

राजस्थान में भाखड़ा नहर सिंचित क्षेत्र के भूमिगत जल की रासायनिक गुणवत्ता

वीना चौधरी

मुकेश शर्मा

महर्षि दयानन्द महाविद्यालय (महर्षि दयानन्द सरस्वती विश्वविद्यालय)

श्रीगंगानगर

इस प्रपत्र के अर्न्तगत उत्तर-पश्चिमी राजस्थान के भाखड़ा नहर सिंचित क्षेत्र में किसानों द्वारा बनाये गये ट्यूबवैलों से भूमिगत जल के 101 नमूनों का रासायनिक अध्ययन किया गया। इस अध्ययन के परिणाम यह प्रदर्शित करते हैं कि सभी भूजल नमूनों का पी. एच. मान 7.13-8.65 के बीच पाया गया। इसी प्रकार भूजल नमूनों की ई सी 0.46-13.90 की रेन्ज में आयी जबकि स्वयं भाखड़ा नहर के पानी की ई सी केवल 0.35 पायी गयी। सभी गोंवों के भूजल नमूनों में सोडियम धनायन की मात्रा अधिक रही जबकि मैग्नीशियम, कैल्शियम एवं पोटेशियम क्रमशः द्वितीय, तृतीय एवं चतुर्थ स्थान पर रहे। ऋणायनों में कार्बोनेट की उपस्थिति केवल 40 प्रतिशत नमूनों में तथा कम मात्रा में पायी गयी जबकि बाईकार्बोनेट इससे अधिक तथा क्लोराइड, बाईकार्बोनेट से भी अधिक मात्रा तथा सभी भूजल नमूनों में पाये गये। अध्ययनित नमूनों में लगभग 24 प्रतिशत नमूनों की SAR का मान 10 से अधिक आया जिससे ये नमूने सिंचाई के लिये अनुपयुक्तता की श्रेणी में आ गये। ई सी के आधार पर वर्गीकरण करने पर ज्ञात हुआ कि केवल 52 प्रतिशत जल नमूने ही सिंचाई के लिये उपयुक्त श्रेणी में आते हैं। इसी प्रकार से लगभग 50 प्रतिशत नमूनों की RSC शून्य आयी जिससे जल की उपयुक्तता प्रदर्शित होती है।

1. प्रस्तावना :

उत्तर-पश्चिमी राजस्थान के श्रीगंगानगर एवं हनुमानगढ़ प्रमुख जिले हैं। इनके उत्तर में हरियाणा एवं पंजाब है जबकि पश्चिम में पाकिस्तान से सीमा मिलती है। इस क्षेत्र में मई-जून में अधिकतम तापमान 48° सेन्टीग्रेड एवं जनवरी में न्यूनतम तापमान 0.5° सेन्टीग्रेड तक चला जाता है। वार्षिक वर्षा का औसत 300 मि.मी है। भाखड़ा नहर उत्तर-पश्चिमी राजस्थान की तीन नहर प्रणालियों में से एक है। यह नहर 1954 में मरूस्थल को हरा-भरा करने के लिये बनायी गयी थी। इस नहर को सरहिन्द फीडर से लोहगढ़ (जीरोहेड) तक पानी की आपूर्ति होती है। इस स्थान से आगे 36 आर डी पर यह नहर राजस्थान सीमा में प्रवेश करती है। इस नहर की क्षमता 1800 क्यूसेक है। इसी स्थान पर इस नहर से दो शाखाएं निकलती हैं जिनके नाम सादूलसिंह ब्रांच तथा करणीसिंह ब्रांच हैं। इस नहर प्रणाली का कमाण्ड क्षेत्र 372 हजार हैक्टर हैं जो हनुमानगढ़ एवं श्रीगंगानगर जिलों में फैला हुआ है।

पिछले 5-6 वर्षों से इस क्षेत्र में बहुत कम वर्षा होने के साथ-साथ नहरों में पानी की आवक भी बहुत कम हो गयी है जिससे क्षेत्र में फसलों की जल आवश्यकता की पूर्ति नहीं हो सकी। सफल फसलोत्पादन के लिये जलापूर्ति होना अत्यन्त आवश्यक है। अतः किसानों ने मजबूरी में अपने-अपने खेतों पर ट्यूबवैल लगाने शुरू कर दिये और इस पानी से फसलों की सिंचाई करने लगे। उत्तर-पश्चिमी राजस्थान में नहर प्रणाली आने से पहले भूजल खारा एवं 20 से 90 मीटर गहरा था (हून 1962)। अतः किसानों द्वारा बनाये गये ट्यूबवैलों के पानी की रासायनिक गुणवत्ता की जाँच करना आवश्यक समझा गया ताकि सही पानी ही सिंचाई के काम लाया जावे और खराब पानी से भूमि को खराब होने से रोका जा सके।

2. अध्ययन क्षेत्र एवं प्रक्रिया :

