

भूजल की गुणवत्ता प्रभावित करने वाले प्राचलों का सांख्यिकीय विधि (प्रिंसीपल कम्पोनेन्ट एनालिसिस) द्वारा निर्धारण

ओमकार सिंह
वैज्ञानिक ई1

वी.के. चौबे
वैज्ञानिक एफ

दिगम्बर सिंह
वैज्ञानिक बी

एस.डी. खोब्रागडे
वैज्ञानिक सी.

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की

सारांश

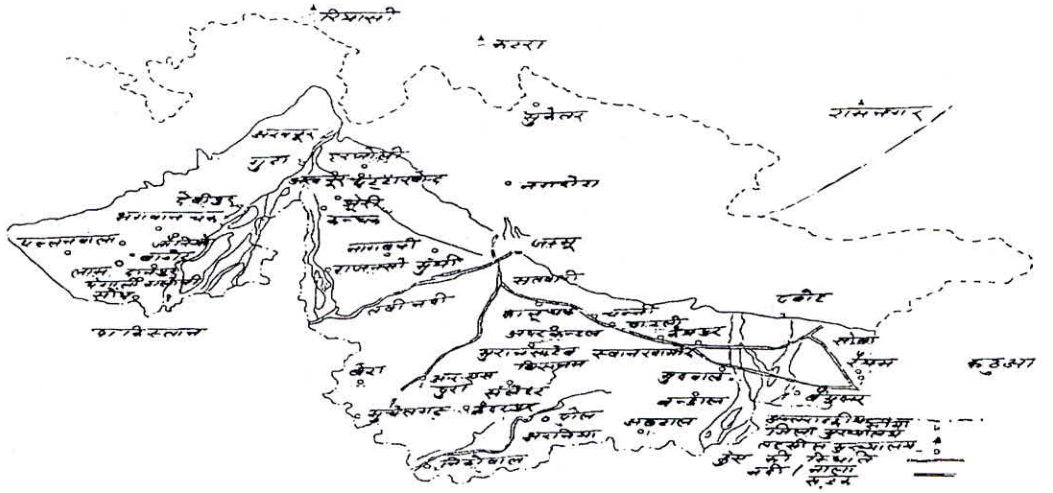
विगत कुछ दशकों में हुए औद्योगिक एवं अन्य विकासों का जल संसाधनों की गुणवत्ता पर विपरीत परिणाम देखा गया है। जल प्रदूषण, लवणता, यूट्रोफिकेशन आदि समस्याएँ दिनोंदिन बढ़ती जा रही हैं। इसका परिणाम न केवल सतही जल संसाधनों पर बल्कि भूजल पर भी देखा जा सकता है। इसलिए जल गुणवत्ता प्रबन्धन वर्तमान जल संसाधन प्रबन्धन का एक महत्वपूर्ण पहलू बन गया है।

इस प्रपत्र में जम्मू जिले के भूजल की गुणवत्ता का प्रिंसीपल कम्पोनेन्ट एनालिसिस (PCA) नामक सांख्यिकीय विधि द्वारा अध्ययन प्रस्तुत किया गया है। इसके लिए कैल्शियम, मैगनीशियम, सोडियम, पोटेशियम, सल्फेट, क्लोराइड, नाइट्रेट एवं बाईकार्बोनेट को आधार बनाया गया है। विश्लेषण में देखा गया है कि प्रथम आईजेन मान (eigen value) 3.698 है जो कि भूजल आंकड़ों के कुल वेरीयेन्स का 46.22 प्रतिशत प्रतिनिधित्व करती है। जबकि द्वितीय आईजेन मान (eigen value) एवं तृतीय आईजेन मान (eigen value) क्रमशः 1.419 एवं 1.079 है, जो कि कुल वेरीयेन्स के क्रमशः 17.73 एवं 13.48 प्रतिशत है। आंकड़ों के वेरीयेन्स में प्रथम तीन घटकों (आईजेन मान 1.0 से अधिक) का योगदान लगभग 77 प्रतिशत है। अध्ययन में यह देखा गया है कि प्रथम प्रिंसीपल कम्पोनेन्ट का भूजल गुणवत्ता प्रबन्धन में सभी प्राचलों का प्रभाव है। प्रथम फैक्टर नाइट्रेट के प्रभाव को प्रमुखत दर्शाता है। नाइट्रेट फैक्टर कृषि क्षेत्र में मानवीय क्रियाकलापों की वजह से उत्पन्न हुए प्रभावों की ओर ध्यान आकर्षित करता है। द्वितीय एवं तृतीय फैक्टर क्रमशः मैगनीशियम एवं बाईकार्बोनेट हैं, जो भूगर्भीय कारकों का प्रतिनिधित्व करता है।

