भारत की नर्मदा नदी बेसिन में स्थित आखरी बड़े जलाशय सरदार सरोवर के लिए जल गुणवत्ता प्रतिमानन

शान्ति वैद्य, वी. एम. प्रभाकर एवं कृष्ण कुमार गुप्ता

जल गुणवत्ता विश्लेषण एवं प्रतिमानन प्रभाग
केंद्रीय जल एवं विदयुत अनुसन्धानशाला, पुणे 411024 भारत
ईमेलः chemistry.cwprs@yahoo.co.in, vmprabhakar@yahoo.com

सारांश

जल निकाय के भीतर जो जल गुणवत्ता प्रक्रियाएँ होती हैं जल गुणवत्ता प्रतिमान उनका एक गणितीय प्रतिनिधित्व है। प्रणाली पर आने वाले तनावों (प्राकृतिक या मानव निर्मित) के कारण जल गुणवत्ता में आने वाले परिवर्तनों का आकलन करने के लिए जल गुणवत्ता प्रतिमान विकसित किया गया है। जल गुणवत्ता योजन तथा निर्णय लेने हेतु नदियों, झीलों और समुद्री क्षेत्रों में जल गुणवत्ता प्रतिमान का इस्तेमाल किया जाता है। विभिन्न प्रकार के संभावित परिदृश्यों के तहत अपेक्षित जल गुणवत्ता के पूर्वानुमान के लिए सत्यापित प्रतिमानन का उपयोग किया जाता है।

नर्मदा नदी पर अब तक निर्मित बाँधों की श्रृंखला में, सरदार सरोवर आखरी बाँध है। परियोजना के उर्ध्वप्रवाह पर महेश्वर, ओंकारेश्वर तथा इंदिरा सागर बाँध हैं। उर्ध्वप्रवाह बाँधों के संचालन, जल संसाधन सहित उनके क्षेत्र में चल रहे सभी प्रकार के विकास कार्य, अनुप्रवाह क्षेत्र में स्थित जल निकायों की जल गुणवत्ता को प्रभावित कर सकते हैं। सामान्य प्रवाह वर्ष (2004–2005) के आँकड़ों को उपयोजित कर, जलाशय के पानी में जैव रासायनिक ऑक्सीजन माँग (BOD), घुलित ऑक्सीजन (DO), नाइट्रेट (N) और फॉस्फेट इन जल गुणवत्ता मानकों के वितरण का पता लगाने हेतु वर्तमान गणितीय प्रतिमान अध्ययन किया गया है। तीन मौसमों के लिए क्षेत्रीय जाँच के दौरान, जल गुणवत्ता आँकड़े एकत्रित किए गए थे। गर्मियों और सर्दियों के आँकड़े गैर मानसून परिदृश्यों को प्रदर्शित करते हैं। अतः प्रतिमान के अंशांकन तथा सत्यापन हेतु संबंधित आँकड़ों के संचो का प्रयोग किया गया।

सरदार सरोवर जलाशय में जल गतिक विज्ञान और वस्तुमान परिवहन प्रक्रियाओं की विशेषताओं का अनुरूपण करने के लिए जल–गति–विज्ञान (हाइड्रोडायनामिक) तथा जल गुणवत्ता इन पहलुओं को संयुक्त रूप से समाविष्ट कर माईक 21 इस द्विमितीय प्रतिमान का प्रयोग किया गया। जलाशय के मौसमी जल चक्र का अनुरूपण करने के लिए संकलित वायु आँकड़ों, तापमान और दैनिक माप प्रवाहों का उपयोग करके जल गति विज्ञान प्रतिमान संचालित किया गया। इस प्रतिमान में जल गुणवत्ता से संबंधित पहलू में चार प्राचल सम्मिलित किए गए जैसे कि–जैव रासायनिक ऑक्सीजन माँग (BOD), घुलित ऑक्सीजन (DO), नाइट्रेट (N) और फॉस्फेट। इन चार प्राचलों की वस्तुमान परिवहन और परिवर्तन की प्रक्रियाओं का अनुरूपण अस्थिर स्थिति (अनस्टेडी) के लिए प्रसार (डिफ्यूजन) समीकरणों पर आधारित था। यह समीकरण प्रायः पर्यवेक्षित जल मौसमी वैज्ञानिक प्राचलों एवं अन्य बाह्य घटकों द्वारा संचालित होते हैं। सरदार सरोवर जलाशय के (गैर मानसून तथा मानसून) आँकड़ों की समीक्षा करके प्रतिमान का अंशांकन तथा सत्यापन किया गया। एक वर्ष के अंतराल में क्षेत्रीय अध्ययन के दौरान एकत्रित किए गए जल गुणवत्ता प्राचलों के आँकड़ों का विश्लेषण करने के बाद उनमें औसत बदलाव इस तरह पाए गएः (BOD 0.611–1.73; DO 6.519–7.83; नाइट्रेट 0.19–0.8.7; फॉस्फेट 0.0006–0.35 मिलिग्राम प्रति लिटर)।

निष्कासन समय के आधार पर इस प्रतिमान को (गैर मानसून में) एक माह तक और (मानसून में) 5 दिनों तक के लिए अंशांकित किया गया। विभिन्न अवधियों के क्षेत्रीय आँकड़ों का उपयोग कर अंशांकित प्रतिमान को सत्यापित भी किया गया। यह प्रतिमान ऊपर दिए हुए प्राचलों के प्रति इस क्रम में संवेदनशील पाया गया। BOD का क्षय गुणांक, उर्ध्वप्रवाह सीमा से आने वाले पानी में BOD की सांद्रता, DO की अर्ध संतृप्ति अवस्था और आखरी क्रम पर तापमान।

