जयपुर जिले में सिंचाई हेतु उपयोग में आने वाले जल की गुणता

मुकेश कु0 शर्मा, वैज्ञानिक'ब' ;
बबीता शर्मा, शो.स.;
राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की

टी. आर.सपरा, शो.स.;
बीना प्रसाद, क.शो.स.

सारांश

जयपुर जिले के भूजल की सिंचाई हेतु उपयुक्तता की जाँच के लिए भू-जल गुणता का निर्धारण किया गया । 38 भू-जल नमूने मानसून से पूर्व एवं पश्चात् गहरे एवं अति गहरे कूपों से एकत्र किए गए । सार (SAR) के मानों का मानसून से पूर्व एवं पश्चात की अवधि के लिए निर्धारण किया गया । सार (SAR) के मान संकेत करते हैं कि अधिकांश नमूने निम्न सोडियम क्षेत्र का प्रतिनिधित्व करते हैं । सिंचाई जल का यू. एस. लवणता प्रयोगशाला वर्गीकरण के अनुसार मानसून से पूर्व एवं पश्चात दोनों अवधि के नमूने C3-S1 तथा C4-S4 श्रेणी के अंतर्गत आते है। इस प्रकार का जल सामान्यतः सिंचाई हेतु उपयुक्त नहीं होता परन्तु विशेष परिस्थिति में इसका उपयोग किया जा सकता है। मृदा पारगम्य होनी चाहिए, निकासी पर्याप्त होनी चाहिए तथा सिंचाई हेतु जल का अधिकतम उपयोग होना चाहिए जिससे पर्याप्त निक्षालन हो सके तथा लवण अनुकूल फसल का चुनाव होना चाहिए ।

1.0 प्रस्तावना

जीवन तंत्र में भू-जल का महत्वपूर्ण योगदान है । यह पेय जल, सिंचाई तथा उद्योग का एक आवश्यक स्रोत है । शहरीकरण, उद्योग की असुनियोजित वृद्धि तथा उर्वरक, कीटनाशक एवं पेस्टीसाइड के कृषि में अत्याधिक प्रयोग से भूजल गुणता दूषित हो गई है । सतही जल की कमी के कारण राजस्थान अपनी अधिकांश जलापूर्ति के लिए भूजल पर निर्भर है । राज्य के शुष्क तथा अर्धशुष्क क्षेत्रों में भूजल ही पेयजल तथा कृषि का एकमात्र स्रोत है । घरेलू तथा औद्योगिक उपयोग के लिए जल की लगातार बढ़ती हुई माँग की तुलना में जल स्रोत अपेक्षाकृत कम है । संपूर्ण प्रदेश में भूजल स्तर में काफी अंतर पाया गया । पश्चिम की अपेक्षा अरावली के पूर्व में भूजल स्तर उथला है । यह पूर्वी क्षेत्र में मुख्यतः दस से पच्चीस मीटर के बीच है । जबकि पश्चिमी भाग में यह 20 से 80 मीटर है । जल स्तर का पूर्वी ओर झुकाव पूर्व तथा दक्षिण पूर्व में है । जबकि अरावली के पश्चिम में यह पश्चिम तथा उत्तर पश्चिम की ओर है ।

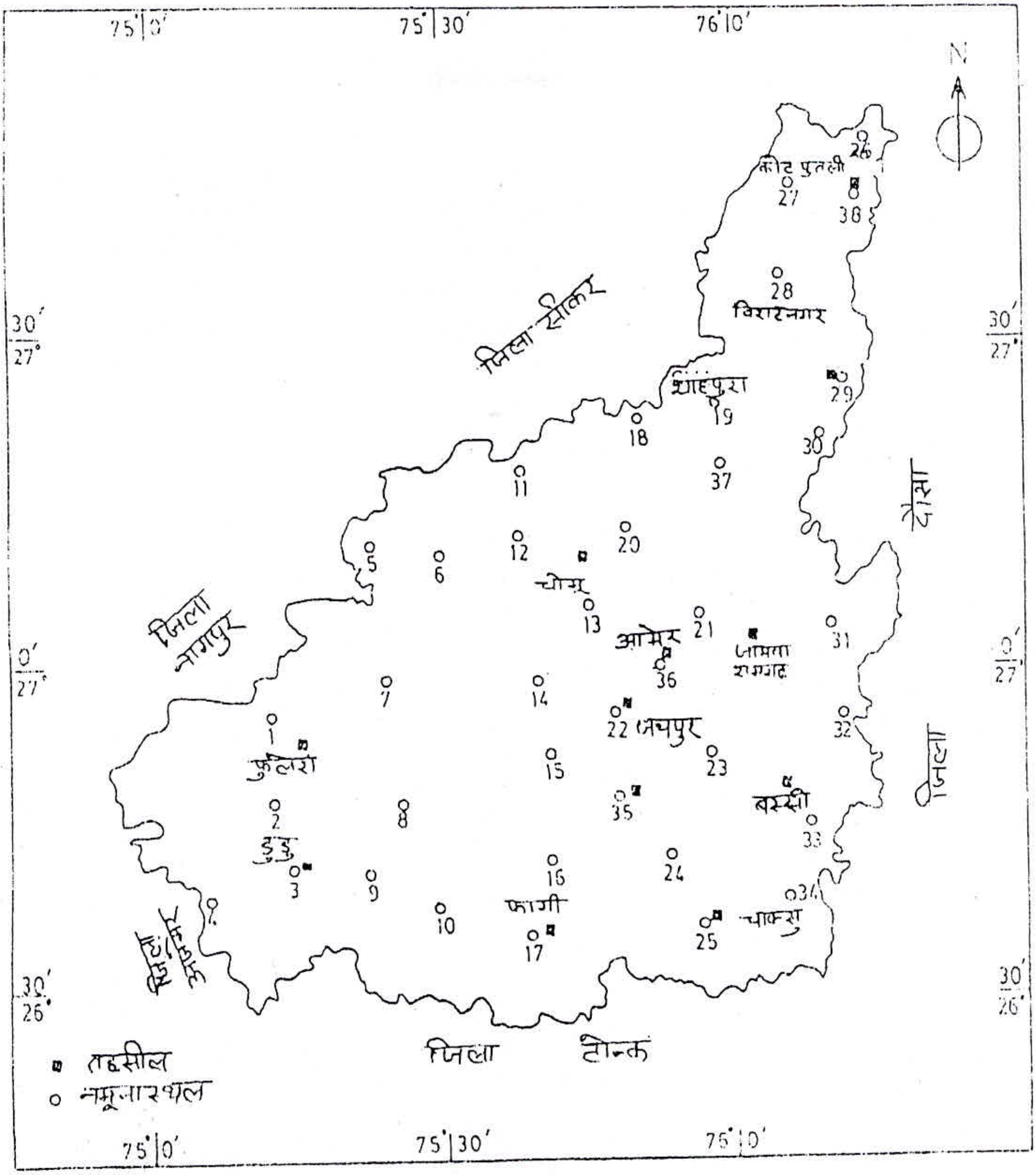
राजस्थान के विभिन्न प्रदेशो में जलगुणता अध्ययन अनेक शोधकर्ताओं द्वारा किये गए। गुप्ता (1981) ने उदयपुर जिले के लगभग 1000 भूजल नमूनों का अध्ययन किया तथा फ्लोराइड की मात्रा को 0-11.6 मि.ग्रा./ली. पाया । लगभग 12% जल नमूनो में इसकी मात्रा 2 मि.ग्रा./ली. से अधिक मापी गई । सुख नदी, जिसमे खेतरी कॉपर परियोजना का बहिस्राव मिलता है, के किनारे स्थित कुओं के जल का गंगल और जुत्शी (1990) ने विश्लेषण किया । वर्षा पूर्व फ्लोराइड की मात्रा 0-5 मि.ग्रा./ली. तक परिवर्तित होती है । सुख नदी के किनारे स्थित कुओं की जलगुणता औद्योगिक अपशिष्ट द्वारा प्रदूषित नदी जल से प्रभावित होती है जो जल को पीने के अयोग्य बनाता है । अलवर जिले की राजगढ़ और थाना गाजी तहसील के तीस गाँव के भूजल में फ्लोराइड का अध्ययन त्रिपाठी तथा सिंह (1996) ने किया । उन्होंने पाया कि भूजल में फ्लोराइड एक समान रूप से वितरित है और 1.5 से 27.3 मि.ग्रा./ली. तक पाया गया । मिश्रा (1999) ने पाया कि जालोर एवं नागोर जिले इससे सर्वाधिक प्रभावित हैं। तत्पश्चात बाड़मेर, जैसलमेर, पाली एवं सीकर जिले का स्थान आता है । अग्रवाल इत्यादि (1997) ने रिपोर्ट किया कि चुरू, झुंझनू तथा हनुमानगढ़ में तुलनात्मक रूप में इसकी मात्रा निम्न स्तर की पायी गई है ।

