

राजनांदगाव छत्तीसगढ़ के भूजल में आर्सेनिक प्रदूषण - अध्ययन , उपाय एवं सुझाव

लीना देशपांडे,
वैज्ञानिक ,

प्रांज्वली ठाकरे
परियोजना सहायक

प्रकाश केलकर
वैज्ञानिक,

राष्ट्रीय पर्यावरण अभियांत्रिकी संस्थान , नागपुर-440 020 (महाराष्ट्र)

सारांश

छत्तीसगढ़ राज्य के राजनांदगाव जिले के कुछ ग्रामों में स्थित कुओं तथा नलकूपों के जल में आर्सेनिक अधिक मात्रा में पाया गया । यह जल सतत पेयजल के रूप में उपयोग में लाने से वहाँ के रहवासियों पर उसका घातक प्रभाव देखा गया । पेयजल द्वारा आर्सेनिक के सतत सेवन से कैंसर जैसे महाभयंकर रोगों से पीड़ित रूग्ण पाये गये । इन जल स्रोतों की आर्सेनिक की मात्रा के लिए जांच की गई और आर्सेनिक से होने वाले उन घातक परिणामों से बचने के लिए उपाय देने का नागपुर स्थित नीरी संस्थान के वैज्ञानिकों ने बीड़ा उठाया और इस विषय पर सखोल अभ्यास किया । कुल 813 जलकूपों के पेयजल की जांच की गई । इस जांच में पाया गया कि लगभग ग्यारह ग्रामों में स्थित 45 भूजल स्रोतों में आर्सेनिक की मात्रा 50 $\mu\text{g}/\text{L}$ से अधिक है जो कि भारतीय मानक 10500: 2004 के अनुसार ज्यादा है । जनसमुदाय को इस विषैलु विपदा से बचाने के लिए और आर्सेनिक रहित पेयजल प्रदान करने हेतु विविध प्रौद्योगिकी विकल्प (Technological Options) दिये गए । भविष्य में इस विपदा के निवारण हेतु जनस्वास्थ्य विभाग, छत्तीसगढ़ को महत्वपूर्ण सुझाव दिए गए । इसका विस्तृत विवरण प्रस्तुत लेख में किया गया है ।

1.0 प्रस्तावना

सितम्बर 1998 में भोपाल स्थित 'जन स्वास्थ्य' अभियांत्रिकी विभाग (PHED)', चौकी के मुख्य केमिस्ट की सलाह पर वहाँ के उपविभाग द्वारा नागपुर स्थित राष्ट्रीय पर्यावरण अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान (नीरी) को यह अनुरोध किया गया कि वे भूजल के छः नमूनों पर आर्सेनिक की मात्रा का परीक्षण करें । इस अनुरोध को स्वीकार करते हुए नीरी द्वारा यह परीक्षण किया गया । आर्सेनिक का परीक्षण कलोरिमेट्रिक और इंडक्टिविटी कपुलड प्लाज्मा (ICP), स्पेक्ट्रोफोटोमेट्रिक पद्धति द्वारा किया गया । इस पद्धति द्वारा किये गये परीक्षणों से यह पाया गया कि सद्यकाल के डब्ल्यू . एच.ओ. मार्गदर्शक के अनुसार 0.01 मि.ग्रा./लीटर और भारतीय मानक विभाग (BIS) अनुसार 0.05 मि.ग्रा./लीटर से ज्यादा आर्सेनिक इन नमूनों में पाया गया । जन स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभाग, मध्यप्रदेश द्वारा यह ज्ञात हुआ

कि चौकी क्षेत्र में कुछ लोगों में आर्सेनिकोसिस (त्वचा रोग) पाया गया है । सितम्बर 1990 में PHED उप विभाग के कार्यकारी अभियंता नीरी में आये और यह बताया कि चौकी क्षेत्र में पेयजल हेतु नियमित उपयोग किए जा रहे ऐसे करीब 640 बेधन कुएँ और करीब 150 खुले कुएँ हैं । मई 1999 में नीरी को जन स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभाग द्वारा यह अधिकार प्राप्त हुए कि वे चौकी क्षेत्र , जिला राजनंदगाव, मध्यप्रदेश में भूजल के आर्सेनिक प्रदूषण का अभ्यास आरम्भ करें ।

2.0 पर्यावरणीय आर्सेनिक

पर्यावरण में आर्सेनिक का वहन , जल के माध्यम से होता है । जल ही पर्यावरणीय आर्सेनिक का सबसे बड़ा स्रोत है । पर्यावरण में जहाँ भू ओष्णिक सक्रियता, मृदानाश और घुलकर बहना जैसी क्रियाएँ होती हैं उन स्थानों पर जलीय आर्सेनिक प्रमुख रूप में पाया जाता है । जल में आर्सेनिक जैविक और अजैविक इन दोनों ही रूप में पाया जाता है । मिथाईल आर्सेनिक और डाय-मिथाईल आर्सेनिक अम्ल यह जैविक आर्सेनिक की मुख्य जातियाँ हैं । जो कि सामान्यतः आर्सेनाइट (III) और आर्सेनेट (V) , इन अजैविक आर्सेनिक रूपों में कम मात्रा में स्थित है ।

