हिमालयी नदियों में बाढ़ सुरक्षा योजनाओं के लिये अभिमार्जन (SCOUR) गहराई का आंकलन

प्रतिभा शंकर संत[1], मनीश शंकर संत[1], राजेन्द्र चालिसगांवकर[2]

[1]सहायक अभियन्ता, सिंचाई अनुसंधान संस्थान, रुड़की

[2]प्रबन्ध निदेशक, उत्तराखण्ड़ परियोजना विकास एवं निर्माण निगम लिमिटेड़, देहरादून

सारांश

हिमालयी नदियों के ढलान अधिक होने के कारण नदियों में बहुत वेग उत्पन्न होता है जिसके कारण तलछट की सामग्री अपनी जगह पर स्थिर नहीं रह पाती, परिणाम स्वरूप वे अभिमार्जन करते हुए नदी में बहती चली जाती है। हिमालयी नदियां अपरिष्कृत रेत, बजरी एवं पत्थर की भारी मात्रा भी बहाकर ले जाती हैं। प्रस्तुत लेख में हिमालयी नदियों में परिमार्जन गहराई का आंकलन बलुआ मिट्टी के लिए लेसी द्वारा विकसित सूत्र एवं गोलाश्म, पथरीली नदियों के लिए परिमार्जन गहराई आंकलित करने के लिये पी. सेन और आर.डी. हेय द्वारा विकसित सूत्रों के साथ की गयी है।

Abstract

The bed slopes of Himalayan Rivers in the hilly regions are very steep which create tremendous velocities and bed materials being unable to stand such velocities are scoured and transported down the river. Himalayan Rivers also carry very heavy charge of coarse sand, shingle and boulders. The full length paper describes the formulae for estimating Scour depth in Himalayan Rivers developed by Lacey for alluvial soils and compares the result with formulae developed by Researchers P. Sen and R. D. Hey for computing scour depth in hilly and sub hilly terrains for low and high discharges.

1.0 प्रस्तावना

भारतीय उपमहाद्वीप की हिमालयी नदियों में जल प्रवाह के नियन्त्रण के लिये एक सुरक्षित और किफायती तरीके का आविष्कार जलीय अभियंत्रिकी के लिए काफी चुनौतीपूर्ण कार्य है। अभिमार्जन गहराई का आंकलन जलीय संरचानाओं के परिकल्पन के लिए एक आवश्यक अंग है, जिससे इन अवयवों की नदी तल के नीचे नींव की गहराई प्रभावित होती है। लेसी द्वारा वर्ष 1929 में प्रतिपादित सिद्धांत, मुख्य रूप से भारत और पाकिस्तान की नहरों में किये गए शोध कार्यों पर आधारित है जो कि बलुआ मिट्टी वाली नदियों में अभिमार्जन गहराई का आंकलन करने के लिए भारत में प्रयोग की जाती है और इस विधि को भारतीय सड़क कांग्रेस और भारतीय रेल विभाग द्वारा भी परिकल्पन के लिए संस्तुति की गयी है।

गोलाश्म नदियों की पहचान अधिकतर दूरी तक अतिक्रांतिक प्रवाह होने से की जाती है जब तक वो मैदानी इलाकों की नदियों में नहीं पहुंच जाती जहां उपक्रांतिक प्रवाह होता है। हिमालयी नदियां अपरिष्कृत रेत, बजरी एवं पत्थर की भारी मात्रा भी बहाकर ले जाती हैं। नदी तलछट में गोलाश्म, बट्टी, बजरी आदि बहते हैं जिनका औसत आकार 10 सेमी0 से 30 सेमी0 या इस से अधिक होता है। हिमालय क्षेत्रों में संरचनाओं की योजना एवं परिकल्पन, समतल भूमि पर बलुआ मिट्टी में बहने वाली नदियों जो कि कम ढाल की होती हैं उन पर बनने वाली संरचनाओं के परिकल्पन सिद्धांतों से संपूर्णतया अलग है। परन्तु भारत में पथरीली या गोलाश्म स्तर वाली नदियों के लिये भी लेसी विधि का ही प्रयोग किया जाता है। लेसी विधि की कई परिसीमाएं हैं क्यूंकि इस विधि में कई महत्वपूर्ण प्राचली जैसे ज्यामितीय, जलीय प्रवाह, तलछट की बहाव, नींव द्रव्य के गुण आदि की अवहेलना की गयी है। पहाड़ी क्षेत्रों में नदियों के ढलान अधिक होने के कारण नदियों में बहुत वेग उत्पन्न

