

वर्षा जल तथा भू-जल में समस्थानिकों का क्षेत्रीय संजाल

एस.के. वर्मा,
वैज्ञानिक सी.

पंकज गर्ग,
वैज्ञानिक बी.

जमील अहमद,
वरिष्ठ शोध सहायक

राजीव गुप्ता
वरिष्ठ शोध सहायक

एन.सी. पांडे,
वैज्ञानिक सी.

राहुल जैसवाल,
प्रधान शोध सहायक

एम. वर्धराजन
वरिष्ठ शोध सहायक

राष्ट्रीय जल विज्ञान संस्थान, रुड़की
सारांश

स्थिर समस्थानिकों का जल विज्ञान के क्षेत्र में उपयोग एक बड़ी उपलब्धि है। सर्वप्रथम फ्रीडमान द्वारा वर्षा जल में हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन के समस्थानिकों में सह-परिवर्ती के अध्ययन के उपरान्त क्रेग के द्वारा ग्लोबल मीटिओरिक वाटर लाइन (जी.एम.डब्ल्यू.एल.) के रूप में स्थापना की गयी।

अन्तर्राष्ट्रीय परमाणु उर्जा एजेन्सी (आई.ए.ई.ए.) वियना ने विश्व मौसम विज्ञान (डब्ल्यू.एम.ओ.) के सहयोग से अवक्षेपण में स्थिर समस्थानिकों के भौतिक तंत्र को स्थापित किया, जिसके लिए अवक्षेपण के $\delta^{18}O$ एवं δD को ज्ञात करने के लिए अवक्षेपण के नमूने एकत्रित किये गये इस तंत्र तथा प्रस्तुत आंकड़े पर्यावरणीय समस्थानिक जलविज्ञान के लिए आवश्यक हैं। ये आंकड़े विश्व व्यापी <http://isohis.isca.org> पर उपलब्ध हैं। प्रस्तुत प्रपत्र में विगत तीन वर्षों में विभिन्न स्थानों से एकत्रित किये गये, वर्षाजल तथा भू-जल के नमूनों के स्थिर समस्थानिक $0 - 18, D$ का विश्लेषण किया गया है।

1.0 प्रस्तावना

पृथ्वी पर जल की कुल मात्रा स्थिर है, परन्तु इसका वितरण, समय व स्थान के साथ बदलता रहता है। मानव समाज को नियमित रूप से शुद्ध जल की आवश्यकता रहती है। जल की बढ़ती अशुद्धता, वितरण व संसाधनों को संरक्षित रखना एक चिर परिचित समस्या है। परन्तु आबादी बढ़ने व तेजी से औद्योगीकरण व प्राकृतिक संसाधनों के दोहन के कारण यह समस्या विकराल होती जा रही है, यदि समय रहते जल विज्ञानीय समस्याओं के प्रत्येक पहलुओं का अध्ययन सूक्ष्मता से नहीं किया गया तो शुद्ध जल की उपलब्धता, वितरण, व संसाधनों को सुरक्षित रखना एक जटिल समस्या हो सकती है।

पिछले कुछ दशकों के सूक्ष्म नाभिकीय जल विज्ञानीय यंत्रों का निर्माण हुआ है। जिसकी मदद से जल विज्ञानीय समस्याओं के विभिन्न पहलूओं का अध्ययन अति शुद्धता के साथ करना संभव हो पाया है। इन यंत्रों की मदद से रेडियोधर्मी एवं स्थिर समस्थानिकों की माप अधिक शुद्धता से की जा रही है, जिसके फलस्वरूप जल विज्ञानीय अध्ययनों के लिए विभिन्न समस्थानिकों का भी विकास हुआ है। समस्थानिक तकनीकों की मदद से कृषि, उद्योग, जल संसाधन से जुड़ी समस्याओं, भू-जल, सतह जल, वायु मण्डल जल आदि की जटिल समस्याओं का निराकरण करना आसान हो गया है, जिनका विगत समय में प्रचलित तकनीकों से समाधान करना कठिन था।

हमारे देश में तेजी से बढ़ती जनसंख्या एवं बढ़ते औद्योगीकरण के कारण सतहकी, भूजल एवं वायुमण्डलीय जल की गुणवत्ता में दिन प्रतिदिन ह्रास हो रहा है। जल में विषैले प्रदूषक, पदार्थों के कारण भूजल प्रदूषित हो रहा है साथ ही साथ भूजल की उपलब्धता में कमी आ रही है। अतः सतही व भूजल का परस्पर सामंजस्य व वर्षा का भूजल की उपलब्धता में योगदान का अध्ययन आवश्यक हो गया है।

