# बिष्ट–दोआब पंजाब में भूजल दोहन के प्रभावः पानी की गुणवत्ता के भविष्य के लिए प्रक्षेप पथ निहितार्थ

गोपाल कृष्ण[1'], डी. जे. लैपवर्थ[2], एम. एस. राव[1], ए. एम. मैकडोनाल्ड[2], सुधीर कुमार[1] और पंकज गर्ग[1]

[1]राष्ट्रीय जल विज्ञान, संस्थान रुड़की–247667, उत्तराखंड, भारत
[2]ब्रिटिश जियोलाजिकल सर्वे, यूनाइटेड किंगडम
पत्राचारः drgopal.krishan@gmail.com

## सारांश

भूजल एक महत्वपूर्ण संसाधन है, जिसका लगातार पंजाब सहित संपूर्ण भारत में पीने के पानी, कृषि और उद्योग के लिए एक लंबे समय से दोहन हो रहा है। यह दोहन पंजाब में उथले जलभृतों में कम पानी होने के कारण गहरे जलभृतों से ज्यादा किया जा रहा है जिससे भूजल तालिका में गिरावट पायी गयी है जिससे इसकी मात्रा और गुणों का क्षय हो रहा है। इसीलिए वर्तमान अध्ययन बिष्ट–दोआब जलग्रह, पंजाब, उत्तर–पश्चिमी भारत में सिंचाई के लिए निरंतर अमूर्त भूजल संसाधनों की प्रतिक्रिया और पूर्वानुमान की संभावना एवं भविष्य प्रक्षेप पथ को समझने के उद्देश्य से किया गया। भूजल नमूने 19 साइटों से गहरे और उथले जलभृत से लिए गए। जांच में पाया गया की नाइट्रेट की उथले जलभृत से उस गहराई तक पहुँचने की सम्भावना है जिस में, यदि उथले और गहरे जलभृतों से भूमिगत जल की निकासी वर्तमान दर से जारी रही, भविष्य में वृद्धि हो सकती है। स्वाभाविक रूप से पाए जाने वाले संदूषण–आर्सेनिक और फ्लोराइड की मात्रा सभी साइटों में डब्लू एच ओ (WHO) द्वारा पीने के पानी के लिए जारी दिशानिर्देश में तय सीमा से कम पायी गयी। यह अध्ययन भविष्य में पीने के पानी के गहरे स्रोतों में पाये जाने वाले अन्य मानवजनित संदूषणों जैसे की कीटनाशकों के लिए निहितार्थ है।

## Abstract

The present study was undertaken with an aim to understand the response of groundwater resources in Bist-Doab catchment of Punjab in Northwest India to sustained abstraction for irrigation and forecast likely future trajectories. The groundwater samples were taken randomly from 19 sites for deeper and shallow aquifers and the nitrate may have breakthrough from the shallow groundwater to depth which is likely to be enhanced in the future if the current increases in pumping from the shallow and deep aquifers continue. The naturally occurring contaminants arsenic and fluoride were present at concentrations below WHO guideline drinking water limits for all sites and median concentrations were below 10 µg/L and 1.5 mg/L respectively. This has implications for future contamination of deep sources of drinking water from other anthropogenic contaminants such as pesticides.

