प्रपत्र 3.7

समस्थानिक तकनीकों द्वारा टिहरी जलाशय से जल रिसाव के स्रोतों का आंकलन

डॉ. एस.पी.राय[1] डॉ. भीष्म कुमार[1] डॉ. सुधीर कुमार[1] पंकज गर्ग[1]
वैज्ञा. ई.1 वैज्ञा. एफ वैज्ञा. एफ वैज्ञा. बी

[1]राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की

सारांश

टिहरी बाँध का निर्माण गंगा की मुख्य सहायक नदी भागीरथी पर किया गया है। टिहरी बाँध की ऊँचाई 855 फीट (260.5 मी.) है तथा यह विश्व का पाचँवा एवं एशिया क्षेत्र में सबसे ऊँचा, मृदा व चट्टानों से निर्मित बाँध है। वर्तमान में टिहरी बाँध प्रचालन स्थिति में है। बाँध के अनुप्रवाह एवेटमेन्ट में जल दबाव कम करने के लिए जल निकासी गैलरियों का एक जाल निर्मित किया गया है। जलाशय के भराव एवं खाली होने के दौरान विभिन्न निकास गैलरियों के द्वारा नियमित रूप से जल निस्यंदित होता है। परन्तु जलाशय में जल भराव के दौरान, जल निकासी के लिये बनायी गयी कुछ गैलरियों जैसे ए.जी.आर.–3 एवं ए.आइ.जी.आर. में मुख्यतः सात स्थानों से निस्यंदित जल का निस्सरण तेजी से होता है।

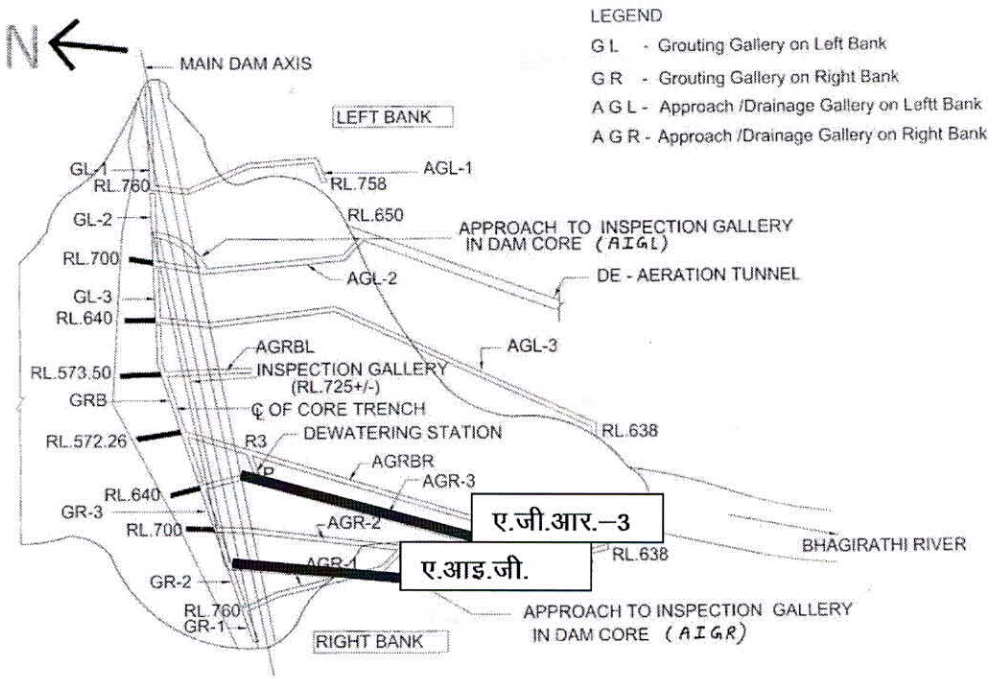
अतः इस अध्ययन में निस्यंदित हो रहे जल के स्रोत्र का अभिनिर्धारण समस्थानिकों के प्रयोग से किया गया है। इसके अन्तर्गत बाँध के साथ–साथ विभिन्न जल स्रोतों जैसे भूजल, वाहिका, वर्षा इत्यादि के जल नमूनों के समस्थानिकों जैसे ऑक्सीजन–18 और हाइड्रोजन–2 का परीक्षण किया गया है। इस परीक्षण के आधार पर यह पाया गया है कि दोनों निकासी गैलरियों में एक स्थान को छोड़कर शेष सभी स्थानों से निस्यंदित जल का स्रोत बाँध से निर्मित झील में एकत्रित पानी ही है। तथा जलाशय के स्तर का आँकड़ा और निस्यंदित निस्सरण की दर का आपसी सम्बंध समस्थानिक परिणामों का समर्थन करते हैं।

