

जल से जुड़े क्षेत्रों में नैनोटेक्नोलॉजी के अनुप्रयोग

नैनोटेक्नोलॉजी में असीम संभावनाएँ छिपी हैं। उपभोक्ता वस्तुओं, पदार्थ विज्ञान, इलेक्ट्रॉनिकी, चिकित्सा विज्ञान से होकर और भी अनेक क्षेत्रों में नैनोटेक्नोलॉजी के बहुविध अनुप्रयोग हैं। नैनो वैज्ञानिकों को आशा है कि नैनोटेक्नोलॉजी संभावनाओं के नए द्वार खोल देगी। प्रसिद्ध वैज्ञानिक रिचर्ड फाइनमैन ने ही पहले पहल नैनोटेक्नोलॉजी की ओर वैज्ञानिकों का ध्यान आकर्षित किया था। अब विश्व स्तर पर भारत सहित अन्य देशों में नैनोटेक्नोलॉजी के सपनों को हकीकत में बदलने की दिशा में धुआंधार काम हो रहा है।

भूमिका

नैनोटेक्नोलॉजी ने विश्व भर के वैज्ञानिकों का ध्यान अपनी ओर आकर्षित किया है। 'नैनो' शब्द ग्रीक भाषा के 'नैनोज' से निकला है जिसका अर्थ है बौना। लेकिन मापन के संदर्भ में नैनो अन्य अर्थ रखता है। यह एक अरबवें हिस्से को निरूपित करता है, जैसे, एक नैनोमीटर का अर्थ है कि एक मीटर का एक अरबवाँ हिस्सा। टेक्नोलॉजी यानी प्रौद्योगिकी का अर्थ है-विज्ञान का जीवन की जरूरतों के लिए उपयोग। दरअसल, विज्ञान पहले व्यावहारिक विज्ञान बनता है और फिर उसका रूपांतरण प्रौद्योगिकी में होता है।

नैनोटेक्नोलॉजी में असीम संभावनाएँ छिपी हैं। उपभोक्ता

वस्तुओं, पदार्थ विज्ञान, इलेक्ट्रॉनिकी, चिकित्सा विज्ञान से होकर और भी अनेक क्षेत्रों में नैनोटेक्नोलॉजी के बहुविध अनुप्रयोग हैं। नैनो वैज्ञानिकों को आशा है कि नैनोटेक्नोलॉजी संभावनाओं के नए द्वार खोल देगी।

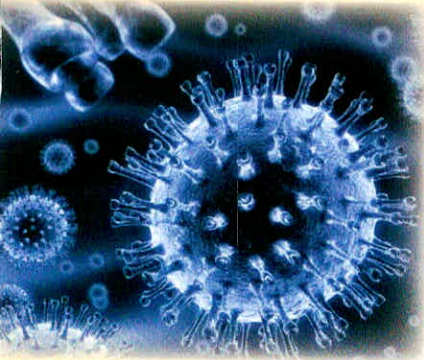
प्रसिद्ध वैज्ञानिक रिचर्ड फाइनमैन ने ही पहले पहल नैनोटेक्नोलॉजी की ओर वैज्ञानिकों का ध्यान आकर्षित किया था। अब विश्व स्तर पर भारत सहित अन्य देशों में नैनोटेक्नोलॉजी के सपनों को हकीकत में बदलने की दिशा में धुआंधार काम हो रहा है।

हालांकि विविध क्षेत्रों में नैनोटेक्नोलॉजी के अनेक अनुप्रयोग हैं लेकिन यहाँ हम केवल जल से जुड़े क्षेत्रों, जैसे कि पेय जल, कृषि, मृदा प्रबंधन, मतस्य पालन आदि में

ही नैनोटेक्नोलॉजी के अनुप्रयोगों की चर्चा करेंगे।

पेय जल में नैनो

आज समग्र विश्व के आगे पेयजल की समस्या मुँह बाए खड़ी है। असल में पानी को साफ करने के लिए



