

वडोदरा शहर के भूजल में पेस्टीसाइड प्रदूषण की समस्या

मुकेश कुमार शर्मा, बबीता शर्मा, राकेश गोयल, वी के चौबे एवं राजदेव सिंह
राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की - 247 667

सारांश : जल में बढ़ते प्रदूषण का मुख्य कारण जनसंख्या में निरन्तर वृद्धि से बढ़ता शहरीकरण, औद्योगीकरण तथा कृषि उत्पादन में वृद्धि के लिए ज्यादा से ज्यादा उर्वरकों एवं कीटनाशकों (पेस्टीसाइड्स) का प्रयोग है। गुजरात प्रदेश के वडोदरा शहर के भूजल के नमूने पूर्व मानसून तथा पश्च मानसून अवधि में 2008-09 तथा 2009-10 में एकत्रित किये गए तथा इन नमूनों का भौतिक रासायनिक प्राचालों एवं पेस्टीसाइड की मात्रा के लिए परीक्षण किया गया। प्रस्तुत अध्ययन में वडोदरा के भूजल में पाये गए विभिन्न भौतिक रासायनिक प्राचालों के मानों तथा पेस्टीसाइड्स की मात्रा की भारतीय मानक ब्यूरो द्वारा पेयजल हेतु निर्धारित सीमा से तुलना की गई तथा यह पाया गया कि वडोदरा के भूजल में कुल घुलित ठोस की मात्रा 486 मिली. ग्राम प्रति लीटर से 3507 मिग्रा./ली. तक पायी गयी तथा लगभग सभी नमूनों में 500 मि.ग्रा./ली. से अधिक पायी गयी। कुल कठोरता की मात्रा 79 मिग्रा./ली. से 1144 मिग्रा./ली. तक पायी गयी। तथा 29 प्रतिशत नमूने अधिकतम सीमा 600 मि.ग्रा./ली. से अधिक पाये गए। भूजल के नमूनों में पेस्टीसाइड्स के परीक्षण से ज्ञात होता है कि एल्फा-बी.एच.सी. बीटा-बी.एच.सी., डेल्टा-बी.एच.सी., ऐल्ड्रिन, एल्फा एण्डोसल्फान तथा मेटोक्सी-क्लोर की मात्राएं निर्धारित सीमा (1.0 माइक्रोग्राम/ली.) को पार कर गयी। अतः प्रपत्र में पेयजल के शुद्धिकरण के लिए कुछ अनुशंसाएं भी दी गयी हैं।

Pesticide pollution in ground water of Vadodara city

M K Sharma, Babita Sharma, Rakesh Goel, V K Choubey and R D Singh
National Institute of Hydrology
Roorkee - 247 667, Uttarakhand, India

Abstract

The main causes of water pollution are urbanization due to increase in population, industrialization and use of more and more fertilizers and pesticides in agricultural fields. The ground water samples in and around city were collected during pre-monsoon and post-monsoon period in 2008-09 and 2009-10 and analysed for physico-chemical parameters and pesticides' residues (Aldrin, α -BHC, γ -BHC, δ -BHC, DDD, DDE, α -Endosulphan and Metoxychlor). The data of ground water quality was processed as per Bureau of Indian Standards and WHO standards to examine the suitability of ground water for drinking purpose. It was observed that the values of total dissolved solids (TDS) in the ground water varies from 486 to 3507 mg/L. Almost all the samples were found above the desirable limit of 500 mg/L but within the maximum permissible limit of 2000 mg/L. The total hardness values in the study area range from 79 to 1144 mg/L. About 40% of the samples fall within desirable limit of 300 mg/L and 29% sample cross the permissible limit of 600 mg/L. The concentrations of α -BHC, γ -BHC, δ -BHC Aldrin, α -Endosulphan and Methoxychlor were exceeded the prescribed limit of 1.0 μ g/L in few ground water samples. Recommendations have been given to purify the drinking water in the paper.

