खण्ड-10, अंक-1, वर्ष-2022, मु0प्र0 114-121
D.O.I.: https://doi.org/10.22445/avsp.v10i1.18
SJIF (2021) : 7.247

Causes of Fluorosis in India, Symptoms and Preventive measures: A Brief Review

Anand Kumar
Department of Zoology, B.S.N.V. P.G. College, Lucknow- 226 001, U.P., India
anandkumar051976@gmail.com

Received: 04-07-2022, Accepted: 30.08.2022

Abstract- Fluoride is the thirteenth most abundant element of the earth cruts. The occurrence of fluoride in groundwater is due to weathering and leaching of fluoride-bearing minerals from rocks and sediments. Fluoride is double sword for men, its small amount (<0.5 mg/L) is promoting dental health by reducing dental caries and strengthening bones, whereas it's higher concentrations (>1.5 mg/L) may cause fluorosis. Fluorosis is a crippling disease caused by the long term ingestion of fluoride rich drinking water and food stuffs. The effect of fluorosis is not only limited up to bone deformities but also it may causes many nonskeletal manifestations, include neurological, muscular, cardiovascular, reproductive, allergic and gastrointestinal symptoms. It is estimated that about 200 million people, among 25 nations world over, may suffer from fluorosis and the causes have been ascribed to fluoride contamination in groundwater including India.

Therefore, there is need to develop effective strategies and provide fluoride safe drinking water to rural communities. Present study focuses on evaluation of status of fluoride contamination in groundwater in India, its adverse effects on human health and possible remedial measures.

Key words- Groundwater fluoride, Sources, Fluorosis symptoms, Preventive measures

भारत में फ्लोरोसिस के कारण, लक्षण और रोकथाम के उपायों की एक संक्षिप्त समीक्षा

आनन्द कुमार
प्राणि विज्ञान विभाग, बी0एस0एन0वी0पी0जी0कॉलेज, लखनऊ–226 001, उ0प्र0,भारत
anandkumar051976@gmail.com

सार– फ्लोराइड पृथ्वी की भूपटल में सबसे अधिक पाया जाने वाला तेरहवां तत्व है। भूजल में फ्लोराइड की घटना अपक्षय और चट्टानों और तलछट से फ्लोराइड युक्त खनिजों के लीचिंग के कारण होती है। फ्लोराइड मानव के लिए दुधारी तलवार की भांति है, इसकी कम मात्रा (<0.5 मिग्रा/ली) दंत क्षय को कम करके दंत स्वास्थ्य को बढ़ाती है और हड्डियों को मजबूत करती है, जबकि इसकी उच्च सांद्रता (>1.5 मिग्रा/ली) से फ्लोरोसिस हो सकता है। फ्लोरोसिस एक अपंग रोग है, जो लंबे समय तक फ्लोराइड युक्त पेयजल और खाद्य पदार्थों के सेवन से होती है। फ्लोरोसिस केवल हड्डियों की कुरुपता तक ही सीमित नहीं है, बल्कि यह विभिन्न गैर कंकालीय दोषों की कारक बन सकती है। इसके अंतर्गत तंत्रिका, मांसपेशी, हृदय, जनन, एलर्जी और गैस्ट्रोइनटेस्टाइनल संबंधी विकार हो सकते हैं। यह अनुमान लगाया गया है कि दुनिया भर के 25 देशों में से लगभग 200 मिलियन लोग फ्लोरोसिस से पीड़ित हो सकते हैं और इसके कारणों को भारत सहित भूजल में फ्लोराइड संदूषण के लिए जिम्मेदार ठहराया गया है। इसलिए, ग्रामीण समुदायों को फ्लोराइड–सुरक्षित पेयजल उपलब्ध कराने के लिए व्यावहारिक रणनीति विकसित करने की आवश्यकता है। वर्तमान अध्यनन में भारत के भूजल में फ्लोराइड संदूषण की स्थिति, उसके मानव स्वास्थ्य पर प्रतिकूल प्रभाव और संभावी रोकथाम के उपायों का मूल्यांकन किया गया है।

बीज शब्द– भूजल फ्लोराइड, स्रोत, फ्लोरोसिस लक्षण, रोकथाम के उपाय

1. **परिचय**– फ्लोरोसिस एक अपंग रोग है जो शरीर के कठोर और कोमल ऊतकों में फ्लोराइड के जमाव के परिणामस्वरूप होता है। यह एक लंबी अवधि में पीने के पानी खाद्य उत्पादों औद्योगिक प्रदूषकों के माध्यम से फ्लोराइड के अधिक सेवन के कारण होने वाली एक सार्वजनिक स्वास्थ्य समस्या है। पीने के पानी में अधिक फ्लोराइड का अंतर्ग्रहण, सबसे अधिक दांतों और हड्डियों को प्रभावित करता है।[1]

