

सुदूर संवेदी आँकड़ों के अंकीय प्रक्रमण द्वारा बरगी एवं उकई जलाशयों में अवसादन का निर्धारण

पुष्पेन्द्र कुमार अग्रवाल

मनमोहन कुमार गोयल
राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की

शरद कुमार जैन

सारांश

जल संसाधन तंत्र के अन्तर्गत जलाशय एक महत्वपूर्ण संरचना है। जल संसाधन प्रबन्धन के लिए जलाशयों में अवसादन एवं उपलब्ध जल संचयन क्षमता के सामयिक मूल्यांकन का महत्वपूर्ण स्थान है। जलाशय में अवसादन की मात्रा को ज्ञात करने के लिए उपलब्ध पुरानी तकनीकें जैसे: सर्वेक्षण एवं अन्तर्वाह-बहिर्वाह प्रमाणन, जटिल, महँगी, एवं समय लेने वाली हैं। सुदूर संवेदन तकनीक के प्रयोग द्वारा भौगोलिक सूचना तंत्र की सहायता से जलाशय के जल विस्तार क्षेत्र में होने वाले परिवर्तनों का विश्लेषण करके अवसादन संचयन का मूल्यांकन किया जा सकता है।

प्रस्तुत प्रपत्र में बरगी (मध्य प्रदेश स्थित) एवं उकई (गुजरात स्थित) जलाशयों में अवसादन के निर्धारण से संबंधित अध्ययनों के परिणाम व्यक्त किये गये हैं। बरगी जलाशय में सर्वेक्षण से संबंधित कार्य अभी तक नहीं किये गये हैं। जबकि उकई जलाशय में सर्वेक्षण का कार्य वर्ष 1992 में किया जा चुका है।

प्रस्तुत अध्ययन में उकई जलाशय के लिए IRS-1B उपग्रह के LISS-II संवेदक से प्राप्त वर्ष 1993-94 के आठ भिन्न दिवसों के उपग्रह चित्रों का विश्लेषण किया गया। बरगी जलाशय के लिए IRS-1C उपग्रह के LISS-III संवेदक से प्राप्त वर्ष 1996-97 के नौ भिन्न दिवसों के उपग्रह चित्रों को विश्लेषित किया गया। अंकीय प्रक्रमण विश्लेषण हेतु इरडास इमेजिंग व इलविस सॉफ्टवेयरों का प्रयोग किया गया। विश्लेषण के परिणामस्वरूप उकई जलाशय में अवसादन दर लगभग 7.3 हेक्टेयर मी० प्रति 100 वर्ग किमी. प्रति वर्ष तथा बरगी जलाशय में अवसादन दर 2.3 हेक्टेयर मी० प्रति 100 वर्ग किमी. प्रति वर्ष आँकी गई।

1. प्रस्तावना :

मृदा का विशाल भाग वायु एवं अवक्षेपण के कारण विस्थापित होकर बाढ़ के समय जलमार्ग से अवसाद के रूप में प्राप्त होता है। एक आंकलन के अनुसार पृथ्वी पर प्राप्त अवसाद का मान लगभग 15×10^6 टन/वर्ष है जिसका एक विशाल भाग प्रतिवर्ष भारतीय नदियाँ अपने साथ बहाकर ले जाती हैं तथा इसे अपने मार्ग में आने वाले जलाशयों, झीलों, समुद्रों आदि में एकत्रित कर देती हैं। भारतवर्ष में मृदा

कटान की दर लगभग 16 टन/हेक्टेयर/वर्ष है जिसका लगभग 10% भाग जलाशयों में एकत्र हो जाता है तथा लगभग 29% भाग नदियों द्वारा समुद्र में ले जाया जाता है। जलाशय में होने वाले अवसादन के कारण जलाशय की जल संचयन क्षमता में होने वाली कमी जलाशय की जल उपलब्धता एवं प्रचालन प्रणाली को प्रभावित करती है। भारतवर्ष में 43 जलाशयों के लिए किये गये अवसादन सर्वेक्षणों के विश्लेषण से प्राप्त परिणाम यह दर्शाते हैं कि अवसादन दर 0.3-27.85 हेक्टेयर -मी०/100 वर्ग किमी/ वर्ष के बीच है। भारतवर्ष के अधिकांश जलाशयों में 0.5% से 1.5% वार्षिक दर से जल संचयन क्षमता में कमी हो रही है। अवसादन के कारण जलाशय की जल संचयन क्षमता में निरन्तर होने वाली कमी के कारण वर्तमान में यह विषय अत्यधिक महत्वपूर्ण हो गया है।