पाईपर ट्राईलीनियर चित्र द्वारा जम्मू जिले की जल गुणवत्ता कैल्शियम- मैगनीशियम-बाई कार्बोनेट हाइड्रो कैमीकल ग्रुप के अधीन है। इस अध्ययन से यह भी ज्ञात हुआ है कि जिले की भूजल गुणवत्ता उच्च लवणता-निम्न सोडियम (C3-S1) ग्रुप के अधीन है। अतः मृदा एवं जल प्रबन्धन से सम्बन्धित विशेष उपायों के अपनाने की जरूरत है।

1.0 प्रस्तावना

यह अध्ययन जम्मू कश्मीर राज्य के जम्मू जिले में किया गया है (चित्र-1)। इसका भौगोलिक क्षेत्र 3233.8 वर्ग किलोमीटर है इसकी टोपोग्राफी कहीं चौरस तो कहीं पहाड़ीनुमा है। क्षेत्र का एल्टीट्यूड 250 मीटर से लेकर 400 मीटर तक है। विनाब नदी यहां सतही जल का प्रमुख स्रोत है, जिसकी तवी और बसन्तर मुख्य ट्राईब्यूट्रीज है। यह क्षेत्र सब ट्रोपीकल क्षेत्र के अन्तर्गत आता है, इस क्षेत्र में औसत वार्षिक वर्षा 109 सेमी और तापमान 4 डिग्री से लेकर 40 डिग्री तक नापा गया है। इस क्षेत्र में सैन्ड स्टोन, सिल्ट स्टोन, रैड एंड प्रपील ट्रांसपोर्टिड क्वार्टजाइट पाये जाते हैं। सॉयल सर्वे आर्गेनाईजेशन, डिपार्टमेंट ऑफ एग्रीकल्चर, जम्मू के अनुसार इस क्षेत्र में लंगोशियन (सिल्टी लोम एवं सिल्टी क्ले लोम) वन सुलतान (सैन्डी लोम से सिल्ट लोम) एवं कोटली भूमियां (सिल्टी क्ले लोम से सिल्टी क्ले) पाई जाती हैं। जम्मू जिले में विभिन्न कुओं से भूजल नमूने एकत्र किए गये। (चित्र-1)



चित्र-1 जम्मू जिले में भूजल गुणता के लिए नमूने एकत्र करने के स्थान।

2.0 प्रयुक्त विधि

यहां पर विश्लेषण सिस्टेड मॉडल को प्रयोग करके किया गया है, इसमें 8 जल गुणता जैसे कि कैल्शियम, मैग्नीशियम, सोडियम, पोटेशियम, बाईकार्बोनेट, सल्फेट, क्लोराइड, नाइट्रेट और पी.एच. प्राचलों को अध्ययन हेतु प्रयोग में लाया गया है। ये प्राचल जम्मू जिले में 26 कुओं से प्राप्त किये गये थे, इन प्राचलों को आव्यूह (मैट्रिक्स) के रूप में दर्शाया गया है। अध्ययन में सांख्यिकीय मानो के अलावा आइजेन वैल्यूज, और प्रिन्सिपल कम्पोनेट घटक प्राप्त किये गये हैं।

3.0 परिणाम

भूजल गुणता प्राचलों से प्राप्त सांख्यिकीय आंकड़े तालिका-1 में दर्शाये गये हैं इस तालिका के अवलोकन करने से विदित है कि अध्ययन क्षेत्र में लवनता एवम नाइट्रोजन का स्तर चिन्ताजनक है।

तालिका-2 में भूजल गुणता प्राचलों से प्राप्त वेरियन्स-कोवेरियन्स मैट्रिक्स दिये गये हैं। तथा भूजल गुणता से प्राप्त के आईजेन मानो को तालिका-2 में दर्शाया गया है। परिणामों से स्पष्ट है कि प्रथम, द्वितीय व तृतीय आईजेन वैल्यूज क्रमशः 3.698, 1.419 व 1.079 है। प्राप्त निष्कर्षों से यह भी पता चलता है कि प्रथम प्रिंसीपल कम्पोनेट का लगभग सभी जल गुणता प्राचलों पर अत्यधिक प्रभाव है, जबकि अन्य कम्पोनेट का प्रभाव ऐसा नहीं है (तालिका-4)।

तालिका 1: भूजल गुणता प्राचलों से प्राप्त सांख्यिकीय आंकड़े (मिलीग्राम/लीटर)

प्राचलों	अधितम मान	न्यूनतम मान	औसत मान
पी एच	8.2	7.2	7.8
विद्युत चालकता (माइक्रो. मोह./सेंमी)	2880	360	1097
बाईकार्बोनेट	722	108	333
क्लोराइड	370	2	55
सल्फेट	345	6	54
नाइट्रेट	66	0.1	9
कैल्शियम	183	5	43
मैगनीशियम	73	5	29
सोडियम	277	4	38
पोटेशियम	250	0.2	29