इसके परिणामस्वरूप दंत फ्लोरोसिस कंकाल फ्लोरोसिस और गैर–कंकाल फ्लोरोसिस जैसे प्रमुख स्वास्थ्य विकार होते हैं। बड़ी मात्रा में फ्लोराइड के संपर्क में आने वाले लोगों में कंकाल प्रभाव की तुलना से बहुत पहले ही दंत प्रभाव दिखाई देने लगते हैं। डेंटल फ्लोरोसिस आठ साल तक के बच्चों को प्रभावित करती है जिसके कारण उनके दांतों का रंग खराब हो जाता है। स्केलेटल फ्लोरोसिस सभी वर्ग और आयु के व्यक्तियों को प्रभावित करती है जिसके कारण उनकी हड्डियों और शरीर के प्रमुख जोड़ों जैसे गर्दन पीठ की हड्डी, कंधे, कूल्हे और घुटने के जोड़ों में तेज दर्द कठोरता या जकड़न होती है। स्केलेटल फ्लोरोसिस के गंभीर रूपों के परिणामस्वरूप चिन्हित विकलांगता होती है। फ्लोरोसिस के गैर–कंकाल रूप पहले की अभिव्यक्तियाँ हैं जो दांतों और कंकाल की हड्डियों में विशिष्ट परिवर्तनों की शुरुआत से बहुत पहले विकसित हो जाती हैं। इन्हें गैस्ट्रो–आंत्र लक्षणों के रूप में देखा जाता है तथा यह अन्य बीमारियों के साथ भी संयुक्त हो सकता है जिससे गलत निदान हो सकता है। यह सभी आयु वर्ग के पुरुषों, महिलाओं और बच्चों को प्रभावित करता है।[2,3]

आज फ्लोरोसिस की समस्या विश्वभर के कम से कम 27 देशों में स्थानिक है[3] तथा इसे फ्लोराइड पट्टी के नाम से जाना जाता है। इसमें से एक पट्टी जो जॉर्डन मिस्र लीबिया अल्जीरिया सूडान और केन्या के माध्यम से सीरिया तक फैली हुई है तथा दूसरी पट्टी जो इराक, ईरान, अफगानिस्तान, भारत, उत्तरी थाईलैंड और चीन के माध्यम से तुर्की तक फैली हुई है। अमेरिका और जापान के कुछ क्षेत्रों में भी समान प्रकार की फ्लोरोसिस बेल्ट पाई जाती हैं।

भारत के 20 राज्यों के 230 जिलों में फ्लोराइड के उच्च स्तर की सूचना प्राप्त हुई है। उच्च फ्लोराइड वाले क्षेत्रों में निवास करने वाली लगभग 65 मिलियन जनसंख्या जो फ्लोरोसिस के जोखिम से ग्रसित है। इसमें राजस्थान गुजरात और आंध्र प्रदेश सबसे ज्यादा प्रभावित राज्य हैं। पंजाब हरियाणा मध्य प्रदेश और महाराष्ट्र मध्यम रूप से प्रभावित राज्य हैं जबकि तमिलनाडु, पश्चिम बंगाल, उत्तर प्रदेश, बिहार और असम मामूली रूप से प्रभावित राज्य हैं।[4,5]

भारत में फ्लोरोसिस मुख्य रूप से पानी में अत्यधिक फ्लोराइड के कारण होती है। गुजरात और उत्तर प्रदेश के कुछ हिस्सों में औद्योगिक फ्लोरोसिस भी पाई जाती है। विश्व स्वास्थ्य संगठन के मानकानुसार पेय जल में फ्लोराइड की अधिकतम मात्रा 1–5 मिग्रा /ली (पी.पी.एम) निर्धारित की गई है[1] जबकि भारतीय मानक ब्यूरो(बी.आई.एस. ने जल में फ्लोराइड की वांछनीय सीमा 1 पी.पी.एम. (पार्ट्स प्रति मिलियन) या 1 मिग्रा./ली.निर्धारित की है।

कंकाल और दंत फ्लोरोसिस के बाद के चरण प्रकृति में स्थायी और अपरिवर्तनीय हैं तथा यह एक व्यक्ति और समुदाय के स्वास्थ्य के लिए हानिकारक होने के साथ ही देश के विकास और अर्थव्यवस्था पर भी प्रतिकूल प्रभाव डालते है।भारत सरकार के ग्रामीण विकास मंत्रालय द्वारा प्रारम्भ किए गए राजीव गांधी राष्ट्रीय पेयजल मिशन ने 1987–1993 तक अपने जागरुकता अभियान के माध्यम से फ्लोरोसिस के नियंत्रण के लिए काम किया (अखिल भारतीय आयुर्विज्ञान संस्थान, दिल्ली में फ्लोरोसिस कंट्रोल सेल समन्वित है जिसका कवरेज सीमित था।

