जैव अनुमापन द्वारा रिहन्द जलाशय (गोविन्द बल्लभ पन्त सागर) की जल गुणवत्ता आंकलन

साधना चौरसिया[1] एवं आनन्द देव गुप्ता[2]
[1]विभागाध्यक्ष, ऊर्जा एवं पर्यावरण विभाग, महात्मा गाँधी चित्रकूट ग्रामोदय विश्वविद्यालय, चित्रकूट सतना–485331, म0 प्र0, भारत
[2]शोध छात्र, ऊर्जा एवं पर्यावरण विभाग, महात्मा गाँधी चित्रकूट ग्रामोदय विश्वविद्यालय, चित्रकूट सतना–485331, म0 प्र0, भारत
sadhanamgcgv@gmail.com; anand.gupta40@gmail.com

सार

देश की अर्थव्यवस्था में गोविन्द बल्लभ पन्त सागर जलाशय का महत्वपूर्ण स्थान है। सिंगरौली क्षेत्र में स्थापित सभी उद्योगों का यह प्रमुख जल स्त्रोत है तथा स्थानीय जनता भी इस पर निर्भर है। अतः पन्त सागर जलाशय की गुणवत्ता क्षेत्रीय एवं स्थानीय जनता के लिए महत्वपूर्ण हो जाती है। वर्तमान तंत्र में जल गुणवत्ता या प्रदूषण की जांच बिना प्रयोगशाला के नहीं हो सकती तथा कई बार जांच के आंकडे स्थानीय जनता तथा उपभोक्ताओं को प्राप्त नहीं हो पाते हैं इसलिए जैव अनुमापन की सरल विधि से जल गुणवत्ता का आंकलन करने का प्रयास किया गया है। इसमें जलगुणवत्ता की स्थिति का निर्धारण विभिन्न जैव प्रजातियों की उपस्थिति एवं प्रचुरता के आधार पर किया जाता है। जैव अनुमापन में दृष्टिगम्य अकशेरूकी प्राणियों का प्रयोग किया गया है। बी0एस0ए0 गणक या संयुक्त गुणवत्ता गणक एक अच्छा अर्थपूर्ण और संवेदनशील इंगितक लगता है, जो स्थान एवं मौसम और प्रदूषण का स्पष्ट संकेत देता है। रिहन्द नदी में बी0एस0ए0 गणक गोविन्द बल्लभ पन्त सागर में प्रवेश के पूर्व आठ से अधिक था जो रिहन्द जलाशय में विभिन्न प्रदूषकों के मिलने के फलस्वरूप 2.78 हो गया तथा जलाशय स्थित अधिकांश नमूना स्थलों पर बी0एस0ए0 गणक 4.50 से कम था जो चिन्ता का विषय है।

बीज शब्दः गोविन्द बल्लभ पन्त सागर, जल गुणवत्ता, जैव अनुमापन, बी0एस0ए0 गणक।

Water quality assessment of Rihand Reservoir(GBPS) through bio-monitoring

Sadhana Chaurasia[1] and Anand Dev Gupta[2]
[1]Head, Department of Energy and Environment, M.G.C.G.V. Chitrakoot, Satna-485 331, M.P., India
[2]Research Scholar, Department of Energy & Environment, M.G.C.G.V. Chitrakoot, Satna-485 331
sadhanamgcgv@gmail.com; anand.gupta40@gmail.com

Abstract

Govind Ballabh Pant Sagar has an important place in country's economy. It is the major source of water for all the industries established in Singrauli area and the local population. Therefore the water quality of GBPS reservoir is important for the regional and the local people. At present quality or testing of water is not possible without well equipped laboratory and many times these laboratories data do not reach the local people therefore simple method of bio-monitoring is used to determine the water quality of GBPS reservoir. In this method water quality is determined by the presence of various biotic species and their dominance. Benthic micro invertebrates are used for bio-monitoring in this study. BSA index and cumulative water quality index seems to be a good meaningful and sensitive indicator which gives the location of climate and pollution indication clearly. The BSA index of Rihand River was 8 before entry into GBPS reservoir but after mixing with reservoir it became 2.78 due to load of various pollutants. Maximum sampling stations on GBPS reservoir were having BSA index less than 4.5 which is a matter of concern.

Key words: Govind Ballabh Pant Sagar, water quality, bio-monitoring, BSA index.

