"जल संसाधन के क्षेत्र में भावी चुनौतियाँ"
विषय पर राष्ट्रीय संगोष्ठी
16-17 दिसम्बर, 2003, रुड़की (उत्तरांचल)

नहरों पर जलमापन एवं रिसाव का आंकलन

गिरीश चन्द्र सक्सेना, प्रगट सिंह
सिंचाई अनुसंधान संस्थान, रुड़की

सारांश

सिंचाई एवं विद्युत के समग्र उत्पादन के लिये नहर के विभिन्न जल स्तरों पर जल की उपलब्ध मात्रा की जानकारी होना आवश्यक है। अतः समय समय पर नहरों में जल प्रवाह आँकलन के लिये स्टेज डिस्चार्ज वक्र विकसित किये जाते हैं। जल प्रबन्धन के लिये नहरों से जल हानि जो कि वाष्पीकरण एवं जल स्राव द्वारा होती है की जानकारी भी आवश्यक है। इस लेख में भारतीय मानक ब्यूरो द्वारा की गई संस्तुतियों के आधार पर वेग क्षेत्रफल विधि द्वारा शक्ति नहर, ऋषिकेश, उत्तरांचल पर किये गये जल प्रवाह मापन कार्य को वर्णित किया गया है एवं स्टेज डिस्चार्ज वक्र, नहर के छिन्नक (Cross-Section) में विभिन्न भागों में जल प्रवाह के वेग का वितरण भी दर्शाया गया है। इस विधि में जल बहाव के आंकलन में लगभग 4 प्रतिशत त्रुटि होने की सम्भावना होती है। शक्ति नहर के दो स्थलों के मध्य जल हानि भी अन्तःबाह्य प्रवाह (Inflow-Outflow) विधि द्वारा ज्ञात कर दर्शायी गयी है।

1. प्रस्तावना :

जल, मानव एवं उसके पर्यावरण का मूल अंग है। इसका उपयोग घरेलू कार्यों के अतिरिक्त, अन्न उत्पादन, जलविद्युत उत्पादन एवं उद्योगों में भी होता है। संक्षेप में जल ही जीवन है। भारत में जल की उपलब्धता स्थल एवं समय की विमा में परिवर्तनशील है। साथ ही साथ किसी स्थल विशेष में उपलब्ध जल आवश्यकता के अनुरूप नहीं होता है। ऐसी परिस्थिति नदियों में उपलब्ध जल को बांध या बैराज बनाकर नहर प्रणालियों द्वारा घरेलू उपयोग, जलविद्युत उत्पादन, सिंचाई एवं उद्योगों हेतु जल की कमी वाले क्षेत्रों में वितरित किया जाता है। इन संसाधनों द्वारा सिंचाई एवं जलविद्युत उत्पादन हेतु एवं सर्वांगीण विकास हेतु नदियों व नहरों का विभिन्न जल स्तरों पर जल की उपलब्धता ज्ञात होना आवश्यक है। नहरों की जल प्रवाह क्षमता विभिन्न कारणों जैसे सान्द्रीकरण, कटाव, भूमिगत जल स्राव आदि से समय-समय पर बदलती रहती है। अतः ऐसी परिस्थिति में आवश्यक हो जाता है कि समय-समय पर नहरों में जल प्रवाह मापन कर स्टेज डिस्चार्ज वक्र विकसित कर जल प्रवाह का विश्वसनीय आंकलन किया जाये। ये आंकडे नहर प्रणालियों के प्रबन्धन के अतिरिक्त जल के वितरण में भी सहायक होते हैं, साथ ही जल के समग्र प्रबन्धन के लिये नहर प्रणालियों से जल हानि जो कि वाष्पीकरण एवं जल स्राव द्वारा होती है की जानकारी भी रखी जा सकती है।

इस लेख में शक्ति नहर, ऋषिकेश, उत्तरांचल, के लिये वेग क्षेत्रफल विधि द्वारा जल प्रवाह आंकलन के परिणाम, स्टेज डिस्चार्ज वक्र, जल प्रवाह के वेग का नहर के छिन्नक में वितरण के साथ साथ जल स्राव की मात्रा के आंकलन के बारे में विस्तृत जानकारी दी गई है।