उत्तर-पश्चिमी राजस्थान में मुख्य भाखड़ा नहर तथा शाखाओं एवं वितरिकाओं द्वारा सिंचित क्षेत्र में किसानों द्वारा बनाये गये ट्यूबवैलों के भूजल की रासायनिक गुणवत्ता देखने के लिये अध्ययन किया गया। इस परीक्षण में नहर एवं शाखाओं के दोनों तरफ स्थित ट्यूबवैलों में से 101 ट्यूबवैलों के भूमिगत जल के नमूने इकट्ठे किये गये। नमूने एकत्र करने में इस बात का ध्यान रखा गया कि अधिकाधिक गाँवों एवं ढाणियों से नमूने लिये जावे। नहर की 50-60 किलोमीटर की लम्बाई के क्षेत्र में दोनों तरफ 5-10 किलोमीटर की चौड़ाई से नमूने लिये गये जिसमें हनुमानगढ़ एवं श्रीगंगानगर जिलों का क्षेत्र सम्मिलित हैं। मुख्य गाँवों एवं वितरिका क्षेत्र के नाम इस प्रकार हैं जैसे बोलावाली-अमरपुरा, प्रतापुरा, मम्मड़ खेड़ा वितरिका क्षेत्र, लालगढ़ जाटान-बनवाली वितरिका, सूरतगढ़ वितरिका, खुन्जा-पीलीबंगा, लोंगवाल एवं मोरडिया वितरिका क्षेत्र शामिल हैं।

भूजल के नमूने लेने के साथ-साथ किसान का नाम, कुलाबा नम्बर, ट्यूबवैल की गहराई, नहर से दूरी, ट्यूबवैल लगाने का वर्ष, ट्यूबवैल कितने घंटे चलता है आदि बातों की सूचना इकट्ठी की गयी।

पानी के सभी नमूनों की जाँच यहाँ श्रीगंगानगर में स्थित एम डी (पी जी) महाविद्यालय, कृषि अनुसंधान केन्द्र एवं चम्बल फर्टीलाइजर्स एण्ड केमिकल्स लि० की प्रयोगशालाओं में की गयी। भूजल का गुणात्मक अध्ययन जैसे ई.सी., पी.एच. धनायन एवं ऋणायन (केटायन एवं एनायन) की जाँच स्थापित विधियों से की गयी (रिचार्ड 1954) कुछ महत्वपूर्ण सूचना जैसे एस ए आर (SAR) एवं आर एस सी (RSC) गणना करके निकाली गयी।

$$(1) \text{ एस. ए. आर. (सोडियम अधिशोषण अनुपात)} = \frac{\text{सोडियम (Na}^+) + \text{कैल्शियम (Ca}^{++}) + \text{मैग्नीशियम (Mg}^{++})}{2}$$

$$(2) \text{ आर.एस.सी. (अवशेष सोडियम कार्बोनेट)} = (\text{कार्बोनेट} + \text{बाईकार्बोनेट}) - (\text{कैल्शियम} + \text{मैग्नीशियम})$$

(3) (सोडियम की प्रतिशत गणना (Na%))

$$\text{सोडियम (Na}^+ + \text{K}^+ \text{)} \\ = \frac{\text{सोडियम} + \text{मैगनेशियम} + \text{सोडियम} + \text{पोटेशियम}}{\text{कैल्शियम} + \text{मैगनेशियम} + \text{सोडियम} + \text{पोटेशियम}} \times 100$$

इन्हीं प्रदर्शक सूचकांक के आधार पर पानी के नमूनों को क्षारीय या लवणीय वर्गों में बांटा गया। ई सी के आधार पर भी पानी के नमूनों को विभिन्न वर्गों में बांटा गया (गुप्ता एवं अन्य 1994)। ये वर्ग इस प्रकार हैं :-

भूजल का वर्ग	गुणधर्म		
	ई. सी.	एस. ए. आर.	आर. एस. सी.
1. अच्छा	<2	<10	<2.5
2. कुछ लवणीय	2-4	<10	<2.5
3. अधिक लवणीय	>6	<10	<2.5
4. कुछ क्षारीय	>4	>10	2.5-5.0
5. क्षारीय	>4	>10	5.0-7.5
6. अधिक क्षारीय	परिवर्तनीय	<10	<5.0

3. परिणाम एवं विवेचना :

3.1 पी एच :

पी एच किसी भी जल में उपस्थित हाइड्रोजन आयन की सांद्रता की माप है जो उसकी अम्लता एवं क्षारता बताता है। अतः कोई पदार्थ जल में घुला होता है तो मिश्रण विद्युत चार्ज हाइड्रोजन (H) तथा हाइड्रॉक्सल (OH) आयनों में विभाजित हो जाता है। यदि उसमें OH आयन अधिक होंगे तो उसमें क्षारता होगी। जिस भूमिगत जल का पी एच मान 7 से कम है तो वह अम्लीय तथा 7 से अधिक है तो जल क्षारीय होगा। इस अध्ययन में लिये गये भूमिगत जल के सभी नमूनों की पी एच 7 से अधिक पायी गयी (सारणी 3)। काफी संख्या में जल नमूनों की पी एच 8 से भी अधिक रही जबकि मोरडिया तथा लीलावली वितरिका क्षेत्र के भूमिगत जल की औसत पी एच 8 से अधिक पायी जो जल के क्षारीय होने को प्रदर्शित करती हैं।