1. प्रस्तावना

सिंगरौली क्षेत्र $24^0 30^0$ उत्तर अक्षांश तथा $82^0 15^0$ पूर्व एवं $83^0 15^0$ पूर्व देशान्तर के मध्य स्थित है। सोनभद्र जिले के रेनूकूट नामक शहर में 91.44 मीटर ऊँचा बांध 1962 में बना जिसका नाम रिहन्द सागर बांध हैं। इसका जल ग्रहण क्षेत्र 13.33 वर्ग कि. मी. है। इसका लगभग 80% भाग उत्तर प्रदेश एवं शेष 20% भाग मध्य प्रदेश में हैं। रिहन्द सागर जलाशय के चारों ओर राष्ट्रीय ताप विद्युत निगम के सिंगरौली सुपर ताप विद्युत ग्रह शक्ति नगर(उ0प्र0), विन्ध्याचल सुपर ताप विद्युत ग्रह, विन्ध्य नगर– बीजापुर (उ0प्र0), उ0प्र0 राज्य विद्युत ग्रह अनपरा (उ0प्र0), ओबरा ताप विद्युत ग्रह(उ0प्र0), रिहन्द जल विद्युत केन्द्र, पिपरी तथा ओबरा जल विद्युत केन्द्र, ओबरा तथा बिड़ला समूह का रेणुसागर ताप विद्युत ग्रह स्थित है। इन ताप विद्युत घरों से 9100 मेगावाट विद्युत का उत्पादन किया जा रहा हैं जिससे 63.936 मिट्रिक टन राख प्रतिदिन निकलती है जो इस क्षेत्र में प्रदूषण का प्रमुख कारण है। इसके अतिरिक्त कनोरिया केमिकल्स से कास्टिक मरकरी, क्लोरीन युक्त अवजल रिहन्द जलाशय में छोड़ा जाता है। देश की अर्थव्यवस्था में गोविन्द बल्लभ पन्त जलाशय का स्थान महत्वपूर्ण है। यह सिंगरौली क्षेत्र में स्थापित सभी उद्योगों तथा पेयजल का भी प्रमुख स्त्रोत है। इस प्रकार से पंत सागर जलाशय की जल गुणवत्ता क्षेत्रीय एवं अन्य संबंधित जनता के लिए अत्यन्त महत्वपूर्ण है।

2. प्रयोग विधि

इस शोध पत्र में तलछटीय दृष्टिगम्य अकेशेरुकी प्राणियों (बेंथिक मैक्रो इंवर्टिब्रेट्स) की सहायता से जल गुणवत्ता आंकलन का प्रयास किया गया हैं। साथ ही बी0एस0ए0 गणक की उपयोगिता का भी अध्ययन किया गया है। केन्द्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड़ के ड्राट मैनुअल के अनुसार होपर की सहायता से तलछट को निकाल कर 6.5 मि.मि. आकार की छलनी में तथा उनसे जीवों को चिमटी की सहायता से अलग किया गया पत्थरों पर चिपके प्राणियों को भी एकत्र किया गया। प्रत्येक नमूना स्थल में यह प्रक्रिया 10–10 बार दोहराई गई। पाये गये प्राणियों की बायोमॉनीटरिंग ड्राट मैनुअल बाय सी0पी0सी0बी0 की सहायता से कुलों के अनुसार गणना की गई। प्राप्त परिणाम तालिका–3 एवं 4 में दिए गए हैं। बी0एम0डब्ल्यू0पी0 के द्वारा सभी नमूना स्थलों की जलगुणवत्ता "बी" अथवा "सी" पाई गई जो कि वनवासी सेवा आश्रम जल गुणवत्ता गणक(बी0एस0ए0 इंडेक्स) से अच्छी तरह मिल पाती है।(तालिका–4) इसके अनुसार नमूना स्थल बी–3, बी–6, बी–8, बी–9 बहुत ही ज्यादा प्रदूषित हैं क्योंकि इनके आसपास खदानों का अवजल तथा राख के ढ़ेर हैं। नमूना स्थल बी–15 में जलगुणवत्ता में कुछ सुधार हुआ है।

$$\text{संवेदनशीलता गणक} = \frac{\sum (\text{प्राणी संख्या संवेदनशीलता} + \ldots\ldots\ldots) i}{\text{कुल प्राणियों की संख्या (नमूना स्थल में)}}$$

$$\text{जैव संवेदनशीलता गणक} = \frac{\sum (\text{एक कुल में इकाइयों की संख्या } X \text{ उस कुल का संवेदनशीलता मान}) \; i}{\text{कुल इकाइयों की संख्या (सभी कुलों का योग)}}$$

