

चयनित भारतीय नदियों के समस्थानिक गुणधर्म में स्थानिक एवं कालिक परिवर्तन

एस0के0 वर्मा, पंकज गर्ग, विपिन अग्रवाल, मौहर सिंह, एस0 वी0 विजय कुमार, एस0 आर0 कुमार

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की

1.0 प्रस्तावना

चयनित भारतीय नदियों के समस्थानिक गुणधर्म में स्थानिक एवं कालिक परिवर्तनों का अध्ययन, अन्तर्राष्ट्रीय परमाणु उर्जा एजेन्सी (IAEA), वियना, ऑस्ट्रिया द्वारा प्रायोजित विशाल नदी बेसिनों में जलविज्ञानीय प्रक्रमों का समस्थानिक चित्रण नामक अनुसंधान परियोजना का एक भाग है। इस परियोजना का मुख्य उद्देश्य समस्थानिक तकनीकी द्वारा वृहद् नदी बेसिनों के जल चक्र के अध्ययन के लिए वृहद् पद्धति को विकसित एवं प्रदर्शित करना है। इस कार्य के लिए गंगा तथा इसकी कुछ सहायक नदियों रामगंगा, यमुना, गोमती, सोन, गन्डक तथा यमुना की सहायक नदियों हिण्डन एवं चम्बल के कई स्थलों से नमूने एकत्रित किये गये।

ऋतुओं एवं नमूने एकत्र करने की सम्भावना को ध्यान में रखते हुए इन नदियों के चयनित स्थलों से दैनिक, साप्ताहिक, पाक्षिक एवं मासिक आधार पर जल नमूने एकत्रित किये गये। जल नमूने एकत्र करने वाले स्थल से नदी की प्रकृति को समझने के लिए निकटवर्ती क्षेत्र से भूजल नमूने भी एकत्रित किये गये। नदियों के लगभग 2000 व भूजल के 400 नमूने एकत्रित किए गये तथा उनका वैज्ञानिक विश्लेषण पर्यावरणीय ट्रिटियम, आक्सीजन-18 एवं ड्यूटीरियम के लिए समस्थानिक मापन के अतिरिक्त विद्युत चालकता, पी.एच. तापमान इत्यादि के लिए विभिन्न भू.रासायनिक परीक्षण किये गये।

गंगा नदी में अधिक उँचाई वाले क्षेत्रों में हिमगलन अपवाह के उच्चमान एवं कम वर्षा के कारण अत्यधिक आक्सीजन-18 व ड्यूटीरियम के मान पाये गये तथा मैदानी क्षेत्र में प्रवेश करते ही मानों में कमी पायी गई। इस प्रपत्र में स्रोत एवं मिश्रण को समझने के लिए दूरी, उँचाई, महाद्वीपीय दूरी के सापेक्ष समस्थानिक अवयवों में परिवर्तनों पर विस्तृत चर्चा की गई है। नदियों के निचले क्षेत्रों में भूजल पर समस्थानिक मानों का प्रभाव ऊपरी क्षेत्रों में वर्षा की तुलना में अधिक है। नदियों एवं वर्षा के विभिन्न समस्थानिक मानों के कारण देश के विभिन्न भागों में भूजल के समस्थानिक मान भिन्न पाये गये।

2.0 कार्यविधि

जलवायु परिवर्तन के परिणाम के निर्धारण में नदियों में समस्थानिक अनुपातों की काल परिवर्तनशीलता उपयोगी हो सकती है। इसे ध्यान में रखते हुए आई.ए.ई.ए. ने 18 से अधिक देशों की बड़ी नदियों में अपवाह का समस्थानिक संयोजन पर एक समन्वित अनुसंधान योजना (CRP) आरम्भ की। इसके अन्तर्गत राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान रूड़की ने भारत की कुछ चयनित नदियों, विशेषकर गंगा एवं यमुना में समस्थानिक अध्ययन किया है।

कई नदियों जैसे नर्मदा, तापी, गोदावरी (कोरिंगा), सोन, ब्रह्मपुत्र, गंगा एवं यमुना से नदी जल के नमूने एकत्रित किये गये। गंगा नदी पर छः स्थलों हरिद्वार (धनौरी), फर्रूखाबाद, इलाहाबाद, वाराणसी/सैदपुर, पटना एवं कलकत्ता तथा कुछ सहायक नदियों पर चार अन्य स्थलों (दिल्ली, आगरा, इटावा एवं इलाहाबाद) का भी चयन किया गया। कुछ सहायक नदियों जैसे हिण्डन नदी तथा चम्बल नदी यमुना में मिलने से पूर्व नमूने एकत्रित किये गये। जून/जुलाई 2004 से गंगा नदी पर चार और स्थल (गंगोत्री, उत्तरकाशी, टिहरी एवं देवप्रयाग) को भी सम्मिलित किया गया।