3.2 ई.सी (विद्युत चालकता) :

जल की चालकता उसमें विद्युत प्रवाह-क्षमता की माप है जो जल में उपस्थित आयनों की सांद्रता से सम्बन्धित होती है। इस अध्ययन (सारणी 3) में अधिकतर गाँवों के भूजल की ई सी का न्यूनतम स्तर अधिक पाया गया। प्रतापपुरा, नाथवाना, भगतपुरा, धोलीपाल, मम्मड़खेडा, बनवाली (लालगढ़ जाटान) एवं पीलीबंगा वितरिका क्षेत्रों में ई सी का न्यूनतम स्तर ही 4 से अधिक एवं अधिकतम सीमा 8-9 से अधिक

सारणी 3 : भाखड़ा नहर सिंचित क्षेत्र में बनाये गये ट्यूबवैलों के भूजल की रासायनिक गुणवत्ता

क्र.सं.	भाखड़ा नहर वितरिका	पी एच. (pH)		ई.सी. (डेसीसीमन/मीटर)		सोडियम अधिशोषण अनुपात (SAR)		अवशेष सोडियम कार्बोनेट (Mec/L)	
		रेन्ज	औसत	रेन्ज	औसत	रेन्ज	औसत	रेन्ज	औसत
		1.	भाखड़ा नहर- 36 आरडी	(1)	7.48	0.35	0.35	0.81	0.81
2.	अमरपुरा माईनर- 8 एएमपी	(3)	7.55-7.60	7.58	3.60-6.80	5.00	6.29-8.94	7.74	Nil
3.	अमरपुरा लीलावाली- 9 एएमपी	(5)	7.56-8.74	7.90	1.82-9.30	5.56	3.48-10.78	8.56	0-4.0
4.	प्रतापपुरा वितरिका- 11 पीटीपी	(2)	7.83-8.05	7.94	4.00-5.10	4.55	5.46-6.54	6.00	Nil
5.	नाथवाना वितरिका 1-2 एनटीडब्ल्यू	(5)	7.68-8.35	7.88	3.50-9.50	5.62	2.00-8.60	5.50	Nil
6.	सगरिया 3-5 एनटीडब्ल्यू	(4)	7.13-8.11	7.67	5.30-8.30	6.86	5.67-9.85	7.65	Nil
7.	रतनपुरा माईनर 1-2 आरटी पी	(8)	7.19-8.65	7.83	0.75-6.50	2.22	0.91-7.26	2.27	0-2.6
8.	भगतपुरा माईनर-दाबा 1-2 बी जी पी	(2)	7.41-7.50	7.46	5.10-7.60	6.35	7.70-9.58	8.64	Nil
9.	मोरजन्द सिखान 1-3 एम.जे.डी	(5)	7.60-8.46	7.94	3.80-10.60	7.30	5.65-10.25	7.65	0-0.8
10.	मोरजन्द सिखान 7-9 एम.जे.डी	(9)	7.33-7.82	7.62	0.53-8.70	3.06	2.09-10.39	5.83	0-2.4
11.	धौलीपाल माईनर 8-11 डी.एल.पी	(2)	7.24-7.71	7.48	5.40-7.90	6.65	8.10-10.26	9.18	Nil
12.	मम्मडखेड़ा वितरिका 32-33 एम.एम.के.	(13)	7.63-8.30	7.98	2.30-13.90	5.34	2.47-13.67	8.46	0-6.0
13.	मम्मडखेड़ा वितरिका 35 एम.एम.के.	(6)	7.39-7.97	7.63	2.00-5.90	3.15	1.65-10.71	4.29	0-4.0
14.	मम्मडखेड़ा वितरिका 39/40/43 एम.एम.के.	(4)	7.53-7.91	7.70	4.50-9.30	6.65	8.40-11.54	10.12	0-2.2
15.	मम्मडखेड़ा वितरिका 36/8/1 एम.एम.के.	(5)	7.50-8.17	7.84	2.60-5.30	3.84	3.19-10.86	6.54	0-5.0
16.	बनवाली माईनर लालागढ़ जाटान	(3)	7.47-7.85	7.71	5.30-8.90	7.13	8.89-9.80	9.37	Nil
17.	मोरंडिया वितरिका- 15 एम.ओ.डी	(3)	8.32-8.37	8.35	3.20-3.60	3.40	3.92-14.95	10.78	2.8-6.2
18.	लीलावाली वितरिका 1-2 एल.एल.डब्ल्यू.	(5)	7.97-8.39	8.14	0.46-4.00	1.97	1.15-16.80	5.63	0-6.3
19.	लीलावाली वितरिका 4 एल.एल.डब्ल्यू.	(2)	7.87-8.04	7.96	1.63-3.80	2.72	5.19-12.03	8.61	0-9.2
20.	सूरतगढ़ वितरिका- खुन्जा/एस.टी.जी.	(4)	7.35-7.57	7.44	1.47-4.50	3.29	1.53-3.29	2.41	0-4.1
21.	पीलीबाग वितरिका- 3 पी.बी.एन.	(2)	7.23-7.54	7.39	4.20-5.90	5.05	2.51-7.52	5.02	Nil
22.	पीलीबाग वितरिका- 5 पी.बी.एन.	(2)	7.31-7.40	7.36	1.57-4.90	3.24	1.81-9.01	5.41	Nil
23.	पीलीबाग वितरिका- 9-10 पी.बी.एन.	(2)	7.32-7.72	7.52	1.95-3.60	2.78	1.49-2.03	1.76	Nil
24.	लोगवाल माईनर 4-6 एल.एल.जी.	(3)	7.70-8.11	7.93	1.78-4.80	3.29	3.99-11.40	7.28	0-3.9
25.	1 डी.पी.एल.	(1)	7.23	7.23	7.8	7.8	7.76	7.76	Nil