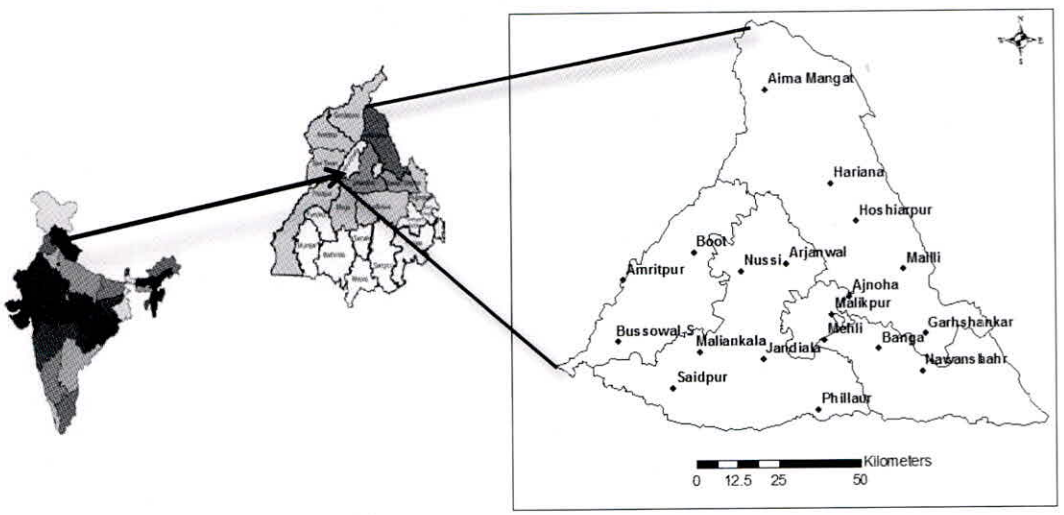
## परिचय

भूजल एक महत्वपूर्ण संसाधन है, जिसका पीने के पानी, कृषि और उद्योग के लिए पंजाब सहित भारत में लगातार एक लंबे समय से अधिक मात्रा मे दोहन हो रहा है (लापवर्थ एट आल, 2014अ; कृष्ण एट आल, 2014ब)। यह दोहन पंजाब में उथले जलभृतों में कम पानी होने के कारण गहरे जलभृतों से ज्यादा किया जा रहा है (स्टैटिस्टिकल अब्स्त्रक्त ऑफ़ पंजाब, 2013) जिससे भूजल तालिका में गिरावट पायी गयी है जिससे इसकी मात्रा और गुणों का क्षय हो रहा है (चोपड़ा, 2014अ, ब; कृष्ण एंड चोपड़ा, 2015; कृष्ण एट आल, 2015; लोहानी एंड कृष्ण, 2015; लोहानी एट आल, 2015)। बिष्ट–दोआब क्षेत्र सतलूज और व्यास नदी के मध्य स्थित है। इस क्षेत्र में कृषि के लिये सिचाई का मुख्य साधन भूजल है। सिचाई में प्रयुक्त होने वाले भूजल को उथले जलभृतों एंव गहरे जलभृतों को अनियंत्रित ढग से दोहन किया जा रहा है जिस कारण भूजल भंडार पर भारी दबाव पडा है (कृष्ण एट आल, 2014अ–ब; 2013अ,ब; लापवर्थ एट आल, 2014अ, ब; मैकडोनाल्ड एट आल, 2013, 2014; राव एट आल, 2014; शर्मा एट आल, 2014)। इसीलिए वर्तमान अध्ययन बिष्ट–दोआब जलग्रह, पंजाब,

उत्तर–पश्चिमी भारत में सिंचाई के लिए निरंतर अमूर्त भूजल संसाधनों की प्रतिक्रिया और पूर्वानुमान की संभावना एवं भविष्य प्रक्षेप पथ को समझने के उद्देश्य से किया गया। इस अध्ययन में वर्तमान व भविष्य मे भूजल की गुणवत्ता एंव उपलब्धता की सम्भावना एंव भण्डारन पर विस्तृत विवेचना की गयी है एवं भूजल नमूने 19 साइटों से गहरे और उथले जलभृत से लिए गए।

## अध्ययन क्षेत्र

विष्ट–दोआब जल ग्रहण का क्षेत्रफल 9060 वर्ग किमी है तथा इसमे भारत के पंजाब राज्य के नवांशहर, होशियारपुर, कपूरथला और जालन्धर जिले शामिल है। इसकी स्थलाकृति उत्तर–पूर्व में शिवालिक पर्वत श्रेणियों, उत्तर एवं पश्चिम दिशा में व्यास नदी व पूर्व–दक्षिण में सतलूज नदी से घिरा है। यह क्षेत्र 30°51' - 30°04' नार्थ एवं 74°57' से 76°40' ईस्ट के मध्य स्थित है (चित्र 1)। अध्ययन क्षेत्र भारत के गंगा जलोढ़ कछार जलभृत के मध्य स्थित है। जलनिकासी घनत्व शिवालिक पहाडियों से सटे पूर्वोत्तर पट्टी में अधिक है लेकिन शेष क्षेत्र में सामान्य है। जलग्रहण क्षेत्र का समतल क्षेत्र का ढाल बहुत कम है तथा इसका क्षेत्रीय ढाल 0.4 मीटर/किलोमीटर दक्षिणी–पूर्व की ओर है।