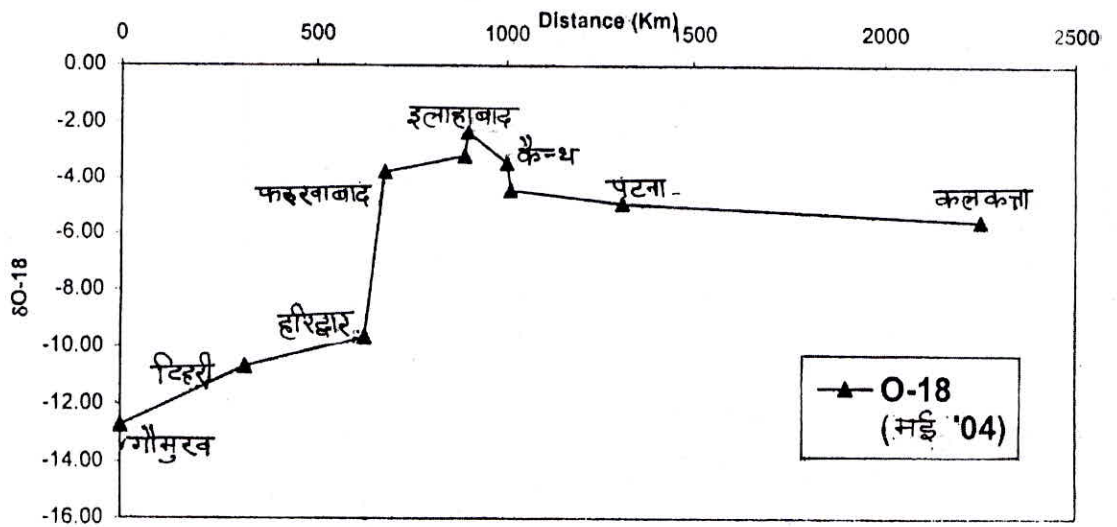
जुलाई/अगस्त 2004 की अवधि तक आई.ए.ई.ए., वियना, आस्ट्रिया में कुल 526 नमूनों (वर्षा, भूजल एवं नदियों) का ड्यूटीरियम व आक्सीजन-18 का विश्लेषण किया गया। अगस्त 2004 के पश्चात एकत्रित किये गये नमूनों का आक्सीजन एवं हाइड्रोजन के स्थाई समस्थानिकों एवं जल रसायन प्राचलों का विश्लेषण राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान में किया गया।

ऋतुओं एवं नमूने एकत्र करने की संभावना को ध्यान में रखते हुए इन नदियों के चयनित स्थलों से दैनिक, साप्ताहिक, पाक्षिक एवं मासिक आधार पर जलनमूने एकत्र किये गये। जल नमूनों को एकत्र करने वाले स्थल से नदी की प्रकृति को समझने के लिए निकटवर्ती क्षेत्र से भूजल नमूने भी एकत्र किये गये। अध्ययन के दौरान नदियों के लगभग 2000 एवं भूजल के लगभग 500 नमूने एकत्र किये गये। पर्यावरणीय ट्रीटियम, आक्सीजन-18 एवं ड्यूटीरियम के समस्थानिक मापन के अतिरिक्त विद्युत चालकता, पी0एच0, तापमान, टी. डी. एस. एवं क्लोराइड इत्यादि के लिए विभिन्न भू-रासायनिक परीक्षण किये गये।