कोष्ठक की संख्याएं पानी के नमूने की संख्या को प्रदर्शित करती हैं।

तथा मम्मडखेड़ा वितरिका क्षेत्र में 13.90 तक ई.सी. पायी गयी। औसत आधार पर 50 से अधिक नमूनों की ई.सी. 5 से अधिक रही जो अनुपयुक्त नमूनों की संख्या को बढ़ाती हैं। मम्मडखेड़ा वितरिका क्षेत्र में (33 एम.एम.के.) एक नमूने की ई.सी. 13.90 तक पायी गयी।

3.3 सोडियम :

भूजल की गुणवत्ता उसमें घुले हुए धनायनों एवं ऋणायनों पर निर्भर होती है। धनायनों एवं ऋणायनों की रेन्ज एवं औसत मान को देखने से विदित होता है कि सभी गाँवों के भूजल में सोडियम धनायन की मात्रा अधिक पायी गयी, मैग्नीशियम द्वितीय कैल्शियम तृतीय तथा पोटेशियम चतुर्थ स्थान पर रहे। सोडियम की रेन्ज अमरपुरा माईनर क्षेत्र के 3 नमूनों की 16.72 – 31.92, प्रतापपुरा वितरिका क्षेत्र के 2 नमूनों की 18.43-22.61, नाथवाना वितरिका क्षेत्र के 4 नमूनों की 24.13-34.96, भगतपुरा माईनर के 2 नमूनों की 24.32 – 36.10, मोरजन्ड सिखान गाँव के 5 नमूनों की 19.19-31.35, धोलीपाल माईनर के 2 नमूनों की 25.84-34.77, मम्मडखेड़ा वितरिका क्षेत्र के 4 नमूनों की 23.94-38.95 तथा बनवाली माईनर के लालगढ़ गाँव के 3 नमूनों की 28.12 – 37.43 मिली तुल्यांक/लीटर की पायी गयी जो बहुत अधिक है तथा ये सभी जल सिंचाई के लिये अनुपयुक्त रहेंगे। साधारणतया इस नहर क्षेत्र के भूजल में सोडियम की मात्रा अधिक पायी गयी जबकि स्वयं भाखड़ा नहर के पानी में सोडियम की मात्रा केवल 0.87 मिली तुल्यांक/लीटर ही पायी गयी (सारणी 1)।

3.4 कैल्शियम :

भूजल में कैल्शियम एक मुख्य धनायन है। अध्ययन किये गये भूजल में इसकी मात्रा मैग्नीशियम की मात्रा से कम पायी गयी। सारणी 1 के आंकड़ों से विदित होता है कि कैल्शियम का निम्न स्तर 0.2 से शुरु हुआ तथा काफी नमूनों में इसकी मात्रा कम रही। कैल्शियम के अधिकतम स्तर 19.9, 18.9 तथा 16.3 मिली तुल्यांक/लीटर क्रमशः नाथवाना वितरिका, मोरजन्ड सिखान तथा प्रतापपुरा वितरिका क्षेत्रों में पाये गये। अवसादी चट्टानों में कैल्शियम कार्बोनेट के रूप में तथा जलोढ़क में यह चूना पत्थर के रूप में उपलब्ध रहता है। कैल्शियम कार्बोनेट, सल्फेट-कार्बोनेट एवं बाई-कार्बोनेट के साथ मिलकर जल में कठोरता उत्पन्न करता है।

3.5 मैग्नीशियम :

यह जल की कठोरता में योगदान देने वाले तत्वों में एक महत्वपूर्ण तत्व है। सारणी 1 के आँकड़ों से ज्ञात होता है कि लीलावाली वितरिका क्षेत्र के सभी ट्यूबवैलों के भूजल में मैग्नीशियम की सांद्रता की रेन्ज स्तर 1.1 से 4.2 मिली तुल्यांक/लीटर पायी गयी। इसी प्रकार अधिकतम रेन्ज 45.5, 39.0, 37.1 एवं 35.8 मिली तुल्यांक/लीटर क्रमशः नाथवाना, मोरजन्ड सिखान, रतनपुरा और मम्मड खेड़ा वितरिका क्षेत्रों में पायी गयी। मैग्नीशियम की औसत अधिकतम मात्रा 24.45 एवं 23.11 मिली तुल्यांक/लीटर क्रमशः नाथवाना वितरिका एवं मोरजन्ड सिखान गाँव में पायी गयी।

3.6 कार्बोनेट एवं बाईकार्बोनेट :