भारतवर्ष में अवक्षेपण में समस्थानिकों के विश्वसनीय दीर्घवधि आंकड़ें केवल दो स्थलों दिल्ली व मुम्बई में उपलब्ध हैं। अंयत्र भारतीय स्थलों कोजिखाड, शिलांग, हैदराबाद में केवल एक वर्ष के आंकड़े ही उपलब्ध हैं। पूर्वी तटीय व मध्य भारत के किसी भी स्थल के आंकड़े उपलब्ध नहीं है। अतः भारत वर्ष में अवक्षेपण के दीर्घवधि के समस्थानिक आंकड़ों की अत्यधिक आवश्यकता है। इस समस्या को ध्यान में रखते हुए राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की ने अवक्षेपण में समस्थानिक वर्गीकरण एवं जी.एम.डब्ल्यू.एल. के संदर्भ सहित क्षेत्रीय एवं स्थानीय उल्का जल रेखाओं का स्थापन करने का प्रयास किया है। जिससे भारतवर्ष तथा विभिन्न क्षेत्रों के लिए आई.एम.डब्ल्यू.एल. एवं आर.एम.डब्ल्यू.एल. की स्थापना होने पर जल संसाधनों की विभिन्न समस्याओं के निराकरण से सम्बन्धित अध्ययनों को समस्थानिकों की मदद से आसानी से प्लान किया जा सकता है।

2.0 अध्ययन क्षेत्र

भारतीय वर्षा जल तथा भूजल में समस्थानिक निर्धारण में 16 स्थानों से जल नमूने एकत्रित किये गये, जिनमें रूड़की, काकीनाडा, जोधपुर, बेंगलोर, गुवाहाटी, सागर, जम्मू, बेलगांव, ताराननी, श्रीनगर, भटवारी, कोलकाता, देवप्रयाग, तीसनेवेली, गंगोत्री, उत्तर काशी हैं।

3.0 कार्य विधि

चयनित स्थानों से वर्षा जल के 600 नमूने व भूजल के 500 नमूने एकत्रित किए गये। अधिकतर वर्षा जल एवं भूजल के नमूने ऑक्सेजन-18 व डियूटेसिम के स्थिर समस्थानिकों का राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान में स्थित नाभिकीय जलविज्ञान प्रयोगशाला में स्थाई आइसोटोप-रेसयो-मास-स्पेक्ट्रोमीटर एस.आई.आर.एम.एस. द्वारा विश्लेषित किया गया तथा अपवाह क्षेत्र में विभिन्न जल विज्ञानीय प्रक्रियाओं के कारण भारतीय नदियों के लिए समस्थानिक संकेताक्षर वर्षा जल के संकेताक्षर से भिन्न है। देश के विभिन्न भागों में कम गहराई वाले भूजलों के समस्थानिक संकेताक्षर विभिन्न पाये गये।

एकत्रित किये गये जल के नमूनों की पी.एच., ई.सी. तथा वातावरणीय ट्रीशियम के लिए भी विश्लेषित किया गया है।