2. जल प्रवाह मापन की विधियां :

नहर प्रणालियों में जल प्रवाह मापन का कार्य, जल बहाव की मात्रा, जल बहाव के स्तर एवं जल प्रवाह की चौड़ाई को ध्यान में रखते हुये निम्नलिखित मापन विधियों से किया जाता है। ये विधियां भारतीय मानक ब्यूरो के आईएस कोड IS:9922-1981 द्वारा अनुमोदित की गई है :

(1) वेग क्षेत्रफल विधि (Area-Velocity Method)
(2) ढाल क्षेत्रफल विधि (Slope-Area Method)
(3) पैराध्वनि विधि (Ultrasonic Method)
(4) रेडियोधर्मी या रासायनिक ट्रेसर का तरलीकरण (Dilution Method)
(5) वियर्स (Weirs)
(6) फ्लूम्स (Flumes)
(7) फ्री ओवर फाल (Free Overfalls)

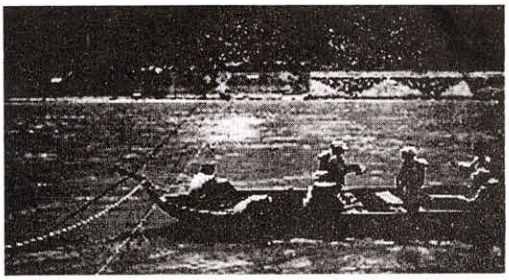
उपरोक्त विधियों में से सामान्यतः वेग क्षेत्रफल विधि का अधिक प्रयोग किया जाता है। इस विधि में स्थिर नाव (Boat) में करेन्ट मीटर द्वारा जल के वेग का आंकलन किया जाता है ।

3. वेग–क्षेत्रफल विधि : इस विधि में जल प्रवाह मापन स्थल पर नहर के छिन्नक को IS: 1192-1981[1] के अनुसार जल प्रवाह की मात्रा एवं जल प्रवाह की चौड़ाई के आधार पर निम्नलिखित ऊर्ध्वाधर भागों (Verticals) में विभाजित किया जाता है।

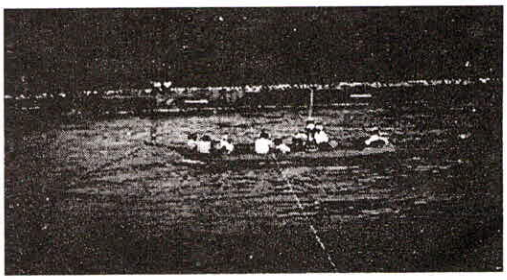
तालिका–1 : छिन्नक के ऊर्ध्वाधर भाग

जल प्रवाह की मात्रा (क्यूमेक)	जल प्रवाह की चौडाई (मीटर)	ऊर्ध्वाधर भागों की सं0
85 से अधिक	35 से अधिक	11
15 से 85	15 से 35	9
15 से कम	15 तक	5

इन ऊर्ध्वाधर भागों में जल की गहराई नापकर प्रत्येक भाग के क्षेत्रफल की गणना की जाती है। जल प्रवाह के वेग को करेन्ट मीटर द्वारा इन भागों के मध्य में जल की गहराई के 0.8 एवं 0.2 गहराई पर नापा जाता है। प्रत्येक भाग के क्षेत्रफल को जल प्रवाह के वेग से गुणा कर जल प्रवाह की मात्रा ज्ञात की जाती है एवं सभी भागों के जल बहाव को जोड़कर कुल जल प्रवाह (डिस्चार्ज) निकाला जाता है।



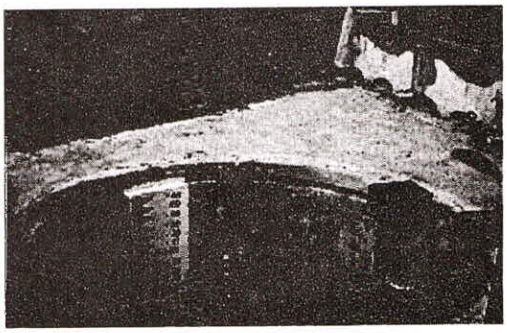
चित्र 1 : शक्ति नहर के जलमापन स्थल के छायाचित्र (चैनेज 0.600 कि.मी.)