वर्ष 2008–09 में स्वास्थ्य और परिवार कल्याण मंत्रालय भारत सरकार ने स्थानिक क्षेत्रों में फ्लोरोसिस की रोकथाम निदान और प्रबंधन के उद्देश्य से फ्लोरोसिस की रोकथाम और नियंत्रण के लिए एक राष्ट्रीय कार्यक्रम प्रारम्भ किया है जो स्थानीय प्रशासन और कुछ गैर सरकारी सामाजिक स्वयंसेवी संस्थाओं के साथ मिलकर कार्य कर रहा है। इन सब भागीरथी प्रयासों के बाद भी देश में फ्लोरोसिस की समस्या विकराल रूप लेती जा रही है। अतः वर्तमान परिवेश को देखते हुए इस समीक्षात्मक अध्ययन मे फ्लोराइड के स्रोत, वितरण और फ्लोरोसिस से संबंधित अभिव्यक्तियाँ के लक्षणों तथा उनके निदानात्मक उपायों की संक्षिप्त विवेचना की जा रही है।

2. **फ्लोराइड के स्रोत**– मानव शरीर में फ्लोराइड का प्रवेश फ्लोराइड प्रदूषित जल, भोजन, हवा (गैसीय औद्योगिक कचरे के कारण) टूथपेस्ट, चाय, तम्बाकू तथा फ्लोराइड युक्त दवाइयों आदि के अत्यधिक सेवन से होता है। हालांकि, पीने का पानी सबसे महत्वपूर्ण स्रोत हैं। कुमार और गोपाल[6] के अनुसार भारत के विभिन्न क्षेत्रों में पेयजल में फ्लोराइड की मात्रा 0–12 मिग्रा/ली से लेकर 24–17 मिग्रा/ली तक विद्यमान है। जबकि कुमारन व अन्य[7] ने 1971 में फ्लोराइड की सर्वाधिक मात्रा 48 मिग्रा/ली हरियाणा के रेवाड़ी जिले में ज्ञात की थी। भूजल फ्लोराइड का मुख्य श्रोत पृथ्वी की सतह में पाए जाने वाले फ्लोराइड ग्राही खनिज जैसे हॉर्नब्लेंड, बायोटाइट, फ्लोराइट, विलियनमाइट, क्रायोलाइट, सेलाइट आदि हैं।[8] तूतिया व अन्य[9] के अनुसार लगभग 12 मिलियन टन फ्लोराइड भारत की भूपट्टी में विद्यमान है। भूजल में फ्लोराइड की मात्रा के निरंतर बढ़ने का प्रमुख कारण फ्लोराइड युक्त चट्टानों के अपरदन तथा ज्वालामुखी विस्फोट से उत्पन्न लावा का भूजल मिश्रित होना, फॉस्फेट फर्टिलाइजर का अधिक प्रयोग[10] तापीय विद्युत संयंत्रों में कोयले का जलना, कांच, एल्यूमीनियम, टाइल्स उद्योग ईट के भट्टों से निकलने वाले अवशेष आदि हैं। देश के विभिन्न राज्यों के भूजल में फ्लोराइड प्रदूषण के स्तर का विवरण **तालिका–1** तथा खाद्य पदार्थों में विद्यमान फ्लोराइड की मात्रा को **तालिका–2** में वर्णित किया गया है।

3. **फ्लोराइड विषाक्तता के लक्षण**– फ्लोराइड की सूक्ष्म मात्रा (1 मिग्रा/ली कम) दांतों और हड्डियों को मजबूती प्रदान करती है।

फ्लोराइड दांत की एनामेल का आवश्यक अवयव होने के साथ ही यह दांतो में बैक्टीरिया द्वारा बनने वाली कैविटीज और मुंह में बैक्टीरिया की ग्रोथ को रोकता है। परन्तु मानक मात्रा (1.5 मिग्रा/ली) से अधिक फ्लोराइड का सेवन विभिन्न प्रकार के अस्थाई और स्थाई रोगों को जन्म देता है।[11] यह आवश्यक नहीं है कि सभी लक्षण एक ही समय में मौजूद हों। परन्तु फ्लोरोसिस की गम्भीरता किसी व्यक्ति की उम्र, पोषण की स्थिति, पर्यावरण, गुर्दों के क्रियाविधि, फ्लोराइड की मात्रा, आनुवंशिक पृष्ठभूमि, एलर्जी की प्रवृत्ति, और जल में उपस्थिति कठोरता जैसे अन्य कारकों पर निर्भर करती है। कुछ शोधार्थियों ने अपने अध्ययन के द्वारा जीवों में फ्लोराइड विषाक्तता से होने वाले प्रमुख प्रभावों को स्थापित किया है, जिन्हें **तालिका–3** वर्णित किया गया है।

4. **मानव में फ्लोराइड विषाक्तता के लक्षण**– लम्बे समय तक मानक से अधिक फ्लोराइड युक्त जल और खाद्य पदार्थों के सेवन से मानव शरीर में होने वाले कुप्रभावों का अध्ययन और मूल्यांकन कालान्तर से ही प्रमुख वैज्ञानिकों और शोधार्थियों द्वारा किया जाता रहा है। जिसमें से कुछ प्रमुख लक्षणों की इस लेख में समीक्षा की गई है। यह लक्षण इस प्रकार है–

