

## जल संसाधन के इष्टतम उपयोग में प्रबन्धन की भूमिका - एक विषय विशेष अध्ययन

भनमोहन कुमार गोयल<sup>1</sup> पुष्पेन्द्र कुमार अग्रवाल<sup>2</sup> डा० शरद कुमार जैन<sup>3</sup>

### सारांश

जल प्रकृति का एक बहुमूल्य वरदान है। बढ़ती जनसंख्या, बढ़ते उद्योग, उच्चतर रहन-सहन एवं जल के विभिन्न उपयोगों के कारण जल की आवश्यकताएं दिन-प्रतिदिन बढ़ती जा रही हैं जबकि जल की उपलब्ध मात्रा सीमित है। आज आवश्यकता है कि उपलब्ध जल की मात्रा का इष्टतम उपयोग किया जाए ताकि जल सम्बन्धी विभिन्न आवश्यकताओं की पूर्ति की जा सके। जल के इष्टतम उपयोग में जल प्रबन्धन की महत्वपूर्ण भूमिका है। समयोचित प्रबन्धन के द्वारा विभिन्न समस्याओं जैसे सूखा, बाढ़, जल प्रसून आदि पर नियन्त्रण पाया जा सकता है।

इस प्रपत्र में यह दर्शाया गया है कि जलाशयों के उचित प्रबन्धन द्वारा जल से सम्बन्धित विभिन्न समस्याओं पर काफी हद तक नियन्त्रण पाया जा सकता है। इस अध्ययन में साबरमती जलसंग्रह क्षेत्र में स्थित विभिन्न जलाशयों का प्रबन्धन विश्लेषण किया गया है ताकि सूखा एवं बाढ़ सम्बन्धी समस्याओं का समयानुसार समाधान किया जा सके। यह भी दर्शाया गया है कि यदि प्रबन्धन के उचित निर्णय समय से पूर्व ही न लिए जाएं तो समस्याएं काफी गम्भीर हो सकती हैं।

### प्रस्तावना

मनुष्य की प्राथमिक आवश्यकताओं में जल का प्रमुख स्थान है। प्रगति के विभिन्न आयामों के साथ-साथ जल की मांगों में वृद्धि हुई है तथा जल की मात्रा सीमित होने के कारण प्रति व्यक्ति जल उपलब्धता काफी कम हुई है। उद्योगों की निरन्तर वृद्धि के कारण जल की गुणता में भी काफी हवासा हुआ है। अतः आवश्यकता है कि उचित प्रबन्धन द्वारा उपलब्ध जल संसाधनों का इष्टतम उपयोग किया जाए।

जल संसाधनों के नियमित उपयोग में जलाशयों की प्रमुख भूमिका है। जलाशयों का प्रमुख उद्देश्य अतिवृष्टि के समय अतिरिक्त जल को एकत्रित कर भविष्य में मांगों के अनुसार जल को उपलब्ध करवाना है। भारत में जलाशयों का प्रमुख उद्देश्य सिंचाई, घरेलू उपयोग, विद्युत उत्पादन एवं उद्योगों में जल को नियमित रूप से उपलब्ध कराने के लिए उसका संरक्षण करना है। इसके अतिरिक्त जलाशय बाढ़ नियंत्रण में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

- 1 वैज्ञानिक 'ब', राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की (उ०प्र०)
- 2 वरिष्ठ शोध सहायक, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की (उ०प्र०)
- 3 वैज्ञानिक 'ई' राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की (उ०प्र०)

जलाशयों की संरक्षण मांगों को उत्तम प्रकार से तभी संतुष्ट किया जा सकता है जब जलाशय मानसून के मौसम के अन्त तक अधिक से अधिक भर जाए। दूसरी ओर बाढ़ नियंत्रण के लिए जलाशय में संचयन स्थान को खाली रखा जाता है ताकि भविष्य में आने वाली बाढ़ को जलाशय में संग्रहित किया जा सके। संचयन स्थान की आवश्यकता, दोनों उद्देश्यों (संरक्षण एवं बाढ़ नियंत्रण) के लिए अलग-अलग होने के कारण होने वाले मतभेद को जलाशय के समुचित संचालन के द्वारा दूर किया जाता है। जलाशय से प्राप्त होने वाले लाभ इस तथ्य पर काफी निर्भर करते हैं कि जलाशय का प्रचालन कितनी कुशलतापूर्वक किया गया है। जलाशय प्रचालन जल संसाधन तंत्र की योजना एवं प्रबन्धन में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। जलाशय पर नियुक्त अभियन्ता/प्रचालक को विस्तृत निर्देश दिये जाते हैं जो उन्हें जलाशय प्रबन्धन सम्बन्धी उचित निर्णय लेने में सहायक होते हैं।