भारतवर्ष में जल संरक्षण एवं बाढ़ नियन्त्रण के लिए उपलब्ध जल संसाधनों का इष्टतम उपयोग करने के लिए 3000 से अधिक बड़ी एवं मध्यम नदी घाटी परियोजनाओं का निर्माण किया गया है। देश की भौगोलिक परिस्थितियों को ध्यान में रखते हुए यह अत्यन्त आवश्यक है कि देश में उपलब्ध जलाशयों की जल संचयन क्षमता में कमी होने से बचाने के यथासंभव प्रयास किये जाएँ। इसके लिए किसी जलाशय के निर्माण के पश्चात् निम्न बातों पर ध्यान देना अत्यधिक आवश्यक है।

- (1) अवसादन के कारण जलाशय में होने वाली वार्षिक जल संचयन क्षमता की जानकारी।
- (2) सम्पूर्ण जलाशय में अवसाद संचयन के स्थानीय वितरण का निर्धारण।
- (3) इष्टतम जलाशय प्रचालन के लिए संशोधित जल-स्तर-क्षेत्रफल-धारिता वक्र का निर्माण।
- (4) जलाशय एवं जलविभाजक स्तर पर जल संरक्षण के उपाय।

किसी जलाशय में अवसाद संचयन का निर्धारण करने के लिए हाइड्रोग्राफिक सर्वेक्षण कार्य निश्चित समयान्तराल पर किये जाते हैं। यद्यपि भारतवर्ष में जलाशयों के अवसादन सर्वेक्षण कार्य 1870 से किये जाते रहे हैं, तथापि क्रमबद्ध सर्वेक्षण का कार्य वर्ष 1958 से ही शुरू किया जा सका, जब केन्द्रीय सिंचाई एवं शक्ति बोर्ड ने 28 वृहत् जलाशयों के लिए जलाशय अवसादन का सर्वेक्षण कार्य किया।

अवसादन सर्वेक्षण की प्राचीन रूढिगत तकनीकों में हाइड्रोग्राफिक सर्वेक्षण सर्वाधिक सामान्य एवं सरल तकनीक है जिसके अन्तर्गत जलाशय तल प्रोफाइल का मापन करके अवसादन संचयन की मात्रा को ज्ञात किया जाता है। परन्तु इस पद्धति के अन्तर्गत अत्यधिक परिश्रम, महँगे उपकरणों, एवं कुशल तकनीशियनों की आवश्यकता होती है। भारतवर्ष में प्रतिध्वनि गहराईमापी की सहायता से, निश्चित रेखा के साथ-2, जलराशि सर्वेक्षण किया जाता है। वर्तमान में जलराशि सर्वेक्षण के लिए उच्च प्रौद्योगिक विधियों का उपयोग, एवं आवश्यक आँकड़ों के एकत्रीकरण एवं विश्लेषण के लिए उपग्रह पर आधारित ग्लोबल पोजिशनिंग तंत्र एवं संगणक विधियों का उपयोग शुरू किया जा चुका है। प्रतिध्वनि गहराईमापी की सहायता से प्राप्त आँकड़े स्वतः ही संगणक पर प्राप्त हो जाते हैं जिनकी सहायता से अवसाद के आयतन की गणना की जा सकती है। जलराशि सर्वेक्षण कार्य में उपयोग की जाने वाली एक अन्य तकनीक अन्तर्वाह-बहिर्वाह विश्लेषण है। इसके अन्तर्गत जलाशय में अन्तर्वाह एवं बहिर्वाह के समय अवसाद का मापन करके जलाशय में एकत्र होने वाले अवसाद की गणना की जाती है। इस पद्धति का प्रयोग बहुत ही कम स्थितियों में किया जाता है। इस कार्य के लिए विकसित किये गये गणितीय निदर्श एच.ई.सी.- 6, जीस्टारस, फ्लुविअल, टैबस (मौरिस एवं फैन, 1997) इत्यादि हैं।

सुदूर संवेदन तकनीकों की सहायता से वर्तमान में किसी जलाशय में अवसाद संचयन का निर्धारण अत्यधिक सरल एवं अन्य तकनीकों की तुलना में काफी सस्ता हो गया है। प्रस्तुत प्रपत्र में भारतवर्ष के मध्य प्रदेश व गुजरात राज्यों में नर्मदा एवं तापी नदियों पर स्थित बरगी एवं उकई जलाशयों के अवसादन अध्ययन के परिणामों को दर्शाया गया है। साथ ही सुदूर संवेदन विधि के लाभ तथा सीमाओं का विवेचन भी किया गया है।

2. सुदूर संवेदन आधारित पद्धति :

इस विधि में सुदूर संवेदी आँकड़ों के अंकीय प्रक्रमण द्वारा जलाशयों के धारिता सर्वेक्षण किये जाते हैं। इस विधि के प्रयोग द्वारा अनेकों अध्ययन किये जा चुके हैं।