4.1. **डेंटल फ्लोरोसिस**– क्लिनिकल डेंटल फ्लोरोसिस केवल छह साल की उम्र तक के बच्चों को प्रभावित करती है, इसमें बच्चों के दांत बदरंग हो जाते हैं तथा एनामेल की सतह पर सफेद, पीले, भूरे या काले धब्बे या धारियाँ हो जाती है।[11] अधिक गंभीर मामलों में सभी दांतो की एनामेल क्षतिग्रस्त हो सकती है, यद्यपि केवल फ्लोराइड ही दंत एनामेल दोषों का एकमात्र कारण नहीं है। कुछ बच्चों में यह स्थिति विटामिन ए और डी की कमी या कम प्रोटीन–ऊर्जा वाले आहार के कारण भी हो सकती है।भारत में सर्वप्रथम दांत फ्लोरोसिस का प्रमाणिक अध्ययन वर्ष 1937 में शॉर्ट और उनके साथियों[12] ने आंध्र प्रदेश के प्रकासम जिले में किया था। पिल्लई और स्टेनले[13] के अनुसार भारत के लगभग 1.5 लाख गाँवों के बच्चे डेन्टल फ्लोरोसिस से ग्रसित हैं, जिनमें बिहार, आंध्र प्रदेश, राजस्थान, गुजरात, मध्य प्रदेश, उत्तर प्रदेश, तमिलनाडु और पंजाब के गांव सर्वाधिक प्रभावित हैं।

4.2. **स्केलेटल फ्लोरोसिस**– स्केलेटल फ्लोरोसिस लम्बे समय तक फ्लोराइड युक्त पदार्थों के सेवन से उत्पन्न वाली अपरिवर्तनीय असाध्य बीमारी है, इसके शुरुआती लक्षणों में जोड़ों में अकड़न, कठोरता और दर्द का अनुभव हो सकता है। जबकि गंभीर मामलों में हड्डियों पर फ्लोराइड जमाव से उसकी संरचना में बदलाव, घनत्व में वृद्धि (ओस्टियोस्केलेरिसिस) और जोड़ों की गति प्रभावित हो सकती हैं, जिसके परिणामस्वरूप हड्डियां टेढ़ी–मेढ़ी हो जाती हैं तथा मांसपेशियों में दर्द हो सकती है।[14] वर्टेब्रल कैनाल और इंटरवर्टेब्रल फोरामेन में फ्लोराइड के जमाव से नसों और रक्त वाहिकाओं पर दबाव पड़ता है, जिससे लकवा और अपंगता रोग हो सकता है, तथा लगातार दर्द की महसूस होता है।

4.3. **गैस्ट्रोइंटेस्टाइनल लक्षण**– फ्लोराइड की तीव्र उच्च मात्रा पेट के संपर्क में आने के बाद पेट में दर्द, अत्यधिक लार, मतली और उल्टी की समस्या उत्पन्न हो जाती है। अमाशय में फ्लोराइड एसिड की मात्रा को बढ़ाने का कारक है जो उसकी आंतरिक भित्य एवं एंजाइमों को नष्ट कर देता है।[15]

4.4. **तंत्रिका संबंधी अभिव्यक्ति**– घबराहट और अवसाद, उंगलियों और पैर की उंगलियों में झुनझुनी सनसनी, अत्यधिक प्यास और पेशाब करने की प्रवृत्ति पाई जाती है। फ्लोराइड प्रभावित क्षेत्रों के स्कूली बच्चों में असामान्य मस्तिष्क विकास, बुद्धि लब्धि (आई क्यू) और स्मरण की कमी देखने को मिल सकती है।[16,17]

4.5. **मांसपेशियों की अभिव्यक्तियाँ**– फ्लोराइड की अधिक मात्रा शरीर में कैल्शियम की कमी का कारण बनती है जिससे मांसपेशियों में कमजोरी, जकड़न, दर्द और शक्ति क्षीण होने का आभास होता है, यहाँ तक कि व्यक्ति अपनी सामान्य नियमित गतिविधियों को करने में भी असमर्थता महसूस करता है।[2]

4.6. **एलर्जी की अभिव्यक्ति**– त्वचा के फ्लोराइड के संपर्क से खुजली, जलन, चकत्ते, पेरिवास्कुलर सूजन, गुलाबी लाल या नीला लाल रंग के गोल या अंडाकार धब्बे दिखाई देते हैं।[2]

4.7. **हृदय और रक्त संबंधी अभिव्यक्ति**– फ्लोराइड एरिथ्रोसाइट (लाल रक्त कणिका) की झिल्ली पर जमा हो जाता है, जिससे कारण कैल्शियम की मात्रा कम हो जाती है। कैल्शियम की कमी से लाल रक्त कणिकाओं की झिल्ली लचीली हो जाती है और उसमें सिलवटें पड़ जाती हैं जिससे उनके आकार में बदलाव आ जाता है। इस प्रकार की असामान्य आर.बी.सी. को इचिनोसाइट्स कहा जाता है। रक्त में उपस्थित इचिनोसाइट्स को मैक्रोफेज द्वारा भक्षण कर लिया जाता है परिणाम स्वरूप आर.बी.सी. की संख्या परिसंचरण में कम हो जाती है। इससे फ्लोराइड विषाक्तता के कारण गंभीर रूप से बीमार रोगियों में हीमोग्लोबिन का स्तर कम हो जाता है।[18] फ्लोराइड का जमाव रक्त वाहिकाओं और हृदय की मांसपेशियों में भी हो जाता है जिससे वह सख्त हो जाती हैं तथा कभी–कभी रक्त वाहिकाओं का मार्ग भी अवरुद्ध हो जाता है, जिसके कारण हृदय पक्षाघात की संभावना बनी रहती है।[2]