इस अध्ययन में साबरमती बेसिन में स्थित विभिन्न जलाशयों के लिए प्रचालन नियम सुझाए गये हैं, ताकि उपलब्ध जल का इष्टतम उपयोग किया जा सके तथा जलीय आपदाओं जैसे सूखा, बाढ़ आदि से बचा जा सके। जल संसाधन सम्बन्धी मांगों जैसे सिंचाई, घरेलू उपयोग एवं उद्योगों के लिए आवश्यक जल को नियमित प्रकार से संतुष्ट करने के लिए नियम वक्र विकसित किये गये हैं। साबरमती जलसंग्रह क्षेत्र में स्थित प्रमुख नगरों जैसे अहमदाबाद एवं गोंधीनगर को बाढ़ के प्रकोप से बचाने के लिए एक प्रमुख बाँध (धरोई बाँध) का बाढ़ नियमन अध्ययन कर बाढ़ प्रचालन नीति विकसित की गयी है। इस प्रपत्र का मुख्य उद्देश्य उचित प्रबन्धन से होने वाले लाभ को प्रदर्शित करना है ताकि प्रबन्धन से प्रभावित उपयोगकर्ता इसके महत्व व भूमिका को समझ सकें तथा समय-समय पर लिए गए प्रबन्धन सम्बन्धी निर्देशों का अनुकरण कर सकें। इस प्रपत्र में संरक्षण एवं बाढ़ सम्बन्धी नीति को विकसित करने की तकनीक का संक्षिप्त विवरण प्रस्तुत किया गया है।

