चतुर्थ राष्ट्रीय जल संगोष्ठी
2011

जल संसाधनों के प्रबंधन में नवीनतम तकनीकों का प्रयोग

16–17 दिसम्बर, 2011

NATIONAL INSTITUTE OF HYDROLOGY
राष्ट्रीय जल विज्ञान संस्थान
आपो हि ष्ठा मयोभुवः

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान
जलविज्ञान भवन
रूडकी–247667 (उत्तराखंड)

ट्रीटियम टैगिंग तकनीक द्वारा वर्षा से भूजल पुनः पूरण का आंकलन

एस.के.वर्मा[1]	भीष्म कुमार[1]	मौहर सिंह[1]
वैज्ञा. सी	वैज्ञा. एफ	तकनीशियन

[1]राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की

सारांश

जल संसाधनों के उचित प्रबंधन में भू–जल में रिचार्ज का आकलन एक अत्यन्त महत्वपूर्ण पहलू है। सामान्यतः पर्याप्त आंकड़ों की अनुपलब्धता के कारण व्यवहारिक विधियों द्वारा भू–जल में वर्षा जल अथवा/और सिंचाई जल की वजह से रिचार्ज का आंकलन करना कठिन कार्य है। वर्षा जल अथवा सिंचाई जल का भू–जल में रिचार्ज का आकलन करने के लिए समस्थानिक विधि विशेषतः ट्रीटियम टैगिंग तकनीक भारत के कई क्षेत्रों सहित विभिन्न देशों में सफलता पूर्वक प्रयोग में लाई जा चुकी है।

प्रस्तुत प्रपत्र में नर्मदा बेसिन के अन्तर्गत जिला नरसिंहपुर (म.प्र.) के कुछ भागों में वर्षाजल एवं सिंचाई जल के कारण भू–जल में रिचार्ज का आंकलन ट्रीटियम टैगिंग तकनीक द्वारा लगाया गया है। अध्ययन क्षेत्र में जोते हुए तथा बिना जोते हुए खेतों में परीक्षण किये गये हैं। अध्ययन क्षेत्र में मुख्यतः चार प्रकार की मृदायें जैसे मिट्टी, मिट्टी दुमट, दुमट तथा रेतीली दुमट मिट्टी पायी गई हैं। अध्ययन क्षेत्र की औसत वार्षिक वर्षा 1246 मिमी0 है। अध्ययन क्षेत्र में भू–जल में रिचार्ज का प्रतिशत मृदा के प्रकार तथा अन्य भू–जल विज्ञानीय दशाओं के कारण 7.76% से 22.44% तक पाया गया है। प्रस्तुत प्रपत्र में प्रयुक्त की गई समस्थानिक विधि विशेषतः ट्रीटियम टैगिंग तकनीक की कार्य प्रणाली तथा अध्ययन क्षेत्र की विस्तृत जानकारी दी गई है। अध्ययन क्षेत्र में भू–जल में रिचार्ज का आंकलन मुख्यतः वर्ष 1995 में मानसून की अवधि में किया गया।

