

जल विज्ञान एवं जल संसाधन
पर

प्रथम राष्ट्रीय जल संगोष्ठी



राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान

जलविज्ञान भवन, रुड़की- 247667 (उत्तराखंड)

फोन:- 01332-272106, फैक्स:- 01332-272123,

Email: nihmail@nih.ernet.in, Web: www.nih.ernet.in

सुदूर संवेदन आंकड़ों द्वारा तवा जलाशय की क्षमता का मूल्यांकन

तनवीर अहमद¹

वी०के० चौबे²

महीपाल सिंह³

सारांश

देश की भौगोलिक स्थिति एवं उपलब्ध जल संसाधन में विषमताओं को ध्यान में रखकर विभिन्न नदियों पर जल संरक्षण के लिए जलाशयों का निर्माण किया गया। सुदूर संवेदन तकनीकी का प्रयोग जल संसाधन के क्षेत्रों में भी बढ़ रहा है। यह तकनीकी जलाशयों के उचित प्रबन्ध एवं आयोजन में अति लाभप्रद है।

देख कर गणना (Visual Interpretation) की तकनीकी के द्वारा आई०आर०एस० (IRS - 1 B) एवं लैन्डसेट एम०एस०एस० (MSS) उपग्रह द्वारा तवा जलाशय के प्रतिबिम्ब विभिन्न वर्षों के मानसून से पूर्व एवं पश्चात के महीनों का अध्ययन किया गया है। इन प्रतिबिम्बों के माध्यम से जलग्रहण क्षेत्र (Water Spread Area) अंकित किया गया, प्रतिबिम्बों द्वारा प्राप्त तवा जलाशय के जलग्रहण को प्लानीमीटर के द्वारा क्षेत्रफल निकाला गया। जल स्तर के आंकड़ों तवा जलाशय के अधिकारियों से प्राप्त किये। इससे जल स्तर तथा उसके संगत तवा जलाशय के क्षेत्रफल की एक सारणी बनायी गयी जो न्यूनतम एवं अधिकतम जल स्तर को दर्शाती है। इस सारणी से हमने विभिन्न जल स्तरों के बीच का आयतन (Volume) को प्रिजमोइडल सूत्र द्वारा निकाला गया इन आंकड़ों की सहायता से क्षेत्रफल क्षमता वक्र (Area Capacity Curve) बनाया गया। बनाये गये क्षेत्रफल वक्र की जांच तवा प्रोजेक्ट द्वारा बनाये गये क्षेत्रफल क्षमता वक्र से की गई। सुदूर संवेदन तकनीकी द्वारा जलाशय के संशोधित ऊंचाई क्षमता प्राप्त की जा सकती है जो जलाशय के उचित प्रबन्ध में सहायक होगी।

प्रस्तावना

सुदूर संवेदन एक आधुनिक तकनीक है। जिसका विकास एवं उपयोग विभिन्न वैज्ञानिक एवं प्रौद्योगिक क्षेत्र में द्रुत गति से बढ़ रहा है। देश की भौगोलिक स्थिति एवं इसके उपलब्ध जल संसाधन में विषमताओं को ध्यान में रखकर विभिन्न नदियों पर जल संरक्षण के लिए जलाशयों का निर्माण आवश्यक है। इस तरह सुदूर संवेदन तकनीक का प्रयोग जल संसाधन के क्षेत्रों में भी बढ़ रहा है। यह तकनीक जलाशयों के उचित प्रबन्ध एवं आयोजन में अति लाभप्रद है।

आई०आर०एस० लिस एक बी (IRS - 1 B) और लैन्डसेट एम०एस०एस० उपग्रहों से प्राप्त आंकड़ों का उपयोग अब देश के विकास के लगभग सभी क्षेत्रों में फैल गया है। इन आंकड़ों के उपयोगों के उदाहरण जैसे सभी प्रमुख फसलों के आंकलन मृदा मानचित्र, चारागाह मानचित्रण, वन सर्वेक्षण, भूमि उपयोग, भू-आवरण मानचित्रण, भूमिगत जल