प्रतिमानन के परिणामस्वरुप मिले अनुरूपित आँकड़े और क्षेत्र में मापे गए आँकड़ों की सांख्यिकीय तुलना करने पर मानक त्रुटियों का (Std- error) का विस्तार प्रतिशत के रूप में इस तरह रहाः (BOD 0.47 से 12.56; DO 0.18 से 2.67; नाइट्रेट 1.28 से 6.87 और फॉस्फेट 0.09 से 3.80) अतः अनुरूपित तथा मापी मूल्यों के बीच अच्छी समानता थी। अनुरूपण यह भी दर्शाता है कि सरदार सरोवर में अन्तर्वाही नदी की गुणवत्ता, जलाशय की गुणवत्ता को अधिक प्रभावित करती है। संभावित परिदृश्यों की क़िस्म के तहत अपेक्षित जल गुणवत्ता की भविष्यवाणी के लिए इन अंशांकित तथा प्रमाणित प्रतिमानों का प्रयोग किया जा सकता है।

मूल शब्दः झील, प्रतिमानन, जलाशय, नदी बेसिन, जल गुणवत्ता ।

Abstract

A water quality model is a mathematical representation of water quality processes that occur within a water body. Water quality models are developed for assessing the water quality changes that can occur as a result of the stress (Natural or man-made) imposed on the system. Water quality models for rivers, lakes and marine areas have been used in water quality planning and decision-making. The verified model is used for forecasts of expected water quality under a variety of potential scenarios.

Sardar Sarovar is a terminal dam in the series of dams so far constructed in Narmada basin. The projects on the upstream are Maheshwar, Omkareshwar and Indira sagar. The downstream impacts are directly related to the manner in which upstream dams are operated and all types of developments, including water resources, in the upstream area that can affect the water quality. The present mathematical model study is to know the distribution of water quality parameters viz. Biochemical Oxygen Demand (BOD), Dissolved Oxygen (DO), Nitrate (N) and Phosphate (P), within the reservoir during normal flow year (2004-2005). The water quality data was collected during field investigations, covering three seasons. The data for summer and winter represented the non-monsoon scenario. Hence, the respective data sets were used for calibration and verification of the model.

In order to simulate the characteristics of hydrodynamic field and mass transport processes in the Sardar Sarovar reservoir a 2-D coupled model of hydrodynamics and water quality (MIKE 21) was used. The hydrodynamic model was driven by employing observed data of winds, temperature and daily measured flow to simulate the seasonal water cycle of the reservoir. The water quality related state variables in this model included BOD, DO, Nitrate and Phosphate. The simulation of the mass transport and transformation processes of BOD, DO, Nitrate and Phosphate was based on the unsteady diffusion equations, driven by observed meteorological forcing and external loadings. The model was calibrated and verified by using the data observed from Sardar Sarovar Reservoir (Non-monsoon and Monsoon). The field-observed data about water quality showed the variation of average DO-BOD-Nitrate-Phosphate through the reservoir, over one year (BOD 0.611 - 1.73; DO 6.519 - 7.83; Nitrate 0.19 - 0.857; Phosphate 0.006 - 0.35 mg/l).

The model parameters were calibrated for one month (in Non-monsoon) and 5 days (in Monsoon) depending on the flushing time. Using the field-data of different periods for same time intervals further validated the model. Model variables like BOD-decay constant, Concentration of BOD from upstream boundary, Half Saturation and Temperature were found to be sensitive in the given order.

The ranges of standard errors for simulated and measured BOD, DO, Nitrate and Phosphate concentrations, as percentages of the measured values, were 0.47 . 12.56; 0.18 - 2.67; 1.28 - 6.87 and 0.09 - 3.80 respectively, hence, there was a good agreement between the simulated and measured values. The simulation also showed that, in Sardar Sarovar, the quality of inflow-river influences much the quality of reservoir. This calibrated and verified model can be used for prediction of expected water quality under a variety of potential scenarios.

Key words: Lake, Modeling, Reservoir, River basin, Water quality

1. परिचयः

प्राकृतिक या मानव जनित अनेक क्रियाकलाप जल संसाधनों को अनिवार्यतः प्रभावित करते हैं। इन प्रभावों का अंकन करने के लिए कई जल गुणवत्ता प्रतिमान विकसित किये जाते हैं। इनमें नदियाँ, जलाशय और सागरी क्षेत्रों में चलने वाली जलीय प्रक्रियाओं का अनुरूपण करने वाले प्रतिमान शामिल हैं। इन जल प्रणालियों में चलने वाली भौतिक–रासायनिक और जल–गतिक क्रिया–प्रक्रियाओं को गणितीय भाषा में भाषांतरित कर प्रतिमान विकसित किये जाते है। इस विकास की प्रक्रिया में विविध प्राचलों में चल रही आंतर–क्रियाओं के बारे में अधिक समझ मिलती है। प्रतिमान का उपयोग कर जलीय व्यवस्थापन के लिए सूचक मार्गदर्शन मिल सकता है। पर्यावरणीय प्रतिमानन में प्रायः 5 घटक होते है। बाहरी चल, स्थितिक चल, गणितीय समीकरण, प्राचल और वैश्विक स्थिरांक, इनको शामिल कर प्रक्रियाएं अनुरूपित की जाती है। क्षेत्रीय आंकड़ों का उपयोग कर प्रतिमान को अंशांकित और सत्यापित किया जाता है। अतः सत्यापित प्रतिमान के निष्कर्ष अधिक विश्वसनीय होते है।