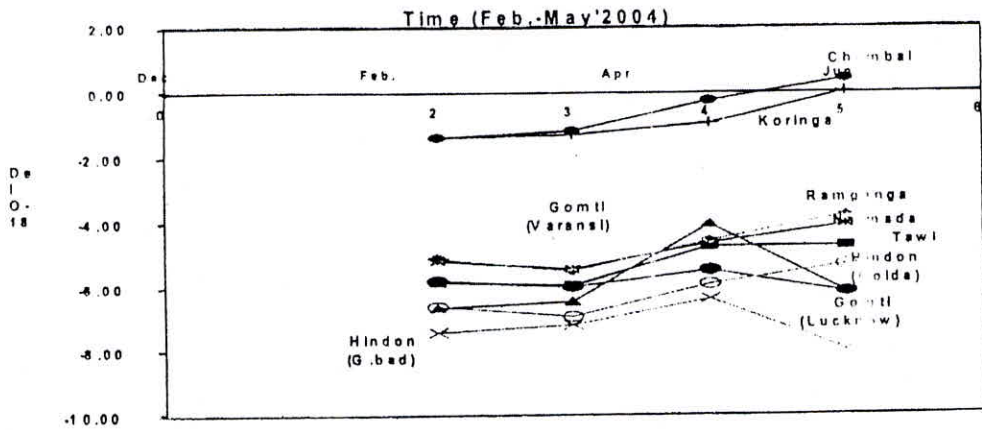
3.0 परिणाम

1- विभिन्न चयनित नदियों के $\delta^{18}\text{O}$ एवं δD के मानों में अत्यधिक परिवर्तन है। गंगा नदी में अधिक ऊँचाई वाले क्षेत्रों में हिमगलन अपवाह के उच्चमान एवं कम वर्षा के कारण अत्यधिक कम मान ($\delta^{18}\text{O}$) - 17.9 भाग प्रति हजार पाया गया। यमुना नदी में कलानौर नामक स्थान पर $\delta^{18}\text{O}$ के मान - 10.5 भाग प्रति हजार, गोमती नदी में लखनऊ में - 8.47 भाग प्रति हजार, हिण्डन नदी में गाजियाबाद स्थल पर -9.8 भाग प्रति हजार पाये गये। जबकि नर्मदा, सोन एवं तवी नदियों के चयनित स्थानों पर $\delta^{18}\text{O}$ के मान - 4.12 से - 7.8 भाग प्रति हजार की सीमा के अन्तर्गत पाये गये।

