# पीने के पानी का भौतिक-रासायनिक विश्लेषण
# (Physico-chemical analysis of drinking water)

रजनी जैन और नीतिका मांगलिक
(Rajni Jain and Nitika Manglik)

**रसायन विज्ञान विभाग, भारत प्रौद्योगिकी संस्थान, मेरठ, उत्तर प्रदेश, भारत**

**सार**

जल गुणवत्ता मानक एक कानून है जिसमें वाटर बॉडीज के उपयोग और उस उपयोग की सुरक्षा के लिए आवश्यक जल गुणवत्ता मानदंड शामिल हैं। वर्तमान अध्ययन में भारत प्रौद्योगिकी संस्थान, मेरठ के छः स्थानों से पेयजल के नमूनों को एकत्रित किया गया और निम्नलिखित मापदंड पीएच, कुल भंग लवण (टीडीएस), कुल निलंबित लवण (टीएसएस), कुल क्षारीयता (टीए), फिनॉलफथैलेन क्षारीयता (पीए), कुल कठोरता (टीएच), टर्बिडिटी, क्लोराइड आयन और विद्युत चालकता (ईसी) के लिए विश्लेषण किया गया। पीएच, टीडीएस, टीएसएस, टीए, पीए, टीएच, टर्बिडिटी, क्लोराइड आयन और ईसी का मान क्रमशः $7.3-8.4$ , $440-580$ पीपीएम, $20.1-22.3$ पीपीएम, $850.7-1104.1$ पीपीएम, 0 पीपीएम, $244.4-337$ पीपीएम, 0 एनटीयू, $55.8-57.2$ पीपीएम और $260-330 \mu S/$ सेमी पाया गया। सभी मापदंड कुल क्षारीयता को छोड़कर आईएसः 10500 और डब्ल्यूएचओ के मानक पेयजल गुणवत्ता मूल्यों के भीतर थे। क्षारीयता के स्तर को कम करने के लिए प्रभावी उपाय किए जा रहे है।

**कीवर्ड** पानी की गुणवत्ता, आईएसः 10500 , डब्ल्यूएचओ, पीएच, कठोरता, कुल लवण, कुल निलंबित लवण, क्षारीयता, टर्बिडिटी, क्लोराइड आयन, विद्युत चालकता

**परिचय**

यद्यपि हमारे ग्रह की सतह में लगभग 71% पानी है, लेकिन इसमें से केवल 3% ताजा पानी है। इन 3% में से लगभग 75% ग्लेशियरों और ध्रुवीय हिमशैलों में बंधे हैं, भूजल में 24% और 1% मानव उपभोग के लिए उपयुक्त नदियों, झीलों और तालाबों में ताजा पानी के रूप में उपलब्ध है [दुगन, 1972]। ताजा पानी सभी जीवित प्राणियों के अस्तित्व के लिए सबसे महत्वपूर्ण संसाधन हैं। यह मानव के लिए ओर भी महत्वपूर्ण है क्योंकि वे खाद्य उत्पादन, औद्योगिक और अपशिष्ट निपटान के साथ-साथ सांस्कृतिक आवश्यकता के लिए भी इस पर निर्भर करते हैं [अकोवेटा एट आल, 2011] । जनसंख्या, औद्योगिकरण और शहरीकरण में वृद्धि, जल प्रदूषण का कारण बनती है। कृषि, नगरपालिका और औद्योगिक स्रोतों द्वारा जल प्रदूषण मानव जाति के कल्याण के लिए एक प्रमुख चिंता बन गया है। प्रदूषित पेयजल विकासशील देशों में 70% से भी ज्यादा बिमारियों के लिए जिम्मेदार होता हैं। पानी में मौजूद अशुद्धता एक स्थान से दूसरे स्थान पर भिन्न होती है। जल रसायन शास्त्र की समझ जलीय पर्यावरणीय रसायन शास्त्र के बहुआयामी पहलू के ज्ञान का आधार है जिसमें स्रोत, संरचना, प्रतिक्रियाएं और जल यातायात शामिल हैं। मानव जाति के लिए पानी की गुणवत्ता महत्वपूर्ण चिंता का विषय है क्योंकि यह सीधे मानव कल्याण से जुड़ा हुआ है और इसलिए पानी के उचित विश्लेषण की आवश्यकता है [भाल्मे एट आल, 2012]।