होता है जिसके कारण तलछट की सामग्री अपनी जगह पर स्थिर नहीं रह पाती, परिणाम स्वरूप वे अभिमार्जन करते हुए नदी में बहती चली जाती हैं।

नदी नियंत्रण संरचनात्मक उपायों को दर्शाता है जो कि एक नदी और उसके बहाव को बेहतर बनाने के लिए की जाती है। नदी नियंत्रण अवसाद के बहाव को कम करने और इस प्रकार नदीतल व उसके किनारों के कटाव को कम करने में उपयोगी है। नदी नियन्त्रण संरचाओं जैव तकनीक के साथ संयोजन में लागू करने से पर्यावरण पर नकारात्मक प्रभाव को कम किया जा रहा है। विभिन्न प्रकार की नदी नियंत्रण संरचनाये होती हैं और सबसे उपयुक्त संरचना के चयन और डिजाइन के प्रकार स्थल की स्थिति पर निर्भर करता है। बलुआ मिट्टी वाले क्षेत्र में नदी बाढ़ सुरक्षा नदी नियंत्रण के कार्यों में नींव स्तर को सुनिश्चित करने के लिए जलीय आंकड़े और बलुआ मिट्टी के गुणों के संदर्भ में निर्णय लिया जाता है।

परिमार्जन गहराई आंकलन

2.1 बलुआ मिट्टी वाली नदियां

20वीं सदी के दौरान लेसी (1929) ने अदृढ रेतीले मिट्टी वाले भारत–गंगा मैदानी क्षेत्रों मे बहने वाली स्थिर सिंचाई नदियो से आंकडों का विश्लेषण किया। आंकडों के विश्लेषण हेतु हाइड्रोलिक त्रिज्या एवं परिधि (अथवा चौडाई) के आंकलन के लिये दो समीकरण उपयोग मे लाये जाते हैं:–

$$R = 0.47(Q/f)^{1/3} \qquad \text{लूज़नेस फैक्टर} > 1.0 \qquad (1)$$

जहाँ, R – सामान्य परिमार्जन गहराई(बाढ स्तर से नीचे), मीटर

q –डिजाईन बाढ जल प्रवाह, क्यूमेक

f –लेसी गाद कारक, $f = 1.76\sqrt{d}_{50}$

$\sqrt{d}_{50}$ –तलछट का औसत आकार, मि0मी0

$$R = 1.34\left(\frac{q^2}{f}\right)^{1/3} \qquad \text{लूज़नेस फैक्टर} < 1.0 \qquad (2)$$

जहाँ,

R – सामान्य परिमार्जन गहराई(बाढ स्तर से नीचे), मीटर

q –डिजाईन बाढ जल प्रवाह तीव्रता, क्यूमेक

f –लेसी गाद कारक, $f = 1.76\sqrt{d}_{50}$

1.1 गैर बलुआ मिट्टी वाली नदियां/गोलाश्म, पथरीली नदियाँ (Non Alluvial Rivers)

पहाड़ी या उप–पर्वतीय इलाकों में अभिमार्जन गहराई की संगणना अभी तक के प्रचलित तरीकों से ही की जाती है क्योंकि इसके लिए अभी तक भारतीय मानक प्राकशित नही हुए हैं। क्षेत्रीय अभियंताओं और डिजाइन सलाहकार उन सूत्रों का उपयोग करते हुए अभिमार्जन गहराई की गणना करते आये हैं जो कि बलुआ मिट्टी वाली नदियों के लिए विकसित किये गये हैं।

गोलाश्म नदियों मे प्रवाह के परिमार्जन गहराई के आंकलन हेतु निम्न समीकरण, अवसाद के 400 मि0मी0 तक के औसत व्यास के लिये, विकसित किये गये हैं :–