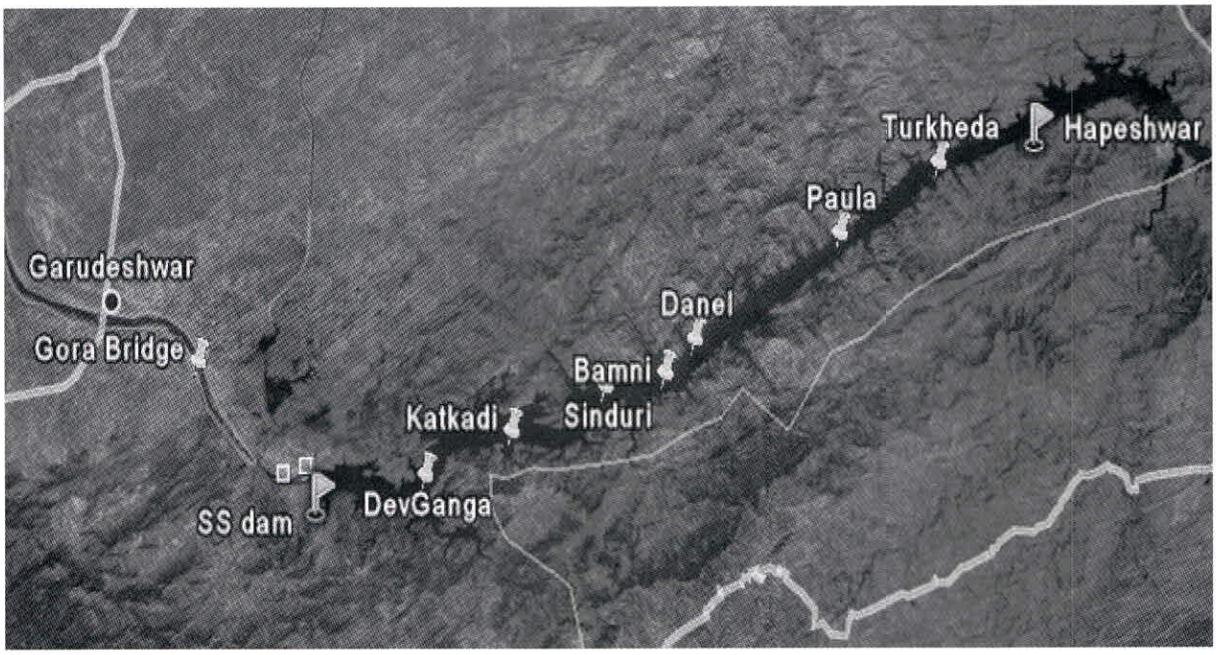
जलाशय के आसपास की जमीन के विविध उपयोगों से, विशेष कर जलाशयों की जल गुणवत्ता पर असर होता है। अतः इन के सुचारू व्यवस्थापन के लिए गणितीय प्रतिमानन का उपयोग कर अनेक संभावनाओं के परिणामों की तुलना की जा सकती है। (चाओ और अन्य 2006, चू और आय, 2008, डेनियल और अन्य 1999, एडना के ब सिन्हा और अन्य 2009, परमार और केशरी 2011)

नर्मदा भारत की प्रमुख पश्चिम वाहिनी नदी है। इस बेसिन में अब तक बने बांधो में, गुजरात राज्य में स्थित, सरदार सरोवर बांध से इस बेसिन का आखिरी बड़ा जलाशय निर्माण किया गया। इसके उर्ध्व प्रवाह क्षेत्र में महेश्वर, ओमकारेश्वर, इंदिरासागर बांध है। अतः इन बांधों की उपयोजन पद्धति से सरदार सरोवर जलाशय में पानी की स्थिति तय होती है। उर्ध्व प्रवाह क्षेत्र की विकास प्रक्रिया, जैसे निर्माण कार्य, कारखाने आदि का भी प्रभाव, अनुप्रवाह क्षेत्र में बसे जलाशय पर पड़ता है। अतः वर्तमान अभ्यास में प्रतिमान की मदद से सरदार सरोवर जलाशय के पानी में औसत साधारण बहाव वर्ष के मानसूनी और गैर मानसूनी महीनों में, जल गुणवत्ता प्राचलों का फैलाव तथा वितरण देखा गया। इस पद्धति में जल–गतिकी और जल–गुणवत्ता की प्रक्रियाओं का एकात्मिक रूप से अनुरूपण किया गया। प्रतिनिधिक वर्ष 2004–2005 के आंकड़ों का उपयोग कर जैव–रासायनिक ऑक्सीजन माँग (BOD), विलयित ऑक्सीजन (DO), नाइट्रेट नाइट्रोजन (NO_3-N) और फोस्फेट फोस्फोरस (PO_4-P), इन प्राचलों के बारे में अध्ययन किया गया। (CWPRS तकनीकी रिपोर्ट संख्या 4763, 2010)

2. सामग्री और पद्धतिः

2.1 अध्ययन क्षेत्रः

अमरकंटक में उदगम के बाद पश्चिम दिशा में 1,312 किमी की लम्बाई तय करते हुए नर्मदा नदी अरब सागर में मिलती है। संगम के पहले लगभग 235 किमी अंतर पर, सरदार सरोवर बांध के निर्माण से 3220 हेक्टर मीटर क्षमता का जलाशय बना है। बांध के ऊपरी हिस्से में हापेश्वर तक के जलाशय का 40 किमी लम्बाई का क्षेत्र, प्रस्तुत अभ्यास में अनुरूपित किया गया। हापेश्वर स्थान पर मध्य प्रदेश, गुजरात और महाराष्ट्र की सीमाएं मिलती हैं।



