

जयपुर जिले की भूजल गुणवत्ता का फ्लोराइड प्रदूषण की दृष्टि से अध्ययन

मुकेश कुमार शर्मा
वैज्ञानिक-बी

राकेश गोयल
तकनीशियन-1

वी.के. चौबे
वैज्ञानिक-एफ

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की

सारांश

भूजल हमारे देश का अत्यन्त बहुमूल्य प्राकृति संसाधन है। सुचारु प्रबन्धन तथा बचाव के बिना, भूजल संसाधन में गिरावट आती जा रही है। हर वर्ष जल की आवश्यकता भिन्न-भिन्न उपयोगों के लिए बढ़ती जा रही है जिससे जल की कमी होती जा रही है। जल प्रदूषण की समस्या के कारण स्थिति और भी खराब हो गई है। राजस्थान प्रदेश का कुल भूजल संसाधन वहाँ बढ़ती हुई घरेलू एवं औद्योगिक जरूरतों की पूर्ति करने में अपर्याप्त है। प्रदेश के भूजल स्तर में जगह-जगह पर काफी परिवर्तन है। प्रस्तुत अध्ययन में जयपुर जिले की भूजल गुणता का मानसून पूर्व तथा पश्च मौसमों में विशेषतया फ्लोराइड प्रदूषण की दृष्टि से आंकलन किया गया है। जिले में फ्लोराइड वितरण से यह पता चलता है कि फ्लोराइड वाले क्षेत्रों में फ्लोराइड का मुख्य कारण वहाँ की मृदा में फ्लोराइड युक्त खनिज और उनकी घुलनशीलता तथा अन्य पर्यावरणीय परिस्थितियाँ हैं पी.एच. तथा क्षारकता फ्लोराइड कीसांद्रता को सबसे अधिक प्रभावित करने वाले अवयव हैं। पश्च मानसून मौसम में लगभग सभी जलगुणता प्राचलों कीसांद्रताओं का कम होना यह दर्शाता है कि उथले जलदायी कुओं में वर्षा जल के चक्रीय प्रवाह से भूजल फ्लोराइड मुक्त हो जाता है। गहरे कुएँ उथले कुओं की अपेक्षा अधिक फ्लोराइड प्रदूषण से ग्रस्त पाये गए जिसका मुख्य कारण पुनःभरण की प्रक्रिया है तथा इससे यह निष्कर्ष भी निकलता है कि फ्लोराइड सांद्रता सम्पर्क अवधि तथा प्रवाह मार्ग पर भी निर्भर करती है।

1.0 प्रस्तावना

विगत वर्षों में भूजल प्रदूषण एवं उसके कारण मनुष्य के स्वास्थ्य पर दीर्घावधि में पड़ने वाले प्रभावों से संबंधित अनिश्चितताओं में वृद्धि होने के प्रमाण प्राप्त हुए हैं जिसके कारण मूल संसाधनों का उचित प्रबंधन करने के लिए जन साधारण के उत्तरदायित्व में वृद्धि हुई है। भूजल गुणता का पुनः उद्धार अत्यधिक महंगा एवं कठिन कार्य है। अतः इन संसाधनों की प्रदूषण से सुरक्षा हेतु अत्यधिक प्रयास किए जा रहे हैं। भारतवर्ष के भूजल संसाधनों में अधिक फ्लोराइड सांद्रता की समस्या देश की एक महत्वपूर्ण विष वैज्ञानिक एवं भूपर्यावरणीय विषयक समस्या है। विगत तीन दशकों में विश्व के जल संसाधनों में फ्लोराइड सांद्रता में वृद्धि एवं परिणाम स्वरूप फ्लोरोसिस नामक रोग में विचारणीय वृद्धि हुई है एवं भारतवर्ष भी इस समस्या से ग्रसित है।