- डिजाईन निस्सरण 500 क्यूमेक तक, आर0डी0 हेय (1986) द्वारा

$$R = 0.22Q^{0.37}d_{50}^{-0.11} \qquad (3)$$

- डिजाईन निस्सरण 500 क्यूमेक से अधिक, पी0सेन (1997) द्वारा

$$R = 0.2q^{0.855} d_{50}^{-0.3} \quad (4)$$

जहाँ समीकरण 3 एवं 4 मे, *R*- HFL से नीचे परिमार्जन गहराई है।

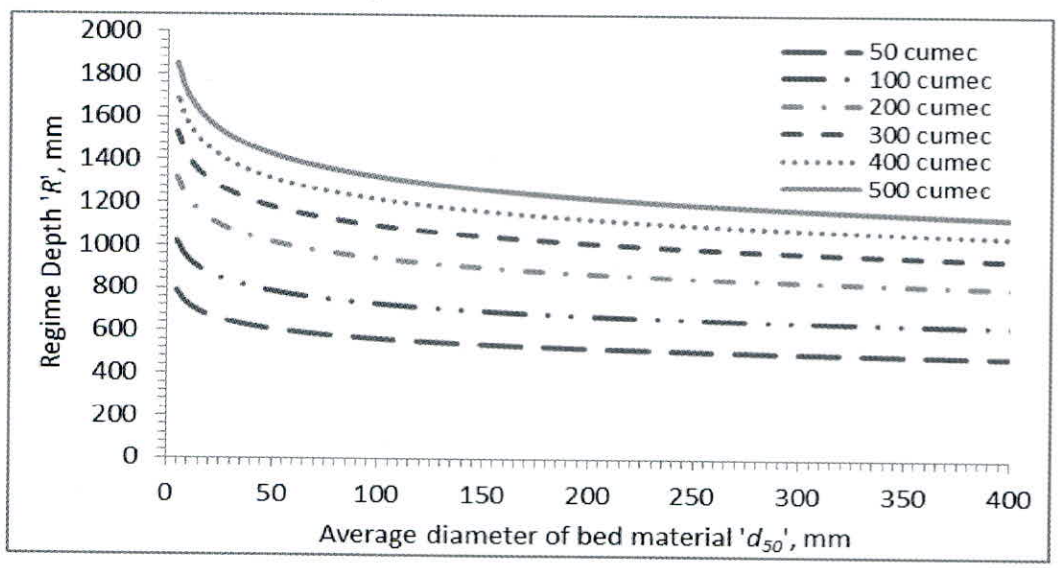
गाद कारक पर निर्भर करने वाली अभिमार्जन गहराई, इसमें महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है क्योंकि इससे नींव के निचले स्तर का निर्धारण होता है एवं एप्रन आदि की लम्बाई पर भी प्रभाव पड़ता है और इस तरह बाढ़ सुरक्षा योजनाओं की लागत प्रभावित होती है।

3.0 अवसाद आकार का पथरीली एवं गोलाश्म क्षेत्रों वाली नदियों में परिमार्जन गहराई पर प्रभाव

3.1 नदियों मे जल प्रवाह, 500 क्यूमेक तक

नदी द्वारा बहाये जाने वाले अवसाद का परिमार्जन गहराई पर प्रभाव पर अध्ययन तलछट के औसत आकार के साथ किया जाता है। पथरीली क्षेत्रों में 50–500 क्यूमेक जल प्रवाह के लिये औसत व्यास के तलछट का परिमार्जन गहराई पर प्रभाव के अध्ययन हेतु तलछट औसत आकार व परिमार्जन गहराई के बीच वक्र विकसित किया जाता है जो कि चित्र 1.0 मे दर्शाया गया है।

उक्त वक्र विकसन मे 50–500 क्यूमेक जल प्रवाह हेतु आर0डी0हेय द्वारा विकसित समीकरण का प्रयोग किया गया है। विकसित वक्र के अध्ययन से यह ज्ञात होता है कि जब मध्यस्थ आकार का तलछट 4.75 मि0मी0 से 40 मि0मी0 तक बढता है तब परिमार्जन गहराई मे अधिक कमी आती है, तलछट का औसत आकार 40 मि0मी0 से अधिक होने पर सभी जल प्रवाह के लिये सामान्य परिमार्जन गहराई मे बहुत अधिक परिवर्तन नहीं होता है।