आकृति 1 : जल नमूनों की स्थिति दर्शाता सरदार सरोवर जलाशय का काट

2.2 सोफ्टवेयर

माइक 21 नामक द्विमितीय सोफ्टवेयर में जल गतिविज्ञान (Hydrodynamic) और जल गुणवत्ता (Water Quality) के पहलुओं को संयुक्त (एकात्मिक) रूप से समाविष्ट किया जाता है। द्विमितीय का अर्थ है कि इस प्रोग्राम में दो क्षैतिज दिशाओं में (लम्बाई और चौड़ाई) प्रक्रियाओं का हल मिलता है (पाइप) पानी की गहराई एकात्मिक औसत समझी जाती है। जल गति विज्ञानं का मोड्यूल, प्रतिमान क्षेत्र में पानी की सतह और प्रवेग की गणना करता है। गति की निरंतरता (Continuity) और संरक्षण (Conservation) के लिए लिखे गए उर्ध्वाधरीय एकीकृत (Integrated) समीकरणों का

हल इस प्रक्रिया में किया जाता है। जल गुणवत्ता का मोड्यूल, विविध प्राचलों का भौतिक और जैव–रासायनिक प्रक्रियाओं में भाग सहित समाधान देता है। इस मोड्यूल में रासायनिक, जैविक और पर्यावरणीय प्रक्रियाओं को और स्थितिक चल पदों के दरम्यान आंतर प्रक्रियाओं को गणितीय भाषा में रूपांतरित किया जाता है। अन्य भौतिक घटक जैसे ताल का विरोध सहगुणक, हवा की दिशा, जल वैज्ञानिक सीमाएं आदि के आंकड़े सम्मिलित करने पर परिणाम विश्वसनीय होते है।

अतः प्रतिमान की मदद से विलयित ऑक्सीजन, जैविक ऑक्सीजन माँग, नाइट्रेट और फोस्फेट जैसे पोषक तत्व आदि प्राचलों के बारें में भी अंकन किया जाता है। इनके बीच की आंतर क्रियाओं का चक्र भलीभांति अनुरूपित किया जाता है।

प्रतिमान क्षेत्र को चौकोनी जाली (ग्रिड) में विभाजित कर जाली के हर जोड़ पर आंकड़ों द्वारा परिणाम देखे जाते है।

2.3 प्रतिमान क्षेत्र की रचना और स्थिरीकरण:

बैथिमेट्री, बांध से हापेश्वर तक के 40 किमी दरम्यान के 16 जगहों के आड़े छेदों के सर्वेक्षण की आकृतियाँ सरदार सरोवर निर्माण निगम ने उपलब्ध की थी। जाली के एकक का क्षैतिज नाप 390 मी और खड़ा नाप 50 मी लिया गया। जाली क्षेत्र के मूल बिंदु (0,0) को वास्तविक अक्षांश.रेखांश के साथ मिलाया गया। (21.7959° उत्तर, 73.7351° पूर्व)

प्रतिमान का जल गतिक पहलू जलाशय के बाएं तट से 5 और दायें तट से 6 नालों/झरनों का प्रवेश प्रतिमान में अंकित किया गया। इन 11 बिन्दुओं से औसत साधारण वर्ष के लिए बहाव के आंकड़े प्राप्त किये गये। (20 से 40 घन. मी/सेंकड मानसूनी तथा 2 से 4 घन.मी/सेंकड गैर मानसूनी) इन स्थानों पर प्रवेशित बहाव का प्रवेग 0.2 मी/सेंकड दिया गया।

- प्रतिनिधिक महीनों के लिए वाष्पीकरण और बारिश के आंकड़ें भी प्राप्त किये गये।
- हवा के चलने की गति और दिशा के बारे में आंकड़े प्राप्त किये गये।
- तल का विरोध.बल चेझी अंक 40 मी^{½}/सेंकड लिया गया। एडी–विस्कोसिटी को स्थिर अंक 4 मी^{2}/सेंकड लिया गया।
- जल–गतिक अनुरूपण में गैर मानसूनी महीने के लिए कालखंड 30 सेकंड लिया गया जिसके परिणाम स्वरुप कुरण नंबर 8.8 मिला, और यह कालखंड मानसूनी महीने के लिए 5 सेकंड लिया गया (2000 से 6000 घ.मी. /सेकंड के जोरदार प्रवाह को संभालने के लिए यह आवश्यक था) इस स्थिति में कुरण नंबर 1.5 मिला।
- पूर्व दिशा में हापेश्वर के स्थान पर खुली सीमा रखी गयी, जो नदी के मुख्य प्रवाह को अनुरूपित करती है। यहां से गैर मानसूनी और मानसूनी महीने में औसत प्रवाह क्रमशः 327 घ.मी./सेंकड और 2,811 घ.मी./सेंकड छोड़ा गया।
- पश्चिम दिशा में बांध के स्थान पर बंद सीमा अनुरूपित की गयी। वहां पर दायें किनारे से बिजली निर्माण और खेती हेतु पानी निकलने के लिए एक सीमा अंकित की गयी। इस सीमा पर हर रोज देखे गये जलाशय के 'सतह' के आंकड़े उपयोजित किये गये। सारणी 1 में सतहों के साथ जलाशय की क्षमता और जलाशय के पृष्ठक्षेत्र और उस स्थिति में औसत गहराई दर्शायी गयी है।