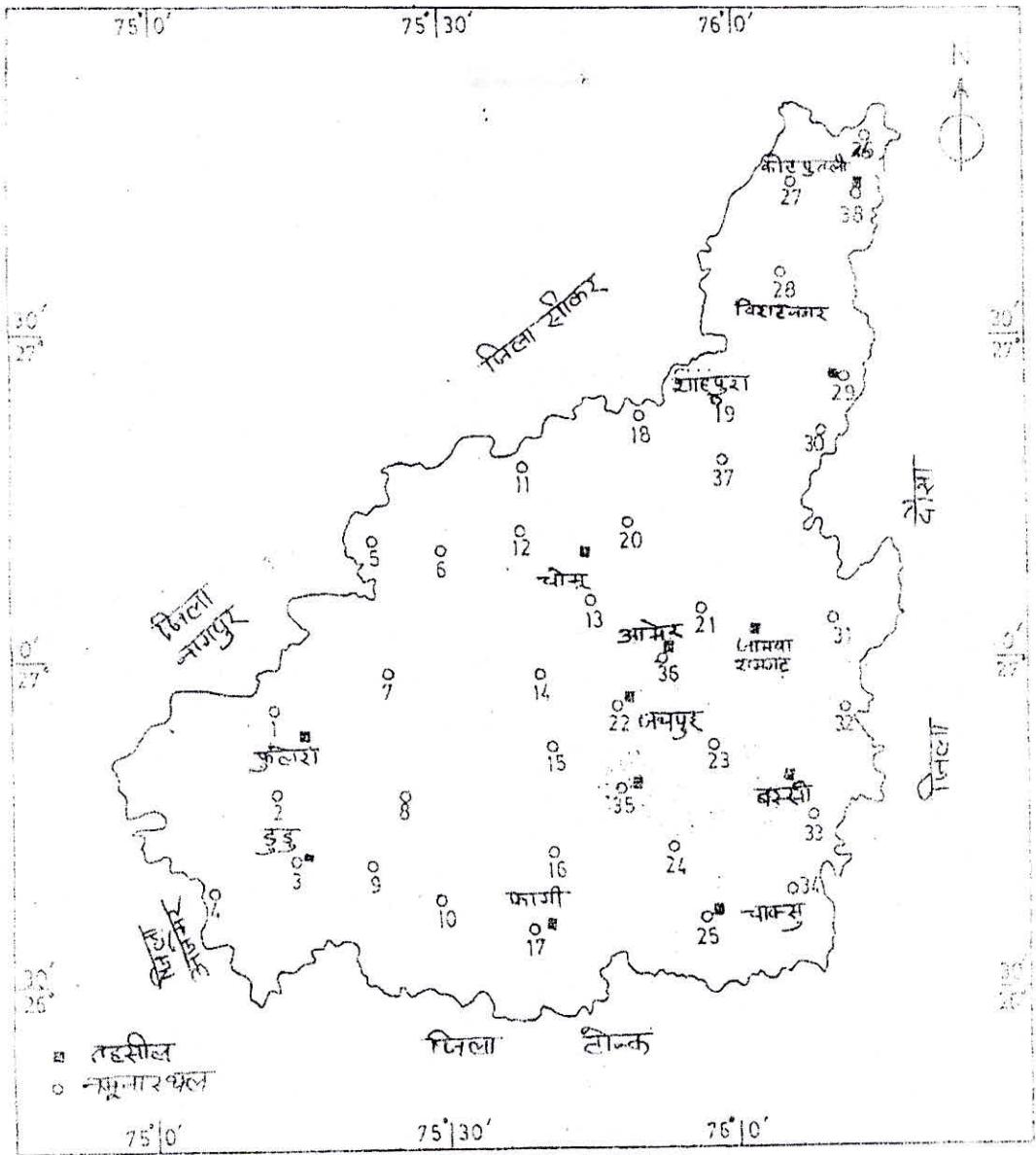
सतही जल की कमी के कारण राजस्थान एक सीमा तक भूजल संसाधनों पर निर्भर है। राज्य के शुष्क एवं अर्धशुष्क क्षेत्रों में पेयजल एवं कृषि उपयोगों के लिए भूजल ही एक मात्र संसाधन है। फ्लोरोसिस की समस्या राज्य में एक लम्बे समय से चली आ रही है। सुशीला (1993), वैश्य (1995), वैश्य एवं अन्य (1995), चौबीसा एवं अन्य (1996) द्वारा विगत वर्षों में फ्लोराइड समस्या पर अध्ययन किया गया तथा राज्य के लोगों एवं पालतू पशुओं द्वारा उपयोग किए जाने वाले पेय जल में फ्लोराइड की उच्चसामंद्रता का फ्लोरोसिस समस्या के साथ सहसम्बन्ध किया गया। प्रस्तुत पत्र में जयपुर जिले की भूजल गुणता का पूर्व एवं पश्च मानसून अवधि में परीक्षण फ्लोराइड प्रदूषण के विशिष्ट संदर्भ में किया गया।