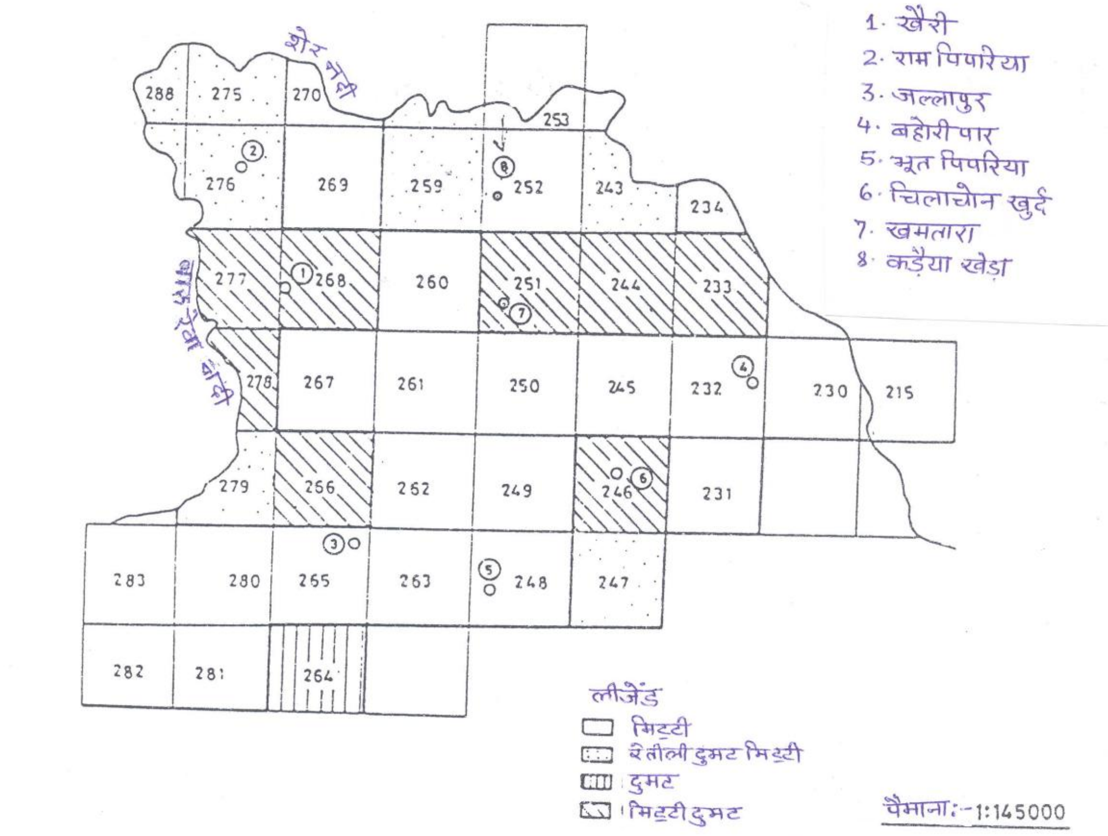
1. प्रस्तावना

भू–सतह से मृदा की अनुवर्ती परतों में भू–जल में रिचार्ज अंतःस्यंदन की प्रकिया द्वारा नियंत्रित होता हैं जो कि असंतृप्त मृदा में पानी की गति का अध्ययन करने के लिए आवश्यक मुख्य प्राचलों में से एक हैं। भू–सतह से मृदा में जल के प्रवेश की प्रक्रिया को अन्तःस्यंदन कहते हैं। भू–जल संसाधनों के मूल्यांकन के लिए भू–जल में रिचार्ज का आकलन आवश्यक है। अधिकतर क्षेत्रों में, भू–जल में रिचार्ज का मुख्य स्त्रोत अवक्षेपण होता है। परन्तु सिंचित क्षेत्रों में इरीगेशन रिटर्न प्रवाह भी भू–जल रिचार्ज में महत्वपूर्ण ढंग से योगदान करता है।

अवक्षेपण तथा सिंचाई जल (जो कि भूजल में डायरेक्ट लम्बवत रिचार्ज का योगदान करते हैं) के रिचार्ज का एक पार्श्विक भाग प्राकृतिक जलीय प्रवणता के कारण अधः स्तल क्षैतिज प्रवाह के माध्यम से होता है। समस्थानिक विधियाँ रिचार्ज के लम्बवत् भाग का आकलन करने के लिए प्रयोग में लाई जा सकती हैं। भू–जल में रिचार्ज के लम्बवत् भाग का प्राकृतिक रूप से इन्जेक्टेड पर्यावरणीय समस्थानिकों जैसे ऑक्सीजन–18, ड्यूटेरियम तथा ट्रीटियम के द्वारा आकलन किया जा सकता है। साथ ही कृत्रिम ट्रीटियम (जिसको चुनिंदा स्थलों पर इन्जेक्ट किया जाता है) भी इस कार्य के लिए प्रयोग में लाया जा सकता है। प्रस्तुत प्रपत्र में, कृत्रिम ट्रीटियम भूजल में रिचार्ज का आकलन करने के लिए प्रयोग मे लाया गया है।