अप्रदूषित क्षेत्र में सतही जल की आर्सेनिक मात्रा परिस्थिति अनुसार बदलती है पर लाक्षणिक (जलचपबंस) आँकड़ें यह बताते हैं कि सतही जल में प्रति लीटर या उससे कम जल मात्रा में कुछ माइक्रोग्राम आर्सेनिक हो सकता है । समुद्र जल में आर्सेनिक साधारणतः 0.001-0.008 मि.ग्राम/लीटर मात्रा में पाया जाता है । भारत में पश्चिम बंगाल के दस जिलों में भूजल आर्सेनिक की मात्रा अनुज्ञेय सीमा (0.05 मि.ग्राम/लीटर) से ज्यादा पायी गई है ।

2.1 जागतिक आर्सेनिक समस्या

आर्सेनिक की समस्या अर्जेन्टिना, भारत (पश्चिम बंगाल एवं अन्य क्षेत्र) चीन (आंतर मॉगॉलिना), थायलैन्ड मॅक्सिको, संयुक्त अमेरिका राष्ट्र और बांग्लादेश जैसे देशों में पायी गई है ।

3.0 आर्सेनिक की विषैलता/ आर्सेनिक का विषैला प्रभाव

मानवीय शरीर में अजैविक आर्सेनिक का श्वास लेने की क्रिया से और खाने की चीजों से अंतग्रहण होता है । सांस लेने की क्रिया से ऐसा कभी-कभी या फिर सिगरेट पीने के दौरान होता है । तम्बाकू में आर्सेनिक की मात्रा के हिसाब से एक हमेशा सिगरेट का उपयोग करने वाला आदमी करीब कुछ माइक्रोग्राम से 20 μg तक आर्सेनिक रोज सांस द्वारा लेता है । प्रगालक (धातु गलाने वाला) कामगार , कारखानों में काम करने वाले कामगार और आर्सेनिक मात्रा पाये गये कीटनाशक का उपयोग करने वालों में प्रसंगानुरूप आर्सेनिक अंतग्रहण होता है । अन्नपदार्थ में ज्यादातर जैविक आर्सेनिक पाया जाता है और उसकी मात्रा करीब 1.0 मि.ग्राम/कि.ग्राम से कम होती है फिर भी जलचर प्राणी , मछली में करीब 5.0 मि.ग्रा. / कि.ग्रा. तक आर्सेनिक हो सकता है । आर्सेनिक प्रदूषित पेयजल से मुख्यता आर्सेनिक का अंतग्रहण होता है । पेयजल में साधारण तौर पर प्रति लीटर कुछ माइक्रोग्राम ही आर्सेनिक होता है । यह मात्रा अनुज्ञेय सीमा (50 माइक्रोग्राम/लीटर) से ज्यादा बढ़ने पर स्वास्थ्य परिणाम दिखाई देने लगते हैं ।

आर्सेनिक पदार्थ का विषैलापन रासायनिक और भौतिकी पदार्थों के रूप पर, शरीर में प्रवेश करने के मार्ग पर, ग्रहण करने की मात्रा और कालसीमा पर, खान-पान में होने वाले मूल रूप पदार्थ तथा ग्रहण करने वालों की उम्र और लिंग भेद पर निर्भर करता है। आर्सेनाइट (III) यह आर्सेनाइट (V) से ज्यादा विषैला है। घुलित आर्सेनिक भी बिना घुलित आर्सेनिक से बहुत ज्यादा विषैला होता है। आर्सेनिक का विषैलापन दिये गये क्रमानुसार क्रम होता है, जैसे - आर्सेन > अजैविक आर्सेनिक (III) > जैविक आर्सेनिक (III) > अजैविक आर्सेनिक (V) > जैविक आर्सेनिक (V) > आर्सेनियम पदार्थ और मूलरूपात्मक आर्सेनिक। आर्सेनिक यह शरीर में तीव्र और दीर्घस्थायी आर्सेनिक विषैलता का कारण बन सकता है। तीव्र विषैलता केवल आर्सेनिक पदार्थों के अंतग्रहण से होती है। तीव्र विषैलता के बहुत से लक्षण पाये जाते हैं जैसे - उल्टी करना और दस्त, मासपेशियों का सिकुड़ना, मुखीय जलीशोथ हृदय संबंधी विषमता 70-180 मि.ग्राम तक आर्सेनिक (III) मात्रा का अंतग्रहण मानव के लिए विनाशक बताया गया है। घुलित आर्सेनिक का विनाशक लक्षण यह अंतग्रहण होने के कुछ ही मिनट बाद से दिखाई देने लगता है पर लक्षण दिखाई देने में देर भी हो सकती है।

दीर्घकाल होने वाली आर्सेनिक विषैलता का रोग संबंधी आविर्भाव बहुत धीरे-धीरे करीब छः महीने, दो साल या उससे अधिक काल बाद होता है जो कि आर्सेनिक मात्रा के सेवन पर निर्भर करता है। आर्सेनिक की दीर्घकाल विषैलता का परिणाम त्वचा, स्नायुमंडल, यकृत, नाड़ी और श्वसन नलिका पर दिखाई देता है।