चित्र 2 : शक्ति नहर के जलमापन स्थल के छायाचित्र (चैनेज 12.250 कि.मी.)

3.1 जल प्रवाह मापन स्थल का निर्धारण :

IS:1192-1981 के आधार पर जल प्रवाह की स्थित को देखते हुए शक्ति नहर, ऋषिकेश, उत्तरांचल के बैराज से 0.600 कि.मी. एवं पावर हाऊस से लगभग 1.500 कि.मी. पहले चैनेज 12.250 कि.मी. पर जल प्रवाह मापन हेतु दो स्थल चुने गये।



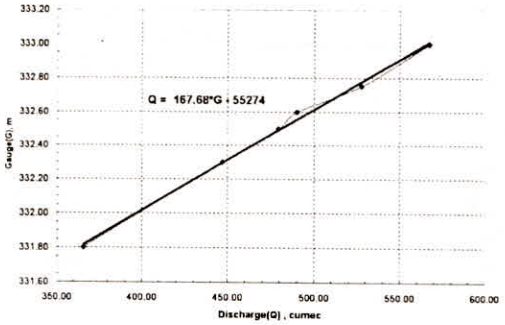
चित्र 3 : कि.मी. 0.000 पर बना गेज वैल

3.2 स्थल परीक्षण :

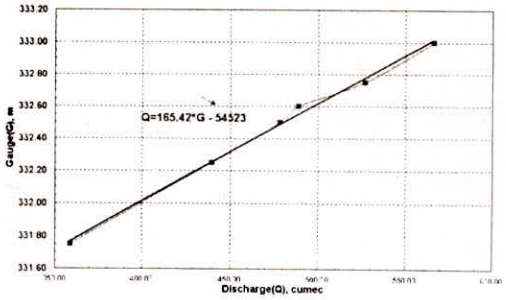
शक्ति नहर के 0.000 कि.मी. पर बने गेज वैल को जल के स्तर मापन के लिए उपयोग किया गया। जल प्रवाह मापन का कार्य शक्ति नहर में बैराज के हैड रेगुलेटर से 0.600 कि.मी. एवं 12.250 कि.मी. डाउनस्ट्रीम में जल के विभिन्न स्तरों के लिये किया गया। नहर के छिन्नक को 11 भागों (segments) में विभाजित किया गया। शक्ति नहर का छिन्नक समलम्ब चर्तुभुज (trapezium) की शक्ल का है। इसकी चित्र 3 – कि. मी. 0.000 पर बना गेज वैल तली की चौड़ाई 12.5 मी एवं बगल का ढाल 1.75 (क्षै) : 1.00 (उर्ध्वा) का है। तली के चौड़ाई वाले क्षेत्र को 5 भागों में एवं दोनों तरफ ढाल वाले क्षेत्र को 3–3 भागों में बांट कर पूरे क्रॉस सेक्शन को 11 भागों में विभाजित किया गया। क्षेत्रफल की गणना हेतु प्रत्येक भाग में जल की गहराई साउन्डिग रॉड (जिसका अल्पतमांक 1 से0मी0 था) द्वारा नापी गई। प्रत्येक भाग की चौड़ाई नाप कर उस भाग का क्षेत्रफल ज्ञात किया गया। प्रत्येक भाग के मध्य में कप टाइप करेन्ट मीटर द्वारा 0.6D(=D जल की गहराई) पर जल का वेग मापा गया। क्षेत्रफल एवं जल वेग की गणनाओं एवं विश्लेषण हेतु एम एस एक्सेल सॉफ्टवेयर को उपयोग में लाया गया।

3.3 परिणाम :

3.3.1 शक्ति नहर में बैराज के हैड रेगुलेटर से 0.600 कि.मी. एवं Ch 12.250 कि.मी. पर विभिन्न जलस्तरों के लिये जल प्रवाह की मात्रा क्रमशः चित्र 4 एवं चित्र 5 में (■) से दर्शायी गई है।