**चित्र 1. विष्ट–दोआब में नमूने लेने की साइट**

## विधि एंव उपकरण

भूजल नमूनो को सन् 2013 में उथले जलभृत (50 मीटर से कम गहरे–अजनेहा को छोड कर) व गहरे जलभृत (100 मीटर से अधिक गहरे, दूसरे एवं तीसरे जलमृत) से (100 मीटर से अधिक गहरे, दूसरे वे तीसरे जलमृत) से लिया गया (चित्र 1, तालिका–1)। नमूना स्थलों का नक्शे पर मापन ग्रार्मिन ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम से किया गया है। भूजल नमूनों को एकत्र करने से पूर्व बोर होल में 15 मिनट के पम्प करने के पश्चात, ताजा जल नमूने को एकत्र किया गया है। भूजल का रसायनिक विश्लेषण सुनिश्चित करने के लिये प्रवाह माध्यम का प्रयोग कर विद्युत चालकता (EC) व पी एच (pH) के मान की गणना प्रेक्षण स्थल पर सावधानी पूर्वक की गयी। बिना अम्लीकृत भूजल नमूनों में फ्लोराइड (F) एवं नाइट्रेट ($NO_3$) का विश्लेषण करने के लिये डायोनेक्स आयन क्रोमॅटोग्राफ (आयीसीअस–5000) का प्रयोग राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान की प्रयोगशाला में किया गया है। आर्सेनिक (As) का विश्लेषण आई सी पी–एम एस में ब्रिटिश जियोलाजिकल सर्वे, यूनाइटेड किंगडम की प्रयोगशाला में किया गया है।

**तालिका –1: विष्ट–दोआब में नमूनों का विवरण (कृष्ण एट आल, 2014अ)**

| प्रेक्षण केन्द्र | जिला | गहराई (मीटर) | | pH | | EC (µS/cm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | उथले | गहरे | उथले | गहरे | उथले | गहरे |
| बंगा | नवांशहर | 16 | 100 | 7.2 | 7.1 | 719 | 854 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| मेहली | नवांशहर | 40 | 150 | 7.3 | 7.3 | 1061 | 648 |
| फिल्लौर | जालन्धर | 30 | 80 | 7.1 | 7.1 | 924 | 1123 |
| मलिकपुर | कपूरथला | 25 | 160 | 7.1 | 7.5 | 981 | 510 |
| नवांशहर | नवांशहर | 30 | 130 | 7.1 | 7.1 | 909 | 731 |
| मैली | होशियारपुर | 45 | 80 | 6.9 | 7.3 | 681 | 441 |
| हरियाणा | होशियारपुर | 50 | 160 | 7.4 | 7.3 | 489 | 435 |
| ऐमा मंगत | होशियारपुर | 20 | 85 | 6.6 | 7.3 | 526 | 451 |
| अरजनवाल | जालन्धर | 10 | 140 | 6.9 | 7.5 | 906 | 458 |
| जंडियाला | जालन्धर | 30 | 60 | 6.5 | 7.0 | 1539 | 859 |
| सैदपुर | जालन्धर | 35 | 122 | 6.9 | 7.3 | 1375 | 634 |
| मल्लिान कलां | जालन्धर | 35 | 130 | 7.3 | 7.4 | 845 | 445 |
| बुस्सोवाल | कपूरथला | 9 | 130 | 7.0 | 8.0 | 1737 | 540 |
| बूट | कपूरथला | 10 | 130 | 7.3 | 7.6 | 1213 | 405 |
| गढ़शंकर | होशियारपुर | 18.3 | 45.7 | 7.1 | 7.1 | 745 | 772 |
| होशियारपुर | होशियारपुर | 45.7 | 64 | 6.9 | 7.5 | 1816 | 439 |
| अजनोहा | होशियारपुर | 67 | 121.9 | 7.56 | 7.3 | 620 | 630 |
| नुस्सी पिंड | जालन्धर | 21.3 | 152.4 | 7.5 | 7.7 | 549 | 493 |
| अमृतपुर | कपूरथला | 7.6 | 76.2 | 8.1 | 8.2 | 209 | 201 |