प्रस्तावना

हमारे संसाधनों की गुणवत्ता अवांछनीय हानिकारक तत्वों की लगातार बढ़ोत्तरी से दिन-प्रतिदिन बिगड़ती जा रही है। पानी के मुख्य प्रदूषक अकार्बनिक, कार्बनिक तथा जैविक घटक हैं। विभिन्न कार्बनिक एवं अकार्बनिक प्रदूषकों में कीटनाशक अपने ऊतक हनन स्वभाव के कारण सर्वाधिक खतरनाक हैं¹। कीटनाशक बायोअक्यूम्यूलेटिव तथा अपेक्षाकृत स्थिर होते हैं। इसके अलावा ये विषाक्त एवं कारसीनोजैविक भी होते हैं। इसलिए कीटनाशकों की जल में परीक्षा आवश्यक है।

आधुनिक कृषि में कीटनाशक अपरिहार्य है। कीटनाशकों का उपयोग या दुरुपयोग गंभीर भूमिगत जल प्रदूषण की समस्या को बढ़ावा देता है। वृक्षों की सतह से वर्षा द्वारा लाए गए ये कीटनाशक अथवा प्रत्यक्ष उपचार द्वारा लाये गए ये कीटनाशक अथवा प्रत्यक्ष उपचार द्वारा ये कीटनाशक मृदा तथा भू-जल में प्रवेश करते हैं।

गुजरात रिफाइनरी एवं इंडियन ऑयल कॉर्पोरेशन की स्थापना के साथ मैट्रोपोलिटन शहर वडोदरा की औद्योगिक गतिविधियों में अचानक तेजी आ गई है। वडोदरा शहर गुजरात राज्य की प्रमुख औद्योगिक

इकाई है। वड़ोदरा भी कोई अपवाह नहीं है तथा इसके आसपास के क्षेत्र भी औद्योगिक गतिविधियों से गुँज रहे हैं। इंजीनियरिंग सामान, पेट्रोरसायन, प्लास्टिक, दवा, निर्माण, इलेक्ट्रॉनिक्स, बिजली, भारी और हल्की मशीन इंजीनियरिंग से संबंधित उद्योग शहर में कार्यरत हैं। उपरोक्त परिदृश्य में पैंतीस भू-जल नमूने खुले कुओं, नलकूपों, पिज़ोमैट्रिक वेल, बोर वेल तथा हैंड पंप से वड़ोदरा एवं उसके चारों ओर से भौतिक रासायनिक विश्लेषण के लिए पॉलीप्रोपिलीन बोतलों में तथा कीटनाशक विश्लेषण के लिए काँच की बोतलों में पूर्व तथा पश्च मानसून (2008 तथा 2009) में एकत्र किए गए।

सामग्री एवं विधि

पूर्व तथा पश्च मानसून 2008 एवं 2009 में जमबुआ तथा विश्वामित्री नदियों से, नालियों के अपशिष्ट जल तथा पैंतीस भू-जल नमूने खुले कुएँ, नल कूपों, पीज़ोमैट्रिक कुओं, बोर वेल तथा हैंड पंप से वड़ोदरा (चित्र 1) एवं आसपास के क्षेत्रों से एकत्रित किए गए। भौतिक-रासायनिक विश्लेषण के लिए नमूने पोलिप्रोपिलीन की बोतलों में तथा कीटनाशक विश्लेषण के लिए काँच की बोतल में नमूने इकट्ठे किए गए। भौतिक-रासायनिक विश्लेषण मानक विधियों द्वारा किया गया²। 63 Ni चयनात्मक इलेक्ट्रॉन कब्जा डिटेक्टर (ECD) वाले एमिल न्यूकॉन गैस क्रोमेटोग्राफ द्वारा कीटनाशकों का विश्लेषण