भारतवर्ष में जलाशयों का जल-स्तर मानसून ऋतु (सितम्बर-अक्तूबर) के अन्त में पूर्ण जलाशय स्तर (FRL) के समीप होता है तथा यह धीरे-2 कम होकर, मई/जून के अन्त तक जलाशय में अपने निम्नतम स्तर तक पहुँच जाता है। जलाशय में अवसादन के कारण जलाशय की जल संचयन क्षमता में कमी हो जाती है। सुदूर संवेदी तकनीकों का प्रयोग करके जलाशय के विभिन्न जल-स्तरों पर जल-विस्तार क्षेत्रफल का निर्धारण करके संशोधित जल संचयन धारिता वक्र तैयार किया जाता है तथा मूल एवं संशोधित जल संचयन धारिता वक्रों की तुलना करके अवसाद एकत्रीकरण के कारण होने वाली जलाशय की जल संचयन धारिता में हानि का निर्धारण करते हैं।

जलाशय के जल-स्तर मानों में अधिकतम परिवर्तन वाला जल वर्ष गणना के लिए अधिकतम उपयोगी होता है। उपग्रह से प्राप्त मानचित्रों का अंकीय प्रक्रम तकनीक के प्रयोग द्वारा विश्लेषण करके जल-विस्तार को ज्ञात किया जाता है। जल-विस्तार क्षेत्र की जानकारी प्राप्त होने के पश्चात्, विभिन्न फिल्टर तकनीकों के प्रयोग द्वारा जल विस्तार क्षेत्रफल की समोच्च रेखा निर्धारित की जाती है। प्रत्येक समोच्च रेखा के लिए जल-स्तर मान प्रदान किये जाते हैं तथा समोच्च रेखाओं के सापेक्ष विभिन्न जल विस्तार मानचित्रों को एक दूसरे के ऊपर रखकर विभिन्न क्षेत्रों में संशोधित स्थितियों को प्रस्तुत किया जाता है। प्रिज्माइडल सूत्र, का प्रयोग करके दो निकटवर्ती जल-स्तरों के मध्य जलाशय धारिता की गणना की जाती है। प्रिज्माइडल सूत्र का वर्णन खण्ड 5.5 में किया गया है। इस पद्धति के प्रयोग द्वारा प्राप्त संशोधित जल संचयन धारिता की तुलना मूल जल संचयन धारिता के साथ करके जलाशय के विभिन्न जोनों में अवसाद के कारण धारिता में होने वाली हानि का मान प्राप्त किया जा सकता है।

3. अध्ययन क्षेत्र :

प्रस्तुत अध्ययन में मध्य प्रदेश एवं गुजरात राज्यों में स्थित नर्मदा एवं तापी नदियों पर स्थित क्रमशः बरगी एवं उकई जलाशयों की जल संचयन धारिता में होने वाली हानियों को सुदूर संवेदी तकनीक द्वारा दर्शाया गया है।

3.1 बरगी जलाशय :

नर्मदा नदी भारतवर्ष के मध्य प्रदेश राज्य में 1050 मी भू-स्तर पर अमरकन्टक के निकट शहडौल जिले में माइकल सीमा से उद्गमित होती है। नदी जबलपुर शहर से होकर प्रवाहित होती है एवं नर्मदा

की उपजाऊ घाटी में प्रवेश करती है जो एक लम्बी एवं संकुचित पट्टी है एवं उत्तर में विन्ध्या एवं दक्षिण में सतपुरा पहाड़ियों से घिरी है। नदी अन्त में खम्वाट की खाड़ी में मिल जाती है। नर्मदा नदी पर मध्य प्रदेश में अनेकों विशाल जलाशय परियोजनाओं का निर्माण किया गया है। बरगी परियोजना इन विशाल परियोजनाओं में से एक है।

बरगी जलाशय, जबलपुर जिले में बरगी गाँव के निकट निर्मित, 5374.39 मी० लम्बा संयुक्त मृदा एवं कंकरीट का एक बाँध है। परियोजना का निर्माण, घरेलू एवं औद्योगिक जल आपूर्ति, सिंचाई एवं जलशक्ति निर्माण हेतु बहुउद्देशीय परियोजना के रूप में किया गया है। बाँध जबलपुर शहर के अनुप्रवाह में 43 किमी दूरी पर स्थित है। बरगी बाँध 22° 56' 30" उत्तरी अक्षांस एवं 79° 55' 30" पूर्वी देशान्तर पर स्थित है। बाँध स्थल पर जलाशय का आवाह क्षेत्रफल 14556 वर्ग किमी है। बरगी जलाशय (रानी अवन्ती बाई सागर जलाशय) के अधिकतम जलाशय स्तर, पूर्ण जलाशय स्तर एवं मृत जलाशय स्तर के मान क्रमशः 425.70 मी०, 422.76 मी० एवं 403.55 मी० हैं। जलाशय की अधिकतम धारिता, उपयोगी धारिता एवं मृत धारिताओं के मान क्रमशः 39.2, 31.8 एवं 7.40 खरब घन मी० है। कंकरीट बाँध की अधिकतम ऊँचाई 69.80 मी एवं मृदा बाँध की अधिकतम ऊँचाई 29 मी० है। भारतीय मानक कोड सं० 5477 के अनुसार जलाशय का वर्गीकरण पर्वतीय जलाशय के रूप में किया गया है। जलाशय की आकृति लगभग देशान्तरिय है। इसकी धुरी से इसकी सबसे लम्बी सीमा लगभग 80 किमी है।