चित्र 4 : कि.मी. 0.600 पर स्टेज डिस्चार्ज वक्र



चित्र 5 : कि.मी. 12.250 पर स्टेज डिस्चार्ज वक्र

4. स्टेज डिस्चार्ज वक्र (Stage-Discharge Curve) :

4.1 शक्ति नहर के शीर्ष से 0.600 कि.मी पर जल प्रवाह के आंकड़ों के आधार पर, जल प्रवाह, Q (क्यूमैक) एवं जल स्तर G (मीटर) के मध्य प्रतिपायन समीकार विधि (Least square method) द्वारा निम्न रेखीय सम्बन्ध (समीकरण–1) ज्ञात किया गया इसको चित्र 4 में दशार्या गया है एवं जिसके लिये सह सम्बन्ध गुणांक 0.996 है।

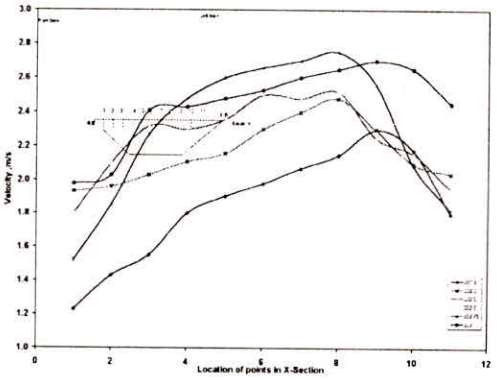
$$Q = 167.68 * G - 55274 \quad (1)$$

4.2 इसी प्रकार 12.250 कि.मी पर जल प्रवाह के आंकड़ो के आधार पर निम्न रेखीय सम्बन्ध (समीकरण–2) ज्ञात किया गया, जो कि चित्र 5 में दर्शाया गया है एवं जिसके लिये सह सम्बन्ध गुणांक 0.996 है।

$$Q = 165.42 * G - 54523 \quad (2)$$

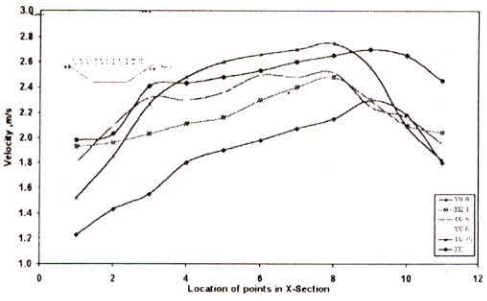
5. जल प्रवाह के वेग का वितरण :

5.1 शक्ति नहर के शीर्ष से 0.600 कि.मी. पर छिन्नक में जल प्रवाह के वेग का वितरण चित्र–6 में दर्शाया गया है। चित्र–6 के अवलोकन से प्रतीत होता है कि प्रारम्भ में नहर में जल स्तर में वृद्धि होने पर जल प्रवाह के वेग की मात्रा में अधिक वृद्धि होती है। परन्तु जैसे–जैसे जल स्तर बढ़ता जाता हैं, जल के वेग की मात्रा में वृद्धि की दर कम होती जाती है। इस स्थल के पास नहर में वक्र होने के कारण बायें किनारे पर पानी के वेग की मात्रा दायें किनारे से अधिक है।



चित्र 6 : कि.मी. 0.600 पर जल प्रवाह के वेग का वितरण

5.2 शक्ति नहर के शीर्ष से 12.250 कि.मी. पर छिन्नक में जल प्रवाह के वेग का वितरण चित्र–7 में दर्शाया गया है ।



चित्र 7 : कि. मी. 12.250 पर जल प्रवाह के वेग का वितरण

6. जल स्राव का आंकलन :