2. अध्ययन क्षेत्र

अध्ययन क्षेत्र नर्मदा नदी बेसिन में स्थित बरगी डैम से निकली नहर के बांयी तरफ के किनारे का कमाण्ड एरिया है। यह दो–आब का क्षेत्र पूरब में शेर नदी पश्चिम में बारू रेवा तथा दक्षिण में बरगी नहर के बांये किनारे के बीच स्थित हैं। इस क्षेत्र का लेटीट्यूड $22^0$50'N से $23^0$1'N तथा लोंगीट्यूड $79^0$8'E से $79^0$23'E है। इसका क्षेत्रफल लगभग 250 कि.मी.^{2} है। यह क्षेत्र मध्य प्रदेश के नरसिंहपुर जिले के पूरब में स्थित तथा स्टेट हाइवे 22 जो कि जबलपुर से होशंगाबाद जाता है और इसके बीचों–बीच गुजरता है तथा मुख्य ब्रोडगेज रेलवे लाइन जो कि हावड़ा से मुम्बई जाती है, भी इस क्षेत्र से गुजरती है। सतही मृदा एवं सुलभता को ध्यान में रखते हुए आठ स्थलों को अध्ययन हेतु चुना गया। जिनको चित्र (1) में दिखाया गया है। दूसरी अन्य जानकारी हेतु इन स्थलों को तालिका 1 में दर्शाया गया है।



चित्र 1- अध्ययन क्षेत्र में चयनित परीक्षण स्थल

तालिका 1 : परीक्षण स्थल की सारणी एवं अन्य विवरण

क्रमांक	परीक्षण स्थल का नाम	जोता हुआ / बिना जोता हुआ	ट्रीटियम इन्जैक्शन की तिथि	सैम्पलिंग की तिथि
1.	खैरी	जोता हुआ	28.06.95	10.10.95
2.	राम पिपरिया	जोता हुआ	29.06.95	09.10.95
3.	जल्लापुर	जोता हुआ	29.06.95	11.10.95
4.	भूत पिपरिया	बिना जोता हुआ	30.06.95	11.10.95
5.	बहोरीपार	जोता हुआ	30.06.95	12.10.95
6.	चिलाचोन खुर्द	जोता हुआ	30.06.95	12.10.95
7.	खमतरा	जोता हुआ	2.07.95	08.10.95
8.	कड़ैया खेड़ा	बिना जोता हुआ	3.07.95	08.10.95

अध्ययन क्षेत्र की समुद्रतल से ऊँचाई 313 मी. से 380 मी. के बीच वेरी करती है। भौगोलिक स्थिति के हिसाब से नदियों के पास के इलाके को छोड़कर शेष एरिया समतल है। यहाँ केवल चार प्रकार की मृदा हैं जैसे – मिट्टी, मिट्टी दुमट, रेतीली दुमट मिट्टी तथा दुमट। जिसमें मिट्टी एवं मिट्टी दुमट की अधिकता है। क्षेत्र में औसत वार्षिक वर्षा 1246 मिमी0 है। सामान्यतः अध्ययन क्षेत्र का तापमान 2^0C से 45^0C तक रहता है।

