सतही जल में लोह मैंगनीज की समस्याः अध्ययन एवं निवारण

प्रकाश पाटनी, वैज्ञानिक
कीर्ती लांजेवार, परियोजना सहायक
गजानन खडसे, वैज्ञानिक,
प्रकाश केलकर, वैज्ञानिक

राष्ट्रीय पर्यावरण अभियांत्रिकी संस्थान , नागपुर-440 020

सारांश

भारत के ग्रामीण क्षेत्र में भूजल तथा शहरी क्षेत्र मुख्यतः सतह जल का उपयोग होता है । सतह जल में रासायनिक प्रदूषण की समस्या साधारणतः कम पायी जाती है, परन्तु संचित सतह जल के निचली सतह में कार्बनिक, लोह तथा मैंगनीज की घुलनशीलता के कारण प्रायः संपूर्ण जल प्रदूषित हो जाता है । यह समस्या जल के निचली सतह में अधिकतम होती है और ऊपरी सतह तक आते आते कम हो जाती है । इनकी घुलनशीलता के कारण पंरपरागत जल प्रक्रिया (Conventional water treatment) संयंत्र से यह समस्या दूर करना असंभव है, इसलिए वितरण प्रणाली में जलापूर्ति के समय यह तत्व, रंग एवं स्वाद तथा मलीनता (turbidity) के रूप में उभर आते हैं । इस लेख में इन समस्याओं की चर्चा कर उसके निवारण की विधि प्रस्तुत की गई है ।

1.0 प्रस्तावना

सार्वजनिक जल आपूर्ति में जब लोह तथा मैगनीज अधिक मात्रा में आवे तो लोगों की शिकायते आती है कि पानी की पूर्ति में गंदलापन आता है । लोह तथा मैगनीज जो साधारण परिस्थित में अघुलनशील रहते हैं, इस विशेष परिस्थिति में पानी में घुल जाते हैं और यही विशेष परिस्थिति तालाब के जल की निचली सतह में उत्पन्न होती है। इस विशेष परिस्थिति को लाने के लिए कार्बन डाइ आक्साइड (Co_2) कारक होती है जो निचली सतह में कार्बनिक पदार्थ के सड़न से उत्पन्न होती है । लोह तथा मैगनीज के आक्साइड जो अघुलनशील होते हैं वे इस विशेष परिस्थिति में कार्बोनेट तथा बायकार्बोनेट योगिक बनाते हैं जो पानी में घुलनशील होते हैं । जब यही यौगिक जल पूर्ति में जाते हैं तो हवा की आक्सीकरण तथा संयंत्र के क्लोरीन में आक्सीजन होकर अघुलनशील रंगीन पदार्थ में परिवर्तित हो जाते हैं और इसी कारण पानी में स्वाद तथा मलीनता आ जाती है ।

2.0 अध्ययन परिक्षेत्र

नागपुर से करीब 10 किलोमीटर दूरी पर हिंगणा औद्योगिक क्षेत्र स्थापित है । इस औद्योगिक क्षेत्र में उद्यम तथा कार्यालयों के साथ रहवास के लिए आवास बनाए गए हैं और उसके चारों ओर रहवासीय नई बस्तियाँ आ गई हैं । अंबाझरी तालाब भी इसी परिक्षेत्र में स्थित है । अंबाझरी तालाब का पानी जल संयंत्र से साफ करके हिंगणा औद्योगिक क्षेत्र में पेयजल हेतु आपूर्ति की जाती है । करीबन 80 से 90 लाख लीटर पानी की पूर्ति प्रतिदिन इस जल संयंत्र से औद्योगिक क्षेत्र को जाती है । जो पानी तालाब से संयत्र में आता है उसमें दुर्गध तथा गंदलापन रहता है । संयंत्र में पानी को परंपरागत तरीके से साफ किया जाता है । इसमें फिटकरी , जलद बालू छनना तथा क्लोरिन का उपयोग करते हैं । साफ किये गये पानी को पोस्ट क्लोरीनीकरण करके टंकी में एकत्रित किया जाता है । इस जल को पंपिंग तथा गुरूत्वानुसार वितरित किया जाता है । इस प्रक्रिया से शुद्ध किए हुए जल में हल्का पीला रंग आता है जो समय के साथ गंदलापन धारण करता है । वितरण प्रणाली में जाकर यही रंग कठोर हो जाता है और कभी कभी महीन पदार्थ में परिवर्तित हो जाता है । जिसके कारण उपभोक्ता आपत्ति दर्शाते हैं । इन कठिनाइयों का हल ढूढंने की जिम्मेदारी महाराष्ट्र औद्योगिक विकास महामंडल (MIDC) , हिंगणा, नागपुर ने राष्ट्रीय पर्यावरण अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्था (NEERI) , नागपुर को सौंपी थी ।