सारणी 1 : जलाशय स्तर के साथ आयतन का बदलाव

RL (m)	Volume (MCM)	Area(km^2)	Mean water depth (m)
110.24 (min) 29–oct	839.062	28.782	29.15
111.24(avg) 20–oct	868.178	29.232	29.7
115.32(max) 04–aug	929.64	30.966	32.02

3. प्रतिमान का जल गुणवत्ता पहलू:

सरदार सरोवर को तीन (गर्मी, सर्दी और मानसून) मौसमों में भेंट देकर क्षेत्रीय अभ्यास किया गया। इसके दौरान तापमान, विलयित ऑक्सीजन, संवाहकता, पी.एच आदि प्राचलों के बारे में आंकड़े एकत्रित किये गए। लगभग 40 किमी के अभ्यास क्षेत्र में जल–गुणवत्ता क्षैतिज तौर पर एक समान पाई गयी अर्थात जलाशय में पानी का घुलन पृष्ठीय भाग में अच्छा था। गर्मी के मौसम में 20 मी से जादा गहराई में तापमान में कुछ जगहों पर 2 से 4 डिग्री कम तापमान देखा गया। इस क्षेत्र में 9 जगहों पर जल गुणवत्ता के प्राचल नापे गये। 3 महीनों के आंकड़ों से पूरे वर्ष का, मासिक आंकड़ों का प्रक्षेप (interpolation) किया गया। सारणी 2 में यह बदलाव औसत आंकड़ों में दर्शाया गया है।

सारणी 2 : औसत जल गुणवत्ता (मि.ग्रा./ली.) का वार्षिक बदलाव

→ End of	OCT	NOV	DEC	*JAN-05*	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	Sep end
BOD	0.60	0.76	0.88	1.01	1.24	1.44	1.55	1.67	1.62	1.28	0.89	0.65
DO	7.83	7.14	6.60	6.05	6.58	7.05	7.30	7.56	7.58	7.66	7.76	7.82
N	0.857	0.71	0.59	0.47	0.37	0.29	0.24	0.19	0.224	0.435	0.678	0.826
P	0.173	0.11	0.06	0.01	0.13	0.23	0.29	0.35	0.341	0.285	0.221	0.181

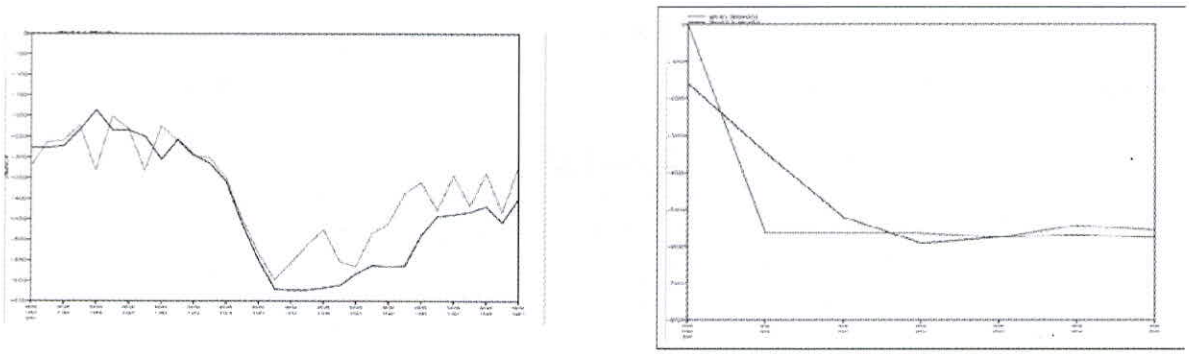
अंशांकन और सत्यापन

जल गुणवत्ता पहलू के साथ एकात्मिक प्रतिमानन को अंशांकित और बाद में सत्यापित किया गया। यह करते हुए क्षेत्रीय अभ्यास के दौरान आगत बिन्दुओं से एकत्रित किये गए आंकड़ों के आधार पर जलाशय में आनेवाली मुख्य नदी, छोटे नालों तथा झरनों की जल–गुणवत्ता तय की गयी और यह आंकड़े प्रतिमान में उपयोजित किये गये।

