सुदूर संवेदी विधि द्वारा ऊपरी कोलाब जलाशय में अवसादन का निर्धारण

अन्जु चौधरी
वरिष्ठ शोध सहायक

देवेन्द्र सिंह राठौर
वैज्ञानिक "ई 1"

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की

सारांश

पृथ्वी पर जीवन के अस्तित्व को बनाए रखने के लिए समस्त प्राकृतिक सम्पदाओं में से जल सबसे महत्वपूर्ण एवं आवश्यक सम्पदा है । भविष्य में प्रत्येक प्राणी मात्र के लिए उचित मात्रा में जल उपलब्ध हो सके इसलिए इसका उचित भण्डारण, संरक्षण एवं प्रबन्धन करना अति आवश्यक है । जल के भण्डारण के लिए जलाशय एक महत्वपूर्ण संरचना है । इन जलाशयों में समय के साथ-साथ अवसादन का जमाव एक प्रमुख समस्या है । इस समस्या से निपटने एवं जलाशयों के जल के उचित प्रबन्धन के लिए समय-2 पर अवसादन का आंकलन करना अति आवश्यक है । इस आंकलन के लिए पारम्परिक विधियाँ जैसे जलालेख सर्वेक्षण एंव जल आगमन-निर्गम आदि विधियाँ महँगी होने के साथ-साथ काफी समय भी लेती है । प्रस्तुत प्रपत्र में सुदूर संवेदी विधि का प्रयोग कर ऊपरी कोलाब जलाशय में अवसादन का निर्धारण किया गया है।

ऊपरी कोलाब जलाशय उड़ीसा राज्य के कोरापुट जिले में गोदावरी बेसिन के कोलाब उप-बेसिन में स्थित है । यह एक बहुउद्देशीय परियोजना है । इसका प्रयोग घरेलू एवं एंव औद्योगिक जल आपूर्ति सिंचाई एंव जलविद्युत उत्पादन हेतु किया जाता है । इसके द्वारा 320 मेगावाट जल-विद्युत पैदा की जाती है । इस बाँध की लम्बाई 630.5 मीटर एंव इसकी उँचाई 54.5 मीटर है । इस बाँध की उपयोगी धारिता 935 मि0 घन मीटर एवं कुल धारिता 1215 मि0घन मीटर है । पूर्ण जलाशय स्तर पर जल का फैलाव क्षेत्र 114.32 वर्ग किमी है । न्यूनतम जलावतन स्तर 844 मीटर है । एवं पूर्ण जलाशय स्तर 858 मीटर है । न्यूनतम जलावतलन स्तर पर जल क्षेत्र का फैलाव 35 वर्ग किमी है ।

इस अध्ययन में भारतीय सुदूर संवेदक-1सी0/1डी उपग्रह के लिस-3 संवेदक के वर्ष 2004-2005 के पाँच विभिन्न विधियों के उपग्रह चित्रों का अंकीय विश्लेषण विधि द्वारा विशलेषण किया गया । इसके लिए सामान्य अंतर जल सूचकांक (NDWI) विधि के साथ जल सूचकांक (WI) एवं अवरक्त भाग (IR) की सीमाओं का प्रयोग कर अवसादन की दर को 0.52 मि0 घनमीटर प्रतिवर्ष आँका गया । जलाशय में 15 वर्षो के अन्तराल में कुल 7.73 मिलियन घनमीटर अवसादन एकत्र हुआ जिसके कारण जलाशय की उपयोगी धारिता में प्रति 0.006 प्रतिशत की कमी हुई, जो सामान्य पाई गई ।

1.0 प्रस्तावना

मृदा का विशाल भाग हवा एवं वर्षा के कारण विस्थापित होकर जलमार्ग से अवसादन के रूप में प्राप्त होता है । यही अवसादन नदियों द्वारा बहाकर जलाशयों एवं समुद्रों में ले जाया जाता है । एक अध्ययन के अनुसार भारत में मिट्टी के कटाव की दर 16टन/हेक्टेयर/वर्ष है । इसका लगभग 10 प्रतिशत भाग जलाशयों में एकत्र हो जाता है । इस अवसादन के जमा होने के कारण जलाशय अपनी जल संचयन क्षमता खोते जा रहे
हैं ।