बहुत सारे त्वचारोग के लक्षण ज्यादातर अजैविक आर्सेनिक पदार्थों के दीर्घकालीन सेवन से या उसके संपर्क में आने से दिखाई देते हैं। नशीले पदार्थ या पेयजल माध्यम से दीर्घकाल अजैविक आर्सेनिक पदार्थों के अंतग्रहण से हथेली और तलवों का एक विशिष्ट रोग है जो सिमेट्रीक हायपरकिरेटोसिस नाम से जाना जाता है।

4.0 त्वचा का मेनॉलोसिस

दीर्घस्थायी आर्सेनिक के संपर्क में रहने लीवर सीरॉसिस होता है। अधिकांश अध्ययन में यह देखा गया है कि आर्सेनिक के दीर्घस्थित संपर्क में रहने से बाह्य स्नायुरोग प्राथमिक संवेदिक कार्य प्रभावित करते हैं। ज्यादातर आर्सेनिक ऑक्साइड के संपर्क में रहने से फेफड़ों का कैंसर भी पाया जाता है। सतत आर्सेनिक प्रदूषित पानी पीने से मधुमेह और गॉईटर जैसी बीमारियाँ भी होती हैं। आर्सेनिक की वजह से त्वचा, यकृत, फेफड़ों, यूनिनरी ब्लैंडर, पोस्ट्रेट और हीमोपॉट्रीक और लिम्फॉटीक कोशिकाओं का कैंसर भी हो सकता है।

5.0 पीने के पानी में आर्सेनिक की अनुज्ञेय मात्रा

आर्सेनिक कार्सिनोजेनिक होने की वजह से कम से कम मात्रा या फिर नगण्य/शून्य मात्रा में उसका संपर्क होना चाहिए। आर्सेनिक की विषैलता, उसका मानवीय शरीर पर होने वाले दुष्प्रभाव उसकी उपलब्धता मनुष्य के शरीर के साथ उसका संपर्क और प्रौद्योगिकी चिकित्सा की कीमत, इन सब को ध्यान में रखते हुए कुछ नियंत्रक संस्थाओं ने आर्सेनिक की पीने के पानी में ज्यादा दूषित मात्रा स्तर पर

पुननिरीक्षण किया है। अधिकांश आर्सिनिक की विषैलता उसके रासायनिक रूप में होती है फिर भी अनुज्ञेय मात्रा उसके पूर्णतः आर्सिनिक मात्रा पर निर्भर करती है। तालिका क्रमांक 1 में विविध संस्थाओं ने आर्सिनिक की तय की गयी अनुज्ञेय मात्रा दी गयी है।

तालिका क्रमांक 1 : विविध संस्थाओं द्वारा आर्सिनिक की तय की गयी अनुज्ञेय मात्रा

देश / संस्था	ज्यादा दूषित मात्रा (माइक्रोग्राम/लीटर)
कनाडा	25
यू.एस.ए.	50
फ्रान्स	40
डब्ल्यू.एच.ओ.	10
भारतीय मानक ब्यूरो (BIS) (IS:10500.1991)	50
चीन	50
ताईवान	50

6.0 अध्ययन परिक्षेत्र

राजनांदगाँव जिला छत्तीसगढ़ राज्य के पश्चिम भाग में स्थित है। इस जिले में विशेषता से भू-संपदा भरे घने जंगल हैं। “शिवनाथ” नदी यहाँ की प्रमुख नदी है जिसका उद्गम “चौकी” खंड के पास से होता है और यह नदी मध्य पूर्व भारत की सबसे बड़ी नदी, “महानदी” की मुख्य सहायक नदी है। जिले के दक्षिण भाग में 140 से.मी. से ज्यादा वर्षा होती है लेकिन उत्तरीय भाग में 120 से.मी. से भी कम वर्षा होती है।

राजनांदगाव और खैरागढ़ छोड़कर पूरे जिले का भाग नलकूपों और बेधन कूपों के पानी पर निर्भर है। जन स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभाग (PHED), राजनांदगाव के प्रबंधक अभियंता के कार्यालय से जो जानकारी मिली है उसके तहत 1999 चौकी खंड में 154 गाँव आते हैं।

6.1 क्षेत्र परीक्षण

नीरी के वैज्ञानिकों ने राजनांदगाव जिले के चौकी खंड के नलकूपों और कुओं के पानी के नमूने जमा किए। इन क्षेत्र परीक्षण के दौरान चौकी खंड जन स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभाग (PHED), के कर्मचारी उपस्थित थे और उन्होंने सभी स्रोतों की संपूर्ण जानकारी नीरी के वैज्ञानिकों को दी। 1999 के मई, जून जुलाई और अक्टूबर में नीरी की टीम पाँच बार और एक बार जनवरी 2002 में चौकी खंड में

पानी के नमूने जाँचने के लिए गये । चौकी खंड से पूर्णतः 813 भूजल नमूने जाँच के लिए जमा किए गये । उनमें से 692 नमूने नलकूप से 119 कुओं से और दो शिवनाथ नदी से जमा किए गये ।

