निम्न समीकरण के द्वारा व्यक्त किया जा सकता है।

$$H_2 = H_1 (1-W) / \{1+W [1-(H'_1 / A)]\} \quad \ldots (9)$$

यहां $W = \tan h (E'_n/A)$ व $H_2$ अगले माह के उपयोग के लिये तैयार हो जाता है।

### प्रयुक्त आंकडें

मॉडल के प्राचलो का अंशाकन करने के लिये जोधपुर मे मापे गये दस साल (1984–1993) के मासिक आंकडों का उपयोग किया गया है । मासिक सूर्य–प्रकाशमान, वायु गति आपेक्षिक आर्दृता व तापमान के आंकडों से मासिक साभव्य वाष्पन व वाष्पोत्सर्जन का आकंलन विकिरण विधि से से किया गया है। प्रयोग क्षेत्र में स्थिति कृत्रिम तालाब में अपवाह भण्डारन के मासिक आयतन के तीन वर्षो के आंकडें व खेत में 60 से0मी0 की गहराई में मृदा–आर्दृता संग्रह के एक वर्ष के आकंडों का प्रयोग किया गया है।

## परिणाम व विवेचना

प्राचल $X_1$ व $X_2$ का श्रेष्ठतम मान निकालना अत्यन्त मुश्किल कार्य हैं क्योकि इस अध्ययन में हमने दो परिवर्तनीय निविष्ट वर्षा व वाष्पोत्सर्जन के लिये 10 वर्ष के आंकडें प्रयोग किये है, जबकि व्यवस्थित प्रेक्षित आंकडें केवल कुछ वर्षके ही उपलब्ध है। दस वर्ष के निरन्तर आकडों से स्थिर प्राचल का आंकलन किया जा सकता है क्योकि इस मॉडल में हर साल के अन्त का निर्गत अगले साल के प्रारम्भ का निविष्ट होता है। प्राचलो के श्रेष्ठतम मान का आंकलन प्रेक्षित व प्रागुक्त मासिक अपवाह के मान में न्यूनतम औसत वर्ग त्रुटि के आधार पर किया गया है। इस प्रकार आंकलित प्राचल $X_1 = 0.89$ व $X_2 = 0.83$ मान पाया गया।

शुष्क क्षेत्रों में जल सन्तुलन का एक महत्वपूर्ण घटक गहरा अंतः स्राव भी है। किन्तु इस प्रकार प्रारम्भिक अध्ययन में प्रस्तुत मॉडल गहरे अतः स्राव की गणना नही करता है कि चूकिं 1988 के दोनो अपवाह व मृदा–आर्दृता संग्रह के आंकडें उपलब्ध है व मृदा–आर्दृता संग्रह के आकंडों से पता चलता है कि इस साल गहरा अंतः स्राव नगण्य रहा था। अतः इनका उपयोग मॉडल की भविष्य वचनीयता के अध्ययन के लिये तार्किक रूप से किया जा सकता है। सामायिक (जुलाई–सितम्बर) प्रागुक्त व प्रेक्षित अपवाह को तुलनात्मक रूप से चित्र 1 में दर्शाया गया हैं । प्रागुक्त अपवाह 11.68 मि0 मी0 पाया गया जबकि प्रेक्षित मान 13.68 मि0 मी0 था। प्रागुक्त व प्रेक्षित मासिक मृदा–आर्दृता संग्रह की तुलना चित्र 2 में दर्शायी गयी है।

प्रागुक्त मासिक मृदा–आर्दृता संग्रह का मान क्रमशः जुलाई, अगस्त व सितम्बर में 48.29, 51.54 तथा 30.29 मि0 मी0 पाया गया जबकि प्रेक्षित मान 48.93 , 41.06 व 25.8 मि0 मी0 था । चित्र 3 में मासिक वर्षा व आकंलित मृदा–आर्दृता संग्रह का वितरण दर्शाया गया है जो कि हमारे अनुभवों से उचित प्रतीत होता है।

## निष्कर्ष

शुष्क क्षेत्र में, वर्षा, मृदा–आर्दृता संग्रह अपवाह तन्त्र अत्यन्त ही परिवर्तनीय व गत्यात्मक प्रकृति के होते है विशेष रूप से मासिक समयाधार पर इन घटकों की गणना किसी भी भौतिक पूर्व अवधारणा पर आधारित नही होती है। अतः प्रस्तुत मॉडल में इन घटकों की गणना मात्रिक समबन्धों के आधार पर की गई है।

उपलब्ध आंकडों के आधार पर यह पता चलता है कि प्रस्तुत मासिक जल सन्तुलन मॉडल का उपयोग शुष्क क्षेत्रों में जल सन्तुलन के लिये विश्वसनीय रूप से किया जा सकता हैं हालाकि इस प्रारम्भिक अध्ययन में गहरे अंतः स्राव की गणना नही होती है अतः इस मॉडल को और अधिक उपयोगी बनाने के लिये गहन अध्ययन की आवश्यकता है।