प्रस्तुत अध्ययन में जयपुर जिले की भूजल गुणता का परिक्षण किया गया एवं सिंचाई उद्देश्यों हेतु उपयुक्तता का निर्धारण किया गया । इसके लिए जिले के भूजल गुणता आँकड़ों का विश्लेषण पाइपर ट्राइलीनियर डायग्राम तथा यू एस लवणता प्रयोगशाला वर्गीकरण के द्वारा किया गया ।

2.0 अध्ययन क्षेत्र

जयपुर जिला राजस्थान के उत्तर-पूर्वी भाग में स्थित है । यह 26°25′ और 27°51′ उत्तर अक्षांश तथा 74°55′ और 76°10′ पूर्व देशांतर (चित्र 1) तक फैला हुआ है । इसका क्षेत्रफल लगभग 10878 वर्ग कि.मी. है । क्षेत्र की जलवायु शुष्क तथा स्वस्थप्रद है । क्षेत्र का न्यूनतम एवं अधिकतम तापमान 3°सेल्सियस एवं 45° सेल्सियस है । औसत वार्षिक वर्षा 548.2 मि.मी. है । राज्य में सबसे पुराने शैल है शिस्ट, नाइस, मिगमेटाइट और पुराने अरावली क्वार्ट्जाइट, ये अनुमानतः 2500 मिलियन वर्ष पुराने है ।

जयपुर जिले के मुख्य जल भूविज्ञानीय बनावट के अंतर्गत चतुर्थ जलोढक, जो कि पूरे सांगानेर ब्लाक को ढकता है तथा सांभर, फागी, डुडु, चक्षु तथा बस्सी ब्लाक के मुख्य क्षेत्रों में फैला हुआ है, आते हैं। आमेर, बस्सी, जमवा रामगढ़ तथा कठपुतली ब्लाक मे जलाढ़ छोटी स्थानीय पॉकेट के रूप में स्थित है । डूडू, जमवा रामगढ़ तथा फागी ब्लाक के दक्षिणी परिधीय क्षेत्र में छोटे छोटे क्षेत्रों में शिस्ट तथा फाइलाइट स्थित है । ग्रेनाइट तथा नाइस डूडू ब्लाक के अधिकांश हिस्से में तथा फागी ब्लाक के पश्चिमी क्षेत्र में मिलता है ।



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

3.0 पदार्थ एवं विधियाँ

जून 2003 तथा नवंबर 2003 में जयपुर जिले के विभिन्न क्षेत्रों से अड़तीस भूजल नमूने एकत्र किये गए (चित्र - 1) । नमूने विभिन्न स्रोतों जैसे हैंडपंप, नलकूप, कुओं जिनका उपयोग अधिकांशतः पीने तथा अन्य घरेलू कार्यों में किया जाता है से एकत्र किए गए । कुछ प्रांचलों जैसे pH तथा विद्युत चालकता को नमूना स्थल में ही मापा गया । अन्य प्रांचलों के लिए नमूनों में परिरक्षक डालकर परिरक्षित किया गया तथा विश्लेषण के लिए प्रयोगशाला लाया गया । भौतिक-रासायनिक विश्लेषण मानक विधियों द्वारा किया गया (ए. पी. एच. ए. 1985 ; जैन एवं भाटिया, 1987) ।

4.0 निष्कर्ष एवं विवेचना

जयपुर जिले के जून में एकत्र किए गए नमूनों के जल - रासायनिक आँकड़ें तालिका - 1 में दिए गए हैं । मानसून पूर्व pH का मान 6.71 से 7.85 तथा मानसून पश्चात यह 6.60 से 8.32 तक मापा गया । इससे ज्ञात होता है कि अध्ययन क्षेत्र के भूजल का अभिलक्षण क्षारकीय है । पूर्व मानसून में विद्युत चालकता 796 - 11436 माइक्रो साइमन/से.मी. तथा पश्च मानसून में 682 - 8924 माइक्रो साइमन/से.मी. मापी गयी । मानसून पूर्व लगभग 95% नमूनों में तथा मानसून पश्चात 82% नमूनों मे चालकता का मान 1000 माइक्रो साइमन/से.मी. से अधिक मापा गया । नारायना गाँव के नमूने (हैंड पंप) में अधिकतम कुल घुलित ठोस पाया गया । पूर्व मानसून ऋतु में सभी नमूनों मे कुल घुलित ठोस का मान 500 मि.ग्रा./ली. की वांछित सीमा से अधिक पाया गया तथा 40% नमूनों मे यह 2000 मि.ग्रा./ली. की मानेय सीमा से भी अधिक पाया गया । मानसून पश्चात लगभग **31%** नमूनों मे अधिकतम मानेय सीमा से अधिक मिला । 500 मि.ग्रा./ली. से अधिक कुल घुलित ठोस वाले जल से गैसट्रोइनटेस्टाइनल इरिटेशन होता है (बी.आई.एस. 1991) ।