7.0 कार्य प्रणाली

नलकूपों और कुओं से पानी के नमूने 500 मि.ग्राम की प्लास्टिक बोतलों में जमा किए गए । हर जगह पर दो अलग-अलग बोतलें भरी गयी जिसमें से पहली बोतल में पी.एच. ऑल्कलिनिटी और कंडक्टिविटी इन सबकी जाँच होनी थी और दूसरी बोतल में आर्सेनिक , आयरन और मँगनीज का विश्लेषण करना था । यह जमा किए हुए पानी के नमूने नीरी मुख्यालय में बाकी का विश्लेषण करने के लिए लाए गए । दूसरी बोतल के नमूनों में से आर्सेनिक , आयरन, मँगनीज की मात्रा इंडक्टिव कपलड प्लाजमा (Inductive Coupled Plasma) पद्धति से की गयी । आयरन और मँगनीज का विश्लेषण ICP Atomic Emission Spectroscopic प्रक्रिया से किया गया और आर्सेनिक का विश्लेषण नीरी ने विस्तारित किए हुए Hydride Generation ICP प्रक्रिया से किया गया ।

8.0 अनुमान

विश्लेषण किए हुए 813 पानी के नमूनों में से ग्यारह गाँवों के 45 पानी के नमूने में $50 \mu\text{g/L}$ से अधिक आर्सेनिक पाया गया और कौडीकासा गाँव में $1890 \mu\text{g/L}$ आर्सेनिक की मात्रा देखी गयी । 129 पानी के नमूनों में 10 से $48 \mu\text{g/L}$ के मात्रा में आर्सेनिक मिला । डब्ल्यू.एच.ओ. की अस्थायी अनुज्ञेय मात्रा ($10 \mu\text{g/L}$) और भारतीय मानक ब्यूरो 10500 के अनुसार $50 \mu\text{g/L}$ चौकी खंड में 45 पानी के नमूने ऐसे हैं जिनमें आर्सेनिक की मात्रा अधिक है , 174 नमूनों में डब्ल्यू .एच.ओ. की मात्रा से अधिक और 122 नमूनों में 2 से $9 \mu\text{g/L}$ मात्रा में आर्सेनिक पाया गया है । बाकी बचे 517 नमूनों में जाँच मात्रा के नीचे (Below Detectable Limit) आर्सेनिक का प्रमाण पाया गया है ।

राजनांदगाव के 11 ग्रामों में आर्सेनिक की मात्रा $50 \mu\text{g/L}$ से अधिक पायी गयी है और इन ग्रामों के नाम हैं , आरजकुंड, अलारगाव, बीहारीकान, धाडूतोला, जादूतोला, जोराटारी, कौडीकासा, मांगतोला , सांगली , सोनसाथतोला और तेलतोला । इन सभी का आकृति 1 से 11 तक में वर्णन किया है।

9.0 आर्सेनिक रहित पानी के लिए प्रौद्योगिक विकल्प

प्रभावित जन समुदाय के लिए आर्सेनिक रहित पानी की आपूर्ति के लिए जो प्रौद्योगिक विकल्प अपनाए जाते हैं वह मूलभूत धारणा पर आधारित होते हैं । जैसे कि कुछ हद तक मानव निर्मित स्रोत ही पीने के पानी को आर्सेनिक से दूषित करते हैं लेकिन यह समस्या वहाँ पर अधिक है जहाँ आर्सेनिक की घुलनता भूगर्भ के उद्गम से होती है ।

मोटे तौर पर यह प्रौद्योगिक विकल्पों का नीचे वर्गीकरण दिया गया है ।

10.0 अल्पकालीन उपाय

आर्सेनिक रहित पानी के स्रोत की वैकल्पिक व्यवस्था

1. आर्सेनिक से प्रभावित स्रोत का प्रतिस्थापन करना ।
2. पारंपरिक सतही जल स्रोत का उपयोग करना ।
3. वर्षा जल संरक्षण (Rain Water Harvesting) करके भूगर्भीय तालाब का निर्माण करना ।
4. आर्सेनिक रहित पानी के लिए नलकूप में छन्नी को उपयोग में लाना ।

11.0 दीर्घस्थायी उपाय

पाईप लाईन योजना से जलपूर्ति करने की व्यवस्था

1. आर्सेनिक से प्रदूषित गहरे नलकूप को झरने के आर्सेनिक रहित पानी से जोड़ना।
2. आर्सेनिक रहित पानी बनाने वाले संयंत्र को गहरे नलकूप के साथ जोड़ना ।
3. सतही जल और औपचारिक जल के लिए चिकित्सा संयंत्र को लगाना ।

चौकी खंड में आर्सेनिक की समस्या पर प्रतिबंध और नियंत्रण रखने के उपाय । चौकी खंड के प्रचलित आर्सेनिक समस्या को कम करने के लिए उपाय ।

12.0 अल्पकालीन कार्यवाही

आर्सेनिक रहित पानी के स्रोत की वैकल्पिक व्यवस्था

1. प्रभावित जन समुदाय का समय पर जाँच और प्रबंध का सर्वेक्षण करना ।
2. योग्य वैकल्पिक जल की आपूर्ति के विकल्पों का विकास करना ।
3. प्रभावित क्षेत्र की समय पर जाँच और उसकी पुनः अनावृत्ति न हो इसलिए प्रतिबंध का आलेखन करना ।
4. आर्सेनिक से दूषित पीने के पानी की समस्या से जुड़े अज्ञात लोगों को (वस्तु पर शिक्षा संबंधी) जागृत करना ।
5. चौकी स्थित प्रयोगशाला के दूषित पीने के पानी का विश्लेषण करने की उपलब्धियों में बढ़ोतरी करना ।
6. प्रभावित क्षेत्रों में स्वास्थ्य कर्मचारी या दूसरे निजी संस्था द्वारा प्रशिक्षण कार्यक्रम का संचालन करना ।
7. चौकी खंड में रूग्ण चिकित्सा के लिए प्राथमिक आरोग्य केन्द्र की व्यवस्था करना ।

