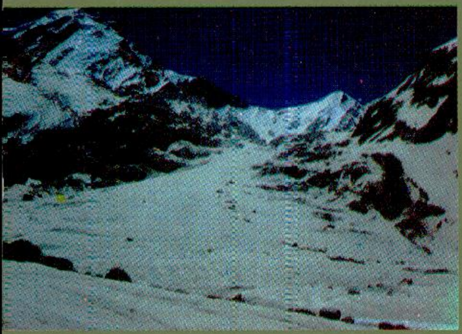
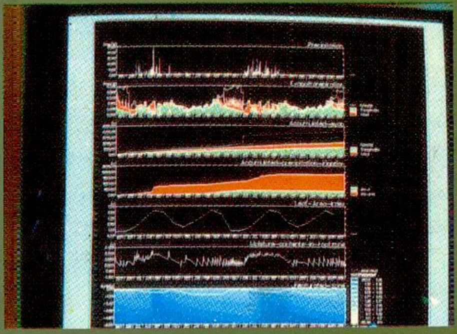
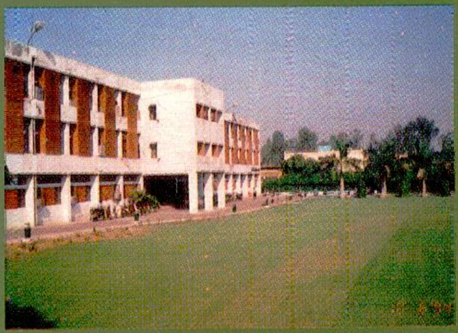
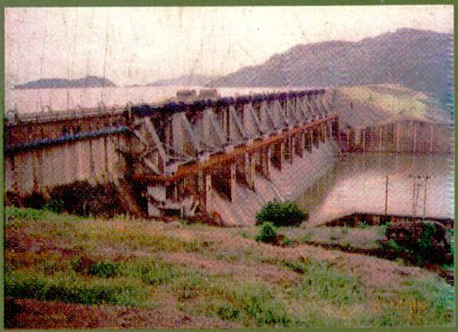
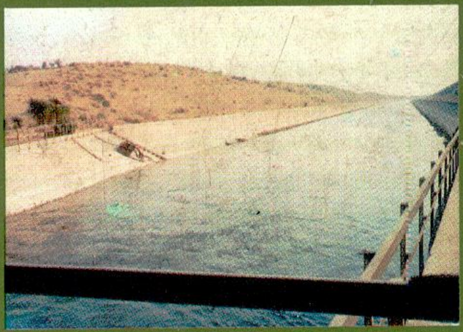
प्रकरण अध्ययनों के सारांश

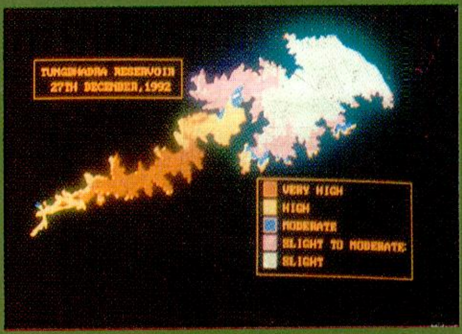












NATIONAL INSTITUTE OF HYDROLOGY
राष्ट्रीय जल विज्ञान संस्थान
आपो हि ष्ठा मयोभुवः

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान
जलविज्ञान भवन
रुड़की — 247 667

प्रकरण अध्ययनों के सारांश

आपो हिष्टा मयोभवः

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान
जलविज्ञान भवन
रुड़की — 247 667

प्रस्तावना

जीवनदायी जल एक सीमित प्राकृतिक संसाधन है । इसका उपयोग विभिन्न सेक्टरों यथा - कृषि, उद्योग तथा घरेलू कार्यो में किया जाता है । भारत जैसे कृषि प्रधान देश में अर्थ व्यवस्था को सुदृढ़ बनाने हेतु जल संसाधनों के विकास की आवश्यकता है । यह एक जटिल समस्या है तथा इसके लिए विभिन्न अवयवों जैसे जल की उपलब्धता, गुणवत्ता, जल का वितरण, मृदा का प्रकार, पर्यावरणीय परिस्थितियों पर भी पर्याप्त ध्यान दिया जाना आवश्यक है । जल संसाधन विकास में विभिन्न कठिनाइयों का सामना करना पड़ता है। इनमें से कुछ है : जल संसाधनों का स्थानिक एवं सामयिक वितरण, बाढ़ एवं सूखे की समस्याएं, भू अपचयन, मृदा क्षरण एवं अवसादन, जल भराव एवं लवणता, पर्यावरणीय अपचयन, अपर्याप्त आंकड़ा आधार, प्रशिक्षण सुविधाओं की अपर्याप्तता तथा सामाजिक आर्थिक व्यवरोध ।

जल संसाधन विकास संबंधी समस्याओं के जलविज्ञानीय पहलुओं को समझने तथा इनमें सुधार लाने के उद्देश्य से भारत सरकार ने रुड़की में दिसम्बर 1978 में राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान की स्थापना एक स्वायत्त समिति के रुप में की । सैद्धान्तिक एवं प्रयुक्त जलविज्ञान के क्षेत्र में वैज्ञानिक अध्ययन कार्यो का आरम्भ करना, उनकी सहायता, प्रोन्नति तथा समन्वयन करना, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान के प्रमुख उद्देश्यों में है । अपनी स्थापना के समय से ही यह संस्थान जलविज्ञान के विभिन्न पहलुओं पर अध्ययन एवं अनुसंधान कार्य करने में संलग्न है । देश में जलविज्ञान के क्षेत्र में एक प्रमुख शोध संस्थान के रुप में अपनी भूमिका निभाते हुए, जलविज्ञान संबंधी क्षेत्रीय समस्याओं के अध्ययन के लिए छः क्षेत्रीय केन्द्रों - दक्कन का कठोर शिला क्षेत्रीय केन्द्र, बेलगांव; उत्तर-पूर्वी क्षेत्रीय केन्द्र, गुवाहाटी; पश्चिमी हिमालय क्षेत्रीय केन्द्र, जम्मू; गंगा मैदानी क्षेत्रीय केन्द्र (I), पटना; डेल्टाई क्षेत्रीय केन्द्र, काकीनाड़ा एवं गंगा मैदानी क्षेत्रीय केन्द्र (II), सागर; की स्थापना की गई है । संस्थान में फील्ड परीक्षणों संबंधित अध्ययन हेतु प्रयोगशालाएं, कम्प्यूटर सुविधाएं एवं तकनीकी पुस्तकालय भी है ।

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान ने अपने तकनीकी कार्य-कलापों में हिन्दी भाषा के प्रयोग को बहुत कुछ आत्मसात कर लिया है । संस्थान द्वारा राजभाषा में विभिन्न पुस्तिकाओं एवं शोध पत्रों का नियमित रुप से प्रकाशन किया जा रहा है । इस पुस्तिका का प्रकाशन इसी दिशा में एक कदम है ।

संस्थान द्वारा किये गये विभिन्न अध्ययनों एवं शोध कार्यो को विभिन्न प्रकार के तकनीकी प्रतिवेदनों के रुप में प्रकाशित किया जाता है । यथा - पुनरीक्षण टिप्पणी, तकनीकी प्रतिवेदन, प्रकरण अध्ययन, स्थिति प्रतिवेदन, प्रयोगकर्त्ता मैनुअल आदि । इस पुस्तिका में 1993-94 तक संस्थान द्वारा प्रकाशित प्रकरण अध्ययनों के सारांशों को हिन्दी में संकलित किया गया है। इसको तैयार करने में डा. कोटाश्री रामशास्त्री, वैज्ञानिक

'एफ', श्री राजेश्वर मेहरोत्रा, वैज्ञानिक 'सी', डा. दिव्या, वैज्ञानिक 'सी', श्री मनमोहन कुमार गोयल, वैज्ञानिक 'सी', श्री मनोज कुमार शुक्ल, वैज्ञानिक 'सी', श्री राजेन्द्र प्रसाद पांडे, वैज्ञानिक 'बी', श्री सुहास खोब्रागडे, वैज्ञानिक 'बी', डा. अशोक कुमार केशरी, वैज्ञानिक 'बी' एवं श्री तिलकराज सप्रा, तकनीशियन ने अपना योगदान दिया है ।

आशा है कि यह प्रकाशन उन सभी के लिए उपयोगी सिद्ध होगा जो जलविज्ञान एवं जल संसाधन के क्षेत्र में शैक्षणिक एवं शोध कार्यक्रमों तथा फील्ड अनुप्रयोगों में कार्यरत है । संस्थान अपने इस प्रयास के लिये पाठकों के सुझावों का स्वागत करता है ।

दिसम्बर, 1995

(सौभाग्यमल सेठ)
निदेशक

विषय सूची

	प्रस्तावना	**पृष्ठ संख्या**
	परियोजना शीर्षक	
1.	जलमौसम विज्ञानीय चरों का विश्लेषण	1
2.	बाढ़ अभिगमन एवं बांध भंजन बाढ़ अध्ययन	5
3.	जलविज्ञानीय निदर्शन	10
4.	हिम जलविज्ञान	29
5.	जलविज्ञान में सुदूर संवेदन का अनुप्रयोग	31
6.	जल संसाधन तंत्र	40
7.	जलनिकास अध्ययन	44
8.	सूखा अध्ययन	47
9.	भूजल आकलन एवं निदर्शन	60
10.	पर्यावरणीय जलविज्ञान	64
11.	वायुमंडलीय भूपृष्ठ निदर्शन	67
12.	जलविज्ञानीय अन्वेषण	69
	परिशिष्ट –	
1	वर्ष 1981 से 1994 तक विभिन्न परियोजनाओं के अन्तर्गत तैयार किये गये प्रकरण अध्ययनों की सूची	77
2	पारिभाषिक शब्दकोष	82

अध्याय – 1 जल मौसमविज्ञानीय चरों का विश्लेषण

नर्मदा जलसंग्रह क्षेत्र के जलमौसमविज्ञानीय पहलुओं का अध्ययन

नर्मदा एक पूर्व से पश्चिम की ओर बहने वाली लगभग 1300 किमी लम्बी नदी है जिसका जलग्रहण क्षेत्र 98796 वर्ग किमी है। अब्बी के अध्ययन (1970) से अब तक इस के जलसंग्रह क्षेत्र में कम से कम दो बार भयंकर तथा दो बार हल्के (सामान्य) तूफान आ चुके है, जिसके कारण जलसंग्रह क्षेत्र से जलमौसम विज्ञान की समीक्षा एवं अद्यतन जानकारी प्राप्त करने की आवश्यकता पड़ी। समीक्षा से संकेत मिले है कि अगस्त 1978 एवं अगस्त 1979 में दो हल्के तूफानों के अतिरिक्त, सितम्बर 1970 तथा अगस्त 1973 में दो भयंकर तूफान आ चुके है। 1968 तथा 1970 के तूफानों, जो कि सम्पूर्ण जलसंग्रह क्षेत्र में आये थे, के अतिरिक्त अन्य तूफान केवल आधे भाग में ही आये थे। मोरटका व गरूड़ेश्वर में पाये गये जल स्तरों के आधार पर अनुमान लगाया गया कि 1950, 1978 तथा 1979 में आये हल्के तूफानों के परिणामस्वरूप आयी बाढ एक जैसी थी ।

नर्मदा अधिकरण के गठन के पश्चात मध्य प्रदेश तथा गुजरात के सिंचाई विभागों ने दो बड़े बांध, मध्य प्रदेश में पुनासा में नर्मदा सागर तथा गुजरात में गरुड़ेश्वर में सरदार सरोवर, निर्मित करने का विचार किया। भारत जलमौसम विज्ञान विभाग तथा केंद्रीय जल आयोग ने नर्मदा सागर व सरदार सरोवर बांधों के अभिकल्प वर्षो के अध्ययन किये है । नर्मदा जलसंग्रह क्षेत्र के लम्बवत आकार विशाल जलग्रहण क्षेत्र तथा जलसंग्रह क्षेत्र के समानान्तर तूफानों का आगमन एवं जलसंग्रह क्षेत्र की दिशा में बाढ़ प्रवाहों जैसी समस्याओं के निदान हेतु विभिन्न तूफानों के क्रमानुसार संयोजन द्वारा अभिकल्प तूफान का विश्लेषण प्रस्तुत किया गया और तदनुसार नर्मदा सागर व सरदार सरोवर के लिए अभिकल्प तूफान संयोजन की सिफारिश की गयी।

भारत जलमौसम विज्ञान विभाग द्वारा 12 घंटों के स्थिर ओसांक तथा दूसरे उच्चतम ओसांक का उपयोग करके आर्द्रता अधिकतमीकरण के अध्ययन किये गये। अधिकतम ओसांक तापमान के प्रत्यागमन काल का भी विश्लेषण किया गया और केंद्रीय जल आयोग में अप्रकाशित अध्ययनों द्वारा प्राप्त मान 12.5 के विपरीत मान 13.5 की सिफारिश की गयी है। नर्मदा जलसंग्रह क्षेत्र में तथा आसपास स्थित ग्यारह स्वअभिलेखन वर्षामापी केंद्रों के आधार पर, भारतीय मौसम विज्ञान विभाग द्वारा काल वितरण की सिफारिश की गयी है।

इन अध्ययनों के अतिरिक्त, नर्मदा जलसंग्रह क्षेत्र के जलग्रहण क्षेत्र को प्रभावित करने वाले चक्रवाती तूफानों का निदर्शन, जलसंग्रह क्षेत्र में स्थित अभिलेखन वर्षामापी केंद्रों पर घन्टेवार वर्षा के अन्तर्केद्री सहसंबंध गुणांक प्रयुक्त करके किया गया। चूंकि केद्रों के बीच की दूरी वर्षा कक्ष के आकार की तुलना में कहीं अधिक है इसलिए, लैगजीरो सहसंबंध को विश्लेषण के उपयुक्त नहीं पाया गया तथा एक निर्धारित अधिकतम लैग तक घन्टेवार अन्तरण के साथ सहसम्बन्ध स्थापित करने के लिए विश्लेषण में प्रावधान किया गया है। इस विश्लेषण में, चार तूफानों मुख्यत: (i) 2-6 सितम्बर 1970, (ii) 28-31 अगस्त 1973, (iii) 28-31 अगस्त 1978 तथा (iv) 6-10 अगस्त 1979 पर विचार किया गया। जैसा कि भारत मौसमविज्ञान विभाग की रिपोर्ट में कहा गया है और दैनिक तूफान समवर्षा रेखा पैटर्न से पता चला है, की अनुकूलतम सहसम्बन्ध विश्लेषण के सदृश लैग, जैसा कि सहसम्बन्ध विश्लेषण द्वारा संकेत किया गया है, कि तुलना तूफान के भौतिक संचलन के साथ की गयी । विश्लेषण से संकेत मिला है कि लैग जीरो सहसम्बंध बहुत क्षीण है तथा केंद्रों की दूरी व लैग जीरो सहसंबंध के बीच सम्बन्ध अस्पष्ट है। 1970, 1978 तथा 1979 के तूफानों की गति समान थी जबकि 1973 का तूफान कुछ कम तीव्र था।

राजस्थान में वर्षा मापियों का नेटवर्क अभिकल्पन

जलवैज्ञानिक एवं मौसम वैज्ञानिक आंकड़े, मुख्यत: जल संसाधनों के निर्धारण, विकास एवं प्रबंधन हेतु सूचना उपलब्ध कराने के लिए एकत्र किये जाते है। जलवैज्ञानिक नेटवर्क का उद्देश्य किसी क्षेत्र में केन्द्रों की सघनता एवं वितरण इस प्रकार स्थापित करना है कि डाटासेटों व विभिन्न केन्द्रों के बीच अन्तर्वेशन द्वारा क्षेत्र में कहीं भी मौसमवैज्ञानिक व जलवैज्ञानिक तत्वों की विशेषताएं, पर्याप्त परिशुद्धता तक निर्धारित करना सम्भव हो सके।

वर्षा मापियों के नेटवर्क सामान्य एवं विशिष्ट उद्देयों जैसे जल आपूर्ति, जलविद्युत उत्पादन, सिंचाई तथा बाढ़ नियंत्रण हेतु कार्य करते है। इन आवश्यकताओं की पूर्ति हेतु नेटवर्क स्थापित करने के लिए वैज्ञानिक दृष्टिकोण आवश्यक है। कुछ लेखकों ने साधारण एवं यथार्थ सांख्यिकी तकनीकों जैसे त्रुटि आकलन, क्षेत्रीय वर्षा की गणना एवं वस्तुनिष्ठ विश्लेषण तथा क्रिजिंग जैसी इष्टतम अन्तर्वेशन तकनीक का सुझाव दिया है।

राजस्थान, जिसका कुल भौगोलिक क्षेत्र 3,42,271 वर्ग किमी है, में 521 वर्षामापी केन्द्रों का एक नेटवर्क है । यद्यपि जलविज्ञान की दृष्टि से इस राज्य की जलवायु अर्धशुष्क व शुष्क है, फिर भी राज्य ने चरम सूखा व बाढ़, दोनों का अनुभव किया है। इसलिए भविष्य में राहत कार्यो तथा सूखा प्रबंधन योजनाओं हेतु ब्लाक (प्रखण्ड) स्तर पर वर्षामापी केन्द्रों का नेटवर्क होना आवश्यक है। साथ ही, परियोजना नियोजन, रेलवे सड़क पुलों के अभिकल्प, शहरों की जल निकास योजनाओं, प्रचालनात्मक बाढ़ पूर्वानुमान तथा नदी प्रबंधन हेतु

समुचित आंकड़ा आधार प्रदान करने के लिए, साधारण एवं स्वअभिलेखन (सैल्फ रिकार्डिंग) वर्षामापियों का अच्छा नेटवक्र होना भी आवश्यक है । राज्य के सिंचाई विभाग ने, वर्तमान नेटवर्क के वैज्ञानिक निर्धारण में तथा 59 महत्वपूर्ण जल परिक्षेत्र व अन्य क्षेत्रों में जल संसाधन निर्धारण व बाढ़ पूर्वानुमान के उद्देश्यों की पूर्ति हेतु वर्षामापी नेटवर्क संवर्धन की आवश्यकता का पता लगाने में रूचि दिखाई है।

राज्य में, प्रशासनिक इकाई के रूप में प्रत्येक जिले में तथा जल वैज्ञानिक इकाइयों के रूप में 59 जल परिक्षेत्र में वर्षामापियों की आवश्यकता को ध्यान में रखते हुए, वर्षामापियों के नेटवर्क अभिकल्पन पर अध्ययन आरम्भ किये गये। राजस्थान के विभिन्न जिलों में जलवायु विज्ञान एवं जलविज्ञान की दृष्टि से आवश्यक वर्षामापियों की संख्या निर्धारित करने के लिए, डब्ल्यू.एम. ओ. (WMO) मानक तथा प्रचलित सूत्र $N=(CV/P)^2$ के अलावा अन्तर्केन्द्री (Interstation) सहसंबंध कागन तकनीक का भी प्रयोग किया गया।

प्राप्त परिणामों से संकेत मिलता है कि सामान्यत: वर्तमान नेटवर्क जलवायु विज्ञान की दृष्टि से तो सही प्रतीत होता है, परन्तु, जलविज्ञानिक उद्देश्यों की पूर्ति हेतु इसमें सुधार की आवश्यकता है। $N=(CV/P)^2$ एवं कागन तकनीक दोनों ने तुलनीय परिणाम प्रस्तुत किये गये हैं।

इस अध्ययनों से यह भी संकेत मिला है कि जलवैज्ञानिक उद्देश्यों की पूर्ति हेतु वर्षामापी नेटवर्क के अभिकल्पन में यथार्थ मानदण्ड अपनाए जाने चाहिएं और केवल क्षेत्र आधारित डब्ल्यू.एम. ओ. दिशा निर्देशों को ही नहीं अपनाया जाना चाहिए।

उझ नदी उपजलसंग्रह क्षेत्र का जलमौसम विज्ञान

उझ नदी, रावी की सहायक नदी है। उझ उप जलसंग्रह क्षेत्र एक पहाड़ी तथा असमतल भूभाग युक्त हिमालयी जलग्रहण क्षेत्र है जिसमें 510 मीटर से 4300 मीटर तक ऊंची पहाड़ियां हैं। इस जलग्रहण क्षेत्र में अधिकांश वर्षा दक्षिण-पश्चिमी मानसून द्वारा होती है और शेष वर्षा, पश्चिमी विक्षोभ के फलस्वरूप शीतकाल में, हिमपात तथा वर्षा के रूप में होती है। इस प्रकार यहां पर्वतों से प्रभावित वर्षा का अद्वितीय वितरण होता है।

पिछले दिनों यहां अभूतपूर्व बाढ़ आयी जिसके कारण पंजीतीर्थ के निकट निर्मित बैराज से निचले क्षेत्र में धन-जन की अपार क्षति हुई। अत: इस जलग्रहण क्षेत्र के सम्पूर्ण जलविज्ञान के अध्ययन की आवश्यकता अनुभव की गयी।

यद्यपि वर्तमान नेटवक्र पर्याप्त नहीं है फिर भी, उपलब्ध आंकड़ों का उपयोग करके, उझ नदी उप जल-संग्रह क्षेत्र के जलमौसम विज्ञान के अध्ययन का प्रयास किया गया है। इस प्रतिवेदन में, कुछ जल मौसम वैज्ञानिक पहलुओं को प्रस्तुत किया गया है और उन पर चर्चा की गयी है।

जलाशय में वाष्पन क्षय-अर्धशुष्क क्षेत्र हेतु अध्ययन

झीलों एवं जलाशयों के नियोजन, अभिकल्पन एवं प्रबंधन में; विशेषकर शुष्क, अर्धशुष्क तथा सूखा ग्रस्त क्षेत्रों में, उनकी जलसतह से होने वाले वाष्पन क्षय का ध्यान रखना महत्वपूर्ण है। साहित्य से संकेत मिलते है कि अन्य विधियों की तुलना में एनर्जी बजट विधि से वाष्पन का बेहतर आकलन किया जा सकता है। परन्तु इसके लिए व्यापक यंत्रीकरण तथा जलनिकाय के निरन्तर सर्वेक्षण की आवश्यकता होती है जिसके कारण यह एक महंगा सौदा है। झीलों और जलाशयों से वाष्पन के आकलन की कुछ अन्य विधियां कम परिशुद्ध किन्तु विश्वसनीय है।

इस प्रतिवेदन में वाष्पन आकलन विधियों की तुलनात्मक स्वीकार्यता तथा उपयोगिता के अध्ययन पर विचार किया गया है। तीनों विधियों से प्राप्त वाष्पन आकलन की तुलना नाविल तीर्थ जलाशय के प्रेक्षित मानों के साथ की गयी। सर्दी के महीनों में जलाशय वाष्पन के औसत मान के आकलन, संशोधित पात्र मानों की तुलना में कम रहे जबकि बसन्त एवं ग्रीष्म ऋतुओं में यह अन्तर तुलनात्मक रुप से कम रहा और निदर्श के परिणाम समायोजित पात्र से जलाशय वाष्पन मानों के निकट रहे। सभी विधियों से बसन्त एवं ग्रीष्म के महीनों में, जलाशय वाष्पन व्यवहार की लगभग समान प्रवृत्तियां पायी गयीं ।

तुलना से यह संकेत मिलता है कि कोहलर एवं अन्य के निदर्श से प्राप्त आकलन ने सभी महीनों के लिए अधिक अच्छे सहसम्बंध प्रस्तुत किये। वार्षिक मानों की तुलना के आधार पर कोहलर एवं अन्य के निदर्श के परिणाम अधिक संगत है तथा पैनमैन एवं वान बावेल निदर्श की अपेक्षा अधिक आशाजनक प्रतीक होते है। इस प्रकार निष्कर्ष के रुप में, जलाशयों अथवा झीलों तथा आस पास के क्षेत्रों से वाष्पन के आकलन हेतु, कोहलर एवं अन्य कीविधि को तुलनात्मक रुप से विश्वसनीय विधि माना जा सकता है। तथापि, झील के वाष्पन के समायोजन हेतु प्रयुक्त गुणांक व्यक्तिनिष्ठ है और इन पर आगे अध्ययन की आवश्यकता है।

अध्याय – 2 बाढ़ अभिगमन एवं बांध भंजन बाढ़ अध्ययन

बाढ़ अभिगमन के लिए मसकिंगम-कुंज विधि का अनुप्रयोग

सभी जल संसाधन विकास गतिविधियों मे बाढ़ मुख्य भूमिका निभाती है इसलिए बाढ़ नियन्त्रण तथा प्रतिकूल प्रभावों का सामना करने हेतु योग्यतम जलीय संरचना के अभिकल्प के कदम उठाना आवश्यक है। बाढ़ अभिगमन की विधि का प्रयोग करते हुए प्रतिप्रवाह पर एक या दो से अधिक स्थानों पर ज्ञात अथवा अनुमानित आंकड़ों के द्वारा धारा में किसी स्थान पर बाढ़ तरंग के समय तथा आकार का निर्धारण किया जाता है । उपलब्ध आंकड़ों पर निर्भर प्रवाह तथा वाहिका विशेषताओं के बारे में विभिन्न मान्यताओं द्वारा बाढ़ अभिगमन विधि की कई किस्में विकसित की गयी है । मसकिंगम कुंज विधि इनमें से एक विधि है जो अनुप्रस्थ काट में अनियमितताओं तथा संचयन प्रभाव के कारण प्रवाह पर उसके नदी खण्ड में से मार्ग के दौरान, क्षीणन प्रभाव का निरुपण करती है । यह विधि सामान्यत: प्रयोग में लाये जाने वाले मसकिंगम विधि का संशोधित रुप है । इसमें वाहिका ज्यामिति के प्रभाव का निरुपण किया गया है । इस अध्ययन में नर्मदा नदी के खंडों में प्रेक्षित दो बाढ़ों के आंकड़ों पर इस विधि का प्रयोग किया गया है ।

मोरटक्का तथा गुरुदेश्वर स्थल के बीच नदी खंड के लिए नदी ज्यामिति तथा बाढ़ मैदान ज्यामिति से सम्बन्धित सूचना टोपोशीट से (पैमाना 1:50,000) व्युत्पन्न की गयी है । उन सभी स्थानों पर जहां नदी वाहिका प्रतिरुप बदल रहा है वहां अनुप्रस्थ -काट की सूचना समोच्चरण से व्युत्पन्न की गयी है । इस सूचना का प्रयोग करते हुए नदी खंड के लिए किनारों में तथा किनारों से बाहर दोनों के लिए क्षीणन प्राचल की स्थापना की गयी तथा मोरटक्का स्थल पर अत:प्रवाह जलालेख के लिए आंकड़ों तथा उपरोक्तानुसार व्युत्पत्ति

प्राचल का प्रयोग करते हुए गुरुदेश्वर स्थल पर अनुप्रवाह जलालेख की गणना की गयी तथा इसकी तुलना प्रेक्षित जलालेख से की गयी । 20 मिनट के अन्तराल पर समोच्चरण से ली गयी नदी ज्यामिति सूचनाओं की मर्यादाओं के पश्चात भी ये अभिकलिपत जलालेख तुलनात्मक रुप से काफी ठीक थे ।

मच्छू-II बाँध के लिए बाँध भंजन विश्लेषण

गुजरात राज्य में मच्छू नदी पर स्थित मच्छू-II बाँध 11 अगस्त, 1979 को उत्प्लावन के कारण भंग हो गया जिसके परिणाम स्वरूप बाढ़ आ गयी।

इस प्रतिवेदन में यू.एस. राष्ट्रीय मौसम सेवा डी.ए.एम.बी.आर.के. निदर्श का प्रयोग करते हुए मच्छू-II बाँध की भंगता से उत्पन्न बाँध भंग बाढ़ तरंग निर्माण के अनुकारण को प्रस्तुत किया गया है। उत्प्लाव मार्ग तथा मृदा तट बंध के विवरण, भंग परिच्छेदिका, कपाट खोलने की स्थिति, भंगता के समय जलाशय में जल स्तर, वाहिका खण्डों के अनुप्रस्थ काट का विवरण तथा इन भागों में बाढ़ तरंगों के द्वारा पहुंचे अधिकतम जल स्तर आंकड़े विश्लेषण के लिए उपलब्ध थे। इस अध्ययन के लिए अंतर्प्रवाह जलालेख को उपलब्ध कराया गया तथा जलाशय से बर्हिवाह जलालेख की गणना के लिए जलाशय संचयन मार्गाभिगमन के विकल्प तथा अनुप्रवाह खण्डों से इस जलालेख के मार्गाभिगमन के लिए क्रान्तिक गतिक मार्गाभिगमन के विकल्प का उपयोग करते हुए विश्लेषण किया गया। उत्प्लाव मार्ग निर्धारण सारणी अभिकलन, बाँध भंग निर्माण, भंगता के समय अनुप्रवाह जल स्तर दशा इत्यादि से सम्बन्धित लगाये गये अनुमानों की भी व्याख्या की गयी है। इस प्रतिवेदन में अधिकतम चरम बाढ़ उद्विक्षेप तथा अधिकतम चरम निस्सरण से सम्बन्धित परिणामों का परीक्षण किया गया है तथा उनकी प्रेक्षित मानों से तुलना की गयी है।

इस अध्ययन के आधार पर निष्कर्ष निकाला गया है कि प्रायोगिक उद्देश्यों के लिए (आवश्यक सीमा तक) मच्छू-II बांध की भंगता के कारण बाढ़ तरंग निर्माण को अनुकारित करने में डी.ए.एम.बी.आर के निदर्श पूर्णतया सक्षम है।

गांधी सागर बांध के आंकड़ों के प्रयोग द्वारा एन.डब्ल्यू.एस. बांध भंजन प्रोग्राम का अनुप्रयोग

मध्य प्रदेश में, चम्बल नदी पर बना गांधी सागर बांध एक सीधे गुरूत्व वाली संरचना है। गांधी सागर बांध की परिकल्पनात्मक असफलता के कारण, डा. डी.एल. फ्रीड द्वारा विकसित एन.डब्ल्यू. एस. डी.ए.एम. बी.आर. के निदर्श का प्रयोग करके बांध भंग बाढ़ तरंग का अनुकारण यहां प्रस्तुत किया गया है। विश्लेषण हेतु उपलब्ध आंकड़ों में उत्पाव मार्ग एवं बांध की ऊंचाई का विवरण, उत्प्लाव मार्ग निर्धारण तालिका, जलाशय की ऊंचाई क्षमता तालिका, बांध के लिए पी. एम. एफ. जलालेख, विभिन्न अनुप्रवाह खंड के अनुप्रस्थ काट विवरण आदि सम्मिलित है। बांध भंग प्राचलों, भंग होने में लगने वाला समय, जलाशय जलस्तर, जलाशय मे अन्तर्प्रवाह जलालेख तथा दरार का आकार-प्रकार में परिवर्तनों के कारण बांध भंग बाढ़ तरंग विशेषताओं

(उत्सेध एवं निस्सरण) की संवेदनशीलता विश्लेषण पर अधिक बल दिया गया है। भंग प्राचलों के विभिन्न संयोजनों के लिए जलाशय की बहिर्गमन जलालेख की गणना हेतु जलाशय संचयन मार्गाभिगमन का विकल्प तथा अनुप्रवाह वाहिका द्वारा इस बाढ़ जलालेख का मार्गाभिगमन करने हेतु, क्रांतिक गतिक मार्गाभिगमन का विकल्प अपनाया गया है।

विभिन्न अध्ययनों से यह पता चला है कि जलाशय की असफलता एवं अंतर्प्रवाह जलालेख में लगने वाले समय में परिवर्तनों का बाढ़ तरंग लक्षणों पर बहुत कम प्रभाव पड़ता है। इसका कारण, सम्भवत:, जलाशय में कुल अंतर्प्रवाह की तुलना में जलाशय का बहुत विस्तृत सतह क्षेत्र एवं संचयन क्षमता का होना है। परन्तु, यह देखा जा सकता है कि जलाशय के जलस्तर मानों तथा दरार की चौड़ाई में वृद्धि होने के साथ-साथ विभिन्न खंडो पर बांध भंग बाढ़ तरंग की उत्सेध एवं निस्सरण मानों में भी महत्वपूर्ण वृद्धि हो रही है ।

यद्यपि डी.ए.एम.बी.आर. के निदर्श के दो विशिष्ट विकल्पों - मुख्यत:, पार्श्व प्रवाह के अनुकारण एवं अनुप्रवाह बांध के अनुकारण; के लिए भी आंकड़ें अपर्याप्त थे तथापि, कुछ कल्पित आंकड़ों का प्रयोग करके यह प्रयास किया गया है।

मच्छू-II बांध के लिए बांध भंजन प्रोग्राम माइक-11 का अनुप्रयोग एवं एन.डब्ल्यू.एस. (NWS) अनुप्रयोग परिणामों से तुलना

माइक (MIKE)-11, डेनिश हाइड्रोलिक इंस्टीट्यूट, डेनमार्क द्वारा विकसित एक साफ्टवेयर पैकेज है। यह नदी जलव्यवस्था के अध्ययन हेतु एक समन्वित पैकेज है जिसमें बांध भंजन निदर्शन का भी प्रावधान है। इस प्रतिवेदन में माइक-11 के उपयोग द्वारा गुजरात में मच्छू-II बांध की असफलता पर बांध भंजन बाढ़ तरंग रचना का अनुकारण तथा इस बांध की असफलता पर राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान में सामान्य डाटा बेस के आधार पर एन. डब्ल्यू. एस. बांध भंजन प्रोग्राम द्वारा किये गये पूर्व अध्ययन के परिणामों की तुलना को प्रस्तुत किया गया है। दोनों अध्ययनों के परिणामों की तुलना से पता चलता है कि दोनो निदर्शो द्वारा किये गये चरम बाढ़ अभिकलन में महत्वपूर्ण अन्तर है। दरार प्राचलों के एक समान मानों पर, बांध स्थल पर माइक-11 निदर्श 36921 क्यूमेक्स शिखर निस्सरण दर्शाता है जबकि एन.डब्ल्यू.एस. निदर्श 54800 क्यूमेक्स दर्शाता है। दोनो में लगभग 32% अंतर है। माइक-11 प्रोग्राम द्वारा संवेदनशीलता विश्लेषण में, अंतिम दरार चौड़ाई तथा दरार का ढाल, अन्य प्राचलों जैसे - दरार पड़ने का समय, मैनिंग 'एन' आदि की तुलना में अधिक संवेदनशील पाये गये। माइक-11 प्रोग्राम का प्रलेखन उपलब्ध न होने के कारण, दोनो निदर्शो के परिणामों में अन्तर के कारणों का सही पता नहीं लगाया जा सका।

मित्ती बांध का भंजन अध्ययन

नदी प्रवाह में अनुप्रवाह की ओर बाढ़ परिमाण एवं उसके व्यवहार के आकलन हेतु बांध के लिए असफलता-उपरान्त अध्ययन करना आवश्यक है ताकि बांध संरचना के नीचे की ओर अनुप्रवाह में नदी के बाढ़ मैदान में रहने वाले लोगों तथा सम्पत्ति की सुरक्षा की योजना बनायी जा सके । क्रीड का राष्ट्रीय मौसम सेवा निदर्श (National Weather Service Model) तथा बाद में डैनिश हाइड्रोलिक इंस्टीट्यूट द्वारा विकसित माइक-11 उन निदर्शो के उदाहरण है जो कि बांध भंजन निदर्शन का कार्य करते है । इन दोनों में मूलभूत अन्तर, बांध भंजन बाढ़ तरंग के गतिक मार्ग निर्धारण हेतु प्रयुक्त, सेंट वेनांट की समीकरण को हल करने की तकनीकों में है । पहला निदर्श के पूर्व स्थापित चार पॉइन्ट परिमित अन्तर (फाइनाट डिफरेंस) विधि का उपयोग करना है और दूसरा छः-पॉइन्ट अबोट विधि का उपयोग करना है ।

प्रस्तुत अध्ययन में गुजरात राज्य में स्थित मित्ती बांध का बांध भंजन अध्ययन माइक-11 निदर्श द्वारा किया गया है । यह बांध 17 जुलाई 1988 को भंग हुआ था और बांध के अनुप्रवाह घाटी में बाढ़ मैदान पूर्णतया जलमुक्त हो गया था । इस प्रतिवेदन में, मार्ग निर्धारण समीकरणों हेतु अपनायी गयी विधि, उपलब्ध आंकड़ों, विश्लेषण पर विचार विमर्श, आंकड़े तथा बांध की असफलता के सम्भव कारणों का संक्षेप में उल्लेख किया गया है ।

एन.डब्लू.एस.के. डैमब्रेक एवं एस.एम.पी.डी.बी.के. निदर्शो द्वारा मच्छू-II बांध की असफलता का बांध भंजन विश्लेषण

भारी मात्रा में जल संचयन वाले जलाशयों के लिए निर्मित बांधों की असफलता के कई कारण होते है। एक सर्वेक्षण के अनुसार, लगभग दो तिहाई बांध नींव की असफलता तथा अपर्याप्त उत्प्लव मार्ग के कारण असफल होते है। यद्यपि, युद्ध अथवा भूकम्प के कारण बांध प्रायः कम ही टूटते है परन्तु इनसे अधिक हानि होती है, क्योंकि ऐसे मामले में कोई पूर्व चेतावनी नहीं दी जाती है।

अनुभव बताते है कि भारी मात्रा में जल संग्रहीत जलाशय के बांध के अचानक भंग हो जाने से भयंकर बाढ़ आ जाती है। भविष्य में ऐसी दुर्घटना होने पर और अधिक हानि होने का अनुमान है। ऐसा इसलिए है क्योंकि एक तो अब बड़े बांध बनाए जा रहे है, दूसरे उद्योगों एवं जनसंख्या घनत्व में वृद्धि हो रही है। जिन नदियों पर बांध बनाये गये है, प्रायः उनके बाढ़ मैदानों में ही लोग बसते है और वहीं पर उद्योग स्थापित किये जाते है। सम्भावित जल आप्लावित क्षेत्रों की जानकारी के आधार पर विवेकसम्मत स्थावर सम्पदा क्षेत्र निर्धारण (रीयल एस्टेट जोनिंग) मापदण्डों को लागू किया जा सकता है और बांध के नीचे की ओर बसे हुए लोगों को आपातकाल में वहां से हटाने की विधि को अपनाया जा सकता है। अभी तक ऐसे मानचित्र तैयार करने की युक्तिसंगत एवं यथातथ्य विधियां, सामान्य उपयोग के लिए उपलब्ध नहीं है।

