''जल संसाधन के क्षेत्र में भावी चुनौतियाँ''
विषय पर राष्ट्रीय संगोष्ठी
16-17 दिसम्बर, 2003, रुड़की (उत्तरांचल)

दूषित जल के विषैले धातु आयनों का फ्लाईऐश पर अधिशोषण द्वारा उन्मूलन

नीलम फोगाट वाई. स्वामी समीर व्यास
केन्द्रीय मृदा एवं सामग्री अनुसंधानशाला, नई दिल्ली

सारांश

बढ़ते हुए औद्योगीकरण के कारण उद्योगों से निकलने वाले दूषित जल में हानिकारक विषैले तत्वों की संख्या बढ़ती जा रही है। दूसरी तरफ ताप विद्युत संयंत्रों से उत्पन्न फ्लाईऐश के निपटान की भी समस्या बनी हुई है। इसी संदर्भ में फ्लाईऐश के कई उपयोगों पर अध्ययन किया जा रहा है। इस शोध पत्र में फ्लाईऐश की प्रदूषित जल में उपस्थित विषैले धातु तत्वों को अधिशोषण करने की क्षमता पर अध्ययन किया गया है। बदरपुर ताप विद्युत संयंत्र नई दिल्ली से प्राप्त फ्लाईऐश का उपयोग प्रदूषित जल में उपस्थित कापर, लैड, जिंक, केडमियम, निकिल एवं क्रोमियम आयनों के अधिशोषण के लिए किया गया है अध्ययन के लिए ज्ञात सांद्रता के विषाक्त धात्विक आयनों के विलियन की ज्ञात मात्रा को फ्लाईऐश के साथ त्वरित विधि से मिश्रित किया गया। वर्तमान अध्ययन के परिणामों से पता चलता है कि फ्लाईऐश में विभिन्न विषैले आयनों को प्रतिधारण/ अधिशोषण करने की क्षमता है। विशोषण अध्ययनों से ज्ञात हुआ है कि अपेक्षाकृत अधिक क्रियाशील धातु आयनों के द्वारा अंतरक्षेप के बावजूद फ्लाईऐश अधिकतर अधिशोषित विषैले धातु आयनों का प्रतिधारण करती है।

1. प्रस्तावना :

निरंतर प्रगति की ओर अग्रसर होना मानव स्वभाव का विशिष्ट गुण है। मानव, प्रकृति के गर्भ में छुपे परोक्ष साधनों की खोज में निरंतर संलग्न रहता है। अथाह औद्योगिकरण इन्हीं खोजों का परिणाम है। औद्योगिक तथा परिवहन क्षेत्र के चहुंमुखी विकास से जहां देश प्रगति कर रहा है वहीं इसके साथ जल तथा वायु प्रदूषण की समस्या भी बढ़ती जा रही है। औद्योगिक इकाइयों से निकले अपविष्ट पदार्थ को उपचार के बाद ही नदी या अन्य बहते पानी के स्त्रोत के साथ मिश्रित करने के संवैधानिक निर्देश के बावजूद भी कुछ न कुछ, विषैले तत्वों के जल स्त्रोत में विलय होने की संभावना रहती है जो जल को दूषित करते हैं। औद्योगिक इकाइयों से निकले दूषित जल में विषैले अपविष्ट पदार्थ की उपस्थिति के कारण सतही और भूमिगत जल भंडारों में प्रदूषण की मात्रा बढ़ती जा रही है। जल जीवन की आधारभूत आवश्यकता है। इसलिए दूषित जल के जनसामान्य के स्वास्थ्य पर प्रतिकूल प्रभाव से बचा नहीं जा सकता। अत: यह अति आवश्यक है कि जल को प्रदूषण से बचाने के अधिकाधिक उपाय किये जायें। इस क्षेत्र में अनुसंधान की आवश्यकता भी निरंतर बनी रहती है।