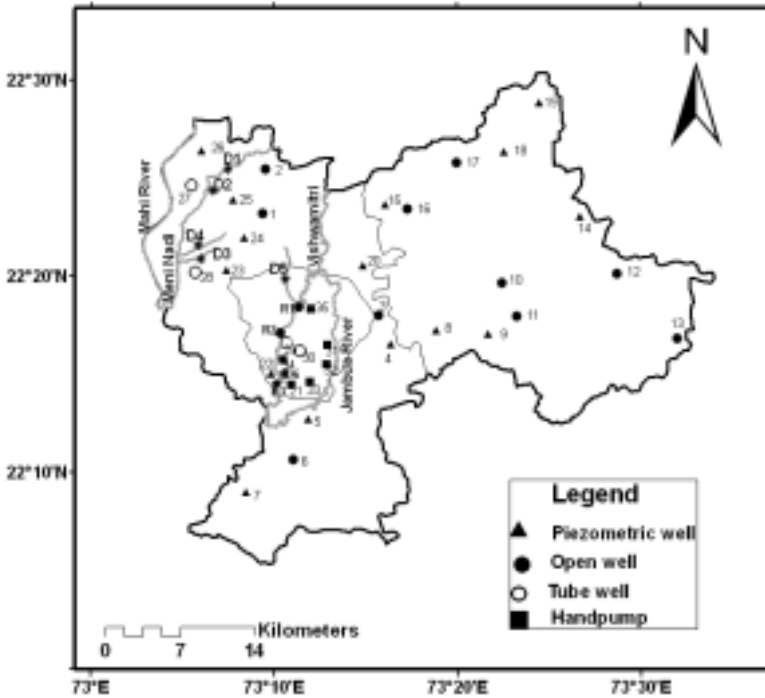
किया गया। 0.25 मिमी. के आंतरिक व्यास के साथ 30m का Equity-5 कॉलम प्रयोग किया गया। 2.0 मिली./मिनट की दर पर नाइट्रोजन गैस कैरियर गैस की रूप में प्रयोग की जाती है। तथा 28 मिली./मि. पर मेकप गैस की तरह इस्तेमाल की जाती है। भट्टी का तापमान 220°C तथा डिटेक्टर का तापमान 285°C रखा गया। ऑर्गेनोक्लोरो पेस्टीसाइड्स का गुणात्मक एवं गणनात्मक विश्लेषण मानक पैस्टीसाइड्स की चोटी के रिटेंशन समय तथा क्षेत्रफल के साथ तुलनात्मक अध्ययन से किया गया।

भू-जल की भौतिक रासायनिक विशिष्टता

मानसून पूर्व 2008 में एकत्रित किए गए नमूनों का जल रासायनिक आँकड़ा सारणी 1 में दर्शाया गया है। मैट्रो शहर वड़ोदरा में pH मान 7.6 से 8.6 के मध्य पाया गया। अधिकांश नमूनों में pH का मापन जल के विभिन्न उपयोग जैसे पीने के लिए एवं अन्य घरेलू उपयोगों के लिए भारतीय मानक ब्यूरो (1991) विश्व स्वास्थ्य संगठन (1996) के द्वारा निर्धारित सीमा के भीतर पाया गया। विद्युत चालकता और घुलित नमक सांद्रता सीधे तौर पर पानी में आयनित पदार्थ की सांद्रता से संबंधित है तथा यह अत्यधिक कठोरता की और/अथवा अन्य खनिज संदूषणों की समस्या से भी संबंधित हो सकती है। महानगर के भू-जल में विद्युत चालकता की मात्रा 760 से 5480 μ S/cm तक पाई गई जिसमें लगभग 80 प्रतिशत नमूनों में चालकता 1000 μ S/cm तक मापी गई हराने के नमूने में सर्वाधिक चालकता 5480 μ S/cm मापी गई।

वड़ोदरा शहर के भू-जल में कुल घुलनशील पदार्थ 486 से 3507 मिग्रा./ली. तक पाया गया। लगभग सभी नमूने वांछनीय सीमा से अधिक परन्तु 2000 मिग्रा./ली. को अधिकतम स्वीकार्य सीमा से कम पाये गए तथा केवल 14 प्रतिशत नमूने 2000 मिग्रा./ली. से अधिक पाये गए। 500 मिग्रा./ली. से अधिक कुल घुलनशील ठोस वाला जल पीने के पानी की आपूर्ति के लिए उचित नहीं समझा जाता है हालाँकि जहाँ बेहतर पानी उपलब्ध नहीं है वहाँ अत्याधिक खनिज वाले पानी का ही प्रयोग किया जाता है।

इसी कारण पीने के पानी के लिए 500 मिग्रा./ली. वांछनीय सीमा तथा 2000 मिग्रा./ली. अधिकतम स्वीकार्य सीमा निर्धारित की गई³। 500 मिग्रा./ली. से अधिक कुल घुलनशील ठोस वाला पानी गैस्ट्रोइंटेस्टाइनल जलन का कारण बनता है³।