3. कार्यविधि

3.1 क्षेत्र परीक्षण

सतही मृदा तथा स्थल की सुलभता को ध्यान में रखते हुए परीक्षण के लिए स्थलों का चुनाव किया गया। मानसून से पहले ट्रीटियम इन्जैक्शन 8 स्थलों पर किये गए जो कि चित्र संख्या (1) में दिखाए गये हैं। प्रत्येक परीक्षण स्थल पर ट्रीटियम इन्जैक्शन के दो सैट लगाए गये। प्रत्येक सैट में जमीन में पाँच छेद किये गये। प्रत्येक सैट में एक छेद केन्द्र पर तथा अन्य चार छेद 10 सेमी0 की रेडियस के वृत्त पर किए गये। 70 सेमी0 गहरे छेद बनाने के लिए सबसे पहले ड्राइव रॉड (12 मिमी0 व्यास) जमीन में हथौड़े से ठोकी गई। इसके बाद ड्राइव रॉड जमीन से बाहर निकाल ली गई तथा छेदों में स्टैन लैस स्टील पाईप (इन्जैक्शन पाईप) डाला गया। इस इन्जैक्शन पाईप के द्वारा प्लास्टिक सिरिंज की सहायता से 2 मिमी0 ट्रीटियम (विशिष्ट एक्टिविटी–40 माइक्रोक्यूरी/ली0) प्रत्येक छेद में डाला गया। ट्रीटियम इन्जैक्शन करने के बाद प्रत्येक छेद को पूरी तरह से मृदा से भर दिया गया। प्रत्येक परीक्षण स्थल पर कुछ लोहे की कीलें इन्जैक्शन के सैटों की लाईन पर हथौड़े से ठोकी गई तथा जमीन में छोड़ दी गई, जिन्होंने प्रत्येक परीक्षण स्थल के लिए मार्कर का काम किया। परीक्षण स्थल किसानों द्वारा सामान्य उपयोग के लिए छोड़ दिए गए। सैम्पलिंग मानसून के तुरन्त बाद अक्टूबर 1995 के माह के दौरान की गई। मृदा सैम्पल एक हैण्ड ऑगर (व्यास–2 इंच) की सहायता से (10 सेमी0 सेक्सन) निकाले गये। मृदा सैम्पल भू–सतह से लगभग 150/200 सेमी0 गहराई तक लिए गये। मृदा सैम्पल सावधानी पूर्वक एकत्रित किए गये तथा ठीक से बंद पालीथीन बैग में पैक किए गये, जिससे कि वातावरण की नमी का आदान–प्रदान न हो। ठीक से पैक किए गये मृदा सैम्पल विश्लेषण के लिए प्रयोगशाला में ले जाए गये।

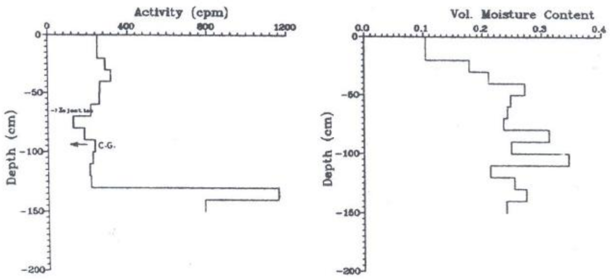
3.2 प्रयोगशाला परीक्षण

जून–जुलाई 1995 के दौरान एकत्रित किए गये मृदा सैम्पल का कण आकार विश्लेषण संस्थान की मृदा एवं भू–जल प्रयोगशाला में छलनी तथा अवसादन विधि द्वारा किया गया। कण आकार विश्लेषण के परिणाम तालिका (2) में दिए गये हैं।

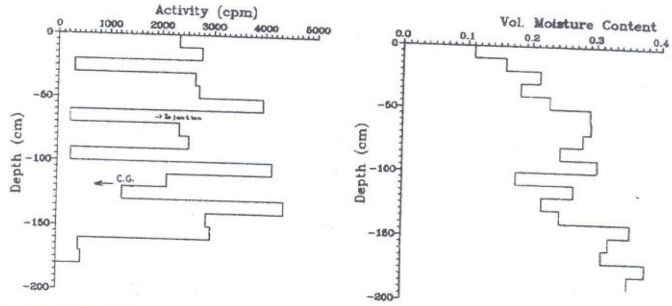
तालिका 2 : अध्ययन क्षेत्र में कण आकार विश्लेषण