प्रस्तावना

संसार के प्रत्येक क्षेत्र में बढ़ती आबादी को पीने के पानी, सिंचाई, बाढ़ नियन्त्रण व जलीय ऊर्जा की आश्यकता के लिए बड़े बाँधों एवं जलाशयों की उपयोगिता बढ़ गयी है। आदिकाल से मनुष्य बाँधों, झीलों व जलाशयों पर निर्भर होता आया है। आज के युग में बाँधों, झीलों व जलाशयों का रिसाव रोकने हेतु करोड़ों रूपए खर्च करके झील को रिसाव रोधक बनाया जाता है।

बाँधों द्वारा निर्मित जलाशय से हो रहे रिसाव के द्वारा पानी जलाशय से बाहर चला जाता है जोकि जलाशय में एकत्रित पानी की मात्रा लगातार कम करता रहता है तथा साथ में रिसाव के कारण बाँधों को कमजोर भी करता है। अतः यह बाँधों की मजबूती के लिए एक बड़ी समस्या के रूप में जाना जाता है। यह रिसाव जलाशय से भूजल, एप्रोच टनल, हेड रेस टनल, ड्रेनेज गैलरी इत्यादि में होता है। यह रिसाव बाँधों के फाउन्डेसन के द्वारा होता है या जलाशय के किनारों से भूगर्भीय संरचनाओं के द्वारा होता है। समस्थानिकों का प्रयोग करके कुछ बाँधों से होने वाले रिसाव का अध्ययन किया गया है (वी.के.इया इत्यादि, 1967; राव, 1975; नाचीय्यपन, 2000)।

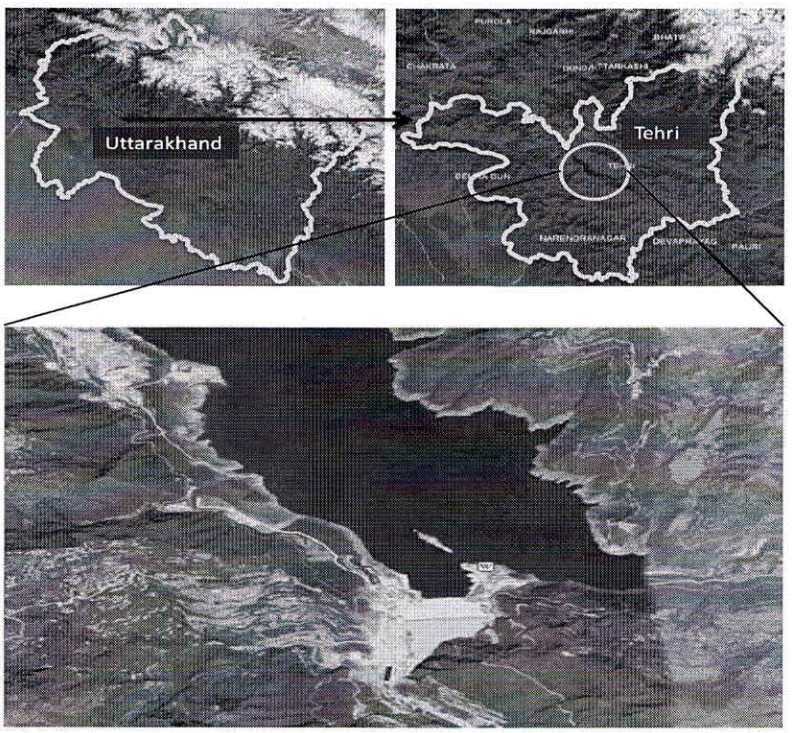
टिहरी बाँध की ड्रेनेज गैलरी में होने वाले रिसाव की निस्सरण दर का वर्ष 2007 और 2008 के दौरान (जुलाई से सितम्बर के मध्य) बहुत ज्यादा मापा गया था (चित्र–1)। अतः यह बाँध की मरम्मत की देखभाल कर रहे अधिकारियों के लिए एक विश्लेषण का विषय था कि निकासी गैलरी में निस्यंदित हो रहे जल का स्रोत क्या है ? प्रश्न यह था कि क्या यह जल बाँध द्वारा निर्मित जलाशय से आ रहा है या भूजल के द्वारा आ रहा है। इस समस्या के अध्ययन के लिए टी.एच.डी.सी. ने एन.आई.एच. से अनुग्रह किया था कि निःस्यंदित हो रहे जल के स्रोत का अध्ययन समस्थानिकों के प्रयोग से करें। अतः इस लेख में निकासी गैलरी से हो रहे निस्यंदित जल के स्रोत के अध्ययन का विस्तृत ब्यौरा प्रस्तुत किया गया है।