3.0 कार्यप्रणाली

रंग तथा गंध के कारण को ढूंढने के लिए अंबाझरी तालाब के पानी के ऊपरी तथा निचली सतह के पानी के कई जगह से नमूने एकत्रित किये गये । इन नमूनों का भौतिक , रासायनिक तथा जैविक परीक्षण किया गया । भौतिक तथा रासायनिक गुणों के लिए पानी के नमूनों का पी.एच. प्रवाहशक्ति, तापमान, क्षारीयता, कठोरता , क्लोराइड, सल्फेट , फास्फेट, नाइट्रेट, घुलनशीलता तथा धातुओं का परीक्षण तथा विश्लेषण किया गया । जाँच से यह पाया गया कि पानी में लोह , मैंगनीज तथा कार्बनिक पदार्थ अधिक मात्रा में मौजूद है । शेष सभी पैरामीटर्स उचित मात्रा में मौजूद हैं । जल संयंत्र के भी अपरिष्कृत तथा प्रक्रियित जल के नमूने जाँच हेतु लिये गये । नमूनों की जाँच में पाया गया कि प्रक्रियित जल में भी लोह तथा मैंगनीज भारतीय मानक ब्यूरो (Bureau of Indian Standards) की निर्धारित मात्रा से अधिक प्रमाण में मौजूद हैं । लोह तथा मैंगनीज के कारण ही उपचारित पानी में रंग आता है ।

4.0 प्रक्रिया पद्धति

प्राथमिक जाँच में यह पाया गया कि अपरिष्कृत पानी में प्राणवायु की मात्रा बहुत ही कम थी तथा पानी गंधयुक्त था । इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि तालाब के तलछट में पदार्थो की सड़न के कारण प्राणवायु रहित अवस्था निर्मित हुई है । जिससे अपरिष्कृत जल में लोह तथा मैंगनीज घुल जाता है तथा आक्सीकरण होने पर पानी में रंग निर्मित होता है । संयंत्र की प्रक्रिया के बाद पोस्ट क्लोरीनीकरण होने पर यह रंग गहरा होता जाता है । प्रस्तुत समस्या निवारण हेतु विभिन्न प्रक्रियाओं का अवलंब किया गया है जिसका उल्लेख नीचे दर्शाया गया है ।

4.1 पोटेशियम परमेंगनेट द्वारा उपचार

पोटेशियम परमेंगनेट के उपयोग से लोह तथा मैगनीज़ का आक्सीकरण होता है तथा अघुलनशील पदार्थ निचली सतह में बैठ जाते हैं और ऊपरी सतह का पानी लोह तथा मैंगनीज रहित हो जाता है । पोटेशियम परमेंगनेट की निर्धारित मात्रा फिटकरी तथा चूने के द्रवण के साथ जार टेस्ट द्वारा ठहराई जाती है । यदि लोह तथा मैगनीज की मात्रा 1-1 मि.ग्राम प्रति लीटर है तो 1.0 मि.ग्राम लोह के लिए 0.94 मि.ग्राम पोटेशियम परमेंगनेट तथा 1.0 मि.ग्राम मैंगनीज के लिए 1.92 मि.ग्राम पोटेशियम परमेंगनेट की मात्रा का उपयोग होता है । परन्तु वास्तविक मात्रा पानी के गुणों पर निर्भर होती है क्योंकि पानी में और भी ऐसे तत्व मौजूद होते हैं जिससे पोटेशियम परमेंगनेट की मांग अधिक हो सकती है । इसलिए पोटेशियम परमेंगनेट के उपयोग से परिणामकारक लोह तथा मैंगनीज का निष्कासन पानी के अन्य गुणों पर निर्भर है । इसे प्रतिदिन जार टेस्ट द्वारा निर्धारित करना आवश्यक है । चूने से पानी का पी.एच. साधारणतया 8 के आस-पास लाते हैं । इसमें प्रि-क्लोरीनीकरण का सुझाव नहीं है परन्तु पोस्ट-क्लोरीनीकरण पानी को रोगाणु रहित करने के लिए जरूरी है ।