4.8 **मूत्र पथ की अनियमिततायें**– मूत्र की मात्रा में कमी हो सकती है। इसका रंग लाल व पीला हो सकता है तथा मूत्र मार्ग में खुजली हो सकती है। गुर्दों की क्रियाविधि का असमान्य हो जाना, गुर्दे में पथरी का बनना तथा गुर्दे के आंतरिक ऊतकों का नष्ट हो जाना आदि।[19]

4.9 **प्रजनन संबंधी अनियमिततायें**– फ्लोराइड की अधिक मात्रा पुरुषों में नपुंसकता को जन्म देती है। वैज्ञानिकों ने फ्लोराइड प्रभावित पुरुषों के वीर्य में शुक्राणुओं की संख्या और गति में कमी तथा उनकी संरचना में परिवर्तन का मुख्य कारक फ्लोराइड को माना है।[20] फ्लोराइड के कारण ही पुरुषों में टेस्टोस्टेरोन, एफ.एस.एच. हार्मोन और इन्हिबिन बी के स्तर में कमी देखी गई है।[21] स्त्रियों में अधिक फ्लोराइड सेवन से मासिक चक्र में अनियमितता तथा गर्भपात हो सकता है।[22]

4.10 **भ्रूण पर प्रभाव**– फ्लोराइड प्लेसेंटा द्वारा विसरित हो कर एक भ्रूण को भी नुकसान पहुँचा सकता है, अगर मां गर्भावस्था या स्तन पान के दौरान फ्लोराइड की उच्च सांद्रता वाले पानी या भोजन का सेवन करती है। स्थानिक क्षेत्रों में गर्भपात, मृत जन्म और जन्म दोष जैसे डाउन सिंड्रोम, स्पाइना बिफिडा ऑकुल्टा से पीड़ित बच्चे आम बात हैं।[23–26]
4.11 **कार्सिनोजेनिक प्रभाव**– कुछ शोधार्थियों ने पेय जल में अधिक फ्लोराइड की मात्रा को गर्भाशय और कोलन कैंसर का कारक माना है।[27] डौल जे. व अन्य[18] के पशुओं पर किए गए फ्लोराइड विषाक्तता के प्रयोगों में बोन कैंसर (ओस्टियोसरकोमा) और नॉन कैंसरस बोन ट्यूमर्स प्राप्त किए।
5. **फ्लोरोसिस रोकथाम के उपाय**– किसी व्यक्ति या समुदाय को फ्लोरोसिस जैसे गंभीर रोग से बचने के लिए विश्व स्वास्थ्य संगठन द्वारा निर्धारित फ्लोराइड की मात्रा (1.5 पी.पी.एम.) से अधिक फ्लोराइडयुक्त जल और भोज्य पदार्थों का सेवन नहीं करना चाहिए तथा कुछउपाय जैसे वैकल्पिक जल स्रोतों का उपयोग करके, पीने के पानी से अत्यधिक फ्लोराइड को हटाकर, जोखिम वाले क्षेत्रों की आबादी या व्यक्तियों को उचित पोषण आदि की व्यवस्था करके फ्लोराइड के प्रतिकूल प्रभावों को कम किया, रोका या सुधारा सकता है। वैकल्पिक जल संसाधनों के अंतर्गत तीन तरह के जल स्रोत आते हैं। सतही जल, वर्षा जल और निम्न फ्लोराइड भूजल। सतही जल का उपयोग पीने के लिए करने में विशेष सावधानी बरतने की आवश्यकता है, क्योंकि यह जल अक्सर जैविक और रासायनिक प्रदूषकों से दूषित होता है। अतः जल का उपयोग उचित शोधन के बाद ही किया जाना चाहिए। वर्षा का जल आमतौर पर स्वच्छ और कम लागत वाला सर्वोत्तम वैकल्पिक स्रोत है, लेकिन समस्या इसके अत्याधिक भंडारण हेतु संसाधनों के अभाव की है। तीसरा वैकल्पिक जल स्रोत कम फ्लोराइड वाला भूजल है। प्रायः ऐसा देखा गया है कि एक ही क्षेत्र में स्थित कुओं और नलकूपों में फ्लोराइड की मात्रा भिन्न–भिन्न हो सकती है और यह जलभृत की भूवैज्ञानिक संरचना और पानी की गहराई पर निर्भर करता है। नलकूपों की गहराई बढ़ाकर या इसे किसी दूसरे स्थान पर लगाकर, जहाँ भूजल में फ्लोराइड की मात्रा कम हो, पानी का उपयोग किया जा सकता है। लेकिन जिन स्थानों पर वैकल्पिक जल स्रोतों का अभाव है वहाँ डी–फ्लोराइडेशन ही एकमात्र समाधान है। पीने के पानी से फ्लोराइड को हटाना डीफ्लोराइडेशन कहलाता है। वर्तमान समय में डीफ्लोराइडेशन की कई विधियों प्रचलित हैं, जिनमें से रासायनिक अवक्षेपण, सोखना और आयनिक पृथक्करण महत्वपूर्ण हैं। हमारे देश में फ्लोराइड के रासायनिक अवक्षेपण के लिए राष्ट्रीय पर्यावरण इंजीनियरिंग अनुसंधान संस्थान (एनईईआरआई) नागपुर, द्वारा विकसित नलगोंडा और इलेक्ट्रोलाइट डीफ्लोराइडेशन तकनीक का उपयोग किया जाता है।