भूजल में कार्बोनेट एवं बाईकार्बोनेट की उपलब्धता क्षारता के मुख्य कारण हैं। भूजल की अस्थायी कठोरता कार्बोनेट एवं बाईकार्बोनेट लवणों की उपस्थिति के कारण होती है जबकि स्थायी कठोरता

सारणी 1 : भाखड़ा नहर सिंचित क्षेत्र में बनाये गये ट्यूबवैलों के भूजल की रासायनिक गुणवत्ता

	भाखड़ा नहर वितरिका	कैल्शियम (Meg/L)		मैग्नीशियम (Meg/L)		सोडियम (Meg/L)		पोटेशियम (Meg/L)	
		रेन्ज	औसत	रेन्ज	औसत	रेन्ज	औसत	रेन्ज	औसत
1.	भाखड़ा नहर- 36 आरडी	(1)	1.2	1.1	1.1	0.87	0.87	0.10	0.10
2.	अमरपुरा माइनर- 8 एएमपी	(3)	4.7-7.7	5.97	9.4-17.8	12.83	16.72-31.92	23.94	0.32-0.44
3.	अमरपुरा लीलावाली- 9 एएमपी	(5)	2.3-9.00	5.60	4.4-18.9	12.48	6.65-39.9	25.99	0.29-0.75
4.	प्रतापपुरा वितरिका- 11 पीटीपी	(2)	4.9-16.3	10.60	11.0-17.9	14.45	18.43-22.61	20.52	0.37-0.42
5.	नाथवाना वितरिका 1-2 एनटीडब्ल्यू	(5)	0.2-19.9	6.67	9.8-45.5	22.10	5.97-30.02	20.31	0.30-0.74
6.	सगरिया 3-5 एनटीडब्ल्यू	(4)	0.3-15.8	9.63	2.7-37.1	24.45	24.13-34.96	29.55	0.45-0.66
7.	रतनपुरा माइनर 1-2 आरटीपी	(8)	0.2-7.3	2.69	4.9-35.8	11.79	1.56-30.78	6.94	0.21-0.55
8.	भगतपुरा माइनर-दुबा 1-2 बीजीपी	(2)	0.05-5.5	3.00	14.5-2.80	21.25	24.32-36.10	30.21	0.39-0.51
9.	मोरजन्द सिखान 1-3 एम.जे.डी.	(5)	0.2-11.1	3.97	8.0-39.0	23.17	19.19-31.35	23.13	0.34-0.77
10.	मोरजन्द सिखान 7-9 एम.जे.डी.	(9)	0.6-18.9	4.79	1.1-24.6	6.91	2.13-35.72	14.54	0.13-0.55
11.	घोलीपाल माइनर 8-11 डी.एल.पी.	(2)	7.4-8.8	8.10	11.5-15.6	13.55	25.84-34.77	30.31	0.42-0.44
12.	मम्मडखेड़ा वितरिका 3-2-33 एम.एम.के.	(13)	0.9-11.0	4.01	1.5-35.8	10.21	4.18-41.80	22.65	0.15-0.59
13.	मम्मडखेड़ा वितरिका 3-5 एम.एम.के.	(6)	1.1-6.2	3.10	1.9-11.6	5.23	2.89-31.92	9.70	0.15-0.29
14.	मम्मडखेड़ा वितरिका 3-9/4-0/4-3 एम.एम.के.	(4)	4.1-8.8	6.30	7.7-22.7	13.93	23.94-38.95	31.64	0.36-0.47
15.	मम्मडखेड़ा वितरिका 3-6/8/1 एम.एम.के.	(5)	0.9-6.6	3.66	2.1-9.9	6.24	5.62-29.26	15.44	0.15-0.36
16.	बनवाली माइनर लालगढ़ जाटान	(3)	5.3-15.0	9.70	11.2-20.5	16.13	28.12-37.43	33.06	0.37-0.55
17.	मोराडिया वितरिका- 15 एम.ओ.डी.	(3)	0.8-1.5	1.17	3.3-4.2	3.83	6.31-23.18	16.92	0.19-0.26
18.	लीलावाली वितरिका 1-2 एल.एल.डब्ल्यू.	(5)	0.6-1.3	1.00	1.1-3.4	2.38	1.06-23.18	7.71	0.20-0.28
19.	लीलावाली वितरिका 4 एल.एल.डब्ल्यू.	(2)	0.6-2.3	1.45	2.2-4.2	3.20	6.12-21.66	13.89	0.24-0.25
20.	सूरतगढ़ वितरिका- खून्जा/एसटीजी	(4)	2.4-6.1	4.78	4.2-10.9	7.60	3.34-6.92	5.88	0.18-0.81
21.	पीलीबंगा वितरिका- 3 पी.बी.एन.	(2)	6.8-9.1	7.95	8.5-14.9	11.70	6.95-26.03	16.49	0.25-0.39
22.	पीलीबंगा वितरिका- 5 पी.बी.एन.	(2)	5.0-5.4	5.20	4.2-9.6	6.90	3.88-24.70	14.29	0.15-0.28
23.	पीलीबंगा वितरिका- 9-10 पी.बी.एन.	(2)	3.7-8.5	6.10	7.6-9.3	8.45	4.45-4.83	4.64	0.20-0.24
24.	लोगवाल माइनर 4-6 एल.एल.जी	(3)	0.3-2.4	1.30	1.7-8.2	4.60	6.38-26.22	13.02	0.14-0.26
25.	1 डी.बी.एल.	(1)	9.8	9.8	22.9	22.9	31.35	31.35	2.77

