चतुर्थ राष्ट्रीय जल संगोष्ठी

2011

जल संसाधनों के प्रबंधन में नवीनतम तकनीकों का प्रयोग

16–17 दिसम्बर, 2011

आपो हि ष्ठा मयोभुवः

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान
जलविज्ञान भवन
रूडकी–247667 (उत्तराखंड)

अंकीय चित्र प्रणाली द्वारा पोंग (राणा प्रताप सागर) जलाशय का तलछट आंकलन

सन्दीप शुक्ला[1] संजय कुमार जैन[1] जयवीर त्यागी[1]
प्रोजेक्ट स्टाफ वैज्ञा. एफ वैज्ञा. एफ

[1]राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की

सारांश

जलाशयों के साथ अवसाद या तलछट का होना एक मुख्य घटक है। जो कि जलाशयों की अवधि को हानि पहुँचाता है। अवसाद कण साधारणतः दूर तक फैले आवाह क्षेत्र में नदी बहाव से हुए मृदा अपरदन प्रक्रिया से उत्पन्न होते हैं। जब नदी का बहाव जलाशय में कम होता है तो उसके साथ–साथ अवसाद भी जलाशय में जमा हो जाता है। और इसकी जलधारण क्षमता को कम कर देता है। जलाशय की जलधारण क्षमता में सीमा से परे हुई क्षति हमारे मूल उद्देश्य में बाधा उत्पन्न करती है जिसके लिए जलाशय का निर्माण किया गया होता है। इसीलिए जलाशयों की उपयोगी अवधि और तलछट जमा होने की दर को ज्ञात करने के लिए आवश्यक है कि उनका एक निश्चित अन्तराल पर आंकलन किया जाए। इस आंकलन हेतु कुछ पारंपरिक विधियाँ जैसे कि जल सर्वेक्षण एवं अन्तर्वाह–बहिवाह प्रक्रम उपयोग में लायी जाती हैं जो कि मंहगी होने के साथ–साथ ज्यादा समय लेती है। इसीलिए समय और मंहगी होने के कारण पिछले कुछ वर्षो से सुदूर संवेदन विधि का इस क्षेत्र में सफलता पूर्वक प्रयोग हुआ है। जिसमें उपग्रह द्वारा जलाशय के फैलाव क्षेत्र का आसानी से अध्ययन किया जा सकता है।

यह विधि हिमालय की तराई में बने भारत गंगेय मैदान के ऊपरी किनारे पर स्थित ब्यास नदी पर बने पोंग जलाशय के तलछट जमा होने की दर की जानकारी प्राप्त करने के लिए प्रयोग में लायी गई है। यह जलाशय हिमाचल प्रदेश के कांगडा जनपद में स्थित है। इस विधि में जलाशय में एकत्रित अवसाद मात्रा को ज्ञात करने के लिए भारतीय उपग्रह (पी–6) के संवेदक लिस–तृतीय से प्राप्त आंकडों का वर्ण क्रमीय विश्लेषण किया गया है। यह प्रपत्र दर्शाता है कि जलाशय के सजीव संग्रहण क्षेत्र की क्षमता 7292 मिलियन घ.मी. तथा निर्जीव संग्रहण क्षेत्र की क्षमता 8570 मिलियन घ.मी. है। पूर्ण रूपेण भरे जलाशय का फैलाव क्षेत्र लगभग 240 वर्ग कि.मी. तथा पोंग बांध तक इसकी नदी ब्यास का आवाह क्षेत्र लगभग 12377.496 वर्ग कि. मी. है।