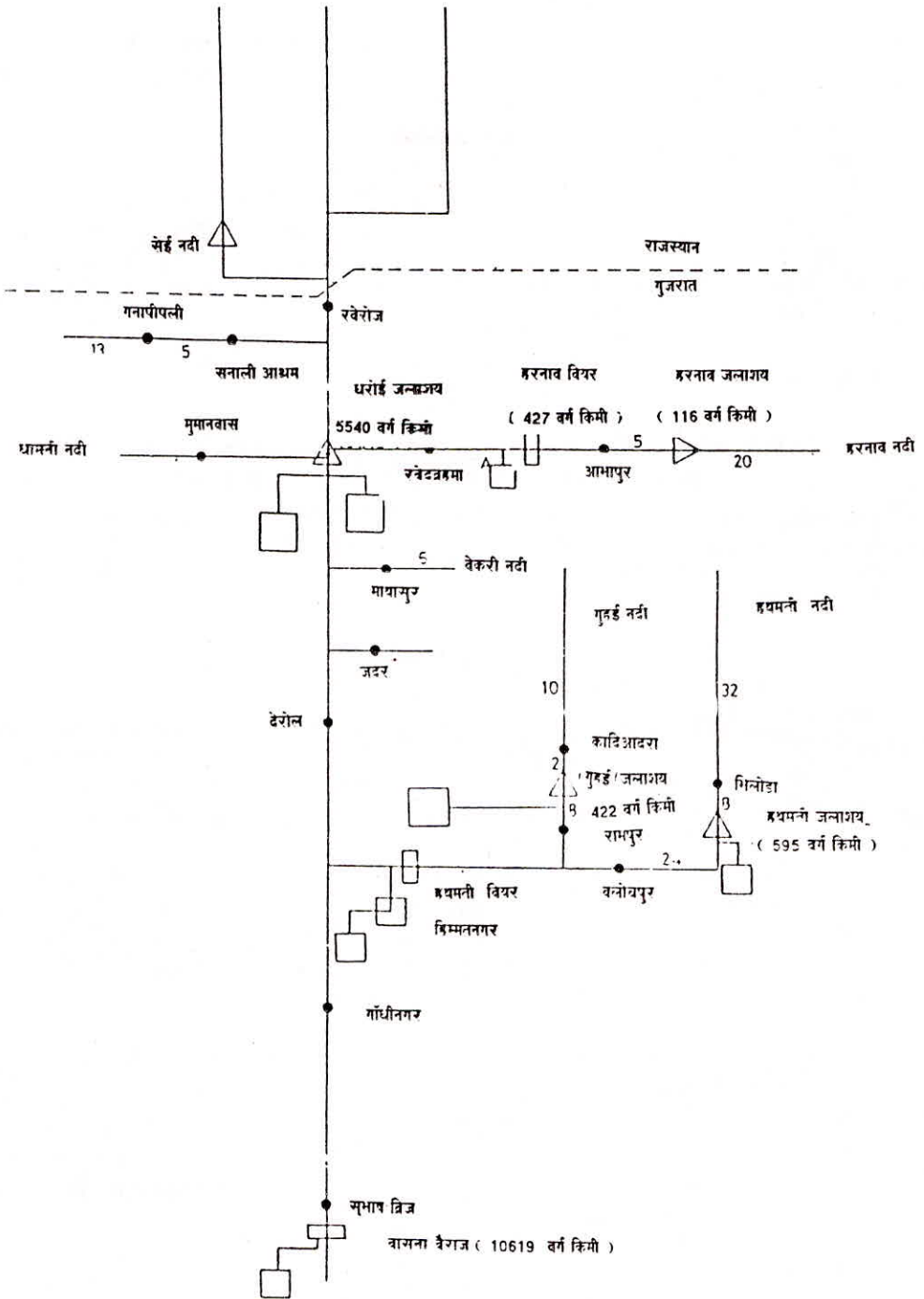
### साबरमती तंत्र का विवरण

साबरमती नदी पश्चिमी भारत की प्रमुख नदियों में से एक है। यह 762 मीटर की ऊँचाई पर राजस्थान में अरावली पहाड़ियों से निकलकर अन्ततः गुजरात में अरब सागर में मिल जाती है। नदी की कुल लम्बाई 419 किलोमीटर है। नदी का कुल जलग्रहण क्षेत्र 21085 वर्ग किलोमीटर है। साबरमती बेसिन की स्थलाकृति इसके प्रारम्भ से धरोई बाँध तक पहाड़ी है। धरोई बाँध के पश्चात नदी मुख्यतः मैदानी क्षेत्रों में बहती है। जलग्रहण क्षेत्र में औसत वार्षिक वर्षा 785 मिमी है।

साबरमती बेसिन में स्थित मुख्य जलाशय धरोई जलाशय है। इस जलाशय का निर्माण कार्य 1976 में पूर्ण हुआ था। यह बाँध जिला मेहसाना में नदी के उदगम से 103 किलोमीटर दूर स्थित है। जलाशय का कुल जलग्रहण क्षेत्र 5540 वर्ग किलोमीटर है। इस जलाशय का मुख्य उद्देश्य (1) आने वाली बाढ़ को इस प्रकार नियंत्रित करना है कि अहमदाबाद शहर पर नियंत्रित बहाव 14170 क्यूमेक (5 लाख क्यूसेक) से अधिक न हो, (2) अहमदाबाद एवं गोंधीनगर शहरों के लिए जल सम्बन्धी आवश्यकताओं की पूर्ति एवं (3) सिंचाई है।

इसके अतिरिक्त साबरमती नदी की सहायक नदियों पर बनायी गयी अन्य जलीय संरचनाएँ क्रमशः हरनाव नदी पर हरनाव जलाशय एवं हरनाव वियर, हथमती नदी पर हथमती जलाशय एवं हथमती वियर, हथमती की सहायक नदी गुहई पर गुहई जलाशय एवं अहमदाबाद नगर के अनुप्रवाह में साबरमती नदी पर वासना बैराज हैं। हरनाव, हथमती, गुहई जलाशयों एवं हरनाव व हथमती वियर के संरक्षण उद्देश्य केवल सिंचाई हैं। साबरमती जलसंग्रह क्षेत्र में स्थित विभिन्न जलीय संरचनाओं, धाराओं एवं जल बहाव मापन केन्द्रों की स्थितियों का रेखीय चित्रण चित्र संख्या (1) में दर्शाया गया है।

साबरमती नदी में अधिकतम बाढ़ वर्ष 1875, 1941, 1950 एवं 1973 में अंकित की गयी है। धरोई जलाशय की बाढ़ योजना का उच्चतम बिन्दु 27180 क्यूमेक है जबकि बाढ़ योजना के जलीय रेखाचित्र का आयतन 30950 लाख घनमीटर है। धरोई जलाशय बाढ़ के आवाह को पूर्ण जलाशय तल (189.59 मीटर) एवं उच्चतम जलाशय तल (193.