कोष्ठक की संख्याएं पानी के नमूने की संख्या को प्रदर्शित करती हैं।

सारणी 2 : भाखड़ा नहर सिंचित क्षेत्र में बनाये गये ट्यूबवैलों के भूजल की रासायनिक गुणवत्ता

	भाखड़ा नहर वितरिका	कार्बोनेट (Mg/L)		बाईकार्बोनेट (Mg/L)		क्लोराइड (Mg/L)	
		रेन्ज	औसत	रेन्ज	औसत	रेन्ज	औसत
1.	भाखड़ा नहर- 36 आरडी	(1)	-	2.0	2.00	1.2	1.2
2.	अमरपुरा माईनर- 8 एएमपी	(3)	0-2.0	5.0-5.0	5.00	9.7-25.3	16.27
3.	अमरपुरा लीलावाली- 9 एएमपी	(5)	0.0-4.0	3.0-11.0	6.00	2.7-38.1	20.18
4.	प्रतापपुरा वितरिका- 11 पीटीपी	(2)	2.0-2.0	4.0-5.0	4.50	11.6-13.1	12.35
5.	नाथवाना वितरिका 1-2 एनटीडब्ल्यू	(5)	0.0-2.0	4.0-6.0	4.80	3.6-39.0	14.26
6.	सगरिया 3-5 एनटीडब्ल्यू	(4)	0.0-2.0	3.0-7.0	4.50	16.4-37.6	25.45
7.	रतनपुरा माईनर 1-2 आर.टी.पी.	(8)	0.0-4.0	1.75	2.0-7.0	0.9-13.6	3.33
8.	भगतपुरा माईनर-दाबा 1-2 बी.जी.पी.	(2)	0.0-2.0	1.00	7.0-7.0	18.5-30.3	24.40
9.	मोरजन्द सिखान 1-3 एम.जे.डी.	(5)	0.0-2.0	0.67	3.0-9.0	4.7-42.4	22.47
10.	मोरजन्द सिखान 7-9 एम.जे.डी.	(9)	0.0-2.0	0.44	2.0-8.0	0.70-38.9	10.78
11.	धौलीपाल माईनर 8-11 डी.एल.पी.	(2)	0.0-2.0	1.00	5.0-6.0	16.6-37.0	26.80
12.	मम्मड़खेड़ा वितरिका 32-33 एम.एम.के.	(13)	0.0-2.0	0.62	1.0-9.0	4.3-67.7	19.08
13.	मम्मड़खेड़ा वितरिका 35 एम.एम.के.	(6)	0.0-2.0	0.33	5.0-9.0	5.9-16.3	8.25
14.	मम्मड़खेड़ा वितरिका 39/40/43 एम.एम.के.	(4)	-	-	6.0-16.0	13.2-47.0	27.48
15.	मम्मड़खेड़ा वितरिका 36/8/1 एम.एम.के.	(5)	0.0-2.0	0.80	5.0-6.0	2.9-16.4	9.68
16.	बनवाली माईनर लालगढ़ जाटान	(3)	-	-	6.0-9.0	19.1-38.0	25.73
17.	मोरडिया वितरिका- 15 एम.ओ.डी.	(3)	2.0-2.0	2.00	6.0-9.0	2.7-5.6	4.43
18.	लीलावाली वितरिका 1-2 एल.एल.डब्ल्यू	(5)	0.0-4.0	1.60	1.0-9.0	1.0-13.0	4.56
19.	लीलावाली वितरिका 4 एल.एल.डब्ल्यू	(2)	-	-	6.0-12.0	3.3-9.9	6.60
20.	सूरतगढ़ वितरिका- खुन्जा/एस.टी.जी.	(4)	-	-	8.0-12.0	1.1-14.6	9.08
21.	पीलीबंगा वितरिका- 3 पी.बी.एन.	(2)	-	-	9.00-11.0	8.6-17.4	13.00
22.	पीलीबंगा वितरिका- 5 पी.बी.एन.	(2)	-	-	8.0-13.0	2.0-13.3	7.65
23.	पीलीबंगा वितरिका- 9-10 पी.बी.एन.	(2)	-	-	9.0-9.0	4.6-9.6	7.10
24.	लोगवाल माईनर 4-6 एल.एल.जी.	(3)	0.0-2.0	0.67	1.0-9.0	1.2-13.4	5.80
25.	1 डी.वी.एल.	(1)	-	-	8.0	30.5	30.5