देश की भौगोलिक परिस्थितियों को ध्यान में रखते हुए जल संरक्षण एंव बाढ़ पर नियंत्रण के लिए भारत में 3000 से अधिक बड़ी एवं मध्यम घाटी परियोजनाओं का निर्माण किया गया है । ये योजनाएं सुचारू रूप से अपना कार्य करती रहें इसके लिए इनकी देख-रेख एंव उचित प्रबन्धन होना अति आवश्यक है । जलाशय के उचित प्रबन्धन के लिए उनमें प्रतिवर्ष अवसादन द्वारा संचयन क्षमता में आई कमी का आंकलन करना जरूरी है ।

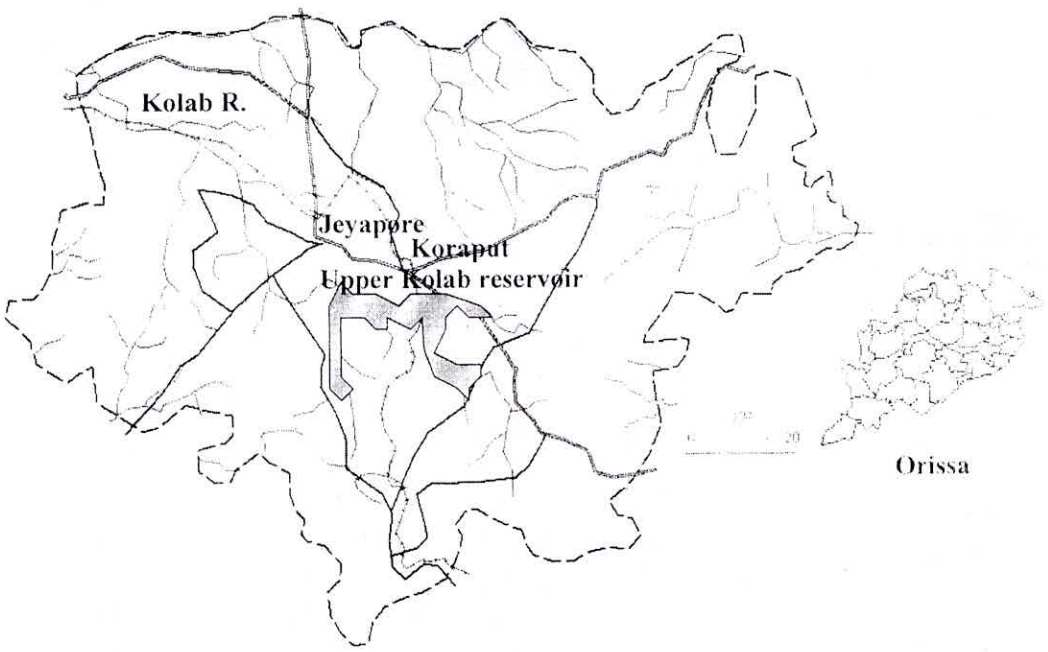
पारम्परिक विधियाँ जैसे जलालेख सर्वेक्षण एवं आगमन निर्गम आदि मँहगी होने के साथ-2 समय भी बहुत लेती है । आज सुदूर संवेदन विधि द्वारा जलाशयों में अवसादन का आंकन बार-2एंव कम समय में पूर्ण किया जा सकता है । सुदूर संवेदन विधि में उपग्रह द्वारा चित्रों का आंकलन कर जलाशयों में जल विस्तार क्षेत्र का मापन किया जाता है । जैसे-जैसे जलाशय में अवसादन जमा होने लगता है । वैसे-2 जल का प्रसार क्षेत्र कम होने लगता है । इस प्रसार क्षेत्र में आई कमी का अध्ययन कर अवसादन के जमाव की दर को ज्ञात किया जाता है । राष्ट्रीय जल विज्ञान संस्थान ने इस विधि का प्रयोग कर अब तक लगभग 20 जलाशयों में अवसादन की दर को ज्ञात किया है ।

प्रस्तुत प्रपत्र में भारतवर्ष के मध्य में स्थित गोदावरी बेसिन के कोलाब उप-बेसिन के ऊपरी कोलाब जलाशय के अवसादन आंकलन के परिणाम को दर्शाया गया है ।

2.0 अध्ययन क्षेत्र की स्थिति

ऊपरी कोलाब जलाशय उड़ीसा राज्य के कोरापुट जिले में गोदावरी बेसिन के कोलाब उप-बेसिन में स्थित है । इस जलाशय की स्थिति को चित्र 1 में दिखाया गया है ।