चित्र 1 — नमूने स्थल दर्शाता नक्शा

सारणी 1 — भूजल के जल रासायनिक अभिलक्षण (मानसून पूर्व 2008)	न्यूनतम	अधिकतम	औसत
प्राचल			
पी.एच	7.6	8.6	8.0
चालकता, μ s/cm	760	5480	2013
कुल घुलनशील ठोस	486	3507	1288
कठोरता mg/L	79	1143	435
क्लोराइड mg/L	20	1464	320
सल्फेट mg/L	6.0	600	112
नाइट्रेट mg/L	0.0	252	36
फ्लोराइड mg/L	0.0	1.3	0.6
सोडियम mg/L	54	1110	250
पोटेशियम mg/L	1.0	77	11.7
कैल्शियम mg/L	12	313	103
मैग्नीशियम mg/L	12	127	43

कैल्शियम और मैग्नीशियम का उनके सल्फेट क्लोराइड और कार्बोनेट के साथ उपस्थित होना पानी में कठोरता का मुख्य कारण है। भारतीय मानक ब्यूरो द्वारा कठोरता की वांछनीय सीमा 300 मिग्रा./ली. तथा अनुमेय सीमा 600 मिग्रा./ली. की सिफारिश की गई है। अध्ययन क्षेत्र में कैल्शियम की मात्रा 12 से 313 मिग्रा./ली. तथा मैग्नीशियम 12-127 मिग्रा./ली. तक मिली। पेयजल हेतु कैल्शियम तथा मैग्नीशियम की वांछनीय सीमा क्रमशः 75 तथा 30 मिग्रा./ली. पायी गई³। केवल कुछ ही नमूनों में कैल्शियम तथा मैग्नीशियम की मात्रा अधिकतम स्वीकार्य सीमा से अधिक मिली। महानगरीय शहर वड़ोदरा के पेयजल में सोडियम की सांद्रता 54-1110 मिग्रा./ली. तक मिली। शहर के भू-जल में उच्च सोडियम मात्रा का मुख्य कारण बेस एक्सचेंज प्रक्रिया है जो सोडियम जोखिम को जन्म देती है। सोडियम की अत्यधिक सांद्रता वाला भू-जल सिंचाई के लिए अनुपयुक्त होता है। पोटेशियम की सांद्रता 1.0 से 77 मिग्रा./ली. तक मिली। ई.ई. सी मानदंड के अनुसार दस नमूनों में पोटेशियम सांद्रता 10 मिग्रा./ली. से अधिक मिली।

क्लोराइड की सांद्रता 20-1464 मिग्रा./ली. तक पायी गयी। शहर के 60 प्रतिशत से अधिक नमूनों में क्लोराइड की मात्रा 250 मिग्रा./ली. की वांछनीय सीमा के भीतर मिली। केवल तीन ही नमूनों में यह मात्रा 1000 मिग्रा./ली. की अधिकतम स्वीकार्य सीमा से ज्यादा मिली। महानगर में सल्फेट सांद्रता 60-600 मिग्रा./ली. तक मापी गई। भारतीय मानक ब्यूरो में पेयजल हेतु वांछनीय सीमा 200 मिग्रा./ली. एवं अधिकतम स्वीकार्य सीमा 400 मिग्रा./ली. निर्धारित की गई है। अध्ययन क्षेत्र में मात्र दो नमूनों में सल्फेट सांद्रता 400 मिग्रा./ली. की अधिकतम स्वीकार्य सीमा से अधिक मिली जबकि 89 प्रतिशत नमूनों में यह 200 मिग्रा./ली. की वांछनीय सीमा से कम मापी गई।