क्षारकता का मान सभी स्थानों पर अधिक पाया गया । अधिकतम क्षारकता 1740 मि.ग्रा./ली. रेनवाल किशनगढ़ मे पायी गई । फ्लोराइड के वितरण में क्षारकता का महत्वपूर्ण योगदान है । सभी नमूनों में वांछित सीमा से अधिक क्षारकता मिली तथा 37% मानसून पूर्व के नमूनों में यह अधिकतम मानेय सीमा 600 **मि.ग्रा./ली. से भी अधिक मापी गई । अध्ययन क्षेत्र में पूर्व मानसून में कुल कठोरता 103 से 2339 मि.ग्रा./ली. तक मिली जबकि मानसून के पश्चात यह 82 से 1821 मि.ग्रा./ली. मापी गई । मानसून पूर्व के नमूनों में 34%** नमूने 300 **मि.ग्रा./ली. की वांछित सीमा से कम, 37%** नमूनों में 600 **मि.ग्रा./ली. की अधिकतम मानेय सीमा के अन्दर पाये गए । भूजल कठोरता में ग्रेनाइट तथा चूना पत्थर का योगदान महत्वपूर्ण होता है ।**

तालिका - 1 जयपुर जिले के भूजल के भौतिक रासायनिक आंकड़े

	न्यूनतम	अधिकतम	औसत	मानक विचलन
pH	6.71	7.85	7.29	0.28
	(6.60)	(8.32)	(7.21)	(0.36)
विद्युत चालकता, माइक्रो साइमन	796	11436	3685	2842
प्रति सेंटीमीटर	(682)	(8924)	(2933)	(2420)
कुल घुलित ठोस, मि.ग्रा./ली.	509	7319	2358	1819
	(437)	(5711)	(1877)	(1549)
क्षारता, 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)
फॉस्फेट, 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)
केल्शियम, मि.ग्रा./ली.	23	481	102	86
	(17)	(301)	(80)	(62)
मैग्निशियम, मि.ग्रा./ली.	9.0	277	61	54
	(2.9	(260)	(42)	(48)

(कोष्ठकों में दिए गए मान पश्च् मानसून के हैं)

कैल्शियम तथा मैग्नीशियम के वितरण से ज्ञात होता है कि 8% नमूने पूर्व मानसून में तथा 5% नमूने पश्च मानसून में कैल्शियम की अधिकतम मानेय सीमा से अधिक है । 26% नमूने पूर्व मानसून में 13% नमूने पश्च मानसून में मैग्नीशियम की अधिकतम मानेय सीमा से अधिक है । मानसून पूर्व एवं मानसून पश्चात के सभी नमूनों में सोडियम की उच्च मात्रा पायी गई । जल में 50 मि.ग्रा. से अधिक सोडियम जल को घरेलू कार्यों के लिए अनुपयोगी बनाता है । पोटेशियम भूजल में एक लघु तत्व है । क्षेत्र के भूजल में पूर्व मानसून में 2.1 से 326 मि.ग्रा./ली. तथा पश्च मानसून में 1.5 से 122 मि.ग्रा./लीटर तक पोटेशियम मापा किया गया ।

अध्ययन क्षेत्र में नाइट्रेट की सांद्रता पूर्व मानसून में 2.4 से 986 मि.ग्रा./ली. तथा मानसून पश्चात 1.3 से 880 मि.ग्रा./ली. तक मापी गई । 45 मि.ग्रा./ली. से अधिक सांद्रता का मानव शरीर पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है । आँकड़ों से ज्ञात होता है कि पूर्व मानसून में 37% तथा पश्च मानसून में 42% नमूनों में नाइट्रेट की मात्रा 45 मि.ग्रा./ली. से कम है । दोनों ही ऋतुओं में लगभग 32% नमूनों में नाइट्रेट की मात्रा 100 मि.ग्रा./ली. से अधिक थी । जयपुर शहर के आंतरिक परिधीय क्षेत्रों के भूजल में नाइट्रेट की अधिक मात्रा पाई गई जिसका मुख्य कारण बाह्य स्रोतों द्वारा उत्पन्न प्रदूषण है । अधिक नाइट्रेट की मात्रा का अन्य कारण घरेलू गंदगी तथा उर्वरक क्षेत्रों से अपवाह के प्रदूषण का मिश्रित प्रभाव है ।

मानसून से पूर्व अध्ययन क्षेत्र में फ्लोराइड की मात्रा 0.07 से 22.4 मि.ग्रा./ली. तक मापी गई । मानसून पश्चात यह 0 से 21 मि.ग्रा./ली. तक पहुँच गई । अध्ययन क्षेत्र में फ्लोराइड की अधिकतम मात्रा (22.4 मि.ग्रा./ली.) फुलेरा तहसील के रेनवाल किसनगढ़ गाँव के हैंडपम्प में पायी गई । आंकड़ों से यह विदित होता है कि 29% नमूनों में फ्लोराइड की मात्रा अधिकतम वांछनीय सीमा 1.0 मि.ग्रा./ली. से कम पायी गयी तथा 53% नमूनों में पूर्व मानसून काल में फ्लोराइड की मात्रा अधिकतम मानेय सीमा से अधिक पाई गई तथा 63% नमूनों में पश्च मानसून काल में अधिकतम वांछनीय सीमा से नीचे तथा 29% नमूनों में अधिकतम सीमा से अधिक है । इसका मुख्य कारण वर्षा के जल से तनुकरण का होना है ।

सिंचित कृषि में जलगुणता अत्यंत महत्वपूर्ण हैं । कृषि के लिए जल प्रबंधन में अक्षमता के कारण बहुत समस्याएं जन्म लेती हैं । जल की सिंचाई हेतु गुणता घुलनशील तत्वों की सांद्रता से ज्ञात होती है ।