चित्र - 1 : सावरमती बेगिन का रेगवाचित्र



60 मीटर) के बीच के स्थान में नियंत्रित करता है। साबरमती नदी में अहमदाबाद पर जलमार्ग की सुरक्षित क्षमता 14170 क्यूमेक है। अतः धरोई जलाशय को इस प्रकार प्रचालित करना चाहिए कि माध्यमिक जलग्रहण क्षेत्र से आने वाले बहाव को मिलाकर अहमदाबाद शहर पर कुल बहाव 14170 क्यूमेक से अधिक न हो।

साबरमती बेसिन में जलीय संरचनाओं के प्रचालन विश्लेषण के लिए अनुकरण अध्ययन हेतु 27 वर्ष के आवाह आँकड़ों का उपयोग किया गया। सभी संरचनाओं के मासिक लक्ष्य मांगों, सामान्य वाष्पन गहराई एवं भण्डारण संबंधी विवरण आँकड़ों को एकत्रित किया गया। सभी संरचनाओं के लिए 1967 से 1993 तक की समयावधि के लिए आँकड़ों का उपयोग किया गया। बाढ़ नियंत्रण अध्ययन के लिए वर्षा एवं जल प्रवाह के वर्ष 1982 के बाद के वर्षों में उपलब्ध आँकड़ों का उपयोग किया गया। विभिन्न मापन केन्द्रों पर समान समयावधि के लिए उपलब्ध वर्षा एवं प्रवाह के सूक्ष्म समयावधि आँकड़ों का उपयोग किया गया।

## क्रिया पद्धति

भारत में 80% से अधिक वार्षिक वर्षा चार मानसून महीनों में (जून से सितम्बर माह तक) होती है। अतः जलाशयों को मानसून के महीनों में भर लिया जाता है एवं एकत्रित किये गये जल का वर्षा के शेष महीनों में प्रयोग किया जाता है। बहुबॉधीय तंत्र के संरक्षण विश्लेषण के लिए अनुकरण तकनीक का प्रयोग किया गया। तंत्र के अनुकरण हेतु एक संगणक सम्बन्धी प्रोग्राम विकसित किया गया एवं इस संगणक प्रोग्राम का उपयोग तंत्र पर किया गया। तंत्र में निदर्श उपयोग के लिए समवर्ती मासिक आवाह आँकड़ों, लक्ष्य मांगों एवं सामान्य वाष्पन गहराई की आवश्यकता होती है। निदर्श विशिष्ट नीतियों के द्वारा तंत्र के प्रचालन का अनुकरण करके तंत्र में विश्वसनीयता विश्लेषण को प्रदर्शित करता है।