4. अंशांकन के लिए पर्याप्त कालखंड का परिचय

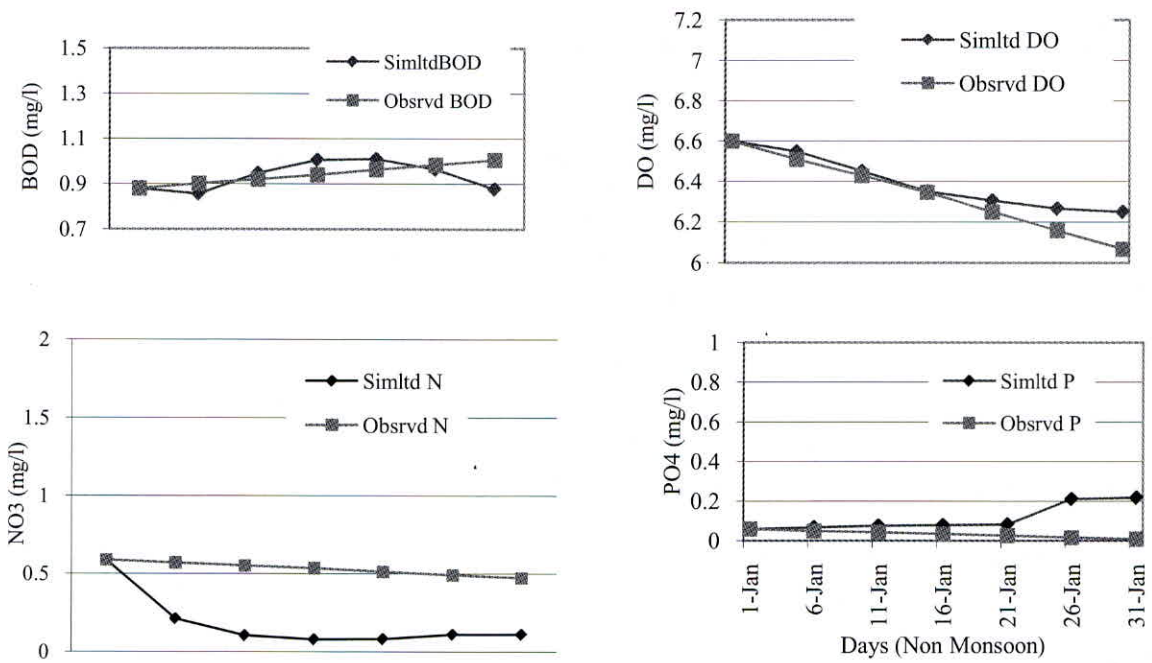
पूर्वी सीमा से नदी प्रवाह जलाशय में आता है और जलाशय की निचली (बांध के पास) सीमा से पानी निर्गत होता है। यह देखा गया कि प्रतिनिधिक प्रवाह के साथ जलाशय में भण्डारित पानी की जगह, पूरी तरह से नया प्रवेशित पानी भरने के लिए लगभग 25 दिन लगते है, अतः अंशांकन के लिए प्रतिमान को 30 दिन अर्थात 1 महीने तक चलाया गया। मानसूनी परिदृश्य में केवल 6 दिन की अवाधि पर्याप्त रही। अंशांकन के बाद, दोनों मौसमों के परिदृश्य को आंकड़ों का दूसरा सेट उपयोजित कर, प्रतिमान को सत्यापित किया गया।

पहला अंशांकन जलाशय के आयतन का किया गया। जलाशय में विशिष्ट पानी स्तर के साथ सम्बंधित जल निकास का आयतन भी बदलता है। प्रतिमान की भूमिति जल–स्तर सम्बंधित वास्तविक आयतन के साथ प्रतिमान का आयतन मिलाने के लिए कुछ समायोजन किये गए। जैसे किनारों के ढलन, तल का खुरदरापन, इनमें छोटे–छोटे बदलाव लाकर प्रतिमान के आयतन, वास्तविक आयतन से (विविध पानी स्तर के साथ) मिलाये गये इसके पश्चात दोनों मौसमी स्थितियों में जल–गति–विज्ञान सम्बंधित अंशांकन किया गया। जलाशय में आनेवाले नदी, नाले, झरनों का सुनिश्चित बहाव छोड़कर, बाँध के पास वाले क्षेत्र में प्रतिमान द्वारा मिले औसत बहाव के आंकड़ें और प्रत्यक्ष क्षेत्रीय अभ्यास में नापे गए आंकड़ों में अच्छा मेल रहा। यह दोनों मौसमों स्थितियों में किया गया। गैर मानसूनी–नवम्बर और मानसूनी–जुलाई के परिर्दश्यों का अनुरूपण किया गया।