2.0 अध्ययन क्षेत्र

जयपुर जिला राजस्थान के उत्तरी-पूर्वी भाग में स्थित है। यह उत्तर में 26°25 से 27° 51' अक्षांश और पूर्व में 74° 55- से 76° 10' देशान्तर तक फैला हुआ है तथा इसका कुल क्षेत्रफल 19878 वर्ग कि.मी. है। जिले की जलवायु शुष्क एवं स्वास्थ्यप्रद है तथा विभिन्न स्थानों पर अत्यधिक ठंडक और गर्मी महसूस की जा सकती है। न्यूनतम और अधिकतम तापमान क्रमश 3° से.ग्रे. और 45° से.ग्रे. है जबकि मध्यम तापमान 24° से.ग्रे. है। सामान्य वार्षिक वर्षा 548.2 मिमी पायी गई। शिष्ट, नीसिस, मिगनेटाइट और पूर्व अरावली के क्वार्टजाइट, जिले में सबसे पुराने चट्टानों के समूह हैं जो लगभग 250 करोड़ साल पुराने हैं। ये चट्टानें पुराने समय से अब तक बालू और एल्यूवियम से ढकी हुयी हैं। जिले की मृदा स्लेटी - भूरे और पीले-भूरे, बनावट हल्की से मध्यम और गहरी से बहुत गहरी है। कुछ मृदा सूखे के क्रम में है। जिले में मुख्य जल भूगर्भ तंत्र क्वाटरनरी एल्यूवियम है जो पूरे सांगानेर ब्लॉक में फैला हुआ है तथा साम्भर, फागी, डुडू, चाक्षु तथा बस्सी ब्लॉकों के दीर्घ हिस्से में फैला हुआ है। क्वार्टजाइट, आमेर, बस्सी, जमवा रामगढ़ तथा कोटपुतली ब्लॉकों के कुछ छोटे-छोटे हिस्सों में मिलता है। फाइलकट तथा शिष्ट जिले के दक्षिणी सीमा में डुडू, जमवा रामगढ़ एवं फागी ब्लॉकों में पाये गये। ग्रेनाइट एवं नीसिस डुडू ब्लॉक में तथा फागी ब्लॉक के पश्चिम किनारे पाए गए।

3.0 पदार्थ एवं विधियाँ

जून 2003 और नवम्बर 2003 में जयपुर जिले (राजस्थान) के विभिन्न स्थानों से 38 भूजल के नमूने 2एकत्रित किए गए। (चित्र 1) जल के 'नमूने विभिन्न स्रोतों जैसे हैडपम्प, कुओं, नलकूपों आदि से एकत्रित किए गए।' यह जल विशेष रूप से पीने तथा घरेलू जरूरतों के लिए प्रयोग होता है। कुछ प्राचलों जैसे पी.एच. और विद्युत चालकता का मापन कार्य क्षेत्र पर जल का नमूना लेते समय पोर्टेबल किट की सहायता से किया गया। अन्य प्राचलों के परीक्षण के लिए जल के नमूनों में परिष्कृत डालकर प्रयोगशाला लाया गया। भौतिक रासायनिक 2परीक्षणों के लिए मानक विधियाँ अपनाई गयी (आफा 1985, जैन एवं भाटिया 1987) तथा फ्लोराइड सामंद्रता के लिए एस.पी.ए.डी. एन.एस. विधि के अनुसार परीक्षण किया गया।



चित्र-1 : जयपुर जिले के अध्ययन क्षेत्र में चयनित नमूना स्थल

4.0 परिणाम एवं विवेचना

4.1 भूजल की सामान्य विशिष्टता

जून 2003 और नवम्बर 2003 में जयपुर जिले से एकत्रित किए गए जल नमूनों के जल रासायनिक आंकड़े तालिका-1 में दर्शाये गए हैं। अध्ययन क्षेत्र में वर्षा से पहले पी.एच.मान 6.71 से 7.85 तक तथा वर्षा के बाद 6.60 से 8.32 के बीच था। इससे अध्ययन क्षेत्र के भूजल की क्षारीय प्रकृति का पता चलता है। अध्ययन क्षेत्र में वर्षा से पहले विद्युत चालकता का मान 796 से 11436 माइक्रोसीमेन/से.मी. तथा वर्षा के बाद 682 से 8924 माइक्रोसीमेन / से.मी. था। वर्षा पूर्व 95 प्रतिशत और वर्षा पश्चात् 82 प्रतिशत जल नमूनों में चालकता का मान 1000 माइक्रोसीमेन/से.मी. से अधिक रहा। लवणता को विद्युत चालकता के रूप में मापा गया। उच्च लवणता का जल नैरेना, रेनवाल किशनगढ़, डुंगरी खुर्द, फुलेरा तहसील के जॉबनेर, शिवदासपुरा, पाआँटा और मनोहरपुर क्षेत्र में पाया गया। अधिकतम कुल घुलित ठोस ग्राम नैरेना के हैंड पम्प के जल में पाया गया। वर्षा पूर्व मौसम के सभी नमूनों में कुल घुलित ठोस का मान वांछनीय सीमा 500 मि. ग्रा./ली. से अधिक पाया गया और 40 प्रतिशत नमूनों में तो अधिकतम छूट सीमा 2000 मि.ग्रा./ली. को भी पार कर गया। जबकि वर्षा के पश्चात् के जल नमूनों से यह 31 प्रतिशत रहा। जल में 500 मि.ग्रा./ली. से अधिक कुल घुलित ठोस होने से गैस्ट्रोइन्टेस्टिनल इरिटेशन होने का खतरा रहता है। (बी.आई.एस. 1991)