4.0 परिणाम

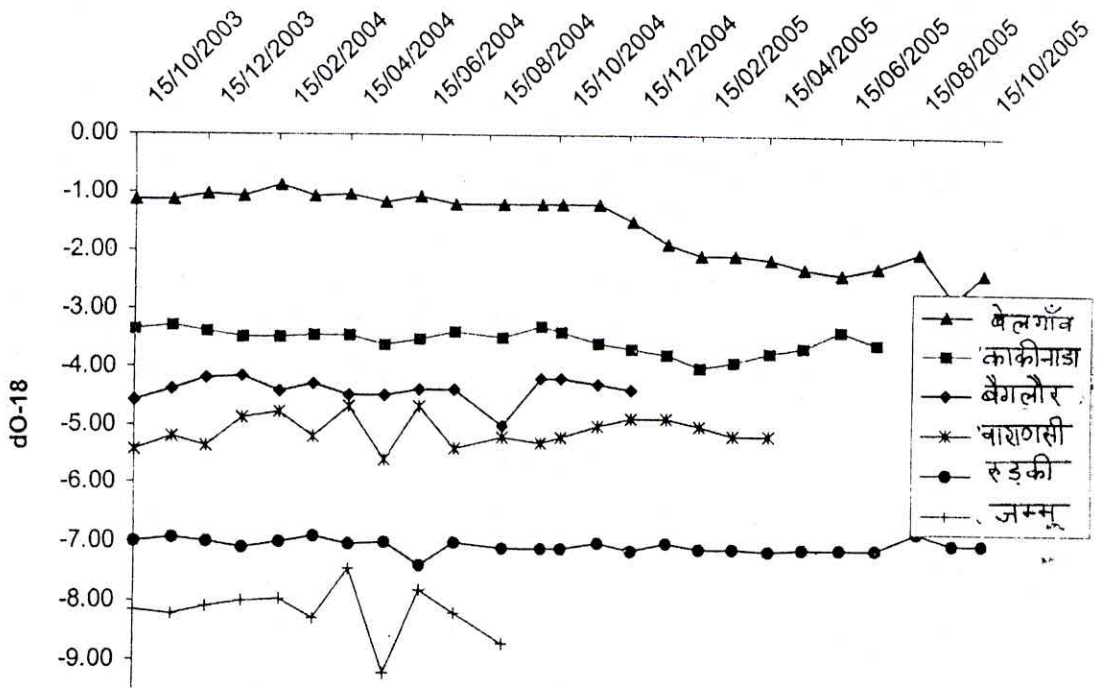
- 1- वर्षा जल तथा भूजल के लिए $\delta^{18}O$ व δD चित्रों को बनाया गया है तथा आई.एम.डब्ल्यू.एल., आर.एम.डब्ल्यू.एल. एवं एल.एम.डब्ल्यू.एल. को विभिन्न भागों के लिए बनाया गया है, जो कि ढाल तथा एसेस में कोई प्रभावी अन्तर नहीं दिखाते।
- 2- वर्षा जल समतल क्षेत्र में $\delta^{18}O$ व δD विभिन्नता का एक वृहत विस्तार ($\delta^{18}O$ - 11% से - .44% व δD : - 75.6% to -1.1%) दर्शाते हैं। ऐसा मुख्यतः महाद्वीप तथा परिमाण प्रभावों के कारण है। क्योंकि ऊंचाई में परिवर्तन केवल कुछ सैकड़ मीटर ही है।
- 3- पश्चिमी हिमालय में वर्षा जल में वृहत विस्तार ($\delta^{18}O = -22.2\%$ से $+1.2\%$) है। चित्र सं. के अनुसार अधिक अवनयन, अधिक ऊंचाई, कम तापमान तथा महाद्वीपीय प्रभाव के कारण है। जबकि गहनता सूर्य से आने वाली तीव्रता की पराबैंगनी विकरण के कारण जल वाष्प का अधिक वाष्पीकरण के कारण उत्पन्न हो सकती है। अधिक ऊंचाई पर कम वर्षा के समय परिणाम प्रभाव यह अधिक होता है। जबकि लाल विकरण की तीव्रता अधिक होती है। हिमालय में स्थित गौमुख पर अत्याधिक गहन मान का मुख्य कारण यह तर्क हो सकता है। इसलिए विशेष रूप से गौ-मुख 3500 मीटर पर वर्षा के समस्थानिकों अवयवों का मान विस्तार अधिकतम ($\delta^{18}O = -22.2\%$ से $+1.2\%$) है।
- 4- भारतीय वर्षा जल रेखा को आई.एम.डब्ल्यू.एल. को बनाया गया है। ($\delta D = 8.27 = \delta^{18}O + 12.88$ ($R^2 = .97$, $n = 190$))

दक्षिणी भारत के लिए क्षेत्रीय वर्षा जल रेखा है
 $\delta D = 7.8 \delta^{18}O + 9.2$ ($R^2 = 0.18$, $n = 40$)