- 1 वरिष्ठ शोध सहायक, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की।
- 2 वैज्ञानिक 'ई', राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की।
- 3 तकनीशियन वर्ग-तृतीय, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की।

संसाधनों की खोज, जलाशयों में जल स्तर का मानीटरन इत्यादि । आई0आर0एस0 आंकड़ों का बाढ़ मानचित्रण और बाढ़ ग्रस्त क्षेत्रों का निर्धारण तथा सूखे की अवस्थाओं के पूर्वानुमान, अधिक मत्स्य भंडारों के समुद्री क्षेत्रों इत्यादि के लिए भी व्यापक उपयोग किया जा रहा है ।

उपग्रहों के द्वारा एकत्र किये गये आंकड़ों के विश्लेषण से यह पता लगाया जा सकता है कि जलाशय में कितना अवसाद प्रतिवर्ष एकत्र हो रहा है तथा इसका वितरण क्या है । इससे जलाशय अवसादन को नियंत्रित करने के उचित उपाय जैसे घातन तूम प्रवाह आदि के चुनाव में सहायता मिलती है । सुदूर संवेदन अध्ययन के द्वारा जलाशय का ऊंचाई क्षेत्रफल-क्षमता संबंध विभिन्न अवधियों जैसे 5,10,25,50,75 वर्षों के बाद क्या होगा को निकाला जा सकता है । इस अध्ययन में परियोजना का कार्यकारी जीवन, जल आपूर्ति के लिए निकास मार्ग, कमान क्षेत्र का विस्तार, परियोजना से होने वाले लाभ इत्यादि का अनुमान लगाते हैं । जो परियोजना के निर्माण करने का निर्णय लेने के लिए अत्यावश्यक है । जलाशयों की चपेट में आने वाले गांवों की संख्या तथा प्रभावित जनसंख्या, पुर्नवास के लिए उपयुक्त स्थान आदि की जानकारी प्राप्त होती है । सुदूर संवेदन आंकड़े बड़े पैमाने पर तथा जल्दी जल्दी जलाशयों के दृश्य देते हैं जो कि अन्य विधि से प्राप्त नहीं होते हैं ।

जलाशयों के इष्टतम संचालन तथा उसके अधिकतम लाभ प्राप्ति के लिए जल की मांगों का अनुमान यथार्थ होना आवश्यक है । अपने देश के परिपेक्ष्य में जल की नागरिक एवं औद्योगिक मांगे सिंचाई की मांग की तुलना में बहुत कम हैं । अतः सिंचाई की आवश्यक मात्रा का यथार्थ निर्धारण अत्यावश्यक है । इसके लिए वाष्पन उत्सर्जन की दर विभिन्न फसलों का क्षेत्रफल एवं फसलों का अछादन जो उनके विकास पर निर्भर करती है, का जानना जरूरी है । सुदूर संवेदन तकनीकी द्वारा विभिन्न फसलों का क्षेत्रफल तथा उनका आच्छादन भली-भांति अनुमानित किया जा सकता है । इन तथ्यों के आधार पर फसलों के लिए आवश्यक जल की मात्रा को समय-समय पर सही अनुमान किया जाता है । इन भागों को ध्यान में रखते हुए यह सुनिश्चित किया जा सकता है कि अमुक समय में जल जलाशय से जल छोड़ा जाये तथा किस नहर से कहां-कहां पर कितना जल फसलों की सिंचाई के लिए दिया जाये ।