नर्मदा नदी पर जमतारा जलमापन केन्द्र तक आवाह क्षेत्र में होने वाली माध्य वार्षिक वर्षा 1414 मिमी है। मानसून ऋतु (जून से अक्टूबर) के दौरान होने वाली कुल वार्षिक वर्षा लगभग 94% है। बाँध स्थल पर माध्य वार्षिक अन्तर्वाह का मान 7197 मिलियन घन मी० है। बाँध को वर्ष 1988 में प्रथम बार 407.5 मी० जल-स्तर तक जलमग्न किया गया था। इसके पश्चात के वर्षों 1989 एवं 1990 में जलाशय को क्रमशः 418.5 मी० व 422.76 मी० के जल-स्तर तक जल मग्न किया गया। जलाशय में अवसादन ज्ञात करने के लिए अभी तक कोई भी सर्वेक्षण कार्य नहीं किया गया है।

3.2 उकई जलाशय :

उकई जलाशय भारत के गुजरात राज्य में स्थित बृहत् बहुउद्देशीय परियोजना है। इस परियोजना के मुख्य उद्देश्य सिंचाई, बाढ़ नियन्त्रण एवं जल शक्ति का उत्पादन है। इस परियोजना का निर्माण कार्य वर्ष 1964 में शुरू हुआ था तथा वर्ष 1972 में यह पूर्ण हुई थी। यह जलाशय गुजरात राज्य के सूरत जिले में फोर्ट सोनगढ़ नामक स्थल पर तापी नदी पर स्थित है। जलाशय का कुल आवाह क्षेत्रफल 62,225 वर्ग किमी है। आवाह क्षेत्र में लगभग 790 मिमी औसत वार्षिक वर्षा होती है। बाँध की लम्बाई 4640 मी० है। जलाशय का पूर्ण जलाशय स्तर, मृत जलाशय स्तर क्रमशः 105.15 मी० तथा 82.30 मी० है। पूर्ण जलाशय स्तर पर जलाशय का क्षेत्रफल 601 वर्ग किमी. है। जलाशय की सम्पूर्ण संचयन क्षमता एवं प्रभावी संचयन क्षमता क्रमशः 0.8511×10^6 हेक्टेयर मी० एवं 0.7092×10^6 हेक्टेयर मी० है। बाँध से 300 मेगावाट जल शक्ति का उत्पादन किया जाता है।

4. आँकड़ों की उपलब्धता :

बरगी जलाशय अवसादन विश्लेषण के लिए वर्ष 1996-97 की अवधि के लिए IRS-1C उपग्रह, LISS-III संवेदक के नौ दिवसों के बहुस्पैक्ट्रमी आँकड़ों का तथा उकई जलाशय के लिए 1993-94 वर्ष की अवधि के लिए IRS-1B उपग्रह के LISS-II संवेदक से प्राप्त आठ भिन्न दिवसों के उपग्रह चित्रों का प्रयोग किया गया। सुदूर संवेदी आँकड़ों की स्थिति एवं उपलब्धता के आधार पर बरगी जलाशय के लिए 10-10-96, 3-11-96, 27-11-96, 7-2-97, 3-3-97, 27-3-97, 20-4-97, 14-5-97 एवं 7-6-97 तिथियों के कुल नौ दिवसों के तथा उकई जलाशय के लिए आठ भिन्न दिवसों 3-11-93, 7-12-93, 30-1-94, 21-2-94, 15-3-94, 28-4-94, 20-5-94 एवं 11-6-94 के उपग्रह चित्रों का उपयोग किया गया। बरगी जलाशय में अधिकतम जल स्तर 421.45 मी० व न्यूनतम जल स्तर 406.00 मी० पाया गया जबकि उकई जलाशय में जल स्तर 104.45 मी० से 92.20 मी० के मध्य परिवर्तनीय पाया गया।

5. विश्लेषण :

उपग्रह के किसी क्षेत्र से गुजरने की तिथि पर उससे प्राप्त उपग्रह चित्रों की सहायता से सुदूर संवेदी विश्लेषण द्वारा उपलब्ध जल विस्तार क्षेत्रफल के मान ज्ञात होते हैं। जल विस्तार क्षेत्र को वर्णित करने के लिए दो विधियों, प्रत्यक्ष विधि एवं अंकीय विधि, का प्रयोग किया जाता है। प्रत्यक्ष विधि पूर्णतः विश्लेषक की अनुभव क्षमता पर आधारित होती है एवं इससे प्राप्त परिणामों के बाद विभिन्न बैंड की उपलब्ध सूचनाओं का प्रयोग इसमें सम्भव नहीं होता है। जल विस्तार क्षेत्र की बाहरी सीमा में जल एवं आर्द्र मृदा के पिक्सल उपग्रह चित्र में एक समान से दिखाई देते हैं तथा उसमें अन्तर करना कठिन होता है। अंकीय विधियों के प्रयोग द्वारा विभिन्न बैंडों की सूचना का अधिकतम उपयोग किया जा सकता है। इस अध्ययन में एरडास/इमेजिन प्रक्रम साफ्टवेयर का प्रयोग करके अंकीय प्रक्रम अध्ययन किया गया है। विश्लेषण के विभिन्न चरणों को नीचे वर्णित किया गया है।