सतत विकास और अच्छे स्वास्थ्य के लिए सुरक्षित पेयजल बहुत आवश्यक है। पानी विभिन्न संदूषणों से मुक्त होना चाहिए जैसे कि कार्बनिक और अकार्बनिक प्रदूषक, भारी धातुओं, कीटनाशकों आदि और इसके साथ-साथ सभी मापदंड जैसे पीएच, विद्युत चालकता, कुल कठोरता, क्लोराइड, कुल विघटित लवण, कुल लवण, कुल भंग लवण, टर्बिडिटी, क्षारीयता, एक अनुमत सीमा के भीतर होने चाहिए। डब्ल्यूएचओ [डब्ल्यूएचओ 2003, 2006, 2012] और भारतीय मानक


*© 2019 Vidya Publications.Authors are responsible for any plagiarism issues.*

ब्यूरो [अरघयम, 1991] ने पीने के पानी की भौतिक-रासायनिक गुणवत्ता निर्धारित करने के लिए मापदंड स्थापित किए हैं। डेटा उत्पन्न करने, एकत्रित करने और संग्रहीत करने की बढ़ती आसानी के साथ हम बहुत अधिक डेटा के विस्तारित ब्रह्मांड में रह रहे हैं [सोरेंसन एट आल, 2003]। प्रचुर मात्रा में डेटा से उपयोगी जानकारी निकालना आवश्यक है। अवलोकन और रासायनिक विश्लेषण के आधार पर, भारत प्रौद्योगिकी संस्थान, मेरठ परिसर के अंदर नल के पानी की गुणवत्ता का विश्लेषण किया गया, वर्तमान अध्ययन में भौतिक-रासायनिक तरीकों के संदर्भ में जल गुणवत्ता का विश्लेषण शामिल है [त्रिवेदी एट आल-1986, एपीएचए-2005, अक्टर एट आल-2016]।

## सामग्री और तरीके

### अध्ययन क्षेत्र

भारत प्रौद्योगिकी संस्थान, मेरठ जो दिल्ली से 70 किलोमीटर पर स्थित है, के छह स्थानों से पेयजल के नमूने एकत्र किए गए। नमूनाकरण स्थानों के विवरण इस प्रकार हैं:

1. गर्ल्स हॉस्टल, बीआईटी मेरठ
2. बॉयज हॉस्टल, बीआईटी मेरठ
3. प्रशासनिक ब्लॉक, बीआईटी मेरठ
4. सिविल इंजीनियरिग विभाग, बीआईटी मेरठ
5. इलेक्ट्रॉनिक्स इंजीनियरिग विभाग, बीआईटी मेरठ
6. इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिग विभाग, बीआईटी मेरठ

### भौतिक व रासायनिक मापदंड का निर्धारण

### भौतिक मापदंड

#### रंग

रंग आमतौर पर दृश्य विधि द्वारा अनुमानित किया जाता है। प्राकृतिक पानी में रंग ह्यूमिक एसिड, फ्लुविक एसिड, धातु आयनों, निलंबित पदार्थ और औद्योगिक अपशिष्ट आदि की उपस्थिति के कारण होता है। रंग की समाप्ति के लिए, साफ ग्लास की बोतल में नमूना एकत्र किया गया था और सूरज की रोशनी में देखा गया ।

#### गंध

गंध पानी की उपयोगिता में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। पानी को गंध रहित होना चाहिए। गंध की उपस्थिति पानी में प्रचलित एरोबिक स्थितियों को इंगित करती है और प्रदूषण के कारण होती है

### रासायनिक मापदंड

#### पीएच

पीएच विलयन की अम्लीय या क्षारीय स्थिति की तीव्रता व्यक्त करने के लिए सार्वभौमिक रूप से उपयोग किया जाता है। पीएच डिजिटल पीएच मीटर का उपयोग करके मापा गया था।