## परिणाम एंव विवेचना

परिणामों का विश्लेषण पी.एच मान, विद्युतचालकता नाइट्रेट व फ्लोराइड का मान तालिका–2 मे दर्शाया गया है। पी एच का मान उथले जल दायी जलभृतों में 6.5–8.1 के मध्य पाया गया जिसका औसत 7.1 है। गहरे जलभृतों में पी एच का मान 7.0–8.2 के मध्य पाया गया है जिसका औसत 7.4 है। उथले जलदायी जलभृतों में विद्युतचालकता 209 माइक्रोग्राम/लीटर -1816 माइक्रोग्राम/लीटर के मध्य है जिसका औसत 939 माइक्रोग्राम/लीटर है। गहरे जलभृतों में विद्युतचालकता का मान 201 माइक्रोग्राम/लीटर-1123 माइक्रोग्राम/लीटर है जिसका औसत मान 583 माइक्रोग्राम/लीटर है। परिणाम में पी.एच मान मे क्षारियता के मान मे वृद्वि क्षेत्र मे बाईकार्बोनेट आयन के कारण भूजल मे पायी गयी है जो मृदा में वर्षा जल रिसन के कारण हुई है (कृष्ण एट आल, 2014अ)।

तालिका–2 विष्ट–दोआब जलग्रहण क्षेत्र मे नाइट्रेट,फ्लोराइड, आसर्निक का सांख्यिकीय विश्लेषण (कृष्ण एट आल, 2014अ)

| | pH | | EC (µS/cm) | | $NO_3$ (mg/l) | | F(mg/l) | | As(µg/l) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | उथले | गहरे | उथले | गहरे | उथले | गहरे | उथले | गहरे | उथले | गहरे |
| न्यूनतम | 6.5 | 7.0 | 209 | 201 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.10 | 0.55 |
| अधिकतम | 8.1 | 8.2 | 1816 | 1123 | 72.8 | 56.9 | 1.2 | 1.1 | 9.66 | 5.94 |
| औसत | 7.1 | 7.4 | 939 | 583 | 28.1 | 8.8 | 0.4 | 0.4 | 1.20 | 1.30 |
| मानक विचलन | 0.4 | 0.3 | 433 | 213 | 20.7 | 14.6 | 0.3 | 0.2 | 2.30 | 1.30 |

उथले जलभृतों में औसत नाइट्रेट 28.1 मिलीग्राम/लीटर और अधिकतम मान 72.8 मिलीग्राम/लीटर पाया गया है। गहरे जलभृतों में नाइट्रेट सान्द्रता का उच्चतम मान 56.9 मिलीग्राम/लीटर जिसका औसत 8.8 मिलीग्राम/लीटर है नाइट्रेट की सान्द्रता उथले जलग्राही जल जलभृतों में तीन गुणा अधिक पायी गयी है। कुछ गहरे जलभृतों में नाइट्रेट की सान्द्रता 10 मिलीग्राम/लीटर से अधिक है जो दर्शाती है कि नाइट्रेट उथले जलभृतों से गहरे जलभृतों में प्रवेश कर गयी है। दो उथली जलदायी जलभृतों व एक गहरी जलभृत मे नाइट्रेट का मान 50 मिलीग्राम/लीटर से अधिक पाया गया है जो WHO

निर्धारित जलगुणता मानको से अधिक है। अध्ययन क्षेत्र मे गहरे भूजल जलभृतों के EC की लगातार घटन की प्रवृति एंव नाइट्रेट की कम सान्द्रता यह दर्शाती है कि कुछ स्थानो पर गहराई तक मानव जनित प्रदूषण स्त्रोत के हस्तक्षेप के कारण उपजी है जो एक ज्वलंत समस्या है।