चित्र–1 टिहरी बाँध के निकासी गैलरियों (AGR3 & AIGR) की स्थिति

अध्ययन क्षेत्र

टिहरी बाँध का निर्माण भागीरथी नदी पर उत्तराखण्ड के टिहरी जिले में किया गया है (चित्र–2)। इस बाँध से पहले भागीरथी में भिलंगना नदी आकर समाहित होती है। टिहरी बाँध से निर्मित जलाशय में पानी एकत्रित करने का कार्य वर्ष 2005 के दिसम्बर माह से शुरू किया गया था तथा विद्युत का उत्पादन का कार्य वर्ष 2006 में प्रारम्भ हो गया था।



चित्र–2–टिहरी बाँध के निर्माण स्थल का दृश्य

सारणी–1 टिहरी बाँध के प्रमुख बिन्दु

अध्ययन क्षेत्र	
स्कीम का प्रकार	संचयन क्षमता
वर्षिक वर्षा	1016 - 2630mm
महत्तम बाढ़ निसस्रण	3800 m/sec
महत्तम बाढ़ का निर्गमन	8120 m^3/sec
मानसून के दौरान	15540 m^3/sec
सम्भावित बाढ़ अधिकतम बाढ़	13248 m3/sec
जलाशय	
महत्तम जलाशय तल	EL 830 m
अधिकतम तल, अभिकल्पन	EL 835 m
बाढ़ के दौरान	
मृत संचयन तल	EL 740 m
कुल संचयन	3540 MCM
मृत संचयन	925 MCM
उपयोगी संचयन	2615 MCM
जल तल का विस्तार– महत्तम आवगनय तल(830 m)	42 km^2
जल तल का विस्तार–मृत संचयन तल पर (740 m)	18 km^2
बाँध	
प्रकार	मृदा व राकफिल
ऊपरी तल	EL 839.5 m
ऊँचाई	260.5 m
नदी तल पर चौड़ाई	1125 m
शीर्ष पर चौड़ाई	25.5 - 30.5
शीर्ष की लम्बाई	592 m

बाँध में विद्युत उत्पादन क्षमता 2400 मेगावॉट है व 270000 भूमि की सिंचाई की क्षमता रखती है। भविष्य में बढकर 600000 होने का अनुमान है। 270 करोड़ गैलन पीने का पानी दिल्ली के औद्योगिक क्षेत्र को भी प्रदान करता है (सारणी–1)।

भूगर्भीय संरचना

बल्दिया (1980) के अध्ययन के अनुसार टिहरी बाँध लेसटर हिमालय के चन्दपुर फारमेशन में निर्मित है। जिसका निर्माण फिलाइट मेटासिल्ट स्थेन और मेटा वालकेनिक चट्टानों से हुआ है। बाँध के करीब से गुजरने वाले प्रमुख टेक्टानिक संरचना जैसे एम.वी.टी. (मेन बाउन्ड्री भ्रंश), एम.सी.टी. (मेन क्रिस्टलाइन भ्रंश) एवम् श्रीनगर भ्रंश हैं। इनकी उपस्थिति के कारण वहाँ की चट्टानें काफो टूटी–फूटी स्थिति में हैं। जिसके कारण से वहाँ के पहाड़ों की चट्टानें काफी कमजोर हो गयी हैं। जिसकी वजह से बाँध की मजबूती के प्रश्न को लेकर काफी विवाद उठा था। इन्हीं कारणों से यह क्षेत्र भूकम्प के दृष्टिकोण से काफी संवेदनशील क्षेत्र के अन्तर्गत आता है। इस क्षेत्र में वर्ष 1991 में 6.8 तीव्रता का भूकम्प आ चुका है। अतः बाँध का निर्माण इन सभी विषयों को ध्यान में रखकर किया गया है।