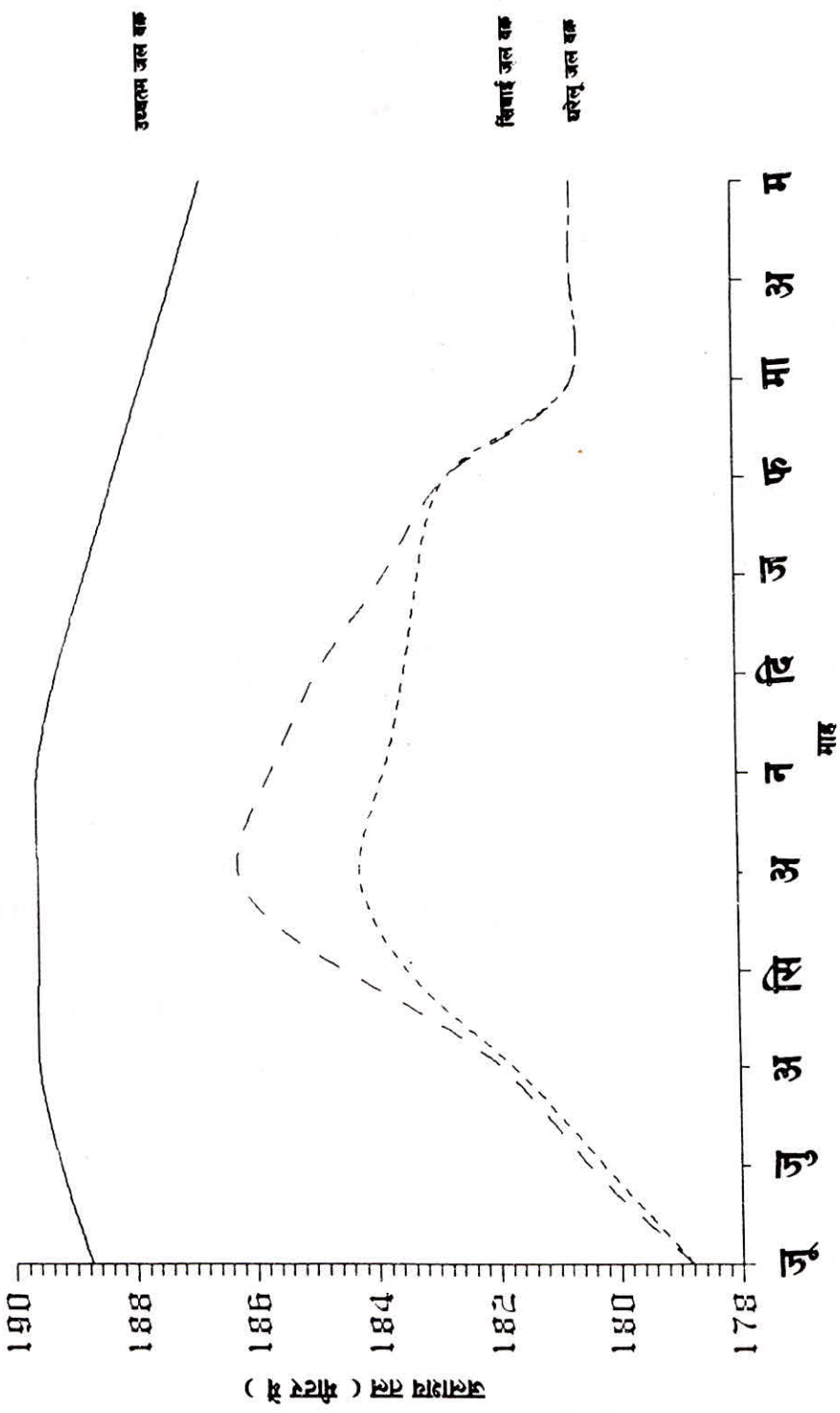
साबरमती बेसिन के सभी जलाशयों के लिए प्रारम्भिक नियम वक्र तल बनाये गये और उसके पश्चात उनका अनुकरण विश्लेषण किया गया। तंत्र की सर्वोत्तम विश्वसनीयता प्राप्त होने तक अनुकरण निदर्श को बार-बार चलाया गया तथा प्रारम्भिक नियम वक्रों में क्रमशः सुधार किया गया। उन नियम वक्रों को जिनसे जलाशयों की अधिकतम विश्वसनीयता प्राप्त हुई, अन्तिम माना गया। नियम वक्रों को बेहतर करने के लिए प्रचालन सारणी का उपयोग किया गया। इस प्रक्रिया के दौरान यह ध्यान में रखा गया कि किसी भी माह में न तो जल का व्यर्थ बहाव हो और न ही अनावश्यक संरक्षण। धरोई जलाशय के लिए विकसित किये गये नियम वक्र चित्र सं0 (2) में प्रदर्शित किये गये हैं।

साबरमती तंत्र में बाढ़ नियंत्रण के लिए केवल धरोई जलाशय की ही प्रमुख भूमिका होने के कारण बाढ़ नियंत्रण के लिए धरोई जलाशय का बाढ़ प्रचालन विश्लेषण किया गया। धरोई जलाशय से अहमदाबाद नगर तक जलग्रहण क्षेत्र कुल 5079 वर्ग किलोमीटर है जिससे उत्पन्न प्रवाह पर नियंत्रण नहीं किया जा सकता। अतः इस जलग्रहण क्षेत्र का भी निदर्शन विश्लेषण किया गया। अहमदाबाद नगर पर उपलब्ध प्रवाह को दो भागों में विभाजित किया गया (1) बांध से छोड़े गये जल के कारण प्रवाह (2) माध्यमिक जलग्रहण क्षेत्र से उत्पन्न प्रवाह।