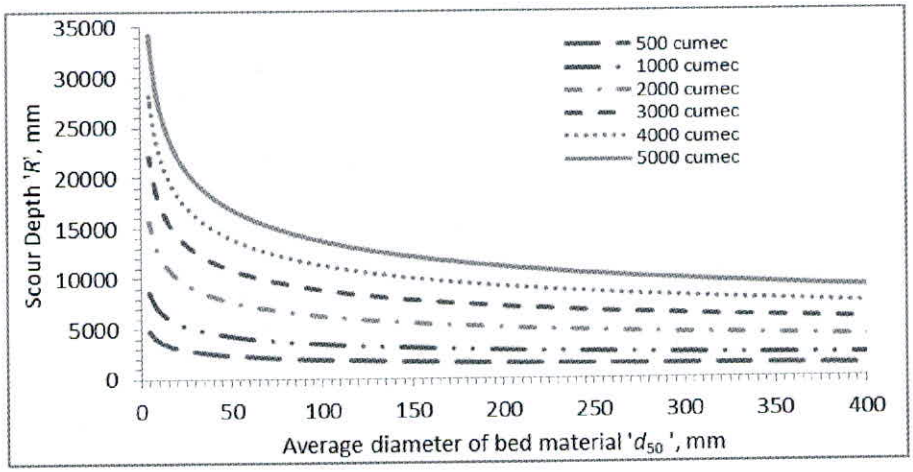
चित्र–1 अभिमार्जन गहराई का गाद कारक के साथ परिवर्तन (500 क्यूमेक प्रवाह तक)

3.2 नदियों मे जल प्रवाह, 500 क्यूमेक से अधिक

पथरीली/गोलाश्म क्षेत्रो मे 500 क्यूमेक से अधिक जल प्रवाह के लिये औसत व्यास के तलछट का परिमार्जन गहराई ज्ञात करने हेतु पी0 सेन(1997) द्वारा समीकरण विकसित किया गया है, जिसमे 'q'– प्रवाह तीव्रता के लिये जलमार्ग

(Waterway) 80 मीटर लिया गया है। 500–5000 क्यूमेक तक के जल प्रवाह के लिये तलछट औसत आकार व परिमार्जन गहराई के बीच वक्र विकसित किया गया है, जो चित्र 2.0 मे दर्शाया गया है।

विकसित वक्र के अध्ययन से यह ज्ञात होता है कि जब मध्यस्थ आकार का तलछट 4.75 मि0मी0 से 160 मि0मी0 तक बढता है तब पी0 सेन द्वारा आकलित परिमार्जन गहराई मे अधिक कमी आती है, तलछट का औसत आकार 160 मि0मी0 से अधिक होने पर सभी जल प्रवाह के लिये सामान्य परिमार्जन गहराई मे बहुत कम परिवर्तन होता है।

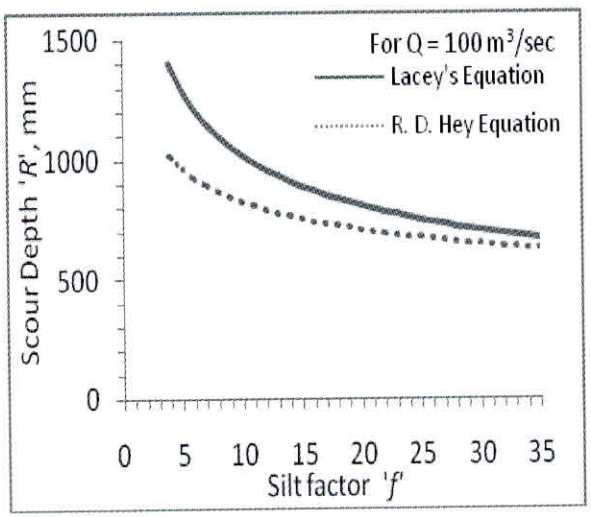


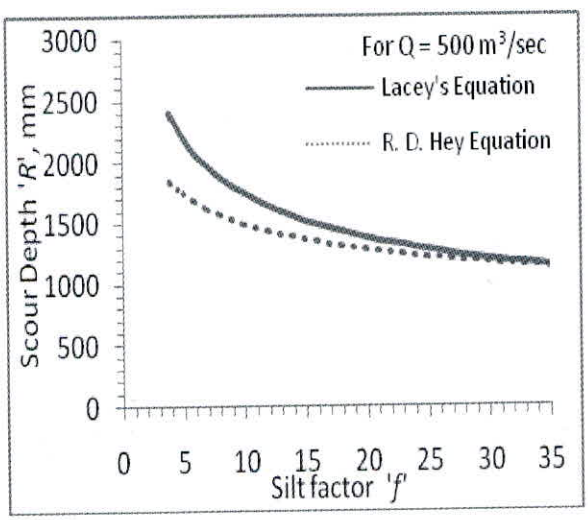
चित्र–2 **अभिमार्जन गहराई का गाद कारक के साथ परिवर्तन (500 क्यूमेक से अधिक जलप्रवाह और जलमार्ग 80मी)**