दूषित जल उपचार विधियों में विभिन्न प्रकार के फिल्टरों की उपयोगिता पर विश्व के वैज्ञानिक अनुसंधान कर रहे है। विषैले पदार्थो के जल में प्रसार को रोकने के लिए विभिन्न प्रकार के प्रतिधारक फिल्टरों का उपयोग किया जा रहा है। इसी संदर्भ में अब तक क्लेयुक्त मृदा, पोलीमर झिल्ली/पोलीमेरिक मेम्ब्रेन (1) तथा लकड़ी की राख/वुड एश (2) का प्रतिधारक फिल्टर के रूप में उपयोग हो चुका है। केन्द्रीय मृदा एवं सामग्री अनुसंधानाशाला में उड़नराख (फ्लाईऐश) के प्रतिधारण फिल्टर के रूप में उपयोग की संभावनाओं पर अनुसंधान किया जा रहा है फ्लाईऐश ताप विद्युत संयंत्र का उत्पाद है। आज भारत में $75x10^6$ टन प्रति वर्ष के लगभग फ्लाईऐश का उत्पादन हो रहा है और इसका निपटान भी अपने आप में एक समस्या बनती जा रही है। प्रतिधारण फिल्टर के रूप में फ्लाईऐश के उपयोग द्विआयामी लाभ हो सकता है। यह अनुसंधान फ्लाईऐश का निपटान तथा प्रदूषण उन्मूलन दोनों में सहायक हो सकता है।

वैज्ञानिक साहित्य में फ्लाईऐश की अधिशोषण क्षमता पर अनुसंधान के उदाहरण मिलते है। लैड तथा जिंक जैसे विषैले तत्वों के फ्लाईऐश पर अधिशोषण पर अनुसंधान किये गये हैं (3,4) परन्तु ये अनुसंधान केवल एक आयन के अधिशोषण तक ही सीमित है।

औद्योगिक इकाइयों के अपविष्ट में एक से अधिक विषैले तत्व एक साथ उपस्थित रहते है। इस अनुसंधान में फ्लाईऐश की प्रतिधारण क्षमता का बहुआयनिक वातावरण में अध्ययन किया जा रहा है। एक तत्व के फ्लाईऐश द्वारा प्रतिधारण पर दूसरे अधिक क्रियाशील पदार्थ की उपस्थिति के प्रभाव का अध्ययन इस अनुसंधान का मुख्य उद्देश्य है।

2. प्रायोगिक कार्य के लिए उपयोग किये गये पदार्थ तथा उपकरण :

इस अनुसंधान के लिए बदरपुर ताप विद्युत संयंत्र से प्राप्त फ्लाईऐश का उपयोग किया गया है। विषैले आयनों के 20 मिली तुल्यांक प्रति लीटर का विलयन बनाने के लिए उपयोग किये गये लवणों का विवरण नीचे दी हुई तालिका में दिया गया है :-

तालिका 1 : तालिका : विलयन बनाने के लिये प्रयोग किये गये लवण

धातु	प्रयोग किये गये लवण
निकल	$Ni(NO_3)_2\ 6H_2O$
जिंक	$Zn\ (NO_3)_2\ 6H_2O$
कैडमियम	$Cd\ (NO_3)_2\ 4H_2O$
कॉपर	$CuSO_4\ 5H_2O$
लैड	$Pb\ (NO_3)_2$
क्रोमियम	CrO_3

विषैले तत्वों की सांध्रता परकीन एलमर 2380 एटामिक एबसोर्पशन स्पेक्ट्रो फोटोमीटर द्वारा ज्ञात की गयी।

3. प्रायोगिक विधियां :

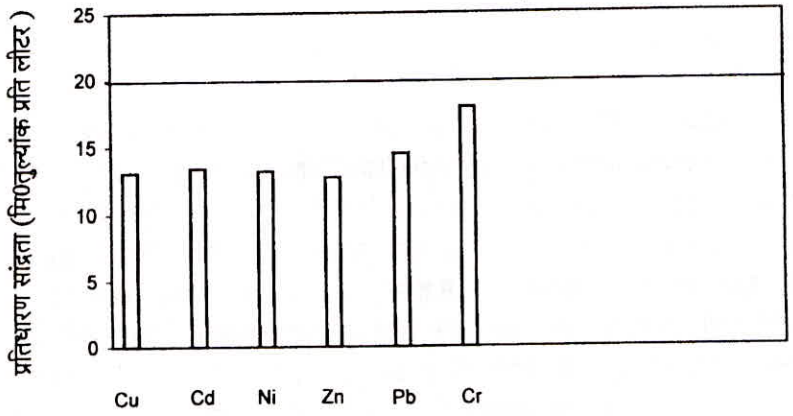
3.1 प्रतिधारण अध्ययन :

