अनुरेखक तनुकरण विधि का उपयोग करते हुये तीस्ता नदी का निस्सरण मापन

डा0 भीष्म कुमार, वैज्ञानिक एफ श्री पंकज गर्ग, वैज्ञानिक ब श्री राजन वत्स, वैज्ञानिक ब

राष्ट्रीय जल विज्ञान संस्थान , रूडकी

1.0 परिचय

पर्वतीय नदियों/धारओं की उच्च विपलव तथा घूमाव प्रवृत्ति के कारण् उनके निस्सरण मापन के लिए रसायन एवं रंजक का प्रयोग करते हुये कुछ निश्चित सीमाओं के साथ अनुरेखक मिलाने की तकनीक का उपयोग किया जा सकता है। पर्वतीय क्षेत्रों में रेडियो धर्मी अनुरेखकों अधिक प्रभावी माने जाते है क्योंकि ये नदियों के निस्सरण के सम्बन्ध में यथार्थ अन्वेषण करने में सहायक होते हैं।

तीस्ता सिकिम राज्य की सबसे बड़ी नदी है जिसकी जल विद्युत उर्जा उत्पादन क्षमता कापु अधिक है। तीस्ता नदी के निस्सरण मापन के लिए ब्रोमीन-82, ट्रिशियम तथा पोटेशियम आयोडाइड का रेडियोधर्मी एवं रसायनिक अनुरेखकों के रूप में उपयोग किया गया। फ्लोट का उपयोग करते हुये पारम्परिक विधि का भी उपयोग किया गया जिससे विधियों की तुलना की जा सके।