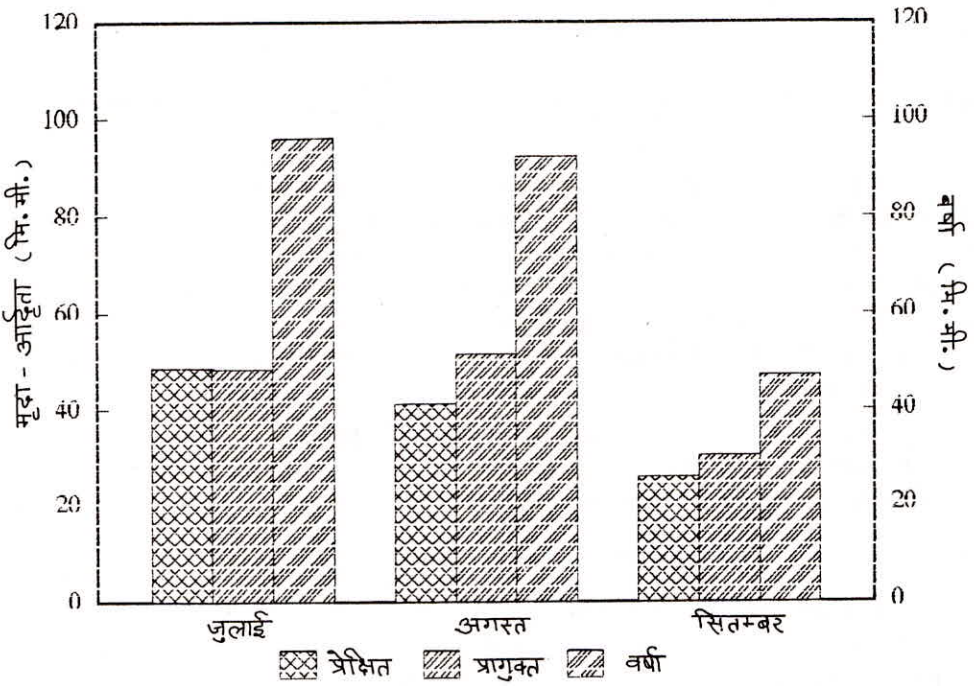
## सन्दर्भ


ऐलेय, एम. डब्लू (१९८५,), "वाटर बेलेन्स मॉडल्स इन वन मंथ अहेड़ स्ट्रीम फ्लो फोरकास्टिंग"। वाटर रिर्सोसज रिसर्च, २१ (४) ५९७–६०६।

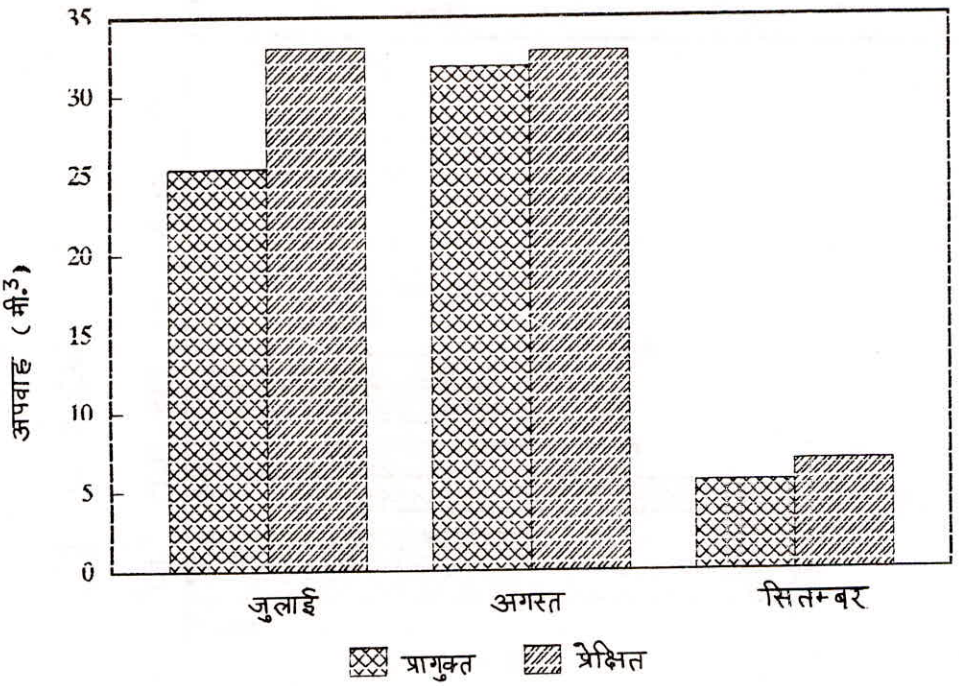
मेखलाफ, जेडव सी मिशेल (१९६४,) "ए टू पैरामीटर मन्थली वाटर बैलेन्स मॉडल फार, फ्रेन्च वाटशेडस",। जरनल ऑफ हाइड्रोलोजी, १६२, २६६–३१८।