जलाशय के अस्थाई विमीय क्षेत्र में होने वाले सामायिक परिवर्तन को ज्ञात करने के लिए भारतीय उपग्रह (पी–6) के संवेदक लिस–तृतीय से प्राप्त आठ तिथियों के आंकडों (10 अक्टूबर 2008 से 4 जुलाई 2009) को प्रयोग में लाया गया है। जिसमें अक्टूबर माह अधिकतम जल स्तर 426.72 मी. तथा जुलाई माह न्यूनतम जल स्तर 338.696 मी. को दर्शाता है। जल फैलाव क्षेत्र की गणना के लिए नार्मलाइस्ड डिफरेंस वाटर इंडिसिस (NDWI) विधि का प्रयोग किया गया है। विश्लेषण से प्राप्त आंकड़े दर्शाते हैं कि अधिकतम जलस्तर पर जलाशय की धारण क्षमता 7233.622 मिलियन घ.मी., जल फैलाव क्षेत्र 246.356 वर्ग कि.मी. तथा तलक्षट जमा होने की दर लगभग 18.08 मिलियन घन मी. प्रतिवर्ष है। यह प्रपत्र भारतीय उपग्रह (पी–6) के संवेदक लिस–तृतीय के आंकड़ों तथा सुदूर संवेदन विधि की उपयोगिता की भी व्याख्या करता है।

मूल शब्द

सुदूर संवेदन विधि, जलाशय तलछट जमाव,

प्रस्तावना

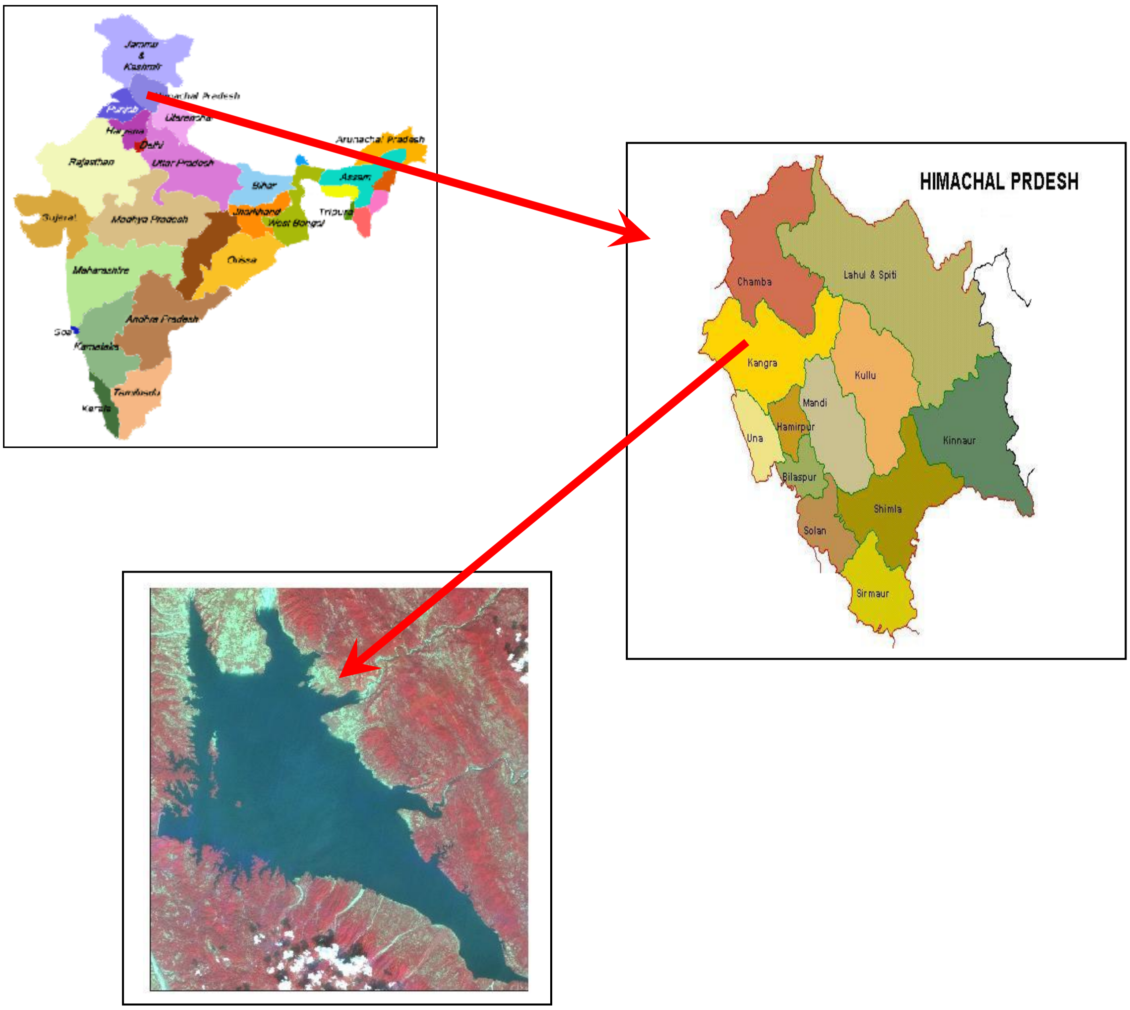
जलाशयों के साथ अवसाद या तलछट का होना एक मुख्य घटक है। जो जलाशय की जलधारण क्षमता को बहुत प्रभावित करता है। अवसाद का मुख्य कारण मृदा अपरदन का होना है। जो इसके आवाह क्षेत्र में होता है। मृदा का अपरदन मुख्यतः वर्षा तथा वायु के कारण होता ह। जो अवसाद के विस्तृत विस्थापन के लिए भी उत्तरदायी होते हैं। मृदा अपरदन और इसका जलाशय में विस्थापन व अनुवर्ती जमाव एक व्यापक समस्या है। जब अवसाद जलाशय में बहता है तो बहाव गति कम हो जाने के कारण बड़े अवसाद कण जलाशय के ऊपरी भाग में पहले जमा होते है। तत्पश्चात सूक्ष्म पदार्थ इसी के आस–पास जमा होने लगता है।