सामान्य तौर पर यह देखा गया है कि भूजल मे फ्लोराइड की मात्रा बहुत अधिक है जो भूजल में भूगर्भिक स्थिति के कारण संभव है जबकि सतही जल में फ्लोराइड की मात्रा कम है (रविंदर एट आल, 2003)। इसके अतिरिक्त सामान्य तौर पर जलोढ मैदानी क्षेत्र मे फ्लोराइड की मात्रा उथले जलग्राही जलभृतों मे अधिक होती है परन्तु वर्तमान अध्ययन में अधिकतर नमूनों में फ्लोराइड की मात्रा उथले जलग्राही जलभृतों मे गहरे जलग्राही जलभृतों की अपेक्षा अधिक है जबकि औसत मात्रा बराबर है। इसका मुख्य कारण जलमृत में भूगर्भिक रसायनिक परिवर्तन हो सकता है। दन्त स्वास्थता के लिये फ्लोराइड की मात्रा पीने के पानी में आमतौर पर 0.5–1.0 मिलीग्राम/लीटर के मध्य निर्धारित है WHO के मानक के अनुरूप फ्लोराइड का मान भूजल में 1.5 मिलीग्राम/लीटर है। विश्लेषण के बाद उथले जलदायी जलभृतों में 0.2–1.1 मिलीग्राम/लीटर व गहरे जलमृतो में 0.10–1.20 जलभृतों है। परिणाम स्वरूप किसी भी नमूने में फ्लोराइड की मात्रा अनुज्ञेय सीमा से अधिक नही है। आर्सेनिक की सान्द्रता, सभी नमूनो में WHO के मानक अनुसार 10 माइक्रोग्राम/लीटर की पानी की गुणवत्ता सीमा से कम है। उथले जलग्राही जलभृतों व गहरे जलभृतों दोनो की साइट पर यह 1.4 मिलीग्राम/लीटर के भीतर है। परन्तु होशियारपुर की साइट पर आर्सेनिक की सान्द्रता 9.66 माइक्रोग्राम/लीटर है। औसत आर्सेनिक सान्द्रता विघटन प्रक्रियाओं के कारण उथले साइटो की तुलना मे गहरी जलभृत साइटो में उच्च स्तर पर है। इसलिये भूजल निकाय समय को दूसरे रूप मे प्रयोग किया जा सकता है (एडमंड्स एट आल, 2003)।

## निष्कर्ष

उथले एवं गहरे जलदायी जलभृतों मे पम्प करने की यही दर रही तो भविष्य में नाइट्रेट की सान्द्रता उथले जलभृतों से गहरे जलभृतों में बढ जाने का अनुमान है। स्वाभाविक रूप से पाये जाने वाले दूषित पदार्थ आर्सेनिक व फ्लोराइड अध्ययन क्षेत्र में सभी साइटो पर WHO द्वारा निर्धारित सीमा के अंदर पाये गए हैं और औसत मात्रा क्रमशः 10 माइक्रोग्राम/लीटर एवं 1.5 मिलीग्राम/लीटर के नीचे है।

## आभार

यह कार्य BGS-DFID परियोजना के तहत किया गया है और प्राप्त वित्त पोषण विधिवत स्वीकार किया है। लेखक निदेशक, एनआईएच को उनके निरंतर समर्थन और प्रोत्साहन के लिए धन्यवाद करते हैं।

## सन्दर्भ

चोपड़ा, र.प.स. एंड कृष्ण, गोपाल. 2014अ. एनालिसिस ऑफ़ एक्वीफर चरक्टेरिस्टिक्स एंड ग्रौंड्वातेर क्वालिटी इन साउथवेस्ट पंजाब, इंडिया एअर्थ साइंस एंड इंजीनियरिंग. 4(10 ):597–604.

चोपड़ा, र.प.स. एंड कृष्ण, गोपाल. 2014ब. असेसमेंट ऑफ़ ग्रौंड्वातेर क्वालिटी इन पंजाब. जर्नल ऑफ़ एअर्थ साइंस एंड क्लाइमेट चेंज. 5(10):243.

एडमंड्स व.म., गुइंदौज, अ.ह., मामू, अ., मौला, अ., शंड, प. एंड जोजरी, क. 2003. ग्रौंड्वातेर ईवोलूशन इन थे कॉन्टिनेंटल इंटरकालेरे एक्वीफर ऑफ़ साउथर्न अल्जीरिया एंड तुनिशियाः ट्रेस एलिमेंट एंड इसोटोपिक इंडीकेटर्स. एप्लाइड गेओचेमिस्ट्र्य्, 18 (6), 805–822.