इस प्रतिवेदन में, एन.डब्ल्यू.एस. निदर्शो, मुख्यतः डैमब्रेक एवं एस.एम.पी.डी.बी.के., मच्छू बांध II के असफलता आंकड़ों के लिए प्रयुक्त किया गया है। दोनो निदर्शो के परिणामों के तुलनात्मक विश्लेषण से संकेत मिलता है कि एस.एम.पी.डी.बी.के. निदर्श के परिणाम, डैमब्रेक निदर्श के परिणामों के एकदम अनुरूप है। यद्यपि एस.एम.पी.डी.बी.के. निदर्श पर्याप्त आंकड़ें उपलब्ध नहीं होने के बावजूद, बांध दरार बाढ़ चरम परिमाण तथा घाटी के अनुप्रवाह में वांछित बिन्दुओं तक उनके वहन काल की, तुरन्त सूचना प्राप्त कर सकता है दूसरी ओर, डैमब्रेक निदर्श की संस्तुति, तथ्यपरक एवं विश्वसनीय आकलनों के लिए की गयी है।

अध्याय – 3 जलविज्ञानीय निदर्शन

बैटसन एवं यू.एस.जी.एस. निदर्शों का प्रयोग करते हुए कसूरनाला जलसंग्रह क्षेत्र के लिए प्रतिदिन अपवाह का निदर्शन

जल संसाधनों की योजना, प्रबन्धन तथा मूल्यांकन के लिए प्राकृतिक जलसंग्रह क्षेत्र से प्रतिदिन अपवाह का आकलन अत्यावश्यक है। यह अध्ययन बैटसन निदर्श तथा यू.एस.जी.एस. निदर्श नामक दो जलपरिक्षेत्र अनुकारण निदर्श पर आधारित है।

बैटसन निदर्श एक पिंडित प्राचल निदर्श है। यदि प्रतिदिन वर्षा के आँकड़े उपलब्ध हों तो इसका उपयोग धारा प्रवाह के पूर्वानुमान में हो सकता है। इस निदर्श में जलपरिक्षेत्र को, एक दिन के स्थिर समय वृद्धि के साथ विविक्त प्रणाली मानकर अनुकारित किया जाता है। यह निदर्श, मुख्यत: दो प्रक्रमों-मृदा नमी लेखाकरण तथा सतह अपवाह को अनुकारित करता है। मृदा नमी लेखाकरण ए.पी.आई. (पूर्ववर्ती वर्षण सूचकांक) विधि द्वारा किया जाता है। प्रारम्भ में आंकड़ों के लिये सतही अपवाह आयतन की गणना की जाती है, तत्पश्चात एकाकी जलालेख सिद्धान्त का प्रयोग करते हुये इसके समय वितरण का निर्धारण किया जाता है। यदि जल परिक्षेत्र में एक से अधिक वर्षामापी केन्द्र हों तो औसत वर्षा के मानों का उपयोग हो सकता है। इस निदर्श के द्वारा अनुकारित प्रतिदिन धारा प्रवाह तथा प्रतिदिन ए.पी.आई. के मान प्राप्त होते है।

यू.एस.जी.एस. निदर्श वर्षा-अपवाह सम्बन्धों के प्राचलों का निर्धारण करता है जिसका उपयोग किसी विशेष धारा प्रवाह स्थल पर बाढ़ जलालेख के संश्लेषण करने में होता है। निदर्श का अंशांकन लघु अवधि

के लिए रिकार्ड किये गये प्रतिदिन वर्षा, प्रतिदिन वाष्पन, एकक वर्षा (5 से 60 मिनट के अन्तराल के दौरान हुई वर्षा) तथा सम्बंधित एकक निस्सरण पर आधारित है । निदर्श लघु एकक समय अन्तराल में वर्षाधिक्य का मार्गाभिगमन करता है तथा इस वर्षाधिक्य (प्रत्यक्ष अपवाह) का नदी निर्गम (धारा प्रवाह स्थल) की ओर अभिगमन करता है। वर्षाधिक्य का निर्धारण एकक समय अन्तराल में हुई वर्षा में से अन्त:स्यन्दन क्षति को घटा कर किया जाता है। अन्त:स्यन्दन की दर, विशेषत: तूफान की शुरूआत के समय, मुख्यत: मृदा जलांश स्थिति पर निर्भर करती है। प्रतिदिन वर्षा तथा वाष्पन के निरन्तर प्रबोधन द्वारा मृदा जलांश स्थिति का निरन्तर निर्धारण निदर्श का महत्वपूर्ण पहलू है। अपवाह मार्गाभिगमन दो कार्यो द्वारा निष्पादित किया जाता है उनके नाम है :- स्थानांतरण कार्य तथा संकीर्णन कार्य। किसी उप जलसंग्रह क्षेत्र जो प्रत्येक स्थान पर निर्गम स्थल से समान दूरी पर है, में वर्षाधिक्य के आयतन को जलसंग्रह क्षेत्र के संकेद्रण अवधि के अनुपातिक समय अन्तराल में जलसंग्रह क्षेत्र निर्गम पर स्थानांतरित कर दिया जाता है। उपरि जलस्थल जलावरोध तथा वाहिका संचयन के कारण स्थानांतरित आयतन की क्षीणता को रेखीय जलाशय संचयन कार्य द्वारा अनुकारित किया जाता है।

कसूरनाला जलसंग्रह क्षेत्र के उपलब्ध आँकड़ों के साथ बैटसन तथा यू.एस.जी.एस. निदर्श का कार्यान्वियन तथा परीक्षण किया गया। 600 वर्ग मील के क्षेत्र में स्थित वर्षामापी केन्द्रों के वर्षा आंकड़ों का उपयोग करते हुए कसूरनाला के जलालेख को अनुकारित किया गया।

इस अध्ययन से यह पाया गया कि बैटसन निदर्श चरम मान तथा जलालेख की प्रतिसरण भुजा को सन्तोष जनक रूप से अनुकारित करता है यद्यपि अनुकारित प्रतिसरण भुजा प्रेक्षित प्रतिसरण भुजा से बहुत ज्यादा मेल नहीं खाती है। यह भी देखा गया कि लघु वृष्टियों के लिए जलसंग्रह क्षेत्र की अनुक्रिया मानसून के शुरूआत तथा समापन के समय नगण्य थी।

यू.एस.जी.एस. निदर्श का बाढ़ घटनाओं के विभिन्न संयोगों के लिए अंशांकन किया गया। यह चरम प्रवाह तथा प्रत्यक्ष अपवाह आयतनों को काफी शुद्धता से अनुकारित करता है जो 600 वर्ग मील के जलग्रहण क्षेत्र तक निदर्श की मान्यता को दर्शाता है।

टैंक निदर्श का उपयोग करते हुए नर्मदा नदी के दो उप-जल संग्रह क्षेत्रों के प्रतिदिन अपवाह का अनुकारण

प्रतिदिन विश्लेषण के लिए सुगवारा (1967) द्वारा टैंक निदर्श के लिए विकसित की गयी पद्धति का नर्मदा नदी की दो उप जल संग्रह क्षेत्रों जमात्रा एवं गिनौर के लिए 4X4 टैंक निदर्श विकसित करने हेतु उपयोग किया गया। जमात्रा जल संग्रह क्षेत्र नर्मदा नदी के मैकाला पर्वत श्रेणी स्थित उद्‌गम से लेकर जमात्रा में स्थित विसर्जन मापन स्थल तक फैला हुआ है। इसका कुल जलग्रहण क्षेत्र 16575 वर्ग किमी है। इस जल संग्रह क्षेत्र के औसत वार्षिक वर्षा का 86 प्रतिशत चार मानसून महीनों जून से सितम्बर तक होता है। 1978 एवं 1979 के उपलब्ध प्रतिदिन आंकड़ों का उपयोग करते हुए जमात्रा जल संग्रह क्षेत्र के लिए 4X4 टैंक निदर्श का अंशशोधन किया गया।

गिनौर जल संग्रह क्षेत्र नर्मदा नदी की बांये किनारे की उपनदी छोटा तावा का उपक्षेत्र है। यह मध्यप्रदेश के पश्चिमी निमार जिले की सतपुरा श्रेणी में 600 मीटर की ऊंचाई पर स्थित उद्गम से गिनौर स्थित प्रमापन स्टेशन तक फैला है। इसका कुल जलग्रहण क्षेत्र 4816 वर्ग किमी है तथा यह नर्मदा नदी के निचले मैदानी क्षेत्र में स्थित है। छोटा तावा नदी अपने उद्गम स्थान के 829 किमी की दूरी पर नर्मदा नदी से मिलती है। इस जल संग्रह क्षेत्र में औसत वार्षिक वर्षा 855 मिमी है तथा इसका 90प्रतिशत चार मानसून महीनों जून से सितम्बर में होता है। इस जलसंग्रह क्षेत्र में खंडवा तथा पुनासा में स्थायी सामान्य वर्षामापी तथा स्वअभिलेखन वर्षामापी केन्द्र बने हुए हैं। पुनासा केन्द्र जो खंडवा केन्द्र के उत्तर में है, जल संग्रह क्षेत्र के कुछ बाहर की ओर स्थित है। खंडवा तथा पुनासा केन्द्र के प्रतिदिन वर्षा आंकड़ों, गिनौर में प्रतिदिन अपवाह तथा 1972 एवं 1973 की प्रतिदिन वाष्पोत्सर्जन मानों का मासिक माध्य आंकड़ों का 4X4 टैंक निदर्श के अंशशोधन के लिए उपयोग किया गया है। निष्पादन की जांच हेतु इस निदर्श का उपयोग 1974 में नदी के प्रतिदिन अपवाह को अनुकारित करने के लिए किया गया। तत्पश्चात 1974 के अनुकारित अपवाह की प्रेक्षित अपवाह से तुलना की गयी तथा पाया गया कि निदर्श का निष्पादन अच्छा है।

इस विश्लेषण से यह देखा गया कि 4X4 टैंक निदर्श भारत में उन सभी जल संग्रह क्षेत्रों की प्रतिदिन अपवाह का अनुकारण के लिए उपयुक्त 'प्रतिदिन वर्षा अपवाह निदर्श' है जो वार्षिक वर्षा के लगभग 75% से 90% मानसून में और तत्पश्चात लम्बी अवधि तक सूखा ग्रस्त समय का सामना करते हैं।

इन स्थलों के अध्यारोपित अनुप्रस्थकाट अंकितक (आलेख) से यह ज्ञात होता है कि मनोट से बरमनघाट तक अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल में लगातार वृद्धि होती है। हौशंगाबाद स्थल पर अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल में अचानक वृद्धि हुई लेकिन आगे अनुप्रवाह में यह ज्यादा बड़ा नहीं है। हौशंगाबाद खंड बाढ़ के प्राकृतिक नियंत्रण का कार्य करता है। सभी स्थलों के अनुप्रस्थ काटों का विश्लेषण किया गया तथा वाही की गणना की गयी तथा उन्हें निस्सरण के साथ अध्यारोपित किया गया। त्रुटियों को दूर करने के हेतु निस्सरण माप का एक साधारण अंकितक भी बनाया गया। सभी स्थलों पर प्रेक्षित निस्सरण के लिये बना द्वितीय लघु गणिकीय अंकितक, मंडलेश्वर को छोड़कर शेष सभी स्थलों के लिए वाहिका भाग में एक अनुपात वक्र को प्रदर्शित करता है।

अध्ययन द्वारा निर्धारित वक्रों की फील्ड संगठनों द्वारा दिये गये वक्रों से तुलना करने वाले अंकितक भी बनाये गये।

एकक जलालेख विधियों का तुलनात्मक अध्ययन

यह अध्ययन छोटे जल संग्रह क्षेत्रों के एकक जलालेख तैयार करने के लिए विभिन्न विधियों की उपयुक्तता का पता लगाने के उद्देश्य से किया गया है । इस अध्ययन में प्राचलिक पद्धति संश्लेषण (अपधारणात्मक मॉडल) तथा गैर-प्राचलिक पद्धति विश्लेषण नामक दो युक्तियां अपनायी गयीं । सभी पांच एकक जलालेख विधियों में से तीन का परीक्षण पुरानी युक्ति से (नैश मॉडल, क्लार्क मॉडल तथा सिंह मॉडल) किया गया तथा दो का परीक्षण बाद की युक्ति से (कोलिन्स विधि, लीस्ट स्क्वायर विधि) किया गया । पांचों विधियों को अपनाकर गोदावरी द्रोणी के उपक्षेत्र 3 एफ के छः छोटे जलसंग्रह क्षेत्रों (न. 807/1, 604/2, 969, 228 एवं 566) का विश्लेषण किया गया । औसत प्राचलों का उपयोग करके, प्रत्येक जलसंग्रह क्षेत्रों के लिए औसत

यूनिट जलालेखों का आकलन किया गया है । ये **औसत प्राचल**, अवधारणात्मक मॉडल युक्ति के अन्तर्गत एकाकी तूफान के लिए एकक जलालेख के प्राचलों के **ज्यामितीय** माध्यों से प्राप्त किए गए थे।

यह पाया गया कि नैश मॉडल अपेक्षाकृत अधिक दक्ष है और यह विशाल आकार के जलग्रहण क्षेत्रों (340-823 वर्ग किमी क्षेत्रफल के बीच) के लिए कम मानक त्रुटि प्रस्तुत करता है । यह भी अनुभव किया गया है कि प्राचलिक पद्धति संश्लेषण पर आधारित विधियां गैर-दोलायमान एकक जलालेख प्रस्तुत करती है जो कि यथार्थ होते है । गैर-प्राचलिक पद्धति विश्लेषण युक्ति पर आधारित विधियों में कभी-कभी, प्राप्त जलालेख में उतार-चढ़ाव की समस्या आ जाती है, जिससे एकक जलालेख की कोटि निश्चित करने में कठिनाई होती है ।

मासिक धारा प्रवाह जनन

समय श्रेणी की स्थिरेतरता पर आधारित मासिक प्रवाह के जलविज्ञानीय समय श्रेणी निदर्शन के लिए थोमस फियरिंग निदर्श काफी जाना हुआ निदर्श है। इस अध्ययन का मुख्य उद्देश्य चालियार जलसंग्रह क्षेत्र के लिए मासिक धारा प्रवाह आंकड़ों के जनन के लिए थेमस फियरिंग निदर्श का उपयोग करना है। प्रथम कोटि थामस फियरिंग निदर्श का प्रयोग करते हुए चार प्रकरणों का अध्ययन किया गया। ये हैं (i) बिना किसी रूपांतरण के (ऋणात्मक प्रवाह सहित) (ii) वर्ग मूल रूपांतरण सहित (iii) लघुगणिकीय रूपांतरण सहित तथा (iv) ऋणात्मक प्रवाह को छोड़कर बिना किसी रूपांतरण के । चालियार नदी, पश्चिम घाट की बड़ी नदियों में से एक है। इसमें एवं इसकी सहायक नदियों पर स्थित आठ स्थलों के 1965 से 1978 तक मासिक धारा प्रवाह आंकड़ों का उपयोग किया गया। इस निदर्श के चारों प्रकरणों में से प्रत्येक की जांच, 100 वर्षो के जनित आंकड़ों की तुलना तथा ऐतिहासिक आंकड़ों के माध्य और मानक विचलन के साथ कर दी गयी।

चालियार नदी जल संग्रह क्षेत्र के अधिकतर स्थलों के लिए वर्ग मूल रूपान्तरण सहित थामस फियरिंग निदर्श मासिक औसत के पुन:प्रतिरूपण के लिए सक्षम है। अध्ययन के 8 स्थलों को तीन प्रारूपिक श्रेणियों में वर्गित किया गया। (अ श्रेणी, ब श्रेणी एवं स श्रेणी)। सहायक नदियों के वह स्थल जो सीधे मुख्य नदी से जुड़ते है उन्हें अ श्रेणी के अन्तर्गत रखा गया। अ श्रेणी के पांच स्थानों के लिए वर्गमूल रूपान्तरण सहित थामस फियरिंग निदर्श श्रेष्ठतम है। सहायक नदियों के वे स्थल जो मुख्य नदी से सीधे नहीं जुड़ते उनको ब श्रेणी के अन्तर्गत वर्गित किया गया। ब श्रेणी के एक स्थान के लिए थोमस फियरिंग निदर्श अपने मूल रूप में मासिक औसत अच्छी तरह पुन:प्रतिरूपित करता है। मुख्य नदियों पर स्थित स्थलों को स श्रेणी के अन्तर्गत रखा गया जिनके लिए श्रृणात्मक प्रवाह रहित थामस फियरिंग निदर्श ने काफी अच्छे परिणाम दिये!

यह देखा गया कि चालियार नदी जलसंग्रह क्षेत्र (केरल) के अधिकतम स्थलों के मासिक औसत के पुन:प्रतिरूपण में वर्गमूल रूपान्तरण सहित थामस फियरिंग निदर्श सक्षम है।

क्षेत्रीय बाढ़ आवृति विश्लेषण

जब किसी स्थान पर वार्षिक चरम प्रवाह आंकड़े ही उपलब्ध हों अथवा पूर्व वर्षो में रिकार्ड किए गये वार्षिक चरम प्रवाह आंकड़े बहुत कम हों, ऐसी स्थिति में उस स्थान बाढ़ के आकलन की कई विधियां है जिनमें बाढ़ आवृत्ति विश्लेषण युक्ति प्रयुक्त की जाती है । अभी तक ऐसे अनेक अध्ययन किए जा चुके है, जिनमें ऐसी अवस्थाओं के लिए, बाढ़ आवृत्ति विश्लेषण में क्षेत्रवार अध्ययन किया गया है । कुछ महत्वपूर्ण विधियां है - यू एस जी एस सूची (इन्डेक्स) बाढ़ विधि, प्राचल क्षेत्रीकरण विधि, प्रतिगमन समीकरणों पर आधारित विधियां तथा क्षेत्र वक्र विधि, जिसकी यू.के. बाढ़ अध्ययन रिपोर्ट में सिफारिश की गयी है।

इस प्रतिवेदन में, महानदी द्रोणी के उपक्षेत्र 3-डी में, 18 केंद्रों पर उपलब्ध विभिन्न वर्षो में वार्षिक चरण बाढ़ श्रेणी आंकड़ों के आधार पर किए गये क्षेत्रीय आवृत्ति विश्लेषण अध्ययन का उल्लेख किया गया है । इस अध्ययन में निम्नलिखित तीन विधियां अपनायी गयीं : (i) सूची (इन्डेक्स) बाढ़ विधि (ii) संबंधित स्थान के माध्य मानों (mean values) के संदर्भ सहित, विभिन्न पर स्थानों चरम बाढ़ आंकड़ों के प्रसामान्यीकरण तथा क्षेत्रीय विश्लेषण के लिए एकल श्रेणी बनाने के लिए इन प्रसामान्यीकृत मानों के संयोजन पर आधारित विधि, तथा (iii) वेकबाई (Wakeby) वितरण के क्षेत्रीय प्राचलों तथा जेम्स स्टीन संशोधित माध्यों पर आधारित विधि । पहली विधि के अलावा अन्य दोनों विधियां क्षेत्रीय बाढ़ आवृत्ति विश्लेषण के क्षेत्र में अपेक्षाकृत रुप से अज्ञात है । जिन 18 पुलों के (ब्रिज) आंकड़े उपलब्ध है, उनमें से 15 स्थानों का विश्लेषण किया गया और शेष 3 स्थानों के आंकड़े, विश्लेषण से प्राप्त परिणामों के सत्यापन के लिए, स्वतन्त्र आंकड़ों के रुप में रखे गये । इस अध्ययन में, अमापित जलसंग्रह क्षेत्रों की चरम बाढ़ों का आकलन करने में बाढ़ की दो विधियों तथा सूची (इन्डेक्स) बाढ़ विधि के तुलनात्मक निष्पादन को निर्दिष्ट किया गया है । लेकिन, इन दो विधियों पर आगे अध्ययन किया जाना अपेक्षित है ।

आंशिक अवधि श्रेणियों के उपयोग द्वारा नर्मदा सागर परियोजना हेतु अभिकल्प बाढ़ आकलन

इस प्रतिवेदन में, आंशिक अवधि श्रेणियों के उपयोग द्वारा, नर्मदा सागर बांध के लिए विभिन्न प्रत्यागमन काल में बाढ़ मात्र के आकलन हेतु किये गये अध्ययन पर विस्तार में प्रकाश डाला गया है। प्रस्तावित बांध स्थल से 40 किमी. नीचे स्थित मोरटक्का में घंटेवार मोरटक्का तथा निस्सरण आंकड़ों का प्रयोग किया गया है।

वार्षिक एवं आंशिक बाढ़ श्रेणियों की योग्यता की तुलना वास्तविक सैद्धान्तिक विधि तथा अनुमानित सैद्धांतिक विधि द्वारा की गयी है। वास्तविक सैद्धांतिक विधि के आधार पर यह देखा गया है कि T वर्ष की बाढ़ Q(T) के आंशिक बाढ़ श्रेणी आकलन में, 11 वर्षो से कम प्रत्यागमन काल T के लिए वार्षिक बाढ़ श्रेणी की तुलना में, हमेशा (λ के किसी भी मान पर), अपेक्षाकृत कम प्रतिचयन अंतर रहता है। प्रत्यागमन काल के सम्पूर्ण परास के लिए, यदि चरम प्रतिवर्ष (λ) की औसत संख्या कम से कम 1.65 हो तो, Q(T) के आंशिक बाढ़ श्रेणी आकलन में, वार्षिक बाढ़ श्रेणी की अपेक्षा कम प्रतिचयन अंतर रहता है। अनुमानित

सैद्धांतिक विधि के आधार पर यह देखा गया है कि λ के अध्ययन के परास 1.0 से 2.437 में वार्षिक बाढ़ श्रेणी का प्रतिचयन अंतर आंशिक बाढ़ श्रेणियों के प्रतिचयन अंतर से कम रहता है ।

महानदी जलसंग्रह क्षेत्र में मासिक धारा प्रवाह जनन हेतु बाईवैरियेट–थॉमस फिअरिंग निदर्श का अनुप्रयोग

क्षमता लब्धि विश्लेषण में प्रवाहों को ऐतिहासिकता के समान ही संभावित प्रवाह क्रम प्रदान करने हेतु आंकडा़ जनन पद्धति का प्रयोग किया जाता है। इन कृत्रिम आंकड़ों के आधार पर अनुकारण अध्ययन में संचयन–विफलता के संभावित सहसंबंध स्थापित किये जा सकते हैं।

मासिक प्रवाह निदर्शो को दो श्रेणियों में वर्गीकृत किया जा सकता है। (i) यूनिवैरियेट तथा (ii) मल्टीवैरियेट। जब किसी एक विशेष स्थान पर ही कृत्रिम प्रवाह क्रम की आवश्यकता होती है तथा साथ ही दूसरे स्थानों के प्रवाहों से उसका अनुप्रस्थ सहसंबंध प्रस्थापित करने की आवश्यकता नहीं होती तब यूनिवैरियेट निदर्श का प्रयोग किया जाता है। लेकिन वास्तव में विभिन्न स्थानों के प्रवाह अंतर्निर्भर करते हैं जिसके कारणवश कृत्रिम प्रवाह के जनन हेतु यूनिवैरियेट निदर्श का प्रयोग सीमित है।

इस अध्ययन में क्लार्क द्वारा दिये गये एल्गोरिथम के आधार पर थॉमस फिअरिंग निदर्श हेतु संगणक प्रोग्राम विकसित किया गया है।11 वर्ष के संगामी अवधि (1972–82) के लिए प्रेक्षित आंकड़ों पर इसका प्रयोग (i) हीराकुंड और सालेभाटा तथा (ii) हीराकुंड और कांतामल इन स्थानों पर एक साथ ही 11 वर्ष, 37 वर्ष एवं 100 वर्ष की अवधि के लिए मासिक धाराप्रवाह के आंकड़े जनित करने हेतु किया गया। यह निदर्श, मासिक माध्य मानक विचलन, गत माह के साथ पारस्परिक संबंध तथा दो स्थानों के बीच अनुप्रस्थ पारस्परिक संबंध को परिरक्षित करता है।

यूनिवैरियेट थॉमस फिअरिंग निदर्श का प्रयोग करके भी स्वतंत्र रूप से हीराकुंड, सालेभाटा तथा कांतामल में मासिक प्रवाह जनित किये गये है। माध्य में त्रुटि के वर्गो के योग, मानक विचलन में त्रुटि के वर्गो के योग तथा गत माह से पारस्परिक संबंधों में निरपेक्ष त्रुटि, इनके आधार पर प्रेक्षित तथा जनित प्रवाहों के मासिक माध्य, मानक विचलन तथा पारस्परिक सहसंबंध की वार्षिक (जून–मई) तथा मानसून (जून–अक्तूबर) के लिए तुलना की गयी है।

प्राप्त परिणाम संकेत करते है कि दो स्थानों पर एक साथ मासिक धारा प्रवाह के जनन हेतु बाईवैरियेट थॉमस फिअरिंग निदर्श उत्तम है। मासिक माध्य विचलन, गत माह के साथ सहसंबंध तथा दो स्थानों के बीच अनुप्रस्थ सहसंबंध को यह निदर्श संतोषजनक रूप से परिरक्षित करता है।

नर्मदा नदी के गंजल उप-जलसंग्रह क्षेत्र में 'शी' निदर्श का अनुप्रयोग

जल संसाधन विकास गतिविधियों के परिणामस्वरुप, आज, नर्मदा जलसंग्रह क्षेत्र की जलवैज्ञानिक व्यवस्था में बहुत परिवर्तन हो रहे है । परम्परागत वर्षा/अपवाह निदर्श बहुत सी जलवैज्ञानिक समस्याओं के निराकरण के लिए अपर्याप्त है । ऐसी समस्याओं में प्रमुख है; मानव द्वारा भूमि उपयोग के प्रभावों संबंधी समस्याएं, पृष्ठ जल एवं भू संयुग्मी उपयोग, मृदा आर्द्रता अवस्था और जल गुणता संबंधी समस्याएं । इन समस्याओं का निराकरण केवल ऐसे निदर्श के उपयोग द्वारा हो सकता है जिसका भौतिक आधार हो और जो जलग्रहण क्षेत्र में ही स्थानिक उतार-चढ़ाव की गणना में सक्षम हो ।

यह अध्ययन नर्मदा नदी के गंजल जलसंग्रह क्षेत्र में 'शी' निदर्श के अनुप्रयोग पर आधारित है । उपद्रोणी के अंतर्गत/बाहर स्थित कुछ केंद्रो की दैनिक एवं घण्टेवार वर्षा तथा जलसंग्रह क्षेत्र निर्गम (आउटलेट) पर घण्टेवार अवस्था एवं दैनिक अवस्था विसर्जन (डिस्चार्ज) के परम्परागत जलवैज्ञानिक आंकड़ों संबंधित संगठनों में अद्यतन रुप में उपलब्ध थे, जिनका इस अध्ययन में प्रयोग किया गया है । उपद्रोणी के बाहर स्थित जबलपुर केंद्र के पैन वाष्पन आंकड़ों का उपयोग किया गया है । उप-जलसंग्रह क्षेत्र की ग्रिड की ऊंचाई के निर्धारण में भारतीय सर्वेक्षण की टोपोशीट से प्राप्त (Digitized) सूचना 1:50,000 के पैमानें में प्रयुक्त की गयी हैं। अनुरुपण के लिए 2 किमी x 2 किमी ग्रिड आकार प्रयुक्त कट विभंजित नमूना विधि अपनायी गयी है । इस मॉडल के अंशाकन के लिए मार्च 1982 से फरवरी 1985 तक की अवधि के आंकड़ें तथा मान्यकरण के लिए मार्च 1985 से दिसम्बर 1987 तक की अवधि के आंकड़े प्रयुक्त किए गये है । चार पैन वाष्पन आमान केंद्रों के सम्भावित वाष्पन आंकड़ों के लिए संवेदनशीलता विश्लेषण किया गया है । साथ ही, 'शी' में प्रयुक्त आवर्जानोव सूत्र में घातांक, म्लानि बिन्दु पर जलांश तथा अवशिष्ट जलांश एवं असंतृप्त क्षेत्र की संतृप्त चालकता जैसे महत्वपूर्ण प्राचलों का भी संवेदनशीलता विश्लेषण किया गया है ।

इस अनुप्रयोग अध्ययन में, गंजल उप-जलसंग्रह क्षेत्र के जलचक्र की सम्पूर्ण भूप्रावान्था (लैण्डफेज़) की परिशुद्ध, मॉडलिंग के लिए, पर्याप्त आंकड़ें उपलब्ध न होने के बावजूद, 'शी' मॉडल का सफलतापूर्वक उपयोग किया गया है । अनुरुपण परिणामों ने धारा प्रवाह परिमाण, चरम एवं जलालेखों का अच्छा पुनरुत्पादन दर्शाया । लेकिन जलसंग्रह क्षेत्रा में भूजल अनुक्रिया के अनुरुपण में पर्यवेक्षित मानों के अभाव में, अनुरुपित मृदा आर्द्रता अवस्थाओं की तुलना वास्तविक मानों से नहीं की जा सकी । संवदेनशीलता विश्लेषण से यह पाया गया कि अनुरुपण परिणाम सम्भावी वाष्पन आंकड़ें के अधिक अनुकूल (संवेदी) नहीं है । अपवाह एवं वाष्पन-वाष्पोत्सर्जन, आवर्जानोव सूत्र के घातांक के साथ-साथ म्लानि बिंदु पर जलांश मान व अवशिष्ट जलांश के प्रति काफी संवेदनशील है । असंतृप्त क्षेत्रा की संतृप्त चालकता का मान बढ़ने से अन्त:स्यंदन की दर भी बढ़ जाती है जिसके फलस्वरुप, केशिकीय उन्नयन (Capillary rise) द्वारा आर्द्रता क्षय के कारण, शुष्क मौसम में, वाष्पन-वाष्पोत्सर्जन में अतिशय वृद्धि होती है ।

नर्मदा जलसंग्रह क्षेत्र में (मनोत तक) 'शी' निदर्श का अनुप्रयोग

सिस्टम हाइड्रोलोजिक यूरोपियन (एस.एच.ई.) एक भौतिकत: आधारित, वितरित, जलसंग्रह क्षेत्र निदर्श है, जिसे मध्य प्रदेश (भारत) में नर्मदा जलसंग्रह क्षेत्र (मनोत तक) के लिए प्रयुक्त किया गया है। शी इस अर्थ में भौतिकता आधारित है कि यह अपने जलीय प्रक्रमों हेतु प्रवाह एवं द्रव्यमान संरक्षण की समीकरणों से प्रत्यक्षत: उद्भूत है तथा जलग्रहण क्षेत्र को आयताकार ग्रिड प्रणाली के अनुसार निरुपित करके इसे वितरित (स्थापित) किया जाता है। 'शी' निदर्श की स्थानीय मौसम वैज्ञानिक एवं जलवैज्ञानिक निवेश विविधताओं की गणना करने की क्षमता इसे परम्परागत स्थानीकृत जलग्रहण क्षेत्र में निदर्श पर श्रेष्ठता प्रदान करती है।

आंकड़ा फाइलों में स्थलाकृति उदविक्षेप मृदा प्रकार, भूमि प्रयोग एवं वर्षा केंद्रों के स्थानिक वितरण हेतु आधार तैयार करके जलसंग्रह क्षेत्र में संगणनात्मक ग्रिड नेटवर्क एवं चैनल तन्त्र स्थापित किया गया । मूल नेटवर्क 1X1 किमी0 के ग्रिड वर्गो द्वारा निर्मित किया गया; परन्तु ऐसी सघन प्रणाली से सम्बद्ध भारी संगणना की आवश्यकता को ध्यान में रखते हुए इसे अनुरुपण कार्य हेतु, 2X2 किमी0 के ग्रिड वर्गो की सारणियों में परिवर्तित कर दिया गया। चूंकि जलसंग्रह क्षेत्र की मृदा एवं वानस्पतिक गुणधर्मो के प्रत्यक्ष आमापन उपलब्ध नहीं थे अत: आसपास के क्षेत्रों के सम्बन्ध में उपलब्ध साहित्य से ली गयी सूचनाओं का उपयोग करके निदर्श प्राचलों का मूल्यांकन किया गया। चार भूमि उपयोगों (कृषि भूमि, सघन मिश्रित वन, कम घने वन तथा बंजर भूमि) का पता लगाया गया। स्थलाकृतिक मानचित्र से प्राप्त भूमिवर्गीकरण के आधार पर निचली भूमि, अर्ध पहाड़ी एवं पहाड़ी क्षेत्रों में, मृदा गहराई की तीन श्रेणियां निर्धारित की गयी। इस प्रकार काली कपासी मिटिटयों में प्रयुक्त होने वाले मृदा धारण वक्र को सभी जगह प्रयुक्त किया गया ।

भौतिक विवेचन के आधार पर एवं जलसंग्रह क्षेत्र में अपवाह विविधता को ध्यान में रखते हुए निदर्श का अंशाकन एवं वैधकरण किया गया। कुछ प्राचलों को घटा बढ़ाकर 1982-84 की अवधि के लिए अंशाकन किया गया और तब, अधोभौम सतह के आरम्भिक स्तर में परिवर्तनों के आधार पर 1985-87 के जलालेख के अनुसार वैधकरण किया गया। अनुरुपणों में कुछ कमियां देखी गयी, परन्तु, सामान्यत: प्रेक्षित एवं अनुरुपित अनुक्रियाओं में अच्छा तालमेल रहा। निदर्श ग्रिड अन्तरण की संवेदनशीलता एवं अनुरुपित जलवैज्ञानिक व्यवस्था के प्रवाह प्रतिरोध गुणांकों के अध्ययन हेतु, जलसंग्रह क्षेत्र की संवेदनशीलता का विश्लेषण भी किया गया।

नर्मदा नदी के हिरन उप जलसंग्रह क्षेत्र में 'शी' निदर्श का अनुप्रयोग

नर्मदा जलसंग्रह क्षेत्र में इस समय, जल संसाधन गतिविधियां चल रही है । इन विकासात्मक गतिविधियों के फलस्वरुप जलसंग्रह क्षेत्र की जलवैज्ञानिक व्यवस्था में परिवर्तन हो रहे है। जलवैज्ञानिक व्यवस्था पर पड़ने वाले इन प्रभावों का, विशेषकर भूमि प्रयोग परिवर्तनों, भूजल एवं सतही जल के संयुक्त उपयोग, मृदा जलांश अवस्था आदि द्वारा होने वाले प्रभावों का अध्ययन परम्परागत वर्षा अभिप्रवाह निदर्श द्वारा करना सम्भव नहीं है। इन समस्याओं का निदान भौतिकत: आधारित वितरित निदर्शो के उपयोग द्वारा किया जा सकता है जो कि जलग्रहण क्षेत्र की स्थानिक विभिन्नताओं का निदर्शन कर सकते है।

इस अध्ययन में 'शी' निदर्श को प्रयुक्त किया गया है जो कि एक प्रमापक अभिकल्प युक्त, लचीला निर्धारणात्मक, भौतिकत: आधारित, जलवैज्ञानिक निदर्शन तन्त्र है, जिसमें जल चक्र की भू प्रावस्था के प्रत्येक आधार प्रक्रम हेतु अलग प्रमापक है। जल संसाधन विकास हेतु 'शी' का विकास, वैज्ञानिक जलविज्ञान को इसकी वर्तमान स्थिति से एक व्यावहारिक उपकरण में रुपांतरित करने हेतु व्यापक पैमाने पर किये गये प्रयासों का परिणाम है। 'शी', ब्रिटिश इंस्टीटयूट ऑफ हाइड्रोलिक इंस्टीटयूट, डेनमार्क तथा एस ओ जी आर आई ए एच, फ्रांस के संयुक्त प्रयासों का परिणाम है।

प्रस्तुत अध्ययन, लेखक द्वारा, कमीशन ऑफ यूरोपियन कम्यूनिटीज तथा भारत सरकार के बीच एक सहयोग परियोजना (ए एल ए 86/19) के अंतर्गत अगस्त–दिसम्बर 1989 में, डेनिश हाइड्रोलिक इंस्टीटयूट, डेनमार्क में प्राप्त प्रशिक्षण के आधार पर किया गया है। इस अध्ययन में शी निदर्श का अनुप्रयोग नर्मदा नदी के हिरन उप जलसंग्रह क्षेत्र में किया गया है।

हिरन, दायें किनारें पर नर्मदा की सबसे बड़ी सहायक नदी है जो कि मध्य प्रदेश के जबलपुर जिले में कुण्डम गांव के निकट भार्नर पर्वतों से, 23°27' उत्तरी अक्षांश एवं 80°27' पूर्वी देशान्तर पर 60 मीटर की ऊंचाई से निकलती है तथा सामान्यत: दक्षिण पश्चिम दिशा में बहती है। यह नदी कुल 188 किमी मार्ग तय करती है और नर्मदा के दाहिने किनारे पर स्थित सांकलगांव के निकट नर्मदा में मिल जाती है। यह कुल 4792 वर्ग किमी क्षेत्र की सिंचाई करती है। इस उप जलसंग्रह क्षेत्र के अन्तर्गत मध्य प्रदेश के जबलपुर एवं दमोह जिलों के भाग आते है। जलसंग्रह क्षेत्र निदर्श अध्ययन हेतु प्रयुक्त जलवैज्ञानिक आंकड़ो में स्थित कई केंद्रों के दैनिक वर्षा आंकड़ो, घण्टेवार उत्सेध एवं दैनिक उत्सेध नि:स्सरण आंकड़ें, क्षेत्र संबंधी विभिन्न प्रतिवेदनों से मूल्यांकित पात्र वाष्पन आंकड़े तथा मृदा एवं भूमि प्रयोग प्राचल सम्मिलित है। भारतीय सर्वेक्षण से प्राप्त टोपोशीट से, 1:50,000 के पैमानो पर, स्थलाकृतिक विवरण एवं नदी नेटवर्क प्राप्त किये गये। मृदा एवं वनस्पति आंकड़े भी प्रयुक्त किये गये । 2X2 किमी ग्रिड पर, विखण्डन प्रतिदर्श विधि प्रयुक्त कर वर्षामापियों की उपयुक्तता की जांच हेतु संवेदनशीलता विश्लेषण किया गया।