सभी स्थानों पर क्षारकता अधिक पायी गई। रेनवाल किशनगढ़ में अधिकतम क्षारकता 1740 मि.ग्रा./ली. मापी गई। फ्लोराइड वितरण में क्षारकता का महत्वपूर्ण कार्य होता है। सभी जल के नमूनों में क्षारकता वांछित सीमा से अधिक पायी गयी तथा पूर्वमानसून मौसम में 37 प्रतिशत नमूनों में क्षारकता अधिकतम छूट सीमा 600 मि.ग्रा./ली. से अधिक है। अध्ययन क्षेत्र में पूर्व मानसून काल में कुल कठोरता 103 से 2339 मि.ग्रा. / ली. तथा पश्च मानसून में 82 से 1821 मि.ग्रा./ली. रहा। लगभग 34 प्रतिशत नमूनों में कठोरता वांछित सीमा 300 मि.ग्रा./ली. के बीच रही 74 प्रतिशत में अधिकतम छूट सीमा 600 मि.ग्राम/ली. के बीच रही और पूर्व मानसून में मात्र 26 प्रतिशत नमूनों में अधिकतम छूट सीमा से अधिक रही और पश्चात मानसून में 53 प्रतिशत वांछित सीमा में रहे और 84 प्रतिशत छूट सीमा 600 मि.ग्रा. / ली. में रहे। मात्र 16 प्रतिशत नमूने पश्च मानसून में अधिकतम छूट सीमा से अधिक रहे। ग्रेनाइट और लाइम स्टोन जलदायी स्तर का भूजल कठोरता में महत्वपूर्ण योगदान होता है।

कैल्शियम और मैगनीशियम के वितरण से यह पता चलता है कि पूर्वमानसून के लगभग 8 प्रतिशत और पश्चात मानसून के 5 प्रतिशत नमूने कैल्शियम की अधिकतम छूट मान से अधिक रहे तथा पूर्व मानसून में 26 प्रतिशत नमूने एवं पश्चमानसून में 13 प्रतिशत नमूने मैगनीशियम की अधिकतम छूट मान से अधिक रहे। सोडियम कीसांद्रता पूर्वमानसून तथा पश्चमानसून काल दोनों में ही अधिक देखी गयी। 50 मि.ग्रा. / ली. से अधिक सोडियम घरेलू प्रयोग के जल के लिए ठीक नहीं है। यद्यपि पोटेशियम भूजल में एक लघु तत्व है। भूजल में पोटेशियम कीसांद्रता पूर्वमानसून में 2.1 से 32.6 मि.ग्रा./ली. और पश्चमानसून में 1.5 से 12.2 मि.ग्रा./ली. पायी गयी।

पूर्वमानसून में अध्ययन क्षेत्र की नाइट्रेटसांद्रता 2.4 से 986 मि.ग्रा./ली. और पश्चमानसून में 1.3 से 880 मि.ग्रा./ली. रही। नाइट्रेटसांद्रता 45 मि.ग्रा./ली. से अधिक मानव स्वास्थ्य को हानि पहुँचा सकती है। (बी.आई.एस. 1991) आंकड़े दर्शाते हैं कि पूर्वमानसून में 37 प्रतिशत और पश्चमानसून