यह बाँध 630.5 वर्ग मीटर क्षेत्र में फैला है । एंव इसकी ऊँचाई 54.5मीटर है । 18^0 31′ से 18^0 49′ उत्तरी अक्षांस एंव 82^0 34′ से लेकर 82^0 53′ पूर्वी देशान्तर पर स्थित इस बाँध की उपयोगी धारिता 935 मेगा घन मीटर है एंव इसकी कुल धारिता 1215 मेगा घन मीटर है । पूर्ण जलाशय स्तर पर इसका फैलाव क्षेत्र 114.32 वर्ग किमी है ।



चित्र 1 ऊपरी कोलाब जलाशय की स्थिति

3.0 आँकड़ों की उपलब्धता

ऊपरी कोलाब जलाशय के अवसादन के निर्धारण के लिए वर्ष 2001के जून महीने से लेकर वर्ष 2005 के जून माह तक के जल स्तर, क्षेत्रफल धारिता सारणी, सूचकांक मानचित्र एंव अभिकल्प अवसादन दर आदि उड़ीसा सरकार के जल संसाधन विभाग के ऊपरी इद्रावती सिंचाई परियोजना के मुख्य अभियंता कार्यालय से प्राप्त किए गए । वर्ष 2004-2005 को सुदूर संवेदन विधि द्वारा निरीक्षण के लिए चुना गया । सभी आँकड़े अधिकतम जल स्तर 855.88 मीटर एंव न्यूनतम जल स्तर 488.38 मीटर के बीच लिए गए । जलाशय के लिए भारतीय सर्वेक्षण विभाग के 65जे/9,10,13,एवं 14 के मानचित्र (1: 50,000 के स्केल पर) प्रयोग किए गए । इसके लिए भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रह के P_6 वाले पांच तिथियों के चित्र प्रयोग किए गए जिन्हें सारणी 1 में दिखाया गया है ।

सारणी - 1

दिनाँक	ऊँचाई मीटर में	जल का प्रसार क्षेत्र हेक्टेयर में
24 नवम्बर, 2004	855.88	9280.6
18 दिसम्बर, 2004	855.17	9183.7
11 जनवरी, 2005	854.47	8637.6
28 फरवरी, 2005	852.73	7395.0
11 मई, 2005	848.38	5079.2

4.0 विश्लेषण विधियाँ एवं समीक्षा

सुदूर संवेदी विश्लेषण विधि में उपग्रह से खीचें चित्रों का इरडास इमेजिन साफ्टवेयर के माध्यम से विश्लेषण कर विभिन्न तिथियों के लिए जल विस्तार क्षेत्रफल का मान निकाला जाता है । जल विस्तार क्षेत्रफल निकालने की मुख्यतः दो विधियाँ हैं । प्रत्यक्ष विधि एवं अंकीय विधि प्रत्यक्ष विधि पूर्णतः विश्लेषक की क्षमता एवं कार्यकुशलता पर आधारित है । इससे प्राप्त परिणामों मे त्रुटि होने की संभावना अधिक होती है । क्योंकि जल विस्तार क्षेत्र की बाहरी सीमा में जल व आर्द्र मृदा के पिक्सल उपग्रह चित्र में एक समान दिखाई देते हैं । अतः प्रत्यक्ष विधि से उसमें अन्तर करना कठिन होता है । दूसरी विधि अंकीय विधि कहलाती है इसमें विभिन्न बैन्डों की सूचना का प्रयोग कर जल विस्तार क्षेत्र का आंकलन किया जाता है । मनवलन (1993) ने अंकीय आंकलन विध का प्रयोग कर अवरक्त भाग का अंक समूहन कर लैंड सैट टी0एम0एव0भारतीय सुदूर संवेदक के लिस-2उपग्रह के चित्रों द्वारा कर्नाटक के कृष्णा बेसिन के मालप्रभा एंव भद्रा परियोजना के लिए अवसादन का आंकलन किया । गुप्ता (1998) आदि ने इसी विधि का प्रयोग कर भा0सु0स0 के लिस-2 के वर्ष 1995 के उपग्रह चित्रों द्वारा हीराकुड जलाशय की धारिता ज्ञात की थी । गोयल एंव जैन (1996) ने भा0सु0सं0 लिस-2 के चित्रों द्वारा धरोई जलाशय में अवसादन का आंकलन किया । जैन (2002) ने भाखड़ा जलाशय के लिए अंकीय विधि का प्रयोग कर भा0सु0सं0 के लिस-2 संवेदक के चित्रों से धारिता का आंकलन किया । गोयल (2000) ने मध्य प्रदेश के नर्मदा बेसिन में स्थित बारगी जलाशय के लिए सामान्य अन्तर जल सूचकांक विधि का प्रयोग कर अवसादन आंकलन किया था । राठौर आदि (2006) ने जल सूचकांक विधि का प्रयोग कर हीराकुड जलाशय की धारिता ज्ञात की ।