इस अनुप्रयोग अध्ययन में पर्याप्त आंकड़े उपलब्ध न होने के बावजूद, हिरन उप जलसंग्रह क्षेत्र के लिए जलीय चक्र की सम्पूर्ण भूप्रावस्था का युक्ति संगत स्तर तक निदर्शन किया गया है और अनेक स्तरों पर पूर्वानुमान किया गया है । इससे धाराप्रवाह के परिमाण एवं शिखर संबंधी जलारेख युक्तिसंगत रुप में तैयार किया जा सका।

शेर उप जलसंग्रह क्षेत्र में 'शी' निदर्श का अनुप्रयोग

भारत सरकार ने जून/जुलाई 1987 में, यूरोपी आर्थिक समुदाय (ई0ई0सी0) के साथ एक "जलवैज्ञानिक कम्प्यूटरीकृत निदर्शन तन्त्र (शी)" नामक आर्थिक समझौता किया था। इस परियोजना का उद्देश्य, जल एवं भूमि संसाधन विकास नीतियां तैयार करने हेतु भारत की क्षमता में सुधार करना है तथा इसमें, देश भर में जलवैज्ञानिक समस्याओं में शी निदर्श के उपयोग हेतु शी निदर्श प्रौद्योगिकी राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान को हस्तान्तरित करना सम्मिलित है।

शी एक भौतिकत: आधारित वितरित निदर्शन प्रणाली है और इसके उपयोग हेतु नर्मदा जलसंग्रह क्षेत्र की छ: जलसंग्रह क्षेत्रों का चयन किया गया है। इनमें से एक उपजलसंग्रह क्षेत्र शेर नदी का है जो कि नर्मदा के बांये किनारे की सहायक नदी है। शेर नदी को नर्मदा नदी में मिलने के स्थान से लगभग 40 किमी0 ऊपर बेलखड़ी नामक स्थान पर मापा जा रहा है। वर्षा मापी केंद्र, जिसकी देखभाल केंद्रीय जल आयोग द्वारा की जा रही है, राज्य राजमार्ग क्र0 26 नरसिंहपुर जिला मुख्यालय से 17 किमी0 की दूरी पर स्थित है। इस स्थान पर वर्ष 1978 तक के प्रवाह आंकड़े मौजूद है। इस उपजलसंग्रह क्षेत्र में व इसके आसपास अनेक वर्षामापी केंद्र स्थित है। लाखनडोन, हराइ एवं मुगवानी नामक तीन केंद्रों के आंकड़ें अनुरुपण कार्य हेतु प्रयुक्त किये गये। दीर्घ अवधि के घन्टेवार आंकड़े अनुपलब्ध होने के कारण, दैनिक वर्षा आंकड़ो को घन्टेवार वर्षा आंकड़ो में परिवर्तित करने के लिए जबलपुर के घन्टेवार आंकड़े प्रयुक्त किये गये। वर्ष 1976–86 को अनुरुपण अवधि माना गया। अनुरुपण कार्य की आवश्यकतानुसार जबलपुर केंद्र पर रिकार्ड किये गये, वाष्पन आंकड़े उपयोग में लाये गये। एन0 वी0 डी0 ए0 से प्राप्त सूचना के आधार पर उपजलसंग्रह क्षेत्र का भूमि प्रयोग मानचित्र तैयार किया गया। उप जलसंग्रह क्षेत्र की काली उपासी मिट्टी के विषय में प्रकाशित सूचना से मृदा प्राचल मान एवं धारण वक्र तैयार किये गये। टोपोशीट का उपयोग करते हुए, जलसंग्रह क्षेत्र के स्थलाकृतिक मानचित्र 1:250,00 तथा 1:50,000 के पैमाने पर तैयार किये गये। प्रकाशित सूचना से प्रत्येक प्रकार के भूमि प्रयोग जैसा कि भूमि उपयोग मानचित्र में रिकार्ड है, के संबंध में वनस्पति प्राचल, तैयार किये गये।

आंकड़ो को आवश्यकतानुसार शी निदर्श के अनुरुप संसाधित एवं एकत्र किया गया। जैसा कि निदर्श अनुप्रयोग हेतु आवश्यक है, स्थलाकृतिक एवं भूमि उपयोग आदि के ग्रिड मानचित्र तैयार किये गये। ग्रिड मानचित्र तैयार करने के लिए 2 किमी0 X 2 किमी0 आकार के ग्रिड का चयन किया गया । प्रकाशित सामग्री एवं क्षेत्रों के दौरे से एकत्र आंकड़ो का उपयोग करके नदी का अनुप्रस्थ काट, किनारा स्तर एवं वाहिका के स्ट्रिकलर गुणांक तथा उपरिस्थल प्रवाह का पता लगाया गया। जलसंग्रह क्षेत्र में स्थित कुओं पर किये गये पर्यविक्षणों को भूजल स्तर की आरम्भिक अवस्थाओं का पता लगाने हेतु उपयोग में लाया गया। अनुरुपण कार्य, वर्ष 1978 से 1986 तक के केवल मानसून महीनों के लिए किया गया। अंशांकन अवधि के रुप में 1978–82 को लिया गया। जिसके दौरान, सर्वोत्कृष्ट अनुरुपण मैच हेतु प्राचन मानों के सैट तय किये गये। वैधकरण अवधि 1983–86 को माना गया। परन्तु अनुरुपण परिणाम वांछित संतोषजनक स्तर तक प्राप्त नहीं हो सके। प्राचल मानों की संवेदनशीलता का पता लगानें हेतु कुछ संवेदनशीलता विश्लेषण भी किये गये जिनके दौरान स्ट्रिकलर गुणांक, संतृप्त एवं असंतृप्त क्षेत्रों में जलीय चालकता जैसे प्राचलों की संवेदनशीलता देखी गयी। मृदा प्राचल मान अनुरुपण परिणामों के प्रति सर्वाधिक संवेदनशील पाए गये। उपरी स्थल प्रवाह स्ट्रिकलर गुणांक को अनुरुपित अनुक्रिया के शिखर एवं मात्रा को प्रभावित करने वाला पाया गया।

संतोषजनक परिणाम प्राप्त न होने का एक कारण, रिकार्ड किये गये। आंकड़ो में घन्टेवार वर्षा आंकड़े उपलब्ध न होने के कारण जलसंग्रह क्षेत्र के वास्तविक वर्षा परिदृश्य को प्रस्तुत न कर पाना है। इसके अतिरिक्त, प्रकाशित साहित्य से चुने गये मृदा प्राचन मानों की सम्पूर्ण जांच की आवश्यकता है क्योंकि ये अनुरुपण परिणामों के प्रति काफी संवेदनशील है। वनस्पति हेतु प्रयुक्त प्राचल भी उपलब्ध साहित्य एवं सामान्य अनुभव के आधार पर तैयार किये गये है । प्राचल मानों की स्थानिक विविधता भी, जिसकी गणना नहीं की गयी थी, अनुरुपण परिणामों को प्रभावित करेगी । अनुरुपण कार्य हेतु चुनी गयी ग्रिड का आकार भी परिणामों को प्रभावित कर सकता है क्योंकि भौतिक प्रक्रम को वस्तुत: पुन: प्रस्तुत नहीं किया जा सकता। इस प्रकार यह

देखा गया कि शी निदर्श की सहायता से जलचक्र की सम्पूर्ण भू प्रावस्था का यथातथ्य निदर्शन किया जा सकता है, बशर्ते, सभी आवश्यक आंकड़े उपलब्ध हों। किसी जलसंग्रह क्षेत्र की जलीय व्यवस्था पर भूमि प्रयोग परिवर्तनों का पूर्वानुमान करने हेतु अंशाकित निदर्श को प्रभावी ढंग से प्रयुक्त किया जा सकता है। व्यापक आंकड़ो की आवश्यकता इस निदर्श की मुख्य कमी है।

नर्मदा नदी के बरना उप जलसंग्रह क्षेत्र में 'शी' निदर्श का अनुप्रयोग

जल संग्रह क्षेत्र परम्परागत वर्षा-अपवाह निदर्श जल वैज्ञानिक व्यवस्था में हो रहे परिवर्तनों कें अनुमान के लिए अपर्याप्त है इसलिए आजकल भौतिकता पर आधारित वितरित जलग्रहण क्षेत्र निदर्श आकर्षण का केन्द्र बने हुए हैं क्योंकि ये निदर्श परम्परागत वर्षा-अपवाह निदर्शो की अनेक कमियों को पूरा करने में सक्षम है ।

शी (एस.एच.ई.) निदर्श एक निर्धारणात्मक, वितरित वर्गीकृत एवं भौतिकता पर आधारित जल वैज्ञानिक निदर्शन तंत्र है जिसमें जलचक्र के सभी भू प्रावस्था घटकों का निदर्शन, द्रव्यमान, संवेग या उर्जा संरक्षण की आंशिक विभेदी समीकरणों के परिमित अन्तर निरुपणों द्वारा अथवा विशिष्ट प्रायोगिकि अनुसंधानों से प्राप्त कुछ अवधारणाओं को अनुमत सिद्ध समीकरणों के रुप में अपना कर किया जा सकता है । यह निदर्श जलग्रहण क्षेत्रों प्राचलों के स्थनिक वितरण, वर्षा एवं अन्य मौसम वैज्ञानिक निवेशों को ध्यान में रखकर जलग्रहण क्षेत्र के बहुनिर्गत के अनुरुपण में सक्षम है ।

इस अध्ययन में, नर्मदा नदी में बरना उपजल संग्रह क्षेत्र में वर्षा अपवाह प्रक्रम के अनुरुपण हेतु शी एस.एच.ई. निदर्श के अनुप्रयोग को दर्शाया गया है परन्तु इस अनुप्रयोग अध्ययन में शी निदर्श को बरना नदी के बरेली वर्षामापी स्थल तक ही सत्यापित किया गया है । जिसका जल ग्रहण क्षेत्र 1590 वर्ग किमी है ।

अध्ययन में मापन और निःस्राव के दैनिक आंकड़ों की उपलब्ध काल श्रेणियों, मापन आंकड़ें केवल मानसून के महीनों में दैनिक एवं घन्टेवार वर्षा आंकड़ें, वाष्पन ऑकड़ें, कुछ पर्यवेक्षण कुओं की भूजल अस्थिरता जलाशय स्तर एवं जलाशय प्रचालन ऑकड़ें एकत्र कर संचालित व प्रयुक्त किये गये है । बरना उपजल संग्रह क्षेत्र के अनुरक्षण हेतु निदर्श को 2 किमी0 X 2 किमी0 के ग्रिड पैमाने पर स्थापित किया गया है । निदर्श के अंशाकन के लिए वर्ष 1985-85 के दो वर्ष की अवधि के ऑकड़ें तथा मान्यकरण के लिए वर्ष 1986-87 के दो वर्ष की अवधि में ऑकड़ें, विखण्डन प्रतिदर्श परीक्षण विधि को अपनाते हुए प्रयुक्त किये गये । महत्वपूर्ण प्राचलों के संबंध में अनुरक्षण परिणामों की संवेदनशीलता का पता लगाने के लिए संवेदनशीलता विश्लेषण किया गया है ।

निदर्श में सफलतापूर्वक अनुप्रयोग हेतु विभिन्न प्रकार की मृदाओं एवं मृदा गहराइयों, रुक्षता अभिलक्षणों, वानस्पतिक अभिलक्षणों एवं जल संभर अभिलक्षणों में भौतिक प्राचलों की उनके स्थानिक वितरण सहित आवश्यकता होती है । अंशाकन हेतु प्राचल मानों को सुनिश्चित करने के लिए अप्रत्यक्ष स्त्रोतों से प्राप्त सूचनायें प्रयुक्त की गयी क्योंकि प्रत्यक्ष स्त्रोंतों से प्राप्त सूचनायें अपर्याप्त थी । सीमित ऑकड़ा उपलब्धता के बावजूद बरना

बॉध स्थल पर अंशाकन एवं मान्यकरण प्रावस्था के दौरान अन्त:प्रवाहों के अनुरुपण में, शी निदर्श का निष्पादन काफी अच्छा रहा । अन्त:प्रवाह परिमाण एवं शिखर का पुनरुत्पादन उत्साहवर्धक रहा तथापि, भूजल अनुक्रिया के अनुरुपण में शी निदर्श की जॉच नहीं की जा सकी । संवेदनशीलता, विश्लेषण से यह पता चला कि अनुरुपण परिणाम, मृदा के भौतिक गुणधर्मो जैसे संतृप्त जलीय चालकता व रुक्षता अभिलक्षणों के प्रति काफी संवेदनशील है । संवेदनशीलता विश्लेषण से यह भी पता चला कि वर्षा निवेश में छोटी सी त्रुटि अनुरक्षण परिणामों को व्यापक रुप से प्रभावित करती है । इसलिए द्रोणी में वर्षा के स्थानिक एवं अल्पकालिक परिवर्तनों के यथार्थत: निरुपण के लिए एवं अभिलेखन वर्षामापी केन्द्रों के समुचित नेटवर्क की आवश्यकता है । जल संग्रह क्षेत्र की अनुक्रिया पर भूमि उपयोग परिवर्तनों के प्रभाव की जॉच की गई । इन परिणामों की तुलना संदर्भ परिणामों से की गई जिससे उच्च परिमाण एवं शिखर के संकेत मिले ।

नर्मदा नदी के कोलार उप जलसंग्रहक्षेत्र में 'शी' निदर्श का अनुप्रयोग

भारत में नर्मदा नदी का कोलार उप जलसंग्रह क्षेत्र उन छ: उप जलसंग्रह क्षेत्रों में से एक है जिन्हें शी (एस.एच.ई.) निदर्शो द्वारा निदर्शन हेतु चुना गया है। इस अध्ययन के अन्तर्गत, सतराना निस्सरण प्रमापी स्थल तक, 828 वर्ग किमी जलग्रहण क्षेत्र सहित, इस जलसंग्रह क्षेत्र के एक भाग का अध्ययन किया गया है।

इस जलसंग्रह क्षेत्र के लिए, ग्रिड आकार 2X2 किमी0 का प्रयोग करके शी सैटअप तैयार किया गया। निदर्शन में 1983–88 की अवधि के आंकड़े प्रयुक्त किये गये। आर0एस0आर0आर0जी0 केंद्रों पर घण्टेवार वर्षा आंकड़े उपयोग में लाए गए । 1983–85 की अवधि को निदर्श अंशाकन एवं 1986–88 की अवधि को वैधकरण हेतु चुना गया।

इस प्रतिवेदन में निदर्शन के परिणाम प्रस्तुत किये गये है। उच्च प्रवाह अवधि के दौरान मासिक नि:स्सरण की मात्रा तथा जलसंग्रह क्षेत्र अनुक्रिया का अनुकारण काफी अच्छा रहा । आधार प्रवाह के अनुकारण में सुधार की गुंजाइश है। इन परिणामों में और अधिक सुधार के लिए, अब तक का क्षेत्र अन्वेषण करना तथा आंकड़ा आधार का विस्तार करना आवश्यक है क्योंकि अनेक प्राचलों के मान प्रत्यक्षत: उपलब्ध नहीं है ।

कुछ निदर्श प्राचलों में एक समय में एक परिवर्तन ही करके विस्तृत संवेदनशीलता विश्लेषण किया गया। यह पाया गया कि मृदा के जलीय गुणधर्मो में विभिन्नता जलसंग्रह क्षेत्र अनुक्रिया को महत्वपूर्ण रुप से प्रभावित करती है साथ ही उच्च प्रवाह अवधि के दौरान, जलसंग्रह क्षेत्र की अनुक्रिया निर्धारित करने में स्ट्रिकलर गुणांक बहुत महत्वपूर्ण है।

जलवैज्ञानिक व्यवस्था पर मृदा एवं भूमि उपयोग परिवर्तनों के प्रभाव का 'शी' निदर्श द्वारा अध्ययन

किसी जलग्रहण क्षेत्र में, जलवैज्ञानिक प्रक्रमों की भू प्रावस्था के मॉडलों की महत्वपूर्ण श्रेणी में आने वाले वितरित मॉडल (डिस्ट्रीब्यूटेड मॉडल्स्) घटक प्रक्रमों के विस्तृत वर्णन पर आधारित होते है । 'शी' मॉडल भी एक ऐसा ही मॉडल है । वितरित मॉडलों के अनुप्रयोग का एक महत्वपूर्ण सम्भावित क्षेत्र है, किसी जलग्रहण क्षेत्र की जलवैज्ञानिक व्यवस्था (प्रवृत्ति) पर भूमि उपयोग परिवर्तनों के प्रभावों का पूर्वानुमान करना । इस अध्ययन में 'शी' मॉडल का इसी संदर्भ में उपयोग किया गया है ।

एक लघु स्तरीय जलसंग्रह क्षेत्र के व्यवहार का, विभिन्न अवस्थाओं में, मृदा जलीय गुणधर्मो, मृदा गहराई, भूमि उपयोग एवं सतही प्रवाह के लिए पृष्ठीय रुक्षता के आधार पर, अनुरुपण किया गया । इस अध्ययन के परिणामस्वरुप वास्तविक आन्तरिक अवस्था का पता चलता है और यह देखा जा सकता है कि कितने लघु तात्विक क्षेत्रों से यह निर्मित है । परिणामों के आधार पर निष्कर्षत: कहा जा सकता है कि मृदा गहराई में कमी होने से जलग्रहण क्षेत्र से लब्धि में वृद्धि हो जायेगी। उथली मृदाओं के मामले में, मृदा गुणधर्म अनुक्रिया पर महत्वपूर्ण प्रभाव नहीं डालते है । मृदा चालकता अधिक होने पर अभिवाह में कमी आएगी और 'स्पाइकी' जलालेख नीचे आ जाएगा । वनस्पति के प्रकार एवं गुणधर्मो में परिवर्तन से वाष्पन-वाष्पोत्सर्जन क्षय की मात्रा में परिवर्तन आ जाएगा ।

हेमवती जल संग्रह क्षेत्र के लिये (सकलेशपुर तक) शी निदर्श का अनुप्रयोग

यूरोपियन हाइड्रोलॉजिक सिस्टम (एस एच ई) परिमित विभेद विधियों द्वारा अंतर्प्रवाह उपस्थित प्रवाह वाहिका प्रवाह के प्रक्रमों का वर्णन करने वाली आंशिक विभेदी समीकरणों से विकसित वैज्ञानिक निदर्शन प्रणाली है। 'शी' निदर्श का विकास, जल विज्ञान संस्थान (यू.के.), सागेरिह फ्रांस तथा डेनिश हाइड्रोलिक संस्थान (डेनमार्क) के संयुक्त प्रयास से किया गया है।

जल वैज्ञानिक प्रक्रमों के वर्णन को, विभिन्न गहराइयों के स्वतंत्र, एक आयामी अर्ध्वाधर स्तंभों में, असंतृप्त प्रवाह समीकरण के समाधान से सरल किया गया है। जल ग्रहण क्षेत्र को ग्रिड स्क्वायर द्वारा क्षैतिज तल प्रस्तुत किया गया है तथा नदी प्रणाली को ग्रिड स्क्वायर की सीमाओं पर अध्यारोपित किया गया है 'शी' (एस0एच0ई0) प्रोग्राम में प्रत्येक प्रक्रम को पृथक निदर्श अवयव के रूप में हल किया गया है। पृथक अवयवों का समन्वयन एवं समानान्तर धावन एक फ्रेम अवयव द्वारा नियंत्रित किया गया है। इसका अर्थ है कि प्रक्रम अवयवों को संयोजन में एवं/अथवा स्वतंत्र रूप से लागू किया जा सकता है। विभिन्न अवयवों के प्रक्रमों को जटिलता के विभिन्न स्तरों पर निदर्शन किया जा सकता है तथा इसकी सरलतम अवस्था में किसी अवयव को डमी अवयव द्वारा बदला जा सकता है, जिससे डिफाल्ट सीमा अवस्थाएं (प्रवाह एवं स्तर) की उल्लिखित रहती है तथा जो अन्य अवयवों को स्थानान्तरित कर दी जाती है। इससे प्रक्रम में बहुत अधिक लचीलापन आ जाता है और एकल अंतर्प्रवाह स्तम्भ अनुकरण से लेकर जटिल जलग्रहण क्षेत्र तक में

'शी' का अनुप्रयोग किया जा सकता है। 'शी' निदर्श की विज्ञान तथा जलविज्ञान संबंधी स्थानिक परिवर्तनों की गणना करने की क्षमता ने इसे पारम्परिक स्थानीकृत जल ग्रहण निदर्शो से अधिक उपयुक्त बना दिया है।

जल संग्रह क्षेत्र में स्थलाकृतिक उदविक्षेप का स्थानिक विवरण मृदा प्रकार, भूमि उपयोग तथा डाटा फाइलों में वर्षा केन्द्रों हेतु आधार तैयार करने के लिए अभिकलन ग्रिड नेटवर्क तथा चैनल पद्धति स्थापित की गयी है। मूल नेटवर्क 1 किमी X 1 किमी ग्रिड वर्ग में तैयार किया गया था, लेकिन ऐसी घनी निश्चित पद्धतियों से संबंधित भारी अभिकलन आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए अनुकरण कार्य हेतु इसे 2 किमी X 2 किमी ग्रिड वर्ग के व्यूह (एरे) में परिवर्तित किया गया है । चूंकि जलसंग्रह क्षेत्र के लिये मिट्टी एवं वनस्पतियों के गुण धर्मो के प्रत्यक्ष आमापन उपलब्ध नहीं थे, अतः आस-पास के क्षेत्रों के साहित्य से ली गयी सूचनाओं का उपयोग करते हुए प्राचलों का मूल्यांकन किया गया। भूमि के तीन उपयोगों (वनों, कॉफी रोपण तथा असिंचित फसल भूमि) और दो प्रकार की मिट्टियों (लाल दुमट मिट्टियां तथा लाल रेती की मिट्टियां) की पहचान कर ली गयी। निचली भूमि, अर्ध पहाड़ी तथा पहाड़ी क्षेत्रों हेतु मृदा गहराई की तीन श्रेणियों की पहचान की गयी तथा स्थलाकृतिक मानचित्रों से विवरण प्राप्त किया गया। यद्यपि समग्र रूप से केवल एक मृदा धारण वक्र का उपयोग किया गया।

निदर्श का मान्यकरण एवं अंशशोधन, भौतिक ताक्रिकता के आधार पर और जलसंग्रह क्षेत्र की अपवाह प्रतिक्रिया में परिवर्तन को ध्यान में रखते हुए किया गया था। कुछ प्राचलों में थोड़ा सा संशोधन करके वर्ष 1975-77 की अवधि के लिए अंशशोधन किया गया तथा अधिभौम जल धरातल के प्रारम्भिक स्तर के आधार पर 1978-80 की अवधि के लिए जलालेख मान्यकरण किया गया। सामान्यतः प्रेक्षित एवं अनुकारित परिणामों में अच्छा तालमेल था। निदर्श संरचनात्मक प्राचलों, प्रवाह प्रतिरोध, असंतृप्त प्रवाह प्रांचल, संतृप्त प्रांचल एवं वर्षा के स्थानिक वितरण की अनुकारित जलवैज्ञानिक प्रवृति के प्रति संवेदनशीलता का अध्ययन करने के लिए जल संग्रह क्षेत्र का संवेदनशीलता विश्लेषण भी किया गया।

'शी' निदर्श द्वारा कोलार जलसंग्रह क्षेत्र का अनुकारण अध्ययन

कोलार उप जलसंग्रह क्षेत्र, उन जल संग्रह क्षेत्रों में से एक है जिनका चयन, शी (एस.एच.ई.) निदर्श का उपयोग करके, अनुकारण करने हेतु किया गया है। इस जलसंग्रह क्षेत्र के अनुकारण का प्रथम चरण 1989 में पूरा हो जाने के पश्चात, यह अनुभव किया गया कि यदि निदर्श हेतु प्राचल आधार के सुधार को ध्यान में रखते हुए फील्ड अन्वेषण कार्यक्रम आरम्भ किया जाए तो अनुकारण परिणामों में सुधार किया जा सकता है। इस प्रतिवेदन में, जनवरी 1990 के दौरान किये गये फील्ड अन्वेषणों के परिणामों के आधार पर कोलार जल संग्रह क्षेत्र के अनुकारण का विवरण दिया गया है।

उपलब्ध आंकड़ों एवं प्रक्रमण के आधार पर अध्ययन क्षेत्र का संक्षिप्त विवरण प्रस्तुत किया गया है। फील्ड अन्वेषणों तथा प्रयोगशाला विश्लेषण का सारांश भी दिया गया है। कोलार जलसंग्रह क्षेत्र के लिए निदर्श के अंशांकन व वैधकरण पर चर्चा की गयी है। निदर्श वैधकरण के परिणाम तर्क संगत है। यद्यपि निस्सरण कुछ मामलों में अनुमान से अधिक तथा कुछ मामलों में अनुमान से कम है, फिर भी कुल मिलाकर,

आंकड़ों की उपलब्धता और विश्वसनीयता के अनुसार, परिणाम संतोषजनक है। निदर्श के निष्पादन की तुलना पूर्व अध्ययनों से प्राप्त अनुकारण परिणामों से भी की गयी है।

त्रुटिपूर्ण आंकडों के प्रति निदर्श के परिणामों की संवेदनशीलता निर्धारित करने के लिए संवेदनशीलता विश्लेषण किया गया। इससे पता लगा कि निदर्श परिणाम, मृदा की गहराई, वर्षा की मात्रा तथा संभाव्य वाष्पन के प्रति बहुत संवेदनशील है।

सिंचाई सेच्य क्षेत्र के अध्ययनों में 'शी' का अनुप्रयोग

हमारे देश में सिंचाई विकास को कृषि उत्पादन में हो रही वृद्धि में एक महत्वपूर्ण कारक के रूप में स्वीकार किया जा चुका है। सातवीं पंचवर्षीय योजना के अंत तक सिंचित क्षेत्र बढ़कर लगभग 77.0 मिलियन हेक्टेअर तक हो जाने की सम्भावना है, जबकि 1950-51 में, देश में कुल सिंचित क्षेत्र 22.6 मिलियन हेक्टेअर था। विश्वसनीय आकलनों के अनुसार आठवीं पंचवर्षीय योजना में अतिरिक्त 10 मिलियन हेक्टेअर क्षेत्र में सतही जल से तथा 10 मिलियन हेक्टेअर क्षेत्र में भूजल से, सिंचाई क्षमता बढ़ाने का विचार है। सिंचाई क्षेत्र में व्यापक विकास के साथ-साथ सिंचाई सेच्य क्षेत्र में कुछ समस्याएं भी उत्पन्न हुई हैं। इनमें जलग्रसन एवं मृदा लवणता अधिक महत्वपूर्ण है। सिंचाई मंत्रालय (अब जल संसाधन मंत्रालय) के कार्यकारी दल के प्रतिवेदन के आधार पर किये गये आकलनों से संकेत मिलते हैं कि 41 बड़े व 8 छोटे सेच्य क्षेत्रों में, 0.743 मिलियन हेक्टेअर क्षेत्र जलग्रसन द्वारा तथा 0.718 मिलियन हेक्टेअर क्षेत्र मृदा लवणता तथा क्षारता द्वारा प्रभावित हुआ है।

जलवैज्ञानिक संगणककृत निदर्शन तंत्र पर यूरोपीय आर्थिक समुदाय (ई.ई.सी.) द्वारा वित्त पोषित परियोजना ए एल ए/86/19 के कार्यक्रमानुसार, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की को शी (एस.एच.ई.) निदर्श हस्तांतरित किया गया था। इसके फील्ड अनुप्रयोग के अंतर्गत, निदर्श का सिंचाई अध्ययनों में अनुप्रयोग किया गया। मध्य प्रदेश में बरना परियोजना के सेच्य क्षेत्र को सिंचाई अनुप्रयोग हेतु चुना गया । चूंकि सम्पूर्ण सेच्य क्षेत्र का निदर्शन समय एवं आंकड़ा अर्जन की दृष्टि से व्यवहारिक नहीं था अतः अनुकारण अध्ययनों के लिए तीन विभिन्न स्तरों पर, सिंचाई क्षेत्र के कल्पित ढांचों का प्रयोग किया गया।

प्राप्त परिणामों से संकेत मिलता है कि यह निदर्श सिंचाई से सम्बद्ध प्रक्रमों, यथा - आर्द्रता एडवांसमेंट फ्रंट, मृदा कालम में जलांश के उर्ध्वाधर संचलन तथा बदलते हुए वानस्पतिक प्राचलों का सिंचाई आवश्यकता पर प्रभाव, का पूर्णतया निदर्शन कर सकता है। अधिक प्रयास करने पर इन अध्ययनों से सिंचाई प्रत्यागम प्रवाह का आकलन भी किया जा सकता है। कुल क्षेत्र में मृदा जलांश स्थिति के अनुसार सिंचाई करना पर्याप्त सस्ता हो सकता है परन्तु शायद यह व्यवहारिक नहीं होगा । इसी शी (एस.एच.ई.) निदर्श के अनुप्रयोग की कुछ मर्यादायें हैं, जैसे - व्यापक आंकड़ों की मांग तथा परिष्कृत संगणक तंत्र की आवश्यकता, आदि। फिर भी, स्रोत उपलब्ध होने पर, सिंचाई सेच्य क्षेत्र की जलग्रसन एवं जलनिकास जैसी महत्वपूर्ण समस्याओं का निराकरण खोजने के लिए (एस.एच.ई.) निदर्श द्वारा मार्गदर्शी अध्ययन किये गये सकते है।

मच्छू नदी के बेती उप जलसंग्रह क्षेत्र में 'शी' निदर्श का अनुप्रयोग

'शी' निदर्श (सिस्टम हाइड्रोलोजिक यूरोपियन) एक निर्धारणात्मक, व्यापक एवं मूर्त (Physically Based) जलवैज्ञानिक निदर्शन पद्धति है क्योंकि इससे द्रव्यमान, संवेग या ऊर्जा संरक्षण की आंशिक अवकल समीकरण के परिमित अन्तर (Finite Difference) के निरूपण (Representation) द्वारा या स्वतंत्र प्रायोगिक अनुसंधान से प्राप्त आनुभविक समीकरणों द्वारा, जल संचलन के जलवैज्ञानिक प्रक्रमों का निदर्शन किया जाता है। आवाह प्राचलों के स्थानिक वितरण, वर्षा इनपुट एवं जलवैज्ञानिक प्रतिक्रिया का पता, क्षैतिज रूप में, एक लम्बिक ग्रिड नेटवर्क द्वारा तथा ऊर्ध्व रूप में, प्रत्येक ग्रिड वर्ग (स्क्वायर) पर क्षैतिज परतों के स्तम्भ द्वारा लगाया जाता है। नदी की वाहिकाएं ग्रिड वर्ग (स्क्वायर) परिसीमा पर अध्यारोपित की जाती हैं ।

शी पद्धति में जलीय चक्र की भू प्रावस्था के मूल प्रक्रमों का प्रतिनिदर्शन, अलग-अलग घटकों में किया जाता है; यथा अन्तरोधन (Interception); रूटर की गणना प्रक्रिया द्वारा; वाष्पन; पेनमेन-मोन्टीथ समीकरण द्वारा या क्रिसटेंसन व जेन्सन (1975) द्वारा विकसित विधि द्वारा; भूपृष्ठ एवं वाहिका प्रवाह सेंट वेनेन्ट की समीकरणों के साधारणीकरण द्वारा; संतृप्त क्षेत्र प्रवाह, द्वि आयामी बेसिनेस समीकरण द्वारा तथा हिम गलन, ऊर्जा बजट विधि या डिग्री डे विधि द्वारा।

प्रस्तुत अध्ययन, मच्छू नदी की बेती उपजल संग्रह क्षेत्र में शी मॉडल के अनुप्रयोग पर किया गया है। स्थलाकृतिक ऊंचाई, मृदा प्रकार, भू उपयोग एवं वर्षा केन्द्रों के स्थानिक वितरण हेतु आधार तैयार करने के उद्देश्य से जल संग्रह क्षेत्र के लिए, संगणनात्मक ग्रिड नेटवर्क एवं वाहिका तंत्र स्थापित किया गया। 2 किमी X 2 किमी आकार के ग्रिड के लिए अध्ययन किये गये है। चूंकि मृदा एवं वनस्पति प्राचलों के वास्तविक मान उपलब्ध नहीं थे, इनके निदर्शन प्राचलों का मूल्यांकन आस-पास के क्षेत्रों के सम्बन्ध में उपलब्ध अद्यतन साहित्य से प्राप्त सूचना के आधार पर किया गया। इस प्रतिवेदन में, शी मॉडल की महत्वपूर्ण विशेषताएं, आंकड़ों की उपलब्धता, इसका प्रक्रमण, समायोजन (Celibration) तथा मान्यकरण (Validation) और साथ ही अध्ययन के दौरान किये गये संवेदनशीलता विश्लेषण का उल्लेख किया गया है।

हेमवती जल संग्रह क्षेत्र में सकलेशपुर तक डब्लू.एच.ई.सी.-1 का अनुप्रयोग

यह अध्ययन कावेरी नदी की हेमवती जलसंग्रह क्षेत्र मेंसकलेशपुर तक एच.ई.सी.-1 निदर्श के अनुप्रयोग पर किया गया है। यह जल संग्रह क्षेत्र कर्नाटक के दक्षिण-पश्चिमी भाग में 12°55' एवं 13°11' उत्तरी अक्षांश तथा 75°29' एवं 75°51' पूर्वी देशांतर के मध्य स्थित है जिसके अन्तर्गत चिकमगलूर व हासन जिलों के कुछ क्षेत्र आते है। हेमवती नदी सकलेशपुर स्थित जल संसाधन विकास संगठन (डब्लू.आर.डी.ओ.) के प्रमापन स्थल तक 600 वर्ग किमी क्षेत्र का जल संग्रह है तथा प्रमापन स्थल तक मुख्य नदी की लम्बाई लगभग 55.5 किमी है।

1978 से 1980 तक के परम्परागत जलवैज्ञानिक आंकड़े जैसे वर्षा के दैनिक एवं घंटेवार आंकड़े तथा निस्सरण के तीन घन्टेवार आंकड़े उपलब्ध हैं और निदर्श समायोजन व मान्यकरण हेतु इनका उपयोग किया जा रहा है। स्थलाकृतिक विवरण भारतीय सर्वेक्षण की टोपोशीट से लिये गये थे।

इस अनुप्रयोग अध्ययन में, चरम बाढ़ के अनुकारण हेतु एच ई सी-1 मॉडल का सफलतापूर्वक उपयोग किया गया है। विविध निदर्श प्राचलों जैसे -संकेंद्रण अवधि, संचयन गुणांक, क्षति दर तथा अन्य प्राचलों का मूल्यांकन किया गया और इन्हें जल संग्रह क्षेत्र के लिए निर्धारित किया गया। अनुकारण परिणामों ने धारा प्रवाह आयतनों, प्रवाह चरम प्रवाह एवं जलालेख का अच्छा पुन:प्रतिरूपण दर्शाया ।

मच्छू-II जलाशय हेतु बाढ़ पूर्वानुमान प्रणाली

जल संसाधनों के कार्यकुशल उपयोग के लिए आवश्यक है कि जलाशयों का प्रचालन विवेकपूर्ण एवं वैज्ञानिक ढंग से किया जाए। जलाशयों के समुचित नियमन से, जलाशयों से होने वाले लाभ में वृद्धि होने के साथ-साथ बाढ़ से होने वाली हानि में महत्वपूर्ण कमी हो सकेगी। इसी उद्देश्यों से सिंचाई विभाग, गुजरात सरकार ने मच्छू नदी जलसंग्रह क्षेत्र में स्थित मच्छू-II बांध के लिए जलाशय प्रचालन मैनुअल तैयार करने हेतु, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान रूड़की से एक अनुबंध किया। यह कार्य परामर्शी परियोजना के रूप में लिया गया है।

इस प्रतिवेदन में, मच्छू-II बांध के बाढ़ नियंत्रण नियमन के लिए बाढ़ पूर्वानुमान योजना के विकास का उल्लेख किया गया है। इस अध्ययन में प्रयुक्त जलसंग्रह क्षेत्र का विस्तृत वर्णन तथा आंकड़े यहां प्रस्तुत किये गये है। जलसंग्रह क्षेत्र के लिए वास्तविक समय पूर्वानुमान निदर्श प्रयुक्त किया गया और प्रेक्षित तथा अनुकारित निस्सरण के लिए यथासम्भव मेल प्राप्त करने हेतु प्राचलों को समायोजित किया गया है। बाढ़ नियमन हेतु मच्छू-II जलाशय के अन्त:प्रवाह के पूर्वानुमान के लिए एक साफ्टवेयर विकसित किया गया है। इस निदर्श द्वारा एक घंटा, दो घन्टे तथा तीन घन्टे के पूर्वानुमान भी जारी किये गये। निदर्श का विस्तृत विवरण तथा परिणाम इस प्रतिवेदन में प्रयुक्त किये गये है।

टैंक निदर्श द्वारा शारदा नदी का जलविज्ञानीय निदर्शन

उपलब्ध जलसंसाधनों के प्रबंधन के लिए जलवैज्ञानिक निदर्शन अत्यन्त आवश्यक है। आजकल, जबकि जल एक दुर्लभ संसाधन है, नदी के प्रवाह का अनुकारण अपरिहार्य है। इस प्रतिवेदन में पूर्वी घाट में शारदा नदी का निदर्शन का प्रयास किया गया है ताकि क्षेत्र में नदी प्रवाह के समुचित प्रबंधन हेतु इन परिणामों को प्रयुक्त किया जा सके। सीमित आंकड़ा उपलब्धता को ध्यान में रखते हुए, शारदा नदी के निदर्शन के लिए टैंक निदर्श का चयन किया गया है। शारदा नदी का जलग्रहण क्षेत्र पूर्वी घाट में अनकपल्ली तक 1980 वर्ग· किमी में फैला है।