पोंग जलाशय में अवसाद का भराव मुख्य रूप से ब्यास नदी द्वारा लाये गये तलछट भार से होता है। यदि हमें इसके जमा होने की दर तथा कारण ज्ञात हो जायें तो इसे कम करने के उपाय को भी कार्यान्वित किया जा सकता है। जलाशय के अच्छे प्रबन्धन के लिए विभिन्न मौसम के दौरान समय–समय पर तलछट भार जमा होने की दर के विषय में जानकारी होना आवश्यक है। जो जलाशय की आयु ज्ञात करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इसके लिए दो प्रमुख विधियाँ जैसे कि जल सर्वेक्षण एवं अन्तर्वाह–बहिर्वाह प्रक्रम उपयोग में लाये जाते हैं। ये विधियाँ कुछ मंहगी होने के साथ–साथ समय भी बहुत अधिक लेती हैं।

पिछले कुछ वर्षो से सुदूर संवेदन तकनीक का प्रयोग हम जलविज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों में सफलता पूर्वक कर रहे हैं। जलाशयों में तलछट जमाव की दर का अध्ययन करने के लिए पहले इस विधि से जलाशय के जल फैलाव क्षेत्र को ज्ञात किया जाता है। एक निश्चित समयन्तराल पर जल फैलाव क्षेत्र में कमी जलाशय में तलछट जमा होने की पुष्टि करता है। मूले आदि (1986) ने वूलर चिल्का डल झीलों और रिहन्द जलाशय के बहुदिनीय बहुबेंड लैंडसैट प्रतिबिम्बों की दृश्यीय व्याख्या **(Visual Interpretation)** की और प्रदर्शित किया कि हरा बेंड और अवरक्त बेंड के अन्तर का अनुपात जल फैलाव क्षेत्र की गणना करने में काफी हद तक सही है। जैन, सिंह एवं गोयल (1999) ने लिस–तृतीय उपग्रह से प्राप्त आंकड़ों का प्रयोग करके भाकड़ा नांगल बाँध में तलछट जमाव की दर का आंकलन किया। जिसकी तुलना जल सर्वेक्षण विधि से किये गये निरीक्षण से करने पर परिणाम लगभग एक जैसे पाये गये।

आंकड़े व अध्ययन क्षेत्र

प्रस्तुत अध्ययन के लिए हिमाचल प्रदेश के कांगड़ा जिले में ब्यास नदी पर बने पोंग जलाशय (राणाप्रताप सागर जलाशय) को चुना गया। जो हिमालय की तराई में बने भारत–गंगेय मैदान के उत्तरी किनारे पर स्थित है। इस जलाशय का निर्माण सन् 1975 में किया गया। जलाशय के निर्देशांक क्रमशः $32^0$59’40” तथा $76^0$02’27” है।