3.0 बलुआ मिट्टी वाली एवं गोलाश्म, पथरीली नदियो में परिमार्जन गहराई की तुलना

4.1 नदियों मे 500 क्यूमेक से कम जलप्रवाह तक

100 एवं 500 क्यूमेक जल प्रवाह के लिये, विभिन्न गाद कारक के मान के लिये लेसी एवं आर0डी0 हेय द्वारा विकसित समीकरणो से परिमार्जन गहराई का आंकलन किया गया है तथा प्राप्त वक्र चित्र 3.0 मे दर्शाये गये है।

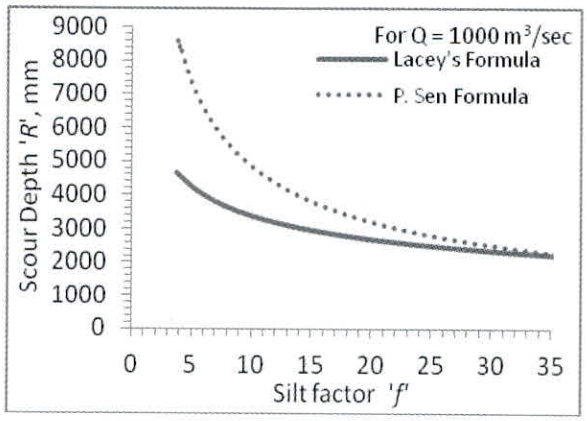


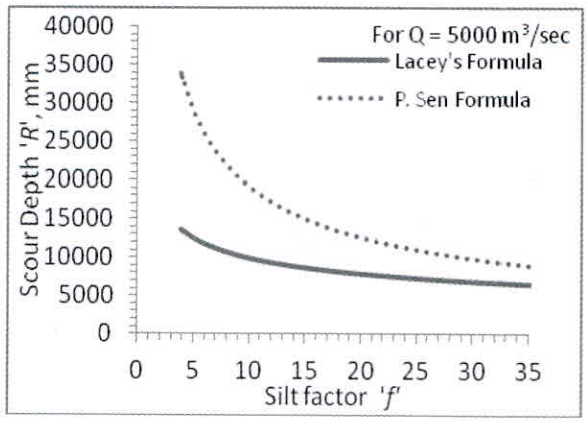


चित्र–3, **अभिमार्जन गहराई का गाद कारक के साथ परिवर्तन (100 एवं 500 क्यूमेक के लिये)**

4.2 नदियो मे 500 क्यूमेक से अधिक जल प्रवाह (80 मी0 के चौडाई के जलमार्ग हेतु)

1000 एवं 5000 क्यूमेक जल प्रवाह एवं विभिन्न गाद कारक मान के लिये लेसी एवं पी0 सेन द्वारा विकसित समीकरणो से परिमार्जन गहराई का आंकलन किया गया है। पी0 सेन समीकरण मे 'q' प्रवाह तीव्रता के लिये जलमार्ग (Waterway) 80 मीटर लिया गया है। 1000 एवं 5000 क्यूमेक जल प्रवाह के लिये विकसित वक्र चित्र 4.0 मे दर्शाये गये हैं।





चित्र–4 अभिमार्जन गहराई का गाद कारक के साथ परिवर्तन (1000 क्यूमेक एवं 5000 क्यूमेक जलप्रवाह और जलमार्ग 80 मी0 के लिये)

3.0 परिमार्जन गहराई आंकलन के विभिन्न सूत्रों की परिसीमाएं

5.1 लेसी–इंग्लिस विधि

- लेसी– इंग्लिस विधि असंजक रेतीले तलछट (Non Cohesive Sandy Material) के 0.15 मि0मी0 से 0.93 मि0मी0 औसत आकार के लिये है।
- नदी की आकृति विज्ञान जैसे भिन्न योजना एवं तलछट रूप की उपेक्षा करता है।
- इस विधि मे नदी तल के नीचे व साफ जल प्रवाह स्थिति मे तलछट सिद्धान्त एवं परिमार्जन प्रक्रियाओ को अनदेखा किया गया है।