शैनन विनर विविधता गणक $H = \sum pi \log_2 pi$ के आधार पर जैव विविधता गणक निकालते हैं।

बी0 एस0 ए0 जल गुणवत्ता गणक – जैव संवेदनशीलता गणक तथा विविधता गणक के औसत के आधार पर निकालतें हैं ।

$$\text{बी0 एस0 ए0 जल गुणवत्ता गणक} = \frac{(\text{संवेदनशीलता गणक} + \text{विविधता गणक})}{2}$$

बी0 एस0 ए0 गुणवत्ता के आधार पर जल गुणवत्ता की निम्न श्रेणी सुझाई गई हैं।

तालिका – 1

जल गुणवत्ता जैव विविधता गणक

श्रेणी	जैव विविधता	विविधता गणक
अतिउत्तम	> 0.5	10
उत्तम	3.0–3.5	8
मध्यम	2.5–3.0	6
सहनीय	2.0–2.5	4
अवांछनीय	< 2.0	2

तालिका – 2

जल गुणवत्ता एवं बी0 एस0 ए0 जल गुणवत्ता गणक

जल गुणवत्ता श्रेणी	बी0 एस0 ए0 जल गुणवत्ता गणक
अति उत्तम	8.0 या अधिक
उत्तम	6.0–8.0
सामान्य	4.0–6.0
अवांछनीय	4.0 से कम

बी0एस0ए0 गणक एक अच्छा अर्थपूर्ण और संवेदनशील इंगितक लगता है। जो प्रदूषण का स्पष्ट संकेत देता है। बी0एस0ए0 गणक जी0बी0पी0एस0 में प्रवेश के पूर्व 8.0 से अधिक था जो जलाशय में विभिन्न प्रदूषकों के मिलने के फलस्वरुप 2.78 तक पहुँच गया। जलाशय स्थित अधिकांश नमूना स्थलों पर अधिकांश समय बी0एस0ए0 गणक 4.5 से कम था। जो कि चिन्ता का विषय है। राखगर्तों, कोयला खदानों तथा उद्योगों के बहिस्त्रावों के कारण रिहन्द जलाशय की गुणवत्ता प्रभावित है। जलाशय की गुणवत्ता के महत्व को समझते हुए, प्रदूषकों के समुचित प्रबंधन तथा उद्योगों के प्रसार को रोकने की अविलम्ब आवश्यकता है।

तालिका – 3
तलछटीय अकशेरुकों द्वारा रिहन्द जलाशय का जैव अनुमापन

क्र. सं.	स्टेशन कोड	विवरण	बी0 एम0 डब्लू0 पी0 एवं विविधता गणक के आधार पर जलगुणवत्ता														
			जनवरी			फरवरी			मार्च			अप्रैल			मई		
			बी.एम. डब्लू. पी.	विविधता गणक	जल गुणवत्ता श्रेणी	बी.एम. डब्लू. पी.	विविधता गणक	जल गुणवत्ता श्रेणी	बी.एम. डब्लू. पी.	विविधता गणक	जल गुणवत्ता श्रेणी	बी.एम. डब्लू. पी.	विविधता गणक	जल गुणवत्ता श्रेणी	बी.एम. डब्लू. पी.	विविधता गणक	जल गुणवत्ता श्रेणी
01	बी.एस.–1	रिहन्द नदी राकसंदा 15 कि.मी. रिहन्द जलाशय से ऊपर	6.50	0.80	B	6.00	0.74	B	5.17	0.80	C	5.36	0.57	C	4.60	0.72	C
02	बी.–2	रिहन्द नदी औंरगंयी पर रिहन्द जलाशय में मिलने से पहले	5.80	0.64	C	5.40	0.88	C	5.20	0.79	C	4.29	0.73	C	-	-	-
03	बी.–3	मायर कक्षांर रिहन्द जलाशय पर मिलने पर	6.00	0.45	C	5.50	0.51	C	4.91	0.79	C	4.90	0.62	C	5.45	0.68	C
04	बी.एस.–5	रिहन्द जलाशय बलिया ड्रेम से नीचे	5.40	0.58	C	5.40	0.53	C	5.25	0.62	C	5.88	0.75	C	5.20	0.75	C
05	बी.–6	रिहन्द जलाशय कोहरोल पर	5.10	0.72	C	4.90	0.61	C	5.54	0.69	C	5.08	0.74	C	5.08	0.59	C
06	बी.–7	बी.पी.एस. बैना कोल माइन ड्रेनिज मिलने से नीचे	5.00	0.75	C	4.60	0.52	C	5.00	0.58	C	5.78	0.63	C	4.92	0.80	C
07	बी.–8	रिहन्द जलाशय रेनू सागर पर	4.70	0.63	C	4.80	0.71	C	5.30	0.70	C	5.92	0.70	C	5.64	0.78	C
08	बी–9	रिहन्द जलाशय पिपरी सोनवानी	4.80	0.56	C	5.40	0.66	C	5.45	0.73	C	5.27	0.81	C	5.00	0.79	C
09	बी.–10	रिहन्द जलाशय सिरसाटी पर	5.20	0.75	C	5.70	0.67	C	5.27	0.77	C	5.50	0.79	C	5.09	0.84	C
10	बी.–11	रिहन्द जलाशय खमारिया पर	4.70	0.51	C	5.80	0.63	C	4.75	0.64	C	5.29	0.78	C	5.20	0.67	C
11	बी.एस.–13	रिहन्द जलाशय ड़ोंगिया ड्रेम से नीचे	5.20	0.61	C	5.10	0.71	C	5.10	0.87	C	5.00	0.82	C	5.31	0.81	C
12	बी.एस.–12	ओबरा नहर कुमहिया	5.20	0.61	C	5.50	0.62	C	5.60	0.82	C	5.23	0.78	C	5.27	0.78	C
13	बी.एस.–16	रिहन्द नदी सोन में मिलने से पहले															