शारदा नदी पूर्वी घाट की ऊंची पहाड़ियों से निकलकर, उत्तर से दक्षिण की ओर 140 किमी से भी अधिक तक बहती है और कुछ सहायक नदियों के जल को समेटती हुई अन्त में विशाखापत्तनम से 60 किमी. दक्षिण पूर्व में, बिना किसी डेल्टा के, बंगाल की खाड़ी में मिल जाती है। इसका जलनिकास पैटर्न द्रुमाकृतिक प्रकार का है।

जलवैज्ञानिक निदर्शन से प्राप्त परिणामों से पता चला है कि शारदा नदी के प्रवाह के लिए टैंक निदर्श सर्वथा उपयुक्त है। इसे निरन्तर धारा प्रवाह के अनुकारण के उद्देश्य से प्रयुक्त किया जा सकता है। सम्पूर्ण प्रवाह का भी अपेक्षित स्तर तक अनुकारण किया जा सकता है फिर भी पृथक घटनाओं के अनुकारण में टैंक निदर्श को प्रयुक्त करते समय सावधानी बरती जानी चाहिए।

कोलार उप जलसंग्रह क्षेत्र में परिघटना आधारित वितरित वर्षा-अपवाह निदर्श के उपयोग द्वारा बाढ़ जलालेख अनुरुपण

सामान्यत: परिघटना आधारित पिण्डित निदर्श सम्पूर्ण जलग्रहण क्षेत्र में एकरूप वर्षा अर्थात स्थानिक वर्षा के औसत पर आधारित होता है। अत: मध्यम आकार के अथवा बड़े जलग्रहण क्षेत्रें में स्थानिक वर्षा परिवर्तनशीलता की गणना इस निदर्श द्वारा सम्भव नहीं है। राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान द्वारा एक परिघटना आधारित वितरित वर्षा-अपवाह निदर्श विकसित किया गया है। यह निदर्श वर्षा की स्थानिक परिवर्तनशीलता पर विचार करता है और यह असमान वर्षा वाले जलग्रहण क्षेत्रों में अतिशय वर्षा-प्रत्यक्ष सतही अपवाह प्रक्रिया के अनुरुपण में बहुत उपयोगी है। उदाहरणस्वरुप ऐसे जलग्रहण क्षेत्र हैं; पर्वतीय जलग्रहण क्षेत्र अथवा अधिक विस्तृत जलग्रहण क्षेत्र, जहां सम्पूर्ण क्षेत्र में एक समान वर्षा नहीं होती है।

इस निदर्श की संरचना बहुत सरल है। इसमें सम्पूर्ण जलग्रहण क्षेत्र को कुछ समकालिक क्षेत्रों में बांटा जाता है। इनमें से प्रत्येक क्षेत्र में होने वाले प्रत्यक्ष सतही अपवाह को प्रत्येक क्षेत्र के गमन काल के अनुसार समुचित रुप से काल क्रमानुसार रखा जाता है तत्पश्चात इन्हें प्रत्यक्ष सतही अपवाह जलालेख तैयार करने हेतु अध्यारोपित किया जाता है । इस जलालेख को, संचयन गुणांक युक्त एकल रेखीय जलाशय के अनुरुप ढाला जाता है। इस निदर्श में दो प्राचल हैं; सांद्रण समय और संचयन गुणांक । रोजेनब्रोक इष्टतमीकरण तकनीक के साथ जांच और भूल विधि को अपनाकर, इन प्राचलों का अंशाकन किया जाता है। अंशाकन के दौरान, निदर्श को सांद्रण समय के विविध जांच मानों के लिए, प्रयुक्त किया जाता है और रोजेनब्रोक इष्टतमीकरण तकनीक द्वारा संगत संचयन गुणांक निर्धारित किया जाता है। सान्द्रण समय एवं अपवाह गुणांक के मानों के सेट का चयन किया जाता है, जो कि प्रेक्षित जलालेख का अधिक अच्छा पुन:प्रदर्शन करता है। इस अध्ययन में, निदर्श को नर्मदा नदी तंत्र की कोलार उपजलसंग्रह क्षेत्र में प्रयुक्त किया गया है। निदर्श द्वारा प्रदत्त अनुरुपण परिणामों के आधार पर इसे एक सर्वथा स्वीकार्य व संतोषजनक निदर्श कहा जा सकता है। साथ ही अतिशय वर्षा के अभिकलन की अन्य विधियों को इसमें समाहित कर और अधिक उपयोगी बनाया जा सकता है। इस निदर्श को बहुत अधिक आंकड़ों की आवश्यकता नहीं पड़ती और इसका निर्माण बहुत ही सरल है। इस निदर्श को, अभिकल्पन बाढ़ अध्ययनों में, अपवाह रिकार्ड में लघुअवधि अन्तरालों को भरने में जलाशय अन्त:प्रवाह पूर्वानुमान अध्ययनों में; अपवाह रिकार्ड के विस्तार में, तथा बाढ़ के वास्तविक समय के पूर्वानुमान आदि में प्रयुक्त किया जा सकता है। इस निदर्श को और अधिक भारतीय जलग्रहण क्षेत्रों में प्रयुक्त करने पर इसकी क्षमता तथा उपयोगिता का विश्वस्त स्वरूप सामने आ सकेगा।

4X4 टैंक निदर्श द्वारा सकलेशपुर में हेमवती का दैनिक अपवाह अनुरूपण

सकलेशपुर में, हेमवती के दैनिक वर्षा अपवाह विश्लषण के लिए 4X4 टैंक निदर्श संरचना के अंशाकन एवं परीक्षण में प्रो0 सुगवारा द्वारा आर्द्रताविहीन जलसंग्रह क्षेत्रों के लिए सुझाई गई विधियों को अपनाया गया। यह निदर्श सकलेशपुर में, शुष्क एवं नम दोनों अविधियों में, कुछ उच्च चरमों के अतिरिक्त हेमवती के दैनिक अपवाह के अनुरूपण में सक्षम पाया गया।

कोलार उपजलसंग्रह क्षेत्र में डब्लू.ए.एच.एस. निदर्श का अनुप्रयोग

जलपरिक्षेत्र जलविज्ञान अनुरुपण निदर्श (डब्लू.ए.एच.एस.) एक अर्ध अवधारणात्मक परिघटना पर आधारित निदर्श है जो कि किसी नदी जलसंग्रह क्षेत्र की वर्षा–अपवाह परिघटनाओं का अनुरुपण अपने भूआकृति वैज्ञानिक प्राचलों द्वारा करता है । यह एक द्वि–प्राचली निदर्श है और यह मानता है कि भारी वर्षा का प्रत्यक्ष अपवाह में रुपांतरण रैखिक एवं काल निश्चर होता है। यह निदर्श भूआकृति वैज्ञानिक विधि प्रयुक्त करके, जलसंग्रह क्षेत्र के तात्क्षणिक एकक जलालेख (IUH) का अभिकलन करता है और डी.एस.आर.ओ. (DSRO) की गणना तात्क्षणिक एकक जलालेख (IUH) को वर्षालेख के साथ संचलन द्वारा करता है।

इस प्रतिवेदन में कोलार उपजलसंग्रह क्षेत्र में सतराना में डब्लू.ए.एच.एस. निदर्श का अनुप्रयोग करके इसका अंशांकन और वैधकरण किया गया। इस कार्य के लिए कुल छः परिघटनाएं चुनी गयीं और उन्हें दो वर्गो में बांटा गया। निदर्श का अंशांकन पहले वर्ग की परिघटनाएं प्रयुक्त करके किया गया और शेष परिघटनाओं का परीक्षण किया गया। अध्ययन के परिणामों से संकेत मिलता है कि निदर्श बाढ़ जलालेख के शिखर एवं आकार के उपयुक्त पूर्वानुमान में सक्षम है।

अध्याय – 4 हिम जल विज्ञान

आखनूर में हिम एवं हिमनद का चेनाब नदी को योगदान

हिमालय से निकलने वाली सभी हिमालयी नदियों में हिम एवं हिमनद गलन का महत्वपूर्ण अंशदान रहता है और इस क्षेत्र में जल संसाधनों के विकास की आवश्यकता है। हिम एवं हिमनद से प्राप्त जल नदियों को वर्षभर प्रवाहित रखता है। इस अध्ययन में आखनूर में चेनाब नदी के वार्षिक प्रवाह में हिम एवं हिमनद गलन अपवाह के औसतन अंशदान का आकलन किया गया है। इस कार्य के लिए जल संतुलन विधि को अपनाया गया है। जलसंग्रह क्षेत्र का 10 वर्ष की अवधि (अक्तूबर 1982-सितम्बर 1992) के लिए कुल जल बजट बनाया गया। जलसंग्रह क्षेत्र के कुल वार्षिक इनपुट के अभिकलन में 24 केंद्रो के दैनिक वर्षा आंकड़ों को उपयोग में लाया गया तथा आखनूर प्रमापन स्थल पर प्रवाह आंकड़ों का उपयोग 10 वर्षो की अवधि के प्रवाह की कुल वार्षिक मात्रा के अभिकलन में किया गया। उक्त अवधि के वाष्पन-वाष्पोत्सर्जन क्षयों का आकलन किया गया है। जलसंग्रह क्षेत्र में वाष्पन-वाष्पोत्सर्जन क्षय केवल हिम विहीन क्षेत्र में देखा गया तथा हिमाच्छादित क्षेत्र पर वर्षा से होने वाला वाष्पन क्षय बहुत कम पाया गया। उक्त अवधि के लिए, उपग्रह आंकड़े प्रस्तुत करके जलसंग्रह क्षेत्रों में हिमाच्छादित क्षेत्रों का निर्धारण किया गया । जलसंग्रह क्षेत्र में हिमाच्छादित क्षेत्रों की परिवर्तनशीलता का भी अध्ययन किया गया। आखनूर में, नदी के प्रवाह में हिम एवं हिंमनद गलन का योगदान 49.10% रहता है और शेष वर्षा द्वारा प्रवाहित जल रहता है ।

देवप्रयाग में हिम एवं हिमनद का गंगा नदी को योगदान

हिमालय से निकलने वाली सभी नदियों में हिम और हिमनदगलन अपवाह का महत्वपूर्ण योगदान है और इस क्षेत्र में जल संसाधनों का विकास किया जाना आवश्यक है। हिम एवं हिमनद से प्राप्त जल के कारण ये नदियां वर्ष भर प्रवाहित रहती हैं। इस अध्ययन में गंगा नदी में, देवप्रयाग में हिम एवं हिमनद गलन अपवाह के योगदान का आकलन किया गया है। इस कार्य के लिए जल संतुलन विधि को अपनाया गया है। जल संग्रह क्षेत्र का 10 वर्षो की अवधि (अक्तूबर 1982-सितम्बर 1992) का कुल बजट बनाया गया। जल संग्रह क्षेत्र के कुल वार्षिक इनपुट के आकलन के लिए 12 केंद्रों के दैनिक वर्षा आंकड़े प्रयुक्त किये गये ओर 10 वर्षो की अवधि के प्रवाह की कुल वार्षिक मात्रा की गणना देवप्रयाग प्रमापन स्थल पर प्रवाह आंकड़े प्रयुक्त करके की गयी। उक्त अवधि के लिए वाष्पन–वाष्पोत्सर्जन क्षय आकलित किये गये है। जल संग्रह क्षेत्र में वाष्पन–वाष्पोत्सर्जन क्षय केवल हिमविहीन क्षेत्र में देखा गया तथा हिमाच्छादित क्षेत्र पर वर्षा से होने वाला वाष्पन क्षय बहुत कम पाया गया। उक्त अवधि के लिए उपग्रह आंकड़े प्रयुक्त करके जलसंग्रह क्षेत्र में हिमाच्छादित क्षेत्र का निर्धारण किया गया। जलसंग्रह क्षेत्र के हिमाच्छादित क्षेत्रों की परिवर्तनशीलता का भी अध्ययन किया गया। देवप्रयाग में गंगा नदी के वार्षिक प्रवाह में हिम एवं हिमनद गलन अपवाह का औसत योगदान 28.6 प्रतिशत रहता है और शेष वर्षा द्वारा प्रवाहित जल रहता है।

अध्याय – 5 जल विज्ञान में सुदूर संवेदन का अनुप्रयोग

सुदूर संवर्ती आंकड़ों का प्रयोग करते हुए उपरि यमुना जलसंग्रह क्षेत्र का भूमि प्रयोग मानचित्रण

सुदूर संवर्ती तकनीक किसी वस्तु एवं उसकी दशा को उसके विद्युत चुंबकीय हस्ताक्षरों के द्वारा पहचानने तथा वर्गीकृत करने की खोज करती है। सुदूर संवर्ती तकनीक भूमि सतह आच्छादन के अभिनिर्धारण में सबसे अच्छी मदद कर सकती है तथा इसका प्रयोग संभाव्य अपवाह, अंत:स्यन्दन, संभाव्य वाष्पन आदि जलविज्ञानीय विशेषताओं का अनुमान लगाने में भी होता है। इस अध्ययन में लैडसेट उपग्रह से प्राप्त चित्र के निरूपण द्वारा तेजावाला तथा उपरि यमुना जलसंग्रहण क्षेत्र का भूमि प्रयोग मानचित्र तैयार किया गया है। दो प्रयोगिक क्षेत्रों की भूमि प्रयोग विशेषताओं को वर्गीकृत करने के लिए सी.सी.टी. आंकड़ों का अंकीय विश्लेषण किया गया है। क्षेत्र की भूविज्ञान, मृदा, भूआकारिकी तथा निकासी पैटर्न से सम्बन्धित सूचनाओं को भी एकत्र किया गया है।

ऊपरी यमुना जलसंग्रह क्षेत्र पूर्वी देशान्तर 77°00' से 78°40' तथा उत्तरी देशान्तर में 30°15' से 31°30' के बीच स्थित है। यमुना नदी उत्तर प्रदेश के टिहरी गढ़वाल जिले में यमुनोत्री हिमनद से उत्पन्न होती है। यमुना, टोन्स, गिरी तथा आसान नदियां यमुना की मुख्य सहायक नदियाँ है जो मिलकर ऊपरी यमुना जलसंग्रह क्षेत्र बनाती है। यह निचले हिमालय, दून घाटी तथा शिवालिक की भूआकृतिक पटरी में स्थित है।

अध्ययन क्षेत्र चार लैडसैट इमेजरीज के अन्तर्गत आता है: 157-039, 157-038, 158-039, 158-038 ।

जलविज्ञानीय पहलुओं को ध्यान में रखते हुए ऊपरी यमुना जलसंग्रह क्षेत्र का भूमि प्रयोग वर्गीकरण किया गया है। लैंडसैट इमेजरी के दृश्य निरूपण तथा सी.सी.टी. आंकड़ों के अंकीय प्रक्रमण द्वारा क्षेत्र के भूमि प्रयोग को विभिन्न निम्न श्रेणियों में बाँटा गया है:

1. सघन वन
2. तनु वन
3. वृक्षों के विरल स्तम्भ, कृषि योग्य मैदान तथा संघटित क्षेत्र के साथ अनउपजाऊ भूमि
4. कृषित क्षेत्र
5. हिम
6. नदी वाहिकाएं

आसन नदी उप जलसंग्रह क्षेत्र तथा गिरी नदी उप जलसंग्रह क्षेत्र के प्रायोगिक स्थलों का अंकीय प्रक्रमण द्वारा विश्लेषण किया गया। एम.एस.एस. 2/एम.एस.एस. 4 बैड अनुपात का प्रयोग करके सूर्य की छाया के प्रभाव को कम से कम किया गया। आसन नदी उप जलसंग्रह क्षेत्र के लिए दृश्य निरूपण तथा अंकीय प्रक्रमण का अन्तर काफी कम है लेकिन गिरी नदी उप जलसंग्रहण क्षेत्र के लिए छाया के कारण यह अन्तर अधिक है।

तैयार किये गये निकासी मानचित्र से धारा क्रम तथा द्विशाखन अनुपात का मूल्यांकन यह संकेत करता है कि निक़ासी प्रतिरूप के विकृत होने में भूमि निर्माण तल का कोई प्रभाव नहीं है तथा इससे जलालेख न तो तीव्र होगा तथा न ही उसमें विस्तारित प्रवाह चरम होगा ।

सुदूर संवेदन के अनुप्रयोग द्वारा महानदी के बाढ़ मैदान का मानचित्रण

मानव का अपने अस्तित्व के आरम्भ से ही बाढ़ के साथ सम्बन्ध रहा है। नदियों के बाढ़ मैदानों में मनुष्य की बढ़ती हुई गतिविधियां भी बाढ़ को प्रभावित करती हैं। बाढ़ से सुरक्षा कार्यो पर महत्वपूर्ण निवेश के बावजूद बाढ़ से सम्पत्ति तथा जीवन का विनाश निरन्तर बढ़ता जा रहा है। ये सुरक्षा कार्य, मुख्यत: प्रकृति में संरचनात्मक कार्य, बाढ़ मैदानों में निरन्तर विकास की गति बनाए रखने में असफल रहे हैं। इस कारण से संरचनात्मक कार्यो द्वारा पृथक करने की अपेक्षा, बाढ़ मैदानों का, प्रयोगों की व्यवस्था तथा नियमन के बीच एकीकरण ही बाढ़ से हानि को कम करने हेतु एक उचित विधि होगी।

इस प्रयत्न में पहला कदम बाढ़ मैदान की सीमाओं तथा उन मुख्य नदियों के अन्य सहायक आकृतियों का मानचित्रण करना है जो कि साधारणतया बाढ़ की चपेट में आती हैं। पारम्परिक विधि द्वारा मानचित्रण समय नष्ट करने वाली तथा खर्चीली प्रक्रिया है। सुदूर संवेदन तकनीक, विशेषत: उपग्रह के आने के बाद, बाढ़ मैदान आकृति तथा आप्लावित क्षेत्र का चित्रण एक निश्चित समय में तथा मूल्य प्रभावित ढ़ंग से करने में बहुत ही उपयोगी सिद्ध हो चुकी है।

महानदी जलसंग्रह क्षेत्र में लैंडसैट आंकड़ों का प्रयोग करते हुए बाढ़-मैदान के चित्रण की प्रक्रियाओं तथा परिणामों का इस प्रतिवेदन में वर्णन किया गया है। अध्ययन का क्षेत्र हीराकुण्ड बांध के अनुप्रवाह से लेकर नदी के बंगाल की खाड़ी से मिलने के स्थान तक है। बाढ़ मैदान सीमायें तथा अन्य आकृतियां जैसे कि धारायें, नदी तटबंध, सूखी वाहिकायें, अवसाद निक्षेप, आदि का चित्रण तथा वर्णन 1:250,000 के पैमाने पर आधारित मानचित्र पर किया गया है।

उपग्रह आंकड़ों द्वारा इलाहाबाद तथा बक्सर के बीच गंगा नदी के विशिष्ट गुणों का सुदूर संवेदन अध्ययन

नदी के गुण, वाहिका विन्यास, वाहिका व्यामिती (अनुप्रस्थ काट आकार) तल आकृती तथा परिच्छेदिका गुण सहित नदियों की संरचना तथा आकृति से संबधित होते है । जल निस्सरण तथा उसकी गति, अवसाद भार, अवसाद मात्रा एवं अवसाद गुण व तल तथा किनारे की बनावट और अन्य कारण समय के साथ वाहिका आकार को परिवर्तित करते रहते है । पारस्परिक संबंध रखने वाले अनेक कारण अपरदन क्रिया को नियंत्रित करते है जिसके कारणवश अपरदन प्रक्रिया के बारे में निश्चितता से कोई ऐसी भविष्यवाणी नहीं की जा सकती कि भविष्य में कब और कहां और कितना अपरदन होगा ।

नदी के गतिक आचरण के अध्ययन हेतू परम्परागत भूमि आधारित यंत्रों का उपयोग न सिर्फ खर्चिला है अपितु नष्ट करने वाला भी है । इनकी मुख्य असुविधा यह है कि यह केवल एक स्थान पर ही माप लेते है जिससे संपूर्ण नदी को प्रतिनिधि मान लेना असंभव है । यद्यपि सुदूर संवेदन तकनीक से प्राप्त आंकड़ों समान यर्थाथ नहीं हो सकते फिर भी सुदूर संवेदन तकनीक से धरातल की अस्थिरता के बारे में वह जानकारी प्राप्त होती है जो भूमि आधारित यंत्रों से संभव नहीं है चूंकि उपग्रह किसी स्थान के बार बार चित्र लेता है इसलिए सुदूर क्षेत्रों के अथवा उन क्षेत्रों के जहां प्रवेश करना कठिन हो, धरातल परिमाप में गतिशील परिवर्तनों के अध्ययन हेतू उपग्रह से किया गया निरीक्षण विशेष तौर पर उपयुक्त होता है ।

इस प्रतिवेदन में सुदूर संवेदित आंकडों का प्रयोग करते हुए गंगा नदी के विशिष्ट गुणों की व्याख्या की गयी है । अध्ययन का क्षेत्र पूर्व देशांतर 81^{0} 45' से 84^{0} तथा उत्तर अक्षांश 25^{0} से 26^{0} के बीच स्थित है । यह क्षेत्र लैंडसैट चित्रों के चार फ्रेमों के अन्तर्गत आता है । क्षेत्र की आकृतियां जैसे धारायें, अवसादी निक्षेप आदि का चित्रण किया गया है तथा 1:250,000 के पैमाने पर नक्शा तैयार किया गया है ।

वर्तमान अध्ययन में नदी के विशिष्ट गुणों की व्याख्या करने हेतू दृश्य अर्थ तकनीक का प्रयोग किया गया है । नदी के किनारों के स्थान परिवर्तन का निर्धारण स्थलाकृतिक मान चित्रों के आधार पर किया गया है। विभिन्न बाढ़ मैदानों के क्षेत्रीय फैलाव की सीमाएं भी निर्धारित की गयी है । लवण प्रभावित क्षेत्र तथा जलग्रस्त क्षेत्र निर्धारण के लिए वर्ष 1987 के टी. एम. चित्र का आधार लिया गया है ।

साबरमती जलसंग्रह क्षेत्र का भूमि प्रयोग एवं भू आच्छादन मानचित्रण

भूमिप्रयोग तथा भू आच्छादन नदी जल संग्रह क्षेत्र के धरातल की विशेषताएं है तथा ये जलसंग्रह क्षेत्र की विभिन्न जलीय प्रक्रियाओं को प्रभावित करती है। भूमि प्रयोग तथा संरक्षण आवश्यकताओं संबंधित आंकड़ें, भूमि के गुणों को बनाये रखते हुए इसका उपयोग करने हेतु योजना बनाने में सहायक सिद्ध हो सकते है।

जल विज्ञानीय अध्ययन हेतु भूमिप्रयोग तथा भू आच्छादन बहुत महत्वपूर्ण है। ये न सिर्फ अपवाह जनन प्रक्रिया को निर्धारित करते है अपितु ये क्षेत्र की जलीय दशा तथा भू आकारिकी गुणों के भी उत्तम अप्रत्यक्ष निदर्शक है ।

भूमि प्रयोग से संबंधित समस्या के स्वरूप समझने हेतु उपग्रहीय चित्र का अवलोकन महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते है जिसका अध्ययन इस प्रतिवेदन में किया गया है। भूमि प्रयोग मानचित्रण हेतु साबरमती जलसंग्रह क्षेत्र 71°15' से 73°30' पूर्व देशांतर 22°0' से 24°45' उत्तर अक्षांश के बीच स्थित है। मानचित्रण हेतु लैंडसैट चित्र के दृश्य निरूपण तकनीक का उपयोग किया गया है।

इस प्रतिवेदन में भूमिप्रयोग अध्ययन में सुदूर संवेदित आंकड़ों के अनुप्रयोग की सम्भावना पर प्रकाश डाला गया है साथ ही बहुत से नदी जलसंग्रह क्षेत्रों में अधिक विस्तृत अध्ययन का प्रस्ताव भी रखा गया है।

उपग्रह आंकड़ों द्वारा तवी जलग्रहण क्षेत्र का भूमि प्रयोग मानचित्रण

भूमि प्रयोग तथा भू आच्छादन विभिन्न जलवैज्ञानिक परिदृश्यो जैसे, उपरिअंत:स्यंदन, स्थल प्रवाह, वाष्पन तथा अपरोधन के निर्धारण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते है। यदि किसी जलग्रहण क्षेत्र की भूमि प्रयोग/भूआच्छादन संबंधी सूचना उपलब्ध हो तो जलविज्ञान की दृष्टि से कई पहलुओं पर अध्ययन किये जा सकते हैं। इस अध्ययन में दृश्य निरूपण तथा सीसीटी (CCT) आंकड़ों के अंकीय विश्लेषण द्वारा, तवी जलग्रहण क्षेत्र का जम्मू तक, भूमि प्रयोग मानचित्र तैयार किया गया है।

इस अध्ययन हेतु नियत तवी जलग्रहण क्षेत्र 32°25' से 33°15' उत्तरी अक्षांश और 74°45' से 75°45' पूर्वी देशान्तर के मध्य स्थित है। तवी नदी, चेनाव की सहायक नदी है और कालीकुण्डी पूर्वी हिमनद से निकलती हो । यह क्षेत्र आई आर एस-1 ए के एक फ्रेम में, LISS-I डाटापथ व पंक्ति संख्या 32/44 में चित्रित हैं। दृश्य निरूपण व अंकीय प्रक्रमण के अनुसार, इस क्षेत्र में, भूमि प्रयोग की विभिन्न श्रेणियां : यथा-वनस्पति, बंजर, अपचयित, बर्फ तथा निर्मित क्षेत्र हैं। दोनों तकनीकों से प्राप्त परिणाम एकदम समान है। ये पर्यवेक्षित वर्गीकरण से प्राप्त परिणाम, अपर्यवेक्षित वर्गीकरण से प्राप्त परिणामों से अच्छे है। दृश्य एवं अंकीय प्रक्रमण के परिणामों में बहुत ही कम अन्तर पाया गया।

उपग्रह चित्र का उपयोग करते हुए तुंगभद्रा जलाशय में अवसाद वितरण का मात्रात्मक निर्धारण

निलंबित अवसाद के सांद्रण जलाशय की प्रभाविकता के प्रबोधन के प्रमुख प्राचल है। अन्त:स्थलीय जल निकाय में निलंबित अवसाद के मानचित्रण एंव निर्धारण हेतु कृष्णा जलसंग्रह क्षेत्र में, तुंगभद्रा नदी पर बने तुंगभद्रा जलाशय का चयन किया गया है। लैण्डसैट एम. एस. एस. एंव आई. आर. एस. चित्रों का उपयोग करते हुए अध्ययन किया गया है।

जलाशय के जल प्रसार क्षेत्र में, अवसाद की स्थिति एंव वितरण पैटर्न के विस्तार संबंधी सूचना प्राप्त करने के लिए दृश्य निरुपण तकनीकों का उपयोग किया गया है। इससे जलाशय में निलंबित अवसाद वितरण में मौसमी परिवर्तनों का प्रबोधन करने के साथ साथ जलाशय में जल की मात्रा के निर्धारण हेतु जल की मौसमी अस्थिरता का प्रबोधन करना संभव हुआ है। क्षेत्र क्षमता वक्र तैयार करने का भी प्रयास किया गया है।

उपग्रह चित्रों से जल प्रसार क्षेत्र, तथा के. ई. आर. एस 1985 अवसादन सर्वेक्षण प्रतिवेदन से ऊंचाई स्तरों को लेकर जलाशय के विभिन्न ऊंचाई स्तरों पर अवसाद निक्षेप का मात्रात्मक निर्धारण किया गया। परिणामों से संकेत मिलता है कि तुंगभद्रा नदी के पश्चिमी संगम पर अवसाद का उच्च सान्द्रण तथा बांध स्थल पर निम्न सान्द्रण पाया गया है। अवसाद सान्द्रण की मात्रा के आधार पर, जलाशय को तीन प्रमुख क्षेत्रों जैसे नदी के संगम पर बहुत ऊंचा, किनारों पर साधारण तथा बांध पर निम्न, में बांटा गया है। क्षेत्र हेतु खींचा गया क्षेत्र क्षमता वक्र जल वैज्ञानिक सर्वेक्षण से प्राप्त वक्र के अनुरूप पाया गया। इस अध्ययन के लिए अभिकलित औसत अवसादन दर 6 एच.ए. मी./100 वर्ग किमी/वर्ष, अवसादन की पर्यवेक्षित दर 6. 48 एच.ए.मी./100 वर्ग किमी/वर्ष से पूरी तरह साम्य रखती है।

कृष्णा द्रोणी में मालप्रभा एवं घाटप्रभा जलग्रहण क्षेत्रों का जलविज्ञानीय भूमि प्रयोग मानचित्रण

किसी भी जल संग्रह क्षेत्र में भूमि प्रयोग पैटर्न गतिशील प्रकृति का होता है तथा यह उस क्षेत्र की जलवैज्ञानिक प्रणाली पर अत्यधिक प्रभाव डालता है। इस प्रकार, जल संग्रह क्षेत्र में किसी भी प्रबंधन एवं विकास गतिविधि के लिए सबसे पहले भूमि प्रयोग संबंधी सूचना अपेक्षित होती है। कृष्णा जल संग्रह क्षेत्र के मालप्रभा एवं घाटप्रभा जलग्रहण क्षेत्र में भूमि प्रयोग पैटर्न का मानचित्रण किया जाना प्रस्तावित है।

कृष्णा नदी की सहायक नदी मालप्रभा नदी की दो सहायक नदियां, मेनीहाल्ला व हीरेहाल्ला है। यह नदी चोरल घाटों से निकली है। इसके जलग्रहण क्षेत्र में कर्नाटक के बेलगाम, बीजापुर, धारवाड़ एवं रायचून जिले पड़ते है। त्रिकोणाकार वाले मालप्रभा जलग्रहण क्षेत्र का कुल क्षेत्रफल 11,549 वर्ग किमी है। जिसमें समतल से लेकर तरंगित भू-आकृति के साथ-साथ कई छोटी पहाड़ियां एवं घाटियां है। जल संग्रह क्षेत्र के चारों ओर स्थित पर्वत श्रेणियां, इसे उत्तर में घाट-प्रभा से, पूर्व में तुंगभद्रा से तथा दक्षिण एव पश्चिम में,

पूर्व की ओर बहने वाली नदियों से अलग करती है। जलग्रहण क्षेत्र में दक्षिण-पश्चिमी मानसून मई में आता है तथा अक्टूबर तक रहता है । इसका औसत वार्षिक वर्षामान 933 मिमी (मानसून 887 मिमी एवं गैर मानसून 46 मिमी) है । जलग्रहण क्षेत्र की मिट्टी मुख्यतः मिश्रित लाल एवं काली मिट्टी (क्षेत्र का 35%), गहरी काली मिट्टी (12%), लाल रेतीली मिट्टी (20%) तथा लाल दुमट मिट्टी (4%) प्रकार की है। जलग्रहण क्षेत्र की 74.9% भूमि का उपयोग कृषि संबंधी गतिविधियों के लिए किया जाता है। परती तथा कृषि योग्य भूमि 6.5%, वन 11.3%, बंजर भूमि 2.8% एवं अन्य 4.5% है।

कृष्णा नदी की सहायक नदी, घाटप्रभा की तीन सहायक नदियां है- ताम्रपर्णी, हिरण्यकेशी एवं मार्कण्डेया यह पश्चिमी घाट की पहाड़ियों से निकलती है तथा महाराष्ट्र के कोल्हापुर एवं सिंधुदुर्ग जिलों व कर्नाटक के बेलगाम एवं बीजापुर जिलों से होकर बहती है। त्रिकोणाकार घाटप्रभा जलग्रहण क्षेत्र का कुल क्षेत्रफल 43,807 वर्ग किमी है, जिसमें समतल तरंगित भूआकृति के साथ-साथ अलग छोटी पहाड़ियां एवं घाटियां है तथा इसके उत्तर एवं दक्षिण में स्थित पर्वत श्रेणियां इसको क्रमशः कृष्णा एवं मालप्रभा जलग्रहण क्षेत्रों से अलग करती है।

इस जलसंग्रह क्षेत्र में दक्षिण-पश्चिमी मानसून जून में आता है तथा अक्टूबर तक रहता है। इसका औसत वार्षिक वर्षामान 962 मिमी (मानसून 799 मिमी व गैर-मानसून 163 मिमी) है। जलसंग्रह क्षेत्र की भूमि मुख्यतः गहरी काली मिट्टी (कुल क्षेत्र का 43.8%), मध्यम काली मिट्टी (38%), लेटराइट मिट्टी (12.6%), मिश्रित लाल एवं काली मिट्टी (3.4%) तथा स्थूल उथली काली मिट्टी (2.2%) युक्त है। जलसंग्रह क्षेत्र की 64% भूमि का उपयोग कृषि संबंधी गतिविधियों के लिए किया जाता है। इसमें परती एवं कृषि योग्य भूमि 13.2%, वन 12.6%, बंजर भूमि 3.9% तथा अन्य 6.3% है।

वर्तमान अध्ययन के आधार पर क्षेत्र में इसकी अपरदन स्थिति, संभाग्य भू-जल की उपलब्धता एवं वर्तमान भूमि प्रयोग को ध्यान में रखते हुए दोनों जलसंग्रह क्षेत्रों के आवाह के लिए भूमि प्रयोग की संस्तुति की गयी। तथापि, कुछ क्षेत्रों में उच्च प्राथमिकता के आधार पर तुरन्त ध्यान देने की आवश्यकता है । ये वे पहाड़ी क्षेत्र है, जिनमें वन अपचयित हो चुके है और जहां वन रोपण पर ध्यान दिया जाना आवश्यक है। दूसरी श्रेणी में, वे क्षेत्र है, जिनमें मुख्यतः अपशिष्ट भूमि एवं परती भूमि है, और जिनका ईधन, चारा एवं फसल उगाने के लिए उपयोग किया जा सकता है। ये संस्तुति भूमि उपयोग, सूखा परिस्थितियों को कम करने एवं सुधारने तथा दीर्घावधि नियोजन के लिए आवश्यक है। सूखे की समस्या से निपटने के लिए दीर्घ कालीन योजना में भूमि प्रयोग की इन सिफारिशों पर कार्यान्वियन करना आवश्यक है।

उपग्रह आंकड़ों द्वारा पुनपुन नदी जलसंग्रह क्षेत्र के बाढ़ग्रस्त क्षेत्रों तथा बाढ़ मैदान का अभिलक्षण

बाढ़ नियंत्रण युक्तियों पर दशकों तक प्रयास करने तथा रू0 3500 मिलियन से भी अधिक धन व्यय करने के बावजूद बाढ़ से होने वाली जन-धन की हानि तथा संकट में प्रति वर्ष वृद्धि हो रही है। इस असफलता ने लोगों का ध्यान बाढग्रस्त क्षेत्रों का प्रभावी ढंग से प्रबंध करने की समुचित विधियों की ओर आकर्षित किया है।

प्रभावी बाढ नियंत्रण युक्तियों के लिए बाढ़ मैदान संबंधी अद्यतन जानकारी अपेक्षित होती है क्योंकि यह बाढ़ के प्रभाव को दर्शाती है। चूंकि परम्परागत भूमि आधारित सर्वेक्षण, विस्तृत क्षेत्रों के काल प्रभावी (Time effective) आंकड़े उपलब्ध कराने में अपर्याप्त सिद्ध हो चुके है। अतः इसमें, सुदूर संवेदन तकनीकें महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती है। विशेषकर, उपग्रह युग के आगमन से, सुदूर संवेदन विधियों ने, उपग्रह के सारूप पुरावर्ती कवरेज के कारण, बाढ़ आप्लावन आंकड़े प्राप्त करने के नये परिदृश्य स्थापित किये है। ये विधियां बाढ़ की गतिक प्रकृति का, स्थान एवं समय के अनुरुप, प्रबोधन एवं अध्ययन करने के सर्वथा उपयुक्त है।

इस प्रतिवेदन में लैण्डसैट N55 उपग्रह आंकड़ें प्रयुक्त करके गंगा नदी की पुनपुन नदी जलसंग्रह क्षेत्र के बाढ़ क्षेत्रों के आमापन, बाढ़ग्रस्त क्षेत्रों की सूचनाएं, बाढ़ मैदान की विशेषताएं, बाढ़ क्षति तथा बाढ़ मैदान भूमि प्रयोग पर विचार किया गया है। बाढ़ मैदान की सीमा और अन्य विशेषताओं को आधार मानचित्र में, 1:250000 के पैमाने से निरुपित व चित्रित किया गया है ।

बायरा जलग्रहण क्षेत्र (हिमाचल प्रदेश) हेतु हिम आच्छाद मानचित्रण

बायरा नाला जलग्रहण क्षेत्र, जहां राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान क्षेत्रीय केन्द्र जम्मू ने दीर्घकालिक प्रतिनिधि जलसंग्रह क्षेत्र अध्ययन आरम्भ किये है, शीत ऋतु में आंशिक रूप से हिम आच्छादित हो जाता है। इसलिए, जलसंग्रह क्षेत्र अध्ययनों के अन्तर्गत हिम आच्छादित क्षेत्र का चित्रण महत्वपूर्ण है चूंकि यह प्रवाह प्रक्रम के विभिन्न प्राचलों से सम्बन्धित है। समय-समय पर प्राकृतिक संसाधनों के विश्वसनीय स्तर तक, प्रबोधन, मानचित्रण तथा सूची तैयार करने में सुदूर संवेदन एक उपयोगी तकनीक सिद्ध हो चुकी है। यह अध्ययन लैडसेट एम एम एस और आई आर एस.1 ए उपग्रह के वर्ष 1984, 1985, 1989, 1990 तथा 1992 के चित्रो का उपयोग करके किया गया है।