5.1 आँकड़ों का आयात, चित्रण एवं भू-निदर्शन :

बरगी एवं उकई जलाशयों के लिए उपग्रह से एकत्रित किये गये विभिन्न सुदूर संवेदी आँकड़ों को राष्ट्रीय सुदूर संवेदी संस्थान हैदराबाद से सी.डी.पर आयातित किया गया। प्रक्रमित आँकड़ों के एक पिक्सल का आकार 24 मी० x 24 मी० का वर्ग है। इन्फ्रारेड, लाल एवं हरे बैंड के आँकड़ों के मिश्रण से, एरडास/इमेजिन तंत्र के प्रयोग द्वारा एफ.सी.सी. तैयार की गयी। इस एफ.सी.सी. में जलाशय के जल विस्तार क्षेत्र (बाहरी सीमा को छोड़कर) को स्पष्टतः देखा जा सकता है।

उपलब्ध सुदूर संवेदी बहुसामयिक चित्रों को भारतीय सर्वेक्षण विभाग द्वारा उपलब्ध स्थलाकृति मानचित्र की सहायता से भू-निर्देशित किया गया। भू-निर्देशित उपग्रह चित्रों का प्रयोग करके विभिन्न समयवधियों के लिए जल विस्तार क्षेत्र की पारस्परिक तुलना की गई एवं संशोधित समोच्च रेखाएं प्राप्त की गईं।

5.2 जल के पहचान के लिए विधि :

यद्यपि उपग्रह से लिये गये चित्रों में जल के स्पैक्ट्रमी स्वरूप अन्य भूमिगत आवरणों, उदाहरणत मृदा, निर्मित क्षेत्र एवं वनस्पति से अत्यधिक भिन्न होते हैं तथापि जल/मृदा के मध्य जल का चयन करना

अत्यधिक कठिन हो जाता है। गहरे जल पिंडों के परावर्तनी गुणधर्म भिन्न होते हैं परन्तु जलाशय की बाहरी सीमा में जल-स्तर का मान धीरे-2 कम होता है तथा मृदा संतृप्त होती है। जल विस्तार क्षेत्र की बाहरी सीमा में आर्द्र भूमि से विकिरण किरणों का परावर्तन समीपवर्ती उथले जल से परावर्तन के समान ही होता है। दूसरे शब्दों में हम कह सकते हैं कि संतृप्त मृदा एवं उथले जल-स्तर के मध्य, जल के चयन में त्रुटि होने की संभावना रहती है। अतः आर्द्र भूमि के निकटवर्ती क्षेत्रों से जल की पहचान करने के लिए विभिन्न बैन्डों के आँकड़ों की पारस्परिक तुलना की जाती है। विभिन्न बैन्डों के लिए प्राप्त विकिरण मानों के प्रयोग द्वारा जल एवं आर्द्र मृदा के बीच से जल का चयन निम्न सूत्रों द्वारा परीक्षित किया गया है।

प्रदर्शित क्षेत्र जल होगा यदि:-

$$\begin{aligned} L_{\text{इन्फ्रारेड}} < L_{\text{लाल}} \text{ एवं } L_{\text{इन्फ्रारेड}} < L_{\text{हरा}} & \quad (\text{उकई जलाशय के लिए}) \\ L_{\text{NIR}} < L_{\text{लाल}} \text{ एवं } < L_{\text{हरा}} \text{ एवं } \text{NDWI} \geq 0.44 & \quad (\text{बरगी जलाशय के लिए}) \end{aligned}$$

जहाँ $L_{\text{इन्फ्रारेड}}$, $L_{\text{लाल}}$ एवं $L_{\text{हरा}}$ क्रमशः इन्फ्रारेड (TM4), लाल (TM3) एवं हरे (TM2) बैन्डों से विकिरण है। उपरोक्त स्पैक्ट्रमी प्रमेय के प्रयोग द्वारा जलीय पिक्सल की तुलना, आर्द्र मृदा पिक्सल से करके जल क्षेत्र को अलग कर लिया जाता है। यहाँ यह ध्यान देने योग्य विषय है कि उपरोक्त निदर्श का प्रयोग करते समय प्रतिबिम्बित चित्र को वायुमंडलीय प्रभावों से मुक्त होना चाहिए। बरगी एवं उकई जलाशयों के जल विस्तार क्षेत्र में उकई जलाशय से प्राप्त दो चित्रों पर बादलों का प्रभाव दिखाई दिया। जिसको अध्ययन से पूर्व अन्य उपलब्ध प्रतिबिम्बों की सहायता से दूर किया गया।