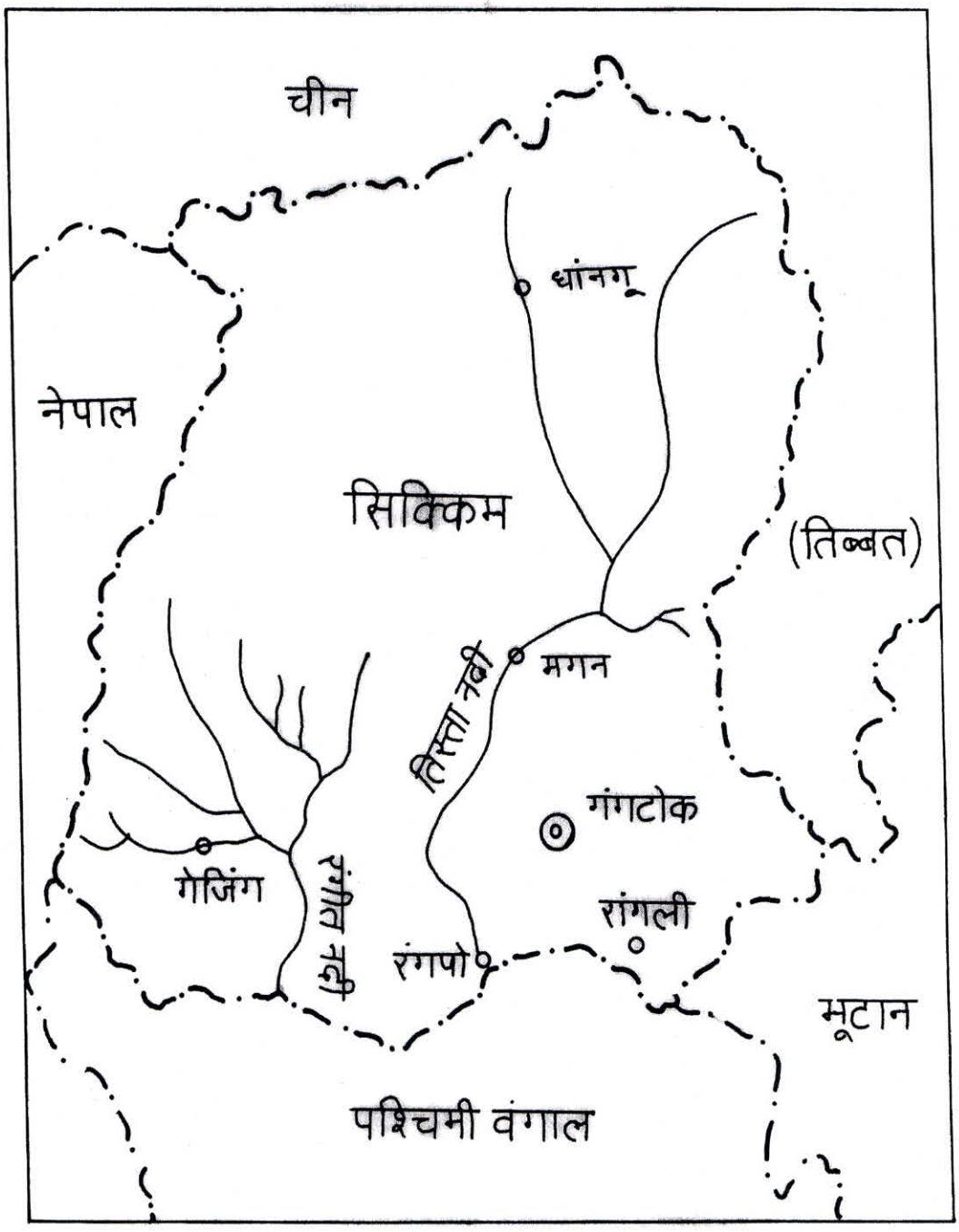
2.0 तीस्ता नदी

उत्तरी बंगाल की नदियों में तीस्ता सबसे बड़ी नदी है। लग-भग 138 कि0मी0 के संकीर्ण मार्ग से प्रवाहित होकर यह जल पाईगुड़ी जिले में सिवोक पर मैदानी क्षेत्र में प्रवेश करती है। इस स्थान तक यह दक्षिण में प्रवाहित होती है तथा इसके पश्चात दक्षिण पूर्व की ओर प्रभावित होती है। यह जलपाईगुड़ी शहर तक सतत् प्रवाह में प्रवाहित होती है तथा इसके पश्चात इसमें महत्वपूर्ण परिवर्तन आते हैं। इसका अपवाह क्षेत्र 12540 वर्ग कि0मी0 है जिसमें से 3017 वर्ग कि0मी0 उत्तरी बंगाल में ही स्थित है। 309 कि0मी0 की लम्बाई तय करते हुये यह अन्तः बंगलादेश में रंगपुर शहर के नजदीक ब्रहमपुत्र में मिल जाती है।

2.1 निस्सरण मापन

2.1.1 अनुरेखक तनुकरण विधि का सिद्धान्त

यह विधि इस सिद्धान्त पर आधारित है कि किसी निश्चित स्थान पर प्रवाहित जल में मिलाये गये उपयुक्त अनुरेखक का, नदी जल में एक रूप मिश्रित हो जाने पर तनुकरण हो जाता है, जिसका प्रेक्षण अनुप्रवाह में किसी निश्चित स्थान पर कर लिया जाता है।



चित्र सं-1 अध्ययन क्षेत्र तिस्ता नदी

अनुरेखक इन्जेक्शन विधि

अनुरेखक तनुकरण् मापन की दो मुख्य विधियाँ है -

1- एकीकरण या तत्कालीक विधि
2- निश्चित दर इन्जेक्शन विधि

2.1.2 तात्कालिक विधि

निस्सरण मापन की तात्कालिक विधि में नदी में C_1 साद्रण तथा V_1 आयतन के अनुरेखक की मात्रा को साधारण् फ्लास्क द्वारा नदी जल में मिलाया जाता है तथा नमूना एकत्रिकरण स्थल पर सम्पूर्ण अनुरेखक युक्त जल का प्रवोधन किया जाता है जिसमें सान्द्रता एवं समय में सम्बन्ध स्थापित किया जा सकें। निसरण की गणना निम्न समीकरण द्वारा की जाती है:-

$$M_1 = C_1V_1 = Q\int_{t_1}^{t_2}(C_2 - C_o)dt = Q.A.$$

अथवा $Q = C_1V_1 / C(t_2 - t_1)$ (1)

यहाँ पर M1 = ट्रेसर की मात्रा
t1 = नमूना एकत्रिकरण स्थल तक अनुरेखक अवक्षेप की अग्र सीमा रेखा तक पहुचने में लगा समय
t2 = अनुरेखक अवक्षेप के उस स्थल से सम्पूर्ण रूप से निकलते ही लिया गया समय।
V1C1= नदी में इजैक्ट की जाने वाली ट्रेसर की पूर्ण मात्रा
t2 एव t1 = समय अंतराल के बीच औसत सद्रता।
A = सान्द्रण समय वक्र के अन्तर्गत क्षेत्र

2.1.3 निश्चित दर का इन्जैक्सन

निश्चित दर इजैक्शन विधि में C1 ससन्द्रता के ट्रेसर विलयन को q आयतन की दर से C2 की सान्द्रता के लिये स्थापना के लिये निश्चित अवधि के लिये नदी में इजैक्ट किया जाता है। जिस दर पर ट्रेसर परीक्षण स्थल पर प्रवेश करता है। इस द्रव्यमान दर (qC1+qC0) कहते है। जहाँ Q नदी जल का निस्तारण तथा Co नदी जल की पृष्ठभूमि ट्रेसर सान्द्रता है। ऐसी कल्पना की जाती है कि नमूना एकत्रीकरण स्थल तक पहुचने तक ट्रेसर पूर्ण रूप से नदी जल में घुल जाता है। निम्न समीकरण से निस्तारण का निर्धारण किया जा सकता है।