जलाशय के संचालन के लिए माध्यमिक जलग्रहण क्षेत्र से उत्पन्न प्रवाह की जानकारी आवश्यक होने के कारण माध्यमिक क्षेत्र का निदर्शन विश्लेषण एकक जलालेख तकनीक द्वारा किया गया। अहमदाबाद नगर के पास बॉध से छोड़े जाने वाले जल के प्रभाव का विश्लेषण मस्किगम कुंज तकनीक द्वारा किया गया। इस विश्लेषण से प्रचालक किसी भी समय बॉध से छोड़े जा सकने वाले सुरक्षित प्रवाह की अधिकतम सीमा का अनुमान कर सकता है। बाढ़ नियोजन के लिए जलाशय का बाढ़ संबंधी अनुकरण विश्लेषण किया गया तथा प्रचालक के लिए बाढ़ नियमन की नीति विकसित की गयी। अभिकल्प बाढ़ जला लेख का विकसित नीति द्वारा नियमन चित्र सं0 (3) में प्रदर्शित किया गया है।

## परिणामों की व्याख्या

संरक्षण मांगों के लिए जलाशय प्रचालन की दो तकनीकों द्वारा साबरमती तंत्र का प्रचालन अध्ययन किया गया। प्रथम जल की उपलब्धि के आधार पर एवं द्वितीय नियम वक्र प्रचालन के आधार पर।



चित्र - 2 : धरोई जलाशय के नियम बक

जल की उपलब्धि के अनुसार किये जाने वाले प्रचालन से तंत्र में जलाशयों की मासिक, वार्षिक एवं घनात्मक विश्वसनीयता तो बढ़ती है परन्तु तीव्र असफलताओं वाले महीनों की संख्या काफी बढ़ जाती है । उदाहरणतः धरोई जलाशय के लिए मासिक, वार्षिक एवं घनात्मक विश्वसनीयता क्रमशः 93.5, 77.8 एवं 93.7 प्रतिशत है जबकि तीव्र असफलताओं वाले महीनों की संख्या 21 है । इस प्रचालन तकनीक से घरेलू जल की असफलता वाले महीनों की संख्या 19 रही । नियम वक्र पर आधारित प्रचालन से तंत्र में जलाशयों की मासिक, वार्षिक एवं घनात्मक विश्वसनीयता कुछ कम हुई । परन्तु घरेलू जल की असफलता वाले महीनों की संख्या काफी कम हो गयी । इस विधि द्वारा धरोई जलाशय की मासिक, वार्षिक एवं घनात्मक विश्वसनीयता क्रमशः 86.1, 70.4 एवं 89.7 प्रतिशत रही । तथा तीव्र असफलताओं वाले महीनों की संख्या 32 रही । घरेलू जल की असफलता वाले महीनों की संख्या 10 रही ।

प्रचालन विश्लेषण की विस्तृत सारणी के अध्ययन से पता चला कि जिन वर्षों में जलाशयों में जल की आंशिक कमी रही उनमें नियम वक्र पर आधारित तकनीक ने कहीं अच्छे परिणाम दिये तथा जल की कमी को समय के अनुसार इस प्रकार वितरित किया कि किसी भी समय जल की ज्यादा कमी न हो तथा फसलें एकदम नष्ट न हो जायें । आंशिक कमी वाले वर्षों में यदि प्रचालन जल की उपलब्धि के आधार पर ही किया जाये तो पानी की एकाएक कमी हो सकती है जिससे न केवल फसलों पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ सकता है, बल्कि घरेलू जल की विकट समस्या भी उत्पन्न हो सकती है जिन वर्षों में अधिक सूखा पड़ा तथा जलाशय में जल की उपलब्धि बहुत कम रही उनमें प्रचालन की तकनीक तथा मांग नियंत्रण का विशेष महत्व है । घरेलू उपयोग में आने वाले जल की मांग की सर्वोत्तम प्राथमिकता होने के कारण इसका संरक्षण एक से अधिक वर्ष के लिए भी किया जाता है तथा जलाशय का प्रचालन इस प्रकार से किया जाता है कि अगले वर्ष भी तीव्र सूखे की स्थिति में घरेलू उपयोग हेतु जल उपलब्ध कराया जा सके ।