कमांक	स्थल का नाम	% बजरी > 2.0mm	% बालू 2mm-0.075mm	% सिल्ट 0.075mm-0.002mm	% मिट्टी < 0.002mm
1.	खैरी	2.60	5.65	42.25	49.50
2.	राम पिपरिया	8.60	17.90	30.00	43.50
3.	जल्लापुर	2.70	7.05	36.25	54.00
4.	बहोरीपार	0.10	6.65	39.50	53.75
5.	भूत पिपरिया	2.20	17.55	29.75	50.00
6.	चिलाचोन खुर्द	0.50	27.00	15.50	57.00
7.	खमतरा	4.20	8.00	13.30	74.50
8.	कड़ैया खेड़ा	5.30	6.50	12.20	76.00

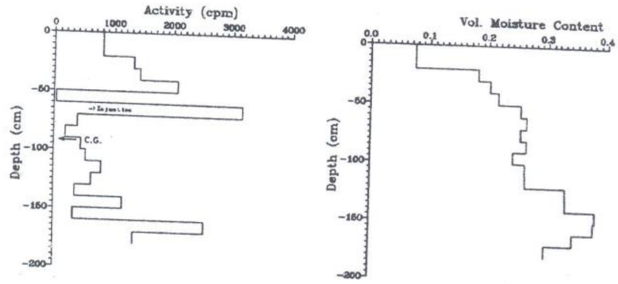
इसके बाद मानसून काल के बाद अक्टूबर 1995 में एकत्रित किए गए मृदा सैम्पल का जलांश आर्द्रवजन के आधार पर भारात्मक विधि द्वारा निकाला गया। प्रत्येक मृदा सैम्पल का बल्क घनत्व सैम्पल के आर्द्रवजन को सैम्पल के आयतन से भाग देकर निर्धारित किया गया। प्रत्येक मृदा सैम्पल का आयतनी जलांश आर्द्रवजन के आधार पर निर्धारित किए गए जलांश को मृदा सैम्पल के बल्क घनत्व द्वारा गुणा करके निर्धारित किया गया। प्रत्येक स्थल पर आयतनी जलांश का गहराई के साथ परिवर्तन चित्र (2) से चित्र (9) में दर्शाया गया है।



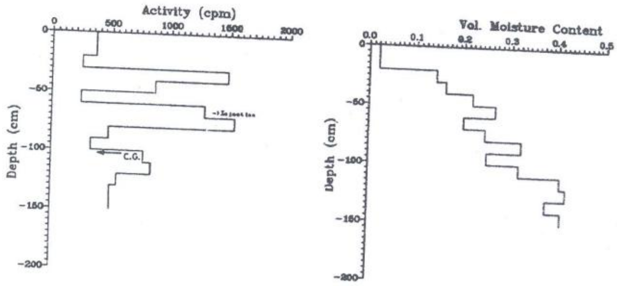
चित्र 2: खैरी स्थल पर शुद्ध ट्रीटियम काउन्ट प्रति मिनट तथा आयतनी जलांश



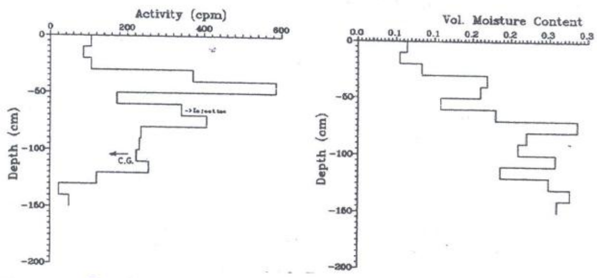
चित्र 3: राम पिपरिया स्थल पर शुद्ध ट्रीटियम काउन्ट प्रति मिनट तथा आयतनी जलांश



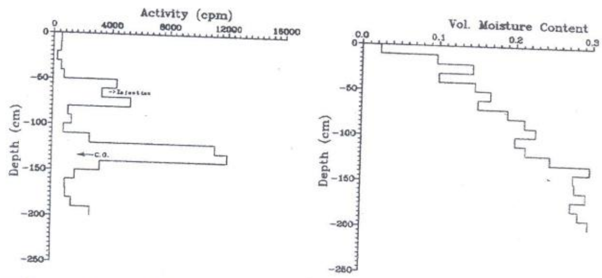
चित्र 4: जल्लापुर स्थल पर शुद्ध ट्रीटियम काउन्ट/मिनट तथा आयतनी जलांश