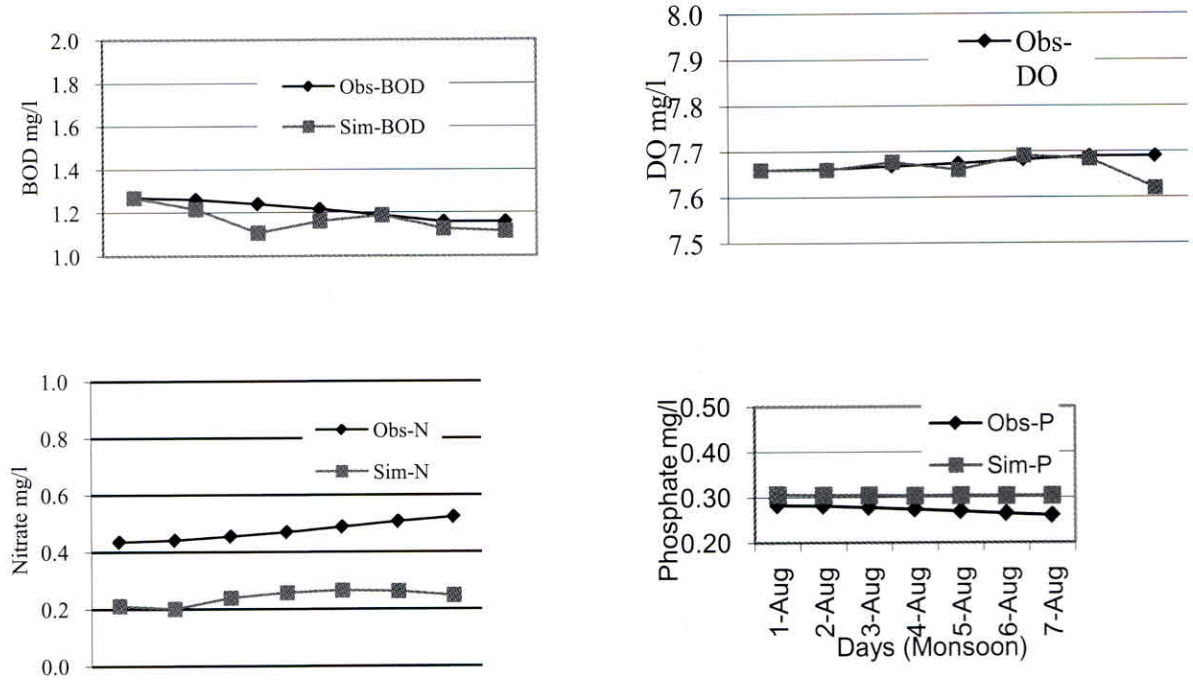


आकृति 2 : गैर मानसूनी (नवंबर) और मानसूनी (जुलाई) स्थितियों में बांध के पास के क्षेत्र में अनुरूपित और प्रेक्षित बहाव की तुलना।

यह दोनों मौसम स्थितियों में किया गया। गैर मानसूनी–नवम्बर और मानसूनी–जुलाई के परिदृश्यों का अनुरूपण किया गया। ऐसे आंकड़ों का दूसरा सेट जनवरी और अगस्त के महीनों के आंकड़ों का था जिसका उपयोग कर प्रतिमान को सत्यापित किया गया। इससे भी प्रतिमान के परिणाम और क्षेत्रीय निरीक्षण के आंकड़े भली–भांति मेल–जोल के देखे गए। जैव ऑक्सीजन माँग, विलयित ऑक्सीजन, नाइट्रेट और फोस्फेट की सांद्रता के प्रतिमानित आंकड़े और क्षेत्रीय अवलोकन के आंकड़ों में अच्छा मेल देखा गया। मानसूनी मौसम में मुख्य नदी का बहाव बहुत ज्यादा (3000 से 6000 मी/से) होने के कारण प्रतिमान क्षेत्र पर जैव ऑक्सीजन माँग (BOD), विलयित ऑक्सीजन (DO) में पूरे 6 दिन के कालखंड में ज्यादा अंतर नहीं था। किन्तु गैर मानसूनी मौसम में नदी के मुख्य प्रवाह से आने वाले बहाव का सीधा परिणाम जैव ऑक्सीजन माँग (BOD) और विलयित ऑक्सीजन (DO) की सांद्रता में देखा गया (आकृति 3 एवम 4)।



आकृति 3 : गैर मानसूनी अवाधि में जैव ऑक्सीजन माँग, विलयित ऑक्सीजन, और नाइट्रेट तथा फॉस्फेट के सत्यापित परिणाम।



आकृति 4 : मानसूनी अवधि में जैव ऑक्सीजन माँग, विलयित ऑक्सीजन, और नाइट्रेट और फॉस्फेट के सत्यापित परिणाम।

5. विवेचन :

भारत की नदियों के बारे में जल गुणवत्ता प्रतिमानन के अध्ययन बहुत मर्यादित मात्रा में किये गए हैं। (रितु पालीवाल 2007, परमार और केशरी 2011) अपितु कुछ तकनीकी रिपोर्टों में समुद्र तटीय क्षेत्र में जल गुणवत्ता के व्यवस्थापन के लिए गणितीय प्रतिमान का उपयोग हुआ है। (महाजन और अन्य 1999)

वर्त्तमान अध्ययन में मुख्य नदी से आने वाले बहाव में बहुत बदलाव देखा गया। उदाहरण के तौर पर गैर मानसूनी कालखंड में यह बहाव 0.938 से 630 मी^{3}/सेंकड़ और मानसूनी कालखंड में 355 से 5866 मी^{3}/सेंकड़ नापा गया था। अतः वार्षिक स्तर पर दो परिदृश्यों में प्रतिमान चलाने का निर्णय किया गया, ताकि अनुरूपण में कालखंड क्रमशः 30 सेंकड़ और 5 सेकंड का रखकर बहाव का व्यवस्थापन सुचारू रूप से हो। प्रतिमान को पहले सिर्फ जल–गति–वैज्ञानिक मोड्यूल का उपयोग कर बहाव, प्रवेग आदि की परिस्थिति इष्टतम होना सुनिश्चित किया गया। बाद में जल गुणवत्ता मोड्यूल के साथ इसे एकात्मिक रूप से चलाया गया। इससे बिना रुकावट के पूरी काल सीमा (30 दिन और 6 दिन क्रमशः) तक प्रतिमान चल सका। बिनहे और अन्य 2011 ने सूचित किया था की विश्व की नदियों में नाइट्रोजन के अस्तित्व का सांद्रण उसके बेसिन के बड़े छोटे होने पर निर्भर होता है। नर्मदा नदी का बेसिन 5000 किमी वर्ग से भी बड़ा है और सरदार सरोवर जलाशय उसमें सब से अधोप्रवाही है, अतः बेसिन के ऊपरी हिस्से में चल रहे सारे क्रिया कलापों का असर इस जलाशय की जल गुणवत्ता पर प्रतिबिंबित होगा।