Q = q(C1-C2)/(C2-Co) (2)

2.2 अनुरेखक के प्रकार

मुख्यतः तीन प्रकार के जल अनुरेखक उपयोग में लाये जाते है।

1- रसायनिक अनुरेखक
2- रंजक अनुरेखक
3- रेडियोधर्मी अनुरेखकन

2.2.1 रसायनिक अनुरेखक

सामान्य तौर पर घन आयनों को रसायनिक अनुरेखक माना जाता है। क्योंकि अधिकांश प्राकृतिक मिनरल सतह ऋणात्मक आवेशित होती है जो अधिशोषण हानि को निम्न करती है।

2.2.2 रंजक अनुरेखक

फ्लोरोसेट रंजकों का उपयोग निस्सरण मापन के लिये मिश्रित संकेतकों एवं अनुरेखकों के रूप में किया जाता है।

2.2.3 रेडियोधर्मी अनुरेखक

नदी के निस्सरण मापन के लिये उच्च मापन विधियों के कैलिब्रेशन के उद्देश्य के लिये असाधारण परिशुंद्धता की आवश्यकता होती है। ऐसी अवस्थाओं में नदी के निस्सरण मापन के लिये रेडियोंधर्मी अनुरेखक का उपयोग किया जा सकता है।

2.3 घुलने हेतु आवश्यक दूरी एवं मापन स्थल का चयन

अनुरेखक के बहती नदी जल घारा में सन्तोष जनक घुलने के लिये नदी की आवश्यक लम्बाई को घुलन लम्बाई कहते है घुलन लम्बाई का निर्धारण इस कल्पना पर आधारित है कि नमूना एकत्रीकरण एवं ट्रेसर इजैक्शन के लिये उपयोग में लाये गये क्रास सैक्सन के बीच नदी के समान्तर नियतक में कोई परिवर्तन नहीं आता।

2.3.1 इन्मेपिरकल सूत्र

फिशर (1967) ने घुलन लम्बाई का पूर्वानुमान लगाने के लिये जल धाराओं के अभिलक्षणों पर आघारित एक सूत्र की उत्पत्ति की। उसने अधिक चौडाई वाली नदियों में चौडाई व गहराई गुणांक के आँकलन के लिए भी एक समीकरण दीः-

कनवेक्टिव अवधि $= 0-3l^2 / R_h U^*$ (3)

यहाँ पर,

l = नदी में अधिकतम वेग वाले स्थान एवं अधिकतम दूरी वाले स्थान के बीच की दूरी ।

R = जलीय त्रिज्या ।

U* = कर्तन वेग $\sqrt{2gR_hS}$ है ।

S = ऊर्जा रेखा की प्रवणता (इसे जल की प्रवणता के रूप में लिया जा सकता है)

G = गुरूत्वीय त्वरण ।

उन्होंने प्रायोगिक आंकड़ों के आधार पर विश्लेषण किया तथा इसको निम्न समीकरण के रूप में दर्शाया

$$L > 1 - 8l^2\overline{U}_* / R_h U^* \qquad (4)$$

मिश्रण लम्बाई L के निर्धारण के लिये बुहत से इम्पैरिकल सूत्र है नदी के किसी सीधे भाग में बिन्दु इंजैक्शन द्वारा अनुरेखक के घुलन के लिये सूत्र निम्न रूप से है।

$$L = 0.13b^2c(0.7c + 2\sqrt{g}) / gd \qquad (5)$$

यहाँ b एवं d नदी की औसत चौड़ाई व गहराई है तथा c चेजी गुणांक है, जो नदी के तल की अवस्थाओं के अनुसार 15 से 50 के बीच पाया जाता है1

2.3.2 अनुरेखक इजैक्श्न की तकनीक

जब एकीकृत विधियों का उपयोग किया जाये तो अधिकाश स्थितियों में इजैक्शन प्रक्रिया विल्कुल सीधी होनी चाहिए, परन्तु नमूना एकत्रीकरण् कार्य क्रम बिलकुल स्पष्ट होना चाहिये। जब निश्चित दर इजैक्शन विधि का उपयोग किया जाये तो इजैक्शन प्रक्रिया स्पष्ट होनी चाहिये तथा यह जटिल हो सकती है, जबकि नमूना तीव्रता प्रकिया सीधे होनी चाहिये।