वड़ोदरा महानगर में नाइट्रेट सांद्रता 0.0-252 मिग्रा./ली. तक मिली। 86 प्रतिशत नमूनों में नाइट्रेट सांद्रता 100 मिग्रा./ली. की अधिकतम स्वीकार्य सीमा से कम मिली। तथा केवल 5 नमूनों में ही यह 100 मिग्रा./ली. से अधिक मिली। नाइट्रेट की अत्यधिक मात्रा में उपस्थिति नवजात शिशुओं में “ब्ल्यू बेबी” नामक बीमारी को जन्म देती है। घरेलू नलजल, पशु पालन, लैंड फिल और उर्वकीय क्षेत्रों से अपवाह से संदूषण के संयुक्त प्रभाव का महानगर में उच्च नाइट्रेट सांद्रता का एक कारण माना जाता है। क्षेत्र के भू-जल में फ्लोराइड की मात्रा 0.00-1.26 मिग्रा./ली. तक पायी गई। महानगर में एक के अलावा सभी नमूनों में फ्लोराइड की मात्रा 1.0 मिग्रा./ली. की वांछनीय सीमा से कम पाई गई तथा किसी भी नमूने में यह 1.5 मिग्रा./ली. की अधिकतम स्वीकार्य सीमा से अधिक नहीं मिली।

उपरोक्त चर्चा से यह स्पष्ट हुआ है कि वड़ोदरा महानगर में लगभग सभी नमूनों में कुल घुलनशील ठोस की मात्रा 500 मिग्रा./ली. की वांछनीय सीमा से अधिक एवं 2000 मिग्रा./ली. की अधिकतम स्वीकार्य सीमा से कम मिली। कठोरता की दृष्टि से करीब 40 प्रतिशत नमूनों में 300 मिग्रा./ली. वांछनीय सीमा से कम एवं 29 प्रतिशत नमूनों 600 मिग्रा./ली. की अधिकतम स्वीकार्य सीमा से अधिक पाये गए। मानसून पूर्व एकत्रित नमूनों में से 40 प्रतिशत नमूनों में क्लोराइड की मात्रा वांछनीय सीमा से अधिक मिली। 89 प्रतिशत नमूनों में सल्फेट की मात्रा वांछनीय सीमा से कम मिली। लगभग 86 प्रतिशत नमूनों में नाइट्रेट की मात्रा वांछनीय सीमा से कम मिली। फ्लोराइड सांद्रता लगभग सभी नमूनों में वांछनीय सीमा से कम मिली। सोडियम तथा पोटेशियम के लिए उल्लंघन सीमा को नहीं बताया जा सकता क्योंकि भारतीय मानक ब्यूरो ने इनके लिए कोई भी सीमा निर्धारित नहीं की है।

भू-जल में कीटनाशक

अध्ययन क्षेत्र से एकत्रित नमूने ऑर्गेनो-क्लोरिनेटिड कीटनाशक (एल्लिडिन, α -BHC, β -BHC, γ -BHC, δ -BHC, DDD, DDE, α -एनडोसल्फान और मीथॉक्सीक्लोर) के लिए विश्लेषित किए गए। विश्लेषण के परिणाम सारणी 2 में प्रस्तुत है शेरखी, शोखडा, मांझलपुर, शरदनगर, जंबुआ जातक नाका, हरनि तथा गोरज के भूजल में लिन्डेन (γ -BHC) उपस्थित पाया गया।

बापोड़ तथा मांझलपुर के भूजल में γ -BHC ($>1.0\mu\text{g/l}$), नवीं खड़की, मकरपुर और जंबुआ जातक नाका के भूजल में β -BHC ($>1.0\mu\text{g/l}$), शनियारा के भूजल में β -BHC ($>1.0\mu\text{g/l}$), मकरपुरा के भूजल में एल्लिडिन ($>1.0\mu\text{g/l}$), कलाली तथा बजवा के भूजल में α -एंडो-सल्फान ($>1.0\mu\text{g/l}$), गोरज, कंढा, रनोली और नंदेसारी के भू-जल में मीथॉक्सीक्लोर उपस्थित पाए गए। कारसीनोजेनिक और