#### फिनॉलफथैलेन मेथिल ओरेंज सूचक का उपयोग कर कुल क्षारीयता का निर्धारण:

एक साफ टाइट्रेशन फ्लास्क में 50 मिलीलीटर पानी के नमूने को ले लिया गया, फिनॉलफथैलेन संकेतक की 2 बूंदें मिलाई गईं और 0.20 N HCl के साथ अनुमापण किया गया, जब तक गुलाबी रंग रंगहीन नहीं हो गया। फिर पानी की फिनॉलफथैलेन क्षारीयता की गणना की गयी। उसी विलियन मे 2-3 बूंद मेथिल ओरेंज डाल कर अनुमापण किया गया जब तक कि नारंगी लाल रंग नहीं उपलब्ध हुआ उससे कुल क्षारीयता की गणना की गयी।

$$\text{फिनॉलफथैलेन क्षारीयता (मिलीग्राम / लीटर)} = \frac{A_1 \times N \times 50 \times 1000}{V}$$

जहां $A_1$ = HCl की मात्रा (एमएल), N = HCl की नारमलता, V = पानी के नमूने की मात्रा


© 2019 Vidya Publications.Authors are responsible for any plagiarism issues.

(एमएल)

**कुल क्षारीयता (मिलीग्राम / लीटर)** $= \frac{A_2 \times N \times 50 \times 1000}{V}$

जहां $A_2$ = HCl की मात्रा मेथिल ओरेंज अंत बिंदु तक (एमएल)

**कुल निलंबित लवण (टीएसएस)**

प्रत्येक 50 मिलीलीटर पानी के नमूने को पहले से वजन वाले फिल्टर पेपर के माध्यम से फ़िल्टर किया गया था। फिल्टर पेपर $103^0C$ पर ओवन मे सुखाया गया और टीएसएस निर्धारित किया गया।

**टीएसएस (मिलीग्राम / लीटर) =** $\frac{(W_1 - W_2) \times 1000 \times 1000}{V}$

जहां $W_1 =$ फिल्टर पेपर पोस्ट वजन, $W_2 =$ फिल्टर पेपर प्री वजन

**कुल भंग लवण (टीडीएस)**

कुल भंग लवण (टीडीएस) मुख्य रूप से अपशिष्ट जल में सभी प्रकार के खनिज या तरल पदार्थ की मात्रा दर्शाते है। 50 मिलीलीटर फ़िल्टर किए गए पानी को पहले से वजन वाले बीकर में लिया गया था और $105^0C$ पर एक घंटे के लिए ओवन में रखा गया था और फिर बीकर का वजन लिया गया।

**टीडीएस (मिलीग्राम / लीटर) =** $\frac{(W_1 - W_2) \times 1000 \times 1000}{V}$

जहां $W_1 =$ बीकर पोस्ट वजन, $W_2 =$ बीकर प्री वजन

**विद्युत चालकता (ईसी)**

विशिष्ट प्रवाहकत्त्व पानी में विद्युतीय प्रवाह करने की क्षमता है, यह विभिन्न आयनिक प्रजातियों की उपस्थिति के कारण होती है। चालकता मीटर का उपयोग करके पानी की विद्युत चालकता निर्धारित कि गयी।

**कठोरता (टीएच्)**

कठोरता आमतौर पर पानी में मौजूद कैल्शियम और मैग्नीशियम आयनों के कारण होती है और ईडीटीए विधि (कॉम्प्लेक्सोमेट्रिक टाइट्रेशन) द्वारा इसका अनुमान लगाया जाता है। एक टाइट्रेशन फ्लास्क में 50 मिलीलीटर मानक हार्ड पानी लिया गया। 5 मिलीलीटर बफर समाधान और एरिक्रोम ब्लैक-टी सूचक की दो बूंदों को डाला गया। जब तक वाइन लाल रंग नीले रंग में बदल नहीं जाता, तब तक मानक ईडीटीए के साथ अनुमापण किया गया। दिए गए पानी के नमूने के 50 मिलीलीटर के साथ भी वही प्रक्रिया दोहराई गई

**कुल कठोरता (मिलीग्राम / लीटर) =** $\frac{V_2}{V_1} \times 1000$

जहां $V_2$ = ईडीटीए की मात्रा पानी के नमूने के साथ, $V_1$ = ईडीटीए की मात्रा मानक हार्ड पानी के साथ