आँकड एवं शोध क्रिया विधि

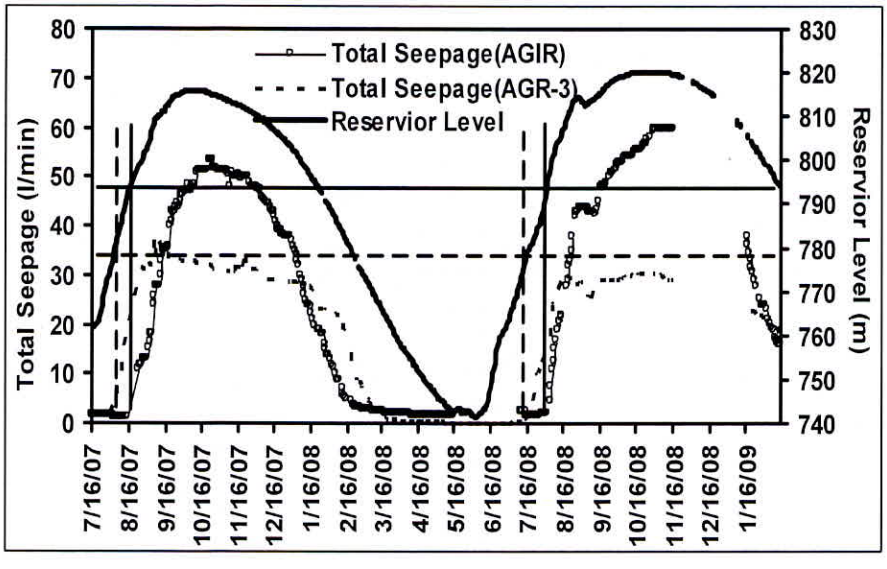
जलाशय का जलस्तर एवं रिसाव के निस्सरण की दर के आँकड़े टी.एच.डी.सी. द्वारा प्रदान किये थे। समस्थानिकों के परीक्षण के लिए जल के नमूने रिसाव वाली जगहों से प्रत्येक सप्ताह एकत्रित किये गये थे। इसके साथ ही जल के नमूने जलाशय, भूजल, वर्षा जल तथा विभिन्न वाहिकाओं से एकत्रित किये गये थे। इन नमूनों में ऑक्सीजन और हाइड्रोजन के समस्थानिकों का परीक्षण किया गया और साथ में pH और पानी की विद्यत चालकता का परीक्षण किया गया था। पानी के एकत्रित नमूनों में समस्थानिकों ($\delta^{18}O$, $\delta^{2}H$) का परीक्षण राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान रूड़की की नाभिकीय प्रयोगशाला में किया गया है।

ड्रेनेज गैलरी में निःस्यंदित निस्सरण दर और जलाशय स्तर का सम्बन्ध

वर्ष 2007–2008 के दौरान जून माह में जलाशय स्तर न्यूनतम 740 मी. के स्तर पर मापा गया था। बर्फ और ग्लेशियर के पिघलने से नदी की निसस्रण दर जून माह से बढ़ने लगती है और जुलाई से सितम्बर के बीच मानसून वर्षा के कारण निस्सरण काफी बढ़ जाता है। इस कारण जलाशय का स्तर माह जुलाई से बढ़ने लगता है और जलाशय का अधिकतम स्तर सितम्बर और अक्टूबर में मापा गया है। ड्रेनेज गैलरी से होने वाले रिसाव की निसस्रण दर 0.5 ली./मि. जून–जुलाई में मापी गयी थी जोकि अधिकतम 20 ली./मि. माह सितम्बर में हो जातो है (सारणी–2) जिससे संकेत मिलते हैं कि निस्यंदित जल का सम्बन्ध जलाशय जल स्तर के बढ़ने से हो सकता है।