कृष्ण, गोपाल एंड चोपड़ा, रपस. 2015. असेसमेंट ऑफ़ वाटर लॉगिंग इन साउथ वेस्टर्न (SW) पाट्र्स ऑफ़ पंजाब, इंडिया–अ केस स्टडी फ्रॉम मुक्तसर डिस्ट्रिक्ट. NDC-WWC जर्नल. 4(1): 7–10.

कृष्ण, गोपाल, अ.क. लोहानी, राव, म.स. एंड कुमार, सुधीर. 2015. स्पशटेम्पोरल वरिबिलिटी एनालिसिस ऑफ़ ग्रौंड्वातेर लेवल फॉर वाटर रिसोर्सेज डेवलपमेंट एंड मैनेजमेंट इन नॉर्थर्न पंजाब, इंडिया. जर्नल ऑफ़ एनवायरनमेंट एंड एनालिटिकल टॉक्सिकोलॉजी (इन प्रेस).

कृष्ण गोपाल, लापवर्थ डी. ज., राव म. स., कुमार सी. प., स्मिलोविक म. एंड सेमवाल प. 2014अ. नेचुरल (बेसलाइन) ग्रौंड्वातेर क्वालिटी इन डी बीस्ट–दोआब कैचमेंट, पंजाब, इंडियाः अ पायलट स्टडी कपरिंग शल्लोव एंड डीप एक्विफर्स. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ एअर्थ साइंसेज एंड इंजीनियरिंग, 7(01):

अ.क., मारवाह, स., कौशिक, य.बी., अंगूराला, म.ल. एंड सिंह, ग.प. 2014 ब. ग्रौंड्वातेर रिसोर्सेज इन बीस्ट–दोआब रीजन, पंजाब, इंडिया–अं ओवरव्यू. NDC-WWC जर्नल. 3(2): 5–13.

कृष्ण, गोपाल, राव, म. स., लापवर्थ, डी.ज. एंड मैकडोनाल्ड, अ.म. 2013अ. इंडो–गंगेटिक ग्रौंड्वातेर रेसिलिएंस प्रोजेक्ट– पंजाब केस स्टडी. इनः रिपोर्ट ऑफ़ बिग–ग्रौंड्वातेर रेसिलिएंस प्रोजेक्ट (eds-बोन्सर, ह. सी. एंड मक्डोनाल्ड, आ. म.) दुरिंग 4–7 नवंबर 2013 अत इंडिया हैबिटैट सेंटर, नई डेल्ही. बीजीस इंटरनल रिपोर्ट, इर/13/060.

कृष्ण, गोपाल, राव, म. स.,, कुमार, स.प., एंड सेमवाल प. 2013ब. इडेन्टिफयिंग सलिनिज़तिओन उसिंग इसोटोपेस एंड निचेमिस्ट्र्य् इन सेमी–एरिड रीजन ऑफ़ पंजाब, इंडिया जर्नल ऑफ़ जियोलॉजी एंड जोसिएन्सेस 2:4.

लॅपवर्त दान, कृष्ण, गोपाल, राव, एमेस, मक्डोनाल्ड, आलन, 2014आ. इंटेन्सिव ग्राउंडवॉटर एक्सप्लाएटेशन इन थे पंजाबदृ आन एवॅल्यूयेशन ऑफ रीसोर्स आंड क्वालिटी ट्रेंड्स. टेक्निकल रिपोर्ट न्क ओपन रिसर्च आर्काइव,–यूके.

लॅपवर्त, द.ज., कृष्ण, ग., मक्डोनाल्ड, आ.म., राव, म.स., गूद्डी, द.सी. एंड डार्लिंग, डब्ल्यू.ग. 2014ब. यूज़िंग एन्वाइरन्मेंटल ट्रेसर्स तो अंडरस्टॅड थे रेस्पॉन्स ऑफ ग्राउंडवॉटर रिसोर्सस इन न्व इंडिया तो सस्टेंड आब्स्ट्रॅक्षन. इन प्रॉक. ऑफ 41स्ट्रीट इंटरनॅशनल कोनफ. ऑफ इंटरनॅशनल असोसियेशन ऑफ हाइड्रो–जियालजिस्ट (इयाः–2014) ओं ग्राउंडवॉटरः चैलेंजस एंड स्ट्रॅटजीस ड्यूरिंग सेप. 18–19, 2014. अट मॅरेका मरॉक्को.