**टर्बिडिटी**

टर्बिडिटी आदर्श रूप से 5 एनटीयू से कम होनी चाहिए, क्योंकि इस मूल्य से कम की गड़बड़ी के साथ पानी की उपस्थिति आमतौर पर उपभोक्ताओं को स्वीकार्य है [6]। टर्बिड वाटर सूक्ष्मजीव (बैक्टीरिया, वायरस और प्रोटोजोआ) से संदूषित हो सकता है। टर्बिडिटी को टर्बिडिटी मीटर का उपयोग करके मापा गया।

**क्लोराइड आयन**

प्रत्येक पानी के नमूने को 50 मिलीलीटर टाइट्रेशन फ्लास्क में लिया गया और 5% पोटेशियम डाइक्रोमेट सूचक डाला गया और ईंट लाल रंग के प्रेसिपिटेट आने तक मानक सिल्वर नाइट्रेट विलियन के साथ अनुमापण किया गया। इसी प्रकार, 50 मिलीलीटर आसुत पानी के साथ अनुमापण किया गया।


*© 2019 Vidya Publications.Authors are responsible for any plagiarism issues.*

**क्लोराइड आयन एकाग्रता (मिलीग्राम / लीटर)** $= \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 35.5 \times 1000}{50}$

जहां $V_1 =$ पानी के नमूने के साथ सिल्वर नाइट्रेट की मात्रा, $V_2 =$ आसुत पानी के साथ सिल्वर नाइट्रेट की मात्रा

**परिणाम और चर्चा**

सभी पानी के नमूने बेरंग और बिना गंध के पाए गए। विभिन्न पानी के नमूनों के रासायनिक मानकों के मूल्य तालिका -1 मे दिए गए हैं।

तालिका-1: विभिन्न पानी के नमूनों के रासायनिक मानकों की मूल्य

| मापदंड | वांछनीय सीमा | स्थान 1 | स्थान 2 | स्थान 3 | स्थान 4 | स्थान 5 | स्थान 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| पीएच् | 6.5-8.0 | 8.1 | 8.4 | 8.18 | 7.4 | 8.05 | 7.3 |
| टीए (मिलीग्राम / लीटर) | 500 | 1104.1 | 1049.8 | 1031.7 | 999.5 | 1031.7 | 850.7 |
| टीएच् (मिलीग्राम / लीटर) | 500 | 337 | 285.2 | 311.11 | 244.4 | 314.18 | 281.48 |
| टीडीएस (मिलीग्राम / लीटर) | 500 | 405 | 580 | 560 | 440 | 540 | 520 |
| टर्बिडिटी (एनटीयू) | 5-10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| क्लोराइड आयन (मिलीग्राम / लीटर) | 200 | 56.5 | 56.4 | 56.8 | 57.2 | 55.8 | 56.2 |
| ईसी ( $\mu S/$ सेमी) | 300 | 260 | 330 | 316 | 272 | 305 | 296 |

**रासायनिक पैरामीटर**

**पीएच** इस अध्ययन में, सभी जल नमूनों में पीएच 7.3 से 8.4 के बीच पाया गया, जो डब्ल्यूएचओ (6.5 से 8.5) के अनुमत मूल्यों के भीतर थे। (चित्र-1)

**कठोरता** पानी में कठोरता कैल्शियम और मैग्नीशियम के बाइकार्बोनेट्स, क्लोराइड, सल्फेट्स और नाइट्रेट्स के कारण होती है। यह देखा गया कि विभिन्न नमूनो की कठोरता 244 से 337 पीपीएम तक थी जो लगभग आईएस: 10500 (300 – 600 पीपीएम) के अनुसार अनुमत सीमा में है। गर्ल्स हॉस्टल के नमूने में 337 पीपीएम की अधिकतम कठोरता मिली। यह पाया गया कि हॉस्टल और संस्थान को प्रदान किया गया पानी नरम है। (चित्र-2)

**कुल निलंबित लवण, कुल भंग लवण और कुल लवण** टीडीएस की निर्धारित सीमा 500 मिलीग्राम / लीटर है। सभी पानी के नमूनो में निर्धारित सीमा से थोड़ा अधिक टीडीएस पाया गया। गर्ल्स हॉस्टल नमूने में उच्चतम टीडीएस पाया गया था, जबकि सीई नमूने में सबसे कम मात्रा पाई गई। इसको गर्ल्स हॉस्टल नमूने में सबसे अधिक कठोरता से सहसंबंधित किया जा सकता है। टीएसएस के संबंध में, सभी नमूनों मे प्रदूषण की उपस्थिति कम दिखाई दी, क्योंकि मूल्य 20.1 – 22.3 पीपीएम थे। सभी मूल्य डब्ल्यूएचओ (<30 पीपीएम) की निर्धारित सीमाओं के भीतर थे। (चित्र-3)