तालिका 1 : जयपुर जिले के भूजल के जल रासायनिक आंकड़ों का सांख्यिक सारांश

प्राचल	न्यूनतम	अधिकतम	मध्यमान	मानक विचलन
पी.एच	6.71	7.85	7.29	0.28
	6.60	8.32	7.21	0.36
चालकता , माइक्रोसीमेन/सेमी.	796	11436	3685	2842
	682	8924	2933	2420
कुल घुलित ठोस ,मि.ग्रा./ली.	509	7319	2358	1819
	437	5711	1877	1549
क्षारकता , मि.ग्रा./ली.	280	1740	572	332
	126	1500	468	315
कठोरता, मि.ग्रा./ली.	103	2339	505	413
	82	1821	374	331
क्लोराइड , मि.ग्रा./ली.	14	2330	538	581
	6	1830	422	460
सल्फेट , मि.ग्रा./ली.	3.0	1700	223	332
	2.5	1350	167	280
नाइट्रेट , मि.ग्रा./ली.	2.4	986	135	206
	1.3	880	122	179
फास्फेट , मि.ग्रा./ली.	0.03	1.23	0.17	0.20
	0.00	1.32	0.09	0.21
फ्लोराइड , मि.ग्रा./ली.	0.07	22.4	2.48	3.71
	0.0	21	1.79	4.03
सोडियम , मि.ग्रा./ली.	69	1968	577	558
	48	1685	457	465
पोटेशियम , मि.ग्रा./ली.	2.1	326	16	52
	1.5	122	9.2	20
कैल्शियम , मि.ग्रा./ली.	23	481	102	86
	17	301	80	62
मैग्नीशियम , मि.ग्रा./ली.	9.0	277	61	54
	2.9	260	42	48

(तालिका में दिया गया मूल्यांकन पश्चमानसून मूल्यांकन है ।)

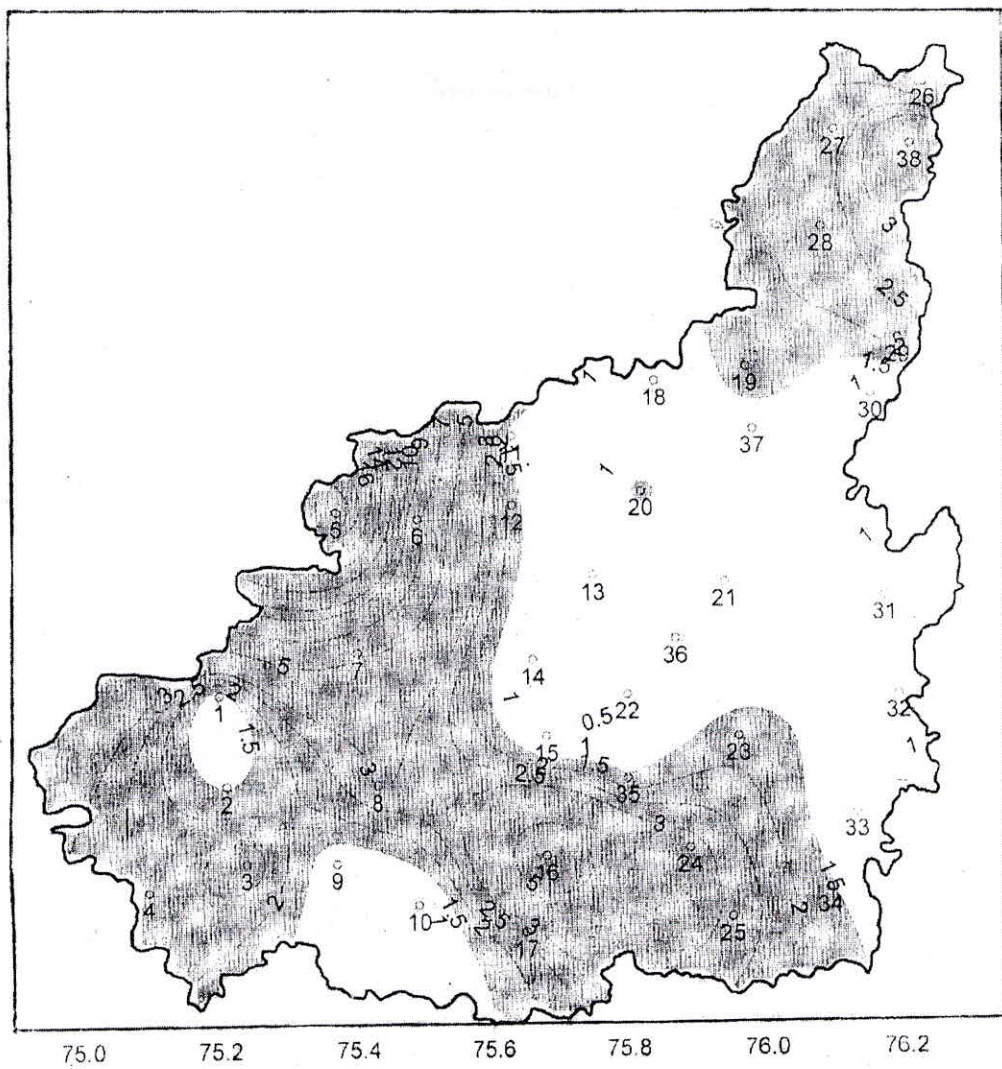
में 42 प्रतिशत नमूनों में नाइट्रेट 45 मि.ग्रा./ली. से कम देखा गया । जबकि दोनों मौसमों में लगभग 32 प्रतिशत नमूनों में नाइट्रेट छूट सीमा 100 मि.ग्रा./ली. से अधिक देखा गया । जयपुर नगर के आन्तरिक क्षेत्र के भूजल में अधिक नाइट्रेट होने के संकेत मिलते हैं जिसका मुख्य कारण अतिरिक्त साधनों की वजह से है । अधिक नाइट्रेट घरेलू सीवेज और उपजाऊ भूमि के अपवाह दोषण के सम्मिलित प्रभाव की वजह से है ।