3.0 रेडियोधर्मी अनुरेखक की मात्रा एवं उपयोग किये गये अनुरेखक

रेडियोधर्मी सुरक्षा की दृष्टि से रेडियोधर्मी अनुरेखकें का उपयोग निम्नतम किया जाना चाहिये। यह डिसपरश्न की मात्रा इजैक्शन बिन्दु तथा प्रेक्षण बिन्दु पर निर्भर करता हे । सुरक्षा की दृष्टि से इजैक्श्न किये जा सकने वाले रेडियो ट्रेसर की मात्रा इम्पेरिकल सूत्रों से निर्धारित की जा सकती है।

$$A_{\max} = (2a\sqrt{\pi}kx / \sqrt{U})(MpC) \qquad (6)$$

यहाँ पर ,

Amax = इंजैक्शन किये जाने वाले अनुरेखक की अधिकतम मात्रा

a = नदी का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल

k = डिसपरशन गुणांक

x = नदी के अनुप्रवाह में इजैक्शन बिन्दु से दूरी।

MPC = पीने हेतु जल में अधिकतम स्वीकृत सान्द्रण ।

U = औसत रेखीय प्रवाह वेग।

डिस्परश्न गुणांक K का निर्धारण हुल के निम्न सूत्र द्वारा किया जा सकता है

4.0 स्थल चयन

नदी के निस्तारण मापन के लिये नदी पर पूर्व निर्धारित निम्नलिखित मापन स्थलों पर रेडियो अनुरेखक प्रयोग किये गये।

1- स्टेज III - बाँध स्थल चुगथांग
2- स्टेज IV बाध स्थल सांकलांग
3- स्टेज IV उर्जा घर तथा डिकचू पर 14 मील दूरी पर पुल के बीच का भाग।
4- नदी का दिपूदारा एवं सिरवानी के बीच वाला भाग।

आन्द्रे व हुल के सूत्रों का उपयोग करते हुये प्रस्तुत अध्ययन में धूलन लम्बाई (L) की गणना की गयी।

चारो स्थल के लिये गण्ना की गयी धुलन दूरी निम्न प्रकार हैः-

स्थल	अपेक्षित प्रवाह दर	घुलन लम्बाई मीटर में (आद्रे द्वारा)	घुलन लम्बाई मीटर में (हुल द्वारा)
चुंगथांग	35	650	650
सांकलांग	70	820	820
डिकचू	85	870	870
सिरवानी	110	960	960

अन्य मापन स्थलों पर यथा-मंगन, डिकचू एवं सिरवानी आदि पर ट्रिशियम तथा पोटेशियम आयोडाइड का उपयोग करते हुये प्रयोग किये गये ।

5.0 अप्लाव उपयोग करते हुये निस्तारण मापन

अनुरेखक तनुकरण तकनीक का उपयोग करते हुये तीस्ता नदी के निस्सरण का मापन के दौरान तुलनात्मक अध्ययन के लिये लकड़ी के फ्लोट का उपयोग कर पारम्परिक तकनीक द्वारा भी निस्सरण का निर्धारण् किया गया है।

5.1 मापन में त्रुटि

नदी में निस्सरण निर्धारण में त्रुटि की गणना Q निम्न प्रकार से की जा सकती है।

$$\frac{\sigma(Q)}{Q} = \sqrt{\frac{(\sigma q)^2}{q} + \frac{(\sigma c)^2}{c} + (\frac{\sigma c_0}{c_o})^2}$$

उपर्युक्त सावधानियाँ रखने पर सापेक्ष त्रुटि 1% देखी गयी।

त्रुटि का मुख्य कारण अनुरेखकों का असमान घुलना है। निश्चित दर इंजैक्शन विधि में असमान घुलन का प्रतिशत निम्न प्रकार से आंका जा सकता है।

$$\frac{100}{nc} = \sum_{1}^{n} C_1 - C_o$$

जहाँ n नमूना बिन्दुओं की संख्या है।

6.0 निष्कर्ष

ट्रिशियम अनुरेखक तथा फ्लोट विधि का उपयोग करते हुये तीस्ता नदी के चार स्थलों पर निस्सरण के प्रेक्षित मान निम्न सारणी में दिखाये गये हैः

स्थल	निस्सरण (क्यूमेक)		
	फ्लोट विधि	तनुकरण विधि- ट्रिशियम	तनुकरण विधि- आयोडाइड
चुंगथांग	35	28.5	28.2
सांकलांग	70	44.3	-
डिकचू	85	55.2	54
सिरवानी	110	98.0	-

सारणी से स्पष्ट संकेत मिलते है कि चुंगथांग स्थल पर दोनों विधियों से प्राप्त मान समान है जबकि इन स्थानों पर फ्लोट विधि से प्राप्त मान अनुरेखक विधियों से प्राप्त मान से अधिक है।

अनुरेखक विधि तथा फ्लोट विधि द्वारा प्राप्त आंकड़े दर्शाति है कि फ्लोट विधि द्वारा प्रेक्षित किये गये निस्सरण के मान हमेशा अधिक पाये गये । इसका कारण नदी में वेगयुक्त झुकाव, तथा फ्लोट पर पड़ने वाले वायु प्रभाव जो फ्लोट की यात्रा अवधि को कम कर देता है, हो सकते हैं।