सिल्वर नैनो कण पानी में आर्सेनिक का पता लगाने में सहायक

फिलहाल जिन फिल्टरों या छन्नों का उपयोग होता है वे खुद ही जीवाणुओं आदि के कारण संदूषित हो जाते हैं। यही नहीं बल्कि विभिन्न कारणों से इन फिल्टरों के छिद्र भी बंद हो जाते हैं। ऐसे में नैनोतकनीक की मदद ली जा सकती है।

अमेरिका की आर्गेनाइड, कंपनी ने एलुमिनियम ऑक्साइड से बने बेहद सूक्ष्म नैनो-तंतुओं (फाइबर्स) का विकास किया है जिनका व्यास करीब-2 नैनोमीटर है। ऐसे TBS से बने फिल्टरों का प्रयोग जल में मौजूद जीवाणुओं, विषाणुओं तथा प्रोटोजोआ (आदिजंतु) आदि सूक्ष्म जीवों को दूर करने के लिए किया जा सकता है।

दक्षिण आस्ट्रेलिया विश्वविद्यालय के वैज्ञानिकों पीटर मेजवस्की तथा च्यूपिंग चैन को सिलिका के नैनो कणों का इस्तेमाल कर प्रदूषित जल को शुद्ध करने में सफलता मिली है। इस विधि में सिलिका के बेहद सूक्ष्म नैनो-कणों द्वारा जल में मौजूद विषैले रसायनों, हानिकारक जीवाणुओं तथा विषाणुओं को अधिक प्रभावी ढंग से दूर किया जाता है। पारंपरिक विधियों की तुलना में यह विधि अधिक सरल, कारगर एवं कम लागत वाली पाई गई है।

नैनो झिल्लियों यानी नैनो मैम्ब्रेन्स के प्रयोग द्वारा भी न केवल जल शुद्धि करण बल्कि उसका विलक्षीकरण भी किया जा सकता है। चुंबकीय नैनो कणों की मदद से उद्योगों आदि से निकलने वाले अपशिष्ट जल (वेस्ट वाटर) से भारी धातुओं को हटाया जा सकता है। लौह नैनो कणों का प्रयोग कर वैज्ञानिकों को हानिकारक रसायन कार्बन टेट्राक्लोराइड को भी प्रदूषित भूगर्भ जल से हटाने में सफलता प्राप्त हुई है। पानी में आर्सेनिक की उपस्थिति आज एक बड़ी समस्या है। आई. आई. टी. खड़गपुर के वैज्ञानिकों को अनुसंधान द्वारा इस दिशा में एक बड़ी सफलता हाथ लगी। उन्होंने पता लगाया कि सिल्वर नैनो कण कुछ रसायनों के साथ पानी में आर्सेनिक का पता लगाने के लिए उत्प्रेरक की तरह काम कर सकते हैं।

कृषि क्षेत्र में नैनो

कृषि कार्य के लिए उपयोग में लाए जाने वाले जल को कुछ प्रदूषक तत्व संदूषित कर डालते हैं। चुंबकीय नैनो-कणों (पार्टिकल्स) तथा चुंबकीय नैनो गोलों (स्पियर्स) की मदद से जल में समाए, प्रदूषणकारी तत्वों से मुक्ति मिल सकती है। दरअसल इन चुंबकीय नैनो पार्टिकल्स और चुंबकीय नैनो स्पियर्स पर विभिन्न रासायनिक यौगिकों की परत चढ़ा दी जाती है। इन यौगिकों की जल में मौजूद कुछ प्रदूषणकारी पदार्थों के साथ बंधुता (एफिनिटी) के चलते ही ये पदार्थ इन यौगिकों पर आकर चिपक जाते हैं और इस तरह प्रदूषक तत्वों से जल की शुद्धि हो जाती है। परीक्षणों द्वारा पाया गया है कि काइटोसैन नामक सूक्ष्म जीवों को नैनो चुंबकों की सतह के चारों ओर फैला देने पर जलीय माध्यम से तैलीय एवं अन्य जैव प्रदूषकों को अपनी ओर आकर्षित कर ये सूक्ष्म जीव जल को प्रदूषण मुक्त कर सकते हैं। कृषि क्षेत्र में मृदा प्रबंधन तथा मिट्टी की गुणवत्ता में सुधार लाने में भी नैनोटेक्नोलॉजी की महत्वपूर्ण भूमिका हो सकती है दरअसल, हमें खाद्य उपलब्ध कराने वाली तमाम फसलें