5.0 फ्लोराइड वितरण

अध्ययन क्षेत्र में फ्लोराइड सांद्रता 0.07 से 22.4 मि.ग्रा./ली. पूर्वमानसून में तथा 0 से 21.0 मि.ग्रा./ली. पश्चमानसून में पायी गयी । सबसे अधिक फ्लोराइड सांद्रता फुलेरा तहसील के ग्राम रेनवाल किशनगढ़ के हैंडपम्प के जल में 22.4 मि.ग्रा./ली. देखी गयी । तालिका - 2 में देखा जा सकता है कि पूर्वमानसून मौसम के नमूनों में लगभग 29 प्रतिशत जल नमूनों में फ्लोराइड की सांद्रता 1.0 मि.ग्रा./ली. से कम है । 18.4 प्रतिशत नमूनों में फ्लोराइड सांद्रता 1.1 से 1.5 मि.ग्रा./ली. , 34.2 प्रतिशत में फ्लोराइड सांद्रता 1.6 से 3.0 मि.ग्रा./ली. तथा 18.4 प्रतिशत फ्लोराइड सांद्रता 3.0 मि.ग्रा./ली. से अधिक रही जबकि पश्चमानसून में 63.2 प्रतिशत नमूनों में फ्लोराइड सांद्रता 1.0 मि.ग्रा./ली. से कम, 7.9 प्रतिशत में फ्लोराइड की सांद्रता 1.6 से 3.0 मि.ग्रा./ली. रही और 13.1 प्रतिशत नमूनों में फ्लोराइड सांद्रता 3.0 मि.ग्रा./ली. से अधिक पायी गई । आंकड़ों से यह पता चलता है कि लगभग 29 प्रतिशत नमूनों को फ्लोराइड सांद्रता अधिकतम वांछित सीमा 1.0 मि.ग्रा./ली. से नीचे रही जबकि पूर्वमानसून ऋतु में 53 प्रतिशत नमूनों की फ्लोराइड सांद्रता अधिकतम छूट सीमा से ऊपर तथा पश्चमानसून के 63 प्रतिशत नमूनों की फ्लोराइड सांद्रता अधिकतम वांछित सीमा 1.0 मि.ग्रा./ली. से कम और 29 प्रतिशत नमूनों में छूट सीमा से ऊपर रही । यह साधारणतः वर्षा के कारण तनुकरण प्रभाव की वजह से है ।

फ्लोराइड के स्थानीय वितरण से देखा जा सकता है कि ग्राम डुड्डू दन्तरी, कालाडेरा और चोमू तहसील का समोद, फागी, शाहपुरा , कनौता, कोहलया और चाक्शु तहसील का चाक्शु , नरहेरा और कोटपुतली तहसील का पोटा , विराटनगर और संगानेर में फ्लोराइड सांद्रता 1.6 से 3.0 मि.ग्रा./ली. तक रही । ग्राम रेनवाल किशनगढ़ , जुंगरी खुर्द , फुलेरा तहसील का जौबनार , फागी तहसील के रेनवाल मौजी और गडोटा , चाक्शु तहसील का शिवदासपुरा और कोटपुतली में फ्लोराइड सांद्रता 3.0 मि.ग्रा./ली. से अधिक है (चित्र 2) । सामान्यतः उच्च फ्लोराइड सांद्रता मध्यम लवणीय जल में देखी गई । जबकि अध्ययन क्षेत्र के भूजल में फ्लोराइड सांद्रता मौसमीय एवं निक्षालन प्रक्रिया तथा फ्लोराइड युक्त खनिजों के जल की उपलब्धता और पहुँच की विभिन्नताओं के कारण एक रूपता नहीं है । (साहू एवं कशीम, 1989)