विभिन्न विषैले पदार्थ के लिए फ्लाईएश को प्रतिधारण क्षमता त्वरित विधि द्वारा ज्ञात की गयी। इसके लिए 10-10 ग्राम फ्लाईएश की 6 बोतलों में लैड, जिंक, कापर, कैडमियम, निकल तथा क्रोमियम के 20 मिली तुल्यांक प्रतिलीटर के एक लीटर विलयन के साथ मिलाकर विद्युत शेकर में 72 घण्टे के लिए हिलाया (5) विलयन की पीएच ज्ञात करने के बाद उसे व्हाटमेन फिल्टर पेपर नं. 41 द्वारा छानकर छनित विलयन में इन आयनों की सांध्रता ज्ञात की गयी।

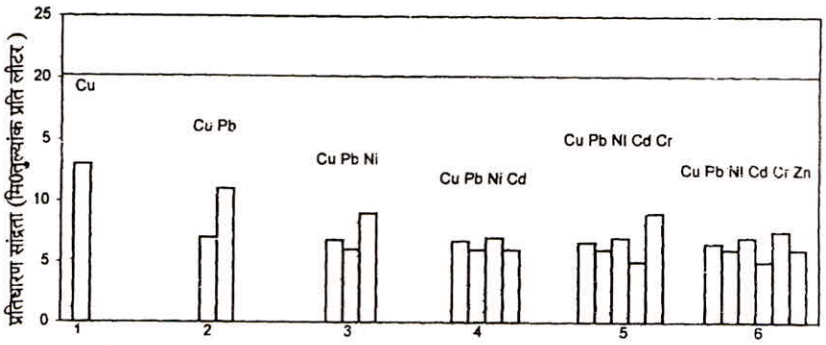
छनित विलयन (फिल्ट्रेट) में ज्ञात की गयी प्रत्येक आयन की सांध्रता को ली गयी 20 मि. तुल्यांक प्रति लीटर सांध्रता से घटाकर प्रत्येक आयन की फ्लाईएश पर प्रतिधारित सांध्रता ज्ञात की गयी। विभिन्न आयनों की प्रतिधारण साध्रता नीचे दिये चित्र 1 में दर्शाया गया है।

3.2 विशोषण अध्ययन :

कापर के प्रतिधारण अध्ययन के बाद उस फ्लाईएश को जिंक के 20 मि.ली. तुल्यांक प्रति लीटर विलयन से 72 घण्टे तक क्रिया कराने के बाद छनित विलयन में कापर, तथा लैड का सांध्रता ज्ञात की गयी। उसके बाद उस फ्लाईएश की बारी-बारी से निकल, कैडमियम, क्रोमियम तथा जिंक से क्रिया कराने के बाद हर बार छनित विलयन में सभी आयनों की सांध्रता ज्ञात की।



चित्र 1 : त्वरित विधि द्वारा बदरपुर फ्लाईएश पर प्रतिधारित विभिन्न विषैले तत्वों की सांध्रता।



चित्र 2 : बहुआयनिक वातावरण में स्टेज 1 से 6 तक बदरपुर फ्लाईएश द्वारा प्रतिधारित विभिन्न विषैले तत्वों की सांध्रता।

इस प्रक्रिया द्वारा यह जानने का प्रयत्न किया गया कि अधिक क्रियाशील आयन की उपस्थिति में पहले से प्रतिधारित आयन का कितना विशोषण होता है। इस पूरी प्रक्रिया को नीचे दिये चित्र 2 में स्टेज 1 से 6 तक दर्शाया गया है।

4. परिणाम एवं विवेचना :

4.1 प्रतिधारण अध्ययन :

फ्लाईएश की विभिन्न आयनों के लिए प्रतिधारण क्षमता को चित्र 1 में दर्शाया गया है। परिणामों से ज्ञात होता है कापर, लैड, निकल, कैडमियम तथा जिंक की प्रतिधारण सांध्रता 12.75 मि.तु./लि. से 14.49 मि.तु./ली. के बीच है जबकि क्रोमियम की प्रतिधारण सांध्रता 17.90 मि.तु/ली. है अर्थात 20 मि.तु./ली. विलियन से पचास प्रतिशत से अधिक सभी आयनों को फ्लाईएश प्रतिधारित करती है जबकि क्रोमियम का 90 प्रतिशत के लगभग प्रतिधारण हुआ है।

4.2 विशोषण अध्ययन :