चित्र–1 पोंग जलाशय की भौगोलिक स्थिति

प्रस्तुत अध्ययन के लिए भारतीय उपग्रह (पी–6) के संवेदक लिस–तृतीय से प्राप्त आठ तिथियों के आंकड़ों को प्रयोग में लाया गया जिसमें संवेदक के ऊपर से गुजरने की तिथियाँ क्रमशः 13 अक्टूबर 2008, 6 नवम्बर 2008, 24 दिसम्बर 2008, 6 मार्च 2009, 23 अप्रैल 2009, 17 मई 2009, 10 जून 2009 तथा 4 जुलाई 2009 है। संवेदक की विभाजक क्षमता 23.5 मी. तथा पथ और पंक्ति क्रमशः 94 व 48 है।

विधि

उपग्रह के किसी क्षेत्र से गुजरने की तिथि पर उससे प्राप्त चित्रों की सहायता से अंकीय चित्र विश्लेषण से जल विस्तार क्षेत्र का मान ज्ञात करते हैं। यद्यपि इन चित्रों में जल के संकेत अन्य भौतिक पदार्थो जैसे वनस्पति मृदा व भवन के संकेतों से काफी अलग होते हैं। फिर भी जल क्षेत्र को अन्य निकटतम वस्तुओं से अलग करना काफी कठिन कार्य है। यह पृथक्करण विश्लेषक की क्षमता पर निर्भर करता है। जो गहरा जल होता है। वो आसानी से पृथक हो जाता है। लेकिन उथले जल में मृदा व जल की मिलावट के काफी संकेत मिलते हैं। इनको केवल रंग द्वारा अलग नहीं किया जा सकता है। अतः देखकर परिभाषित करने के अलावा अन्य विधियाँ भी प्रयोग में लायी जाती हैं। जैसे नॉर्मलाइज्ड डिफ्रेंस वाटर इंडिसिस **(NDWI)** एवं नॉर्मलाइज्ड डिफ्रेंस वेजीटेसन इंडिसिस **(NDVI)** प्रमुख हैं। इस अध्ययन के लिए नॉर्मलाइज्ड डिफ्रेंस वाटर इंडेक्स **(NDWI)** विधि प्रयोग में लायी गई है।

$$NDWI = \frac{\text{Green} - \text{NIR}}{Green + NIR}$$

NDWI से प्राप्त स्वेत–श्याम चित्रों को थ्रेसोल्ड्गि से जल पिक्सैल को और अधिक साफ बना दिया जाता है। इस विधि में पूरे स्वेत–श्याम चित्र को दो वर्गो जल और जल रहित वर्गो में विभाजित कर दिया जाता है।

अनियमित पिक्सैल व वाहिकाओं का हटाना

किसी जल स्तर पर समोच्च रेखाओं से घिरा क्षेत्र केवल अविच्छिन्न जल क्षेत्र को प्रदर्शित करता है। जलाशय में स्थित द्वीपों में या इसकी बाहरी सीमा में स्थानीय गड्ढों में उपस्थित जल के पिक्सैल जल विस्तार क्षेत्र का भाग नहीं होते हैं। अतः इनको हटा देते हैं। इसके अलावा जलाशय के पुच्छ छोर पर जो वाहिकाये होती हैं उनको भी हटा दिया जाता है। बचा हुआ शेष भाग अब जलाशय का जल फैलाव क्षेत्र है।

जलाशय क्षमता की गणना

प्रयुक्त चित्रों को जल सीमा का अन्तिम रूप देने के पश्चात हिस्टोग्राम का विश्लेषण करके उपग्रह चित्र में जल के पिक्सैलों की संख्या की गणना की जाती है। किसो उपग्रह चित्र के सापेक्ष निश्चित जल स्तर पर जल पिक्सैलों की कुल संख्या को एक पिक्सैल के आकार से गुणा करके जल विस्तार क्षेत्र की गणना करते हैं। दो निकटवर्ती जल स्तरों के मध्य जलाशय संचयन धारिता की गणना निम्न सूत्र की सहायता से की जाती है :–

$$V = \frac{\Delta H\ (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2}}{3}$$