उत्तम मृदा तथा जल व्यवस्था, उत्तम गुण वाले जल में अधिकतम पैदावार की क्षमता होती है । सिंचित जल की गुणता निम्न अभिलक्षणों से मापी जाती है -

लवणता

लवणता को विद्युत चालकता के रूप में मापा जाता है। मनोहरपुर, पोटा, शिवदासपुर, फूलेरा तहसील के जोबनेर, डूंगरी खुर्द, नारायणा, रेनवाल किशनगढ़ में लवणता की अधिक मात्रा देखी गई। अगर जल में लवण की सांद्रता में वृद्धि होती है, तो मृदा लवणता में भी वृद्धि होती है। जिससे पौधों को जल को खींचने में कठिनाई होती है। जल में उपस्थित लवण, पौधों की वृद्धि को प्रत्यक्ष रूप से प्रभावित करने के अलावा यह मृदा संरचना, पारगम्यता, वायुवीकरण को भी प्रभावित करता है। मृदा जल पौधों में जड़ों से ऑस्मोटिक दवाब द्वारा पहुँचता है। जैसे ही जड़ों के क्षेत्र में मृदा जल के घुलित ठोस की मात्रा में वृद्धि होती है पौधों के लिए ऑस्मोटिक दवाब को निष्कासित करने में कठिनाई होती है तथा पौधों की जड़ झिल्ली जल तथा पौष्टिक तत्वों को एकत्र करने में सक्षम हो जाती है।

जयपुर जिले में पूर्व मानसून में भूजल में कुल घुलित ठोस की मात्रा 509 से 7319 मि.ग्रा./ली. तक परिवर्तित होती है। मानसून पश्चात यह 437 से 5711 मि.ग्रा./ली. तक परिवर्तित होती है। मानसून पूर्व लगभग 61% नमूने वांछनीय सीमा से ज्यादा पर 2000 मि.ग्रा./ली. की अधिकतम मान्य सीमा से कम हैं। मानसून पश्चात अध्ययन क्षेत्र में विद्युत चालकता 796-11436 माइक्रो साइमन प्रति सेंटीमीटर तक परिवर्तित होती है। मानसून पूर्व लगभग 60% नमूनों में विद्युत चालकता का मान 2000 माइक्रो साइमन प्रति सेंटीमीटर से अधिक है। अधिक लवणता वाले भूजल की सिंचाई में प्रयोग के लिए सीमाएं हैं।

सोडियम का अन्य आयनों के सापेक्ष अनुपात

मृदा में उपस्थित चिकने खनिज सिंचाई हेतु जल से द्विविमय आयन जैसे केल्शियम एवं मैग्नीशियम को अवशोषित कर लेते हैं। जब भी मिट्ठी में आदान प्रदान सतह द्विविमय आयन युक्त होता है तब मृदा की संरचना पौधों की वृद्धि के लिए सहायक होती है। सोडियम मृदा से क्रिया कर के उसकी पारमग्यता को निम्न करता है। सिंचाई हेतु उपयोग में आने वाले जल में सोडियम अथवा क्षारकता का निर्धारण आयनों की सापेक्ष सांद्रता द्वारा किया जाता है तथा इसको सोडियम अधिशोषण अनुपात के रूप में व्यक्त किया जाता है। यदि सोडियम की मात्रा अधिक है तो क्षारकता प्रभाव अधिक होगा तथा यदि केल्शियम और मैग्नीशियम की मात्रा अधिक होगी तो प्रभाव कम होगा। सिंचाई हेतु उपयोग में आने वाले जल के सार (SAR) मान तथा मृदा द्वारा अवशोषित सोडियम की मात्रा के बीच एक महत्वपूर्ण संबंध है। यदि सिंचाई हेतु उपयोग में आने वाले जल

में सोडियम अधिक तथा केल्शियम की मात्रा कम है तो धन आयन आदान प्रदान मिश्रण सोडियम से संतृप्त होगा। यह मृदा संरचना को नष्ट कर सकता है। जल में सोडियम की उच्च मात्रा के प्रभाव का मूल्यांकन करने के लिए सार (SAR) एक सरल विधि है। (रिचार्डस, 1954)

$$(SAR)\ \text{सार} = \frac{Na^{+}}{\sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2}}$$

$$\text{सोडियम}\ \% = \frac{Na^{+} + K^{+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+}} x100$$

जहाँ आयनिक सांद्रण की इकाई मि. तुल्यांक/ली. है। किसी जल का सार (SAR) मान मृदा एवं फसलों के लिए उस जल के सोडियम जोखिम प्रभाव का उपयोगी सूचकांक उपलब्ध कराते हैं। निम्न सार (SAR) मान (2-10) सोडियम से निम्न प्रभाव, (7-18) से मध्य प्रभाव तथा 11-28 के बीच के मान उच्च प्रभाव तथा इससे अधिक सार (SAR) के मान बहुत अधिक प्रभाव का संकेत करते हैं। किसी सार (SAR) मान के लिए विलियन की आयनिक शक्ति जितनी निम्न होगी सोडियम प्रभाव उतने अधिक होंगे (रिचार्डस, 1954)। जयपुर जिले के भूजल में सोडियम प्रतिशत, सार (SAR) आर. एस. सी. (RSC) का मान तालिका- 2 में दर्शाया गया है। पूर्व मानसून में अध्ययन क्षेत्र में भूजल में सार (SAR) का मान 21.9 - 44.68 तक परिवर्तित होता है। तथा 1.47 - 45.91 पश्च मानसून में परिवर्तित होता है। सोडियम प्रतिशत का मान पूर्व मानसून में 33.62 से 92.11% तथा पश्च मानसून में 23.61 से 95.01% तक परिवर्तित होता है। पूर्व तथा पश्च मानसून अवधि में 25% नमूनें अधिक सोडियम जोखिम वर्ग में आते हैं। 70% से अधिक नमूने सोडियम प्रतिशत की 60% के अनुमोदित मान से अधिक है जो कि जल को सिंचाई के लिए अनुपयोगी बनाते है।

अवशिष्ट सोडियम कार्बोनेट (RSC)

उच्च **कार्बोनेट** एवं बाइकार्बोनेट आयन युक्त भूजल की केल्शियम एवं मैग्निशियम के रूप में कार्बोनेट को अवपेक्षित करने की प्रवृत्ति होती है जिसके परिणामस्वरूप सोडियम के सापेक्ष अनुपात में वृद्धि होती है तथा मृदा में स्थिर हो जाती है। इसके फलस्वरूप मृदा पारगम्यता में ह्रास होता है। इस सोडियम