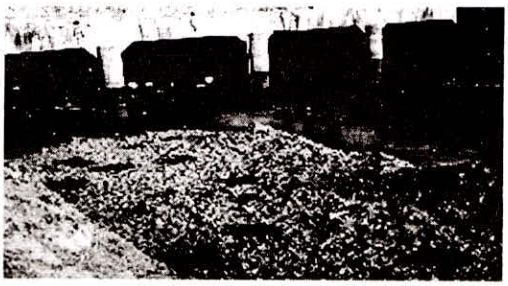
6.1 332.75 मी. स्थिर जल स्तर पर शक्ति नहर के 0.600 कि.मी. एवं 12.250 कि.मी. पर एक ही समय में जलमापन किया गया, जिससे कि जल स्राव की मात्रा का आंकलन किया जा सके। गणना के उपरान्त दोनों स्थलों पर जल प्रवाह क्रमशः 527. 65 क्यूमैक एवं 526.64 क्यूमैक आंका गया, इससे प्रतीत होता है कि दोनों स्थलों के मध्य लगभग 1 क्यूमैक का अन्तर है, जो कि शक्ति नहर में जल प्रवाह का लगभग 0.20 प्रतिशत है। इसी प्रकार 333. 00 मी एवं 332.50 मी स्थिर गेज पर भी दोनों स्थलों पर जलमापन किया गया जिसमें क्रमशः 0.83 क्यूमैक एवं 0.67 क्यूमैक जल की कमी आंकी गई, जो कि शक्ति नहर में जल प्रवाह का लगभग 0.15 प्रतिशत है ।

6.2 शक्ति नहर की पूरी लम्बाई में 5.000 कि.मी. पर एक नाला है जिससे कुछ पानी हर समय निकलता रहता है (चित्र–8)। शक्ति नहर में जल प्रवाह बन्द होने के समय भी इस नाले से पानी निकल रहा था। इसके अतिरिक्त स्थल भ्रमण के समय पाया गया कि शक्ति नहर के 0.600 कि.मी. एवं 12.250 कि.मी. के मध्य कोई विशेष जल स्राव की सम्भावना प्रतीत नही होती है, जैसा कि चित्र 9 से भी स्पष्ट है।

6.3 इन सभी आंकड़ों के समग्र विश्लेषण से यह निष्कर्ष निकलता है कि शक्ति नहर में जल का अधिकतम स्राव शक्ति नहर में जल प्रवाह का लगभग 0.20 प्रतिशत है ।

7. उपसंहार :

घरेलू एवं विद्युत उत्पादन की आवश्यकताओं की पूर्ति के लिये विभिन्न नहर प्रणालियों का विकास किया गया। जिन पर समय–समय पर उपलब्ध जल की मात्रा के आंकलन के लिये जल



चित्र 8 : कि.मी. 5.00 पर क्रॉस ड्रेन का दृश्य

चित्र 9 : नहर के बायें किनारे का दृश्य

प्रवाह मापन का कार्य किया जाता है। इस लेख में वेग क्षेत्रफल विधि का विस्तृत विवरण दिया गया है एवं अन्तःवाह्य प्रवाह विधि से जल स्राव की मात्रा का भी आंकलन दर्शाया गया है। इस विधि में जल प्रवाह के आंकलन में लगभग 4 प्रतिशत त्रुटि होने की सम्भावना होती है। देश में उपलब्ध संसाधनों का उचित एवं व्यापक उपयोग के लिये जल की उपलब्ध मात्रा की जानकारी होना आवश्यक है, यह लेख उसी उद्देश्य की पूर्ति करता है।

8. आभार :

लेख को लिखने के लिये प्रोत्साहित एवं मार्गदर्शन करने के लिये लेखक श्री दिनेश चन्द्र शर्मा, अधीक्षण अभियन्ता, श्री ओम प्रकाश दुबे, अनुसंधान अधिकारी एवं श्री राजेन्द्र चालिसगांवकर, अनुसंधान अधिकारी, सिंचाई अनुसंधान संस्थान, रुड़की के अत्यन्त आभारी हैं।

9. संदर्भ :

(1) एनोनाईक्स (1981) आई.एस. : 1192. 1981 विलोसिटी एरिया मैथड्स फार मेजरमेन्ट आफ फ्लो वाटर इन ओपन चैनल्स, भारतीय मानक ब्यूरो, नई दिल्ली

(2) एनोनाईक्स (1981) आई.एस. : 9922. 1981 गाइड फार सेलेक्षन ऑफ मैथड मैज़गिा फ्लो इन ओपन चैनल्स भारतीय मानक ब्यूरो, नई दिल्ली

(3) एनोनाईक्स (2003) शक्ति नहर पर जल मापन, T.M. No. 73 RR(B-08), सिंचाई अनुसंधान संस्थान, रुड़की (अप्रकाशित)