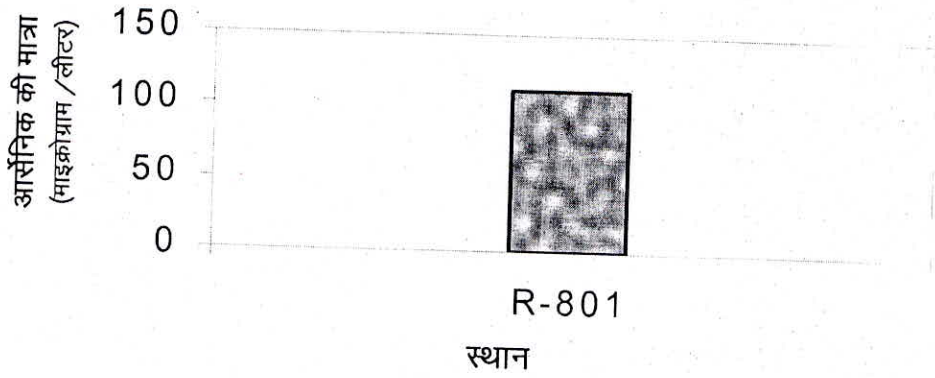
13.0 दीर्घकालीन

1. राजनांदगाव जिले के सभी खंडों में भूजल स्रोतों का विशेषत आर्सेनिक को ध्यान में लेकर सर्वेक्षण करना।
2. आर्सेनिक के स्रोतों को जाँच कर और पहचान कर भूजल में आर्सेनिक की घुलनशीलता का अध्ययन करके उसकी जाँच पड़ताल करना।
3. इस समस्या को कम करने के लिए योग्य उपचार प्रक्रिया का विकास करना।
4. आर्सेनिक रहित जल की आपूर्ति के लिए योग्य प्रक्रिया का विस्तार विकास करना।
5. आर्सेनिकोसिस के संदेश का प्रचार करके, डॉक्टर और स्वास्थ्य कर्मचारियों को उसके बारे में प्रशिक्षित करना।
6. आर्सेनिक प्रदूषित पानी और आर्सेनिकोसिस रूग्णों का जाँच चिकित्सा करने के लिए निगरानी करने वाले समुदाय का विकास करना।
7. आर्सेनिक से शरीर पर पड़ने वाले दुष्प्रभाव के बारे में लोगों के ज्ञान में बढ़ोतरी करके जनसमूह माध्यम जानकारी, सूचना और संवाद का विस्तार करना।