5.3 अनियमित पिक्सलों, पुच्छ एवं वाहिकाओं को अलग करना :

किसी जल-स्तर पर समोच्च रेखाओं से घिरा क्षेत्र केवल अविच्छिन्न जल क्षेत्र को प्रदर्शित करता है। जलाशय क्षेत्र में स्थित द्वीपों में या इसकी बाहरी सीमा में स्थानीय गड्ढों में उपलब्ध जल के पिक्सल जल विस्तार क्षेत्र का भाग नहीं होते तथा इन्हें हटाने की आवश्यकता होती है। इसके अतिरिक्त जलाशय में मुख्य नदी के पुच्छ छोर पर सामान्यतः अनेकों छोटी वाहिकाएं आकर मिलती हैं। इन नदियों/वाहिकाओं का जल भी समोच्च क्षेत्र का भाग नहीं होता। इन वाहिकाओं एवं पुच्छ छोर को जल विस्तार क्षेत्र से हटा दिया जाता है।

5.4 संशोधित समोच्च रेखाओं की व्युत्पत्ति :

उपग्रह चित्रों में जल विस्तार क्षेत्रफल को अन्तिम रूप देने के बाद इसकी बाहरी सीमा (समोच्च रेखा) को विभिन्न अंकीय प्रक्रमण तकनीकों की सहायता से प्राप्त किया जाता है। प्रत्येक समोच्च रेखा को एक जल-स्तर मान प्रदान किया जाता है एवं विभिन्न समोच्च रेखाओं को एक दूसरे के ऊपर रखकर अध्ययन क्षेत्र में संशोधित स्थितियों को दर्शाया जाता है।

5.5 संशोधित जलाशय क्षमता की गणना :

प्रत्येक उपग्रह चित्र में जल विस्तार क्षेत्रफल को अन्तिम रूप देने के बाद आयत चित्र (हिस्टोग्राम) का विश्लेषण करके उपग्रह चित्र में जल के पिक्सलों की संख्या की गणना की जाती

है। किसी उपग्रह चित्र के सापेक्ष, निश्चित जल-स्तर पर, जल पिक्सलों की कुल संख्या को एक पिक्सल के आकार से गुणा करके जल विस्तार क्षेत्रफल की गणना करते हैं। दो निकटवर्ती जल-स्तरों के मध्य जलाशय संचयन धारिता की गणना निम्न प्रिज्मीय सूत्र की सहायता से की जा सकती है-

$$V = \frac{\Delta H(A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})}{3}$$

जहाँ V = दो निकटवर्ती जल-स्तरों के मध्य आयतन (घनमी० में)
 A_1 = पहले जल स्तर पर जल विस्तार क्षेत्रफल (वर्ग मी०)
 A_2 = दूसरे जल-स्तर पर जल विस्तार क्षेत्रफल (वर्ग मी०)
 एवं ΔH = जल-स्तर में अन्तर (मी०) में

विभिन्न जल-स्तरों के मध्य संचयन धारिता को ज्ञात करने के पश्चात विश्लेषण के निम्नतम जलाशय तल से प्रारम्भ करके विभिन्न जल-स्तरों के लिए क्रमिक संचयन द्वारा संचयन धारिता की गणना करके संशोधित जल-स्तर -क्षेत्रफल -धारिता सारिणी तैयार की जाती है।

यदि जलाशय क्षेत्रफल की मूल समोच्च रेखाएँ उपलब्ध हैं तो जलमग्न क्षेत्र के लिए मूल एवं संशोधित, अंकीय ऊँचाई निदर्श (DEM) तैयार किये जा सकते हैं। मूल एवं संशोधित DEM का अन्तर अवसादन की गहराई के स्थानीय वितरण को दर्शाता है।

बरगी एवं उकई जलाशयों से प्राप्त अवसाद एकत्रीकरण की गणनाओं को क्रमशः सारणी 1 एवं सारणी 2 में दर्शाया गया है।

6. परिणामों की तुलना :

उकई जलाशय से प्राप्त परिणामों के मान्यकरण के लिए सुदूर संवेदी तकनीक से प्राप्त परिणामों की तुलना वर्ष 1992 में किये गये जलराशि सर्वेक्षण के परिणामों से की गई। उकई जलाशय के लिये सुदूर संवेदी तकनीक से प्राप्त परिणामों से यह ज्ञात होता है कि 21 वर्षों के समयान्तराल में जलाशय की धारिता में 7.3 हैक्टेअर- मी०/100 वर्ग किमी/वर्ष की दर से 956.78 मिलियन घन मी० की हानि हुई। जो कि गुजरात सरकार द्वारा कराये गये जलराशि सर्वेक्षण के द्वारा प्राप्त परिणाम (8.14 हैक्टेअर मी०/100 वर्ग किमी/वर्ष) के अत्यधिक निकट है इससे यह निष्कर्ष प्राप्त होता है कि सुदूर संवेदी तकनीक से प्राप्त परिणाम श्रेष्ठ व उपयुक्त हैं। सुदूर संवेदी सर्वेक्षण एवं जल राशि सर्वेक्षण के परिणामों की तुलना को आरेख 1 में दर्शाया गया है।