भूजल में फ्लोराइड घटना मुख्यतः प्राकृतिक घटना है, जो सामान्यतः स्थानीय एवं क्षेत्रीय भूगर्भ व्यवस्था और जल भूगर्भ स्थिति से प्रभावित होती है । भूजल में फ्लोराइड का मुख्य स्रोत अवसाद और चट्टानों के फ्लोराइड युक्त खनिज है । मुख्य जल भूगर्भ तंत्र क्वाटरनरी एल्यूवियम है जो पूरे सांगानेर ब्लॉक में फैला हुआ है तथा साम्भर, फागी डुड्डू, चाक्शु और बरसी ब्लॉकों के बड़े हिस्से में फैला हुआ है । नूलेरा तहसील के उत्तर में , रेनवाल किशनगढ़ एवं आस-पास के स्थानों पर फ्लोराइड की अधिकता देखी गई । इस टुकड़े पर लघु एल्यूवियम का वर्चस्व है । डुड्डू ब्लॉक और फागी ब्लॉक में फ्लोराइड की अधिकता ग्रेनाइट, निरिस और फाइलाइट की वजह से है । कोटपुतली में अधिक फ्लोराइड क्वार्टजाइट्स की वजह से है । इसलिए यह कह सकते हैं कि जयपुर जिले में फ्लोराइड सांद्रता की अधिकता भूजल



चित्र-2 : जयपुर जिले में फ्लोराइड का वितरण (मानसून पूर्व)

तालिका - 2 जयपुर जिले के भूजल में फ्लोराइड वितरण

क्रम सं.	फ्लोराइड सीमा	गहराई सीमा	नमूनों का क्रमांक		हवाई वितरण, प्रतिशत	
			पूर्वमानसून	पश्चमानसून	पूर्व- मानसून	पश्च- मानसून
1.	0-1.0	0-20	1,30	1,30	29.0	63.2
		20-40	10,18,33	10,11,18,26,31, 32,33		
		झ40	13,14,15,21,22,23	2,9,12,13,14,15,19,20,21,22, 23, 35,36,37,38		
2.	1.1-1.5	0-20	-	-	18.4	7.9
		20-40	11,26,31,32	17		
		झ40	2,9,37	3,25		
3.	1.6-3.0	0-20	-	4,27,29	34.2	15.8
		20-40	4,17	-		
		झ40	3,12,19,20, 23,25,27,28,29,34,35	8,28,34		
4.	झ3.0	0-20	-	-	18.4	13.1
		20-40	-	-		
		झ40	5,6,7,8,16, 24,38	5,6,7,16,24		
नमूनों की कुल संख्या			38	38	100	100

का फ्लोराइड युक्त ग्रेनाइट्स और क्वार्टजाइट्स से होकर गुजरना हो सकता है। अध्ययन क्षेत्र में क्षारकता और फ्लोराइड की गहराई के साथ कोई सम्बन्ध नहीं पाया गया। यह देखा गया कि उथले जलदायी कुएं की तुलना में गहरे जलदायी कुओं में फ्लोराइड सांद्रता अधिक है। कहा जा सकता है कि यह इन जलदायी स्तर के कम पुनःपूरण के कारण है।

6.0 फ्लोराइड का अन्य जल गुणता प्राचलों से सम्बन्ध

फ्लोराइड युक्त खनिजों द्वारा जल में फ्लोराइड मुक्त करने के विभिन्न कारक, जल का रासायनिक मिश्रण, जल में फ्लोराइड खनिज की उपस्थिति और जल एवं खनिज स्रोत के बीच सम्पर्क अवधि है। इसी क्रम के जल गुणता प्राचलों के साथ फ्लोराइड का सम्बन्ध देखने के लिए सह-सम्बन्ध विश्लेषण किया गया। फ्लोराइड और क्षारकता के बीच उच्चतम धनात्मक सह सम्बन्ध गुणांक पाया गया जो यह दर्शाता है कि अध्ययन क्षेत्र में क्षारकता, फ्लोराइड के उच्चमान का अनुकूलन करती है। उच्च क्षारकता के जल की पी.एच. भी उच्च होती है इसमें खनिज की सतह से फ्लोराइड अलग करने का गुण होता है। फ्लोराइड और सोडियम के बीच धनात्मक सहसम्बन्ध पाया गया जो फ्लोराइड जल और लवणता के सम्बन्ध को दर्शाता है। विद्युत चालकता और फ्लोराइड सांद्रता के बीच भी महत्वपूर्ण धनात्मक सह सम्बन्ध पाया गया।