तालिका - 2 जयपुर जिले के भूजल में सार, सोडियम एवं आर एस सी का मान

क्रम सं0	नमूना स्थल	प्रकार	गहराई	पूर्व मानसून			पश्च मानसून		
			(m)	SAR	Na%	RSC	SAR	Na%	RSC
1.	सांभर	OW	12.90	6.33	61.95	-1.59	6.39	62.40	-3.37
2.	नारायणा	HP	48.50	13.15	60.60	-34.55	11.46	58.84	-26.76
3.	डूडू	HP	60.60	18.00	71.94	-11.62	17.34	72.36	-10.48
4.	दांतवारी	OW	21.40	9.62	73.35	6.51	9.72	74.40	5.11
5.	रेनवाल किश्नगढ़	BW	60.60	44.68	92.11	27.47	45.91	93.51	24.91
6.	डूंगरी खुर्द	HP	60.60	42.79	91.99	18.64	43.08	93.38	18.92
7.	जोबनेर	HP	48.50	23.60	85.94	10.32	24.45	88.85	12.27
8.	गैढोना	HP	63.60	19.78	76.57	-6.56	15.75	85.52	4.40
9.	धमाना	HP	54.60	4.11	39.93	-14.53	1.55	23.61	-8.95
10.	चुरू	HP	24.20	4.20	51.47	-1.93	3.41	45.72	-2.48
11.	धोधसार	HP	30.30	5.23	68.23	3.01	5.20	70.64	3.47
12.	कालाडेरा	HP	63.60	8.12	79.83	5.54	6.61	76.21	4.72
13.	तोरखावास	HP	90.90	2.19	44.83	1.83	1.58	37.99	1.64
14.	चंपापुर	HP	90.90	8.85	78.12	8.88	8.08	78.90	8.31
15.	भांकरोता	HP	60.60	6.54	73.39	4.90	4.81	70.36	2.27
16.	रेनवाल मौजी	HP	75.80	23.78	88.51	21.81	36.42	95.01	22.16
17.	फागी	HP	36.40	28.48	83.65	-3.14	23.61	82.77	-3.18
18.	अमरसर	HP	33.30	2.46	42.45	1.36	1.47	34.14	0.71
19.	शाहपुर	HP	54.50	5.42	53.80	-1.59	3.81	51.01	-2.32
20.	सामोद	HP	90.9	2.69	34.31	-6.23	7.50	80.74	4.12
21.	धंड	HP	54.50	5.54	73.40	4.79	5.81	76.20	4.77
22.	जयपुर शहर	HP	106.10	2.31	33.62	-4.19	1.75	27.99	-5.40
23.	कानोटा	HP	75.80	3.53	52.35	0.73	3.62	53.72	-0.30
24.	शिवदासपुर	HP	63.60	16.61	81.13	13.21	21.55	88.10	13.14
25.	चक्सु	HP	45.50	19.97	86.70	7.60	20.09	87.53	6.99
26.	पनियाला	HP	30.30	4.92	56.07	0.44	4.33	53.59	0.71
27.	नरहेरा	HP	42.40	6.63	51.02	-13.35	5.54	50.33	-8.74
28.	पोटा	HP	54.60	24.10	83.71	9.27	25.31	85.65	9.80
29.	विराटनगर	HP	48.50	3.06	37.10	-4.97	2.77	43.52	-2.72
30.	मैड	OW	13.70	3.24	43.33	-2.28	2.28	37.05	-2.02
31.	आंधी	HP	39.40	9.35	63.25	2.03	9.15	63.35	0.93
32.	बरवा	HP	33.33	11.96	79.12	7.98	2.49	46.09	-2.19
33.	गढ	HP	39.40	3.19	44.04	-2.49	3.13	45.74	-1.84
34.	कोहल्या	HP	60.60	13.06	79.66	4.43	13.98	82.24	4.95
35.	सांकनेर	HP	75.8	5.32	63.04	1.99	4.84	68.49	3.31
36.	आमेर	HP	48.50	2.77	43.10	0.17	1.72	36.33	-1.73
37.	मनोहरपुर	HP	60.60	14.75	74.58	-6.54	13.30	74.19	-5.13
38	कठपुतली	HP	48.50	10.17	72.85	3.26	7.82	67.81	1.90

अधिकता को अवशिष्ट सोडियम के रूप में परिभाषित करते हैं तथा इसका निर्धारण निम्नलिखित सूत्र द्वारा किया जाता है -

$$RSC = (HCO_3^{-} + CO_3^{--}) - (Ca^{++} + Mg^{++})$$

जहाँ सभी आयन सांद्रणों को ई पी एम में व्यक्त किया गया है । यदि RSC 2.5 ई पी एम से अधिक है तो सिंचाई के लिये जल समान्यतः अनुपयुक्त होता है । RSC का अधिक मान मृदा संरचना को प्रभावित करता है क्योकि यह मृदा के द्वारा जल एवं वायु के प्रभाव को रोक सकता है । यदि RSC का मान 1.25 - 2.5 के बीच का है तो जल औसत गुण का है जबकि 1.25 ई.पी.एम. से नीचे के मान संकेत करते हैं कि जल सिंचाई के लिए उपयुक्त एवं सुरक्षित हैं । अध्ययन क्षेत्र में RSC के मान मानसून से पूर्व - 34.56 से 27.47 तथा मानसून पश्चात - 26.76 से 24.91 के बीच पाये गये । 40% नमूनों में मानसून पूर्व एवं पश्चात RSC के मान 2.5 ई पी एम से अधिक पाये गये जो सिंचाई के लिये उपयुक्त नहीं हैं ।

भूजल का वर्गीकरण

प्रस्तुत अध्ययन में भूजल के वर्गीकरण के लिये विभिन्न स्वीकृत एवं अधिक उपयोग में आने वाली ग्राफीय विधियों जैसे कि पाइपर ट्राइलीनियर डायग्राम एवं यू. एस. लवणता प्रयोगशाला वर्गीकरण का उपयोग किया गया है । पाइपर ट्राइलीनियर डायग्राम (पाइपर, 1944) का उपयोग मुख्य धनायनों तथा ऋणायनों पर आधारित जल के रसायन तत्व में समानता एवं असमानता को व्यक्त करने में किया जाता है । यू.एस. लवणता प्रयोगशाला वर्गीकरण (विल्कॉक्स, 1955) का उपयोग सिंचाई उद्देश्य हेतु भूजल की उपयुक्तता के अध्ययन के लिये किया जाता है । सिंचाई जल के वर्गीकरण में माना जाता है कि मृदा संरचना, अन्तःस्यन्दन दर, निकासी अभिलक्षण, उपयोग किये गये जल की मात्रा, फसलों की जलवायु एवं लवण सहनशक्ति सीमा की अवस्थाओं के अर्न्तगत जल का उपयोग किया जायेगा ।