सोखना विधि में सक्रिय एल्यूमिना सक्रिय चारकोल, या आयन एक्सचेंज रेजिन जैसे एक मजबूत फ्लोराइड आयन को सोखने वाले पदार्थ से बने कॉलम के माध्यम से पानी को नीचे फिल्टर किया जाता है। यह विधि समुदाय और घरेलू दोनों स्तरों के लिए भी उपयुक्त है। आयनिक पृथक्करण के लिए रिवर्स ऑस्मोसिस और निस्पंदन इलेक्ट्रोडायलिसिस तकनीक का उपयोग किया जाता है। प्रभावित आबादी वाले बच्चों की पोषण स्थिति (कैल्शियम और विटामिन सी, लौह, एंटीऑक्सीडेंट का सेवन) में सुधार के उपाय ऊपर वर्णित तकनीकी समाधानों के एक प्रभावी पूरक हैं। प्रभावित क्षेत्रों की माताओं को स्तनपान के लिए प्रोत्साहित किया जाना चाहिए क्योंकि स्तन के दूध में आमतौर पर फ्लोराइड की मात्रा कम होती है।

फ्लोरोसिस प्रभावित क्षेत्रों में जागरूकता अभियान चलाकर समुदाय या व्यक्तियों को फ्लोरोसिस रोग के लक्षणों, सुरक्षित पानी पीने के महत्व और स्वस्थ आहार के बारे में जागरुक किया जाना चाहिए।

6. **फ्लोरोसिस की रोकथाम और नियंत्रण के लिए राष्ट्रीय कार्यक्रम (एनपीपीसीएफ)**– स्वास्थ्य और परिवार कल्याण मंत्रालय, भारत सरकार ने 11वी पंचवर्षीय योजना के दौरान देश में फ्लोरोसिस को रोकने और नियंत्रित करने के उद्देश्य से वर्ष 2008–09 में एक कार्यक्रम प्रारम्भ किया था और इसे चरणबद्ध तरीके से विस्तारित किया जा रहा है। सर्वप्रथम 17 राज्यों के 100 जिलों को 11वीं योजना के दौरान कवर किया गया, तत्पश्चात् वर्ष 2013–15 के दौरान (19 से अधिक राज्यों में) 11 जिलों को इसमें सम्मिलित किया गया था। इसके अतिरिक्त 84 नए जिलों को सम्मिलित करने की संस्तुति प्रदान की गई। इस कार्यक्रम के सुचारू संचालन हेतु जिले के मुख्य चिकित्सा अधिकारी (सी.एम.ओ.) को नोडल अधिकारी बनाया गया है।

7. **एन.पी.पी.सी.एफ. के कार्य**– समुदाय में फ्लोरोसिस की निगरानी करना, प्रशिक्षण और मानव संसाधन का विकास, अस्पतालों में नैदानिक सुविधाओं की स्थापना, उपचार सर्जरी, पुनर्वास सहित फ्लोरोसिस के मामलों का प्रबंधन तथा फ्लोरोसिस की रोकथाम और नियंत्रण के लिए स्वास्थ्य शिक्षा अभियान चलाना।

8. **निष्कर्ष**– वर्तमान समय में भूजल में बढ़ता फ्लोराइड का स्तर मानव जीवन और समाज के लिए चुनौती बना हुआ है, यद्यपि हमारी सरकार ने इसकी रोकथाम के लिए कई अहम प्रयास किए है जो पूरी तरह से धरातल पर नहीं उतर पाए हैं। जिसके कारण फ्लोरोसिस की समस्या लगातार सुरसा के मुँह की भांति बढ़ती जा रही है अगर इसपर तत्काल ध्यान नहीं दिया गया तो इसके गंभीर परिणाम हो सकते हैं। इसकी रोकथाम के लिए फ्लोरोसिस स्थानिक क्षेत्रों में जनजागरण अभियान चलाकर लोगों को जागरूक करने तथा पेयजल के डीफ्लोरिडेशन के लिए संयंत्र लगाने की अत्यंत आवश्यकता है।