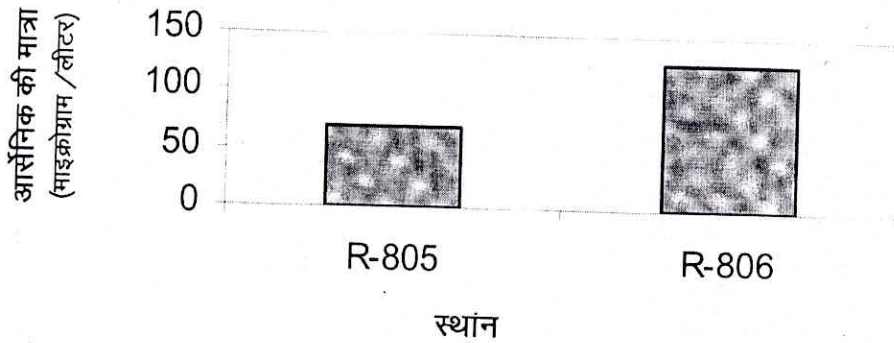
14.0 सुझाव

1. जन स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभाग, राजनांदगाव में एक सूचक कक्ष स्थापित करना चाहिए जिसमें पानी की आपूर्ति, उसका विश्लेषण और आर्सेनिक से जल को दूषित करने वाले स्रोतों पर विचार किया जाए।
2. इस सूचक कक्ष को एक कार्यकारी अभियंता के अंतर्गत नियंत्रण में लाना चाहिए, इसके अलावा दो सहायक अभियंता और एक रसायन शास्त्रज्ञ होना चाहिए।
3. मध्यप्रदेश जन स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभाग को अंतरराष्ट्रीय संस्था जैसे डब्ल्यू.एच.ओ., यूनीसेफ से प्रासंगिक प्रशिक्षण लेकर उसका अनुसरण करना चाहिए।
4. जिलास्तरीय प्रयोगशाला का स्तर बढ़ाकर उसमें उपयुक्त यंत्रणा जैसे स्पैक्ट्रोफोटोमीटर, ए.एस.एस. / आई.सी.पी. (हाइड्राइड जेनरेटर अटैचमेंट सहित) को रखकर पानी के नमूनों की जाँच में सुधार लाना चाहिए विशेषत आर्सेनिक को ध्यान में रखकर।
5. विश्वसनीय और सरलता से आर्सेनिक का विश्लेषण करने के प्रयोग में लाने वाले उपकरण का चौकी खंड में उपयोग करना चाहिए।
6. चौकी खंड के बहुत से ग्रामों में आर्सेनिक की मात्रा अधिक पायी जाती है। ऐसी परिस्थिति में गहरे खोदे हुए नलकूप जिसका पानी का स्रोत झरने के आर्सेनिक रहित पानी से होता है। ऐसे नलकूपों का व्यवस्थापन करके उसके पानी के नमूनों की तुरन्त जाँच करनी चाहिए।
7. ऊपर सूचित किए हुए सुझाव पर CGWC, GSI, MECL जैसे संस्थाओं से सहयोग लेना चाहिए जो कि जल की भू-वैज्ञानिकता की विस्तृत जाँच करें।
8. कुछ भागों में झरने का पानी भी आर्सेनिक रहित न हो, ऐसे क्षेत्रों में Horizontal roughing filter के साथ मंद बालू छनना (Slow Sand Filter) लगा सकते हैं (HRF-SSF)
9. जन स्वास्थ्य अभियांत्रिकी विभाग मध्यप्रदेश ने राजनांदगाव के जिले के सभी क्षेत्रों के भूजल स्रोतों का विशेषत आर्सेनिक के स्तर का विस्तृत सर्वेक्षण का संचालन करना चाहिए। आर्सेनिक की विषैलता, प्रबन्ध और प्रतिबंध के बारे में प्रशिक्षण शिविर संगठित करना चाहिए। ऐसा करने से ग्रामवासियों को आर्सेनिक के बारे में जागरूक और प्रवृत्त किया जा सकता है।

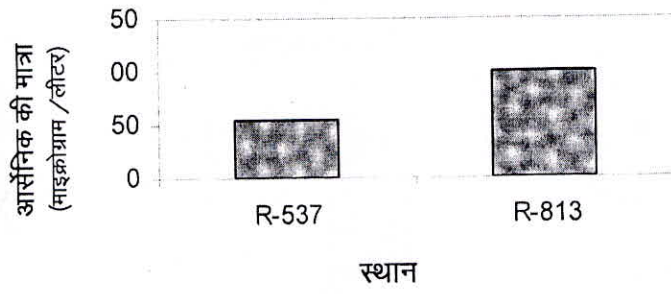
आकृति क्रमांक 1: आतरगाव ग्राम में आर्सेनिक का स्तर



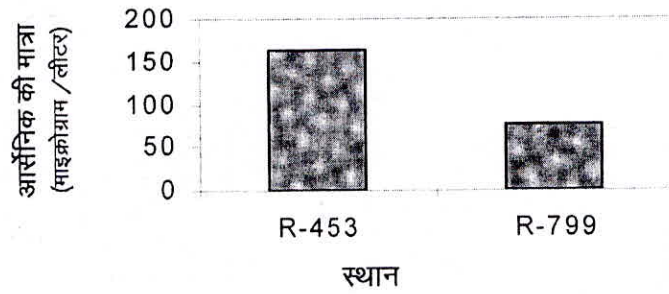
आकृति क्रमांक 2: आरजकुंड ग्राम में आर्सेनिक का स्तर



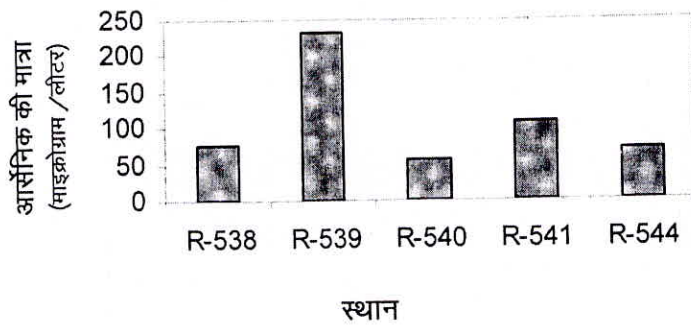
आकृति क्रमांक 3: धाडूतोला ग्राम में आर्सेनिक का स्तर



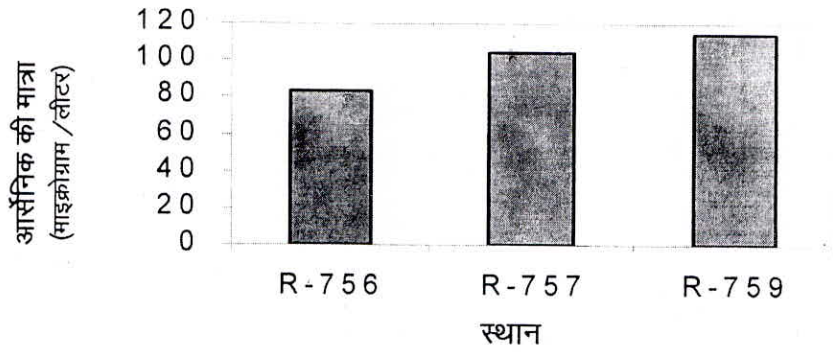
आकृति क्रमांक 4: जादूतोला ग्राम में आर्सेनिक का स्तर