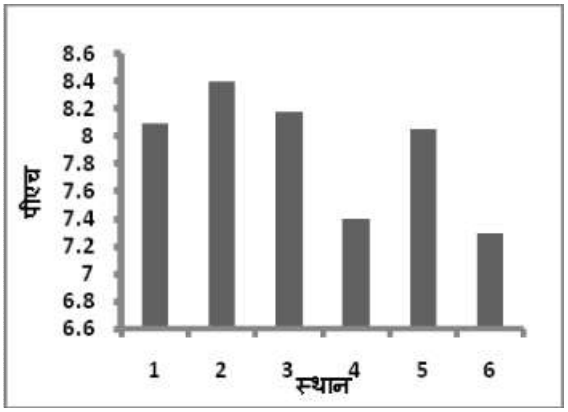
**क्लोराइड** क्लोराइड आयन (55.8 से 57.2 मिलीग्राम / लीटर) सभी नमूनों के लिए अनुमत सीमा (250 मिलीग्राम / लीटर) के भीतर थे। (चित्र-4)


*© 2019 Vidya Publications.Authors are responsible for any plagiarism issues.*

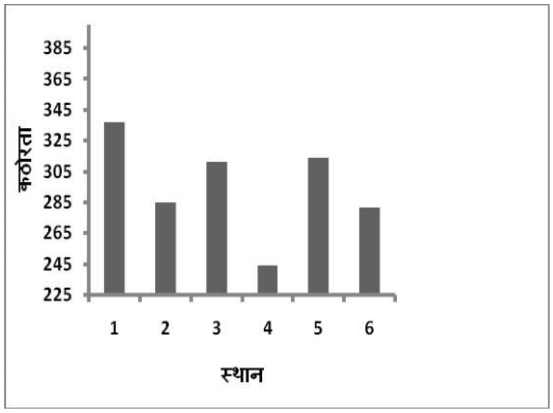
**कुल क्षारीयता और फिनॉलफथैलेन क्षारीयता** पानी की क्षारीयता हाइड्रॉक्साइड, कार्बोनेट्स और बाइकार्बोनेट्स के कारण होती है। फिनॉलफथैलेन क्षारीयता सभी नमूनों मे शून्य पाई गई और कुल क्षारीयता 850 से 1104.1 पीपीएम तक थी जो अधिकतम सीमा (600 पीपीएम) से काफी अधिक है। इसने हाइड्रोक्साइड और कार्बोनेट की अनुपस्थिति और बाइकार्बोनेट्स की उपस्थिति का संकेत दिया। (चित्र-5)

**टर्बिडिटी** सभी नमूनों में टर्बिडिटी शून्य पाई गयी।

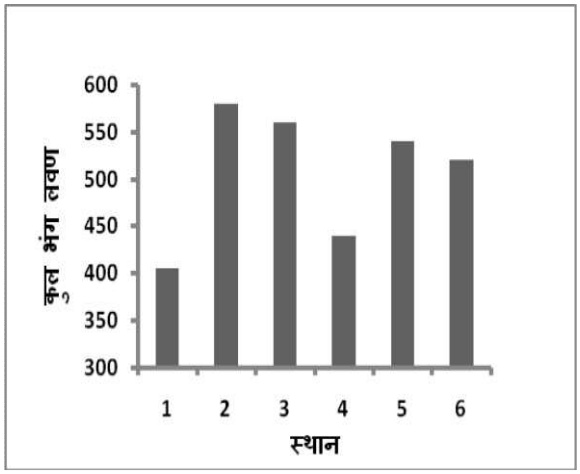
**विद्युत चालकता** विद्युत चालकता (ईसी) के लिए अनुमत सीमा $300\ \mu S/$ सेमी है। एकत्रित नमूनों का ईसी $260-330\mu S/$सेमी के बीच पाया गया जो उच्च क्षारीयता के कारण अनुमत सीमा से थोडा अधिक था। (चित्र-6)