तालिका– 4
बी0 एस0 ए0 जल गुणवत्ता गणक द्वारा रिहन्द जलाशय का जैव अनुमापन

क्र.सं.	स्टेशन कोड	विवरण	बी0एम0ड़ब्ल्यू0पी0 एवं विविधता गणक के आधार पर जलगुणवत्ता									औसत	विवरण
			जनवरी	फरवरी	मार्च	अप्रैल	मई	जून	अक्टूबर	नवम्बर	दिसम्बर		
01	बी.एस.–1	रिहन्द नदी राकसंदा 15 कि.मी. रिहन्द जलाशय से ऊपर	7.42	7.15	7.57	6.34	5.93	5.12	6.52	6.15	7.54	6.64	उत्तम गुणवत्ता
02	बी.–2	रिहन्द नदी औरंगंयी पर रिहन्द जलाशय में मिलने से पहले	5.58	5.82	7.25	6.69	-	-	5.80	6.50	6.32	6.28	
03	बी.–3	मायर कक्षांर रिहन्द जलाशय पर मिलने पर	3.25	6.99	5.46	5.35	6.71	5.61	5.68	5.65	5.32	5.56	
04	बी.एस.–5	रिहन्द जलाशय बलिया ड्रेम से नीचे	5.35	5.80	6.49	7.23	6.63	5.34	6.45	4.98	5.84	6.01	
05	बी.–6	रिहन्द जलाशय कोहरोल पर	5.74	3.88	3.14	5.42	5.33	5.02	5.54	5.35	5.54	4.89	
06	बी.–7	बी.पी.एस. बैना कोल माइन ड्रेनिज मिलने से नीचे	5.37	3.43	5.17	6.22	5.95	4.31	5.87	4.19	5.36	5.10	खनन एवं राख जलाशय से प्रभावित
07	बी.–8	रिहन्द जलाशय रेनू सागर पर	5.57	5.48	5.16	5.54	6.33	4.35	5.36	4.32	5.42	5.28	
08	बी–9	रिहन्द जलाशय पिपरी सोनवानी	5.79	3.65	5.71	5.74	6.01	4.46	5.66	5.47	6.75	5.47	
09	बी.–10	रिहन्द जलाशय सिरसोटी पर	5.56	4.61	5.19	3.28	5.59	3.82	5.90	4.42	5.58	4.88	अत्याधिक प्रदूषित
10	बी.–11	रिहन्द जलाशय खमारिया पर	5.56	2.70	3.22	4.49	5.72	3.60	5.65	4.42	5.44	4.53	
11	बी.एस.–13	रिहन्द जलाशय ड़ोंगिया ड्रेम से नीचे	5.55	5.64	7.40	5.39	5.56	3.64	5.71	6.25	6.60	5.75	पुर्नलाभ भाग
12	बी.एस.–12	ओबरा नहर कुमहिया	5.81	5.37	5.83	6.71	6.71	5.47	5.64	6.86	6.79	6.13	
13	बी.एस.–16	रिहन्द नदी सोन में मिलने से पहले	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	तलछटीय प्रजातियां राख के जमाव के कारण नही पाई गई।