मिट्टी में ही उगती हैं। अतः सभी प्राकृतिक संपदाओं में मिट्टी का बहुत अधिक महत्व है। लेकिन भू-क्षरण, रासायनिक उर्वरकों तथा कीटनाशियों आदि से उत्पन्न प्रदूषण तथा मानव कारगुजारी आदि नानाकारणों से आज मिट्टी की ही मिट्टी खराब हो चली है। नतीजन हर साल 50-70 लाख हेक्टेयर तक कृषि योग्य भूमि बंजर हो जाती है। हरी चादर के अभाव में शुष्क और अर्द्धशुष्क क्षेत्रों में जब जमीन पर हवा की मार पड़ती है तो यह उपजाऊ मिट्टी को उड़ाकर ले जाती है जिससे जमीन बंजर हो जाती है। मृदा वैज्ञानिकों का कहना है कि यदि धरती की ऊपरी मृदा की 20 सेंटीमीटर जितनी परत बह जाए तो भूमि कुछ भी उगाने योग्य नहीं रहती। अनुमान लगाया गया है कि हमारे देश में प्रति हेक्टेयर भूमि से हर साल 16.4 टन मृदा उड़ या बह जाती है।

मिट्टी का 20 प्रतिशत भाग उड़कर या बहकर सागरों में जा समाता है जबकि 10 प्रतिशत भाग नदियों, नहरों आदि की तलहटी में जाकर जमा हो जाता है। नदियों की तलहटी में जमी यही गाद अंततः बाढ़ का कारण बनती है। अतः मिट्टी के उड़ या बह जाने से जहाँ उसकी गुणवत्ता खराब होती है वही हमें बाढ़ जैसी प्राकृतिक आपदाओं का भी सामना करना पड़ता है।

रासायनिक उर्वरकों तथा पीड़कनाशियों एवं खरपतवारनाशियों के छिड़काव से उगने वाली फसल पर तो असर पड़ता ही है, इनसे मृदा भी प्रदूषित होती है। पॉलीथिन, बच्चों की नेपकिन, महिलाओं द्वारा प्रयोग किए जाने वाले सेनिटरी टॉवल तथा अस्पतालों से निकला कचरा भी मृदा प्रदूषण का कारण बनते हैं। इनमें मौजूद घातक एवं विषैले रसायन मृदा को विषाक्त कर देते हैं। केवल इतना ही नहीं बल्कि प्रदूषित मृदा से घातक एवं विषाक्त रसायन रिस कर अंदर पहुंच जाते हैं जो भौमजल या भूमिगत जल (ग्राउंड वाटर) को भी प्रदूषित करते हैं।

अतः हमारी महत्वपूर्ण प्राकृतिक संपदा मृदा को बचाया जाना बहुत जरूरी है क्योंकि मृदा पर ही सीधे-सीधे हमारा अस्तित्व टिका है। मृदा प्रबंधन में नैनोटेक्नोलॉजी की महत्वपूर्ण भूमिका हो सकती है। इसकी मदद से न केवल मिट्टी की गुणवत्ता में सुधार लाया जा सकता है बल्कि इसमें मौजूद प्रदूषणकारी तत्वों एवं प्रदूषकों से ही इसे मुक्ति दिलाई जा सकती है।

नैनो-कणों की मदद से ही मृदा प्रबंधन किए जाने की दिशा में अमेरिकी संस्थान सिकोया पेसिफिक रिसर्च ऑफ उटा ने 2003 में 'सॉयल सेट' नामक महत्वपूर्ण माटी बंधन



शुष्क और अर्धशुष्क क्षेत्रों में हवा द्वारा मिट्टी को उड़ा ले जाने से बंजर होती जमीन

जल से जुड़े क्षेत्रों...