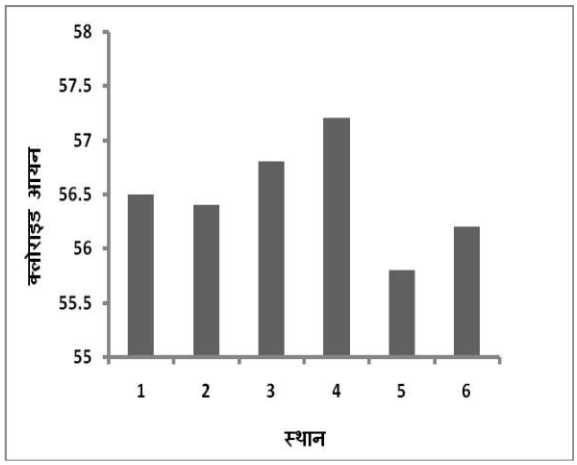

चित्र-1: नमूनो की पीएच




चित्र-2: नमूनो की कठोरता

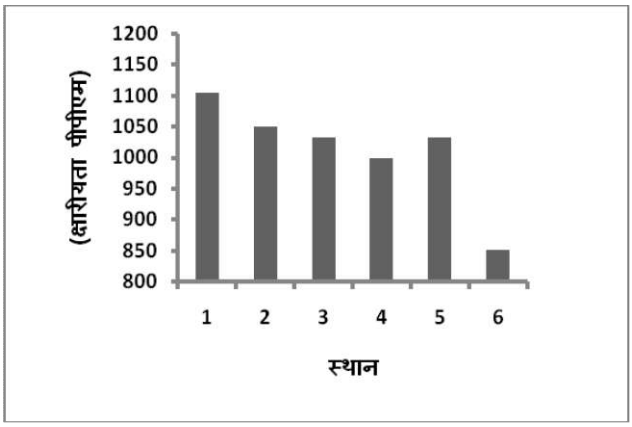



चित्र-3: नमूनो की टीडीएस

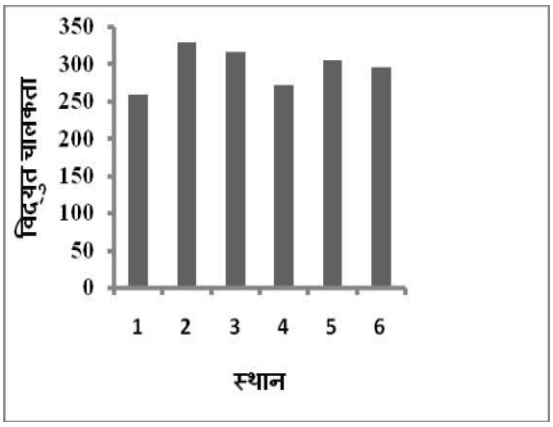



चित्र-4: नमूनो के क्लोराइड आयन


*© 2019 Vidya Publications.Authors are responsible for any plagiarism issues.*




चित्र-5: नमूनो की क्षारीयता




चित्र-6: नमूनो की विद्युत चालकता

**निष्कर्ष**

परिणाम से पता चला कि लगभग सभी मापदंड कुल क्षारीयता को छोड़कर आईएस: 10500 और डब्ल्यूएचओ द्वारा दी जाने वाली मानक पेयजल गुणवत्ता के भीतर थे। हाइड्रोजेन आयन की एकाग्रता सभी पानी के नमूनों मे $7.3-8.4$ तक थी जो सुरक्षित सीमा $(6.5-8.5)$ के भीतर थी। टीडीएस और टीएसएस 440 से 580 मिलीग्राम / लीटर और $20.1-22.3$ मिलीग्राम / लीटर प्राप्त हुए। टर्बिडिटी का मूल्य सभी नमूनों में शून्य पाया गया। कठोरता जो कि $244.4-337$ पीपीएम थी से पता चला कि परिसर क्षेत्र में आपूर्ति किया गया पानी नरम है। अध्ययन नमूने के क्लोराइड आयन अनुमत सीमा के भीतर थे। एकत्रित नमूनों की ईसी $260-330\mu S/$ सेमी पाई गयी। पानी के नमूनों की कुल क्षारीयता $850.7-1104.1$ पीपीएम थी जो अनुमत सीमा से काफी अधिक थी। फिनॉलफथैलेन क्षारीयता सभी नमूनों में शून्य प्राप्त हुई। कुल क्षारीयता के अलावा अध्ययन किए गए अन्य मापदंड पीने के पानी की गुणवत्ता के अनुसार थे।