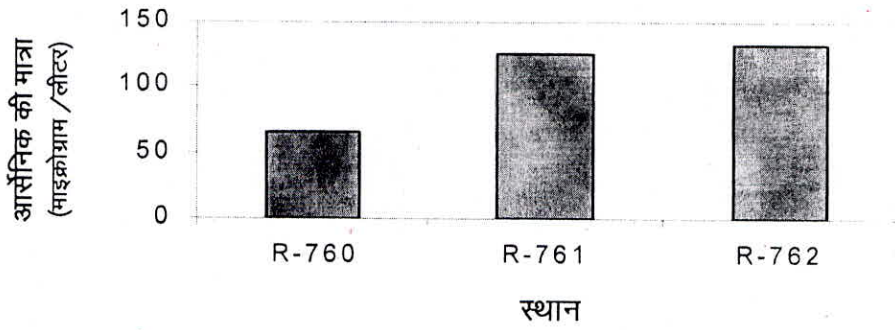
आकृति क्रमांक 5: जोराटारी ग्राम में आर्सेनिक का स्तर



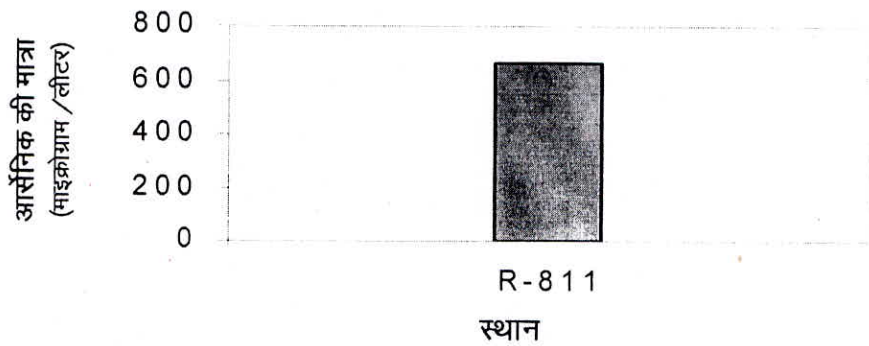
आकृति क्रमांक 6: सांगली ग्राम में आर्सेनिक का स्तर

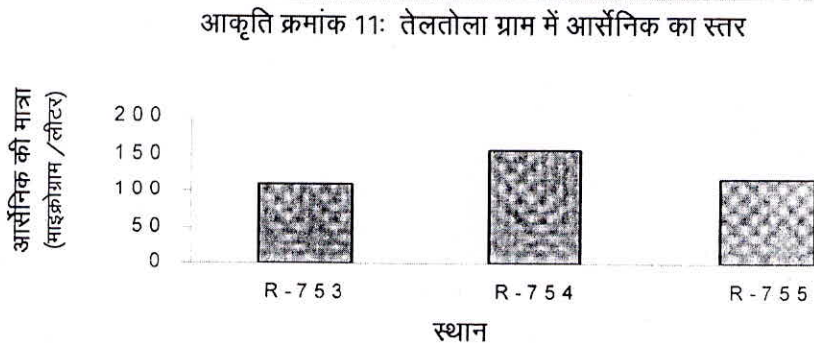
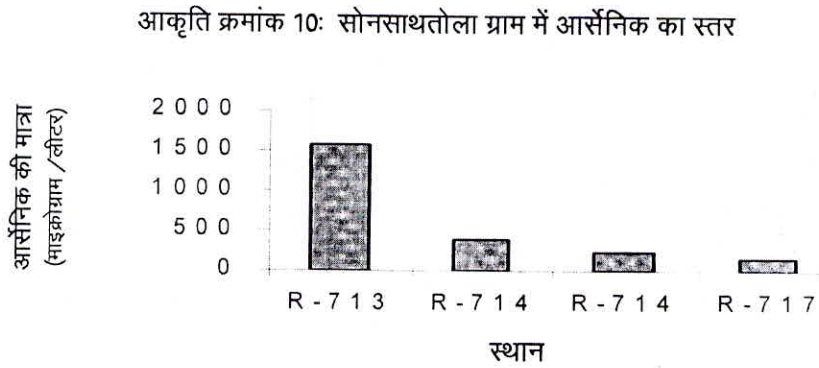
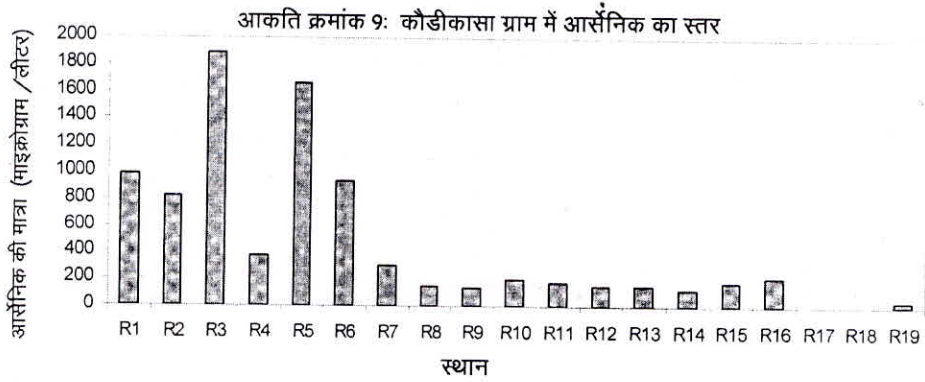