सारणी–2– निस्यंदित निस्सरण का ब्यौरा

निस्सरण का अन्तराल लीटर/प्रतिमिनट गैलरी AGR3					
वर्ष	निस्यंदन	न्यूनतम	माह	अधिकतम	माह
200	D5	0.070	जुलाई	16.80	सितम्बर
	D6	–	अगस्त	4.50	नवम्बर
	D7	.10	अगस्त	20.0	सितम्बर
200	D5	0.100	जुलाई	14.30	अक्टूबर
	D6	0.050	जुलाई	3.10	अक्टूबर
	D7	0.050	जून	13.80	अक्टूबर
निस्सरण का अन्तराल लीटर/प्रतिमिनट गैलरी AIGR					
वर्ष	निस्सरण	न्यूनतम	माह	अधिकतम	माह
200	AGIR	1.20	अगस्त	53.50	अक्टूबर
200	AGIR	1.50	अप्रैल	60	अक्टूबर



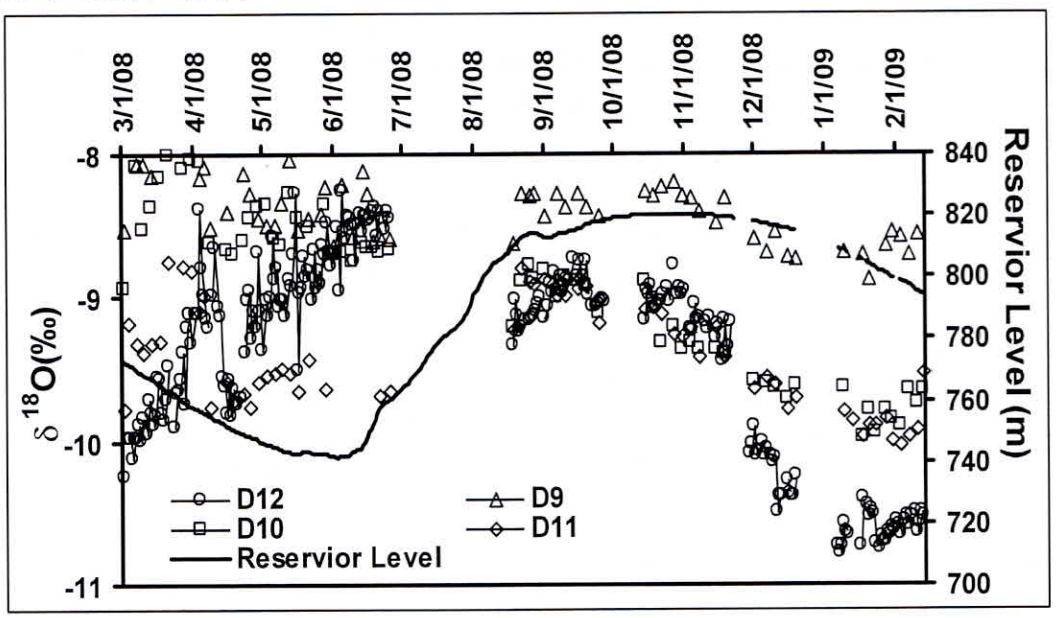
चित्र–3 जलाशय स्तर और गैलरियो से निस्यंदित जल के निस्सरण का सम्बन्ध

चित्र–3 दर्शाता है कि वर्ष 2007 में जलाशय का स्तर 771 मी. एवं 2008 में 773 मी. पहुँचने पर ए. जी.आर.–3 गैलरी में निस्यंदित जल के निस्सरण मं तीव्र वृद्धि हुई है। इसी प्रकार ए.आइ.जी.आर. गैलरी में 2007 में 783 मी. तथा 2008 में 785 मी. पर जलाशय स्तर पहुँचने पर रिसाव में तीव्र वृद्धि दर्ज की गयी है। इससे यह परिणाम निकलता है कि जलाशय स्तर के 780 मी. से अधिक पहुँच जाने पर ए.आइ.जी.आर. गैलरी में रिसाव प्रारम्भ होता है अतः निस्यंदित गैलरियों में जुलाई 2008 के दौरान जलाशय स्तर में वृद्धि के साथ निस्सरण में वृद्धि यह दर्शाता है कि निस्यंदित जल का स्रोत जलाशय हो सकता है। परन्तु यहाँ एक संशय यह रहता कि जुलाई से सितम्बर तक मानसून वर्षा के कारण बहुत सा वर्षा जल रिचार्ज होकर जगह–2 पर भूजल के रूप में बहता है तथा भूजल का स्तर बढ़ने से रिसाव की मात्रा भी बढ़ सकती है।