तालिका –5 परिशिष्ट–1

तलछटीय दृष्टिगम्य अकशेरूकी प्राणियों के संवेदनशीलता मानों की केन्द्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड द्वारा प्रायोजित बी0एम0डब्ल्यू0पी0 स्कोर से तुलना

अ–जल प्रदूषण के प्रति संवेदनशील

क्र.सं.	कुल का नाम	संवेदनशीलता मान	के0प्र0नि0वो0के0 अनुसार
1	गिरिनिडी	10	5
2	इफेमेरिडी	10	10
3	इफेमेरेलिडी	10	10
4	कोरिक्सिडी	10	5
5	लेप्टोसेरिडी	10	10
6	रीयकोफिलिडी	10	7
7	नेरिडी	10	6
8	केनिडी	8	5
9	गेरिडी	8	6
10	यूनियोनिडी	8	5
11	लेस्टिडी	8	8

ब–जल प्रदूषण के प्रति मध्यम सहिष्णु

1	डिटिस्सिडी	6	5
2	हाइग्रोबिडी	6	5
3	एटिडी	6	6
4	सिरफिडी	6	2
5	हाइड्रोमेटिडी	6	5
6	नेपिडी	6	5
7	हिरूडिडी	6	3
8	गोमफिडी	6	8
9	लिवेलुलिडी	6	8
10	हाइड्रोप्सिचिडी	6	5

स–जल प्रदूषण के प्रति मध्यम सहिष्णु

1	चिरोनोमिडी	4	2
2	वेलिडी	4	5
3	ग्लासिफोनिडी	4	3
4	प्लानोरबिडी	4	3
5	स्फेरिडी	4	3
6	थियरिडी	4	6
7	विविपारिडी	4	6
8	ओलिगोकीट	4	1

द–जल प्रदूषण प्रेमी

1	हाइड्रोफिलिडी	2	5
2	टिपुलिडी	2	5
3	अम्मिकोलिडी	2	
4	सेरिथिडी	2	
5	लिम्नाइडी	2	3
6	पिलिडी	2	

तालिका–6 **परिशिष्ट–2**

1– केन्द्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड द्वारा प्रायोजित बी0एम0डब्ल्यू0पी0 स्कोर (सैप्रोबिक स्कोर) के बराबर संवेदनशीलता वाले कुल

क्र.सं.	कुल	संवेदनशीलता मान	बी0एम0डब्ल्यू0पी0 स्कोर(सी0पी0सी0बी0)
1	इफेमेरिडी	10	10
2	इफेमेरिडी	10	10
3	लेप्टोसेरेडी	10	10
4	लेस्टिडी	8	8
5	ऐटिडी	6	6

2– **बी0एम0डब्ल्यू0पी0 स्कोर तथा इस अध्ययन द्वारा प्रायोजित संवेदनशीलता मान में कुल अन्तर वाले कुल**

1	यूनियोनिडी	8	6
2	डिस्टिस्सिडी	6	5
3	हाइग्रोबिडी	6	5
4	हाइड्रोमेटिडी	6	5
5	नेपिडी	6	5
6	गोमफिडी	6	5
7	लिबेलुलिडी	6	8
8	हाइड्रोप्सिचिडी	6	5
9	चिरोनेमिडी	4	2
10	वेलिडी	4	5
11	ग्लासिफोनिडी	4	3
12	प्लानोरबिडी	4	3
13	स्फेरिडी	4	6
14	थियरिडी	4	6
15	विविपारिडी	4	6
16	लिम्नाइडी	2	3

तालिका–7 परिशिष्ट–3

3– **केन्द्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड द्वारा प्रायोजित बी0एम0डब्ल्यू0पी0 स्कोर(सैप्रोबिक स्कोर) के बराबर संवेदनशीलता वाले कुल**

क्र.सं.	कुल	संवेदनशीलता मान	बी0एम0डब्ल्यू0पी0 स्कोर(सी0पी0सी0बी0)
1	गिरिनिडी	10	5
2	कोरिक्सिडी	10	5
3	गेरिडी	8	5
4	रीयकोफिलिडी	10	7
5	नेरिडी	10	6
6	सिरफिडी	6	2
7	हिरूडिडी	6	3
8	ओलिगोकीट	4	1
9	हाइड्रोफिलिडी	2	5
10	टिपुलिडी	2	5