7.0 फ्लोराइड सांद्रता पर वर्षा का प्रभाव

अधिकतर सभी जल गुणता संघटक वर्षा के तनुकरण के प्रभाव को दर्शाता है। जबकि उनकी तनुकरण प्रतिशत विभिन्न हो सकती है। यह देखा गया है कि पश्चमानसून के कुछ नमूनों में फ्लोराइड सांद्रता नहीं के बराबर थी। जबकि यह पूर्वमानसून में महत्वपूर्ण थी। जिसका कारण जलदायी में पर्याप्त पुनःपूरणता है। जिससे फ्लोराइड स्तर कम हो जाता है।

8.0 निष्कर्ष

अध्ययन से पता चलता है कि अध्ययन क्षेत्र में पूर्वमानसून में फ्लोराइड सांद्रता 0.07 मि.ग्रा./ली. से 22.4 मि.ग्रा./ली. तथा पश्चमानसून में 0.0 से 21.0 मि.ग्रा./ली. रही। जिले में फ्लोराइड सांद्रता में स्थानीय परिवर्तन का कारण मृदा में फ्लोराइड युक्त खनिजों का अनियमित वितरण उनकी घुलनशीलता, मृदा के साथ उत्पाद की प्रकृति और अन्य पर्यावरणीय परिस्थितियाँ है। समान स्थान के जलदायी स्तरों के जल में फ्लोराइड तत्व में विभिन्नता का कारण उस स्थान के भौतिक रासायनिक पर्यावरण में अन्तर का होना है। फ्लोराइड सांद्रता को सर्वाधिक प्रभावित करने वाले अवयव पी.एच. मान एवं क्षारकता पाए गए। पश्चमानसून काल में लगभग सभी जलगुणता प्राचलों का तनुकरण प्रभाव यह दर्शाता है कि उथले जलदायी कुओं में पर्याप्त वर्षा जल के चक्रीय प्रवाह से फ्लोराइड मुक्त भूजल प्राप्त हो सकता है। इस तथ्य का समर्थन इस बात से भी मिलता है कि कुछ नमूनों के पश्च मानसून काल में फ्लोराइड सांद्रता नहीं के बराबर पायी गयी जबकि इन्हीं नमूनों में पूर्व मानसून में फ्लोराइड सांद्रता महत्वपूर्ण थी। अतः सम्पर्क समय एवं प्रवाह पथ ही ऐसे अवयव हैं जो फ्लोराइड सांद्रता का निर्धारण करते हैं।

सन्दर्भ

- ए.पी.एच.ए. (1985) जल और अपशिष्ट जल के परीक्षण के लिए मानकविधियाँ , अमेरिकन पब्लिक हेल्थ एसोसिएशन , न्यूयार्क ।
- बी.आई.एस. (1991) , पेयजल का विशिष्ट गुण धर्म, आई.एस:10500: 1991, ब्यूरो ऑफ इंडियन स्टैण्डर्ड्स , नई दिल्ली ।
- चोबीसा एस.एल., सोमपुरा, के., भट्ट एस.के., चोबीसा , डी.के., पांडे, एच, जोशी, एस.सी., और चोबीसा, एल (1996) , राजस्थान के जिले दुर्गापुर के कुछ गांवों में फ्लोरोसिस की महत्ता, इंडियन जनरल ऑफ इन्वायरमैन्टल हेल्थ, 38, 119-126
- जैन सी.के. एवं भाटिया, के.के.एस. (1987) , जल और अवशिष्ट जल का भौतिक रासायनिक परीक्षण यूजर्स मैनुअल यू.एम.-26 , राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की ।
- साहू, एन.के. एवं कशीम, एम.ए. (1989) , जे. जियोलोजिकल सोसाइटी इंडिया , 33, 450-456
- सुशीला , ए.के. (1993) , राजीव गांधी ड्रिंकिंगवाटर मिशन हेल्थ एब्सट्रेक्ट , भाग-1
- वैश्य ए.के. (1995) , पी.एच.डी. थीसिस , एम.एल. सुखादिया यूनिवर्सिटी , 1995, पृ.209
- वैश्य , ए.के., ग्याली, के.सी. एवं अग्रवाल बी. (1995) , एम.आई.एन-इ.एन.वी.-95, प्रकाशन, 38-46