स्थल	सारणी 2 — भूजल में कीटनाशकों की अधिकतम सांद्रता								
	α -BHC	β -BHC	γ -BHC	δ -BHC	Aldrin	α -Endo sulfan	DDE g/L	DDD g/L	Methoxychlor
बापोड़, OW	5.230	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL
मनियारा, OW	BDL	BDL	BDL	22.552	BDL	BDL	BDL	0.315	BDL
शेरखी, TW	0.305	BDL	0.080	BDL	0.325	BDL	BDL	BDL	BDL
नर्वी खड़की, BW	BDL	1.929	0.089	0.478	0.039	BDL	BDL	BDL	BDL
मंझलपुर, TW	1.074	BDL	0.951	BDL	0.775	BDL	BDL	BDL	BDL
गोराज, OW	BDL	0.472	0.089	BDL	BDL	0.318	BDL	0.023	1.596
हरनी, P ₂ W	BDL	BDL	0.158	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL
रायाका, P ² W	BDL	0.184	BDL	BDL	BDL	0.073	BDL	0.768	BDL
शरद नगर, HP	BDL	BDL	0.163	BDL	BDL	BDL	BDL	0.129	BDL
भकरपुर, HP	BDL	1.624	BDL	BDL	1.407	0.619	BDL	BDL	BDL
शोखड़ा, OW	BDL	BDL	0.572	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL
कंधा, OW	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	4.471
सारनेज़, P ₂ W	BDL	0.961	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL
कालाली, P ₂ W	BDL	0.787	BDL	BDL	0.209	1.059	BDL	BDL	BDL
बज़वा, P ₂ W	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	3.464	BDL	BDL	BDL
रनौली, P ₂ W	0.746	0.586	BDL	0.217	BDL	BDL	0.128	BDL	5.853
नंदेसारी, TW	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	3.089
जंबुआ जातक नाका, HP	BDL	1.732	1.209	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL
प्रताप नगर, HP	BDL	BDL	BDL	0.106	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL

BDL - Below detection limit
 OW - open well
 TW - Tube Well
 BW - Bore Well
 P₂W - Piezometric Well
 HP - Hand Pump

ऊतक हनन प्रवृत्ति के कारण हानिकारक कीटनाशक अंततः खाद्य श्रृंखला में प्रवेश कर खतरनाक समस्या उत्पन्न करते हैं।

निष्कर्ष

वड़ोदरा शहर दिन प्रतिदिन प्रगति कर रहा है तथा गुजरात राज्य की महत्वपूर्ण औद्योगिक इकाई बन गया है। परन्तु यह प्रगति हमारे महत्वपूर्ण जल संसाधन यानी भू-जल की गिरावट की कीमत पर हासिल की जा रही है। वर्तमान जांच से यह स्पष्ट है कि वड़ोदरा शहर से गुजर रही नालियाँ एवं नदियाँ कीटनाशकों की उपस्थिति के कारण अत्यधिक प्रदूषित हैं जो वड़ोदरा शहर के भू-जल को प्रदूषित कर रहीं हैं। क्षेत्र में कार्यरत सभी औद्योगिक इकाइयों का कुशल प्रवाह उपचार संयंत्र सीपित करके शून्य निस्सरण की पद्धति का पालन करना चाहिए जिससे भावी पीढ़ी को इस विषाक्त जल से बचाया जा सकता है।

सन्दर्भ

1. अली आई एवं जैन सी के, ट्रांसपोर्टेशन बिहेवियर ऑफ लिंडेन इन डिफेरेन्ट टाइपस ऑफ सॉयल्स, तकनीकी रिपोर्ट टी.आर/बी. आर-7/1999-2000, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की, भारत (2000).
2. ए.पी.एच.ए, स्टैंडर्ड मैथड फॉर द एग्ज़ामिनेशन ऑफ वॉटर एण्ड वेस्ट वाटर्स, अमेरिकन पब्लिक हेल्थ एसोसिएशन, 18 वशिगटन, डी. सी (1992).
3. भारतीय मानक ब्यूरो, पेयजल के लिए निर्दिष्टीकरण आई.एस: 10500:1991, भारतीय मानक ब्यूरो, नई दिल्ली (1991).
4. आई.ए.आर.सी मोनोग्राफ, कृति 7, आई.ए.आर.सी, ल्योन भाग 54, (1987) 40.
5. डब्ल्यू.एच.ओ, पेय जलगुणवत्ता के लिए दिशानिर्देश, जिनेवा, डब्ल्यू. एच.ओ, द्वितीय संस्करण, भाग 2, (1996) 944.