पेयजल के पानी से लोह तथा मैंगनीज के निष्कासन के लिए पोटेशियम परमेंगनेट के इस्तेमाल को व्यापक मान्यता मिली है । इसकी सफलता का कारण इसके विशेष गुणों पर निर्भर है क्योंकि यह व्यापक पी.एच. में काम करते हैं । पोटेशियम परमेंगनेट का उपयोग भूजल तथा सतह जलापूर्ति में लोह तथा मैंगनीज निष्कासन के लिए किया जा सकता है । परन्तु इस विधि में छन्नी करना आवश्यक है ।

तालिका 1. प्रयोगशाला में पोटेशियम परमेंगनेट, चूने तथा फिटकरी द्वारा लोह तथा मैंगनीज का निष्कासन

परीक्षण क्रमांक 1						
अंक क्रमांक	पोटेशियम परमेंगनेट	फिटकरी मि.ग्रा./ली.	चूना	पी.एच.	लोह मि.ग्रा./ली.	मैगनीज मि.ग्रा./ली.
नियंत्रित	0	0	0	7.4	0.8	0.7
1	0	20	20	7.6	0.8	0.4
2	0.2	20	20	7.6	0.7	0.4
3	0.5	20	20	7.6	0.6	0.4
4	0.8	20	20	7.6	0.4	0.3
5	1.0	20	20	7.6	0.2	0.3
परीक्षण क्रमांक 2						
नियंत्रित	0	0	0	7.6	0.8	0.7
1	0.4	20	20	7.6	0.6	0.4
2	0.8	20	20	7.6	0.4	0.3
3	1.2	20	20	7.6	0.2	0.2
4	1.6	20	20	7.6	0.2	0.15
5	2.0	20	20	7.6	0.2	0.1

तालिका 1. प्रयोगशाला में पोटेशियम परमेंगनेट , चुने तथा फिटकरी द्वारा लोह तथा मैगनीज का निष्कासन (जारी)

परीक्षण क्रमांक 3						
नियंत्रित	0	0	0	7.6	0.8	0.7
1	2.1	20	20	7.7	0.4	0.2
2	2.2	20	20	7.6	0.3	0.16
3	2.3	20	20	7.6	0.2	0.10
4	2.4	20	20	7.6	0.1	0.08
5	2.5	20	20	7.6	ND	ND

4.2 पूर्व क्लोरिनीकरण द्वारा निष्कासन

इस अभिक्रिया में अपरिष्कृत जल की 4 घंटे की क्लोरीन की मांग को पूरा किया जाता है । फिर चूने. के उपयोग से पानी का पी.एच. 8.5 किया जाता है तथा पानी को 5-6 घण्टे अवरोधक स्थिति में अभिक्रिया टंकी में रखना आवश्यक है । इस प्रक्रिया में लोह तथा मैंगनीज अघुलनशील स्थिति में परिवर्तित हो पाते हैं । इसके उपरान्त फिटकरी का उपयोग कर पंरपरागत तरीके से पानी का उपचार किया जाता है ।

क्लोरीन के इस्तेमाल से पानी का पी.एच काफी कम हो जाता है जिससे पी.एच को 8.5 पर समायोजित करने के लिए रसायन का खर्च बढ़ जाता है । क्लोरीन से फेनोलिक संयुग्म की गंध तीव्र होती है जो पीने में अप्रतिकारक लगती है । इसलिए इस विधि को कम महत्व दिया गया है ।