मैथर, जे. आर. (१९८१), "यूजिंग कम्पयूटेड स्ट्रीम फ्लो इन वाटरशेड एनलिसिस"। वाटर रिर्सोसज रिसर्च बुलेटिन, १७ (३), ४७४–४८२।

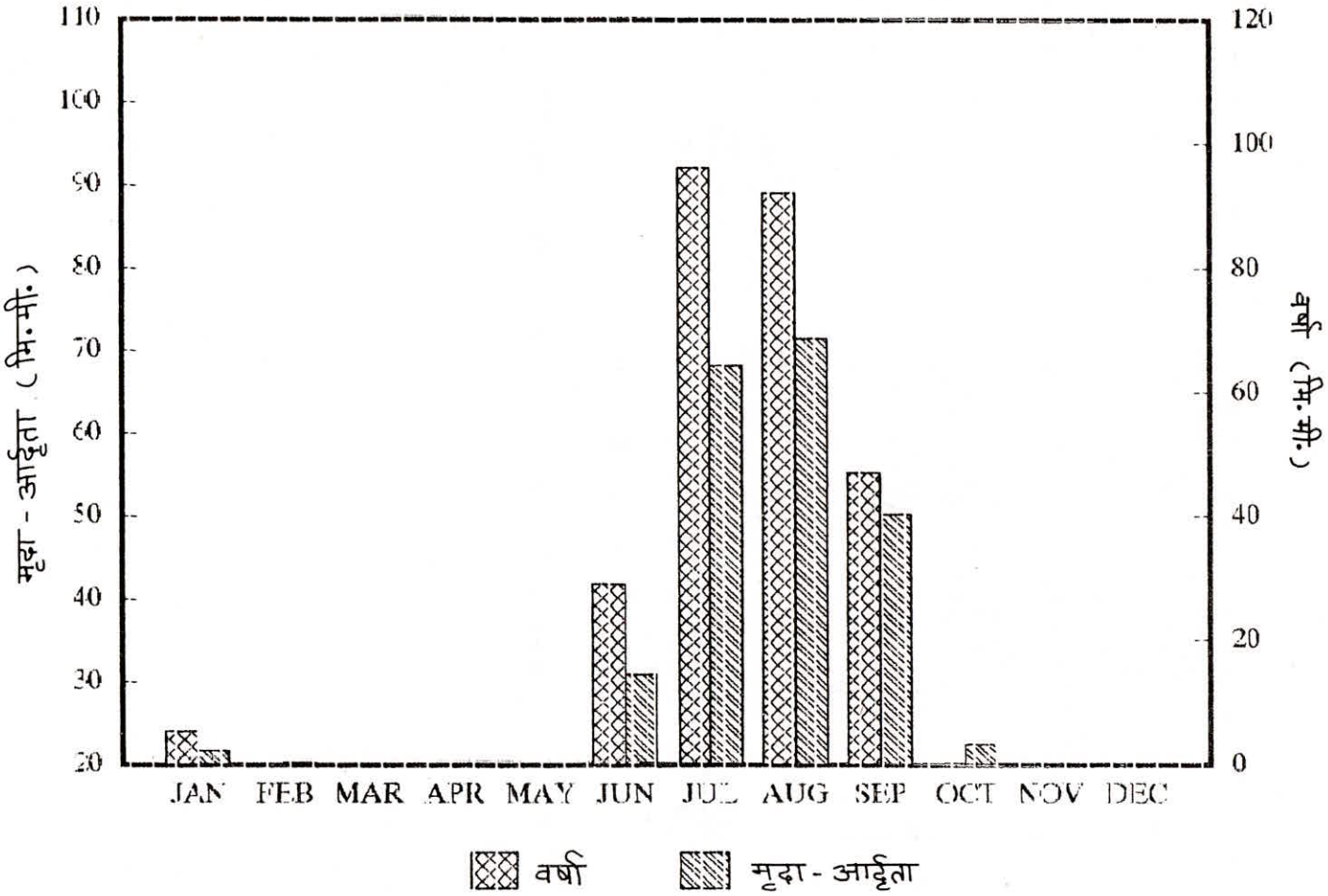
वन्डेविले, जी. एल. एक्सू, सी–वाई व निलाव विन (१९६२), "मेथोडोलोजी एण्ड कम्पेरेटिव स्टैड़ी ऑफ मन्थली वाटर बैलेन्स मॉडल इन बैलेजियम, चाइना एण्ड बर्मा। जरनल ऑफ हाइड्रोलोजी, १३४, ३१५–३४७।




चित्र 1. प्रेक्षित व प्रागुक्त मासिक मृदा - आर्द्रता संग्रह




चित्र 2. प्रागुक्त व प्रेक्षित मासिक वर्षा अपवाह आयतन




चित्र 3. वर्षा एवं मृदा - आर्द्रता का मासिक विवरण