उक्त व्याख्या को ध्यान में रखकर साबरमती तंत्र में जल के इष्टतम उपयोग के लिए नियम वक्र पर आधारित प्रचालन तकनीक का उपयोग किया गया है । सभी जलाशयों में संरक्षण के अलग-अलग उद्देश्यों के लिए अलग-अलग नियम वक्र विकसित किये गये हैं । किसी भी समय यदि जलाशय में जल स्तर सिंचाई के लिए विकसित नियम वक्र के तल से कम हो जाये तो सिंचाई के लिए छोड़े जाने वाले पानी में कटौती कर दी जाती है ताकि कम जल को पूरे समय तक भेजा जा सके तथा फसल उत्पादन पर अचानक गहरा कुप्रभाव न पड़े । यदि जलाशय में जल स्तर घरेलू उपयोग के जल के लिए विकसित नियम वक्र के तल से भी कम हो जाये तो जल का वितरण सिंचाई के लिए रोक दिया जाता है तथा केवल घरेलू उपयोग हेतु जल की ही आपूर्ति की जाती है ।

धरोई जलाशय के बाढ़ प्रचालन के लिए एक संगणक प्रोग्राम विकसित किया गया है जिसका सदुपयोग कर प्रचालक किसी भी समय जलाशय से छोड़े जाने वाले जल की अधिक सुरक्षित दर का अनुमान लगा सकता है । बाढ़ के समय जलाशय से छोड़े जाने वाले जल की मात्रा, जलाशय में जल स्तर की स्थिति, जलाशय में आवाह की मात्रा एवं बाँध के नीचे साबरमती नदी की सुरक्षित सीमा पर निर्भर करती है । इसके लिए एक नीति विकसित की गयी है जिसके आधार पर प्रचालक बाढ़ के समय बाँध से छोड़े जाने वाले जल की मात्रा व दर का अनुमान लगा सकता है ।

## निष्कर्ष

प्रस्तुत अध्ययन में साबरमती बेसिन में स्थित जलाशयों का प्रचालन विश्लेषण किया गया है ताकि किसी भी समय उपलब्ध जल का इष्टतम प्रबन्धन किया जा सके । प्रचालन विश्लेषण दो तकनीकों के आधार पर किया गया । प्रथम नियम वक्र पर आधारित प्रचालन एवं द्वितीय जल की उपलब्धि पर आधारित प्रचालन (अर्थात् बिना किसी प्रचालन प्रबन्ध द्वारा) ।

विश्लेषण से यह पाया गया कि यदि उपलब्ध जल का प्रबन्धन किसी उचित प्रचालन तकनीक से किया जाये तो काफी अच्छे परिणाम प्राप्त हो सकते हैं । अतः आवश्यकता है कि उपलब्ध जल संसाधन के इष्टतम उपयोग के लिए जलाशय प्रचालन विश्लेषण किये जायें तथा परिणाम स्वरूप विकसित होनी वाली नीति का सभी उपयोगकर्ता अनकरण

करें । ऐसा सम्भव है कि उपयोगकर्ता प्रचालक से मांगों की पूर्ण आपूर्ति के लिए आग्रह या वाद-विवाद करें परन्तु उन्हें यह समझाना होगा कि यदि वर्तमान में मांगों की पूर्ण आपूर्ति होने के कारण भविष्य में बिल्कुल पानी न दे पाने की स्थिति उत्पन्न होती है तो यह अधिक नुकसानदेय होगी ।

धरोई बाँध के बाढ़ प्रचालन विश्लेषण व माध्यमिक जलग्रहण क्षेत्र के निदर्शन से प्रचालक किसी भी समय बाँध से छोड़े जाने वाले जल की मात्रा का पूर्वानुमान लगा सकता है । यदि प्रचालक को महसूस हो कि किसी भी समय सुरक्षित सीमा से अधिक जल छोड़ने की आवश्यकता पड़ सकती है तो वह समय से काफी पहले चेतावनी जारी कर सकता है ताकि जान व माल की हानि को न्यूनतम किया जा सके । इस प्रकार बाढ़ के समय बाँध का उचित प्रचालन नगरों एवं गाँव को बाढ़ के प्रकोप व उससे होने वाली हानियों से बचा सकता है ।

अतः यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि जल संसाधन का उचित प्रबन्ध जल के इष्टतम उपयोग के लिए बहुत महत्वपूर्ण है । जल संसाधन सीमित होने के कारण देश के चहुँमुखी विकास के लिए उपलब्ध जल का व्यवस्थित व उचित प्रबन्धन अनिवार्य है ।