**अभिस्वीकृति**

हम अपने संस्थान के द्वारा सुविधाओं और वित्तीय सहायता प्रदान करने के लिए आभारी हैं।

**संदर्भ**

1. अकोवेटा, ओ0वी0, ओकोहए, बी0ई0, ओसाक्वेए, एस0ए0, 2011. ''क्वालिटी अस्सेस्मेंट आफ बोरहोल वाटर यूसड इन दा विसिनिटीस ऑफ़ बेनिन'' इनडो स्टेट एंड अग्बोर, डेल्टा स्टेट ऑफ़ नाइजीरिया, करंट रिसर्च इन केमिस्ट्री, **3,** पेज 62.
2. अक्टर, टी0, झोहरुरा, एफ0टी0, अकटर, एफ0, चौधरी, टी0आर0, मिस्री, एस0के0, डेय, डी0, बरुआ, एम0के0, इस्लाम, एम0ए0, रहमान, एम0, 2016. जर्नल हेल्थ पॉपुल न्यूट, फरवरी 9; 35:4. डीओआई: 10.1186/एस 41043-016-0041-5.
3. एपीएचए, 2005. "स्टैण्डर्ड मेथड फॉर दा एग्जामिनेशन ऑफ़ वाटर एंड वेस्ट वाटर" वाशिंगटन, डीसी: अमेरिकन पब्लिक हेल्थ एसोसिएशन.
4. अरघयम, 1991. ''इंडियन स्टैंडर्ड्स फॉर ड्रिंकिंग वाटर'' ब्यूरो ऑफ़ इंडियन स्टैंडर्ड्स, नई दिल्ली, भारत, आईएस: 10500.
5. भाल्मे, एस0पी0, नागरनायक, पी0बी0, 2012. इंटरनेशनल जर्नल ऑफ इंजीनियरिंग रिसर्च एंड एप्लीकेशंस आईएसएसएन: 2248-9622 डब्ल्यूडब्ल्यूडब्ल्यू.आईजेइआरए.कॉम, 2(3), पेज 3155-3158.
6. दुगन, पी0आर0, 1972. ''बायो केमिकल इकोलॉजी ऑफ़ वाटर पोल्लुशन'', प्लेनम प्रेस लन्दन, पेज 159.


*© 2019 Vidya Publications.Authors are responsible for any plagiarism issues.*

7. सोरेंसन, एम०, ऑट्रप, एच0, मोलर, पी0, हर्टेल, ओ0, जेन्सेन, एस0एस0, विन्ज़ेंट्स, पी0, कुडसेन, ली0ई0, लॉफ्ट, एस0, 2003. मुटेशनल रिसर्च, 544, पेज 255.
8. त्रिवेदी, आर0के0, गोयल, पी0के0, 1986. "केमिकल एंड बायोलॉजिकल मेथड्स फॉर पोल्लुसन स्टडीज" एन्विरोंमेंटल पब्लिकेशन, करद, महाराष्ट्र।
9. डब्ल्यूएचओ, 2003. "गाइडलाइन्स फॉर ड्रिंकिंग वाटर क्वालिटी", जिनेवा, रिपोर्ट नंबर: डब्ल्यूएचओ/एसडीई/डब्ल्यूएसएच 03.04.
10. डब्ल्यूएचओ, 2006. "गाइडलाइन्स फॉर ड्रिंकिंग वाटर क्वालिटी" जिनेवा, रिपोर्ट संख्या: डब्ल्यूएचओ/एसडीई/डब्ल्यूएसएच 06.07.
11. डब्ल्यूएचओ, 2012."गाइडलाइन फॉर ड्रिंकिंग वाटर क्वालिटी" चतुर्थ इ0डी0, वर्ल्ड हेल्थ आर्गेनाईजेशन: जिनेवा, स्विट्जरलैंड.


*© 2019 Vidya Publications.Authors are responsible for any plagiarism issues.*