(सॉयल बाइंडिंग) पद्धति का विकास किया, जिसकी सराहना कृषि के क्षेत्र में एक उल्लेखनीय उपलब्धि के रूप में हुई।

सॉयल सेट पद्धति नैनो स्तर पर रासायनिक अभिक्रियाओं द्वारा मिट्टी को बाँधने में मददगार होती है। परीक्षणों द्वारा पाया गया है कि सॉयल सेट में मिट्टी को लंबे समय तक बांधे रखने की क्षमता पाई जाती है। आमतौर पर देखा गया है कि ढलान वाले या पहाड़ी क्षेत्रों में तेज जल के बहाव या कुछ अन्य कारणों से भू-क्षरण या भूमि कटाव के चलते भूमि के पोषक तत्व नष्ट होते जाते हैं और अंततः जमीन बंजर हो जाती है। इससे उत्पादन पर सीधा असर पड़ता है। अतः मिट्टी को बांधे रखने में नैनोस्तरीय माटी बंधन पद्धति का विशेष महत्व है। इस तरह मिट्टी के उड़कर या बहकर नदियों आदि की तलहटी में गाद के रूप में जमा करना पड़ता है नैनो स्तरीय माटी बंधन पद्धति उसे परोक्ष रूप से रोकने का कार्य करती है।

जिस तरह मिट्टी की बंधन क्षमता बढ़ने से परोक्ष रूप से बाढ़ को रोकने में मदद मिलती है उसी तरह मृदा प्रदूषण दूर कर न केवल हम मिट्टी की गुणवत्ता में सुधार ला सकते हैं, भौमजल की शुद्धि फसलों के लिए सीधा महत्व रखती है क्योंकि

अधिकांश सिंचाई भौमजल से ही होती है।

इस दिशा में पहलकदमी करते हुए कनाडा की ओटावा स्थित कंपनी ई.टी.सी. से संबद्ध वी. जैंग कैंग ने एक नैनोक्लीन-अप-सिस्टम का विकास किया है। कैंग द्वारा विकसित पद्धति में पहले प्रदूषणकारी तत्वों से प्रभावित मिट्टी को चिन्हित किया जाता है। इसके बाद उस मिट्टी में लौह नैनो-कणों को इंजेक्शन द्वारा पहुंचाया जाता है।

मिट्टी में पहुंचते ही ये नैनो कण अपना प्रभाव दिखाते हैं। जमीन को सींचने के लिए साधारणतया जिस भौम जल का इस्तेमाल किया जाता है उसी जल के प्रवाह के साथ-साथ बहते हुए ये नैनो कण आगे बढ़ते हैं और मिट्टी में मौजूद प्रदूषणकारी तत्वों से उसे मुक्ति दिलाते जाते हैं। कैंग की पद्धति के बारे में अनुसंधानकर्ताओं का कहना है कि पारंपरिक पद्धति की तुलना में यह पद्धति न केवल सस्ती है बल्कि अधिक प्रभावी भी है।

मिट्टी की उर्वरा शक्ति को बढ़ाने के लिए किसान व्यापक तौर पर रासायनिक उर्वरकों का इस्तेमाल करते हैं। लेकिन इन उर्वरकों के अधिक प्रयोग से न केवल मिट्टी बल्कि भूमिगत जल भी प्रदूषित होता है। अतः सही परिमाण में उर्वरकों का

अगर इस्तेमाल किया जाए तो इससे धन की बचत के साथ-साथ प्रदूषण की समस्या में भी निजात मिल सकती है। इसी तरह सीमित जल से ही अगर सिंचाई हो सके तो इससे जल की भारी बचत हो सकेगी।

कृषि वैज्ञानिकों ने फर्टिगेशन (फर्टिलाइजर + इरिगेशन = फर्टिगेशन) नामक एक संयुक्त पद्धति का विकास किया है जिसकी मदद से उर्वरक एवं जल दोनों को एक साथ ही जमीन पर उगी फसल तक पहुँचाया जा सकता है। इसकी संपूर्ण पद्धति ही कंप्यूटर नियंत्रित है जो खाद-पानी पहुंचाने की पारंपरिक विधि का एक उन्नत रूप है। लेकिन अब ऐसे जियोलाइट्स, जिनमें नैनो आकार के संरघ्र हों (इन्हे नैनोपोरस जियोलाइट्स कहते हैं), का इस्तेमाल कर खाद पानी को धीरे-धीरे फसल तक पहुँचाने की अधिक दक्ष विधि का विकास किया जा चुका है। इस विधि में विभिन्न आकार के नैनोपोरस जियोलाइट्स का इस्तेमाल किया जाता है। परीक्षणों से पता चलता है कि इस विधि से खाद और पानी दोनों को ही अधिक प्रभावी ढंग से फसल तक पहुँचाया जा सकता है।