सुदूर संवेदन तकनीक द्वारा कम समय में बार-बार फैले हुए जलाशय के जल ग्रहण क्षेत्र के बारे में सूचनाएं प्राप्त की जा सकती हैं । पिछले कुछ वर्षों में जल गुणता मानचित्र और अवसाद के बारे में कुछ कार्यों, कुछ भारतीय झील और जलाशय के लिए किया गया । (साही आदि 1987, पलीरा आदि 1987 और मूरती आदि 1988) मूले आदि (1986) देखकर गणना (Visual Interpretation) भिन्न-भिन्न दिनांक तथा मल्टीबैंड के लेन्डसैट प्रतिबिम्ब, वूलर डल चिल्का झील और रिहन्द जलाशय के बैंड 1 और बैंड 2 गन्दलापन (turbidity) की सूचनाएं अच्छी प्रकार से देते हैं । अध्ययनों से पता चलता है कि घुली हुई अवसादन की मात्रक के बीच एक मात्रा तक सम्बन्ध होता है । अध्ययन से यह पता चलता है कि पलवित अवसाद का सान्द्रण और परिवर्तित सौर्य विकिरण के बीच मात्रात्मक संबंध स्थापित किया जा सकता है । (वोसल्ट आदि 1973, यारगीर आदि 1974, खुरंग आदि 1985, रिची आदि 1988 और चौबे 1990) । देखकर गणना (Visual Interpretation) करने की तकनीक के द्वारा जलाशय जल ग्रहण का क्षेत्रफल और जलग्रहण वाले क्षेत्र की जल की अधिकतम और न्यूनतम भी की जा सकती है । जलाशय में जलग्रहण क्षेत्र में मौसमी उतार और बढ़ाव का अध्ययन सम्भव है । इसके साथ-साथ जलाशय के पानीका आयतन के बारे में भी आंकड़े प्राप्त किये जा सकते हैं और जलाशय के वितरित अवसाद की मौसमी सूचनाएं एकत्र की जा सकती है । इस तरह जलाशय के लिए धारिता क्षेत्रफल वक्र बनाया जा सकता है ।

उद्देश्य

तवा जलाशय का जल ग्रहण क्षेत्रफल तथा जलाशय की क्षमता की गणना करना एवं क्षेत्रफल क्षमता वक्र बनाना ।

अध्ययन क्षेत्र का विवरण

तवा जलाशय मध्य प्रदेश राज्य के जिला होशंगाबाद में है । तवा, नर्मदा नदी के बांये किनारे के मुख्य सहायक

नदी है । तवा जलाशय 22° 33' 40" उत्तर अक्षांश और 77° 58' 30" पूर्व देशान्तर पर स्थित है । जलाशय की कुल लम्बाई 237.744 मीटर (उतप्लाव) जलाशय की अधिकतम ऊंचाई 57.912 मीटर और ऊपरी चौड़ाई 7.52 मीटर है । जलग्रहण का क्षेत्रफल 2055.00 हेक्टेयर है । जलाशय की भन्डारन क्षमता 0.231 (gross) 0.231 मी० है० मी० है । अधिकतम वार्षिक वर्षा 2506.22 मिमी० और न्यूनतम वर्षा 873.76 मिमी० एवं सामान्य वर्षा 1564.13 मिमी० है । तवा जलाशय की अधिकतम जल स्तर, बाढ जल स्तर, उतप्लाव शीर्ष स्तर और नदी आधार की न्यूनतम स्तर का समुद्र तल से ऊंचाई क्रमशः 359.664, 356.692, 355.397, 343.205 और 309.677 मीटर है ।

आंकड़ों का प्रयोग : इस अध्ययन में निम्न उपग्रहों प्रतिबिम्बों (सारणी नं० 1) का उपयोग किया गया ।

सारणी नं 1 : आंकड़ों का प्रयोग

क्रम	उपग्रहों के दिनांक	उपग्रह प्रतिबिम्ब	रास्ता एवं पक्ति (Path & Row)
1.	20.11.89	आई०आर०एस०(IRS-1B)	27 – 52
2.	25.12.87	लेन्डसेट एम०एस०एस०	145 – 045
3.	04.03.87	तदैव	145 – 045
4.	23.11.87	तदैव	145 – 045
5.	22.12.86	तदैव	145 – 045