विशोषण अध्ययन से पता चलता है कि दूसरे अधिक क्रियाशील आयनों की उपस्थिति में भी फ्लाईएश किसी विशेष आयन का प्रतिधारण/अधिशोषण करती है। चित्र 2 में दर्शाया गया है कि कापर की प्रतिधारण सांध्रता प्रथम स्टेज पर 13 मि.तु./लीटर है जबकि लैड की उपस्थिति में दूसरी स्टेज में यह घटकर 7 रह जाती है और उसके बाद लगभग स्थिर रहती है। इसी तरह लैड की दूसरी स्टेज पर धारण सांध्रता 11 मि.तु/ली. के बाद निकल की उपस्थिति में तीसरी स्टेज पर 6 मि.तु./ली. हो जाती है और बाद की स्टेज में यह लगभग स्थिर रहती है। निकल की प्रतिधारण सांध्रता कैडमियम की उपस्थिति में 9 मि.तु./लीटर से घटकर 7 मि.तु./लीटर रह जाती है और बाद में स्थिर रहती है। कैडमियम की प्रतिधारण क्षमता क्रोमियम की उपस्थिति में 6 मि. तु./ली. से घटकर 5 मि.तु./ली. रह जाती है तथा क्रोमियम की प्रति सांध्रता जिंक की उपस्थिति में 9 मि.तु./ली. से घटकर 7.5 मि.तु./ली. रह जाती है।

5. निष्कर्ष :

प्रयोगशाला में किये गये प्रयोगों के अध्ययन से यह ज्ञात हुआ कि फ्लाईएश में विषैले तत्वों को प्रतिधारण/अधिशोषण करने की क्षमता है। वर्तमान अनुसंधान में कापर, लैड, क्रोमियम, निकल, कैडमियम तथा जिंक आयनों के फ्लाईएश द्वारा प्रतिधारण/अधिशोषण का अध्ययन किया गया है। इन आयनों की 20 मि.तु. लीटर सांध्रता में से 12-18 मि. लीटर सांध्रता का प्रतिधारण/ अधिशोषण पाया गया है। विशोषण अध्ययन से ज्ञात हुआ है कि बहुआयनिक विलयन से भी फ्लाईएश एक साथ बहुत से आयनों को प्रतिधारण करने की क्षमता रखती है। यद्यपि बहु आयनिक विलयन में से किसी एक विशिष्ट आयन का प्रतिधारण दूसरे अधिक क्रियाशील आयनों की उपस्थिति के कारण कुछ कम हो जाता है। इस अनुसंधान के द्वारा निकाले गये निष्कर्ष फ्लाईएश को प्रतिधारण फिल्टर के रूप में उपयोग की दिशा में होने वाले अनुसंधान में सहायक होंगे।

6. संदर्भ :

1. फोल्क्स, डी.एल. ''कंट्रोल आफ कंटोमिनेंट माइग्रेशन बाए दि यूज आफ लाइनर्स'' फिफ्थ कैनेडियन कोलोक्विम, कैनिडियन जियोटेक्नीकल जर्नल, वाल्यूम 19, नं. 3, 1982 पेज नं. 320 से 344

2. ग्रे, एम.एन. रॉक, सी.ए. एंड पेपिन, जी. ''प्रिट्रीटिंग लैडफिल लीचेट विद बायोमास बोयलर एश,'' जर्नल आफ इनवायरमेंटल इंजीनियरिंग, एएससीई, वोल्यूम, 114, नं. 2 1988, पेज नं. 465-470

3. पेनडियन, एन.एस. राजशेखर, सी, एंड श्रीधरन, ए. (1996) ''फ्लाईएश एस ए प्रिफिल्टर मेटेरियल फार दि रिटेंशन आफ लीड आयन्स'' जर्नल आफ टेस्टिंग एंड इवैल्यूशन, एएसटीएम, वोल्यूम 24, नं. 3 एम, पेज नं. 181-186

4. श्रीधरन, ए. राजशेखर, सी.एंड पेनडियन, एन.एस. (1994), ''फ्लाईएश एज ए प्रिफिल्टर मेटेरियल फार द रिटेंशन ऑफ जिंक आयन्स'', प्रो. ऑफ इंडियन जियोटेक्नीकल कांफ्रेंस, वारांगल, वोल्यूम 1, पेज नं. 79-82

5. रीड, बी.ई., एण्ड अरूणाचलम, एस. ''यूज आफ ग्रेनूलर एक्टिवेटेड कार्बन कालम्स फार लैड रिमूवल'', जर्नल आफ इनवायरमेंटल इंजीनियरिंग, एएससीई, वोल्यूम 120, नं. 6, 1994, पेज नं. 416-436