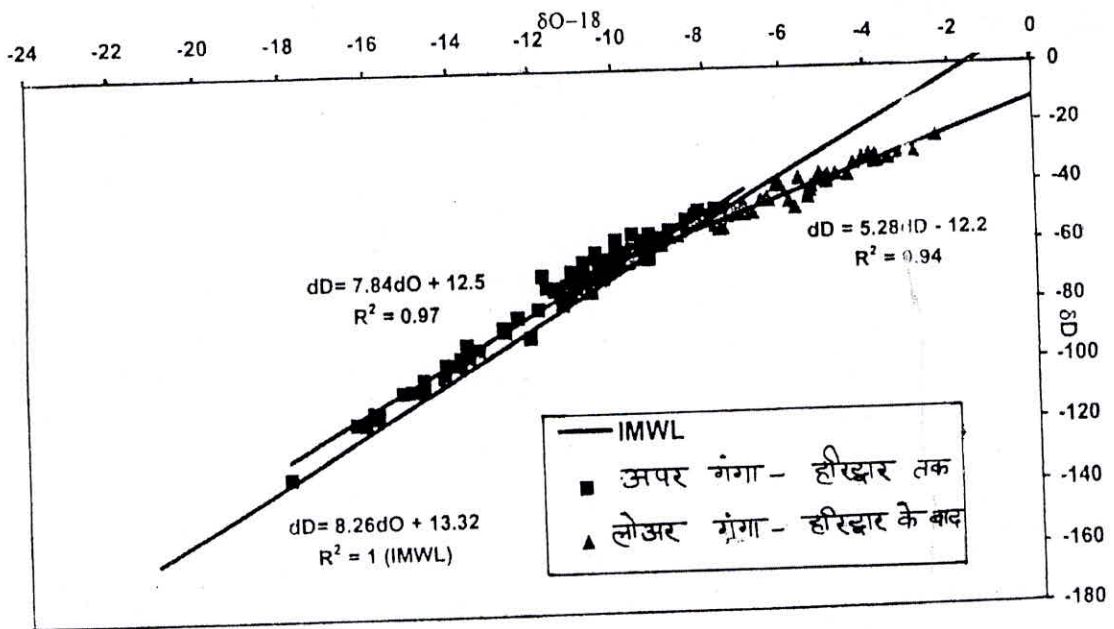
- 2- जैसे ही गंगा नदी मैदानी क्षेत्र में प्रवेश करती है, तब स्थानीय अवक्षेपण एवं हरिद्वार में छोया एवं मालिन नामक छोटी नदियाँ तथा रामगंगा एवं आगरा एवं फर्रूखाबाद में मिलने वाली यमुना नामक बड़ी सहायक नदियों के कारण गंगा नदी के $\delta^{18}\text{O}$ मानों में वृद्धि होनी शुरू हो जाती है। गोमती नदी में समस्थानिक अवयवों की कमी होने के कारण जब यह नदी गंगा नदी में वाराणसी के पास मिलती है तब गंगा नदी के जल में समस्थानिक अवयवों में कमी कर देती है। पटना के निकट जब सोन नदी गंगा नदी में मिलती है, तब गंगा के समस्थानिक अवयवों में कुछ कमी आती है। लेकिन गंगा नदी के समस्थानिक अवयवों में मुख्यतः कमी कलकत्ता में लगभग 900 किमी० की यात्रा करने के बाद देखने को मिलती है। 0-18 एवं दूरी व ई सी तथा 0-18 एवं डी के मध्य ग्राफ तैयार किये गये हैं।
- 3- दूसरी ओर जब यमुना नदी दिल्ली शहर से गुजरती है तब इसके समस्थानिक अवयव ($\delta^{18}\text{O}$ या δD) में वृद्धि हो जाती है परन्तु जब हिण्डन नामक सहायक नदी ओखला में यमुना में मिलती है तब यह समस्थानिक अवयवों में कमी को दर्शाती है। आगे चलकर दिल्ली से आगरा एवं इटावा तक के लगभग 400 किमी० मार्ग में इसमें निरन्तर वृद्धि पायी गयी। इटावा में चम्बल नदी के यमुना में मिलने के कारण यमुना नदी के ($\delta^{18}\text{O}$ या δD) मानों में वृद्धि पायी जाती है। इटावा से इलाहाबाद के 300 किमी० के मार्ग में समस्थानिक मानों में कमी पाई गयी। यह कमी इटावा से इलाहाबाद के मध्य अनेकों सहायक नदियों के मिलने के कारण पाई गई। $\delta^{18}\text{O}$ व दूरी एवं ई.सी. $\delta^{18}\text{O}$ एवं D के मध्य परिवर्तन के ग्राफ खींचे गये।
- 4- गंगा एवं यमुना नदियों के भूजल के लिए $\delta^{18}\text{O}$ एवं δD के मध्य खींचे गये ग्राफ दर्शाते हैं कि मैदानी क्षेत्रों में ये नदियाँ भूजल को सहयोग देती हैं क्योंकि इन नदियों के समस्थानिक अवयव समान पाये गये हैं। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि नदियाँ अपने निचले क्षेत्रों में भूजल को अधिक प्रभावित करती हैं जबकि ऊपरी क्षेत्रों में भूजल में अवक्षेपण के समस्थानिक अवयव पाए जाते हैं। नदियों एवं वर्षा के भिन्न समस्थानिक अवयवों के कारण देश के विभिन्न भागों में भूजलों के समस्थानिक अवयव भिन्न पाये गये।
- 5- स्रोत एवं मिश्रण को समझने के लिए दूरी, ई०सी०, ऊँचाई, महाद्वीपीय दूरी के सापेक्ष समस्थानिक अवयवों में परिवर्तन का अध्ययन किया गया।
- 6- गंगा नदी में 0-18 एवं D के मध्य दो प्रकार के समस्थानिक सम्बन्ध पाये गये। ऊपरी खण्डों में $\delta\text{D} = 7.63 \delta^{18}\text{O} + 10.94$; $\text{R}^2 = 0.99$ एवं निचले खण्डों में $\delta\text{D} = 4.8 \delta^{18}\text{O} - 15.61$; $\text{R}^2 = 0.821$ यह परिवर्तन जल निवेश के भिन्न स्रोतों के कारण है।
- 7- यमुना नदी भी दो विभिन्न समस्थानिक सम्बन्ध रखती है। ऊपरी खण्डों में $\delta\text{D} = 7.06 \delta^{18}\text{O} + 4.03$; $\text{R}^2 = 0.95$ एवं निचले खण्डों में $\delta\text{D} = 5.41 \delta^{18}\text{O} - 11.09$; $\text{R}^2 = 0.98$
- 8- चम्बल तथा कोरिंगा नदियों में समस्थानिक अवयवों के सबसे अधिक मान पाये गये। गोमती नदी में दूसरी नदियों की अपेक्षा समस्थानिक अवयवों के मान कम पाये गये।



गंगा नदी के लिये $\delta O-18$ Vs दूरी मई 04



यमुना नदी के लिये DO-18 Vs δD



21
10
10
10
10