जहाँ

V = दो निकटवर्ती जल स्तरों के मध्य आयतन
A1= पहले जल स्तर पर जल विस्तर क्षेत्र
A2= दूसरे जल स्तर पर जल विस्तर क्षेत्र
ΔH = जल स्तर में अन्तर मी. में

विभिन्न जल स्तर के मध्य संचयन धारिता को ज्ञात करने के पश्चात विश्लेषण के निम्नतम जलाशय स्तर से आरम्भ करके विभिन्न जल स्तरों के लिये क्रमिक संचयन द्वारा संचयन धारिता की गणना करके जल स्तर–क्षेत्रफल–धारिता सारणी तैयार की जाती है। यह विधि केवल जलाशय के सजीव भण्डारण क्षेत्र की क्षमता में आयी कमी एवं तलछट के जमा होने की दर के आंकलन के लिए प्रयोग में लायी जाती है।

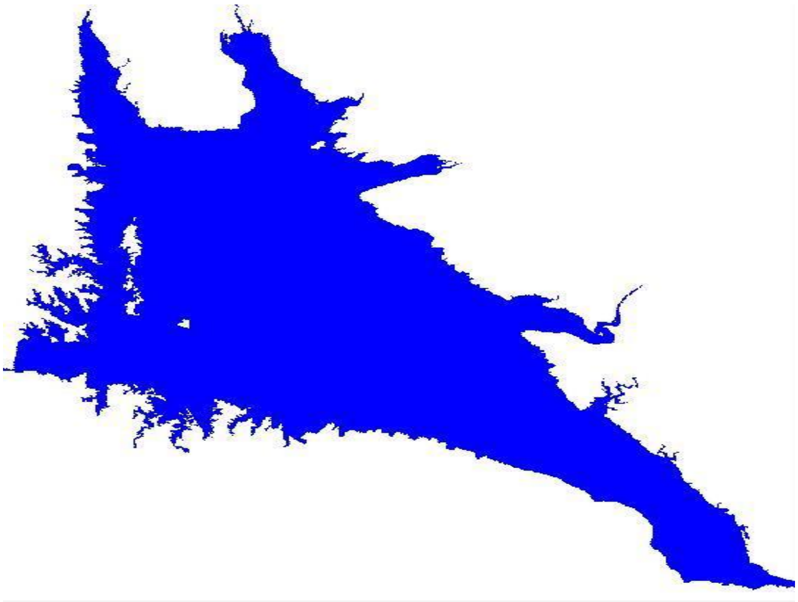
परिणाम व विचार विमर्श

सुदूर संवेदन विधि द्वारा अनुमानित क्षेत्रफल का प्रयोग अनुमानित धारिता निकालने के लिए किया गया। सभी दिनांक के जल फैलाव का आंकलन किया गया तथा कुछ तिथियों (13 अक्टूबर 2008 तथा 4 जुलाई 2009) के जल फैलाव क्षेत्र को चित्र –2 में दर्शाया गया है। एक निम्न तल से ऊपर लगातार स्तरों पर निकाली गयी संचित धारिता को जोड़कर उच्चतम स्तर पर मूल व अनुमानित धारिताओं को ज्ञात किया। मूल संचित धारिता एवं अनुमानित संचित धारिता का अन्तर जलाशय की तलछट के जमा होने के कारण कम हुई धारिता को बताता है।

पोंग जलाशय के प्राप्त परिणामों के मान्यकरण के लिए सुदूर संवेदी तकनीक से प्राप्त परिणामों की तुलना जल सर्वेक्षण के परिणामों से की गई। सुदूर संवेदी तकनीक से प्राप्त परिणामों से ज्ञात हुआ है कि 35 वर्षो के समयान्तर में तलछट के घन फल का अन्तर निम्न एवं उच्च तलों पर (388.69 व 422.929) 632. 844 मि.घन मी. है। यदि प्रारंभ से तलछट दर समान है तो 2008 व 2009 की विवेचना द्वारा दर 18.08 मि. घन. मी. प्रति वर्ष होगी। भाकड़ा–ब्यास प्रबंधन समिति द्वारा किये गये जल सर्वेक्षण आंकड़ों को निम्नलिखित सारणी नं.–1 में दिखाया गया ह।