तालिका 2: भूजल गुणता प्राचलों से प्राप्त वेरियन्स-कोवेरियन्स मैट्रिक्स

	Ca	Cl	HCO ₃	K	Mg	Na	NO ₃	SO ₄
Ca	3.985							
Cl	0.835	0.851						
HCO ₃	1.669	1.5	5.218					
K	0.578	0.322	0.673	0.654				
Mg	-0.447	0.156	0.352	0.026	1.033			
Na	0.76	0.492	0.27	0.395	0.374	1.008		
NO ₃	0.104	0.061	0.043	0.047	0.031	0.088	0.012	
SO ₄	0.268	0.186	0.185	0.262	0.21	0.345	0.037	0.431

तालिका 3 - भूजल गुणता से प्राप्त के आईजेन मान

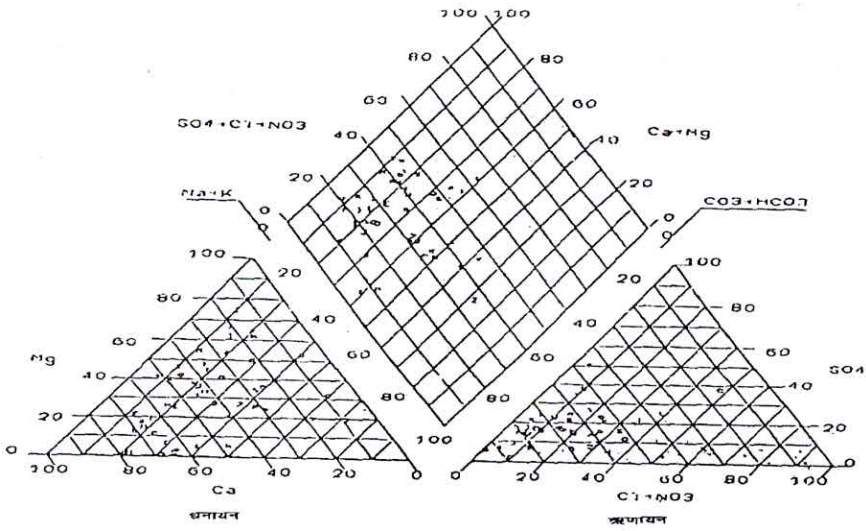
घटक	आईजेन मान	प्रतिशत वेरियन्स	संचयी प्रतिशत वेरियन्स
1	3.698	46.22	46.22
2	1.419	17.733	63.953
3	1.079	13.483	77.436
4	0.71	8.87	86.306
5	0.459	5.733	92.039
6	0.355	4.437	96.476
7	0.188	2.356	98.832
8	0.093	1.168	100.00

तालिका 4: विभिन्न घटकों के अधीन जल गुणता प्राचलों के गुणांक

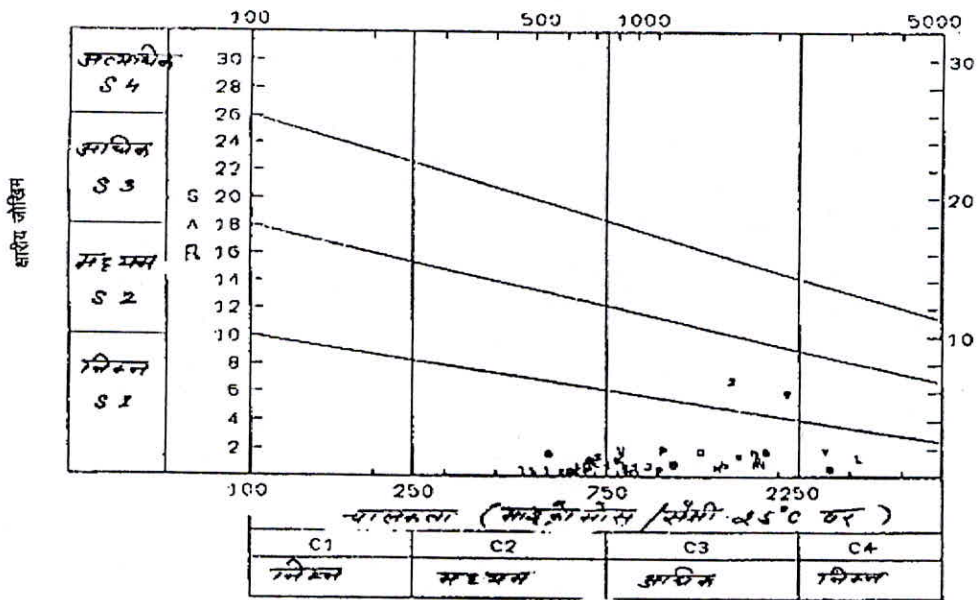
प्राचल	घटक							
	1	2	3	4	5	6	7	8
NO ₃	0.858	-0.191	0.219	0.252	-0.123	-0.062	0.288	-0.122
Cl	0.799	0.314	-0.323	0.151	-0.101	-0.306	0.014	0.179
SO ₄	0.651	-0.403	0.142	-0.42	0.414	-0.214	-0.013	-0.006
HCO ₃	0.525	0.536	-0.613	-0.154	0.067	0.042	-0.045	-0.172
K	0.715	0.088	0.189	-0.529	-0.326	0.231	0.02	0.064
Na	0.816	-0.329	0.178	0.263	-0.147	-0.003	-0.316	-0.061
Mg	0.314	-0.667	-0.587	0.121	0.094	0.284	0.055	0.073
Ca	0.59	0.523	0.344	0.244	0.347	0.275	0	0.063