इसमें दृश्य निरुपण तकनीक का उपयोग किया गया है । अध्ययन किये गये पांच वर्षो में अधिकतम हिम आच्छादित क्षेत्र 70.22% तथा निम्नतम हिम आच्छादित क्षेत्र 52.04% क्रमशः 1984 तथा 1990 वर्षो में पाया गया। हिम आच्छादित क्षेत्र का अन्तर लगभग 106 वर्ग किमी0 (जलग्रहण क्षेत्र का 82.2%) रहा।

देहरादून में भूमि उपयोग वर्गीकरण हेतु, रुपान्तरण के प्रभाव का अध्ययन

विविध भूसंसाधन अनुप्रयोगों हेतु उपग्रह आंकड़ो का उपयोग कृषि, भूमि उपयोग, जल संसाधन, वनीकरण तथा अन्य सम्बद्ध विषयों के क्षेत्रो में सूचनाएं एकत्र करने की शुरूआत है। भूमि उपयोग अध्ययनों में, इन आंकड़ो का उपयोग हाल में ही हुआ और भूमि उपयोग मानचित्रण में लैण्डसैट तथा आई.आर.एस. आंकड़ें के अभिग्रहण तथा उपयोग में उल्लेखनीय वृद्धि हुई है। आधुनिक आई.आर.एस. संवेदको में एल.आई.एस.एस. जैसे नये डिजाइन तथा विशेष कैमरे लगे है जिससे प्रतिबिम्ब (इमेज) व पैटर्न विश्लेषण हेतु अभिकलन उपयोगों में सुधार होता है।

इस प्रतिवेदन का उद्देश्य, भूमि प्रयोग वर्गीकरण मानचित्र तैयार करने में नवीन अंकीय प्रतिबिम्ब प्रक्रमण तकनीक प्रयुक्त करना है क्योंकि प्रतिबिम्ब प्रतिरुपण में तेजी से हुए विकास की दृष्टि से पैटर्न अभिज्ञान, कृत्रिम मेधा तथा समन्वित सुदूर संवेदन आंकड़ा प्रक्रमण में प्रयुक्त होने वाला डाटा बेस सिस्टम विकास आदि के कारण यह जरूरी हो गया है।

प्रतिबिम्ब प्रक्रमण तकनीकों में उन्नति के साथ ही बहुत सी तकनीकें विकसित हो रही है और यह कहना कठिन है कि किसी रुपान्तरण विशेष का किसी अध्ययन विशेष पर क्या प्रभाव पड़ेगा। अत: विभिन्न रुपान्तरणों के प्रभाव को देखने के लिए दो फ्रेमों का चयन किया गया है जिनमें से एक मैदानी क्षेत्र में है तथा दूसरा पहाड़ी क्षेत्र में। इस अध्ययन में केवल उन्हीं रुपांतरणों की व्याख्या की गयी है जिनके परिणाम इस अध्ययन के लिए महत्वपूर्ण पाये गये है।

सुदूर संवेदी उपग्रह के उपलब्ध चैनल से विभिन्न भूमि उपयोग श्रेणियों में अन्तर करना सम्भव नहीं है। अत: विविध प्रकार की प्रतिबिम्ब तकनीकें प्रयुक्त करके अतिरिक्त प्रतिबिम्ब (इमेज) निर्मित किये जायेंगे तथा नवनिर्मित प्रतिबिम्बों के साथ, विभिन्न रुपांतरणों द्वारा, प्रशिक्षण एवं चैकिंग सैम्पल सैट का उपयोग किया जाएगा। बाक्स क्लासीफायर तथा मैक्सीमम लाइकलीहुड क्लासीफायर के द्वारा वर्गीकरण किया जा चुका है तथा इलविस साफ्टवेयर में काम्फमेट प्रोग्राम का प्रयोग करके कन्फ्यूजन मैट्रिक्स तैयार की गयी।

यह प्रतिवेदन, सुदूर संवेदन आंकडा प्रक्रमण का व्यवहारिक ज्ञान प्राप्त करने के इच्छुक एवं अपने वर्क एन्वायरनमेंट में भीतर तक पैठ करने की इच्छा रखने वाले अनुसंधान वैज्ञानिकों तथा विश्वविद्यालय स्तर के शिक्षकों के लिए, बहुत उपयोगी होगा।

इन्दिरा गांधी नहर परियोजना प्रथम चरण के जलग्रसित क्षेत्र का सुदूर संवेदन तकनीकों द्वारा निर्धारण

पर्याप्त जलनिकास के बिना ही जल का अन्तर जलसंग्रह क्षेत्र स्थानांतरण करने वाली सिंचाई परियोजनाओं ने भूजल पुन:पूरण एवं निस्सरण के बीच साम्यवस्था को भंग कर दिया है, जिसके परिणामस्वरुप भूजल स्तर में वृद्धि हुई है। इन्दिरा गांधी नहर परियोजना प्रथम चरण नियंत्रण क्षेत्र तथा घग्घर की गर्त के कारण, जलग्रसण की समस्याओं से ग्रस्त है। जलग्रसित क्षेत्र के रेखाचित्रण के लिए लैण्ड सैट इमेजरी प्रयुक्त कर अध्ययन किये गये।

जलग्रसित क्षेत्रों का द्रुत एवं यथातथ्य निर्धारण सुदूर संवेदित आंकड़े प्रयुक्त करके, किया जा सकता है। राजस्थान में, आई जी एन पी प्रथम चरण के जलग्रसित एवं सिंचित क्षेत्र के मानचित्रण हेतु, लैण्डसैट एफ सी सी (पथ 140 से 40) का 16 मार्च 1990 का, 1:250000 पैमाने पर, दृश्य निरूपण किया गया। लैण्डसैट से प्राप्त क्षेत्र का, उपलब्ध जलस्तर गहराई तथा विद्युत चालकता आंकड़ों से सहसम्बंध स्थापित करने का प्रयास किया गया। यह देखा गया कि जिन क्षेत्रों का जल स्तर गहराई आंकड़ों द्वारा, जलग्रसित क्षेत्र के रुप में संकेत नहीं किया गया था उनकी पहचान इमेजरी द्वारा की जा सकी ।

वर्ष 1981 में, घग्घर गर्तो के उत्तर में, तिबी (मुख्यतः इन्दिरा गांधी नहर एवं घग्घर मोड़ नहर के मध्य स्थित) एवं बारोपल सेक्टर जलग्रसन के प्रति संवेदनशील थे (जलस्तर 1.5 से 6.0 मीटर तक) जिससे 742 वर्ग किमी क्षेत्र प्रभावित था। इन दोनों सेक्टरों में, संवेदनशील क्षेत्रों में निरन्तर वृद्धि हुई है और वर्ष 1988 तथा इसमें और भूमि क्षेत्र जुड़ गया है। वर्ष 1990 में, जलग्रसन के प्रति संवेदनशील क्षेत्र 1980 वर्ग किमी था जो कि अध्ययन सेच्य क्षेत्र का 24.76% है। इसके अतिरिक्त, मार्च 1990 को 170 वर्ग किमी क्षेत्र का जलस्तर, सतह से 1.5 मीटर से भी कम गहराई पर है और 81.75 वर्ग किमी क्षेत्र में जलस्तब्धता है ।

अध्याय – 6 जल संसाधन तंत्र

भाखड़ा-ब्यास तंत्र का जलाशय प्रचालन अध्ययन

भाखड़ा-ब्यास काम्प्लेक्स एक बहुउद्देशीय-बहुजलाशयी तंत्र है जिसके अन्तर्गत भाखड़ा नंगल परियोजना (गोविन्द सागर जलाशय तथा बांध पर बिजलीघरों सहित), नंगल बांध एवं सिंचाई नहरें अपने बिजलीघरों सहित, रोपड़ एवं हरिके स्थित मोड़ नहरें, ब्यास-सतलज जोड़ परियोजना (पन्डोह में मोड़ नहर, ब्यास-सतलज जोड़ नहर तथा इसके अन्त में देहर बिजलीघर सहित) तथा पोंग बांध व बिजलीघर सहित ब्यास परियोजना सम्मिलित है । यह एक जटित तंत्र है और सिंचाई व बिजली की बढ़ती मांग को देखते हुए इसकी समन्वित प्रचालन नीति की आवश्यकता है ।

सिंचाई एवं बिजली की मांग को पूरी करने हेतु विविध नीतियों के परिणामों के अध्ययन के क्रम में, पहले से ही विद्यमान निदर्शों से, एक अनुकारण निदर्श PISIM-1 विकसित किया गया है । इन निदर्शों में से एक कोर निदर्श चुना गया और उसे वर्तमान अध्ययन के अनुकूल स्वरुप प्रदान किया गया । इस निदर्श की महत्वपूर्ण विशेषता है निर्धारित समयावधि के अन्तर्गत जलाशय प्रचालन नियमों के इष्टतमीकरण की क्षमता । PISIM-1 निदर्श, प्रणाली में विद्युत उत्पादन के अनुरुपण में भी सक्षम है ।

इस तंत्र का अनुरुपण, 18 वर्ष के जलवैज्ञानिक आंकड़ों तथा हाल के वर्षो की मांग प्रयुक्त कर, 10 दिनों के आधार पर किया गया है । अनेक प्रचालन नीतियों पर विचार करके, तंत्र में उपलब्ध जल का अधिकतम उपयोग कर सकने वाली सर्वोत्तम नीति यहां प्रस्तुत की गयी है । नयी नीति जलाशयों के अनुप्रवाह की ओर उपलब्ध जल का पूर्णतया दोहन करने में समर्थ है । इस नीति के अन्तर्गत, प्रणाली की सिंचाई

आवश्यकताओं को पूरा करने तथा निर्धारित विद्युत उत्पादन के साथ-साथ अतिरिक्त विद्युत उत्पादन भी किया जा सकता है ।

मच्छू-II जलाशय का संरक्षण संचयन नियमन

जल स्रोतों के कुशल उपयोग के लिए आवश्यक है कि जलाशयों का प्रचालन बहुत ही विवेक पूर्ण व वैज्ञानिक ढंग से किया जाए । जलाशयों के कुशल नियमन द्वारा, जलाशयों से होने वाले लाभ में वृद्धि के साथ-साथ, बाढ़ के कारण होने वाली हानि को भी कम किया जा सकता है। इसी उद्देश्य से सिंचाई विभाग, गुजरात सरकार ने, मच्छू जलसंग्रह क्षेत्र में स्थित मच्छू-II बांध के लिए जलाशय प्रचालन जल संग्रह क्षेत्र तैयार करने हेतु, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की से एक समझौता किया। यह कार्य परामर्शी परियोजना के रूप में आरम्भ किया गया ।

प्रस्तुत प्रतिवेदन में, मच्छू-II बांध के संरक्षण संचयन नियमन हेतु प्रचालन विधियों के विकास का उल्लेख किया गया है। इस अध्ययन में प्रयुक्त जल संग्रह क्षेत्र का विस्तृत वर्णन तथा आंकडों को यहां प्रस्तुत किया गया है। समाधान हेतु अपनायी गयी युक्ति का उल्लेख करने के साथ-साथ, संस्तुत नीति का उपयोग करके अनुकारण परिणामों को सारणीबद्ध रूप में विस्तार से प्रस्तुत किया गया है।

मच्छू-II जलाशय का बाढ़ नियन्त्रण नियमन

जल स्रोतों के कुशल उपयोग के लिए आवश्यक है कि जलाशयों का प्रचालन बहुत ही विवेकपूर्ण व वैज्ञानिक ढंग से किया जाए। जलाशयों के कुशल नियमन द्वारा, जलाशयों से होने वाले लाभ में वृद्धि के साथ-साथ, बाढ़ के कारण होने वाली हानि को भी कम किया जा सकता है। इसी उद्देश्य से, सिंचाई विभाग, गुजरात सरकार ने, मच्छू नदी के जलसंग्रह क्षेत्र में स्थित मच्छू-II बांध के लिए जलाशय प्रचालन तैयार करने हेतु, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की से एक समझौता किया। यह कार्य परामर्शी परियोजना के रूप में आरम्भ किया गया।

प्रस्तुत प्रतिवेदन में, मच्छू-II बांध के बाढ़ नियंत्रण नियमन हेतु प्रचालन विधियों के विकास का उल्लेख किया गया है। इस अध्ययन में प्रयुक्त जल संग्रह क्षेत्र का विस्तृत वर्णन तथा आंकडों को यहां प्रस्तुत किया गया है। समाधान हेतु अपनायी गयी युक्ति का उल्लेख करने के साथ-साथ, संस्तुत नीति का उपयोग करके अनुकारण परिणामों को सारणीबद्ध रूप में विस्तार से प्रस्तुत किया गया है। अन्ततः विभिन्न परिस्थितियों में मुख्य उत्प्लाव मार्ग तथा अतिरिक्त उत्प्लाव मार्ग से जल निकास की संस्तुति को सारणीबद्ध रूप में दर्शाया गया है।

मच्छू-II जलाशय के उत्प्लाव मार्ग द्वारों का नियमन

जल स्रोतों के कुशल उपयोग के लिए आवश्यक है कि जलाशयों का प्रचालन बहुत ही विवेकपूर्ण एवं वैज्ञानिक ढंग से किया जाए। जलाशयों के कुशल नियमन से, जलाशयों से होने वाले लाभों में वृद्धि के साथ-साथ, बाढ़ों से होने वाली हानि में महत्वपूर्ण कमी की जा सकती है। इसी उद्देश्य से, सिंचाई विभाग, गुजरात सरकार ने, मच्छू नदी जलसंग्रह क्षेत्र में स्थित मच्छू-II बांध के लिए जलाशय प्रचालन मैनुअल तैयार कराने हेतु राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान रुड़की से अनुबंध किया है। यह कार्य परामर्शी परियोजना के रूप में लिया गया है।

इस प्रतिवेदन में, मच्छू-II बांध के बाढ़ नियन्त्रण नियमन हेतु उत्प्लाव मार्ग द्वारों की प्रचालन अनुसूची के विकास का उल्लेख किया गया है। जलसंग्रह क्षेत्र का विस्तृत वर्णन तथा अध्ययन में प्रयुक्त आंकड़े यहां प्रस्तुत किये गये है। मच्छू-II बांध के बाढ़ नियमन हेतु संस्तुत प्रचालन नीति का संक्षिप्त वर्णन दिया गया है। मुख्य एवं अतिरिक्त उत्प्लाव मार्ग द्वारों से विभिन्न अवस्थाओं में किए जाने वाले संस्तुत मोचन को सारणी रूप में प्रस्तुत किया गया है। जलाशय की ऊंचाई तथा द्वार खोलने की विभिन्न अवस्थाओं में मुख्य एवं अतिरिक्त उत्प्लाव मार्ग के एक द्वार से होने वाले मोचन की दर को सारणी रूप में प्रस्तुत किया गया है। मच्छू-II जलाशय के बाढ़ नियमन हेतु प्रचालन के लिए एक सॉफ्टवेअर के द्वारा प्रचालन प्रमात्रक की व्याख्या भी इस प्रतिवेदन में की गई है।

जलाशय तन्त्र के संरक्षण हेतु समन्वित नियमन

जलाशय प्रचालन, जल स्त्रोतों के नियमन एवं प्रबंधन का एक अति म्हत्वपूर्ण पहलू है । प्राकृतिक अन्त:प्रवाहों की मात्रा एवं किसी निश्चित समय पर जल की मांग के आधार पर जल या तो जलाशयों में संग्रहीत किया जाता है या जलाशयों में से इसकी आपूर्ति की जाती है। भारत में जलाशयों का निर्माण जल संरक्षण एवं बाढ़ नियंत्रण इन दोनो उद्देश्यों की पूर्ति के लिए किया जाता है।

किसी जलाशय का प्रचालन, जल संग्रहण अथवा जल विमोचन हेतु निर्धारित नियमों अथवा दिशा-निर्देशों के अनुसार किया जाता है। विभिन्न समयावधियों में, जल की मांग एवं जलाशय की तत्कालीन अवस्था के अनुसार, निर्णय लिये जाते है।

जलाशय प्रचालन की समस्या की जटिलता इस बात पर निर्भर करती है कि जलाशय अपने निहित उद्देश्यों की कहां तक पूर्ति करता है और जिस तन्त्र के लिए समन्वित प्रचालन किया जाना है उसमें जलाशयों की संख्या कितनी है।

इस प्रतिवेदन में, साबरमती जलसंग्रह क्षेत्र में स्थित विविध बांधों के उद्देश्य से किये गये अध्ययनों के परिणामों का उल्लेख किया गया है। चूंकि बहुजलाशय तन्त्र में, एक संरचना का प्रचालन दूसरी संरचना के प्रचालन पर भी निर्भर करता है अत: साबरमती जलसंग्रह क्षेत्र का एक समन्वित नियमन तैयार किया गया

है। बहुजलाशय प्रणाली के संरक्षण नियमन हेतु एक सामान्यकृत कम्प्यूटर प्रोग्राम विकसित किया गया है और इस प्रणाली में प्रयुक्त किया गया है। इन जलाशयों के प्रचालन के लिए विकसित नीति का विस्तार में वर्णन किया गया है । संस्तुत नीति को प्रयुक्त कर जलाशयों की कार्य तालिकाएं भी प्रस्तुत की गयी है।

अध्याय – 7 जल निकास अध्ययन

पूर्वोत्तर गुजरात (साबरमती जलसंग्रह क्षेत्र) में भूआकारिकी तथा जलनिकास पैटर्न

भारत जैसे विकासशील देश में जीवविज्ञानीय प्रबन्ध हेतु भौतिक पर्यावरण के परिमाण का आकलन प्रमुख आवश्यकता है । यह अर्ध शुष्क भूमि में और अधिक आवश्यक है जहां अल्प भौतिक उपलब्धियों तथा उदार जीवविज्ञानीय आवश्यकता के बीच असंतुलन रहता है। इस विषय को ध्यान में रखते हुये साबरमती जलसंग्रह क्षेत्र के लिये मानचित्र तैयार कर उसके जलनिकासी के नेटवर्क एंव भूसंरचना इकाइयों के विश्लेषण का प्रयास किया गया है।

विभिन्न भू आकृति तथा विभिन्न जलवायु पर्यावरण के अन्तर्गत विकसित हुये जलनिकास के पैटर्न के अध्ययन करने हेतु रचना, रूप, माप तथा आकार के विश्लेषण करने के लिये साबरमती बेसिन के अंतर्गत समूह 1,2,4 की लैंडसैट इमेजरी का विश्लेषण किया गया। इस अध्ययन से भू आकृति जैसे पर्वत, कटक, तोरण, मैदान, पोत भूभाग के दृश्य की पहचान करने में सहायता हुयी है। जलसंग्रह क्षेत्र, धारा की संख्या, धारा की लम्बाई, द्विभाजन अनुपात, तथा जलनिकास के घनत्व की गणना की गयी है। अध्ययन के आधार पर यह कहा जा सकता है कि एक विश्वसनीय जलनिकास का नेटवर्क, उपग्रह चित्रों तथा हवाई फोटोग्राफों द्वारा कम से कम सम्भव काल में प्राप्त किया जा सकता है।

बुलन्दशहर क्षेत्र में जलनिकास प्रणाली के अभिकल्पन हेतु जलविज्ञानीय मृदा गुणधर्मों का आकलन

अधिक सिंचाई अथवा अतिशय वर्षा के कारण मृदा की ऊपरी सतह (परत) अथवा फसलों के मूल क्षेत्र (रूट जोन) में जलनिकास संकुल की समस्या पैदा हो सकती है। यदि किसी क्षेत्र की ऊपरी मृदा कम पारगम्य हो तो स्थिति और भी भयंकर हो जाती है। उत्तर प्रदेश के पश्चिमी भाग में स्थित बुलन्दशहर जिले में भी ऐसी ही स्थिति पायी गयी है। बुलन्दशहर जिले का कुल क्षेत्रफल लगभग 4568 वर्ग किमी है। यह पाया गया है कि यह क्षेत्र जलग्रसन की समस्या तथा जलनिकास संकुल से प्रभावित है। इस अध्ययन के अन्तर्गत, जलनिकास प्रणाली के अभिकल्पन हेतु आवश्यक जलवैज्ञानिक मृदा प्रणाली प्राचलों के आकलन पर विचार-विमर्श किया गया है।

बुलन्दशहर के पूर्वी क्षेत्र को मुख्य क्षेत्र के रूप में चुना गया था। विभिन्न स्थानों से मृदा के नमूने एकत्र करके, उनका संरचनात्मक वर्गीकरण की दृष्टि से विश्लेषण किया गया। इससे पता लगा कि इस क्षेत्र की मृदा अधिकांशतः बलुई दोमट है जिसमें बालू की मात्र 25% से 80%, गाद की मात्रा 25 से 72% तथा चिकनी मिट्टी की मात्रा 5 से 30% तक है। विभिन्न स्थानों पर, गुल्फ पारगम्यता मापक द्वारा, संतृप्त जलीय चालकता का स्थानीय आमापन किया गया। इस क्षेत्र की मृदा के रासायनिक विश्लेषण से मृदा में कार्बोनेट की उपस्थिति का पता चला।

इस क्षेत्र के भूजल स्तर आंकड़ों के विश्लेषण से पता चला कि सामान्यतः क्षेत्र का जल स्तर पर्याप्त नीचा है और इस प्रकार यहां उच्च जल स्तर के कारण होने वाली जलग्रसन की समस्या नहीं है। इस प्रकार, अध्ययन द्वारा यह सुनिश्चित किया गया कि बुलन्दशहर क्षेत्र सतह जलनिकास की समस्या से ग्रस्त है। यह समस्या मृदा में कार्बोनेट की उपस्थिति के कारण है जो कि मृदा की जलीय चालकता को कम कर देता है और सतह अपवाह को बढ़ाता है । क्षेत्र में वर्तमान जलनिकास प्रणाली की अपर्याप्त क्षमता सम्भवतः इस क्षेत्र में जलस्तब्धता के लिए उत्तरदायी है।

बुलन्दशहर क्षेत्र के लिए सतही जलनिकास प्रणाली का अभिकल्पन

इस अध्ययन में उत्तर प्रदेश के बुलन्दशहर जिले में पिछले 20 वर्षो के मानसून के पूर्व एवं पश्चात के भूजल स्तर के आंकड़ों का विश्लेषण किया गया। यह देखा गया कि पूरे क्षेत्र में जलस्तर पर्याप्त नीचा है और इस प्रकार वहां उच्च जलस्तर के कारण होने वाली जलग्रसन की समस्या नहीं है। पिछले 49 वर्षो के दैनिक वर्षा आंकड़े एकत्र किये गये और एस0 सी0 एस0 निदर्श प्रयुक्त करके सतही अपवाह की गणना की गयी। सुदूर संवेदन तकनीकों द्वारा, क्षेत्र के भूमि प्रयोग पैटर्न का पता लगाया गया और इस क्षेत्र के लिए जलनिकास प्रणाली के अभिकल्पन की क्षमता की गणना की गयी। अध्ययन से यह पता लगा कि यह क्षेत्र सतही जलनिकास की समस्या से प्रभावित है। इसका मुख्य कारण है क्षेत्र की समतल स्थलाकृति तथा मृदा में कारबोनेट की उपस्थिति, जो कि मृदा की जलीय चालकता को कम करता है और अपवाह को बढ़ाता है। इस क्षेत्र में विद्यमान नालों की क्षमता, खेतों के सम्पूर्ण अपवाह के लिए पर्याप्त नहीं है। खेतों से बहने

वाले जल की गणना की गयी और अध्ययन क्षेत्र में जल को बहा ले जाने के लिए नालों की आवश्यक क्षमता जो कि 1.86 लीटर/सेकेण्ड/हेक्टेअर होनी चाहिए, का पता लगाया गया ।

शहरी जलपरिक्षेत्र निदर्शन-एक तुलनात्मक अध्ययन (नज़फगढ़ जलनिकास क्षेत्र का अध्ययन)

गांवों से शहरों की ओर लोगों के पलायन को शहरीकरण की संज्ञा दी जाती है। औद्योगिक क्रान्ति के पश्चात, अठारहवीं शताब्दी के पूर्वार्ध से ही बहुत तेजी से शहरीकरण हुआ है। भारत में भी प्रमुख केंद्रों पर तेजी से शहरीकरण हो रहा है। इस अध्ययन के क्षेत्र नज़फगढ जलनिकास क्षेत्र, जो कि राष्ट्रीय राजध ानी दिल्ली में अवस्थित है, में भी बहुत तेजी से शहरीकरण हो रहा है। प्रकाशित साहित्य के अध्ययन से यह पता लगता है कि दिल्ली की जनसंख्या 1971 में 40 लाख से बढ़कर 1991 में लगभग 90 लाख हो गयी है। इस अतिशय जनसंख्या वृद्धि के परिणामस्वरूप उपजाऊ भूमि का एक बहुत बडा भाग, आवासीय भवनों, सड़कों, रेलवे लाईनों तथा हवाई अडडों आदि के उपयोग में बेकार हो गया है। भूमि उपयोग की इस बदली हुई दिशा ने दिल्ली के जलीय परिदृश्य को ही बदल दिया है। इस अध्ययन में दिल्ली के स्थलाकृतिक मानचित्र का उपयोग करके वर्ष 1972 के भूमि प्रयोग पैटर्न का पता लगाया गया है। वर्ष 1989 के भूमि प्रयोग का पता स्पोट फोटोग्राफ तथा आई आर एस इमेजरी प्रयुक्त करके लगाया गया। अपवाह की गहराई में वृद्धि का पता एस सी एस निदर्श द्वारा लगाया गया तथा अपवाह चरम एवं चरम काल की जानकारी एस सी एस सिंथेटिक जलालेख एवं एस जलालेख विधि द्वारा प्राप्त की गयी । इस अध्ययन में वर्ष 2000 में कुछ परिकल्पनाओं के आधार पर संचालित होने वाले सम्भावित अपवाह गहराई, चरम निस्सरण तथा चरम काल का भी पता लगाया गया।

अध्याय – 8 सूखा अध्ययन

1985-86 के सूखे के जलविज्ञानीय पहलू

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान ने फरवरी, 1986 में सूखा अध्ययन प्रभाग की स्थापना, सूखे के जलविज्ञानीय तथ्य तथा कम एवं लम्बी अवधि के सूखे प्रबंधन के उद्देश्य से की थी। 1985-86 के दौरान सूखे की गहराई को ध्यान में रखते हुये, सूखे की स्थिति से परिचित कराने तथा सूखे के जलविज्ञानीय पहलुओं के अध्ययन हेतु आवश्यक आंकड़े तथा सूचना एकत्र करने हेतु संस्थान ने वैज्ञानिक तथा तकनीकी टीमों को चार बार आन्ध्र प्रदेश, गुजरात, कर्नाटक, मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र तथा राजस्थान के दौरों पर भेजा । प्रारम्भ में प्रत्येक प्रदेश में दो जिले, राजस्थान में बांसवाड़ा तथा बाड़मेर, मध्य प्रदेश में खारगोन तथा झबुआ, आन्ध्र प्रदेश में कुडडप्पा तथा अनन्तपुर, कर्नाटक में बीजापुर तथा बेलगाम, महाराष्ट्र में अहमदनगर तथा सोलापुर तथा गुजरात में जामनगर तथा राजकोट विश्लेषण हेतु चुने गये थे। उपलब्ध आंकड़ों तथा विश्लेषण के आधार पर 1985-86 के दौरान सूखे के जलविज्ञानीय पहलुओं के सम्बन्ध में परिणाम प्राप्त हुये।

वर्षा की अवस्था में दैनिक, मासिक तथा वार्षिक वर्षा के आंकड़ों का विश्लेषण विभिन्न प्रकार के विश्लेषण के अधीन हुआ है अर्थात् 1970-86 से ऋतुसम्बन्धी अपसरण विश्लेषण, 1985-86 हेतु मासिक अपसरण विश्लेषण, 1901-86 से वार्षिक वर्षा का संभावना विश्लेषण, 1951-86 से मानसून ऋतु की मासिक वर्षा का हर्ब्स का विश्लेषण तथा 1981-86 से दैनिक वर्षा आंकड़े का सूखा अवधि विश्लेपण। विश्लेषण से ज्ञात होता है कि सामान्यत: अध्ययन हेतु चुने हुये क्षेत्र सूखे से प्रभावित है तथा वर्ष 1985-86 में मौसमी वर्षा में सामान्य से 20 प्रतिशत से अधिक कमी देखी गयी ।

सूखा अध्ययन हेतु मृदा जलांश विश्लेषण जोधपुर से उपलब्ध मिलेट फसल आंकड़ों के आधार पर किया गया है । सूखे की गम्भीरता के स्तर की परिभाषा मृदा जलांश की स्थिति के आधार पर की गयी है। छः प्रान्तों में स्थित 12 जिलों हेतु लगभग दस वर्षो (1975-1986) के लिये उपलब्ध भूजल स्तर आंकड़ों का विश्लेषण किया गया है तथा भूजल स्तर में प्रवृति का अध्ययन कर उसकी तुलना वर्षा की प्रवृत्ति से की गयी है। कुछ अपवादों को छोड़कर सामान्य रूप में, सभी जनपदों में भूजल स्तर में कमी की प्रवृति देखी गयी है। किन्तु, पृथक्करण आंकड़े उपलब्ध न होने के कारण वर्षा तथा भूजल प्रचलित विधि के बीच सही सहसम्बन्ध स्थापित नहीं हो सका ।

कृष्णा जलसंग्रह क्षेत्र में नौ चुने हुये स्थानों के लिये पिछले 20 वर्ष के धारा प्रवाह आंकड़ों का विश्लेषण किया गया था। इस लम्बी अवधि के साधारण प्रवाह जलालेख की तुलना, प्रवाह अवधि वक्र का विकास तथा निम्न प्रवाह सूचकांक मान तथा कम आयतन व कम अवधि विश्लेषण इत्यादि विश्लेषण किये गये। परिणाम बताते है कि 1985-86 के दौरान सूखा पड़ा था।

मानसून अपवाह के पूर्वानुमान की एक साधारण विधि का वर्णन किया गया है जिसका कृष्णा जल संग्रह क्षेत्र में सात स्थानों के लिये प्रयोग किया गया है। अपवाह के पूर्वानुमान की योग्यता केवल एक स्थान को छोड़कर शेष सभी स्थानों में संतोषजनक पायी गयी है । इस प्रतिवेदन में सूखा अध्ययन प्रभाग द्वारा 1985-86 के दौरान छः प्रदेशों में सूखे के जलविज्ञानीय पहलुओं पर प्रकाश डालने का प्रयत्न है।

वर्ष 1986-87 में सूखे के जलविज्ञानीय पहलू : अंतिम प्रतिवेदन

वर्ष 1986-87 के दौरान, सूखे की गंभीरता को ध्यान में रखते हुए संस्थान ने सूखे की स्थिति की जानकारी प्राप्त करने तथा जलविज्ञानीय पहलुओं पर बल देते हुए सूखा अध्ययनों हेतु आवश्यक आंकड़े व सूचना एकत्र करने के लिए वैज्ञानिक एवं तकनीकी दल छः बार आंध्र प्रदेश, गुजरात, कर्नाटक, मध्यप्रदेश, महाराष्ट्र तथा राजस्थान राज्यों में भेजे । प्रारम्भ में प्रत्येक राज्य में चार जिले विश्लेषण हेतु चुने गये जिनके नाम है :- राजस्थान में बांसवाड़ा, बाडमेर, अजमेर व उदयपुर, मध्यप्रदेश में खरगोन, झाबुआ, घाट व सिधि; आंध्र प्रदेश में कुडप्पा, अनंतपुर, चित्तूर व प्रकासम, कर्नाटक में, बीजापुर, बेलगाम, गुलबर्गा व रायचूर; महाराष्ट्र में, अहमदनगर, सोलापुर, पुणे व सतारा तथा गुजरात में, जामनगर, राजकोट, अहमदाबाद व सुरेन्द्रनगर। उपलब्ध आंकड़ों तथा विश्लेषण के आधार पर 1986-87 के सूखे के जलविज्ञानीय पहलुओं संबंधी निष्कर्ष निकाले गये और संस्थान द्वारा तैयार वर्ष 1985-86 के प्रतिवेदन से इन परिणामों की तुलना की गयी।

वर्षा विश्लेषण के मामले में दैनिक, मासिक व वार्षिक वर्षा आंकड़े विभिन्न प्रकार के विश्लेषणों, जैसे 1970-87 का मौसमी अंतर विश्लेषण, 1986-87 का मासिक अंतर विश्लेषण, 1981-87 की वार्षिक वर्षा का संभाव्यता विश्लेषण, 1951-87 के मानसून के मौसम की मासिक वर्षा का हर्बर्ट्स विधि से विश्लेषण तथा 1981-87 के दैनिक वर्षा आंकड़ों का सूखा दौर विश्लेषण के अनुसार है। विश्लेषण से पता चलता है कि सामान्यतः अध्ययन हेतु चुने गये क्षेत्र सूखा प्रभावित क्षेत्र है और यहां वर्ष 1987-87 में, मौसमी वर्ष न्यूनता सामान्य से 20 प्रतिशत से भी अधिक दर्ज की गयी ।

छः राज्यों में चुने गये 23 जिलों में उपलब्ध 12 वर्ष (1976-87) के भू जलस्तर के आंकड़ों का विश्लेषण किया जा चुका है और मानसून के पूर्व तथा मानसून के पश्चात् भूजल स्तर की प्रवृत्ति का पता लगाकर इनकी तुलना वर्षाकाल की प्रवृत्ति से की गयी है। सामान्यतः कुछ अपवादों को छोड़कर, सभी जिलों में, भूजल स्तर में गिरावट की प्रवृत्ति देखी गयी है। तथापि, संक्षिप्तीकरण आंकड़े उपलब्ध न होने के कारण वर्षा एवं भूजल प्रणाली के बीच यथार्थ सहसंबंधों का पता नहीं लगाया जा सका ।

कृष्णा जल संग्रह क्षेत्र में 9 चुने गये स्थलों के धारा प्रवाह आंकड़ों का विश्लेषण किया गया । इन स्थलों पर पिछले 20 वर्षो के धारा प्रवाह आंकड़ों का विश्लेषण किया गया। विविध प्रकार के विश्लेषणों में साधारण प्रवाह जलालेख की दीर्घ अवधि मानों से तुलना, प्रवाह अवधि वक्र तथा निम्न प्रवाह सूचकांको का विकास न्यूनता की मात्रा व अवधि का विश्लेषण, सम्मिलित है। प्राप्त परिणामों से संकेत मिलता है कि 1986-87 के दौरान प्रवाह सूख गये थे। इस प्रतिवेदन में, संस्थान के सूखा अध्ययन प्रभाग द्वारा 1986-87 के दौरान छः राज्यों में सूखे के जलविज्ञानीय पहलुओं पर प्रकाश डालने का प्रयास किया गया है। अन्य प्रकार के विश्लेषणों संबंधी अध्ययनों को आगामी प्रतिवेदनों में सम्मिलित किया जाएगा।

वर्ष 1987-88 तक सूखे का जल विज्ञानीय पहलू

सूखे की समस्या की गम्भीरता तथा सूखे से जुड़े जलविज्ञानीय पहलुओं की थोड़ी समझ को विचार में रखते हुए राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान ने सूखा प्रभाव को जलविज्ञानीय दृष्टि से समझने हेतु वर्ष 1986 में अध्ययन शुरू किया। इसके अन्तर्गत संस्थान ने फील्ड में कार्य करने वाली संस्थाओं से कुछ चयनित क्षेत्रों का वर्षा, धारा प्रवाह तथा भूजल के आँकडों को एकत्रित करना शुरू किया। छः राज्यों आन्ध्र प्रदेश, गुजरात, कर्नाटक, महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश तथा राजस्थान को अध्ययन के लिए चुना गया। पहले वर्ष (1985-86) के दौरान छः राज्यों में से प्रत्येक के दो ज़िलों को विश्लेषण के लिए चुना गया । वर्षा, धारा प्रवाह, भूजल तथा मृदा जलांश आंकड़ों का विश्लेषण "1985-86 के लिए सूखे का जल विज्ञानीय पहलू" नामक प्रतिवेदन में दिया गया है ।

उससे अगले वर्ष (1986-87) में प्रत्येक राज्यों के चार ज़िलों को अध्ययन के लिए शामिल करने का अथक प्रयास किया गया।

सूखे की निरन्तर स्थिति को विचार में रखते हुए अध्ययन का वर्ष 1987-88 तक बढ़ा दिया गया। इस अध्ययन के लिए प्रत्येक छः राज्यों के छः जिलों को विश्लेषण हेतु चुना गया। ये जिले आन्ध्र प्रदेश में कुदापाह, अनन्तपुर, चित्तौड़, प्रवासम, कुरनोल तथा महबूब नगर, गुजरात में जामनगर, राजकोट, अमरेली, भावनगर, सुरेन्द्र नगर तथा अहमदाबाद, कर्नाटक में बीजापुर, बेलगांव, गुलबर्ग, रायपुर, बैलेरी तथा धारवार, मध्य प्रदेश में खारगोन, झबुआ, सिधी, धार, बेतुल तथा शहडोल, महाराष्ट्र में अमहदनगर, सोलापुर, पूना, सतरा, औरंगाबाद तथा संगली तथा राजस्थान में बन्सवारा, बाडमेर, अजमेर, उदयपुर, डुंगरपुर तथा जोधपुर है।

वर्षा आंकडों का मासिक तथा मौसमीय निर्गम संभावना विश्लेषण, हर्ब्स्ट विश्लेषण तथा सूखा दौर विश्लेषण सहित कई प्रकार से विश्लेषण किया गया। यह पाया गया है कि गुजरात, मध्यप्रदेश, राजस्थान