कोष्ठक की संख्याएं पानी के नमूनों की संख्या को प्रदर्शित करती हैं।

मुख्यतः सल्फेट लवणों के कारण होती है। सारणी 2 के आँकड़ों से ज्ञात होता है कि अधिकतर गाँवों एवं वितरिका के भूजल में कार्बोनेट की मात्रा की रेन्ज 0-4 मिली तुल्यांक/लीटर तक पायी गयी। लीलावाली वितरिका का कुछ क्षेत्र तथा पीलीबंगा वितरिका क्षेत्र के भूजल एवं भाखड़ा नहर के पानी में कार्बोनेट की मात्रा नहीं पायी गयी। सभी गाँवों के भूजल में बाईकार्बोनेट की मात्रा की रेन्ज 1-16 मिली तुल्यांक/लीटर

तक पायी गयी। सभी गाँवों के भूजल में बाईकार्बोनेट की मात्रा का औसत 3.67 से 10.75 मिली तुल्यांक/लीटर रहा जबकि स्वयं नहर के जल में उसकी मात्रा 2 मिली तुल्यांक/लीटर पायी गयी। प्राकृतिक जल में कार्बोनेट, बाईकार्बोनेट एवं हाइड्रोक्साइड की उपलब्धता क्षारता के मुख्य कारण हैं। मृदा में बेसिक पदार्थों पर कार्बोनेट की क्रिया के कारण बाईकार्बोनेट की उपयुक्त मात्रा प्राप्त होती है जो क्षारता का मुख्य कारण है।

3.7 क्लोराइड :

जल में क्लोराइड एक मुख्य अकार्बनिक आयन है तथा साधारणतः धातु लवण के रूप में रहता है। जब पीने के पानी में सोडियम उपस्थित रहता है तो क्लोराइड की मात्रा 7 मिली तुल्यांक/लीटर से अधिक होने पर जल का स्वाद खारा कर देती है। जल में क्लोराइड की उच्च सांद्रता का मानव पर कोई विषैला प्रभाव नहीं पड़ता फिर भी इसकी अधिक मात्रा धातु के नलों का क्षरण करती है तथा फसल के लिये हानिकारक है। किये गये अध्ययन से ज्ञात हुआ है कि प्रतापपुरा वितरिका, नाथवाना वितरिका का संगरिया क्षेत्र, भगतपुरा माईनर, धोलीपाल माईनर, मम्मड़खेड़ा वितरिका के कुलांबा नम्बर 34/40/43 MMK तथा बनवाली माईनर के लालगढ़ जाटान गाँव के नमूनों में क्लोराइड का न्यूनतम स्तर (19 Meq/L) ही आपत्तिजनक रेन्ज में आता है। भाखड़ा नहर के पानी में क्लोराइड की न्यूनतम मात्रा 1.2 मिली तुल्यांक/लीटर तक पायी (सारणी 2)।

3.8 जल की कठोरता :

जल की साबुन द्वारा झाग बनाने की योग्यता वास्तव में जल की कठोरता का निर्धारण करती है। सामान्य रूप में इसका आंकलन अस्थायी एवं स्थायी कठोरता के रूप में किया जाता है। अस्थायी कठोरता कार्बोनेट एवं बाईकार्बोनेट लवणों की उपस्थिति के कारण होती है जबकि स्थायी कठोरता मुख्यतः सल्फेट लवणों के कारण होती है। कैल्शियम तथा मैग्नीशियम आयन इसके मुख्य कारण हैं। आयरन, एल्युमिनियम, मैग्नीज तथा हाइड्रोजन आयन भी इस प्रकार का प्रभाव उत्पन्न करते हैं।

3.9 एस.ए.आर. (सोडियम अधिशोषण अनुपात) :

सिंचाई जल में सोडियम की सांद्रता बहुत महत्वपूर्ण है क्योंकि सोडियम मृदा के साथ क्रिया करके समस्या उत्पन्न कर देता है। जल में लवणों की उच्च सांद्रता, लवणीय मृदा का तथा सोडियम की उच्च सांद्रता, क्षारीय मृदा का विकास करती है। सिंचाई जल में सोडियम अथवा क्षारीय भार की गणना, ऋणायनों की निरपेक्ष सांद्रता द्वारा की जाती है, इसको सोडियम अधिशोषण अनुपात (SAR) कहा जाता है। मृदा द्वारा अधिशोषित सोडियम तथा सिंचाई जल के अधिशोषित सोडियम मान में महत्वपूर्ण सम्बन्ध होता है। यदि सिंचाई जल में सोडियम एवं कैल्शियम कम मात्रा में है तो ऋणात्मक विनिमय कम्प्लेक्स, सोडियम से संतृप्त हो जाता है जिससे मृदा संरचना अस्त-व्यस्त हो जाती है।

कम अर्थात् 2-10 एस ए आर वाला जल कम सोडियम होने के कारण सिंचाई के लिये उपयुक्त होता है। इसी प्रकार एस ए आर 10-18 वाला सिंचाई जल ठीक-ठीक 18-26 वाला जल अनुपयुक्त एवं 26 से अधिक एस ए आर वाला सिंचाई जल पूर्णतया हानिकारक होता है।