रोचुआं और मेई डॉग (1998) के अनुसार अंशांकित और सत्यापित प्रतिमान जल गुणता स्नेही जलाशय व्यवस्थापन पद्धति के विविध परिदृश्यों को जांचकर, इष्टतम प्रदूषकों की इष्टतम मात्रा का आँकलन किया जा सकता है। विशेष कर सरदार सरोवर जैसे जलाशय, जिन में खेती तथा बिजली निर्माण के लिए पानी का विशिष्ट बहाव पूरे साल भर अनिवार्यतः रखना जरुरी होता है, पानी की किसी भी प्रकार की अनिश्चितता की स्थिति में जलाशय में प्रदूषक की कितनी अधिकतम मात्रा समाई जा सकती है ताकि जलाशय के पानी में वो स्वीकार्य मात्रा में फैलते जाएँ। भविष्य में जलाशय के तट पर विकास कार्यों के कारण, अगर आने वाले पानी की गुणवत्ता बदलती है, तो इस परिदृश्य में जल गुणवत्ता व्यवस्थापन में प्रतिमानन की अमूल्य मदद हो सकती है।

6. निष्कर्ष :

अंशांकन–सत्यापन के बाद यह प्रतिमान विविध बहावों की परिस्थिति में विविध प्रदूषकों के भार के अनुरूपण के लिए सक्षम है इससे भविष्य में पर्यावरण स्नेही व्यवस्थापन के लिए सहायता मिलेगी।

कृतज्ञता

सरदार सरोवर निर्माण निगम ने इस अनुसन्धान कार्य को आर्थिक सहायता दी इसका हम कृतज्ञतापूर्वक उल्लेख करते हैं।

सन्दर्भः

बिन हे, शिंजिरो कनै, टैकन ओकी, युकिको हिरबयाशी, योसुके यामाशिकी, कौरू टकारा (2011) 'असेसमेंट ऑफ ग्लोबल नाइट्रोजन पॉल्यूशन इन रिवर्स यूजिंग अन इंटीग्रेटेड बायोजिओकेमिकल मॉडलिंग फ्रेमवर्क' वाटर रिसर्च, वॉल्यूम 45 (8) पृ. 2573–2586.

चाओ वांग, यान–यिंग वांग, पेई–फांग वांग (2006) 'वाटर क्वालिटी मॉडलिंग एंड पॉल्यूशन कंट्रोल फॉर द ईस्टर्न रूट ऑफ़ साउथ टु नार्थ वाटर ट्रांसफर प्रोजेक्ट इन चीन' जर्नल ऑफ़ हाइड्रोडायनामिक्स, वॉल्यूम 18(3), पृ. 253–261.

चू,वाय; सालेस, सी एफ; पेरिंन,जे एल एंड टोरमड एमजी, (2008) 'नुट्रिएंट लोड मॉडलिंग ड्यूरिंग फ्लड्स इन इंटरमीटेंट रिवर्सः ऍन ऑपरेशनल एप्रोच' एनवायर्नमेंटल मॉडलिंग एंड सॉफ्टवेयर, वॉल्यूम 23(6) पृ. 768–781.

कें ज वि अ शाला टेक्निकल रिपोर्ट नं.4763(2010) 'मैथेमेटिकल मॉडलिंग स्टडीज फॉर असेसमेंट ऑफ़ वाटर क्वालिटी ऑफ सरदार सरोवर रिजर्वायर फॉर स.स.न.नि., गुजरात पार्ट–2 (सिमुलेशन स्टडीज).

डेनियल एल, तुफ्फोर्ड, हांक एन.मकेल्लर (1999) 'स्पाटिअल एंड टेम्पोरल हाइड्रोडायनामिक एंड वाटर क्वालिटी मॉडलिंग एनालिसिस ऑफ़ ए लार्ज रिजर्वायर ओन द साउथ कैरोलिना (युएसए) कोस्टल प्लेन' इकोलॉजिकल मॉडलिंग. वॉल्यूम 114 (2–3) पृ. 137–173

एड्ना केबसिन्हा, मार्टिन्होलौरेनको, जोआओ पाउलो मौरा, मिगुएल एंजेलो पारदल, जोआओ अलेक्सांद्रे कबराल ए (2009) 'मल्टी–स्केल एप्रोच टू मॉडलिंग स्पेशिअल एंड डायनामिक इकोलॉजिकल पैटर्न्स फॉर रिजर्वायर वाटर क्वालिटी मैनेजमेंट' इकोलॉजिकल मॉडलिंग, वॉल्यूम 220(9), पृ. 2559–2569.

महाजन ए यु; चलपतिराव सीवी; गडकरी एस के (1999) 'मैथमेटिकल मॉडलिंग– ए टू फॉर कोस्टल वाटर क्वालिटी मैनेजमेंट' वाटर सायन्स एंड टेक्नोलॉजी, वॉल्यूम 40(2) पृ. 151–157.

परमार डी एल, केसरी ए के (2011) 'सेंसिटिविटी एनालिसिस ऑफ़ वाटर क्वालिटी फॉर दिल्ली स्ट्रेच आफ दि रिवर यमुना, इंडिया' एनवायर्नमेंटल मॉनीट. असेस. [ई पवब्लिकेशन प्रिंट के पहले]

ऋतू पालीवाल, प्रतीक शर्मा, अरूण कंसल (2007) 'वाटर क्वालिटी मॉडलिंग ऑफ़ दि रिवर यमुना (इंडिया) यूजिंग क्वाल 2ई–युएनसीएएस' एनवायर्नमेंटल मैनेजमेंट, वॉल्यूम 83 पृ. 131–144.

रूओचुआं गु एंड मेंई डॉंग (1998) 'वाटर क्वालिटी मॉडलिंग इन दि वाटरशेड–बेस्ड एप्रोच फॉर वेस्ट लोड अलोकशन्स' वाटर सायन्स एंड टेक्नोलॉजी, वॉल्यूम 38910) पृ. 165–172.