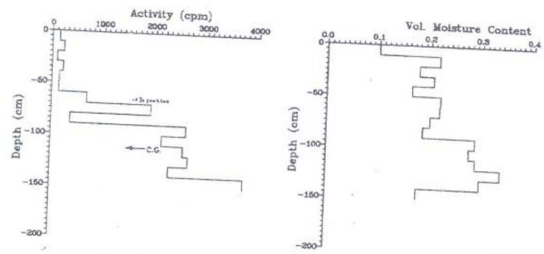
चित्र 5: बहोरीपार स्थल पर शुद्ध ट्रीटियम काउन्ट/मिनट तथा आयतनी जलांश



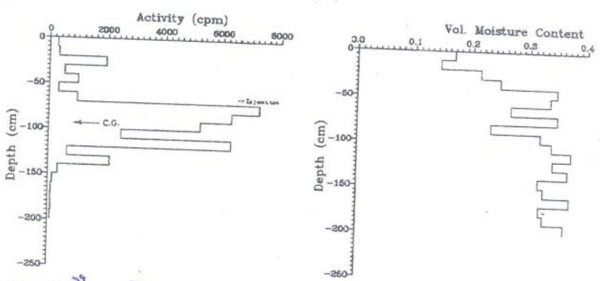
चित्र 6: भूतपिपरिया स्थल पर शुद्ध ट्रीटियम काउण्टर/मिनट तथा आयतनी जलांश



चित्र 7: चिलाचोन खुर्द स्थल पर शुद्ध ट्रीटियम काउण्ट/मिनट तथा आयतनी जलांश



चित्र 8: खमतरा स्थल पर शुद्ध ट्रीटियम काउण्ट/ मिनट तथा आयतनी जलांश



चित्र 9: कड़ैया खेड़ा स्थल पर शुद्ध ट्रीटियम काउण्ट/मिनट तथा आयतनी जलांश

प्रत्येक मृदा सैम्पल के आयतनी जलांश के निर्धारण के बाद, प्रत्येक मृदा सैम्पल का निम्न दबाव के अन्तर्गत आसवन किया गया जिससे जल के साथ एकत्रित होने वाली वाष्पशील अशुद्वियों को रोका जा सके। आसवन द्वारा प्रत्येक मृदा सैम्पल से जल निकालकर शीशियों में एकत्रित किया गया। इस प्रकार एकत्रित किए गये प्रत्येक जल नमूने में शुद्व ट्रीटियम काउण्ट प्रति मिनट संस्थान की नाभिकीय जलविज्ञान प्रयोगशाला में उपस्थित नॉरमल लिक्विड सिन्टीलेशन

काउण्टर की सहायता से मापे गये। प्रत्येक स्थल पर शुद्व ट्रीटियम काउण्ट प्रति मिनट का गहराई के साथ परिर्वतन चित्र (2) से चित्र (9) में दर्शाया गया है।

3.3 भू–जल में रिचार्ज का निर्धारण

प्रत्येक परीक्षण स्थल के लिए निर्धारित शुद्व ट्रीटियम काउण्ट प्रति मिनट (शुद्व ट्रीटियम काउण्ट रेट) गहराई अन्तराल के विरूद्व हिस्टो–ग्राम के रूप में प्लाट किए गए। जिससे इन्जैक्ट किए गये ट्रीटियम की मूल तथा शिफ्टेड पीक की स्थिति पता चली। प्रत्येक परीक्षण स्थल पर इन्जैक्ट किए गए ट्रीटियम तथा आयतनी जलांश का गहराई के साथ परिवर्तन चित्र (2) से (9) तक में दर्शाया गया है। शिफ्टेड ट्रीटियम पीक की स्थिति जानने के बाद पीक के गुरूत्वीय केन्द्र निकाला गया तथा इन्जैक्शन की मूल गहराई (70 सेमी0) से ट्रीटियम–पीक के शिफ्ट तक का आकलन किया गया।