45 F और J मानचित्र का प्रयोग किया ।

विधि

तवा जलाशय का उपग्रहों के प्रतिबिम्ब के माध्यम से आई०आर०एस० एवं लेन्डसेट एम०एस०एस० का मानसून से पूर्व और पश्चात के विभिन्न वर्षों को देखकर तकनीकी द्वारा अध्ययन किया गया और तवा जलाशय का जलग्रहण क्षेत्र अंकित किया गया । वैसे तो लेन्डसेट के चारों बैंडो 1, 2, 3, 4, को देखकर गणना के द्वारा जलाशय का क्षेत्र अंकित किया गया परन्तु यह पाया गया कि बैंड नं० 4 में जल के अभिलक्षण (features) अच्छे विश्वायी दिखते हैं । इसी लिए बैंड नं० 4 को ही देखकर गणना द्वारा तकनीक से ही तवा जलाशय के जल ग्रहण क्षेत्र को प्लानीमीटर के द्वारा क्षेत्रफल निकाला गया । तवा जलाशय के जल स्तर के आंकड़े तवा जलाशय के अधिकारियों से प्राप्त किये गये । इसमें जल स्तर को दर्शाया गया । इस सारणी से विभिन्न जल स्तरों के बीच आयतन प्रिजमोडल सूत्र द्वारा निकाला गया । इन आंकड़ों की सहायता से क्षेत्रफल क्षमता वक्र बनाया गया । बनाये गये क्षेत्रफल क्षमता वक्र की जांच तवा प्रोजेक्ट क्षेत्रफल क्षमता से की गयी ।

क्षेत्रफल क्षमता वक्र

जलाशय की क्षमता में कमी का अध्ययन अवसाद के कारण क्षेत्रफल क्षमता वक्र से ज्ञात किया जा सकता है और क्षेत्रफल क्षमता वक्र बनाने के लिए विभिन्न महीनों व वर्षों के प्रतिबिम्ब का अध्ययन किया जाना चाहिए । क्षेत्रफल क्षमता वक्र अध्ययन से ज्ञात होता है वह जल वैज्ञानीय सर्वेक्षण से प्राप्त आंकड़ों के अनुरूप हो ।

स्टीरियों युग्मों के रूप में आकाशीय सर्वेक्षण द्वारा प्राप्त छाया चित्रों की सहायता से बांध के निर्धारित स्थल के चारों ओर समोच्च रेखायें (कन्टूरलाईन्स) पर नदी का अनुप्रस्थ काट बनाकर बांध की ऊंचाई का अनुमान कर सकते

हैं तथा जलाशय का क्षेत्रफल सम्बन्ध विकसित कर सकते हैं ।

क्षमता और क्षमता वक्र

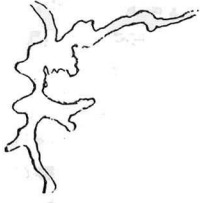
आई0आर0एस0 (IRS-1B) और लेन्डसेट एम0एस0एस0 के आंकड़ों के द्वारा तल जल सतह क्षेत्रफल ज्ञात किया जा सकता है न कि क्षमता । क्षमता ज्ञात करने के लिए आवश्यक सूचना गहराई है । इसलिए एक गणितीय विधि की सहायता से गणना की गयी है । प्रिजमोइडल सूत्र जो निम्न प्रकार है । इस सूत्र का प्रयोग करके क्षेत्रफल क्षमता निकाली गयी है ।

$$\text{क्ष} = \frac{a_1 + a_2 + \sqrt{a_1 \times a_2}}{3} \times \text{ऊ}0$$

- क्ष = जलाशय की क्षमता
 अ1 = जल सतह क्षेत्रफल सतह अ1 पर
 अ2 = जल सतह क्षेत्रफल सतह अ2 पर
 ऊ = ऊँचाईयों का अंतर