पाइपर ट्राइलीनियर वर्गीकरण

जल रासायन अवस्थाओं का उपयोग जल विज्ञानीय तंत्र में जल की रासायनिक अभिलक्षणों का निर्धारण करने हेतु किया जा सकता है । ये अवस्थायें प्रस्तर विज्ञानीय स्तर के अर्न्तगत अवयवों तथा भूजल के मध्य होने वाली रासायनिक प्रक्रियों के प्रभाव को दर्शाती है । पाइपर (1944) में ट्राइलीनियर डायग्राम का एक रूप तैयार किया जो भूजल से घुलित तत्वों के स्रोतों, जल के किसी क्षेत्र से प्रवाहित होने से इसके

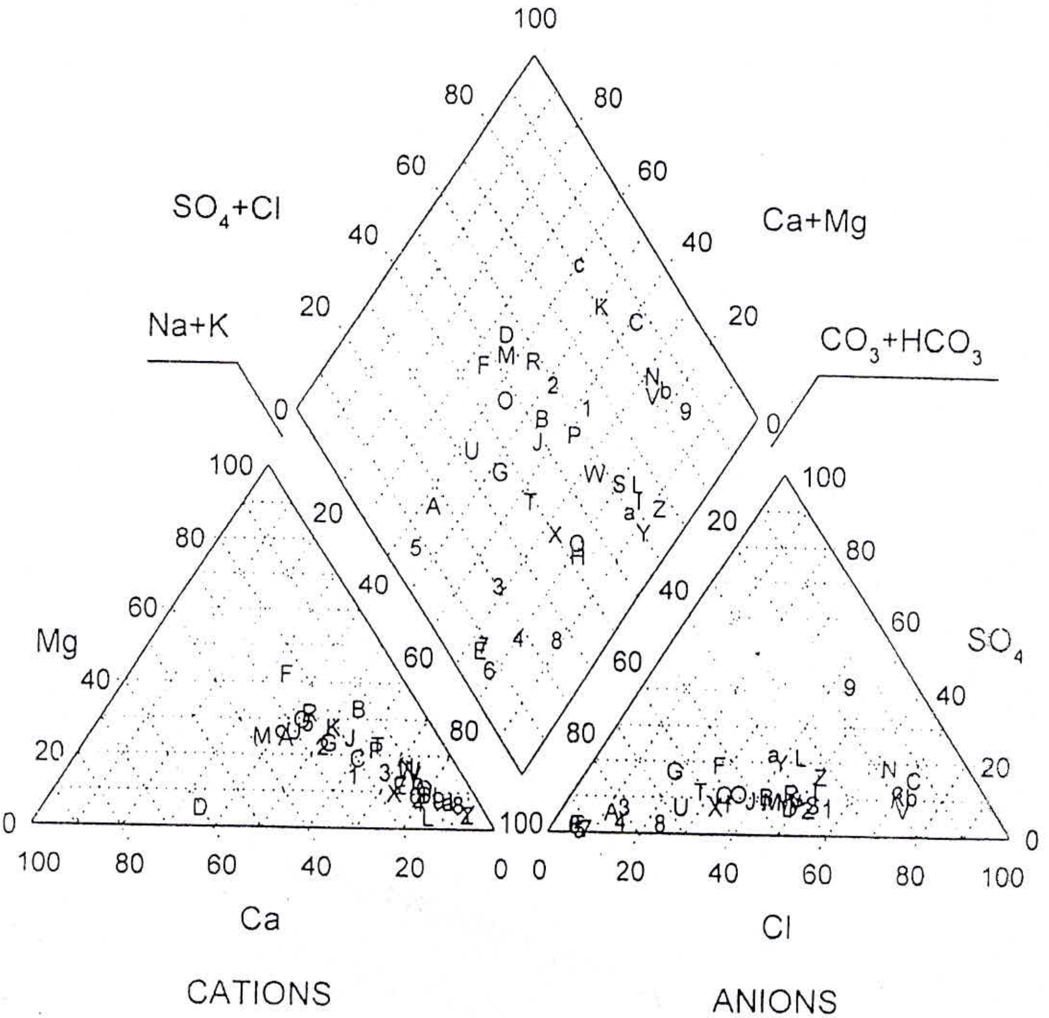
अभिलक्षणों के परिवर्तन तथा सम्बन्धित भूरासायनिक समस्याओं के संदर्भ में आंकड़ों के पूर्ण विश्लेषण में एक प्रभावी युक्ति है । यह डायग्राम विश्लेषण के एक समूह को समान ग्राफ पर प्रस्तुत करने में उपयोगी है ।

पाइपर ट्राइलीनियर डायग्राम में बांई ओर, तथा दांये और दो निचले त्रिकोणीय क्षेत्र तथा एक केन्द्रीय डॉयमंड आकृति होती है इन सभी तीनों क्षेत्रों में सौ भाग का पैमाना होता है । तीन धनायनों कैल्शियम, मैग्नीशियम, (सोडियम + पोटेशियम) तथा ऋणायनों (बाइकार्बोनेट, सल्फेट, क्लोराइड) के प्रतिशत अनुक्रियामान को पारम्परिक ट्राईलीनियर नियंताक के अनुसार एक बिन्दु के रूप में क्रमशः बॉये एवं दांये त्रिकोण पर रेखित किया जाता है । इनको त्रिकोण के समानान्तर ऊपर की ओर इस प्रकार प्रतिरूपित किया जाता है कि केन्द्रीय डायमण्ड क्षेत्र में एक बिन्दु की प्राप्ति हो, जो भूजल के सम्पूर्ण रासायनिक लक्षणों को दर्शाता है । इस बिन्दु की स्थिति ऋणात्मक - धनायन के रूप में भूजल के सापेक्ष घटकों की ओर संकेत करता है । तीनों क्षेत्रों में बिन्दुओं का चित्रण भूजल के अवयवों की सापेक्ष सांद्रता के अनुसार आवश्यक रासायनिक लक्षणों को दर्शाता है (चित्र - 2) ।