तालिका–1
भारत के विभिन्न राज्यों के फ्लोराइड प्रभावित जिलों की संख्या और उनके भूजल में विद्यमान फ्लोराइड की मात्रा का स्तर

राज्य	फ्लोराइड प्रभावित जिलों की संख्या	फ्लोराइड की मात्रा (मिग्रा / ली)
आंध्र प्रदेश	20	0.40–29.00
गुजरात	18	1.50–18.00
राजस्थान	32	0.10–10.00
कर्नाटक	21	0.20–07.79
उड़िसा	18	0.60–09.20
पंजाब	14	0.40–42.00
महाराष्ट्र	10	0.11–10.00
मध्य प्रदेश	19	1.50–04.20
हरियाणा	14	0.20–48.32
बिहार	11	0.20–08.32
तमिलनाडु	23	0.10–07.00
उत्तर प्रदेश	18	0.20–25.00
पश्चिम बंगाल	10	1.10–14.47
केरल	03	0.20–05.40
असम	05	1.60–23.40
दिल्ली	06	0.20–32.00
जम्मू और कश्मीर	03	0.50–04.21
झारखंड	06	0.50–14.32
छत्तीसगढ़	17	0.10–13.30
उत्तराखण्ड	01	0.10–01.80

स्रोत– किस्कू जी. सी. एवं साहू, पी[29]

तालिका–2
खाद्य पदार्थों में विद्यमान फ्लोराइड की मात्रा

खाद्य पदार्थ	फ्लोराइड की मात्रा (पी.पी.एम.)
दूध	1.73–6.87
गेंहू	0.51–14.03
चावल	0.51–5.52
मक्का	5.60–6.00
बाजरा	2.76–3.84
सोयाबीन	4.00
मटर	10.77
चना	2.34–4.84
अंगूर	0.84–1.74
सेब	1.05–2.20

पत्ता गोभी	4.25–11.30
शलजम	9.87–29.15
चायपत्ती	72.60–89.02

स्रोत– कश्यप एस.जे व अन्य[2]

तालिका– 3 जीवों में फ्लोराइड विषाक्तता के प्रभाव

फ्लोराइड की मात्रा	माध्यम	प्रभाव
0.50 पीपीएम	वायु	वनस्पतियों पर कुप्रभाव
1.0 पीपीएम से कम	जल	डेंटल कैरीज रोकने में सहायक
1.0–3.0 पीपीएम	जल	डेंटल फ्लोरोसिज
3.0–4.0 पीपीएम	जल	हड्डी और जोड़ों में कठोरता
4.0–6.0 पीपीएम या अधिक	खाद्य पदार्थ एवं जल	क्रिपलिंग फ्लोरोसिस और अपंगता रोग
50 पीपीएम	खाद्य पदार्थ एवं जल	थायरॉयड ग्रंथि संबंधित रोग
100 पीपीएम	खाद्य पदार्थ एवं जल	वृद्धि रोकना
120 पीपीएम	खाद्य पदार्थ एवं जल	गुर्दे से संबंधित रोग

स्रोत– मीनाक्षी एवं माहेश्वरी (2006)[30]

References

1. WHO (2006) Guidelines for Drinking-Water Quality (Vol. 1, 3rd ed.), Geneva, Switzerland.
2. Kashyap, S. J.;Sankannavar, R. and Madhu, G. M. (2021) Fluoride sources, toxicity and fluorosis management techniques – A brief review, J. Hazardous Materials Letters, vol. 2, pp 2-8.
3. WHO (2011) Guidelines for Drinking Water Quality, 4th Edition, World Health Organization, Geneva, Switzerland.
4. UNICEF (1999) Fluorosis Research and Rural Development Foundation, New Delhi, State of art report on the extent of fluoride in drinking water and the resulting endemicity in India.
5. Mumtaz, N.; Pandey, G. and Labhasetwar, P. K. (2015) Global fluoride occurrence, available technologies for fluoride removal and Electrolytic defluoridation:a review. Crit. Rev. Environ. Sci. Technol., vol. 45, no. 21, pp. 2357-2389.
6. Kumar, S., and Gopal, K. (2000) A review on fluorosis and its preventive strategies. Indian J. Environ. Protect, vol. 20, pp. 430–440.
7. Kumaran, P.; Bhargava, G. N. and Bhakuni, T. S. (1971) Fluorides in groundwater an endemic fluorosis in Rajasthan, Indian J. Environ. Health, vol. 13, pp. 316–324.
8. Rao, S. N. (2003) Groundwater quality: Focus on fluoride concentration in rural parts of Guntur district, Andhra Pradesh, India, Hydrol. Sci. J., vol. 48, pp. 835–847.
9. Teotia, S. P. S.; Teotia, M. and Singh, R. K. (1981) Hydrogeochemical aspects of endemic skeletal

fluorosis in India—an epidemiological study, Fluoride, vol. 14, pp. 69–74.