4.1 अंकीय आंकलन विधि

भारतीय सुदूर संवेदक के लिस-3 के द्वारा प्रक्रमित चित्रों में एक पिक्सल का आकार 24 मीटर x 24 मीटर का वर्ग है । ये चित्र तीनों भागों (अवरक्त, लाल हरें) की मिश्रण द्वारा (फाल्स कलर कम्पोसिट) रंगीन चित्र का निर्माण करते हैं । सुदूर संवेदी बहुसामयिक चित्रों को सवप्रथम आयातितकर भू निर्देशित किया गया । भू निर्देशित उपग्रह चित्रों का प्रयोग करके विभिन्न जल-स्तरों पर जल विस्तार क्षेत्रफल ज्ञात किए गए ।

जल के नमूनों को मृदा एंव आर्द्र मृदा के नमूनों से अलग करने के लिए मुख्यतःतीन विधियाँ 1. सामान्य अन्तर, वनस्पति सूचकांक (NDVI) विधि 2.सामान्य अन्तर जल सूचकांक (NDWI) विधि 3. एवं टेसल्डकेप रूपांतरण (TCT) विधि आदि प्रयोग में लाई जाती हैं । ये सभी विधियॉ प्रकाश के अवशोषण एवं परावर्तन के सिद्धान्त पर आधारित हैं । विद्युत चुम्बकीय तंरग दैर्ध्य के दृश्य भाग जिसकी सीमा 0.4-0.7 माइक्रोमीटर है में जल पर पड़ने वाले प्रकाश का प्रेषण अधिक होता है । जबकि अवशोषण एवं परावर्तन कम होता है । परन्तु अवरक्त भाग के समीप अवरक्त का अवशोषण बढ़ जाता है । और परावर्तन एंव प्रेषण कम होता है । इस विधि में जलीय इकाइयों की तली द्वारा परावर्तित विकिरण की मात्रा सुदूर संवेदकों द्वारा माप ली जाती है । अतः अवरक्त के समीप वाली तरंग दैर्ध्य में जल एक काली वस्तु के समान कार्य करता है । इस विधि द्वारा गहरे एंव स्वच्छ जल के संकेत स्पष्ट हो जाते हैं । परन्तु जल विस्तार क्षेत्र की बाहरी सीमा में आर्द्र भूमि से विकिरण किरणों का परावर्तन समीपवर्ती उथले जल से परावर्तन के समान ही होता है । अतः संतृप्त मृदा एंव उथले जल स्तर के बीच जल को स्वरूप के चयन में त्रुटि की संभावना सदा बनी रहती है ।

इस प्रपत्र में सामान्य अन्तर जल सूचकांक (NDWI) विधि के साथ अवरक्त भाग की सूचना का प्रयोग किया गया है । जल सूचकांक विधि द्वारा जल के स्वरूप को ज्ञात करने के लिए निम्न सूत्र का प्रयोग निदर्श बनाकर किया गया

$$\text{जल सूचकांक} = \frac{\text{हरा भाग -- अवरक्त भाग}}{\text{हरा भाग + अवरक्त भाग}} \times \frac{\text{रक्त}}{\text{अवरक्त}} \times 100$$

प्रत्येक चित्रों के लिए जल सूचकांक की सीमा का मान जल स्वरूप के लिए अलग अलग पाया गया । जिन्हें सारणी 2 में दिखाया गया है -

सारणी - 2 सूदूर संवेदी चित्रों में जल के पहचान के लिए जल सूचकांक की सीमा

दिनाँक	जल का स्वरूप	जल सूचकांक	अवरक्त भाग में विकिरण
24नवम्बर 04	गदला जल	>25	<3.0
	कम गदला जल	>35	<2.0
	स्वच्छ जल	>45	<1.5
18 दिसम्बर 04	गदला जल	>25	<3.0
	कम गदला	>35	<2.0
	स्वच्छ जल	>45	<1.5
11 जनवरी 05	गदला जल	>28	<2.7
	कम गदला जल	>30	<2.2
	स्वच्छ जल	>35	<2.0
28 फरवरी 05	गदला जल	>25	<3.0
	कम गदला जल	>30	<2.5
	स्वच्छ जल	>35	<2.0
11 मई 05	अधिक गदला जल	>1	<7.0
	गदला जल	>5	<6.0
	कम गदला जल	>10	<5.0
	स्वच्छ जल	>15	<4.0