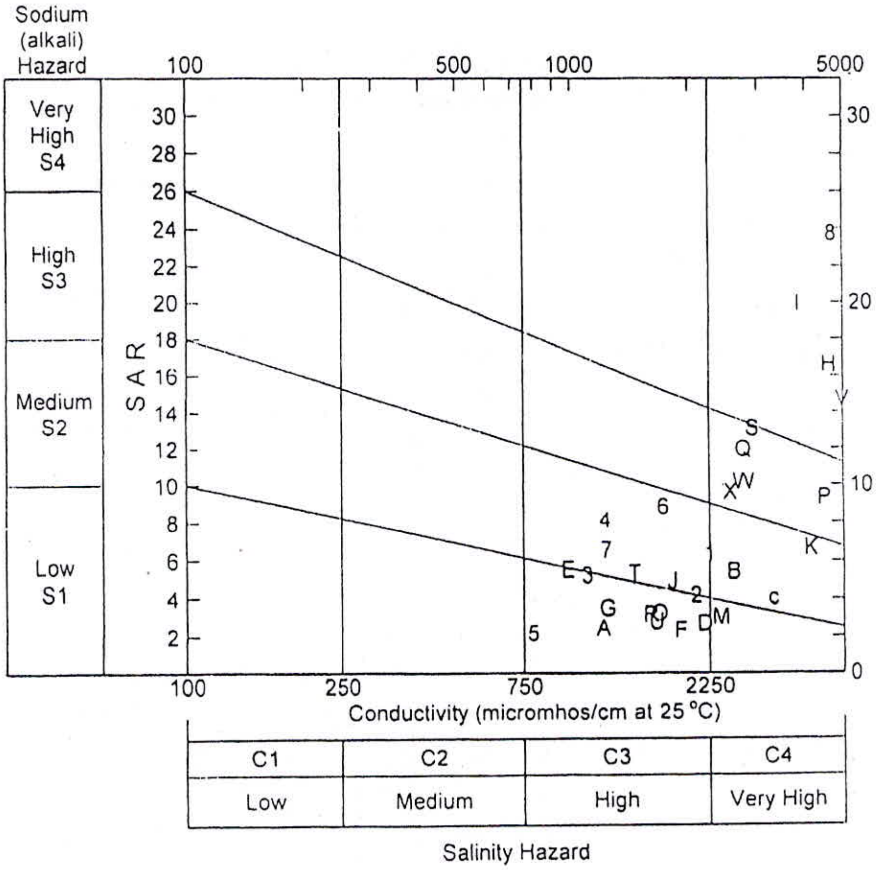
प्रस्तुत अध्ययन के भूजल नमूनों के रासायनिक विश्लेषण आंकड़ों को ट्रायलिनियर डायग्राम पर रेखांकित किया गया है तथा परिणामों को तालिका - 3 में दिखाया गया है । परिणामों से स्पष्ट संकेत मिलते है कि अध्ययन क्षेत्र के मानसून से पूर्व एवं पश्चात के अधिकांश् नमूने $Na - K - Cl - SO_4$ और $Na - K - HCO_3$ जल रासायनिक अवस्थाओं के अर्न्तगत आते है इस प्रकार के जल में क्षारीय धातु क्षारीय भूमि से अधिक तथा बलवान अम्लीय ऋण आयन निर्बल अम्लीय ऋण आयन से अधिक होते हैं । इस प्रकार के जल संबंधित सिंचाई एवं पीने हेतु दोनों उपयोगों में लवण समस्या उत्पन्न करते है अध्ययन क्षेत्र के कुछ नमूने $Ca\text{-}Mg\text{-}Cl\text{-}S0_4$ अथवा $Ca\text{-}Mg\text{-}C0_3$ जल रासायनिक श्रेणी के अन्तर्गत आते है ।

यू. एस. लवणता प्रयोगशाला वर्गीकरण

सोडियम सान्द्रता सिंचाई जल वर्गीकरण में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है । क्योंकि सोडियम मृदा से क्रिया कर अन्य धन आयनों को प्रतिस्थापित कर सोडियम संकट उत्पन्न करता है इस प्रतिस्थापन की मात्रा का आंकलन सोडियम अभिशोषण अनुपात (SAR) के द्वारा किया जाता है । यू. एस. प्रादेशिक लवणता प्रयोगशाला में सिंचाई उपयोग के लिए भूजल उपयुक्तता का अध्ययन करने के लिए एक डायाग्राम का विकास किया जिसमें SAR को सोडियम संकट के सूचकांक के रूप में तथा विद्युत चालकता जिसे माइक्रोसाइमन प्रति से0मी0 के रूप में व्यक्त किया जाता है लवणता संकट को सूचकांक के रूप में लिया गया (चित्र - 3) । अध्ययन क्षेत्र के भूजल नमूनों के रासायनिक विश्लेषण आँकड़ों को यू. एस. लवणता प्रयोगशाला वर्गीकरण के



चित्र - 2 : पाईपर ट्राइलीनियर डायग्राम



चित्र - 3 : यू0 एस0 लवणता प्रयोगशाला वर्गीकरण

अनुसार परिभाषित किया गया है तथा परिणाम को तालिका - 3 में दर्शाया गया है । परिणामों से यह स्पष्ट होता है कि अध्ययन क्षेत्र के अधिकांश क्षेत्रों के भूजल नमूने मानसून पूर्व के दौरान C4-S4, C3-S1, C4-S3, C3-S2, C4-S2 तथा C4-S1 श्रेणी के अंतर्गत आते हैं जबकि मानसून पश्चात के नमूने C3-S1, C4-S4, C3-S2, C4-S3, C4-S2 तथा C2-S1 श्रेणी के अन्तर्गत आते हैं । C3 - S3 श्रेणी का जल (उच्च लवणता एवं निम्नसार) सीमित निकासी तंत्र के साथ मृदा पर उपयोग नहीं किया जा सकता है । इसके लिए लवणता नियंत्रण पर्याप्त निकासी विशेष प्रबन्ध की आवश्यकता होती है तथा इस प्रकार के पौधों का चयन किया जाता है तो लवणता से निम्न प्रभावित होते है । C4-S4 श्रेणी का जल (बहुत अधिक लवणता एवं बहुत अधिक सार) सामान्य अवस्थाओं के अर्न्तगत सिंचाई के लिए उपयुक्त नहीं होता परन्तु विशेष अवस्थाओं में इसका प्रयोग किया जा सकता है । मृदा पारगम्य होनी चाहिए निकासी तंत्र पर्याप्त होना चाहिए । जल का अनुप्रयोग अधिकता में होना चाहिए । जिससे पर्याप्त जल निक्षालन हो सके तथा ऐसी फसलों का चयन किया जाना चाहिए जो लवणता से निम्न प्रभावित होती है ।