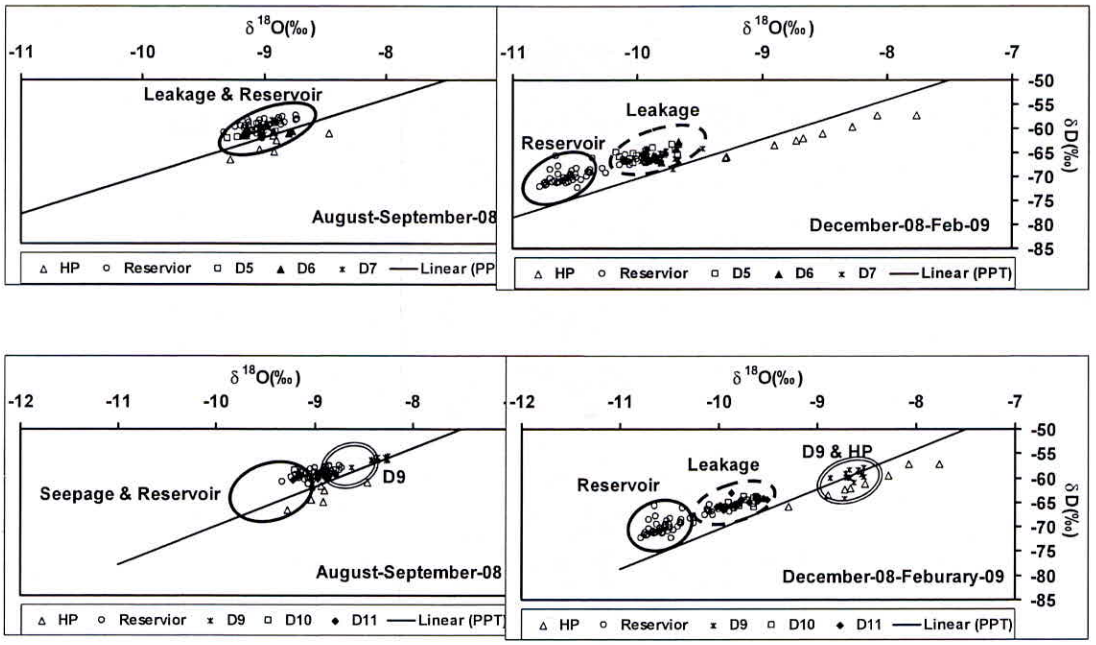
मानसून पूर्व महीनों (मार्च–जून) के दौरान जलाशय जल स्तर अनवत प्रवृत्ति को प्रदर्शित करता है। इन महीनों में जलाशय का स्तर गिरता है और यह मार्च 2000 में 772 मीटर से कम होकर जून 2008 में 742 मीटर तक पहुँच जाता है। $\delta^{18}O$ का मान मार्च से जून के मध्य –10.3‰ (न्यूनतम) से –8.3‰ (अधिकतम) पाया गया। इसमें क्रमबद्ध वृद्धि मार्च से जून माह की ओर पायी गयी जिसका प्रमुख कारण जलाशय से होने वाला वाष्पन है। जबकि दोनों गैलरियों के निस्यंदित जल के $\delta^{18}O$ मान क्रमबद्ध समृद्धि नहीं दर्शाते हैं। निस्यंदित जल में $\delta^{18}O$ मान –9.5‰ से –9.0‰ के बीच पाया गया है। अतः दोनों गैलरियों के निस्यंदित और जलाशय जल के समस्थानिक गुणों में कोई समानता नहीं दिखती है। अतः जलाशय के जल का स्तर 770 मी. से नीचे हो जाने पर समस्थानिकों में असमानता स्पष्टतया यह दर्शाती है कि इस अवधि में निःस्यंदित जल सामान्य रूप से प्रवाहित जल है।