उपग्रह प्रतिबिम्बों के द्वारा किसी भी समय जलाशय में उपस्थित अवसाद के बंटन को प्राप्त किया जा सकता है । जलाशय में अवसाद बंटन इस बात पर निर्भर करता है कि बाढ़ के आगमन के समय बाढ़ जल स्तर की मात्रा कितनी है और बाढ़ के अन्त के समय बाढ़ बंटन किस प्रकार रहा । इन राशियों को मानसून से पूर्व एवं पश्चात के उपग्रहों के आंकड़ों से ज्ञात किया जा सकता है । मार्च 86 मानसून से पूर्व मौसम के समय लेन्डसेट प्रतिबिम्बों को अध्ययन के लिए लिया गया । भिन्न-भिन्न मौसम के लिए मार्च 86, दिसम्बर 86, 87 नवम्बर 87 और नवम्बर 89 ग्रे पांच के विभिन्न स्तरों को बैन्ड 1, 2, 3 व 4 को अंकित किया । ये मौसम जो अध्ययन के लिए लिया गया है । अधिकतम जल ग्रहण क्षेत्र और न्यूनतम जल ग्रहण क्षेत्र के समय को प्रदर्शित करता है । यह चित्र नं0 1 में दिखाया गया है । जो पांच भिन्न जल ग्रहण क्षेत्र को दर्शाता है ।

अध्ययन से यह पता चलता है कि मानसून के पश्चात अधिकतम जल ग्रहण विस्तृत क्षेत्र था और जल ग्रहण क्षेत्र की और अधिक टयबिट (tubid) जल पाया गया । ऐसा इस लिए है कि तवा नदी और उसकी सहायक नदियों के द्वारा बाढ़ के समय जलाशय में काफी अधिक अवसाद लाये गये । जलाशय में उपस्थित जल ग्रहण क्षेत्र को अधिक, सामान्य कम के बारे में दर्शाया गया है ।