तथा महाराष्ट्र के अध्ययन के लिए चुने गये लगभग सभी ज़िलों में वर्ष 1987-88 मे वर्षा में 30 प्रतिशत से भी अधिक की मौसमीय कमी आयी। कुछ ज़िलों में मासिक वर्षा में 100 प्रतिशत की कमी भी देखी गयी। कर्नाटक तथा आन्ध्र प्रदेश राज्यों में वर्षा की स्थिति अन्य राज्यों से तुलनात्मक रूप से अच्छी थी। 1901 से 1987 तक के वर्षा आंकड़ों का संभावित विश्लेषण यह संकेत करता है कि कुछ अपवाद को छोड़कर सभी ज़िलों मे सामान्य वार्षिक वर्षा की संभावना 80 प्रतिशत से कम रही। पिछले अध्ययनों से हटकर इस बार बारह मास के आंकड़ें लेकर हर्ब्स्ट विश्लेषण किया गया । सामान्यत: 1951-87 के बीच की समयावधि के दौरान इन ज़िलों में 4 से 12 सूखा दौर पाये गये। हर्ब्स्ट विधि के अनुसार गुजरात राज्य में नवीनतम सूखा दौर सबसे अधिक तीव्रता का था। सूखा दौर विश्लेषण द्वारा ज्ञात हुआ है कि कुछ जिले छोड़कर सभी में 75 प्रतिशत सम्भावित स्तर पर सूखा दौर की अवधि 21-28 दिवस है।

कृष्णा जल संग्रह क्षेत्र के चुने गये स्थलों के साथ-साथ इस बार गोदावरी जल संग्रह क्षेत्र के चार नये स्थलों का धारा प्रवाह विश्लेषण किया गया। 1987-88 के दौरान जलालेख संकेत करता है कि कृष्णा जल संग्रह क्षेत्र के पांच स्थलों में प्रवाह पिछले 21 वर्षो में निम्नतम प्रवाह के नजदीक था। आंकड़ों की अनुपलब्धता के कारण गोदावरी के लिए आंकड़ों का विश्लेषण केवल 1986-87 तक किया गया। इसमें जलालेख 1986-87 में न्यूनतम प्रवाह को दर्शाता है। 1987-88 के दौरान कृष्णा के स्थलों के लिए वार्षिक धारा प्रवाह आयतन पिछले 21 वर्षो के आंकड़ों की तुलना में न्यूनतम पाया गया तथा गोदावरी स्थलों पर 1986-87 में भी न्यूनतम पाया गया । सूखा वर्ष की गंभीरता का प्रेक्षण करने के लिए प्रवाह श्रेणी के सांख्यकीय प्रांचलों का मूल्यांकन किया गया तथा यह पाया गया कि कृष्णा के अधिकतर स्थलों में लगातार तीन वर्षो तक गम्भीर सूखा पड़ा। गोदावरी जल संग्रह क्षेत्र के लिए इस प्रवाह का विश्लेषण मध्यम सूखा अवस्था को दर्शाता है। कृष्णा जल संग्रह क्षेत्र के स्थलों की तुलना में गोदावरी के स्थलों के लिए प्रवाह श्रेणी काफी परिवर्ती थी। सभी स्थलों के लिए निम्न प्रवाह सूचकांक मानों की स्थापना की गयी। विश्लेषण से वार्षिक अधिकतम न्यूनतम आयतन तथा किसी विशेष जल स्तर के लिए आवश्यक अवधि को भी निकाला गया। प्रतिवेदन में सूखा आयतन तथा उसकी अवधि निकालने का भी प्रयास किया गया। जलाशय संचयन पर मानसून की विफलता का प्रभाव देखने के लिए मानसून के महीनों में कुछ चुने गये जलाशयों में संचयन की तुलना करने का प्रयास किया गया। अधिकतर जलाशयों में 1986 तथा 1987 वर्षो में संचयन पिछले दो वर्षो से कम पाया गया।

भूजल आंकड़ों का विश्लेषण छ: राज्यों में प्रथम 30 जिलों का ही किया गया। मानसून से पूर्व तथा पश्चात की प्रवृति को जानने के लिए 1976 से 1987 तक के आंकड़ों का उपयोग किया गया। सूखे के परिणाम स्वरूप आन्ध्र प्रदेश के जिलों के विश्लेषण से भूजल अवस्था का स्पष्ट चित्र नहीं मिला। गुजरात के जिले लगातार अनावृष्टि वर्षा के कारण बुरी तरह प्रभावित पाये गये। कर्नाटक में भूजल की स्थिति वर्ष 1987 में पिछले वर्ष 1986 की तुलना में अच्छी दिखाई दी। मध्य प्रदेश में मानसून से पूर्व तथा पश्चात भूजल की प्रवृत्ति सामान्यत: ह्रास होती दिखायी दी। महाराष्ट्र राज्य में भूजल स्तर प्रवृत्ति का एक मिश्रित चित्र मिला जहां अधिकतर जिलों में मानसून के पश्चात गिरावट दिखायी दी। राजस्थान में कुछ अपवादों को छोडकर सभी जिलों में मानसून के पश्चात अतिप्रवण ह्रास प्रवृत्ति पायी गयी। कुछ प्रकरणों में भूजल संतुलन में धनात्मक विकास रिकार्ड किया गया जो क्षेत्र में सतह जल सिंचाई परियोजना के योगदान के कारण रहा।

यह प्रतिवेदन देश में 1987 के दौरान अनुभव किए गए सूखे के जल विज्ञानीय पहलू को जानने का एक प्रयास है तथा इस श्रेणी में तीसरा अध्ययन है। यह आशा है कि सामान्य वर्षो के अध्ययन के साथ

ही संस्थान अभिलक्षण निर्देशी जलविज्ञानीय सूखा के लिए व्यापक सूचकांक के विकास के लिए कुछ सुदृढ़ आधार का विकास करने में सक्षम हो जाएगा ।

मध्य प्रदेश में वर्ष 1987-88 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू

सूखा भारत के लिए नई बात नहीं है। पिछले वर्ष में देश ने लगातार तीन वर्षो 1985, 1986 तथा 1987 में सूखे का सामना किया । तीव्रता के अनुसार वर्ष 1987 का सूखा 20वीं शताब्दी में द्वितीय स्थान पर है। क्षेत्रवार गणना के आंकड़े यह संकेत करते है कि देश के कुल 328 मिली0 हेक्टे0 के भौगोलिक क्षेत्रफल का 107 मिली0 हेक्टे0 अथवा क्षेत्रफल का एक तिहाई भाग तथा 29 प्रतिशत जनसंख्या सूखे से प्रभावित हुई।

सूखे की आवर्ती प्रवृत्ति के कारण धाराप्रवाह में कमी, मृदा जलांश संचयन का क्षय, जलाशय एवं टैंक के जलस्तर में ह्रास तथा भूजल स्तर में गिरावट आ गयी जिसके फलस्वरूप कृषि तथा चारा उत्पादन में कमी आ गयी।

इस प्रतिवेदन में मध्य प्रदेश के चयनित 6 सूखा प्रवृत्ति के जिले झबुआ, खारगोन, धार, सिधी, बेतुल तथा शहडोल के लिए वर्ष 1987-88 में किए गए अध्ययन के परिणामों का विवरण दिया गया है। इस प्रतिवेदन में सूखे के परिणाम स्वरूप वर्षा में कमी का प्रभाव तथा भूजल स्तर की प्रवृत्ति जानने के लिए वर्षा तथा भूजल स्तर आंकड़ों का विश्लेषण भी दिया गया है।

मौसमीय वर्षा आंकड़ों का विश्लेषण सभी 6 चयनित जिलों में वर्षा की कमी को दर्शाता है जो सिधी तथा शहडोल को छोड़कर 30 से 65 प्रतिशत के बीच है। मासिक वर्षा आंकड़ों का विश्लेषण सिधी को छोड़कर सभी 5 जिलों में 10 से 60 प्रतिशत कमी को दर्शाता है।

वर्षा का बांरबारता विश्लेषण यह दर्शाता है कि 75 प्रतिशत सामान्य वर्षा की संभावित मानों की स्थिति मध्य प्रदेश के राज्य झबुआ, खारगोन तथा धार जिलों में क्रमश: 78, 76 तथा 76 है अर्थात् 80 से कम है जो भारत मौसम विभाग (आई0एम0डी0) के अनुसार सूखे का संकेत करते है, जबकि सिधी, बेतुल तथा शहडोल जिले में 75 प्रतिशत सामान्य वर्षा की संभावित मानों की उत्पत्ति 84, 87 तथा 89 है जो यह संकेत करती है कि 100 वर्षो में 16, 13 तथा 11 वर्षो में सामान्य वर्षा का 75 प्रतिशत अनुभव किया गया जो कम सूखा स्थिति को दर्शाता है। हर्ब्स्ट विधि तथा मासिक वर्षा आंकड़ों का विश्लेषण 1984-87 के दौरान दो सूखे के दौर पाये जाने को दर्शाता है। सिधी जिले में सबसे अधिक सूखे के दौर पड़े तथा सामान्य रूप से 1951 के पश्चात सभी जिलों में 4-5 सूखे के दौर आये। खारगोन जिले में सूखे की अधिकतम तीव्रता अनुभव की गयी जबकि 94 दिन का सबसे लम्बा दौर बेतुल जिले में 1978-86 के दौरान पाया गया। प्रत्येक जिले में एक तालूक के लिए किया गया सूखा दौर विश्लेषण दर्शाता है कि 75 प्रतिशत संभावित स्तर पर सूखे के दौर की अवधि धार एवं सिधी जिले को छोड़कर 21-28 दिन पायी गयी जबकि धार एवं बनास (सिधी) तालूक के लिए यह अवधि 14-21 दिन पायी गयी ।

झबुआ, खारगोन, धार, शहडोल एवं बेतुल जिले में भूजल स्तर का विश्लेषण किया गया। सभी पांचों जिलों में 1987-88 के दौरान 33-43 प्रतिशत वर्षा में ह्रास का अनुभव किया गया। पिछले लगातार तीन वर्षो से भी अधिक समय में वर्षा की ह्रास प्रवृत्ति के परिणाम स्वरूप शहडोल जिले को छोड़कर सभी पांचों जिलों में मानसून से पूर्व तथा पश्चात भूजल स्तर में गिरावट की प्रवृत्ति पायी गयी तथा सभी में ह्रास की दर पिछले वर्ष से अधिक पायी गयी। यह निरन्तर ह्रास, न्यूनतम मौसमीय वर्षा में निरंतर गिरावट एवं विभिन्न प्रयोगों के लिए भूजल के अधिक उपयोग के कारण है।

राजस्थान में 1987-88 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू

भारत में सूखा पड़ना कोई नई घटना नही है अभी हाल के वर्षो में देश ने लगातार तीन वर्षो 1985, 1986 तथा 1987 में सूखे का सामना किया। यह रिर्पोट हो चुका है कि तीव्रता के अनुसार वर्ष 1987 का सूखा 20 वीं शताब्दी में द्वितीय स्थान पर है। प्रथम स्थान वर्ष 1918 में पडे सूखे का है। क्षेत्रीय व्याप्ति पर साख्यिकी यह संकेत करती है कि देश के कुल 328 मिली0 हेक्टे0 भौगोलिक क्षेत्रफल का 107 मिली0 हेक्टे0 अथवा क्षेत्रफल का एक तिहाई भाग तथा 29 प्रकाशित जनसंख्या सूखे से प्रभावित हुई।

सूखे की समस्या की गम्भीरता तथा सूखे से जुड़े जलविज्ञानीय पहलुओं के कम ज्ञान को विचार में रखते हुए राष्ट्रीय जल विज्ञान संस्थान ने सूखे के प्रभाव को जलविज्ञानीय दृष्टि से अच्छी तरह समझने हेतू वर्ष 1986 में अध्ध्यन शुरू किया । इसके अर्न्तगत संस्थान ने फील्ड में कार्य करने वाली संस्थाओं से कुछ चुने गये क्षेत्रों का वर्षा, धारा प्रवाह तथा भूजल के 1951 से 1988 तक के आंकडों को एकत्र करना शुरू किया। छः राज्यों आन्ध्र प्रदेश, गुजरात, कर्नाटक, महाराष्ट्र, मघ्यप्रदेश, तथा राजस्थान को अघ्ययन के लिए चुना गया। इस प्रतिवेदन में सुखे के प्रभाव का मूल्यांकन करने के लिए राजस्थान राज्य के छः चुने गये जिले बाडमेर, बांसवारा, अजमेर, उदयपुर, डुंगरपुर तथा जोधपुर का वर्षा, भूजल तथा जलाशय स्तर के आंकड़ों का विश्लेषण किया गया।

गुजरात में 1987-88 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू

इस प्रतिवेदन में गुजरात के 6 जिलों राजकोट, जामनगर, अहमदाबाद, सुरेन्द्रनगर, अमरौली तथ भावनगर जिलों में किएं गए अध्ययन के परिणामों का विवरण दिया गया है।

ये जिले सौराष्ट्र क्षेत्र में स्थित है। जहां मुख्यतः काली मिट्टी पायी जाती है जिसकी उपज क्षमता कम है जिससे यह क्षेत्र सूखा प्रवृत्ति का हो गया है। ये सूखे से प्रभावित जिले कपास, सूखा गेहूँ तथा मूंगफली वाले क्षेत्र में स्थित है। सौराष्ट्र क्षेत्र काफी पथरीला है इसलिए वहाँ भूजल विकास के लिए कोई नलकूप नहीं है।

इस प्रतिवेदन में सूखे के परिणाम स्वरूप वर्षा में कमी का प्रभाव तथा भूजल स्तर की प्रवृत्ति जानने के लिए वर्षा तथा भूजल स्तर आंकड़ों का विश्लेषण भी दिया गया है। सूखे के वर्गीकरण के लिए विभिन्न तकनीकों का प्रयोग करते हुए वर्षा आंकड़ों का विशलेषण किया गया है। प्रतिवेदन में क्षेत्र की उपयोग में लायी गयी भूमि, जनसंख्या, प्रवृत्ति, मृदा, भूविज्ञान, जल संसाधन सांख्यिकी का विवरण भी दिया गया है।

वर्षा आंकड़ों का विश्लेषण यह दर्शाता है कि अध्ययन के लिए चुने गए सभी 6 जिलों में 60 प्रतिशत मौसमीय वर्षा की कमी पायी गयी तथा एकल मानसून महीनों में 50 प्रतिशत से अधिक की कमी पायी गयी। 6 जिलों में प्रत्येक में दो तालुक के लिए तथा पूरे जिले के लिए वार्षिक वर्षा का संभावित विशलेषण किया गया। 75 प्रतिशत सामान्य वर्षा पर सभी छः जिलों जामनगर, राजकोट, अहमदाबाद, सुरेन्द्रनगर, अमरौली तथा भावनगर में वार्षिक वर्षा क्रमशः 60, 63, 63, 59, 57 तथा 63 प्रतिशत पायी गयी जो 90 प्रतिशत से भी कम है यह जिलों की सूखा स्थिति को सिद्ध करता है।

हर्ब्स्ट विधि का प्रयोग करते हुए मासिक वर्षा आंकड़ों का विशलेषण यह संकेत करता है कि भावनगर के अलावा सभी 6 जिलों में 1984-87 के दौरान सूखा पड़ा। राजकोट जिले में 1985-87 के दौरान सूखे की अधिकतम तीव्रता पायी गयी। सभी जिलों में 1959-87 के दौरान सूखे के 6-9 दौर अनुभव किए गए। प्रत्येक छः जिले के एक चयनित तालुक के लिए किया गया सूख दौर विश्लेषण यह संकेत करता है कि सभी 6 तालुक के लिए 75 प्रतिशत के स्तर की संभावना पर सूखा दौर 21-28 दिनों के बीच पाया गया। सूखा दौर उस समय अन्तराल को माना गया जिसमें कम से कम दो सप्ताह के लिए वर्षा 5 मिमी से अधिक नहीं हुई। सभी 6 जिलों के भूजल स्तर का विश्लेषण कम वर्षा के परिणामस्वरूप हास प्रवृत्ति दर्शाता है। वर्ष 1987-88 के मानसून के पूर्व तथा पश्चात के लिए भूजल प्रवृत्ति रेखा, पिछले वर्ष की तुलना में मानसून की असफलता के परिणाम स्वरूप भूजल स्तर पर काफी प्रभाव दर्शाती है। भूजल स्तर में प्रवणतम गिरावट जामनगर जिले में पायी गयी। जिसके बाद राजकोट तथा अमरेली में पायी गयी। जबकि अहमदाबाद जिले में मानसून से पूर्व तथा पश्चात जलस्तर में ह्रास की दर निम्नतम पायी गयी। यह अध्ययन सूखा एवं सूखारहित वर्ष के लिए जलविज्ञानीय प्रांचलो की स्थिति की तुलना के लिए वर्ष 1988-89 में भी जारी रहेगा।

आन्ध्र प्रदेश में वर्ष 1987-88 तक सूखे का जलविज्ञानीय पहलू

सूखे की समस्या की गम्भीरता तथा सूखे से जुड़े जलविज्ञानीय पहलुओं की कम जानकारी को ध्यान में रखते हुए राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान ने सूखा प्रभाव को जलविज्ञानीय दृष्टि से अच्छी तरह समझने हेतु वर्ष 1986 में अध्ययन शुरू किया। इसके अन्तर्गत संस्थान ने फील्ड में कार्य करने वाली संस्थाओं से कुछ चयनित क्षेत्रों का वर्षा, धारा प्रवाह तथा भूजल के 1951 से 1988 तक के आंकड़ों को एकत्र करना शुरू किया। छः राज्यों आन्ध्र प्रदेश, गुजरात, कर्नाटक, महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश तथा राजस्थान को अध्ययन के लिए चुना गया। इस प्रतिवेदन में सूखे प्रभाव का मूल्यांकन करने के लिए आन्ध्र प्रदेश के छः चयनित जिलों अनन्तपुर, कुदापाह, चित्तोड़, प्रकासम, करनल तथा महबूबनगर के वर्षा, भूजल तथा जलाशय स्तर आंकड़ों का विश्लेषण किया गया है।

महाराष्ट्र में वर्ष 1987-88 में सूखे के जलविज्ञानीय पहलू

इस प्रतिवेदन में, महाराष्ट्र के छः जिलों - अहमदनगर, सोलापुर, पुणे, सतारा, सांगली तथा औरंगाबाद में वर्ष 1987-88 के लिए किए गये अध्ययनों के परिणामों की व्याख्या की गयी है। इसमें वर्षा, धारा प्रवाह तथा भूजल आंकड़ों के विश्लेषण सम्मिलित किये गये है। सूखे की घटनाओं के परिणाम स्वरूप आयी वर्षा में कमी एवं भूजल स्तर प्रावृत्ति का पता लगाने हेतु वर्षा एवं भूजल आंकड़ों का उपयोग किया गया। वर्ष 1987-88 में, अहमदनगर, सतारा, पुणे तथा सांगली जिलों में मौसमी वर्षा में 15-60 प्रतिशत तक अंतर देखा गया। कुछ जिलों जैसे - पुणे व सतारा में, पिछले 15-16 वर्षो से मौसमी वर्षा में निरंतर कमी (गिरावट) दर्ज की गयी। मासिक वर्षा विश्लेषण के मामले में संकेत मिलता है कि अधिकांश महीनों में मासिक वर्षा न्यूनता 10 से 70 प्रतिशत तक रही। पुणे व अहमदनगर जिलों में भी वर्षा में इसी प्रकार कमी रही। यद्यपि सांगली, औरंगाबाद व सोलापुर जिलों में, वर्ष 1987-88 के कुछ महीनों में अधिक मासिक वर्षा भी दर्ज की गयी । बारंबारता विश्लेषण दर्शाता है कि सभी छः जिलों में, सोलापुर व पुणे के अतिरिक्त, सामान्य से 75 प्रतिशत तक वर्षा होने की संभावना 80 प्रतिशत से अधिक है, जिससे यह संकेत मिलता है कि विश्लेषण हेतु चुने गये जिले इस विश्लेषण के आधार पर, आई.एम.डी. मापदण्ड के अनुसार, सूखा ग्रस्त सिद्ध नहीं होते । हर्बस्ट विश्लेषण दर्शाता है कि पुणे, सोलापुर, सांगली व औरंगाबाद में 1984-87 में सूखे का प्रभाव हुआ। सतारा एवं अहमदनगर जिलों में 1984-87 के दौरान कोई सूखे का दौर नहीं रहा; यद्यपि इन जिलों में सातवें दशक के अंत में तथा आठवें दशक के आरम्भ में सूखे का दौर रहा था। सबसे अधिक सूखा सतारा जिले में पड़ा तथा इन जिलों में 1951-87 की अवधि में 4 से 11 बार तक सूखा पड़ा । सांगली जिले में सबसे अधिक समय तक सूखा 1983-84 में रहा । सूखे का सबसे लम्बा दौर, सातवें दशक के अंत में तथा आठवें दशक के आरम्भ में, अहमदनगर में रहा । राज्य के चुने हुए छः जिलों से चुने गये सभी छः तालुकों में 75 प्रतिशत संभावना मामलों में सूखे के दौर की अवधि 21 से 28 दिन रही।

भूजल स्तर आंकड़ों का सांख्यिकीय विश्लेषण करके भूजल प्रणाली पर कम वर्षा के प्रभाव को देखने का भी प्रयास किया गया है। वर्ष 1987-88 के मौसमी वर्षा चित्र से पता चलता है कि विश्लेषण हेतु चुने गये सभी जिलों में, सोलापुर के अतिरिक्त, वर्षा में 9 प्रतिशत से 60 प्रतिशत तक कमी रही। पुणे व सोलापुर में, जल स्तर में गिरावट की दर अधिक रही। तथापि, अहमदनगर में जल स्तर में गिरावट की दर पिछले वर्ष की तुलना में कम रही।

वर्ष 1987 के दौरान, चार चुने गये जलाशयों, जायकवाड़ी, खड़कवासला, कोयला एवं भीमा में से जायकवाड़ी के अतिरिक्त तीनों जलाशयों में, पिछले 2-3 वर्षो की तुलना में जल संचयन में कमी देखी गई।

कर्नाटक में 1987-88 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू

सूखे की समस्या की गम्भीरता तथा सूखे से सम्बद्ध जलवैज्ञानिक पहलुओं की अपर्याप्त जानकारी को ध्यान में रखते हुए, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान ने, जलविज्ञान की दृष्टि से सूखे के प्रभावों को समझने हेतु वर्ष 1986 में अध्ययन कार्य आरम्भ किया। इस दिशा में संस्थान ने चुने हुए क्षेत्रों के 1951 से 1988 तक की अवधि के वर्षा, धारा प्रवाह व भूजल संबंधी आंकड़े, क्षेत्रीय संगठनों से एकत्र करना आरम्भ किया।

अध्ययन के लिए छः राज्यों आंध्र प्रदेश, गुजरात, कर्नाटक, महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश तथा राजस्थान का चयन किया गया था। इस प्रतिवेदन में सूखे के प्रभावों के मूल्यांकन हेतु, कर्नाटक के छः चुने हुए जिलों - बीजापुर, बेलगाम, गुलबर्गा, रायचूर, बेल्लारी तथा धारवाड के वर्षा, भूजल तथा जलाशय स्तर संबंधी आंकड़ों के विश्लेषण को निरूपित किया गया है।

सामाजिक आर्थिक पहलुओं पर सूखे का प्रभाव - एक अध्ययन

मध्य प्रदेश का खरगोन जिला वर्ष 1985-86 एवं 1987-88 में सूखे से गम्भीर रूप से प्रभावित हुआ था। इस जिले में सूखे के सामाजिक आर्थिक प्रभावों के मूल्यांकन हेतु एक अध्ययन किया गया है। दोनों, गुणात्मक एवं मात्रात्मक मूल्यांकन, सरकारी विभागों तथा जिले के अन्य अभिकरणों द्वारा प्रदत्त आंकड़ों/सूचनाओं तथा किये गये सर्वेक्षणों पर आधारित है । फसलों की पैदावार, सिंचाई तथा रबी के बुवाई क्षेत्र पर इस सूखे का बहुत अधिक प्रभाव पड़ा। दोहरा फसल क्षेत्र, आधार वर्ष की तुलना में 30 प्रतिशत कम हो गया। गैर कृषकों जिनकी आय के अन्य स्रोत भी है, की अपेक्षा पूर्णतया कृषि पर निर्भर कृषक, सूखे से बुरी तरह प्रभावित हुए। सिंचाई के 70 प्रतिशत से भी अधिक निजी स्रोतों (कुओं तथा नलकूप) ने बहुत ही कम जल प्रदान किया। पिछले वर्षो में सूखा पड़ने के कारण पशुओं के चारे तथा चरागाहों पर भी बुरा प्रभाव पड़ा जिसके परिणाम स्वरूप पशुधन (मुख्यत: दुधारू पशुओं) की संख्या में भी कमी आयी। सूखे के दौरान आर्द्रता दबाव तथा चराई दबाव बढ़ने के कारण वनों एवं वन्य प्राणियों को भी गम्भीर क्षति हुई। पानी का उपयोग करने वाले ग्रामीण क्षेत्रों के घरेलू और लघु उद्योग भी सूखे के कारण बुरी तरह प्रभावित हुए जबकि शहरों में स्थापित मझोले व बड़े उद्योगों पर इसका कम प्रभाव पड़ा। सूखा काल में पेय जल की कमी, खाद्य सामग्री के दामों में वृद्धि एवं कृषि कार्य में लगे स्थानीय श्रमिकों की बेरोजगारी में वृद्धि आदि गंभीर परिणाम देखे गये। ऐसी परिस्थितियों में स्थानीय लोग आस-पास के जिलों (खण्डवा और इन्दौर) में स्थानांतर को विवश हुए। सूखे के दौरान विवाह, त्यौहार, धार्मिक एवं अन्य समारोहों आदि को अधिक महत्व नहीं दिया जा सका। सामाजिक सुविधाओं जैसे पेयजल स्रोत, सड़कें, तालाब, विद्यालय आदि के विकास पर, सूखे का, तुलनात्मक रूप से सकारात्मक प्रभाव पड़ा।

सूखे का कृषि पर प्रभाव - एक अध्ययन

सूखा एक भूमण्डलीय समस्या है जो विश्व के अनेक देशों को प्रभावित करती है। वर्तमान शताब्दी में हमारे देश में अनेक वर्ष सूखा प्रभावित रहे है। निरन्तर सूखा पड़ने से हमारी कृषि आधारित अर्थ व्यवस्था प्रभावित होती है। देश में निरन्तर होने वाले सूखे को ध्यान में रखते हुए, संस्थान ने सूखे के जलवैज्ञानिक पहलुओं पर अध्ययन आरम्भ किये। इन अध्ययनों मे भूजल एवं धारा प्रवाह प्रणाली पर सूखे के प्रभावों का मूल्यांकन किया गया।

कृषि पर सूखे के प्रभाव का मूल्यांकन करने के लिए मध्य प्रदेश के खरगौन जिले का अध्ययन किया गया। यह पाया गया कि जल वर्ष 1985-86 में मौसमी वर्षा में 44.41 प्रतिशत कमी रही। भूजल प्रणाली के विश्लेषण में, कई वर्षो से कम वर्षा के कारण, भूजल स्तर में आयी गिरावट की प्रवृत्ति के संकेत मिले।

वर्ष 1985-86 की फसल लब्धि एवं फसल के क्षेत्रफल की तुलना 1976-80 के दौरान के औसत मानों से की गयी। वर्ष के दौरान अधिकांश फसलों जैसे ज्वार, मूंगफली, बाजरा, गेहूं, मक्का आदि की औसत फसल लब्धि, 1976-80 के औसत मानों की तुलना में 50 प्रतिशत कम पायी गयी। वर्ष 1985-86 के दौरान फसलों के क्षेत्रफल की तुलना 1976-80 के दौरान फसलों के औसत क्षेत्रफल से की गयी। यह पाया गया कि 1985-86 के दौरान, गेहूं की फसल के क्षेत्र में 37.3 प्रतिशत कमी हो गयी है। यह भी मूल्यांकन किया गया कि फसल लब्धि व क्षेत्रफल दोनों की दृष्टि से मूंगफली, बाजरा तथा गेहूं की फसलें बुरी तरह प्रभावित हुई।

गुजरात में 1988-89 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू

इस प्रतिवेदन में, गुजरात के छः जिलों - अहमदाबाद, अमरेली, भावनगर, जामनगर, राजकोट और सुरेन्द्रनगर में वर्ष 1988-89 के लिए किये गये अध्ययनों के परिणामों का उल्लेख किया गया है।

ये जिले सौराष्ट्र क्षेत्र में आते है जहां अधिकांशत: काली मिट्टी है। यह कम उपजाऊ मिट्टी है जो इस क्षेत्र में सूखे का एक कारण भी है। ये सूखा ग्रस्त जिले कपास, शुष्क गेहूं क्षेत्र एवं मूंगफली उत्पादक क्षेत्र में आते है। सौराष्ट्र क्षेत्र में चट्टानें होने के कारण यहां पर भूजल के सदुपयोग हेतु नलकूप भी नही है।

इस प्रतिवेदन में सूखे की घटनाओं के परिणाम स्वरूप वर्षा की न्यूनता के प्रभाव व भूजल स्तर की प्रवृत्ति का पता लगाने के लिए वर्षा एवं भूजल स्तर आंकड़ों के विश्लेषण को सम्मिलित किया गया है। सूखे के वर्गीकरण की अनेक तकनीकों का उपयोग करके वर्षा आंकड़ों का विश्लेषण किया गया है। प्रतिवेदन में राज्य के भूमि प्रयोग, जनसंख्या (पैटर्न), मृदाओं, भूविज्ञान, जलसंसाधन सांख्यिकी आदि का विवरण भी सम्मिलित है।

सभी छः जिलों के भूजल स्तर विश्लेषण से वर्षा में कमी के फलस्वरूप जल स्तर में गिरावट की प्रवृत्ति का पता चला। वर्ष 1987-88 में मानसून के पूर्व व पश्चात की अवधि में जल स्तर की प्रवृत्तियों ने, पिछले वर्ष की तुलना में कम मानसूनी वर्षा के परिणाम स्वरूप, जलस्तर पर बहुत अधिक प्रभाव दर्शाया। वर्ष 1988-89 में मानसून के पूर्व व पश्चात् सभी जिलों में जल स्तर में वृद्धि के संकेत मिले है।

कर्नाटक में 1988-89 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू

भारत में सूखा पड़ना कोई नयी घटना नहीं है। हाल ही में देश में 1985, 1986 व 1987 में निरन्तर तीन वर्षो में सूखा पड़ा। एक प्रतिवेदन के अनुसार 1987 का सूखा इस शताब्दी का दूसरा सबसे भयंकर सूखा था, इससे भयंकर सूखा 1918 में ही पड़ा था। क्षेत्रवार आंकड़ों से संकेत मिलता है कि देश के कुल भौगोलिक क्षेत्र 328 मिलियन हेक्टेअर में से 107 मिलियन हेक्टेअर अर्थात लगभग एक तिहाई क्षेत्र तथा कुल जनसंख्या का 29 प्रतिशत सूखे से प्रभावित हुए।

सूखे की समस्या की गंभीरता तथा सूखे से सम्बद्ध जलवैज्ञानिक पहलुओं की अपर्याप्त जानकारी को ध्यान में रखते हुए, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान ने, जलविज्ञान की दृष्टि से सूखे के प्रभावों को अच्छे ढ़ंग से समझने के लिए, 1986 में अध्ययन आरम्भ किये। इसी संदर्भ में संस्थान ने कुछ चुने गये क्षेत्रों के 1951 से 1989 तक की अवधि के, वर्षा एवं भूजल संबंधी आंकड़े, विभिन्न क्षेत्रीय संगठनों से एकत्र करना आरम्भ किया। इस प्रतिवेदन में सूखा प्रभाव विश्लेषण हेतु चुने गये कर्नाटक के छ: जिलों बीजापुर, बेलगाम, गुलबर्गा, रायचूर, बेल्लारी तथा धारवाड़ के वर्षा, भूजल तथा जलाशय स्तर आंकड़ों के विश्लेषण को दर्शाया गया है।

महाराष्ट्र में 1988-89 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू

भारत में प्राय: किसी न किसी भाग में सूखे का संकट बना रहता है। हाल ही के वर्षो में, 1985-86, 1986-87 एवं 1987-88 में देश के विभिन्न भागों में निरन्तर सूखा पड़ा, जिससे स्थानीय तथा क्षेत्रीय संतुलन प्रभावित हुए। सूखे की घटना के परिणाम स्वरूप, धारा प्रवाह, जलाशय स्तर, भूजल स्तर तथा मृदा जलांश स्तर में कमी आ जाती है। विभिन्न क्षेत्रों में, वर्षा की मात्रा व इसकी अस्थिरता तथा विशिष्ट उपभोगकर्ताओं के लिए जल की मात्रा भिन्न होने के कारण विभिन्न क्षेत्रें में सूखे की समस्या भी भिन्न होती है।

इस प्रतिवेदन में, महाराष्ट्र के छ: जिलों अहमदनगर, औरंगाबाद, पुणे, सांगली, सतारा तथा सोलापुर में वर्ष 1988-89 के लिए किये गये अध्ययनों के परिणामों का उल्लेख किया गया है। प्रतिवेदन में, वर्षा एवं भूजल आंकड़ों के विश्लेषण को सम्मिलित किया गया है। सूखे की घटनाओं के परिणाम स्वरूप वर्षा में न्यूनता एवं भूजल स्तर की प्रवृत्ति का पता लगाने के लिए वर्षा एवं भूजल आंकड़े प्रयुक्त किये गये। अहमदनगर, सतारा तथा पुणे जिलों में वर्ष 1988-89 में, मौसमी वर्षा में 46 से 68 प्रतिशत तक अंतर पाया गया। कुछ जिलों जैसे पुणे व सतारा में पिछले 17 वर्षो से निरन्तर मौसमी वर्षा में कमी दर्ज की गयी है। मासिक वर्षा विश्लेषण के मामले में, आंकड़ों से पता चलता है कि अधिकांश महीनों में वर्षा में 11 प्रतिशत से 100 प्रतिशत तक कमी रही। बारंबारता विश्लेषण से पता चलता है कि पुणे के अतिरिक्त सभी जिलों में 75 प्रतिशत सामान्य वर्षा होने की संभावना 80 प्रतिशत से अधिक है, इससे संकेत मिलता है कि विश्लेषण हेतु चुने गये जिले आई0एम0डी0 मानदण्ड के अनुसार किये गये विश्लेषण के आधार पर, सूखा ग्रस्त सिद्ध नहीं होते । हर्स्ट विश्लेषण दर्शाता है कि अहमदनगर, पुणे, सोलापुर, सांगली तथा औरंगाबाद जिलों में वर्ष 1984-89 में सूखा पड़ा। यद्यपि सतारा जिले में 7वें दशक के अन्त तथा आठवें दशक के आरम्भ में सूखे का दौर आया था फिर भी, यहां 1989 के दौरान कोई सूखे का दौर दर्ज नहीं किया गया। सूखे की अधिकतम तीव्रता सतारा जिले में दर्ज की गयी तथा 1951-89 की अवधि के दौरान इन जिलों में 4 से 12 तक सूखे के दौर आये।

सांगली जिले में सूखे का सबसे लम्बा दौर 1983-84 में रहा। सम्पूर्ण अवधि में, सूखे का सबसे लम्बा दौर अहमदनगर जिले में, 7वें दशक के अन्त तथा 8वें दशक के आरम्भ में आया।

भूजल स्तर आंकड़ों का सांख्यिकीय विश्लेषण करके, भूजल व्यवस्था पर, कम वर्षा के प्रभावों का पता लगाने का प्रयास भी किया गया। विश्लेषण हेतु चुने गये सभी छ: जिलों में, शोलापुर के अतिरिक्त,

वर्ष 1987-88 में, मौसमी वर्षा में 9 प्रतिशत से 60 प्रतिशत तक कमी देखी गयी। पुणे, सतारा, सांगली तथा शोलापुर में जल स्तर की गिरावट दर में वृद्धि हुई, तथापि औरंगाबाद में वर्ष 1989 में, पिछले वर्षो की तुलना में जलस्तर में वृद्धि हुई। चार चुने गये जलाशयों-जायकवाड़ी, खडकवासला, कोयना तथा भीमा में, वर्ष 1987 के दौरान, जल संचयन में, पिछले 2-3 वर्षो तथा वर्ष 1989 की तुलना में कमी रही।

राजस्थान में 1988-89 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू

सूखे की समस्या की गम्भीरता तथा सूखे से सम्बद्ध जलवैज्ञानिक पहलुओं की अपर्याप्त जानकारी को ध्यान में रखते हुए, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान ने, जलविज्ञान की दृष्टि से सूखे के प्रभावों को अच्छे ढंग से समझने के लिए 1986 में अध्ययन आरम्भ किए। इस संदर्भ में संस्थान ने, कुछ चुने गये क्षेत्रों के 1951 से 1989 तक की अवधि के वर्षा एवं भूजल संबंधी आंकड़े, विभिन्न क्षेत्रीय संगठनों से एकत्र करना आरम्भ किया। छः राज्यों आंध्र प्रदेश, गुजरात, कर्नाटक, महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश तथा राजस्थान को अध्ययन हेतु चुना गया। इस प्रतिवेदन में, सूखा प्रभाव विश्लेषण हेतु चुने गये राजस्थान के छः जिलों अजमेर, जोधपुर, बांसवाड़ा, बाडमेर, डूंगरपुर तथा उदयपुर के वर्षा, भूजल तथा जलाशय स्तर आंकड़ों के विश्लेषण को दर्शाया गया है।

कर्नाटक में 1991 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू

सूखे की समस्या की गम्भीरता तथा सूखे से सम्बद्ध जलवैज्ञानिक पहलुओं की अपर्याप्त जानकारी को ध्यान में रखते हुए राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान ने जलवैज्ञानिक दृष्टि से सूखे के प्रभावों की अधिक जानकारी प्राप्त करने हेतु 1986 में अध्ययन आरम्भ किए। इस संदर्भ में संस्थान ने कुछ चुने गये क्षेत्रों के 1951 से 1991 तक की अवधि के, वर्षा एंव भूजल संबंधी आंकड़ें, क्षेत्रीय संगठनों से एकत्र करने आरम्भ किये।

अध्ययन के लिए छः राज्यों, आंध्रप्रदेश, गुजरात, कर्नाटक, महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश तथा राजस्थान को चुना गया। इस प्रतिवेदन में सूखे के प्रभाव के मूल्यांकन हेतु चुने गये, कर्नाटक के छः जिलों बीजापुर, बेलगाम, गुलबर्गा, रायपुर, बेल्लारी तथा धारवाड़ के वर्षा, भूजल एंव जलाशय स्तर के आकंड़ों का विश्लेषण प्रस्तुत किया गया है।