4– **कुल जिनका बी0एम0डब्ल्यू0पी0 स्कोर नहीं है–**

क्र.सं.	कुल	संवेदनशीलता मान	बी0एम0डब्ल्यू0पी0 स्कोर(सी0पी0सी0बी0)
1	अम्मिकोलिडी	2	फ्रेश वाटर इंहेबिटेंट्स
2	सेरिथिडी	2	सम मैरीन मैलस्कस
3	पिलिडी	2	फ्रेश वाटर इंहेबिटेंट्स

बी0एम0डब्ल्यू0पी0 + बायोलॉजिकल मॉनीटरिंग वर्किंग पार्टी

ए0पी0एच0ए0 + अमेरिकन पब्लिक हेल्थ एसोसिएशन(स्टैंडर्ड मैथड)

3. परिणाम

बी0एम0डब्ल्यू0पी0 के द्वारा सभी नमूना स्थलों की जलगुणवत्ता "बी" अथवा "सी" पाई गयी जब कि वनवासी सेवा आश्रम जल गुणवत्ता गुणक बी0एस0ए0 इंडेक्स से अच्छी तरह मिल पाती है(तालिका–4) इसके अनुसार नमूना स्थल बी–3, बी–6, बी–8, बी–9 बहुत ही ज्यादा प्रदूषित हैं क्योंकि इनके आसपास खदानों का अवजल जलाशय में गिरता है तथा स्थल बी–15 तक पहुँचते पहुँचते जलगुणवत्ता में कुछ सुधार पाया जाता है।

4. निष्कर्ष

बी0एस0ए0 गणक एक अच्छा अर्थपूर्ण और संवेदनशील इंगित लगता है। जो प्रदूषण का स्पष्ट संकेत देता है। बी0एस0ए0 गणक जी0बी0पी0एस0 में प्रवेश के पूर्व 8.0 से अधिक था जो जलाशय में विभिन्न प्रदूषकों के मिलने के फलस्वरूप 2.78 तक गिर गया। जलाशय स्थित अधिकांश नमूना स्थलों पर अधिकांश समय बी0एस0ए0 गणक 4.5 से कम था। यह निश्चित ही चिन्ता का विषय है।

संदर्भ

1. सी0पी0सी0बी0(2001) ''परिवेश'', बायो–मॉनीटरिंग ऑफ वाटर क्वालिटी इन प्रॉब्लम एरियाज।
2. गोविंदन, वी0 एस0 एवं सुंदरसन, बी0 बी0(1979) सीजनल सक्सेशन ऑफ एल्गी लोरा इन पॉल्यूटेड रीजन ऑफ आदयार रिवर, ज0 इनवायर0 हेल्थ, खण्ड 21, अंक 2, मु0पृ0 131–142।
3. जोशी, जे0 एवं अन्य(1996) ए स्टडी ऑफ प्लांक्टोनिक एण्ड बेंथिक कम्पोनेंट्स ऑफ थ्री सेलेक्टेड ट्रिब्यूटरीज ऑफ गंगा बिटवीन देवप्रयाग एण्ड ऋषिकेश, हिमाल0 ज0 इनवायर0 जूलॉजी, खण्ड 10, मु0पृ0 23–26।
4. जॉन, जे0(2000) ''वाटर क्वालिटी ऑफ स्ट्रीम्स एण्ड रिवर्स इन द साउथ वेस्ट ऑफ वेस्टर्न ऑस्ट्रेलिया एण्ड डेवेलपमेंट ऑफ ए बायो–मॉनिटरिंग सिस्टेम'', प्रोसीडिंग्स आई0ए0डब्ल्यू0क्यू0, मु0पृ0 579–587।
5. मलाठी एवं अन्य(1998) ''ए स्टडी ऑन द एप्लीकेबिलिटी ऑफ ए न्यू वाटर क्वालिटी इंडेक्स–एच0डब्ल्यू0क्यू0आई0'', आई0जे0ई0पी0, खण्ड 1, मु0पृ0 43–47।
6. त्रिवेदी, आर0 सी0(1981) ''यूज ऑफ डाईवर्सिटी इंडेक्स इन इवेल्यूएशन ऑफ वाटर क्वालिटी'', प्रोसीडिंग ऑफ द डब्ल्यू0एच0ओ0 स्पॉन्सर्ड वर्कशॉप ऑन बायोलॉजिकल इंडिसेज ऑफ इंवायरमेंटल पॉल्यूशन, प्रोब्स/6/1980–81, सी0पी0सी0बी0, दिल्ली, भारत।