5.2 आर0डी0 हेय एवं पी0 सेन विधि

- **आर0डी0 हेय** विधि केवल 500 क्यूमेक तक एवं **पी0 सेन** विधि 500 क्यूमेक से अधिक जल प्रवाह के लिये परिमार्जन गहराई आकलन हेतु उपयोगी है।
- प्राप्त परिणामों को अभी और अधिक अध्ययन से प्रमाणीकृत किया जाना है।

3.0 निष्कर्ष/उपसंहार

प्रस्तुत लेख में हिमालयी नदियों में परिमार्जन गहराई का आंकलन बलुआ मिट्टी के लिए लेसी द्वारा विकसित सूत्र एवं गोलाश्म, पथरीली नदियों के लिए परिमार्जन गहराई आंकलित करने के लिये पी0 सेन और आर0डी0हेय द्वारा विकसित सूत्रों के साथ की गयी है।

गोलाश्म, पथरीली नदियों के लिए परिमार्जन गहराई के आंकलन में पी0सेन और आर0डी0हेय द्वारा विकसित सूत्र एक समान परिणाम नहीं देते हैं। जब तक गोलाश्म, पथरीली नदियों के व्यवहार पर विस्तृत अध्ययन व पुष्टि नहीं की जाती तब तक पी0 सेन और आर0डी0हेय द्वारा विकसित सूत्रों से प्राप्त परिणामों को सतर्कता से प्रयोग में लाया जाना ही श्रेयस्कर

होगा क्योंकि गाद कारक के कम मान के लिये 500 क्यूमेक जल प्रवाह तक आर0डी0हेय सूत्र से प्राप्त परिणाम लेसी विधि की तुलना के मान से कम हैं एवं 500 क्यूमेक से अधिक जल प्रवाह के लिए पी0सेन सूत्र से प्राप्त परिणाम लेसी विधि की तुलना में बहुत अधिक है।

3.0 संदर्भ

गर्दे आर0जे0 और रंगा राजू, के0जी0 (2000) "मैकेनिक्स ऑफ सेडिमेन्ट ट्रांसपोर्ट एण्ड एलुवियल स्ट्रीम प्रोब्लम्स", तृतीय संस्करण, न्यू एज इन्टर पब्लिक प्राइवेट लिमिटेड, नई दिल्ली।

हेय, आर0डी0 और थोर्न, सी0 आर0 (1986) "स्टेबल चैनल्स विद् मोबाईल ग्रेवल बैड्स", जरनल ऑफ हाईड्रोलिक डिविजन, 112(8), 671-689.

इंग्लिस, सी0सी0 (1944) "मैक्सिमम डैप्थ ऑफ स्कॉर एट हैड्स ऑफ गाइड्स बैंक्स, ग्रोन्स, पियर नोजेज एण्ड डाउनस्ट्रीम ऑफ ब्रिजेज", वार्षिक रिपोर्ट (तकनीकी), सी0डब्लू0पी0आर0एस0, पुणे।

लेसी, जी0 (1929) "स्टेबल चैनल्स इन एलुवियम्स", जरनल ऑफ इन्स्टीट्यूशन ऑफ इन्जीनियर्स, पेपर नं0 4736, 229.

मजूमदार, एस0 के0(2004) "स्कॉवर इन बॉल्डरी बैड प्रपोज्ड फॉरमूला", रिटन डिस्कशन ऑन पेपर नं0 508 द्वारा आर0के0 धीमान, जरनल ऑफ भारतीय सडक कॉग्रेस, भाग 65(3).

सेन, पी0 (1997) "डैप्थ ऑफ स्कॉर इन ग्रेविली एण्ड बॉल्डरी रिवर्स", जरनल ऑफ इन्स्टीट्यूशन ऑफ इन्जीनियर्स (भारत), सिविल इन्जीनियरिंग डिविजन, भाग 77, पेज नं0. 209-214.

--------- (1989) "गाइडलाइन्स फॉर हाइड्रोलिक डिजाईन ऑफ बैराजेज एण्ड वियर्स", भाग–1, एलुवियल रीचेज, आई0एस0:6966, बी0आई0एस0, नई दिल्ली।