किसी जल स्तर पर समोच्च रेखाओं से घिरा क्षेत्र केवल अविच्छिन्न जल क्षेत्र को प्रदर्शित करता है । जलाशय क्षेत्र की बाहरी सीमा में स्थानीय गड्ढ़ों में उपलब्ध जल, जल विस्तार क्षेत्र का भाग नहीं होते। इन्हें हटाने की आवश्यकता होती है । इसके अतिरिक्त जलाशय में मुख्य नदी के अपवाह वाले सिरे पर सामान्यतः अनेकों छोटी वाहिकाएँ आकर मिलती है । इन वाहिकाओं/नदियों का जल भी जलाशय के जल विस्तार क्षेत्र का भाग नहीं होता अतः इनको जल विस्तार क्षेत्र से हटा देते हैं । इसके लिए भूगोलीय सूचना तंत्र की कलम्प विधि का प्रयोग करते हैं ।

प्रत्येक उपग्रह चित्र में जल विस्तार क्षेत्रफल को अन्तिम रूप देने के बाद सांख्यिकीय विश्लेषण विधि द्वारा जल के पिक्सलों की कुल संख्या की गणना की जाती है । अन्त में इन पिक्सलों की कुल

संख्या को एक पिक्सल के आकार से गुणा कर विभिन्न तिथियों के लिए जल विस्तार क्षेत्रफल की गणना करते हैं विभिन्न क्षेत्रफल सारणी B में दिखाया गया है । दो निकटवर्ती जल स्तरों के मध्य जलाशय संचयन धारिता की गणना निम्न शंकु सूत्र की सहायता से की जाती है ।

आयतन = डेल्टा एच0 (क्षे0 1 X क्षे0 2 $+\sqrt{}$ (क्षे0 1 x क्षे0)) / 3

यहाँ

आयतन = निकटवर्ती जल स्तरों के मध्य आयतन (घन मीटर में)

क्षे0 1 = पहले जल स्तर (एच0 1) पर जल विस्तार क्षेत्रफल (वर्ग मी.में)

क्षे02 = दूसरे जल स्तर (एच02) पर जल विस्तार क्षेत्रफल(वर्ग मीटर में)

एवं डेल्टा एच. = जलस्तर (एच01 एवं एच02) में अन्तर (मी0में)

विभिन्न जल स्तरों के मध्य संचयन धारिता को ज्ञात करने के बाद निम्नतम जलाशय तल से प्रारम्भ करके विभिन्न उच्चतम जल स्तरों के लिए क्रमिक संचयन द्वारा संचयन धारिता की गणना करके संशोधित जल स्तर-क्षेत्रफल धारिता सारणी तैयार की जाती है । परिणाम को सारणी -4 में दिखाया गया है।

सारणी - 3 उपरी कोलाष जलाशय का विभिन्न तिथियों में जल विस्तार क्षेत्रफल

दिनांक	उँचाई मीटर में	जल विस्तार क्षेत्र , हेक्टेयर में
24 - नवम्बर - 04	855.66	9200.6
18 - दिसम्बर - 04	855.17	9183.7
11 - जनवरी - 05	854.47	8637.6
26 - फरवरी - 05	852.93	7395.0
11 - मई - 05	848.38	5079.2