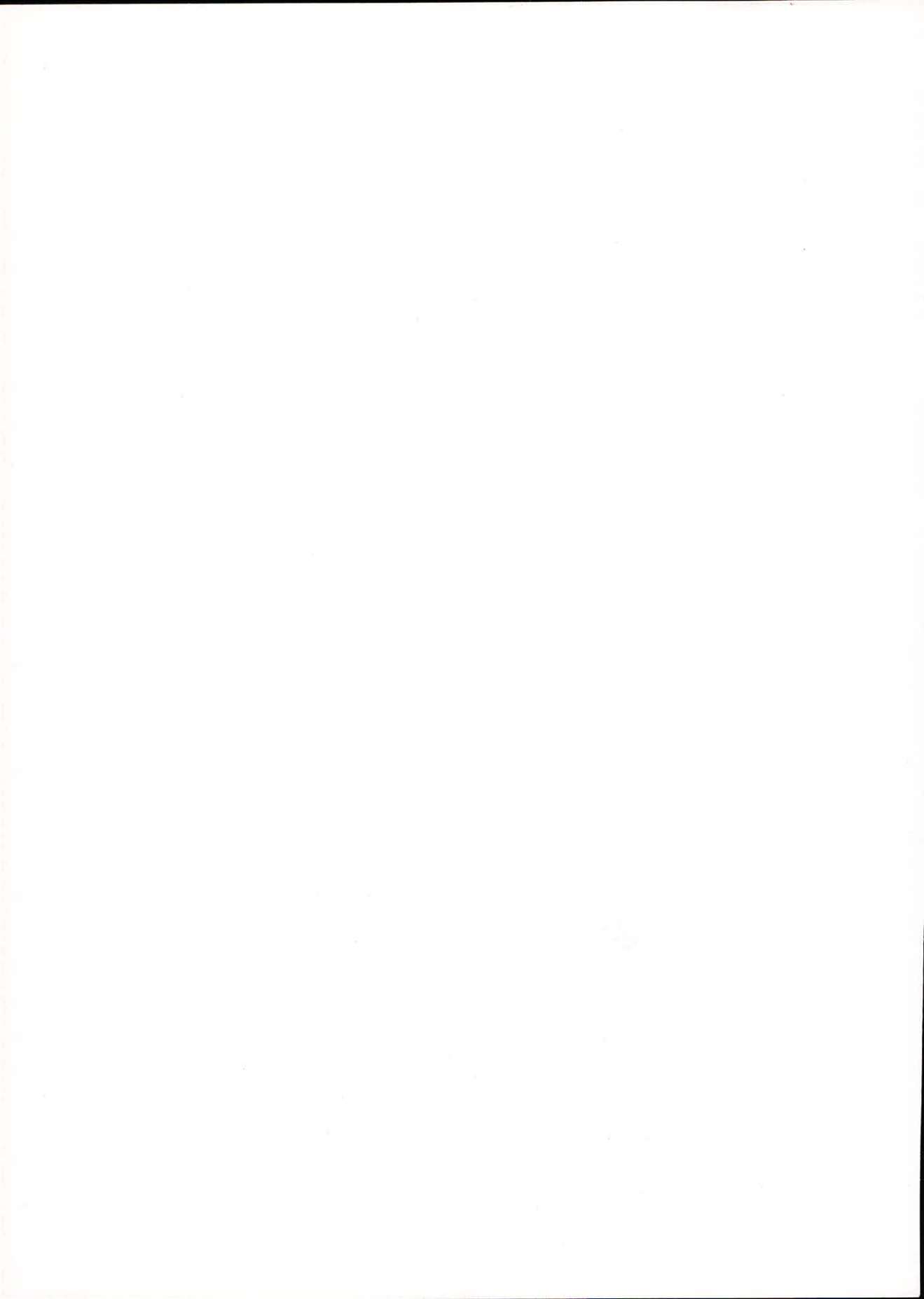
आकृति क्रमांक 7: मांगतोला ग्राम में आर्सेनिक का स्तर



आकृति क्रमांक 8: बीहारीकान ग्राम में आर्सेनिक का स्तर







क्रम संख्या	शीर्षक	पृष्ठ संख्या
11.	पित्तमपुर औद्योगिक परिसर के क्षेत्र 1, क्षेत्र 2 और विशेष आर्थिक क्षेत्र (SEZ) के भूजल की गुणवत्ता - अध्ययन पारस रंज पुजारी, सी.पदमाकर, एम.जे.जयराजा नंदन, बी.ए.प्रकाश, के.महेश कुमार, एन.पवन कुमार, एम.रमेश, के.कृष्ण कुमार, वी.वी.एस.गुरुनाथ राव, आर.एन.यादव, प्रकाश केलकर एवं प्रांज्वली ठाकरे	192
12.	भूजल की गुणवत्ता प्रभावित करने वाले प्राचलों का ख्यकीय विधि (प्रिसीपल कम्पोनेन्ट एनालिसीस) द्वारा निर्धारण ओमकार सिंह, वी.के. चौबे, दिगम्बर सिंह, एस.डी. खोब्रागडे	199
13.	उत्तर पश्चिमी राजस्थान के गंगनहर सिंचित क्षेत्र में भूमिगत जल का गुणात्मक अध्ययन वीना चौधरी, बी.एस. यादव	205