लेन्डसेट एम० एस० एस०
22.12.86



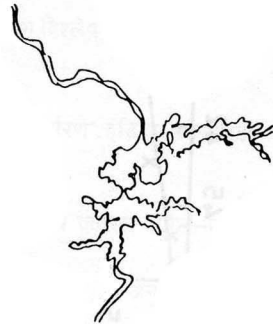
लेन्डसेट एम० एस० एस०
04.3.87



आई० आर० एस० - 1 बी०
23.11.89

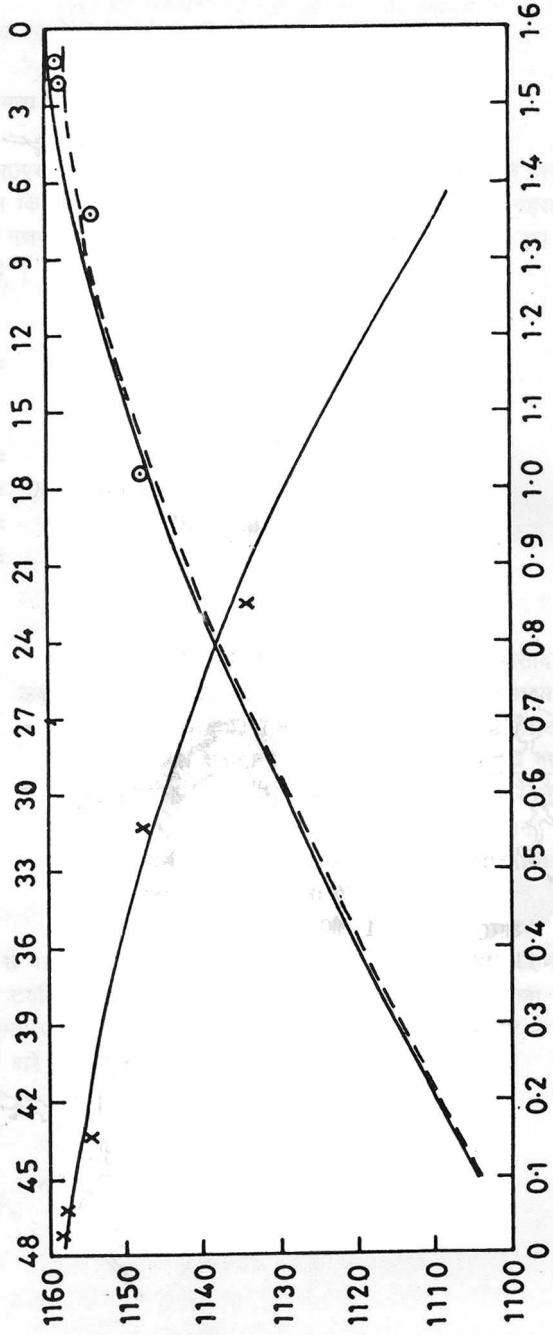


लेन्डसेट एम० एस० एस०
23.11.87



लेन्डसेट एम० एस० एस०
25.12.12.87

क्षेत्रफल (हजार एकड़)



क्षमता (मि. टन. फि.)

चित्र नं० 2: क्षेत्रफल क्षमता वर्क

(25) २२५

सारणी नं० 2 : तवा जलाशय का क्षेत्रफल क्षमता (आई० आर० एस० और लेन्डस)

प्रतिबिंब उपग्रहों के दिनांक	जलाशय का स्तर (फीट)	जल ग्रहण का क्षेत्र- फल हजार एकड़ में	जलाशय की क्षमता (मिलियन एकड़ फीट)	संचयी क्षमता (मि०ए०फी०)	क्षमता तवा प्रोजेक्ट अधिकारियों से (मि०ए०फी०)	अन्तर (मि०ए० फी०)
04.03.87	1134	22.47	---	---	---	---
22.12.86	1148	31.85	0.386	1.13	1.10	0.03
25.12.87	1154.5	43.21	0.232	1.362	1.3750	0.013
20.11.89	1158.3	46.17	0.169	1.531	1.5194	0.0116
23.11.87	1158.6	47.16	0.015	1.546	1.5308	0.152

उपसंहार

1. जल सतह क्षेत्रफल तथा क्षमता तथा जलाशय के लिए विश्लेषण किया गया आई०आर०एस० तथा लेन्डसेट उपग्रहों के आंकड़ों का प्रयोग किया गया । परिणामों से यह पता चलता है कि जैसे जलस्तर बढ़ता है वैसे जल सतह क्षेत्रफल तथा जलाशय की क्षमता बढ़ती है ।
2. भिन्न-भिन्न दिनाकों के उपग्रह प्रतिबिम्बों से क्षेत्रफल वक्र बनाये जा सकते हैं । अध्ययन से प्राप्त क्षेत्रफल क्षमता वक्र, तवा प्रोजेक्ट अधिकारियों के द्वारा प्राप्त किया गया क्षेत्रफल क्षमता वक्र से काफी मिलता-जुलता है ।
3. आई०आर०एस० (1 बी) के आंकड़े जल ग्रहण क्षेत्र का आंकलन करने के लिए काफी लाभदायक है इन आंकड़ों को लेन्डसेट एम०एस०एस० के स्थान पर प्रयोग किया जा सकता है ।

संदर्भ

अरोड़ा मनोहर और अनिल कुमार लोहानी, "सुदूर संवेदन आंकड़ों का प्रक्रमण तथा विश्लेषण" भागीरथ जनरल, अप्रैल-जून 1994

चौबे वी०के० "उपग्रह प्रतिबिंब के द्वारा तुंगभद्रा जलाशय में अवसाद बंटन का निर्धारण" इंडियन सोसायटी आफ रिमोट सैन्सिंग, जून 1994, देहरादून

लोहानी ए०के० इत्यादि "जल गुणवत्त अध्ययन में सुदूर संवेदन की क्षमता" भगीरथ जनरल अप्रैल-जून 1994

रमाकर झा और अनूप कुमार "सुदूर संवेदी तकनीकी की जल विज्ञानीय अध्ययनों में अनुप्रयोग" भगीरथ जनरल जुलाई-सितम्बर, 94

सिंह आर०एन०पी० "जल संसाधन के आयोजन एवं सुप्रबन्ध में सुदूर संवेदन के प्रयोग" भगीरथी जनरल, अप्रैल-जून 1992