महाराष्ट्र में 1991 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू

इस प्रतिवेदन में महाराष्ट्र के छः जिलों अहमदनगर, औरंगाबाद, पुणे, सांगली, सतारा तथा शोलापुर में वर्ष 1990-91 के लिए किये गये अध्ययनों का उल्लेख किया गया है। प्रतिवेदन में वर्षा एवं भूजल आंकड़ों के विश्लेषण को सम्मिलित किया गया है । सूखे की घटना के परिणाम स्वरूप वर्षा में आयी कमी तथा जलस्तर की प्रवृत्ति का पता लगाने के लिए वर्षा एवं भूजल आंकड़े प्रयुक्त किये गये। मौसमी वर्षा अंतर

विश्लेषण व मासिक वर्षा अंतर विश्लेषण किये गये । बारंबारता विश्लेषण ने दर्शाया कि पुणे के अतिरिक्त सभी जिलों में 75% सामान्य वर्षा की सम्भावाना 80% से अधिक है, जिससे संकेत मिलता है कि विश्लेषण हेतु चुने गये जिले आई एम डी मानदण्ड के अनुसार किये गये इस विश्लेषण के आधार पर सूखाग्रस्त नहीं है। हर्स्ब्र्ट विश्लेषण दर्शाता है कि अहमदनगर, पुणे, शोलापुर, सांगली व औरंगाबाद में 1984-91 की अवधि के दौरान सूखा पड़ा । सूखे की अधिकतम तीव्रता सतारा जिले में दर्ज की गयी तथा इन जिलों में सूखे के 4 से 12 दौर आये। सम्पूर्ण अवधि में सूखे का सबसे लम्बा दौर, आठवें व नौवें दशक के आरम्भ में अहमदनगर तथा सांगली जिलों में पाया गया ।

भूजल स्तर आंकड़ों के सांख्यिकीय विश्लेषण द्वारा भूजल प्रणाली पर कम वर्षा के प्रभावों का पता लगाने का प्रयास भी किया गया है। अहमदनगर और शोलापुर जिलों में जलस्तर में वृद्धि पायी गयी तथापि औरंगाबाद, पुणे, सांगली तथा सतारा जिलों में जलस्तर में वृद्धि हुई। वर्ष 1987 के दौरान चार चुने गये जलाशयों मुख्यतः जायकवाड़ी खड़कवासला, कोयना व भीमा में पिछले 2-3 वर्षो तथा वर्ष 1989-90 तथा 91 की तुलना में, संचयन में कमी आयी ।

अध्याय – 9 भूजल आकलन एवं निदर्शन

ऊपरी गंगा नहर सेच्य क्षेत्र का माध्य वर्ष मौसमी भूजल संतुलन

ऊपरी गंगा नहर नियंत्रण क्षेत्र में, विविध जलवैज्ञानिक घटकों के मूल्यांकन हेतु, जल संतुलन अध्ययन किये गये। इनका उद्देश्य वापकोस (WAPCOS) परामर्शी परियोजना के अन्तर्गत, इस क्षेत्र के लिए विशेष रूप से विकसित भूजल निदर्श के अंशांकन अध्ययनों के दौरान ऐसे घटकों के संबंध में प्राप्त मानों का सत्यापन करना था ।

उपलब्ध सीमित आंकड़ों तथा समय सीमा को ध्यान में रखते हुए, इस अध्ययन को केवल माध्य वर्ष अवस्था 1970–79 के मौसमी जल संतुलन अर्थात, मानसून (जून से अक्तूबर) एवं गैर मानसून (नवम्बर से मई) तक सीमित रखा गया है। अध्ययन क्षेत्र को नहर सिंचित, कूप सिंचित, गैर सिंचित कृषि क्षेत्र एवं कृषि फसल विहीन क्षेत्र में बांटा गया है। जल आपूर्ति स्त्रोत के आधार पर ऊपरी गंगा नहर क्षेत्र के जल संतुलन घटकों की, अभिकलन उद्देश्यों से, वर्षा जल संतुलन, नहर जल संतुलन तथा भूजल संतुलन के रूप में पहचान की गयी है। वर्षाजल संतुलन हेतु वर्षा घटक का मूल्यांकन, समवर्षा रेखा विधि द्वारा किया गया। केंद्रीय भूजल बोर्ड की सिफारिशों के अनुसार, मानसून के मौसम के दौरान वर्षा पुनःपूरण घटक 15% माना जाता है । रायवाला और नरोरा के बीच अपवाह पर किये गये अध्ययनों के आधार पर अपवाह वर्षा का 50% समझा जाता है तथा वर्षा का शेष भाग लाभकारी व गैर लाभकारी उपभोगों में प्रयुक्त हुआ समझा जाता है। गैर–मानसूनी मौसम के दौरान, वर्षा से होने वाला पुनःपूरण तथा अपवाह शून्य माना जाता है क्योंकि इस अवधि में वर्षा बहुत ही कम होती है।

वितरण प्रणाली की वहन क्षति के मूल्यांकन के आधार पर मौसमी नहर जल संतुलन का अभिकलन किया गया और वर्तमान सिंचाई विधियों तथा कृषि क्षेत्र के आधार पर फील्ड अंत:स्रवण क्षति की गणना की गयी है।

विविध घटकों पुन:पूरण तथा पृथक्करण घटकों (प्राप्त आंकडों के आधार पर आधारित कूपों द्वारा निस्सारण, उथले जलस्तर क्षेत्र से वाष्पन, साहित्य में उपलब्ध संस्तुतियों के आधार पर वृक्षों तथा अन्य गहरी जड़ों वाली फसलों द्वारा वाष्पन-वाष्पोत्सर्जन) के मूल्यांकन से भूजल संतुलन की गणना की गयी है ।

अंतत:, मानसून पूर्व तथा मानसूनोत्तर जल स्तर समोच्चरेखा मानचित्र द्वारा भूजलस्तर में आये परिवर्तन का मूल्यांकन किया गया तथा जल संतुलन से प्राप्त परिणामों से तुलना की गयी। इस अध्ययन से संकेत मिलता है कि ऊपरी गंगा नहर प्रणाली परिवर्तनशीलता साम्यवस्था के दौर में है।

ऊपरी गंगा नहर नियंत्रण क्षेत्र में अतिरिक्त सतही सिंचाई आपूर्ति का भूजल व्यवस्था पर प्रभाव

जल संतुलन अध्ययन, महत्वपूर्ण सैद्धांतिक व व्यवहारिक जलवैज्ञानिक समस्याओं के समाधान के माध्यम के रूप में कार्य करता है । जल संतुलन अध्ययन के आधार पर जल स्त्रोतों एवं मानव गतिविधियों के प्रभावान्तर्गत इनके गतिक व्यवहार का मात्रात्मक मूल्यांकन करना सम्भव है। ऊपरी गंगा नहर नियंत्रण क्षेत्र में जल संतुलन अध्ययन, भूमिगत जलाशय के लिए पुन:पूरण तथा निस्सरण घटकों का निर्माण करने वाले विविध जलवैज्ञानिक घटकों के मूल्यांकन करने तथा उनके सहसंबंधों का पता लगाने के लिए किये गये। इससे जलस्त्रोतों के इष्टतम नियोजन तथा उपयोग में सुविधा रहेगी।

यह अध्ययन ऊपरी गंगा नहर नियंत्रण के लगभग 12500 वर्ग किमी क्षेत्र पर केंद्रित है जिसमें बुलंदशहर जिला तथा गाजियाबाद, मेरठ, मुजफ्फरनगर व सहारनपुर जिलों के भू भाग सम्मिलित है। अध्ययन क्षेत्र में, वर्षा, नहर जल आपूर्ति, भूजल निष्कर्षण तथा फसल उत्पादन पैटर्न आदि में काफी विविधता रहती है।

इस अध्ययन का उद्देश्य 12 वर्षो का (1972-73) से (1983-84) मानसून (जून से अक्तूबर) तथा गैर-मानसून (नवम्बर से मई) मौसमों का मौसमी भूजल संतुलन तैयार करना है। अध्ययन क्षेत्र में, भूजल संतुलन को प्रभावित करने वाले विभिन्न घटकों की पहचान की गयी है । उत्तर प्रदेश सिंचाई विभाग व भूजल परीक्षण संगठन द्वारा मूल्यांकन किया गया है । जल संतुलन घटकों के आकलन हेतु अपनायी गयी विधियों पर यहां विचार किया गया है । जल संतुलन विधि को अपनाते हुए, अध्ययन क्षेत्र में, वर्षा से पुन:पूरण की गणना की गयी है। पूर्व जांचकर्ताओं के परिणामों के साथ-साथ, उनके सामंजस्य हेतु, विविध जल संतुलन घटकों के मानों का सत्यापन किया गया है।

मध्य गोदावरी डेल्टा, आंध्र प्रदेश में मौसमी भूजल संतुलन का अध्ययन

भूजल संतुलन अध्ययन किसी क्षेत्र में विकास हेतु उपलब्ध जल की गुणवत्ता का पता लगाने हेतु किये जाते है और ये जलवैज्ञानिक प्रणाली की विभिन्न भौतिक विशेषताओं, उनके जलीय अभिलक्षणों तथा जलीय सहसंबंधों की पहचान कर लेने के पश्चात ही किये जा सकते है। वस्तुत: भूजल प्रणाली को पूर्णत: समझ लेने के पश्चात इसके परिणामों को जल संतुलन विश्लेषण के लिए आधार तैयार करने हेतु, क्षेत्र विशेप में धारा नेटवर्क में प्रवाहित जलराशि तथा इस क्षेत्र की वर्षण संबंधी आंकड़ों से मिलाया जा सकता है।

आंध्र प्रदेश के पूर्वी गोदावरी जिले में, मध्य गोदावरी डेल्टा में जल संतुलन का अध्ययन किया गया है। तटीय क्षेत्र होने के कारण यहां समुद्री जल भर जाने से, दीर्घ अवधि तक भूजल गुणवत्ता में ह्रास देखा गया है। इसलिए मध्य गोदावरी डेल्टा में भूजल प्रणाली का जलवैज्ञानिक विश्लेषण करना आवश्यक हो गया। अत: यह अध्ययन, भूजल संतुलन के विभिन्न घटक प्रक्रमों की पहचान तथा परिमापन करने और इस प्रकार विभिन्न घटकों के प्रभाव तथा परिवर्तनों के अंतर्गत जलदायी स्तर प्रणाली के व्यवहार को समझने के लिए किया गया है।

उपलब्ध आंकड़ों के आधार पर, जो वर्षो अर्थात 1981–1982 से 1989–1990 तक की अवधि के मानसूनी (जून–अक्तूबर) तथा गैर–मानसूनी (नवम्बर–मई) मौसमों के मौसमी भूजल संतुलन का पता लगाया गया है। प्रतिवेदन में वर्णित विधियों द्वारा भूजल संतुलन के विविध घटकों की पहचान कर उनका मूल्यांकन किया गया है। विभिन्न अध्ययन वर्षो में वर्षा से हुए पुन:पूरण का आकलन मानसून के दौरान जल संतुलन विधि प्रयुक्त करके किया गया है। गैर–मानसून मौसम के दौरान अनिर्धारित जलराशि की गणना भी की गयी है।

भूजल गुणवत्ता आंकड़े विश्लेषित किये गये है और टी डी एस मानों के विभिन्न परास के अन्तर्गत क्षेत्र का पता लगाया गया है तथा प्रतिवेदन में प्रस्तुत किया गया है।

उड़ीसा के पुरी जिले में भूजल संतुलन का अध्ययन : (आंकड़ा प्रक्रमण एवं विश्लेषण)

भूजल, हमारे देश में जलापूर्ति का एक महत्तवपूर्ण स्रोत है । यद्यपि, देश में भूजल संसाधन सीमित है तथापि सिंचाई, उद्योगों, नगर पालिकाओं एवं ग्रामीण घरों में इसका उपयोग निरन्तर बढ़ रहा है। इसलिए इस प्राकृतिक संसाधन की निरन्तर बढ़ती मांग को देखते हुए इसके सही आकलन, उचित विकास, एवं प्रबंधन की आवश्यकता पर बल दिया गया है।

भूजल प्राय: जल चक्र के अदृश्य घटक के रूप में माना जाता है। इस जल को प्रत्यक्ष रुप से नहीं देखा जा सकता है बल्कि इसकी उपस्थिति एवं विशेषताओं का केवल अनिश्चितता के साथ ही अनुमान लगाया जा सकता है। भूजल संतुलन अध्ययन विभिन्न महत्वपूर्ण सैद्धांतिक एवं व्यवहारिक जलवैज्ञानिक समस्याओं

का समाधान प्रस्तुत करता है। जल संतुलन प्रणाली के आधार पर विभिन्न समयावधियों में जल तंत्र में विभिन्न जल स्त्रोतों के पृथक–पृथक मात्रात्मक योगदान का मूल्यांकन करना तथा भूजल प्रणाली के घटकों में परिवर्तनों के कारण भूजल व्यवस्था में घटाव–बढाव की मात्रा नियत करना सम्भव है। इस प्रकार ऐसे अध्ययन जलवैज्ञानिक प्रणाली के व्यवहार को समझने तथा भूजल संसाधनों के विकास एवं प्रबंधन हेतु नीतियां बनाने के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। उपरोक्त पहलुओं को ध्यान में रखते हुए, उड़ीसा के पुरी जिले में, मौसमी भूजल संतुलन का अध्ययन किया गया है। इस अध्ययन में विभिन्न पहलुओं पर व्यापक आंकड़ें सम्मिलित है । क्षेत्रीय संगठनों से एकत्रित आंकड़े समयावधियों के विभिन्न स्तरों को दर्शाते है। इसीलिए आंकडों के विश्लेषण से पूर्व, इनका प्राथमिक प्रक्रमण एवं समुचित प्रस्तुतिकरण आवश्यक समझा जाता है। इस बात को ध्यान में रखते हुए विस्तृत आंकड़ो का संकलन, प्रक्रमण एवं प्रस्तुतिकरण करके इन्हें एक प्रतिवेदन में प्रस्तुत करने की योजना बनायी गयी है। इस प्रकार संकलित आंकडो से भूजल प्रतिरुपण एवं भविष्य में ऐसे ही अन्य अध्ययनों में भी सहायता मिलेगी । प्रस्तुत प्रतिवेदन इस दिशा में एक प्रयास है और इसमें "पुरी जिले में भूजल संतुलन का अध्ययन" भाग 1 प्रस्तुत किया गया है। अध्ययन प्रतिवेदन् के भाग II में, जल संतुलन समीकरण के विभिन्न घटकों की संगणना की विधियां तथा उनका आकलन प्रस्तुत किया गया है।

इस प्रतिवेदन हेतु उड़ीसा सरकार के विभिन्न विभागों जैसे – उड़ीसा लिफ्ट इर्रीगेशन कारपोरेशन, सिंचाई विभाग, राजस्व बोर्ड एवं केंद्रीय भूजल बोर्ड भुवनेश्वर से भी आंकड़े एकत्र किये गये है।

अध्याय – 10 पर्यावरणीय जलविज्ञान

नदियों में विलीन आक्सीजन का निदर्शन

नदियां हमारे सबसे महत्वपूर्ण प्राकृतिक संसाधनों में से एक है । नदियां जीवन प्रक्रम के आधार के लिए आवश्यक जल प्रदान करती है। इसके साथ भोजन स्रोत तथा कई अन्य वह लाभ पहुंचाती है जिसका मूल्य आसानी से नहीं मापा जा सकता। इसके अतिरिक्त नदियां लगातार अपशिष्ट जल की वाहक है। जो जल प्रबन्धन से सम्बन्ध रखते है उनको नदियों में इस जल के विसर्जन से पूर्व न सिर्फ आवश्यक उपचारों से सम्बन्धित नेक क्रान्तिक निर्णय लेने पड़ेंगे अपितु यह भी देखना होगा कि इसका विसर्जन किया भी जा सकता है या नहीं । कई प्रकरणों में निर्णय इतने जटिल होंगे कि उनके परिणामों को आसानी से नहीं बदला जा सकेगा।

धारा अधिग्रहण क्षमता में जल एक विलीन आक्सीजन एक प्रमुख कारक है। प्यूटरीफेक्शन रोकने के लिए सकारात्मक विलीन आक्सीजन की मात्रा को बनाये रखना आवश्यक है। मछलियों की सुरक्षा हेतु मछलियों की किस्मों के ऊपर निर्भर करते हुए 4 या 5 मी/ली0 या अधिक विलीन आक्सीजन होनी चाहिए। अधिग्रहण की प्रक्रिया के दौरान, नदियों में स्थित कार्बनिक भाग द्वारा आक्सीजन का उपभोग किया जाता है। नदियों को वातावरण से विसरण द्वारा तथा प्रकाश-संश्लेषण द्वारा आक्सीजन मिलती है। आक्सीजन उत्पादन तथा आक्सीजन उपभोग के ये तत्व एक दूसरे से अन्तर्सम्बन्धित है तथा इनमें संतुलन बना रहता है।

इस रिपोर्ट में विलीन आक्सीजन सान्द्रण के अनुकार तथा जैव-रसायनिक आक्सीजन मांग की गणना हेतु एक निदर्श प्रस्तुत किया गया है। इस निदर्श में, पूर्व निर्दिष्ट विलीन आक्सीजन सान्द्रण के लक्ष्य स्तर

के विरूद्ध धारा तंत्र में विलीन आक्सीजन सान्द्रण की जाँच करने की क्षमता है। यदि न्यूनतम विलीन आक्सीजन स्तर लक्षित विलीन आक्सीजन स्तर से कम पाया जाता है तो इस निदर्श में विलीन आक्सीजन स्तर को आवश्यक स्तर तक लाने हेतु प्रवाह संवर्धन की आवश्यक मात्रा की गणना करने की भी योग्यता है। यह संगणक प्रोग्राम जल संसाधन की टैक्सास विभाग, यू.एस.ए. के डोसग-1 निदर्श पर आधारित है। इस संगणक प्रोग्राम की नदी खंड के वास्तविक आंकड़ों के साथ जाँच की गयी है।

डोसग-1 निदर्शन को संस्थान के वैक्स-11/780 संगणक में कार्यान्वित किया गया तथा प्रेक्षित आंकड़ों के साथ परीक्षण किया गया। इन निदर्श से हिन्डन नदी (उ0प्र0) के आँकड़ों का सफलतापूर्वक विश्लेषण किया गया। विलीन आक्सीजन परिच्छेदिका की वास्तविक आंकड़ों तथा हस्तगणना द्वारा प्राप्त आंकड़ों के साथ तुलना की गयी जिसमें काफी अच्छे परिणाम आये। प्रतिवेदन में निदर्श, संगणक सूचीकरण और निवेश तथा निर्गम का पूर्ण विवरण दिया गया है। किसी भी नदी के लिए डोसैग निदर्श को चलाने के लिए यह प्रतिवेदन काफी उपयोगी होगा। निदर्श के मूल सिद्धान्त उपयोग इत्यादि भी प्रतिवेदन में दिये गये हैं।

तमिलनाडु में पलार नदी जलसंग्रह क्षेत्र के ऊपरी पलार क्षेत्र में भूजल गुणवत्ता निदर्शन अध्ययन

जल की बढ़ती हुई मांग, भूमि प्रयोग पैटर्न में महत्वपूर्ण परिवर्तनों और जलचक्र में भारी मात्रा में प्रवेश कर रहे विभिन्न प्रकार के औद्योगिक, कृषि संबंधी तथा अन्य घरेलू प्रदूषकों के कारण, मात्रा और गुणवत्ता दोनों की दृष्टि से भूजल पर तेजी से दबाव बढ़ता जा रहा है। इसलिए पिछले दो दशकों से भू जल संदूषण की सम्पूर्ण जानकारी प्राप्त करने तथा समुचित कार्यविधियों व प्रौद्योगिकियों द्वारा इस संदूषण को दूर करने के प्रयास किये जा रहे हैं।

अफ्रीका और एशिया के अधिकांश विकासशील देशों में, अभी केवल 25% जनसंख्या को ही पीने का स्वच्छ पानी उपलब्ध है। इन विकासशील देशों के अनेक भागों में, औद्योगिकीकरण के परिणामस्वरूप सतही जल तथा भूजल दोनों की गुणवत्ता समाप्त होती जा रही है। औद्योगिक अपशिष्ट एवं प्रदूषित नदी जल के उपचार की समुचित प्रौद्योगिकी बहुत ही जटिल है। इसलिए, सुरक्षित जल आपूर्ति सुनिश्चित करने अथवा प्राचलों के संसूचन एवं प्रबोधन हेतु कोई भी उपचार युक्ति अपनाने से पहले भूजल गुणवत्ता एवं निदर्शन अध्ययन किया जाना अपेक्षित है।

प्रौद्योगिकी के विकास के फलस्वरूप, अब ऐसे निदर्श प्रयुक्त किये जा रहे हैं जिनसे भूजल प्रवाह पथ तथा संदूषित स्थानांतरण पथों का पूर्वानुमान लगाया जा सकता है। उपलब्ध आंकड़ों के आधार पर निदर्श का विकास भूजल क्षेत्र की वास्तविक प्रकृति की संकल्पनात्मकता का ही प्रयास है। अध्ययन के इस चरण में तमिलनाडु में पलार नदी जलसंग्रह क्षेत्र के ऊपरी पलार क्षेत्र के लिए प्रारम्भिक आंकड़ा प्रक्रमण तथा भूजल प्रवाह एवं संदूषण विश्लेषण का कार्य किया गया है जिससे कि अगले चरण में गणितीय निदर्श के और अधिक जटिल प्रचालन आरम्भ करने से पहले, वास्तविक प्रणाली एवं दृश्य को संकल्पनात्मक किया जा सके।

नदी में प्रवाहित बहि:स्रावों में विद्यमान सूक्ष्ममात्रिक तत्वों का भविष्य

काली नदी में धातु संदूषण की मात्रा का सर्वेक्षण किया गया। इस नदी तंत्र में, भारी मात्रा में, शहर की गन्दगी, कृषि एवं औद्योगिक बहि:स्राव प्रवाहित होते है। नदी की मुख्य धारा में, औद्योगिक परिसर से नीचे की ओर धातु संदूषण पहले से 3–4 गुना पाया गया ।

औद्योगिक परिसर के अनुप्रवाह में, नदी की मुख्य धारा में, धातु संदूषण पीछे की ओर तुलना में 3–4 गुना अधिक पाया गया। अक्तूबर के सर्वेक्षण के दौरान, पीछे की ओर के भाग में, लोहा, जस्ता तथा तांबा के सांद्रण क्रमश: 0.41, 0.04 एवं 0.016 मिग्रा प्रति लीटर पाये गये। दिसम्बर के सर्वेक्षण के दौरान यह मात्रा क्रमश: 0.56, 0.07 तथा 0.016 मिग्रा प्रति लीटर पायी गयी। तथापि, दोनों सर्वेक्षणों में सीसा तथा कैडमियम के सांद्रण नहीं पाये गये।

काली नदी, गैर–उपचारित शहरी तथा औद्योगिक बहि:स्रावों को ग्रहण करने वाली एक विशिष्ट नदी है। लोहा, जस्ता तथा तांबा के द्रव्यमान संतुलन की गणनाओं से संकेत मिलता है कि नदी के भार में पाये गये अन्तर मुख्यत: कृषि गतिविधियों के फलस्वरुप होने वाले प्रदूषण के अबिंदु स्रोतों के योगदान के कारण है। यह प्रदूषण कुछ बिन्दु स्रोत के कारण भी हो सकता है जिनकी पहचान जांच के दौरान नहीं की जा सकी।

अध्याय – 11 वायुमंडलीय भूपृष्ठ निदर्शन

सार्वभौमिक गर्मी के कारण सम्भावित जलवायु परिवर्तन के प्रति एक भारतीय जलग्रहण क्षेत्र की अनुक्रिया

वायुमण्डल में ग्रीन हाऊस वायु की सांद्रता में वृद्धि के कारण हो रहे भूमण्डलीय जलवायु परिवर्तन तथा जलचक्र पर इसका प्रभाव विचारणीय विषय है। जलवैज्ञानिक विशेष रूप से, अपवाह के समयानुपात एवं मात्रा, मृदा जलांश, एवं वाष्पन वाष्पोत्सर्जन पर प्रभावों तथा इनके परिणामस्वरूप क्षेत्रीय जल संसाधनों के अस्थायी व स्थानिक पुनर्वितरण में रूचि रखते है।

अवधारणा निदर्श का प्रयोग भावी जलवायु परिवर्तन के निधार्रण की विधियों में से एक विधि है। अवधारणात्मक वर्षा अपवाह निदर्श का उपयोग करके मध्य भारत में स्थित नर्मदा जलसंग्रह क्षेत्र के कोलार एवं शेर उपजलसंग्रह क्षेत्र में तापमान एवं वर्षा परिवर्तनों का कल्पनात्मक परिदृश्य तैयार करने हेतु अपवाह की संवेदनशीलता, वाष्पन–वाष्पोत्सर्जन तथा मृदा जलांश के अध्ययन का प्रयास किया गया है। प्रेक्षित मासिक वर्षा तथा जलवायु प्राचलों का उपयोग करके आकलित संभाव्य वाष्पन–वाष्पोत्सर्जन को निदर्श के इनपुट के रूप में प्रयुक्त किया गया है। इन उपजलसंग्रह क्षेत्रों के लिए इन प्राचलों के मासिक, मौसमी (मानसून पूर्व, मानसून, मानसूनोत्तर तथा सर्दी के महीने) तथा वार्षिक माध्य मानों का संवेदनशीलता विश्लेषण किया गया है। अध्ययनों ने दर्शाया है कि शेर उपजलसंग्रह क्षेत्र जलवायु परिदृश्यों के प्रति कुछ अधिक संवेदनशील है। जैसा कि निदर्श द्वारा पूर्वानुमान किया गया है, संचयन अभिकल्प पर जलवायु परिदृश्यों का प्रभाव यह सिद्ध करता है कि जल संसाधन परियोजनाओं के अभिकल्पन एवं प्रचालन पर जलवायु परिवर्तनों के प्रभावों के अध्ययन की आवश्यकता है।

सम्भावित जलवायु परिवर्तनों के प्रति वाष्पन–वाष्पोत्सर्जन की संवेदनशीलता का अध्ययन

ग्रीनहाउस गैसों के सान्द्रणों में वृद्धि के कारण होने वाली सार्वभौमिक गर्मी का प्रभाव मौसम वैज्ञानिक प्राचलों पर पड़ने की सम्भावना है। मौसम वैज्ञानिक प्राचलों में परिवर्तन के परिणामस्वरूप जलचक्र में परिवर्तन अवश्यंभावी है। वाष्पन–वाष्पोत्सर्जन, जो कि जलचक्र का महत्वपूर्ण घटक है, पर भी इसका प्रभाव पड़ेगा परन्तु यह प्रभाव हमारे अनुमान से कहीं अधिक जटिल रुप में होगा।

इस अध्ययन में रुड़की के मौसम वैज्ञानिक आंकड़े प्रयुक्त करके सम्भावित जलवायु परिवर्तनों के प्रति वाष्पन–वाष्पोत्सर्जन की संवेदनशीलता के अध्ययन का प्रयास किया गया है। प्रारम्भिक अध्ययनों से पता चला है कि वाष्पन–वाष्पोत्सर्जन में भावी परिवर्तनों के निर्धारण के लिए, तापमान के साथ–साथ भविष्य में सौर विकिरण में परिवर्तन तथा आर्द्रता आवश्यकता पर भी विचार करना होगा।

अध्याय – 12 जलविज्ञानीय अन्वेषण

नर्मदा नदी पर स्थित प्रमापन स्थलों के लिए निर्धारण वक्र

उत्सेध एवं निस्सरण सम्बन्धों की स्थापना की वर्तमान पद्धति में सुधार के लिए इस उपभोक्ता मैनुअल में भौतिक लक्षणों की सूचनाओं का प्रयोग करते हुए एक क्रिया पद्धति का सुझाव एवं उसकी व्याख्या की गयी है। इस क्रिया-पद्धति का अनुप्रयोग नर्मदा जल संग्रह क्षेत्र में स्थित प्रमापन स्थलों के आंकड़ों पर किया गया। मध्य भारत में स्थित नर्मदा नदी, पश्चिम की ओर प्रवाह की नदी है। यह मध्य प्रदेश के मैकाल श्रेणी में अमरंकटक के पास से उद्गम होती है। इसमें सात मुख्य निस्सरण स्थल है जहां निस्सरण का मापन धारावेगमापी द्वारा तथा कभी-कभी प्लव द्वारा किया जाता है । नर्मदा नदी में अभिकल्प बाढ़ अध्ययन के उद्देश्यों के लिए प्रमापन स्थलों पर प्रतिघंटा-अन्तराल पर निस्सरण मानों की आवश्यकता पड़ी है। इस वस्तु स्थिति अध्ययन में सभी सातों स्थलों (मनोह, जामतारा, बरमनघाट, हौशंगाबाद, मोरटक्का, मंडलेश्वर तथा गुरूदेशवर) के लिए उत्सेध तथा निस्सरण आंकड़ों के सम्बन्धों की व्याख्या की गयी है। सभी सातों स्थलों पर प्रतिदिन धारावेग मापी अथवा प्लव द्वारा निस्सरण तथा प्रतिघंटा जल-स्तर का प्रेक्षण किया गया। प्रतिघंटा निस्सरण की गणना करने के लिए उत्सेध एवं निस्सरण में सम्बन्ध की स्थापना की गयी ।

एस.सी.एस. जलविज्ञानीय मृदा वर्गीकरण द्वारा मृदा जलांश का लेखाकरण

कृषि योग्य जल परिक्षेत्रों से अपवाह की मात्रा की गणना तथा मृदा जलांश की गणना के लिए मृदा संरक्षण सेवा (एस.सी.एस.) विधि सबसे ज्यादा प्रचलित है। मृदा जलांश लेखाकरण एवं अपवाह का आयतन, मौसमीय तथा जल परिक्षेत्र की विशेषताओं पर निर्भर करता है। मृदा जलांश संचयन की गणना हेतु सबसे अधिक आवश्यक मौसमीय कारक अवक्षेपण आयतन तथा वास्तविक वाष्पन-उत्सर्जन दर होते है। सतह पर मृदा की किस्म, भूमि प्रयोग तथा जल वैज्ञानिक दशा वे जल परिक्षेत्र कारक है जो मृदा नमी संचयन पर अधिक सार्थक प्रभाव रखते है।

तीन पूर्ववर्ती जलांश दशाओं क्रमशः सूखा, सामान्य एवं आर्द्र की गणना हेतु एस.सी.एस. विधि में पूर्ववर्ती वर्षा सूचकांक का प्रयोग होता है। इन तीन दशाओं के लिए वर्षा एवं अपवाह के बीच सम्बन्ध को वक्र संख्या के रूप में दर्शाया जाता है। पूर्ववर्ती वर्षा के अनुसार वर्षा श्रृंखला की प्रत्येक वृष्टि को तीन वक्र संख्याओं मे से एक निर्देशित की जाती है। वास्तव में वक्र संख्या मृदा जलांश के साथ लगातार बदलती रहती है जिसके कारण इसके तीन से काफी अधिक मान होते है।

एस.सी.एस. विधि द्वारा नर्मदा जल संग्रह क्षेत्र में गिनौर उप जलसंग्रह क्षेत्र की मृदा जलांश संचयन की गणना के लिए एक अध्ययन किया गया है। मृदा नमी लेखाकरण के लिए मूल प्राथमिक एस.सी.एस. वर्षा-अपवाह सम्बन्ध एवं द्रव्यमान संतुलन दृष्टिकोण का प्रयोग करते हुए एक विधि का विकास किया गया है। प्रतिदिन वर्षा, सम्भाव्य वाष्पोत्सर्जन, मृदा जल धारिता, म्लानि बिन्दु, जड़ की गहराई तथा प्रारम्भिक मृदा जलांश के आंकड़ों का प्रयोग किया गया। किसी समय के मृदा जलांश संचयन में वाष्पन-उत्सर्जन, वर्षा तथा अपवाह के कारण उत्पन्न बदलाव की गणना प्रस्तुत की गयी है।

पश्चिमी घाट की भूआकृति वैज्ञानिक विशेषताएं : घाट प्रभा एवं मालप्रभा उपजलसंग्रह क्षेत्र

भूआकारिकी भूमि स्वरूप का विज्ञान है। यह भूमि के स्वरूप का विवरण प्रस्तुत करने के साथ-साथ भूमि के, शैल लक्षण, संरचना, जलवायु तथा भूआकृति विज्ञाान संबंधी विकास की व्याख्या करने का प्रयास करता है। किसी क्षेत्र की भूआकृति की अग्रिम जानकारी का बाढ़ नियन्त्रण युक्तियों तथा अभियांत्रिकी परियोजनाओं के क्षेत्र में बहुत महत्व होता है। क्योंकि पर्वतीय क्षेत्र में नदी जलसंग्रह क्षेत्र की विशेषताएं जल के अपवाह प्रक्रमों तथा उस क्षेत्र में आने वाले बाढ़ को प्रभावित करती है।

वर्षा-अपवाह प्रक्रमों का वर्णन करने वाले जलवैज्ञानिक निदर्श प्राचलों का आकलन, वर्षा अपवाह आंकड़ों का प्रयोग करके इष्टतमीकरण तकनीक द्वारा अथवा जलसंग्रह क्षेत्र की स्थलाकृतिक व जलवायु संबंधी सूचनाओं का प्रयोग करके किया जा सकता है । चूंकि पर्वतीय क्षेत्रो में अधिकांश स्थानों को या तो मापा नहीं गया है या उनके विषय में पर्याप्त आंकड़े उपलब्ध नहीं है, अतः ऐसे क्षेत्रों के भूआकारिकी वैज्ञानिक अध्ययनों का और भी महत्व और उपयोगिता है। इस प्रकार भूआकारिकी अध्ययनों का मुख्य उद्देश्य वर्षा-अपवाह का वर्णन करने वाले जलवैज्ञानिक निदर्शो का क्षेत्रवार निर्धारण भी है।

विभिन्न शोधकर्ताओं द्वारा प्राय: प्रयुक्त किये जाने वाले विविध भूआकारिकी वैज्ञानिक प्राचलों को मुख्यत: तीन वर्गो में रखा जा सकता है - 1. वाहिका तन्त्र के रैखिक पहलू; 2. वाहिका तन्त्र के क्षेत्रीय पहलू;, 3. जलसंग्रह क्षेत्र के उच्चावच पहलू।

पश्चिमी घाट क्षेत्र की नदियों में हिम गलित जल प्रवाहित नहीं होता है। चूंकि इन जल संग्रह क्षेत्रो में वर्षा होने पर जल सीधे उपरिस्थल एवं वाहिकाओं में प्रवाहित होने लगता है अत: इन जलसंग्रह क्षेत्र की भूआकारिकी विशेषताओं की स्पष्ट जानकारी होना अत्यन्त महत्वपूर्ण है।

यह अध्ययन पश्चिमी घाट क्षेत्र में इसके पूर्व किये गये अध्ययनों के क्रम में ही किया गया है । इसके अंतर्गत घाट प्रभा जल परिक्षेत्र भूआकारिकी प्राचलों का डड्डी तक तथा मल प्रभा जल परि क्षेत्र के भूआकारिकी प्राचलों का खानपुर तक, मूल्यांकन किया गया है। यह अध्ययन जल परिक्षेत्र अपवाह प्रतिक्रिया पर भूआकृति विज्ञान के प्रभाव का पता लगाने तथा पश्चिमी घाट में अपवाह से सम्बद्ध प्राचलों का पता लगाने में बहुत उपयोगी होंगे।

साबरमती तंत्र का अध्ययन - तंत्र विवरण तथा आंकड़ा स्थिति

जल संसाधनों के समुचित एवं कुशल उपयोग के लिए यह आवश्यक है कि जलाशयों का प्रचालन अति विवेकपूर्ण और वैज्ञानिक ढंग से किया जाए। समुचित जलाशय प्रचालन से, जलाशय से प्राप्त होने वाले लाभों में वृद्धि की जा सकती है तथा हानि को कम से कम किया जा सकता है। इस उद्देश्य हेतु सिंचाई विभाग, गुजरात सरकार ने, गुजरात में साबरमती जलसंग्रह क्षेत्र में अहमदाबाद तक स्थित जलीय संरचनाओं के लिए जलाशय प्रचालन मैनुअल तैयार करने के लिए राष्ट्रीय जल विज्ञान संस्थान के साथ अनुबंध किया है। यह कार्य परामर्शी परियोजना के रूप में लिया गया है।

वर्तमान प्रतिवेदन में साबरमती जल संग्रह क्षेत्र का विस्तृत विवरण है। इसमें विभिन्न जलीय संरचनाओं, उनकी मुख्य विशेषताओं तथा उनसे संबंधित अन्य विवरण भी दिये गये है। प्रचालन हेतु वर्तमान दिशा निर्देशों, जिनको हाल ही में अनेक संरचनाओं में प्रयुक्त किया गया है, का भी उल्लेख किया गया है। इस परियोजना से संबंधित आंकड़ों की राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान में उपलब्धता की स्थिति को सारणी के रूप में प्रस्तुत किया गया है। जल संग्रह क्षेत्र के रेखीय चित्र तथा सूचकांक मानचित्र को प्रणाली तंत्र एवं इसके घटकों को समझने हेतु सम्मिलित किया गया है।

जम्मू एवं कश्मीर में तवी नदी का जल उपलब्धता अध्ययन

जल उपलब्धता अध्ययन, किसी नदी के सम्पूर्ण जलवैज्ञानिक अध्ययन का एक घटक है जिसकी आवश्यकता, किसी नदी के जल संसाधन विकास हेतु परियोजना तैयार करने की संभावनाओं का पता लगाते समय पड़ती है। चेनाब की प्रमुख सहायक नदी तवी में जल संसाधनं की प्रचुर संभावना है और सातवें दशक के आरम्भ से ही सिंचाई, बाढ़ नियंत्रण, जल विद्युत तथा अन्य उद्देश्यों के लिए इसके दोहन एवं उपयोग की अनेक