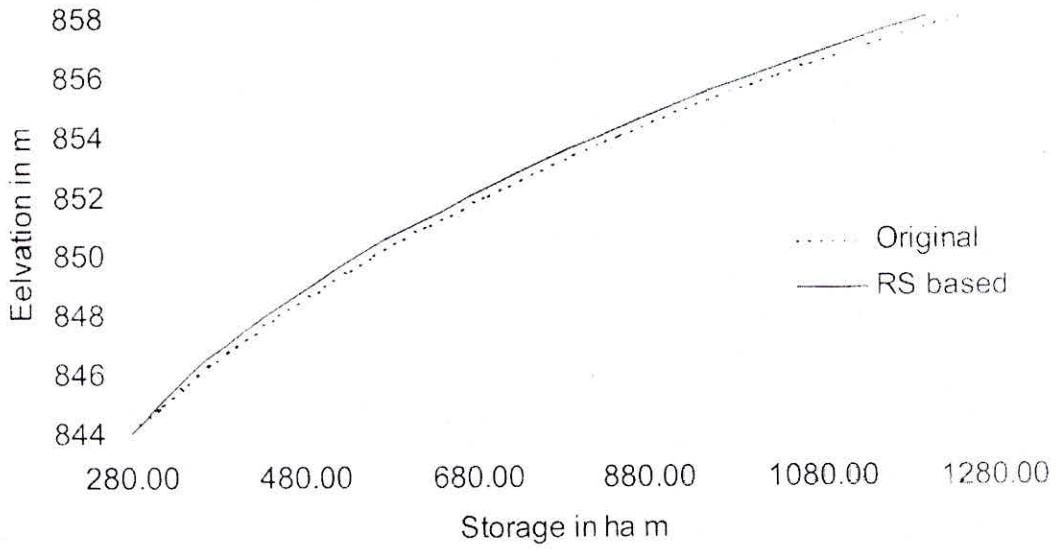
5.0 परिणाम एवं विवेचन

सारणी -1 में दिखाई गए पाँच तिथियों के आँकड़ों का प्रयोग कर जलाशय की संचयन धारिता को निकाला गया तथा प्राप्त परिणामों की तुलना वर्ष - 1990 में किए गए जलालेख सर्वेक्षण के परिणामों से की गई । कोलाब जलाशय के लिए सुदूर संवेदी तकनीक से प्राप्त परिणामों से यह ज्ञात होता है कि 15 वर्षो के अन्तराल में जलाशय की धारिता में .52 मि0 घन मीटर/वर्ष की दर से 7.73 मि0घन मीटर की हानि हुई । जो कि परियोजना सर्वेक्षण के द्वारा प्राप्त परिणाम के अत्यधिक निकट है जिसके कारण जलाशय की उपयोगी धारिता में प्रतिवर्ष .0006 प्रतिशत की कमी हुई है जो कि सामान्य है । सुदूर संवेदी सर्वेक्षण एवं जलालेखीय सवेक्षण के परिणामों की तुलना को आरेख 1 एवं आरेख 2 में दिखाया गया है ।

सारणी-4 ऊपरी कोलाब जालशय के लिए मूल एवं सुदूर संवेदी विधि पर आधारित ऊँचाई -क्षेत्रफल धारिता

ऊँचाई (मी0)	मूल धारिता 1999		सुदूर संवेदन पर आधारित धारिता 2000	
	क्षेत्रफल (हेक्टेअर)	संचयित धारिता	क्षेत्रफल (हेक्टेअर)	संचयित धारिता (मेगा घनमी.)
844	3500	280.00	2876	280.00
845	3765	312.51	3352	311.13
846	4230	323.01	3843	347.09
847	4695	333.51	4348	388.03
848	5160	344.01	4867	434.09
849	5625	354.52	5400	485.41
850	6090	556.70	5947	542.13
851	6664	569.75	6508	604.39
852	7237	582.80	7083	672.33
853	7811	595.85	7673	746.10
854	8385	608.90	8277	825.84
855	8959	931.01	8894	911.68
856	9783	942.49	9526	1003.77
857	10608	953.97	10172	1102.25
858	11435	1215.00	10832	1207.27

आरेख - 1 ऊँचाई क्षेत्रफल आरेख (मूल (1990) एवं सुदूर संवेदी विधि (2005) पर आधारिता)



आरेख - 2 ऊँचाई धारिता आरेख (मूल (1990) एवं सुदूर संवेदी विधि (2005) पर आधारिता)

6.0 निष्कर्ष

इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि पारम्परिक विधियाँ जैसे जलालेखीय सर्वेक्षण विधि की तुलना में सुदूर संवेदी विधि सरल एवं कम समय लेती है । सुदूर संवेदी विधि द्वारा अवसादन का आंकलन बार-बार एवं कम समयान्तराल में करना सरल है । जलाशय के जल प्रबन्धन के लिए उनके सर्वेक्षण को 5 वर्ष के अन्तराल पर किया जाना अनिवार्य माना गया है । अतः सुदूर संवेदी विधि द्वारा यह आंकलन शीघ्र किया जा सकता है । सुदूर संवेदी विधि जलाशयों की धारिता मापन में उपयोगी विधि है ।