लोहनी, आ.क. एंड कृष्ण, गोपाल. 2015 अप्लिकेशन ऑफ आर्टिफिशियल नुरल नेटवर्क फॉर ग्राउंडवॉटर लेवेल सिम्युलेशन इन अमृतसर एंड गुरदासपुर डिस्ट्रिक्ट्स ऑफ पंजाब, इंडिया. जर्नल ऑफ अर्त साइन्स आंड क्लाइमेट चेज.

मक्डोनाल्ड, आ. म., बोन्सर, ह. सी., कृष्ण, गोपाल, राव, म. स., आमेड, क.म., टेलर, र.ग., शमसुद्डुहा, म., स्तींबुरगें, फ वन, मकेन्ज़ी, आ.आ., डिक्सिट, आ, मोएंच, म, टकर, ज. 2014 ग्राउंडवॉटर इन थे इंडो-गांगेतिक बेसिनः एवोल्यूशन ऑफ ग्राउंडवॉटर टाइपोलजीस. इन प्रॉक. ऑफ 41स्ट्रीट इंटरनॅशनल कोनफ. ऑफ इंटरनॅशनल असोसियेशन ऑफ हाइड्रो–जियालजिस्ट (इयाः–2014) ओं ग्राउंडवॉटरः चॅलेंजस आंड स्ट्रॅटजीस ड्यूरिंग सेप. 18–19, 2014 अट मॅरेका मरॉक्को.

मक्डोनाल्ड, आ. म., बोन्सर, हेलेन, राव, म. सोमेश्वर, कृष्ण, गोपाल, स्तींबुरगें, फ्रॅंक वन, आमेड, काज़ी, शमसुद्डुहा, मोहम्मद, डिक्सिट, अजाया, मोएंच, मार्कस. 2013 ग्राउंडवॉटर टॉपोलजीस इन थे इंडो गांगेतिक बेसिन, इन प्रॉक. ऑफ इंटरनॅशनल कोनफ. ओं अड्वान्सस इन वॉटर रिसोर्सस डेवेलपमेंट (और) मॉंगेमेंट हेल्ड अट पु, चंडीगार्ह ड्यूरिंग ऑक्टोबर. 23–27, 2013. पः 2.

राव, म. स., प. पुरुषोत्मान, गोपाल कृ ण, य. स. रावत एंड सी. प. कुमार. 2014 हयद्रोचेमिकल एंड आइसटॉपिक इन्वेस्टिगेशन ऑफ ग्राउंडवॉटर रेजीम इन जालंधर आंड कपूरथला डिस्ट्रिक्ट्स, पंजाब, इंडिया. इंटरनॅशनल जर्नल ऑफ अर्त साइन्सस आंड इंजिनियरिंग, 7 (01): 06–15.

रवींद्रा क., अमीना, मीनाक्षी., रानी, मोनिका., एंड कौशिक, आ. 2003. सीज़नल वॅरीयेशन इन फयसिको–केमिकल कॅरेक्टरिस्टिक्स ऑफ रिवर यमुना इन हरयाणा आंड इट्स एकोलॉजिकल बेस्ट–डेज़िग्नेटेड उसे, ज एन्वीरों मॉनित 5: 419.

शर्मा, मनीषी, म. स. राव, द.स. रातोरे, एंड गोपाल कृष्ण. 2014 आन इंटेग्रेटेड अप्रोच तो अग्मेंट थे डेप्लीटिंग ग्राउंड वॉटर रीसोर्स इन बिस्ट–दोआब, रीजन ऑफ पंजाब, इंडिया. इंटरनैशनल जर्नल ऑफ अर्त साइन्सस आंड इंजिनियरिंग, 7 (01): 27–38.

स्टॅटिस्टिकल आब्स्ट्रॅक्ट ऑफ पंजाब (2013) स्टॅटिस्टिकल आब्स्ट्रॅक्ट ऑफ पंजाब गवर्नमेंट ऑफ पंजाब, इंडिया।