4.0 भूजल का वर्गीकरण

पाईपर ट्राईलीनियर आरेख (चित्र-2) द्वारा विदित है कि जम्मू जिले की जल गुणवत्ता कैल्शियम-मैगनेशियम-बाई कार्बोनेट हाइड्रो कैमीकल ग्रुप के अधीन है। इस अध्ययन से यह भी ज्ञात हुआ है कि जिले की भूजल गुणवत्ता अधिकांशतः उच्च लवणता-निम्न सोडियम (C3-S1) ग्रुप के अधीन है (चित्र-3)। कुछ जगहों पर अति उच्च लवणतायुक्त भूजल भी उपलब्ध है। अतः मृदा एवं जल प्रबन्धन से सम्बन्धित विशेष उपायों के अपनाने की जरूरत है।



चित्र-2 जम्मू जिले की हाइड्रो केमिकल फेसीज।



लवणीय जोखिम

चित्र-3 जम्मू जिले की सिंचाई के लिए प्रयुक्त जलगुणता।

5.0 निष्कर्ष

जम्मू जिले में प्राप्त किये गये प्राचलों के आधार पर किये गये विश्लेषण से पता चलता है कि पहले 3 घटकों का 77 प्रतिशत से भी ज्यादा योगदान है। अध्ययन में यह देखा गया है कि प्रथम प्रिंसीपल कम्पोनेन्ट का भूजल गुणवत्ता प्रबन्धन में सभी प्राचलों का प्रभाव है। प्रथम फैक्टर नाईट्रेट के प्रभाव को प्रमुखत दर्शाता है। नाईट्रेट फैक्टर कृषि क्षेत्र में मानवीय क्रियाकलापों की वजह से उत्पन्न हुए प्रभावों की ओर ध्यान आकर्षित करता है। द्वितीय एवं तृतीय फैक्टर क्रमशः मैगनीशियम एवं बाईकार्बोनेट हैं, जो भूगर्भीय कारकों का प्रतिनिधित्व करता है।

इस अध्ययन में यद्यपि PCA विधि को क्लासिकल जियोकैमीकल पद्धति की पूरक विधि के रूप में एक सीमित क्षेत्र एवम सीमित आंकड़ों के लिए प्रयोग किया गया है। लेकिन इस विधि को बड़े क्षेत्र के लिए अच्छी तरह प्रयोग किया जा सकता है जिसमें उस क्षेत्र से काफी मात्रा में नमूने लिये गये हों। इस प्रकार क्षेत्र की जल गुणता जानने के बाद अच्छी जलगुणता बनाये रखने के लिए प्रबन्धन स्तर पर उचित निर्णय लेने में आसानी रहेगी।

जम्मू जिले की जल गुणवत्ता कैल्शियम- मैगनीशियम-बाई कार्बोनेट हाइड्रो कैमीकल ग्रुप के अधीन है। जिले की भूजल गुणवत्ता अधिकांशतः उच्च लवणता-निम्न सोडियम (C3-S1) ग्रुप के अधीन है। अतः मृदा एवं जल प्रबन्धन से सम्बन्धित विशेष उपायों के अपनाने की जरूरत है।

आभार

लेखकगण डा. कपिल देव शर्मा, निदेशक, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की द्वारा उपर्युक्त विषयक लेख को स्वीकृति प्रदान करने के लिए आभार प्रकट करते हैं। लेखकगण क्षेत्रीय केन्द्र, जम्मू के तत्कालीन सभी अधिकारियों एवं कर्मचारियों का भी आभार प्रकट करते हैं, जिन्होंने इस अध्ययन के लिये अपना अमूल्य समय भूजल नमूनों को एकत्र एवं प्रयोगशाला में विश्लेषण के लिये दिया। साथ ही लेखकगण प्रस्तुत प्रपत्र के टंकित करने के लिए श्री रामकुमार, आशुलिपिक को भी धन्यवाद देते हैं।

संदर्भ

डेविस जे सी, 1984 'Statistics and Data Analysis in Geology', 2nd edition. Wiley, New York, 646 pp.