बरगी जलाशय में किये गये अध्ययन के परिणाम यह दर्शाते हैं कि जलाशय निर्माण के समय जलाशय की कुल धारिता 2585.56 मिलियन घन मी० थी। अध्ययन वर्ष में संशोधित धारिता घटकर

सारणी 1 : सुदूर संवदेन के उपयोग द्वारा बरगी जलाशय में अवसादन एकत्रीकरण की गणना

उपग्रह के गुजरने की तिथि	जलाशय जल स्तर (मी०)	संशोधित क्षेत्रफल सुदूर संवेदी (मिलियन वर्ग मी०)	मूल धारिता (मिलियन वर्ग मी०)	संशोधित धारिता सुदूर संवेदी (मिलियन वर्ग मी०)	मूल संचयी धारिता (मिलियन वर्ग मी०)	संशोधित संचयी जलाशय क्षमता (मिलियन वर्ग मी०)
10.10.96	421.45	256.190	139.966	126.65	3595.833	3568.89
03.11.96	420.95	250.430			3455.867	3442.24
27.11.96	419.55	237.680	391.904	341.64	3063.963	3100.60
			860.072	837.84		
07.02.97	415.60	187.530	306.907	325.72	2203.891	2262.76
03.03.97	413.75	164.842	262.161	297.29	1896.984	1937.04
27.03.97	411.80	140.405	213.942	227.24	1634.823	1639.75
20.04.97	410.05	119.580	290.028	286.39	1420.881	1412.51
14.05.97	407.35	093.112	120.853	116.12	1130.853	1126.12
07.06.97	406.00	079.106	1010.00	1010.000	1010.000	1010.000

2558.89 मिलियन घन मी० प्राप्त हुई। अतः यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि क्षेत्र में 8 वर्षों की अवधि (1989-96) में जलाशय धारिता में 26.67 मिलियन घन मी० की हानि हुई। इस प्रकार जलाशय में अवसादन की दर 3.33 मिलियन घन मी०/वर्ष है।

7. निष्कर्ष :

रूढ़िगत विधियाँ, उदाहरणतः जलराशि सर्वेक्षण विधि काफी महंगी, एवं जटिल होती हैं तथा इनसे सर्वेक्षण में काफी समय लगता है। इन कारणों से ये सर्वेक्षण 2 से 15 वर्ष के अन्तर पर किये जाते हैं। जबकि इन सर्वेक्षण को 5 वर्ष के अन्तर पर किये जाने की संस्तुति की गई है। सुदूर संवेदी तकनीक द्वारा धारिता हानि का आंकलन सरल, उपयोगी, एवं सरस्ता होता है एवं इसे शीघ्र ही पूर्ण किया जा सकता है।