योजनाएं आरम्भ की गयी हैं। ये परियोजनाएं, अपर्याप्त आंकड़ों तथा नदी जलसंग्रह क्षेत्र संबंधी आवश्यक सूचनाओं के आधार पर नियोजित की गयी; अतः 1988 में आयी अप्रत्याशित बाढ़ के कारण उनकी तत्काल समीक्षा की आवश्यकतां हुई इसलिए जम्मू-कश्मीर सरकार के अनुरोध पर विभिन्न राज्य तथा केंद्रीय अभिकरणों से प्राप्त दीर्घ अवधि अद्यतन आंकड़ों के आधार पर तवी नदी का जल उपलब्धता अध्ययन, सम्पूर्ण जल वैज्ञानिक अध्ययन के एक भाग के रुप में, आरम्भ किया गया है।

उपलब्ध वीसी सॉफ्टवेयर की सहायता से बहुरैखिक समाश्रयण विश्लेषण द्वारा, एक स्थान पर केवल दीर्घ अवधि के वर्षा आंकड़ों तथा लघु अवघि अपवाह आंकड़ों के साथ, एक वर्ग के विभिन्न महीनों की वर्षा अपवाह के सहसम्बंध विकसित किये गये। इन सम्बंधों की सहायता से मासिक प्रवाह अवधि चक्र विकसित करने के लिए अपवाह श्रेणियों को वर्षा श्रेणियों की रिकार्ड लम्बाई अनुरुप विस्तार दिया गया। इस क्रम में, जलसंग्रह क्षेत्र के अंदर तीन वर्षा केंद्रों तथा बाहर एक वर्षा केंद्र की मासिक औसत क्षेत्रीय वर्षा की गणना, केंद्रों की ऊंचाई तथा महत्व को ध्यान में रखते हुए की गयी। इस प्रकार विकसित प्रवाह अवधि-वक्रों से संकेत मिलता है कि कोई प्रवाह विशेष, एक माह में समय के निश्चित प्रतिशत में प्रवाह के समान अथवा अधिक हो जाता है और यह सावधि धारा प्रवाह में विभिन्नता को दर्शाता है।

वर्तमान अपर्याप्त नेटवर्क, दीर्घ अवधि निस्सरण आंकड़ों का अभाव, उपलब्ध आंकड़ों ब्लॉक में अन्तराल तथा असंगति न होने पर ये अध्ययन और अधिक व्यापक हो सकते थे। किन्तु इन कमियों के कारण, प्राप्त परिणामों में सुधार की पर्याप्त गुंजाइश है। भविष्य में इस प्रकार के अध्ययन करने के लिए जल मौसम वैज्ञानिक वेधशालाएं, स्वअभिलेखन वर्षामापी, मापक तथा निस्सरण स्थल आदि तुरन्त स्थापित किया जाना आवश्यक है।

उझ नदी जलसंग्रह क्षेत्र में जल उपलब्धता अध्ययन

किसी नदी पर जल संसाधन परियोजना लेने से पहले जल उपलब्धता अध्ययनों द्वारा मूलभूत पूर्वापेक्षा निरूपित की जाती है। इन अध्ययनों से प्रस्तावित परियोजना अवधि हेतु विश्वसनीय प्रवाहों का पता लगाने में सहायता मिलती है। फिर भी, अभिकलित विश्वसनीय प्रवाह, विश्लेषण हेतु उपलब्ध आंकड़ों की गुणवत्ता और लम्बाई पर निर्भर करते है। सामान्यतः पिछले 30-40 वर्षो के आंकड़े अच्छे परिणाम प्रस्तुत करते हैं।

इस प्रतिवेदन में, जम्मू और कश्मीर की प्रमुख नदी रावी में मिलने वाली उझ नदी के जल संग्रह क्षेत्र में उपलब्ध जल (जल लब्धि) के अध्ययन एवं मूल्यांकन का प्रयास किया गया है। यह विश्लेषण दो अलग-अलग घटकों अर्थात मानसून एवं गैर-मानसून मौसम के अनुसार किया गया; फिर भी उल्लेखनीय बात यह है कि दक्षिण पश्चिम मानसून का वार्षिक वर्षा में और फलतः जल लब्धि में महत्वपूर्ण योगदान रहता है। इस अध्ययन से नदियों पर प्रस्तावित जल संसाधन परियोजनाओं के अभिकल्प में सहायता मिलेगी।

सिक्किम में तीस्ता नदी का अनुरेखक तनुकरण विधि द्वारा निस्सरण आमापन

तीस्ता सिक्किम की सबसे बड़ी नदी है जिस पर जल विद्युत उत्पादन की बहुत अधिक क्षमता है। इस समय, निस्सरण आमापन तथा अन्य सम्बद्ध कार्य, केंद्रीय जल आयोग के सिक्किम अन्वेषण प्रभाग, गंगटोक द्वारा किये जा रहे है। इस जल शक्ति से विद्युत उत्पादन की संभावनाओं को ध्यान में रखते हुए, राष्ट्रीय जल विद्युत निगम ने कुछ चुने हुए स्थानों पर पर छोटे-छोटे बिजलीघर स्थापित करने की योजना बनायी है। परन्तु छोटे बिजलीघरों के अभिकल्पन के उद्देश्य से निस्सरण के विषय में, विशेषकर हल्के प्रवाह की अवधि के दौरान, सूचना एकत्र करना आवश्यक है।

रेडियोधर्मी व रासायनिक अनुरेखकों के रुप में ब्रोमीन-82, ट्रिटियम तथा पोटेशियम आयोडाइड उपयोग में लाये गये। इन विधियों की तुलना के लिए फ्लोट जैसी परम्परागत विधियों का भी उपयोग किया गया।

तनुकरण विधि तथा फ्लोट विधि से प्राप्त परिणामों की तुलना से पता चला कि फ्लोट विधि द्वारा प्राप्त निस्सरण, हमेशा तनुकरण विधि द्वारा प्राप्त निस्सरणों से अधिक होते हैं। फ्लोट विधि द्वारा प्राप्त उच्च मान नदी के भंवरों तथा क्षिप्रिकाओं तथा फ्लोट पर वायु के प्रभाव-जिससे फ्लोट के गमन काल में कमी हो जाती है, के कारण हो सकते हैं। इस प्रकार फ्लोट विधि द्वारा प्राप्त निस्सरणों को अनुरेखक तनुकरण विधि द्वारा नियमित रूप से चैक किया गया (आयोडाइड अथवा साल्ट अनुरेखक भी प्रयुक्त किये जा सकते हैं)। ट्रिटियम अनुरेखक को वर्ष में दो बार (नवम्बर में एवं फरवरी-मार्च में) प्रयुक्त किया गया। सिरवानी में प्रयुक्त पोटेशियम आयोडाइड की मात्रा (3 किग्रा) पर्याप्त नहीं थी और निस्सरण आमापन के लिए कम से कम दो गुना मात्र (अर्थात 6 किग्रा) डाली जानी चाहिए थी ।

फ्लोट विधि द्वारा सांकलांग, दिक्यू एवं चुंगथांग स्थलों पर पाये गये उच्च मानों के साथ-साथ इस सत्य को भी ध्यान में रखना होगा कि फ्लोट विधि में प्रवाह की ऊपरी सतह के वेग का ही आमापन किया जाता है जो कि हमेशा अधिक होता है अर्थात निस्सरण के निर्धारण हेतु धारा प्रवाह की गति को 0.6 D गहराई पर आंका जाता है। सिरवानी में फ्लोट एवं अनुरेखक दोनों विधियों द्वारा प्राप्त परिणामों की व्याख्या प्रायोगिक स्थल पर नदी की अवस्थाओं, अर्थात नदी में बड़े पत्थरों के कारण प्रवाह में अवरोध एवं विसर्पण, जिससे प्रवाह की गति कम हो जाती है, को ध्यान में रखते हुए की जानी चाहिए।

इस अध्ययन से यह भी पता लगा कि तीस्ता नदी की अवस्था के अनुसार, इसमें रासायनिक अनुरेख के रूप में, पोटेशियम आयोडाइड वांछित स्तर तक प्रयुक्त किया जा सकता है।

अनुरेखक तनुकरण तकनीकों तथा अन्य सम्बद्ध पहलुओं का विस्तृत विवरण भी इस प्रतिवेदन में प्रस्तुत किया गया है।

भारत के गंगा मैदानी क्षेत्र में प्रतिनिधि जलसंग्रह क्षेत्र अध्ययन

प्रतिनिधि जलसंग्रह क्षेत्र वे क्षेत्र होते है जिनका जलवैज्ञानिक क्षेत्रों के प्रतिनिधि के रूप में चयन किया जाता है; अर्थात ऐसा क्षेत्र जिसमें जलवैज्ञानिक समानताएं मान ली जाती है। प्रतिनिधि जलसंग्रह क्षेत्र अध्ययन दीर्घकालिक एवं जलवायु, भूवैज्ञानिक, भूआकृति वैज्ञानिक एवं जलवैज्ञानिक विशिष्टताओं से सम्बन्धित होते है। इन अध्ययनों को जलचक्र की विशिष्ट समस्याओं की सघन जांच हेतु प्रयुक्त किया जाता है।

गंगा मैदानी क्षेत्र उत्तर प्रदेश, बिहार, पश्चिम बंगाल और मध्य प्रदेश राज्यों में फैला हुआ है। इस क्षेत्र के व्यापक अध्ययन के लिए, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान के पटना क्षेत्रीय केंद्र ने, राज्य सरकार से विचार-विमर्श करके व्यापक अनुसंधान हेतु एक प्रतिनिधि जलसंग्रह क्षेत्र निर्धारित करने का निश्चय किया है। पुनपुन नदी गंगा नदी की एक सहायक नदी है। यह पटना से 25 किमी नीचे फतवा में गंगा में मिलती है। यह दक्षिण बिहार के पालामऊ जिले में छोटा नागपुर की पहाड़ी से 300 मीटर ऊंचाई से निकलती है। यह गंगा के दाहिने किनारे पर विद्यमान है और पश्चिम में सोन नदी तंत्र तथा पूर्व में कील-हरोहर-फाल्गु नदी तंत्र से घिरी हुई है।

यह जलग्रहण क्षेत्र बिहार में स्थित है और यह पटना, गया, औरंगाबाद, हजारीबाग तथा पालामऊ जिलों में फैला है। यह जलग्रहण क्षेत्र प्रतिनिधि जलसंग्रह क्षेत्र की मूलभूत आवश्यकताओं को पूरा करता है और केंद्र ने जलवैज्ञानिक आंकड़ा वार्षिकांक, भूमि प्रयोग मानचित्रण एवं वर्षण प्रमापी नेटवर्क अभिकल्पन जैसे अध यन पहले ही पूरे कर लिये है।

प्रतिवेदन के प्रथम भाग में जलसंग्रह क्षेत्र के जलविज्ञान, जलमौसम विज्ञान, भूगोल, भूमि प्रयोग पैटर्न तथा अन्य आवश्यक सूचनाओं संबंधी सामान्य विवरण निहित है। इसके साथ-साथ प्रतिनिधि जलसंग्रह क्षेत्र की अवधारणा, इसके प्रकार तथा उद्देश्यों आदि पर भी प्रकाश डाला गया है।

मालप्रभा एवं घाटप्रभा जलग्रहण क्षेत्र में अन्त:स्यंदन अध्ययन

जलवैज्ञानिक अध्ययनों में अन्त:स्यंदन प्रक्रिया का विशेष महत्व है क्योंकि इसकी जानकारी से, वर्षा जनित अपवाह की मात्रा का और अधिक प्रभावशाली ढंग से आकलन किया जा सकता है तथा इससे प्राप्त परिणामों को, विश्वासपूर्वक, अभिकल्पन समस्याओं के निराकरण हेतु प्रयुक्त किया जा सकता है। जलसंग्रह क्षेत्र प्रणाली के मृदा जल घटकों में अन्त:स्यंदन, मृदा जलांश संचयन, अन्त:स्त्रवण तथा वाष्पन-वाष्पोत्सर्जन होता रहता है। इस प्रकार इस घटक की प्रतिक्रिया के अनुकारण में अन्त:स्यंदन आवश्यक है। इसकी आवश्यकता असंख्य जलवैज्ञानिक समस्याओं के समाधान में होती है। यह जल चक्र का सबसे महत्तवपूर्ण और सबसे जटिल तत्व है। अत: इस प्रक्रिया के मूल क्रियाविधि का यथातथ्य, मात्रात्मक निर्धारण तथा जानकारी, वर्षा-अपवाह सम्बंधों, मृदा संरक्षण एवं प्रबंधन, भू जल उपलब्धता एवं जल आबंटन तथा उपयोग संबंधी अध्ययनों का महत्वपूर्ण भाग है।

अन्त:स्यंदन अध्ययन के उपरोक्त महत्व को ध्यान में रखते हुए कठोर शिला क्षेत्रीय केंद्र बेलगाम ने सम्पूर्ण कठोर शिला क्षेत्र मे अन्त:स्यंदन दरों का पता लगाने की योजना तैयार की है। इस कार्यक्रम के अन्तर्गत, प्रतिनिधि जलसंग्रह क्षेत्र जैसे – मालप्रभा (खानपुर तक) तथा घाटप्रभा (डाडी तक) में वर्तमान अध्ययन किये गये है। इन अध्ययनों में, जटिल भौगोलिक पर्यावरण (अर्थात मृदा, चट्टान, भूमिप्रयोग पैटर्न) के अन्तर्गत अन्त:स्यंदन परीक्षण करने तथा भारत के कठोर शिला क्षेत्र के प्रतिनिधि जलसंग्रह क्षेत्रों (मालप्रभा व घाटप्रभा) में अन्त:स्यंदन दरों की स्थानिक परिवर्तनशीलता के पैटर्न निश्चित करने की नीति अपनायी गयी है।

तवी जलसंग्रह क्षेत्र (जम्मू और कश्मीर) का जल भूआकृति वैज्ञानिक अध्ययन

भू आकृति विज्ञान, शैललक्षण, संरचना, जलसंग्रह क्षेत्र ज्यामिति तथा अन्य आकारमिति घटकों संबंधी जलविज्ञान की दृष्टि से भूमि के स्वरूप के विकास का विज्ञान है। वाहिका नेटवर्क के रैखिक पहलू के अन्तर्गत वर्गीकृत जलसंग्रह क्षेत्र मानों के आमापनीय भू आकृति वैज्ञानिक निरूपक, जलसंग्रह क्षेत्र के क्षेत्रीय पहलू, वाहिका प्रणाली और जलसंग्रह क्षेत्र स्वरूप के उच्चावच पहलू से, जलसंग्रह क्षेत्र–के जलवैज्ञानिक गुणधर्मो की विवेचना की संभावना की जाती है। इसलिए अपवाह प्रक्रम के जलवैज्ञानिक अनुकारण के लिए जल मौसम वैज्ञानिक आंकड़ें अनुपलब्ध होने के बावजूद, विशेषकर अमापित जलसंग्रह क्षेत्र, अनेक अन्वेषक, प्रवाह जलालेख संश्लेषण में इन प्राचलों को प्रयुक्त कर चुके है। अपवाह श्रेणी की मात्रात्मक भू आकृति वैज्ञानिक विशेषताओं तथा तात्कालिक इकाई जलालेख के प्राचलों के बीच विकसित संबंधों ने, जलवैज्ञानिकों को जलनिकास क्षेत्र के भौतिक एवं ज्यामितीय गुणधर्मो की ओर जांच के लिए प्रोत्साहित किया है। भू आकृति वैज्ञानिक तात्कालिक इकाई जलालेख के आगमन से जल भू आकृतिकीय अध्ययनों को नयी प्रेरणा मिली है।

इस प्रतिवेदन में, जलवैज्ञानिक अध्ययनों में जल भू आकृतिक प्राचलों के विविध अनुप्रयोगों की समीक्षा करते हुए तवी नदी उप जलसंग्रह क्षेत्र की भू आकृति वैज्ञानिक विशिष्टताओं के आकलन का प्रयास किया गया है। तवी नदी पर, जो कि पश्चिमी हिमालय में सिन्धु नदी तंत्र की एक नदी है, जल संसाधन की पर्याप्त संभावना विद्यमान है और इसके समेकित जल वैज्ञानिक अध्ययन की आवश्यकता है। आंकड़े के अभाव को देखते हुए प्रतिवेदन में आकलित भू आकृति, वैज्ञानिक प्राचलों पर व्यापक अध्ययन और परिणामों के क्षेत्रवार निर्धारण की आवश्यकता है।

नर्मदा जलसंग्रह क्षेत्र की (मनोत तक) भूआकृतिक विशेषताएं

किसी जलपरिक्षेत्र की भूआकृतिक विशेषताएं जलपरिक्षेत्र के लक्षणों को प्रकट करती है और इनका उपयोग इसके जलवैज्ञानिक व्यवहार के विश्लेषण को समझने में किया जा सकता है। जलविज्ञान की दृष्टि से विभिन्न महत्वपूर्ण भू–आकृतिक विशेषताओं को निम्नलिखित तीन वर्गो में बांटा जा सकता है :

1. जलसंग्रह क्षेत्र के रैखिक पहलुओं को प्रकट करने वाली विशेषताएं,

2. जलसंग्रह क्षेत्र के क्षेत्रीय पहलुओं को प्रकट करने वाली विशेषताएं, तथा,

3. जलसंग्रह क्षेत्र के उच्चावच पहलुओं को प्रकट करने वाली विशेषताएं,

इस अध्ययन में, नर्मदा जलसंग्रह क्षेत्र (मनोत तक) के उपरोक्त पहलुओं का मूल्यांकन किया गया है। यह अध्ययन जलपरिक्षेत्र अपवाह प्रतिक्रिया पर भूआकृति विज्ञान के प्रभाव का पता लगाने तथा अपवाह से सम्बद्ध प्राचलों की पहचान करने में उपयोगी रहेगा।

परिशिष्ट–1

वर्ष 1981 से 1994 तक विभिन्न परियोजनाओं के अन्तर्गत तैयार किये गये प्रकरण अध्ययनों की सूची

1. जल मौसम विज्ञानीय चरों का विश्लेषण

- नर्मदा जलसंग्रह क्षेत्र के जलमौसम विज्ञानीय पहलुओं का विश्लेषण — सी.एस.-3
- राजस्थान में वर्षामापियों का नेटवर्क अभिकल्पन — सी.एस.-12
- उझ नदी उपजलसंग्रह क्षेत्र का जलमौसम विज्ञान — सी.एस.-88
- जलाशय में वाष्पन क्षय अर्धशुष्क क्षेत्र हेतु अध्ययन — सी.एस.-137

2. बाढ़ अभिगमन एवं बांध भंजन बाढ़ अध्ययन

- बाढ़ मार्गाभिगमन के लिए मस्किगम कुंज विधि का अनुप्रयोग — सी.एस.-13
- मच्छू बांध-II के लिए बांध भंजन विश्लेषण — सी.एस.-16
- गांधी सागर बांध के आंकड़ों के प्रयोग द्वारा एन.डब्ल्यू.एस. बांध भंजन प्रोग्राम का अनुप्रयोग — सी.एस.-49
- मच्छू बांध-II के लिए बांध भंजन प्रोग्राम माइक-II का अनुप्रयोग एवं एन.डब्ल्यू.एस. अनुप्रयोग परिणामों से तुलना — सी.एस.-89
- मित्ती बांध का बांध भंजन अध्ययन — सी.एस.-126
- एन.डब्ल्यू.एस.के. डैमब्रेक एवं एस.एम.पी.डी.बी. के निदर्शों द्वारा मच्छू बांध-II की असफलता का बांध भंजन विश्लेषण — सी.एस.-133

3. जलविज्ञानीय निदर्शन

- बैटसन एवं यू.एस.जी.एस. निदर्शों का प्रयोग करते हुए कसूरनाला जलसंग्रह क्षेत्र के लिए प्रतिदिन अपवाह का निदर्शन — सी.एस.-2
- टैंक निदर्श का उपयोग करते हुए नर्मदा नदी के दो उप-जल संग्रह क्षेत्रों के प्रतिदिन अपवाह का अनुकारण — सी.एस.-5
- एकक जलालेख विधियों का तुलनात्मक अध्ययन — सी.एस. 7
- मासिक धारा प्रवाह जनन — सी.एस.-8
- क्षेत्रीय बाढ़ आवृत्ति विश्लेषण — सी.एस. 9
- आंशिक अवधि श्रेणियों के उपयोग द्वारा नर्मदा सागर परियोजना हेतु अभिकल्प बाढ़ आकलन — सी.एस.-11
- महानदी जलसंग्रह क्षेत्र में मासिक धारा प्रवाह जनन हेतु बाईवैरियेट थॉमस फिअरिंग निदर्श का अनुप्रयोग — सी.एस.-19

- नर्मदा नदी के गंजल उप संग्रह क्षेत्र में 'शी' निदर्श का अनुप्रयोग — सी.एस. 28
- नर्मदा जलसंग्रह क्षेत्र में (मनोत तक) 'शी' निदर्श का अनुप्रयोग — सी.एस.-29
- नर्मदा नदी के हिरन उपजलसंग्रह क्षेत्र में 'शी' निदर्श का अनुप्रयोग — सी.एस.-30
- शेर उपजलसंग्रह क्षेत्र में 'शी' निदर्श का अनुप्रयोग — सी.एस.-31
- नर्मदा नदी के बरना उपजलसंग्रह क्षेत्र में 'शी' निदर्श का अनुप्रयोग — सी.एस.-32
- नर्मदा नदी के कोलार उपजलसंग्रह क्षेत्र में 'शी' निदर्श का अनुप्रयोग — सी.एस.-33
- जलवैज्ञानिक व्यवस्था पर मृदा एवं भूमि उपयोग परिवर्तनों के प्रभाव का 'शी' निदर्श द्वारा अध्ययन — सी.एस. 34
- हेमवती जलसंग्रह क्षेत्र के लिए (सकलेशपुर तक) 'शी' निदर्श का अनुप्रयोग — सी.एस.-46
- 'शी' निदर्श द्वारा कोलार जलसंग्रह क्षेत्र का अनुकारण अध्ययन — सी.एस.-47
- सिंचाई सेच्य क्षेत्र के अध्ययनों में 'शी' निदर्श का अनुप्रयोग — सी.एस.-48
- मच्छू नदी के बेती उपजलसंग्रह क्षेत्र में 'शी' निदर्श का अनुप्रयोग — सी.एस. 51
- हेमवती जलसंग्रह क्षेत्र में सकलेशपुर तक एच.ई.सी.-1 का अनुप्रयोग — सी.एस.-55
- हेमवती जलसंग्रह क्षेत्र में सकलेशपुर तक डब्ल्यू.ए.एच.एस. निदर्श का अनुप्रयोग — सी.एस.-90
- मच्छू-II जलाशय हेतु बाढ़ पूर्वानुमान प्रणाली — सी.एस.-99
- टैंक निदर्श द्वारा शारदा नदी का जलविज्ञानीय निदर्शन — सी.एस.-106
- कोलार उपजलसंग्रह क्षेत्र में परिघटना आधारित वितरित वर्षा अपवाह निदर्श के उपयोग द्वारा बाढ़ जलालेख अनुरुपण — सी.एस.-130
- 4x4 टैंक निदर्श द्वारा सकलेशपुर में हेमवती का दैनिक अपवाह अनुकरण — सी.एस.-134
- कोलार उपजलसंग्रह क्षेत्र में डब्ल्यू.ए.एच.एस. निदर्श का अनुप्रयोग — सी.एस.-136

4. हिम जलविज्ञान

- आखनूर में हिम एवं हिमनद का चेनाब नदी को योगदान — सी.एस.-131
- देवप्रयाग में हिम एवं हिमनद का गंगा नदी को योगदान — सी.एस.-132

5. जलविज्ञान में सुदूर संवेदन का अनुप्रयोग

- सुदूर संवर्ती आंकड़ों का प्रयोग करते हुए ऊपरी यमुना जलसंग्रह क्षेत्र का भूमि प्रयोग मानचित्रण — सी.एस.-14
- सुदूर संवेदन के अनुप्रयोग द्वारा महानदी के बाढ़ मैदान का मानचित्रण — सी.एस.-20
- उपग्रह आंकड़ों द्वारा इलाहाबाद तथा बक्सर के बीच गंगा नदी के विशिष्ट गुणों का सुदूर संवेदन अध्ययन — सी.एस.-25
- साबरमती जल संग्रह क्षेत्र का भूमि प्रयोग एवं भू आच्छादन मानचित्रण — सी.एस.-26
- उपग्रह आंकड़ों द्वारा तवी जलग्रहण क्षेत्र का भूमि प्रयोग मानचित्रण — सी.एस.-72

- उपग्रह चित्र का उपयोग करते हुए तुंगभद्रा जलाशय में अवसाद वितरण का मात्रामक निर्धारण — सी.एस.-84
- कृष्णा द्रोणी में मालप्रभा एवं घाटप्रभा जलग्रहण क्षेत्रों का जलविज्ञानीय भूमि प्रयोग मानचित्रण — सी.एस.-85
- उपग्रह आंकड़ों द्वारा पुनपुन नदी जलसंग्रह क्षेत्र के बाढ़ग्रस्त क्षेत्रों तथा बाढ़ मैदान का अभिलक्षण — सी.एस.-112
- बायरा जलग्रहण क्षेत्र (हिमाचल प्रदेश) हेतु हिम आच्छाद मानचित्रण — सी.एस.-115
- देहरादून में भूमि उपयोग वर्गीकरण हेतु रुपान्तरण के प्रभाव का अध्ययन — सी.एस.-116
- इन्दिरा गांधी नहर परियोजना प्रथम चरण के जल ग्रसित क्षेत्र का सुदूर संवेदन तकनीकों द्वारा निर्धारण — सी.एस.-138

6. जलसंसाधन तंत्र

- भाखड़ा-ब्यास तंत्र का जलाशय प्रचालन अध्ययन — सी.एस.-4
- मच्छू-II जलाशय का संरक्षण संचयन नियमन — सी.एस.-80
- मच्छू-II जलाशय का बाढ़ नियंत्रण नियमन — सी.एस.-81
- मच्छू-II जलाशय के उत्प्लाव मार्ग द्वारों का नियमन — सी.एस.-82
- जलाशय तंत्र के संरक्षण हेतु समन्वित नियमन — सी.एस.-141

7. जलनिकास अध्ययन

- पूर्वोत्तर गुजरात (साबरमती जलसंग्रह क्षेत्र) में भू आकारिकी तथा जलनिकास पैटर्न — सी.एस.-23
- बुलन्दशहर क्षेत्र में जलनिकास प्रणाली के अभिकल्पन हेतु जलविज्ञानीय मृदा गुणधर्मों का आकलन — सी.एस.-94
- बुलन्दशहर क्षेत्र के लिए सतही जल निकास प्रणाली का अभिकल्पन — सी.एस.-135
- शहरी जलपरिक्षेत्र निदर्शन-एक तुलनात्मक अध्ययन (नज़फगढ़ जलनिकास क्षेत्र का अध्ययन) — सी.एस.-140

8. सूखा अध्ययन

- 1985-86 के सूखे के जलविज्ञानीय पहलू — सी.एस.-21
- वर्ष 1986-87 में सूखे के जलविज्ञानीय पहलू : अंतिम प्रतिवेदन — सी.एस.-24
- वर्ष 1987-88 तक सूखे का जलविज्ञानीय पहलू — सी.एस.-37
- मध्य प्रदेश में वर्ष 1987-88 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू — सी.एस.-38
- राजस्थान में वर्ष 1987-88 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू — सी.एस.-39
- गुजरात में वर्ष 1987-88 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू — सी.एस.-40

- आन्ध्र प्रदेश में वर्ष 1987-88 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू — सी.एस.-41
- महाराष्ट्र में वर्ष 1987-88 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू — सी.एस.-42
- कर्नाटक में वर्ष 1987-88 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू — सी.एस.-43
- सामाजिक आर्थिक पहलुओं पर सूखे का प्रभाव - एक अध्ययन — सी.एस.-44
- सूखे का कृषि पर प्रभाव-एक अध्ययन — सी.एस.-52
- गुजरात में वर्ष 1988-89 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू — सी.एस.-58
- कर्नाटक में वर्ष 1988-89 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू — सी.एस.-59
- महाराष्ट्र में वर्ष 1988-89 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू — सी.एस.-61
- राजस्थान में वर्ष 1988-89 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू — सी.एस.-63
- कर्नाटक में वर्ष 1991 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू — सी.एस.-118
- महाराष्ट्र में वर्ष 1991 तक सूखे के जलविज्ञानीय पहलू — सी.एस.-123

9. भूजल आकलन एवं निदर्शन

- ऊपरी गंगा नहर सेच्य क्षेत्र का माध्य वर्ष मौसमी भूजल संतुलन — सी.एस.-1
- ऊपरी गंगा नहर नियंत्रण क्षेत्र में अतिरिक्त सतही सिंचाई आपूर्ति का भूजल व्यवस्था पर प्रभाव — सी.एस.-10
- मध्य गोदावरी डेल्टा, आंध्र प्रदेश में मौसमी भूजल संतुलन का अध्ययन — सी.एस.-117
- उड़ीसा के पुरी जिले में भूजल संतुलन का अध्ययन : आंकड़ा प्रक्रमण एवं विश्लेषण — सी.एस.-127

10. पर्यावरणीय जलविज्ञान

- नदियों में विलीन आक्सीजन का निदर्शन — सी.एस.-17
- तमिलनाडु में पलार नदी जलसंग्रह क्षेत्र के ऊपरी पलार क्षेत्र में भूजल गुणवत्ता अध्ययन निदर्शन — सी.एस.-110
- नदी में प्रवाहित बहि:स्त्रावों में विद्यमान सूक्ष्म मात्रिक तत्वों का भविष्य — सी.एस.-148

11. वायुमंडलीय भूपृष्ठ निदर्शन

- सार्वभौमिक गर्मी के कारण सम्भावित जलवायु परिवर्तन के प्रति एक भारतीय जलग्रहण क्षेत्र की अनुक्रिया — सी.एस.-129
- सम्भावित जलवायु परिवर्तनों के प्रति वाष्पन-वाष्पोत्सर्जन की संवेदनशीलता का एक अध्ययन — सी.एस.-139

12. जलविज्ञानीय अन्वेषण

- नर्मदा नदी पर स्थित प्रमापन स्थलों के लिए निर्धारण वक्र — सी.एस.-6
- एस.सी.एस. जलविज्ञानीय मृदा वर्गीकरण द्वारा मृदा जलांश का लेखाकरण — सी.एस.-15
- पश्चिमी घाट की भू आकृति वैज्ञानिक विशेषताएं : घाटप्रभा एवं मालप्रभा उपजलसंग्रह क्षेत्र — सी.एस.-53
- साबरमती तंत्र का अध्ययन तंत्र विवरण तथा आंकड़ा स्थिति — सी.एस.-83
- जम्मू एवं कश्मीर में तवी नदी का जल उपलब्धता अध्ययन — सी.एस.-86
- उझ नदी जलसंग्रह क्षेत्र में जल उपलब्धता अध्ययन — सी.एस.-87
- सिक्किम में तीस्ता नदी का अनुरेखक तनुकरण विधि द्वारा निस्सरण आमापन — सी.एस.-101
- भारत के गंगा मैदानी क्षेत्र में प्रतिनिधि जलसंग्रह क्षेत्र अध्ययन — सी.एस.-104
- मालप्रभा एवं घाटप्रभा जलग्रहण क्षेत्र में अंत:स्यंदन अध्ययन — सी.एस.-105
- तवी जलसंग्रह क्षेत्र का जल भूआकृति वैज्ञानिक अध्ययन — सी.एस.-114
- नर्मदा जलसंग्रह क्षेत्र की भूआकृतिक विशेषताएं — सी.एस.-128

परिशिष्ट - 2

पारिभाषिक शब्दकोष

अध्यारोपण	Superimposition
अर्ध अवधारणात्मक निदर्श	Quasi conceptual model
अर्ध शुष्क	Semi arid
अनुकारण/अनुरुपण	Simulation
अनुप्रवाह	Downstream
अनुप्रस्थ काट	Cross section
अनुप्रस्थ सहसंबंध	Cross correlation
अनुसूचन	Scheduling
अनुसूची	Schedule
अन्तर्वेषण	Interpolation
अपचयन	Degradation
अपवाह	Runoff
अपरोधन	Interception
अपवाह जनन	Runoff generation
अपसरण/अंतर विश्लेषण	Departure analysis
अपरदन	Erosion
अपशिष्ट भूमि	Waste land
अभिकलन	Computation
अभिकल्पन	Design
अनुरेखक	Tracer
अवधारणात्मक निदर्श	Conceptual model
अवसाद निक्षेप	Sediment deposit
अवसाद सांद्रण	Sediment concentration
असंतृप्त प्रवाह	Unsaturated flow
अक्षांश	Latitude
आकारमिति	Morphometry
आंकड़ा जनन	Data generation
आप्लावन	Inundation
आवर्ती	Recurring
आंशिक अवधि	Partial duration
आंशिक विभेद	Partial differentiation
इष्टतमीकरण	Optimization

उत्प्लाव मार्ग	Spill way
उत्सेध	Stage
उथली	Shallow
उद्विक्षेप	Elevation
उप-जलसंग्रह क्षेत्र	Sub basin
एकक वर्षा	Unit rainfall
औद्योगिक अपशिष्ट	Industrial waste
अंर्तप्रवाह	Inflow
अंकितक/आलेख	Plot
अंर्तस्थलीय	Inland
अंशशोधन/अंशाकन	Calibration
अंतप्रवाह जलालेख	Inflow hydrograph
काल निश्चर	Time invarient
कटक	Ridge
कूप	Well
खंड	Reach
गाद	Silt
गतिक मार्ग निर्धारण	Dynamic routing
चरम	Peak
चिकनी मिट्टी	Clay
जलाशय प्रचालन	Reservoir operation
जल निकाय	Water body
जल प्रसार क्षेत्र	Water spread area
जल संतुलन	Water balance
जल निकास	Drainage
जल संग्रह क्षेत्र	Basin
जल ग्रहण क्षेत्र	Catchment
जल परिक्षेत्र	Watershed
जल उपलब्धता	Water availability
जल लब्धि	Water yield
जल निकास संकुल	Drainage congestion
जलग्रसन	Water logging
जलीय चालकता	Hydraulic conductivity
तोरण	Pediment
तटबंध	Levee
तूफान/वृष्टि	Storm

तात्क्षणिक एकक जलालेख	Instantaneous unit hydrograph (IUH)
तल प्रवणता	Bed slope
दृश्य निरुणा	Visual interpretation
दरार	Breach
दुमट	Loam
द्रोही सर्वेक्षण	Renaissance survey
देशांतर	Longitude
धारा	Stream
धारा वेगमापी	Current meter
निम्न प्रवाह सूचकांक	Low flow index
नियमन	Regulation
निलंबित अवसाद	Suspended sediment
निस्सरण	Discharge
निर्गम	Output
नहर	Canal
न्यूनतम वर्ग विधि	Least square method
नियतांक	Constant
नदी तंत्र	River system
निदर्भ	Model
पोत भूभाग	Marine land scape
प्रवण	Steep
प्रमात्रक	Module
प्रक्रम	Process
परिमित अंतर	Finite difference
परती भूमि	Fallow land
प्रवाह	Flow
प्रतिचयन/प्रतिदर्शता	Sampling
प्रेक्षित	Observed
प्रतिरोध प्रवाह	Flow resistance
पुन:पूरण	Recharge
पारगम्यता	Permeability
पिण्डित निदर्भ	Lumped model
परिघटना आधारित निदर्श	Event based model
प्रवाह अवधि वक्र	Flow duration curve
प्राचल	Parameter
प्रतिसरण भुजा	Recession limb

प्रमापन	Gauging
परास	Range
फसल विहीन	Uncropped
बांध भंजन	Dam break
बाढ़ मैदान	Flood plain
बंजर भूमि	Barren land
बहिर्वाह/बर्हिगमन जलालेख	Outflow hydrograph
बलुई दोमट	Sandy loam
बहिस्राव	Effluent
बिंदु स्रोत	Point source
भू आकारिकी/भू आकृति विज्ञान	Geomorphology.
भूमि प्रयोग	Land use
भू आच्छादन	Land cover
भंग परिच्छेदिका	Breach profile
भौम जल तल	Phreatic surface
भूजल गुणवत्ता	Ground water quality
मृदा धारण वक्र	Soil retention curve
मानचित्र	Map
मोचन	Release
मात्रात्मक	Quantiative
मानक विचलन	Standard deviation
रेखिक	Linear
रेखीय चित्र	Line diagram
लाल दुमट	Red loam
लघुगणकीय	Log plot
वर्षण	Precipitation
वर्षा अंतर विश्लेषण	Rainfall departure analysis
विश्वसनीय प्रवाह	Dependable flow
वाष्पन	Evaporation
वाष्पन-वाष्पोत्सर्जन	Evapotranspiration
वहन क्षति	Conveyance loss
विसर्पण	Meandering
वैधकरण	Validation
शुष्क	Arid
शैललक्षण	Lithology
संगामी अवधि	Concurrent period

समोच्च रेखा	Contours
सुदूर संवेदन	Remote sensing
समतल स्थलाकृति	Flat topography
समकालिक	Isochronal
सतही अपवाह	Surface runoff
संचयन गुणांक	Storage coefficient
सूक्ष्म मात्रिक तत्व	Trace element
संवेदनशीलता विश्लेषण	Sensitivity analysis
संदूषण	Contamination
संचय क्षेत्र	Command area
संचयन	Storage
स्थूल	Coarse
सादन	Siltation
स्वअभिलेखन	Self recording
संभाव्य वाष्पोत्सर्जन	Potential evapotranspiration
संतृप्त प्रवाह	Saturated flow
स्थलाकृतिक मानचित्र	Topographic map
सूखा दौर विश्लेषण	Dry spell analysis
सार्वभौमिक गर्मी	Global warming
हिमनद/हिमनदी	Glacier
हिमनद गलन	Glacier melt

मुद्रक :
अजय प्रिन्टर्स एवं पब्लिशर्स
19, सिविल लाइन, रुड़की
दूरभाष : 73140; फैक्स : 74740