4.3 औपचारिक प्रक्रिया द्वारा पी.एच. को बढ़ाकर निष्कासन

इस प्रयोग में चूने के इस्तेमाल से पानी के पी.एच को बढ़ाया जाता है जिसके कारण लोह तथा मैंगनीज का परिणामकारक निष्कासन होता है । अपरिष्कृत जल में चूना मिलाया जाता है ताकि पी.एच 9.5 से 10 हो जाये । इस जल में आवश्यक मात्रा में क्लोरीन मिलायी जाती है । जो 4 घण्टे की क्लोरीन की मांग को पूरा करती है । इस पानी को परम्परागत तरीके से जल प्रक्रिया कर उपयोग में लाया जा सकता है । परन्तु इस विधि में समय तथा रसायन मुख्य अवरोधक हैं जिसके कारण यह विधि कम प्रचलित है ।

4.4 जलाशय के ऊपरी सतह से अपरिष्कृत जल का निष्कासन

तालाब के ऊपरी सतह के पानी में लोह तथा मैंगनीज की मात्रा बहुत ही कम मात्रा में रहती है जबकि यही मात्रा निचली सतह के पानी में ज्यादा पायी गयी है । इसका कारण यह है कि निचली सतह का वातावरण इनकी घुलनशीलता के लिए सहायक होता है । यदि ऊपरी सतह के पानी की पम्पिंग कर लेने की

व्यवस्था हो जाए तो यह पानी उपयोग में लाया जा सकता है। ऊपरी सतह के पानी में लोह तथा मैंगनीज की मात्रा बहुत कम पायी गयी है और इसको विशेष उपचार की आवश्यकता नहीं है । इसीलिए ऊपरी सतह के पानी के निष्कासन की व्यवस्था भी इस समस्या का उपाय है । परन्तु ऊपरी सतह के जल को निकालने की समुचित व्यवस्था करना आवश्यक है जो हरदम संभव नहीं रहती तथा व्यावहारिक नहीं है ।

5.0 अनुमान

गहरे तालाब या जलकुंड में तहों के अलगाव तथा तलहट में सड़न की प्रक्रिया के कारण निचली सतह के पानी में लोह तथा मैंगनीज अधिक मात्रा में पायी जाती है । यही लोह तथा मैंगनीज निरन्तर मिश्रित हो कर सारे तालाब के पानी में कम-ज्यादा मात्रा में मिलती है । तालाब का पर्यावरण बहते पानी के स्रोत से काफी भिन्न होता है । नैसर्गिक कारणों द्वारा भी जलकुण्ड तथा बहते पानी में अलग-अलग परिस्थितियाँ निर्मित होती हैं , इनमें से अहम है, पानी की गहराई, पानी का ठहराव और जीवणु की क्रिया जिससे लोह तथा मैंगनीज पानी में घुल जाते हैं । जलकुंड के जल की गुणता तापमान के बदलाव एवं वद्धि के कारण बदलती है एवं इसी वजह से लोह तथा मैंगनीज पानी में घुलते हैं । यह देखा गया है कि तापमान में बढ़ोतरी होते ही जलकुंड के पानी में लोह और मैंगनीज की मात्रा बढ़ जाती है और सदियों में तापमान में कमी आते ही जलकुंड के पानी में लोह तथा मैगनीज की घुलनशीलता कम हो जाती है । परिणामतः जाड़े के दिनों में जलकुंड के पानी में लोह तथा मैंगनीज कम मात्रा में पाया गया है ।

लोह तथा मैंगनीज के निष्कासन की उपरोक्त चार पद्धतियों में से पोटेशियम परमेंगनेट का उपयोग कर पानी को साफ करना ही सबसे उचित विधि प्रमाणित है । इस विधि में लोह और मैंगनीज का पूरा निष्कासन होता है तथा इस विधि को अपनाना सरल है ।

प्रयोगशाला में पानी के गुणों की जॉच करके लोह तथा मैंगनीज के निष्कासन के लिये पोटेशियम परमेंगनेट की मात्रा का निर्धारण करना चाहिए । वैसे तो जार टैस्टिंग करके ही यह मात्रा निर्धारित करना ज्यादा उपयुक्त है ।