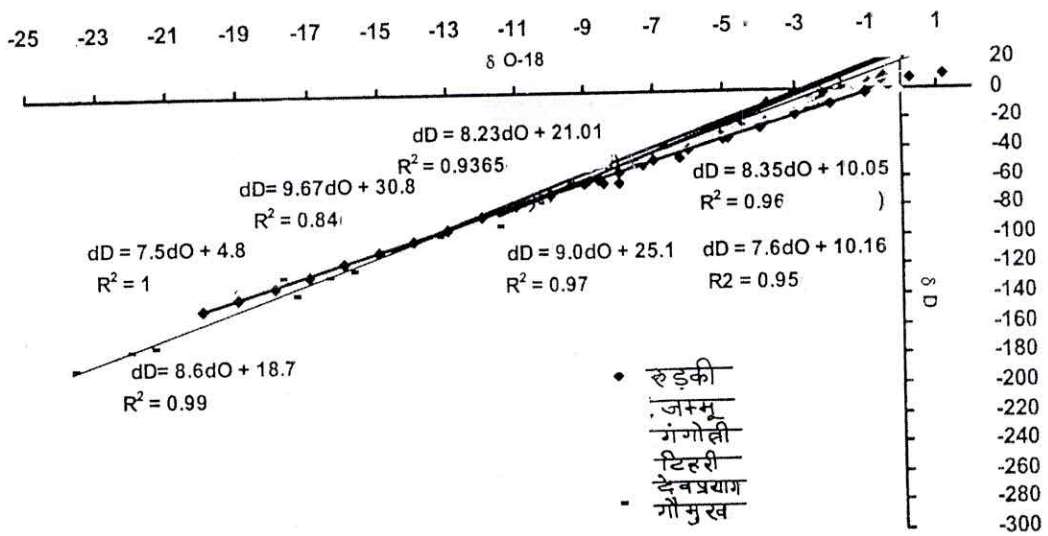
उत्तरी भारत के लिए
 $\delta D = 8.26 = \delta^{18}O + 11.8$ ($R^2 = 0.91$, $n = 90$)

पश्चिमी भारत के लिए
 $\delta D = 8.75 \delta^{18}O + 20.0$ ($R^2 = .98$, $n = 60$)

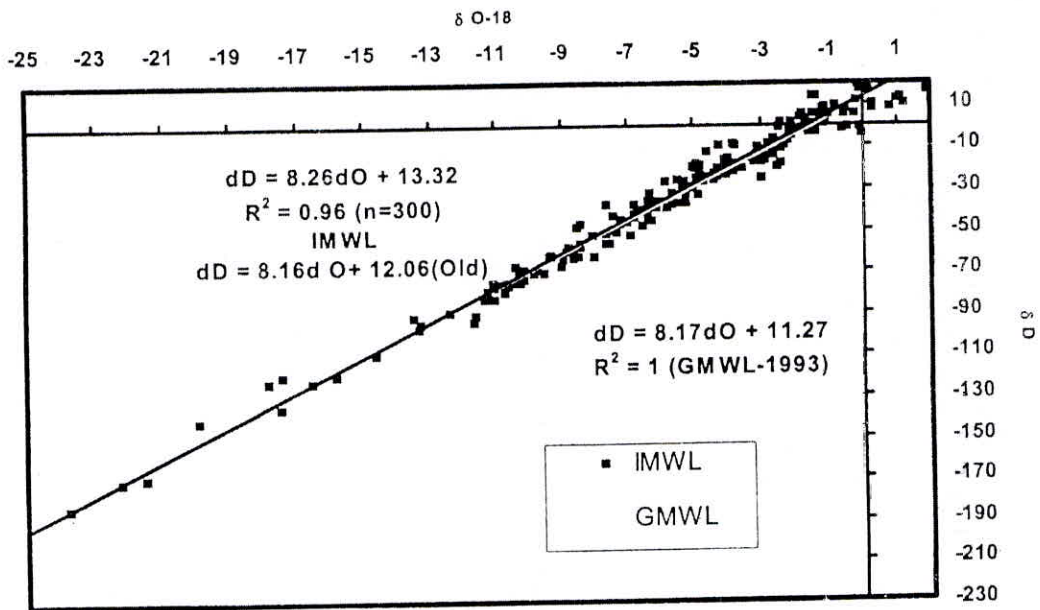
- 5- 18 व D के के आंकड़ों को EC, तापमान, ऊंचाई, दूरी आदि से सम्बन्ध स्थापित किया गया है।
- 6- द्रोणी में विभिन्न जल विज्ञानीय प्रक्रियाओं मिश्रित होना, वाष्पोत्सर्जन आदि के कारण भारतीय नदियों के, समस्थानिक संकेताक्षर वर्षा जल के संकेताक्षर से भिन्न है। देश के विभिन्न भागों में कम गहराई वाले भू-जलों का समस्थानिकों संकेताक्षर विभिन्न है।
- 7- भारत के विभिन्न स्थानों पर समय के साथ $\delta^{18}O$ में बदलाव चित्र में दर्शाया गया है जो कि यह दर्शाता है कि देश के दक्षिणी भाग से उत्तरी भाग तक विचार करने योग्य विभिन्नता है।



चित्र 1 dO-18 का समय के साथ परिवर्तन



चित्र . 2 स्थानिय उल्का का जलीय रेखा



चित्र 3 वर्षा में $\delta^{18}O$ तथा δD