मत्स्य पालन में नैनो

मत्स्य पालन में भी नैनो तकनीक के प्रयोग को लेकर अनुसंधान कार्य चल रहे हैं। बात चाहे मत्स्य-उत्पादन दर वृद्धि की हो, मत्स्य तालों की सफाई की हो या मछलियों में पनपते रोगों पर काबू पाने की, नैनो तकनीक के आधार पर कई सफलताएँ हासिल की गई हैं।

मत्स्य तालों के साथ-साथ तरणतालों के पानी को स्वच्छ करने के लिए नेवेदा भी एल्टेयर नैनोटेक्नोलॉजिस नामक कंपनी ने 'नैनोचैक' का विकास किया है। इसमें लेंथानम आधारित यौगिक के 40 नैनोमीटर आकार के कणों का इस्तेमाल किया जाता है जो जल से फॉस्फेटों को अवशोषित करने के साथ-साथ शैवालों या कार्बो आदि पर रोक लगाते हैं और इस तरह पानी को स्वच्छ रखते हैं।

आवश्यक तत्वों को अवशोषित

करने की मछलियों की क्षमता को बढ़ाकर उनकी वृद्धि दर में तेजी लाई जा सकती है। रशियन एकेडेमी ऑफ वैज्ञानिकों ने मछलियों को लौह कणों का सेवन कराकर इस दिशा में महत्वपूर्ण सफलता हासिल की है। आहार संपूरकों को लौह के जरिए मछलियों को दिया जाता है। मछलियों के तालाब में इन्हें डाल दिया जाता है जिससे उनकी वृद्धि के साथ-साथ उनके उत्पादन दर में भी तेजी आती है।

मछलियों में रोगों के विरुद्ध प्रतिरक्षा का विकास करने के लिए वैज्ञानिकों को डी. एन. ए. नैनोवैक्सीन का विकास करने में सफलता मिली है। इसके लिए नैनो कैप्सूलों, जिनके अन्दर डी. एन. ए. की सूक्ष्म लड़ियाँ (स्ट्रैंड्स) समाहित होती हैं, को मछलियों के तालाब में डाल दिया जाता है। ये नैनो कैप्सूल मछलियों के अंदर पहुंच कर उनकी कोशिकाओं द्वारा अवशोषित कर लिए जाते हैं। इसके बाद अल्ट्रासाउंड का इस्तेमाल कर इन कैप्सूलों को फोड़ा जाता है। इन कैप्सूलों से डी. एन. ए. मुक्त होकर मछलियों में रोगों के विरुद्ध प्रतिरक्षा का विकास करने में अपनी भूमिका निभाता है। इस तरह स्वस्थ मछलियाँ तेजी से वृद्धि करती हैं जिससे उत्पादन की दर बढ़ती है।

अन्य क्षेत्रों के साथ-साथ जल के क्षेत्र में भी नैनोटेक्नोलॉजी के इतने विविध उपयोगों को देखते हुए सचमुच हमें दांतों तले अंगुली दबाने को विवश होना पड़ता है। इनमें से कुछ आज हमें सपनों जैसे भी लग सकते हैं। बहरहाल, अपने अनुप्रयोगों की सौगात देकर सुंदर और उन्नत भविष्य का आईना तो नैनोटेक्नोलॉजी आज हमें दिखा ही रही है। आशा की जानी चाहिए कि आज जो हमें सपना लगता है नैनोटेक्नोलॉजी की मदद से आने वाले कल में वही हकीकत में बदल जाएगा।

संपर्क सूत्र :

डॉ. प्रदीप कुमार मुखर्जी

43, देशबंधु सोसाइटी

15, पटपड़गंज, दिल्ली-110092

उर्वरकों के सही इस्तेमाल से धन की बचत के साथ-साथ प्रदूषण की समस्या भी हल होती है