10. Chowdhury, A.; Adak, M.; Mukherjee, A.;Dhak, P.; Khatun, J. and Dhak, D. (2019) A critical review on geochemical and geological aspects of fluoride belts, Fluorosis and natural materials and other sources for alternatives to fluoride exposure, J.Hydrol., vol. 574, pp. 333-359.
11. Susheela, A. K. (2003) Treatise on fluorosis. (2nd Ed.): Fluorosis Research and Rural Development Foundation. New Delhi, India.
12. Shortt, H.E.; Pandit, C.G. and Raghavachari, T.N.S. (1937) Endemic Fluorosis in the Nellore District of South India Indian Med. Gaz., vol. 72, p. 398.
13. Pillai, S. K.; Stanley, V. A. et.al. (2002) Implication of fluorosis in endless uncertainty, J. Environ. Biol., vol. 28, pp. 81-87.
14. Srivastava, B. K. and Vani, A. (2009) Comparative study of defluoridation techniques in India, Asian J. Exp. Sci., vol. 23, p. 269.
15. Doull, J.; Boekelheide, K.; Farishian, B. G.; Isaacson, R.L.; Klotz, J.B.; Kumar, J.V. and Thiessen, K.M. (2006) Fluoride in drinking water: a scientific review of EPA's standards. Committee on Fluoride in Drinking Water, Board on Environmental Studies and Toxicology, Division on Earth and Life Sciences, National Research Council of the National Academies, National Academies Press, Washington, DC, p. 530.
16. Xiang, Q.; Liang, Y.; Chen, L.; Wang, C.; Chen, B.; Chen, X. and Shanghai, P.R. (2003) Effect of fluoride in drinking water on children's intelligence, Fluoride, vol. 36, no. 2, pp. 84-94.
17. Trivedi, M.H.; Verna, R.J.; Chinoy, N.J.; Patel, R.S. and Sathawara, N.G. (2007) Effect of high fluoride water on intelligence of school children in India. Fluoride, vol. 40, no. 3, pp.178-183.
18. Marganwar, R. K. and Dhurvey, V. T. (2021) Human red blood cell abnormalities in fluoride endemic area of Warora Tehsil, Chandrapur district, Maharastra, India. Int. J. Zoological Investigation, vol. 7, no. 2, pp. 456-461.
19. Ahada, C. and Suthar, S. (2019) Assessment of human health risk associated with high groundwater fluoride intake in Southern Districts of Panjab, India. Exposure Health, vol. 11,pp. 267-275.
20. Ortiz-Perez, D.; Rodriguez-Martinez, M.; Martinez, F.;Borja-Aburto, V.; Castelo, J. et.al.(2003) Fluoride induced disruption of reproductive hormones in men. Environ. Res., vol. 93, pp. 20-30.
21. Susheela, A. K. and Jethanandani, P. (1996) Circulating testosterone levels in skeletal fluorosis patients, Clin. Toxicol., vol. 34, pp. 1–7.
22. Freni, S. C. (1994) Exposure to high fluoride concentrations in drinking water is associated with decreased birth rates, J. Toxicol. Environ. Health, vol. 42, pp. 109–121.
23. Skorka-majewiez, M.; Goschorska, M.; Zwierrello, W.; Baranowska-Bosiacka, I.; Styburski, D.; Kapczuk, P. and Gutowska, I. (2020) Effect of fluoride on endocrine tissues and their secretory functions – review, Chemosphere, p. 260.
24. Gupta, S.K.; Seth, A.K.;Gupta A. and Gavane, A.G. (1993) Transplacental passage of fluorides, J. Pediatr., vol. 123, no. 1, pp. 139-141.
25. Gupta, S.K.; Gupta, R.C.; Seth,A.K. and Chaturvedi, C.S. (1995) Increased incidence of spina bifida occulta in Fluorosis prone areas, Acta Paediatr. Jpn.,vol. 37, no. 4, pp. 503-506.
26. Whiting, P.; MacDonagh, M. and Kleijnen, J. (2001) Association of Down's syndrome and water fluoride level: a systematic review of the evidence, BMC Public Health, vol. 1, no. 1, p. 6.

27. Yang, C.Y.; Cheng, M.F.; Tsai, S.S. and Hung, C.F. (2000) Fluoride in drinking water and cancer mortality, Taiwan. Environ. Res., vol. 82, no. 3, pp. 189-193.
28. McDonagh, M.; Whiting, P.; Bradley, M.; Cooper, J.; Sutton A.; Chesnutt, I. and Kleijnen, J. (2000) A systematic review of public water fluoridation. NHS Centre for Reviews and Dissemination, University of York, York, UK.
29. Kisku, G.C. and Sahu, P. (2020) Fluoride contamination and health effects: An Indian scenario, In environmental concerns and sustainable development, Springer nature Singapore, pp 223-233.
30. Meenakshi, Maheshwari R. C. (2006) Fluoride in drinking water and its removal, J. Hazard Mater., vol. 13, pp. 456–463.DOI:10.1016/j.jhazmat.2006.02.024