प्रत्येक परीक्षण स्थल के लिए भूजल में रिचार्ज का आकलन ट्रीटियम की पीक शिफ्ट तथा पीक शिफ्ट क्षेत्र में औसत आयतनी जलांश (मृदा के सैम्पल एकत्र करते समय) को गुणा करके किया गया जोकि तालिका (3) में दर्शाया गया हैं। विभिन्न परीक्षण स्थलों पर वर्ष 1995 की मानसून वर्षा के कारण भूजल में रिचार्ज का प्रतिशत भी तालिका (3) में दर्शाया गया है।

तालिका 3 : विभिन्न परीक्षण स्थलों पर पीक शिफ्ट, औसत आयतनी जलांश, रिचार्ज, वर्षा, सिंचाई, % रिचार्ज

स्थल का नाम	पीक शिफ्ट (सेमी0)	औसत आयतनी जलांश	रिचार्ज (सेमी0)	वर्षा (सेमी0)	सिंचाई (सेमी0)	रिचार्ज %	सिल्ट+मिट्टी (%)	बजरी (%)
खैरी	22.99	0.274	6.30	82.09	0.0	7.67	91.75	2.6
राम पिपरिया	50.66	0.297	15.03	67.00	0.0	22.44	73.50	8.6
जल्लापुर	20.59	0.259	5.33	67.00	0.0	7.96	90.25	2.7
बहोरीपार	33.75	0.241	8.13	75.00	0.0	10.80	93.25	0.1
भूत पिपरिया	34.24	0.243	8.33	75.00	0.0	11.05	79.75	2.2
चिलाचोन खुर्द	61.00	0.214	13.05	75.00	0.0	17.30	72.50	0.5
खमतरा	43.88	0.237	10.40	75.00	0.0	13.80	87.80	4.2
कड़ैया खेड़ा	26.08	0.300	7.81	75.00	0.0	10.37	88.20	5.3

4. परिणाम तथा विवेचना

विभिन्न परीक्षण स्थलों जैसे खैरी, राम पिपरिया, जल्लापुर, बहोरीपार, भूत पिपरिया, चिलाचोन खुर्द, खमतरा तथा कड़ैया खेड़ा पर वर्ष 1995 की मानसून वर्षा के कारण भू–जल में रिचार्ज का प्रतिशत क्रमशः 7.67, 22.44, 7.96, 10.08, 11.05, 17.3, 13.8 तथा 10.37% पाया गया है। खैरी, जल्लापुर, बहोरीपार, भूत पिपरिया तथा कड़ैया खेड़ा स्थलों पर भू–जल में रिचार्ज का प्रतिशत अपेक्षाकृत कम (क्रमशः 7.67, 7.96, 10.8, 11.05 तथा 10.37%) पाया गया। परन्तु मृदा में सिल्ट, मिट्टी तथा बजरी के प्रतिशत को ध्यान में रखते हुए, भू–जल में रिचार्ज प्रतिशत की मात्रा उचित जान पड़ती है। साथ ही भूत पिपरिया तथा कड़ैया खेड़ा स्थल बिना जोते हुए क्षेत्र से सम्बन्धित हैं तथा इन स्थलों पर अपेक्षाकृत कम रिचार्ज होना चाहिए। लेकिन मृदा में सिल्ट तथा मिट्टी का कम प्रतिशत तथा बजरी की अधिक प्रतिशत के कारण खैरी, जल्लापुर तथा बहोरीपार स्थलों की तुलना में, भू–जल में रिचार्ज का प्रतिशत इन स्थलों पर उचित जान पड़ता है।

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान
जलविज्ञान भवन
रूड़की–247 667 (उत्तराखंड)

दूरभाष : 01332–272106
फैक्स : 01332–272123
ई–मेल : nihmail@nih.ernet.in
वेब : www.nih.ernet.in