5.0 निष्कर्ष

जयपुर जिले के 50% से अधिक स्थानों के जल नमूनों में बहुत अधिक लवणता पाई गई है । अध्ययन क्षेत्र के सार मान संकेत करते हैं कि 25% नमून उच्च सोडियम श्रेणी के अर्न्तगत आते हैं तथा 80% नमूनों में सोडियम प्रतिशत की मात्रा अनुमोदित मात्रा से अधिक पाई गई है तथा यह सिंचाई हेतु उपयोग में आने के लिए उपयुक्त नहीं है । अध्ययन क्षेत्र के अधिकांश नमूने $Na\text{-}K\text{-}Cl\text{-}SO_4$ तथा $Na\text{-}K\text{-}HCO_3$ जल रासायनिक श्रेणी में आते हैं । इस प्रकार का जल सिंचाई एवं पीने हेतु, दोनों उपयोगों में लवणता की समस्या उत्पन्न करते हैं । यू. एस. लवणता प्रयोगशाला वर्गीकरण संकेत करते हैं कि 25% से अधिक नमूने C3-S2 श्रेणी (उच्च लवणता एवं मध्यम सार) के अर्न्तगत आते हैं । इस प्रकार के जल का उपयोग सीमित निकासी तन्त्र के साथ मृदा पर नहीं किया जा सकता, लवणता नियन्त्रण के लिये पर्याप्त निकासी विशेष प्रबन्ध की आवश्यकता होती है तथा इस प्रकार के पौधों का चयन होना चाहिये जिसकी सोडियम प्रभाव को सहन करने की अधिक क्षमता हो ।

6.0 सन्दर्भ

1. अग्रवाल, वी., वैश्य, ए.के. एंड वैश्य, प्रेरणा (1997) , ग्राउंडवाटर क्वालिटी : फोकस ऑन फ्लाराइड एंड फ्लोरोसिस इन राजस्थान, करॅट साईन्स, 73 (9) , 743-746 ।

तालिका - 3 जयपुर जिले के जल का वर्गीकरण

वर्गीकरण का प्रकार	नमूना संख्या	
	पूर्व मानसून	पश्च मानसून
पाइपर ट्राइलीनियर वर्गीकरण		
Ca-Mg-HCO_3	13,18,22,30,36	13,18,30,36
Ca-Mg-Cl-SO_4	9,20,29,33	9,10,22,27,29,32,33
Na-K- Cl-SO_4	1,2,3,5,6,7,8,10,17,19,25,27,28,31,34,37, 38	1,2,3,5,6,7,8,17,19,25,28, 31,34,37,38
Na-K-HCO_3	4,11,12,14,15,16,21,23,24,26,32,35	4,11,12,14,15,16,20,21,23 24,26.35
यू. एस. लवणता प्रयोगशाला वर्गीकरण		
C1-S1	-	-
C2-S1	-	13
C2-S2	-	-
C2-S3	-	-
C2-S4	-	-
C3-S1	10,11,13,18,20,21,22,23,30,33, 36	9,10,11,15,18,19,21,22,23, 26,29,30,32,33,35,36
C3-S2	12,14,15,26,35	1,12,14,20
C3-S3	-	-
C3-S4	-	-
C4-S1	29	-
C4-S2	1,9,19,27	27,38
C4-S3	4,31,32,34,38	4,31
C4-S4	2,3,5,6,7,8,16,17,24,25,28,37	2,3,5,6,7,8,16,17,24,25,28, 34,37

2. ए.पी.एच.ए. (1992), स्टंडर्ड मैथड्स फॉर द एग्जामिनेशन ऑफ वाटर एंड वेस्ट वाटरस, अमेरिका पब्लिक हैल्थ एसोशियेशन, 18वाँ एडीशन, वाशिंगटन डी.सी. ।

3. बी.आई.एस. (1991), स्पेशिफिकेशन्स फॉर ड्रिंकिग वाटर आई. एस. : 10500 : 1991, ब्यूरो ऑफ इंडियन स्टेन्डर्डस, नई दिल्ली ।

4. गंगल, आर.के. एंड जुत्शी, के. (1990), ग्राउन्ड वाटर पोल्यूशन एंड द इफेक्ट्स ऑफ रेन खेतरी कॉपर कॉम्प्लेक्स, इंडियन जनरल ऑफ इन्वार्यरनमेंटल हैल्थ, 32 (40) , 339-344।

5. गुप्ता, एस. सी. (1981), इवैल्यूएशन ऑफ क्वालिटी ऑफ वैल वाटरस् इन उदयपुर डिस्ट्रिक्ट, इन्डियन जनरल ऑफ इन्वार्यन्मेन्टल हैल्थ, 23 (3) , 195-202।

6. जैन, सी. के. एंड भाटिया, के. के. एस. (1987), फीजिको - केमिकल एनेलैसिस ऑफ वाटर एंड वेस्ट वाटर यूजरस मैनुअल, यू0 एम. - 26, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की ।

7. मिश्रा, एस. के. (1999), प्रोसीडिंग्स ऑफ नेशनल सेमीनार ऑन एन्वार्यनमेन्ट एंड हैल्थ, एडीटर ग्यानी, के.सी., वैश्य, ए. के. एंड वैश्य, प्रेरणा, पृ0 75-78 ।

8. पाइपर ए.एम. (1944)ए ग्राफीकल प्रॉसीजर इन द जियोकेमिकल इन्टरप्रीटेशन ऑफ वाटर एनेलैसिस, ट्रांस. अमे. जिओफिजिकल यूनियन, वॉल्यूम 25, पृ0 914-923 ।

9. रिचार्डस, एल.ए. (एडी.) (1954), डायग्नोसिस एंड इम्प्रूवमेंट ऑफ सैलाइन एंड अलकली सॉयल्यस्, एग्रीकल्चरल हैंडबुक, यू. एस. डिपार्टमेंट ऑफ एग्रीकल्चर, वाशिंगटन डी. सी., पृ0 160 ।

10. त्रिपाठी, ए. के. एंड सिंह, आर. सी. (1996), फ्लोराइड लेवल इन ग्राउन्ड वाटर एंड ग्राउन्ड वाटर क्वालिटी इन रूरल एरिया ऑफ डिस्ट्रिक्ट अलवर, इन्डियन जरनल ऑफ इन्वार्यमेन्टल प्रोटेक्शन, 16(5), 748-754 ।

11, विल्कोक्स, एल. वी. (1955), क्लासिफिकेशन एंड यूज ऑफ इर्रिगेशन वाटर, यू. एस. डिपार्टमेन्ट ऑफ एग्रीकल्चर, सरकुलर 969, वाशिन्गटन, डी. सी., पृ0 19 ।