सारणी 2 : सुदूर संवदेन के उपयोग द्वारा उकई जलाशय में अवसादन एकत्रीकरण की गणना

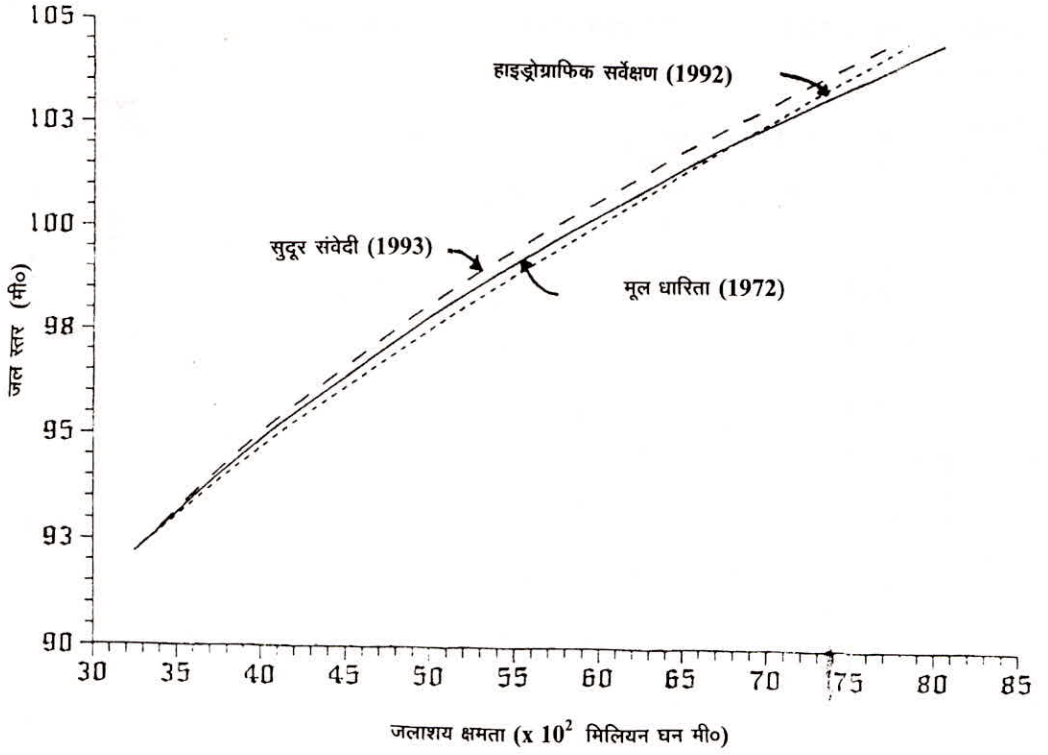
उपग्रह के गुजरने की तिथि	जलाशय जल स्तर (मी०)	मूल क्षेत्रफल सुदूर संवेदी (मिलियन वर्ग मी०)	संशोधित क्षेत्रफल सुदूर संवेदी (मिलियन वर्ग मी०)	मूल धारिता (मिलियन वर्ग मी०)	संशोधित धारिता सुदूर संवेदी (मिलियन वर्ग मी०)	मूल संचयी धारिता (मिलियन वर्ग मी०)	संशोधित संचयी जलाशय क्षमता (मिलियन वर्ग मी०)
03.11.93	104.446	565.674	489.61	1601.07	1217.19	8038.96	7714.32
17.12.93	101.828	473.866	440.68			6683.52	6497.13
30.01.94	99.865	418.293	408.18	848.02	832.95	5809.57	5664.18
				394.59	407.29		
21.02.94	98.819	395.283	370.88	337.85	360.25	5384.12	5256.89
15.03.94	97.823	370.496	352.59			5002.83	4896.64
28.04.94	95.092	312.901	291.30	827.91	877.90	4070.76	4018.74
				313.43	315.76		
20.05.94	93.967	289.555	270.18	448.37	455.96	3731.96	3702.98
11.06.94	92.196	258.392	244.94			3247.02	3247.02

8. सुदूर संवेदी तकनीक की सीमाएं :

सुदूर संवेदी तकनीक की मुख्य सीमा यह है कि इसमें निम्न विश्लेषित स्तर से नीचे एवं उच्चतम विश्लेषित स्तर से ऊपर की संशोधित धारिता को ज्ञात नहीं किया जा सकता। इसके द्वारा केवल जल-स्तर परिवर्तन के क्षेत्र के अन्तर्गत ही अवसादन दर को ज्ञात करना सम्भव है।

9. सन्दर्भ :

- (1) गोयल, एम०के०, जैन, शरद कुमार एवं अग्रवाल, पी०के० (2000), "एसेसमेन्ट ऑफ सेडिमेन्ट डिपोजिशन पैटर्न इन बरगी रिजरवायर यूजिंग डिजिटल इमेज प्रोसेसिंग", ICIWRM-2000, समाकलित जल संसाधन प्रबन्धन पर अन्तर्राष्ट्रीय सम्मेलन की प्रोसिडिंग, 19-21 दिसम्बर, 2000, नई दिल्ली, भारत



आरेख 1

- (2) गोयल, एम०के०, जैन, शरद कुमार, जैन, संजय के० एवं अग्रवाल पी०के०, (1999), "एसेसमेन्ट ऑफ सेडिमेन्ट डिपोजिशन पैटर्न इन ए रिजरवायर यूजिंग सेटेलाइट डाटा", सुदूर संवेदी आँकड़ों के अनुप्रयोग द्वारा जलाशय अवसादन निर्धारण पर कार्यशाला, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की
- (3) गोयल, एम०के०, जैन, शरद कुमार एवं अग्रवाल, पी०के० (1998) "रिजरवायर सेडिमेन्टेशन स्टडी फार उकई डैम यूजिंग सेटेलाइट डाटा", UM-1/97-98, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की
- (4) मौरिस, जी०एल०एवं फैन, जे० (1997), "रिजरवायर सेडिमेन्टेशन हैन्ड बुक-डिजाइन एण्ड मैनेजमेंट ऑफ डैम्स", रिजरवायर्स एण्ड वाटर शैड्स फार सस्टेबिल यूज, टाटा मैग्रो हिल, न्यूयार्क
- (5) गोयल, एम०के०, जैन, शरद कुमार एवं अग्रवाल, पी०के० (1999-2000), "रिजरवायर सेडिमेन्टेशन स्टडी ऑफ बरगी डैम यूजिंग सेटेलाइट डाटा", CS/AR-18/1999-2000, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की