सिंचाई जल जिसमें सोडियम की उपलब्धता कम हो, वह जल सभी प्रकार की मृदाओं के लिये उपयुक्त होता है। इसी प्रकार सोडियम की मध्यम उपलब्धता वाला जल छोटे कण वाली मृदा के लिये हानिकारक है क्योंकि इसमें ऋणायन विनिमय की क्षमता अधिक होती है। मध्यम उपलब्धता वाला जल मोटे कण या अच्छी पारगम्यता वाली कार्बनिक मृदा के लिये उपयुक्त होता है। उच्च सोडियम उपलब्धता वाला जल सभी प्रकार की मृदाओं के लिये हानिकारक होता है।

सारणी 3 के आँकड़ों का अवलोकन करने से ज्ञात होता है कि सबसे कम एस ए आर 0.81 भाखड़ा नहर के पानी का रहा जबकि लीलावाली वितरिका के 1-2 एल एल डब्ल्यू क्षेत्र का एस ए आर सर्वाधिक 16.80 पाया गया। एस ए आर का मान 10 से कम रहने पर ही वह पानी सिंचाई के योग्य माना जायेगा अन्यथा नहीं। अधिक एस ए आर होने का अर्थ है कि जल में सोडियम की मात्रा अधिक है जिससे जल सिंचाई के लिये अनुपयुक्त हो जाता है। लगभग प्रत्येक वितरिका क्षेत्र में उपयुक्त एवं अनुपयुक्त एस ए आर वाला भूजल उपलब्ध है।

3.10 अवशेष सोडियम कार्बोनेट (आर.एस. सी) :

भूजल में अवशेष सोडियम कार्बोनेट की मात्रा 2.5 मिली तुल्यांक/लीटर से ज्यादा होने पर पानी सिंचाई के लिये अनुपयुक्त हो जाता है। सिंचाई के लिये वह पानी उपयुक्त होगा जिसकी अवशेष सोडियम कार्बोनेट 1.25 मिली तुल्यांक/लीटर से कम होगी। सारणी 3 के आँकड़ों से पता चलता है कि जिस जल की अवशेष सोडियम कार्बोनेट की रेन्ज एवं औसत शून्य (Nil) है वही पानी सिंचाई के लिये अधिक उपयुक्त है।

3.11 सिंचाई जल का वर्गीकरण :

एकत्र किये गये 101 ट्यूबवैलों के पानी का ई. सी. एवं एस.ए.आर. (SAR) के आधार पर वर्गीकरण किया गया (सारणी 4)। इन आँकड़ों का ई. सी. आधार पर अध्ययन करने से ज्ञात होता है कि केवल 22 जल नमूने (22%) ही पूर्ण रूप से सिंचाई के लिये उपयुक्त पाये जिनकी ई.सी. <2 कम थी। ई.सी. 2-4 की श्रेणी में 31 नमूने आये जो मध्यम श्रेणी में आते हैं तथा नहर और ट्यूबवैल से अदल-बदल कर सिंचाई करने योग्य पाये गये। इसी प्रकार ई. सी. 4-6 की श्रेणी में 22 जल नमूने आते हैं जिनको नहर के पानी में मिलाकर ही सिंचाई के काम में लिया जा सकता है। इस अध्ययन के 26 जल नमूने ई. सी. > 6 वाले हैं जो अधिक क्षारीय एवं सिंचाई के लिये पूर्णतया अनुपयुक्त हैं।

इसी प्रकार एसएआर (SAR) आधार पर अध्ययन करने से ज्ञात हुआ कि 77 (77%) जल नमूने 10 से कम SAR वाले हैं जो किसी न किसी ढंग से सिंचाई के लिये उपयुक्त हैं। इसी प्रकार एसएआर 10-18 श्रेणी में 24 (24%) नमूने हैं जो सिंचाई के लिये उपयुक्त नहीं हैं।

सारणी 4 : ई.सी. एवं एस.ए.आर. (SAR) के आधार पर भाखड़ा नहर क्षेत्र के ट्यूबवैलों के भूजल का वर्गीकरण

वर्गीकरण	ई. सी. (डेसीमीमन/मीटर)		एसएआर (SAR)	
	वर्ग	नमूनों की संख्या	वर्ग	नमूनों की संख्या
1. उपयुक्त/अच्छा	<2	22	< 10	77
2. मध्यम क्षारीय / मध्यम उपयुक्त	2-4	31	10-18	24
3. क्षारीय/मध्यम असुरक्षित	4-6	22	18-26	-
4. अधिक क्षारीय / असुरक्षित	>6	26	>26	-
योग	-	101	-	101

4. संदर्भ :

- (1) गुप्ता आर. के., सिंह एन. टी. एण्ड सेठी एम. 1994: ग्राउंड वाटर क्वालिटी फोर इरीगेशन इन इण्डिया, बुलेटिन न. 19 "सी.एस.एस.आर.आई." करनाल
- (2) हून, आर. सी. 1962: करेक्टरस्टीक्स ऑफ ग्राउंड वाटर ऑफ एरिया टू बी कमान्डिड बाई राजस्थान केनाल प्रोजेक्ट "इरीगेशन एण्ड पावर" 19 : 429 – 41
- (3) रिचार्ड, एल. ए. 1954: डाइग्नोसिस एण्ड इम्प्रूवमेन्ट ऑफ सेलाइन एण्ड एलकली सोइल्स। यू.एस.डी.ए. हैण्ड बुक न. 60