जैसे ही, जुलाई में जब जलाशय जल स्तर 770 मी. से ऊपर पहुँचता है तब उस अवधि में निस्यंदित जल का निस्सरण तीव्र गति से बढ़ जाता है। इस अवधि के दौरान जलाशय के समस्थानिक गुण ($\delta^{18}O$) एवं ए.जी.आर.–3 निकासी गैलरी से विभिन्न स्थानों जैसे D5, D6, D7 से निस्यंदित हाने वाले निस्सरण में $\delta^{18}O$ के गुण में समानता प्रारम्भ हो जाती है। जलाशय एवं निस्यंदित जल के समस्थानिक गुणों की समानता यह दर्शाती है कि इस अवधि में निकासी गैलरियो से निस्यंदित होने वाले जल का स्रोत जलाशय सिद्ध होता हैं।

इसी प्रकार, जब जलाशय स्तर 783 मी. से ऊपर बढ़ता है। उस अवधि के दौरान निकासी गैलरी ए. आइ.जी.आर. के विभिन्न स्थानों (D9, D10, D11, D12) से निस्यंदित निस्सरण और जलाशय के समस्थानिक गुणों में समानता दर्शाती है कि गैलरी में तीव्र गति से निःस्यंदित हो रहे जल का स्रोत जलाशय है। परन्तु निकासी गैलरी ए.आइ.जी.आर. के D9 स्थान से हो रहे निस्यंदित निस्सरण और जलाशय के समस्थानिक गुणों में कोई समानता नहीं दिखाई पड़ती है (चित्र–4 व 5)। इस निस्सरण का समस्थानिक गुण वहाँ के भूजल से समानता दर्शाता है। जिससे यह सिद्ध होता है कि इस स्थान से हो रहे निस्सरण का स्रोत भूजल है जलाशय नहीं है।



चित्र–4 निकासी गैलरी (AIGR) निस्यंदित जल की समस्थानिक संरचना



चित्र–5 विभिन्न माह में निकासी गैलरीयों से निस्यंदित जल की समस्थानिक संरचना

निष्कर्ष

निकासी गैलरियों ए.जी.आर.–3 (D5, D6, D7) तथा ए.जी.आइ.आर. (D9, D10, D11, D12) के निस्यंदित निस्सरण और जलाशय के जल के समस्थानिक गुणों का अध्ययन वर्ष 2007–2008 के दौरान किया गया। सभी प्रकार के जल के समस्थानिक गुणों के आधार पर इस निष्कर्ष पर पहुँचा गया है कि D9 स्थल के अतिरिक्त समस्त स्थलों पर ए.जी.आर.–3 एवं ए.आइ.जी.आर. गैलरियों में तीव्र गति से हो रहे निस्यंदित निस्सरण का स्रोत जलाशय है। उच्च निस्सरण के दौरान समस्थानिक गुण यह दर्शाते हैं कि दोनों गैलरियों में निस्यंदित जल दो पृथक स्थानों से प्राप्त होता है। ए.जी.आर.–3 गैलरी का (D5, D6, D7) से निस्यंदित निस्सरण का स्रोत जलाशय के दाहिने तट पर लगभग 781 मी. से 800 मी. के मध्य स्थित है। जबकि गैलरी ए.आइ.जी.आर का स्रोत जलाशय में 783 मी. से 815 मी. के मध्य स्थित है। निस्यंदन के स्थलों की सही स्थितियों की जानकारी के लिए विस्तृत अन्वेषण किये जाने की आवश्यकता है। अतः इस अध्ययन से यह सिद्ध होता है कि नवीनतम तकनीक का प्रयोग करके हम अपने जल संसाधनों का समुचित ढंग से रख–रखाव कर सकते हैं।

सन्दर्भ

इया वी.के., कृष्णामूर्ति के., अग्रवाल के.एस., राजगोपालन आर. (1967), इंटरनेशनल जनरल एप्लीकेशन रेडियो आइसोटोप 18, 349.

राव, एस.एम. (1975) प्रोसीड़िग इन्डी.जरमन वर्कशाप आन एप्रोच मैथोडोलोजी फार डेवल्पमैन्ट ऑफ ग्राउण्ड वाटर रिसोर्स, एन.जी.आर.आई., PP-33

नाचिय्यपन आर.एम.पी. (2000), सरफेस वाटर एण्ड ग्राउण्ड वाटर इण्टरेक्शन स्टडीज यूजिंग आइसोटोप टेक्निक्स पी.एच.डी. थीसिस; यूनिवर्सिटी ऑफ रूड़की