सारणी नं.–1– जल सर्वेक्षण विधि तथा सुदूर संवेदन विधि से प्राप्त आंकड़ों का विवरण

उपग्रह के गुजरने के तिथि	जलाशय की ऊँचाई (m)	मूल क्षेत्रफल (Mm^2) 1974	अनुमानित क्षेत्रफल (सु.स.वि.) (Mm^2)	मूल आयतन (Mm^3) 1974	अनुमानित आयतन (सु.स.वि.) (Mm^3)	मूल संचित आयतन (Mm^3)	अनुमानित संचित आयतन (सु.स.वि.) (Mm^3)
	426.720					7233.622	6600.778
13/10/2008	422.919	246.356	242.70	371.390	355.281	6310.649	5717.816
06/11/2008	421.392	240.074	222.76	1428.305	1353.203	5939.258	5362.535
24/12/2008	415.132	216.415	209.60	1569.706	1509.373	4510.953	4009.332
06/03/2009	407.191	179.549	171.24	754.255	714.874	2941.247	2499.959
23/04/2009	402.738	159.404	150.06	683.899	621.668	2186.992	1785.086
17/05/2009	398.157	139.391	121.83	805.575	652.502	1503.093	1163.418
10/06/2009	391.653	108.934	80.24	302.154	222.134	697.519	510.916
04/07/2009	388.696	95.606	70.14	395.364	288.782	395.364	288.782



चित्र–2 अक्टूबर तथा जुलाई माह में पोंग जलाशय के जल फैलाव क्षेत्र की स्थिति

निष्कर्ष

प्रस्तुत अध्ययन पोंग जलाशय में तलछट के जमा होने की दर एवं उसके घनफल को ज्ञात करता है। जल के प्रसार क्षेत्र को ज्ञात करने के लिए उपग्रह पी–6 के लिस–तृतीय का सन् 2008 के अक्टूबर माह से लेकर जुलाई 2009 तक के आंकड़े प्रयोग में लाये गये। जलाशय में तलछट भार की मात्रा के मानचित्रण में बहुतिथि प्रतिबिम्ब अत्यन्त लाभदायक होते हैं। पोंग जलाशय की क्षमता और जल संग्रहण क्षेत्रफल का विश्लेषण 388.69 से 422.91 मी. के बीच आठ स्तरों पर भारतीय उपग्रह (पी–6) लिस–तृतीय से प्राप्त प्रतिबिम्बों के उपयोग द्वारा किया गया। ट्रापेजाइडल सिद्वांत द्वारा उच्चतम एवं न्यूनतम तलों पर धारितायें ज्ञात की गई। गणना **(Calculation)** से ज्ञात किया गया कि धारिता में क्षय की औसत दर 35 वर्षो में 18.08 मि.घन.मी. है। जो कि जल सर्वेक्षण **(Hydrographic Survey)** से प्राप्त दर 18.20 मि.घन.मी. से

मिलान करती है। जो हमारी परिशुद्धता का मूल्यांकन करती है। यह प्रपत्र भारतीय उपग्रह के संवेदक लिस–त्रतीय के आंकड़ों तथा सुदूर संवेदन विधि की उपयोगिता की भी व्याख्या करता है।

संदर्भ

1. जैन संजय कुमार, डॉ. प्रताप सिंह एवं मनमोहन गोयल (1999) उपग्रह (आई.आर.एस.) 1998–1999 का प्रयोग कर भाकड़ा जलाशय की धारिता का आंकलन, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की।

2. मोंरिस, जी.एल. एव फैन, जे. (1997) रिजरवायर सेडिमैन्टस्स हैन्ड बुक–डिजाइन एण्ड मैनेजमेंट ऑफ डैम्स, रिजरवायर एण्ड वाटर शैड्स फॉर सस्टेनेबिल यूज, टाटा मैग्रोहिल, न्यूयार्क।

3. गोयल एम.के. जैन शरद कुमार, जैन संजय कुमार एवं अग्रवाल पी.के. (1999) उपग्रह आकड़ों का प्रयोग करके जलाशय में तलछट जमाव की प्रवृत्ति का तलछट आंकलन, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान रूड़की।

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