

## कृषि में नैनो-प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग

दिनेश कुमार यादव<sup>1</sup>, प्रशान्त कौशिक<sup>2</sup>, ध्रुवा ज्योति सरकार<sup>3</sup>, जितेंद्र कुमार<sup>1</sup>, प्रियागुरुव<sup>1</sup>, भारत प्रकाश मीणा<sup>1</sup>, दीप मोहन महला<sup>4</sup> सी एम परिहार<sup>2</sup> एवं जे के साहा<sup>1</sup>

<sup>1</sup>भाकृअनुप-भारतीय मृदा विज्ञान संस्थान, भोपाल (मध्य प्रदेश)

<sup>2</sup>भाकृअनुप-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली

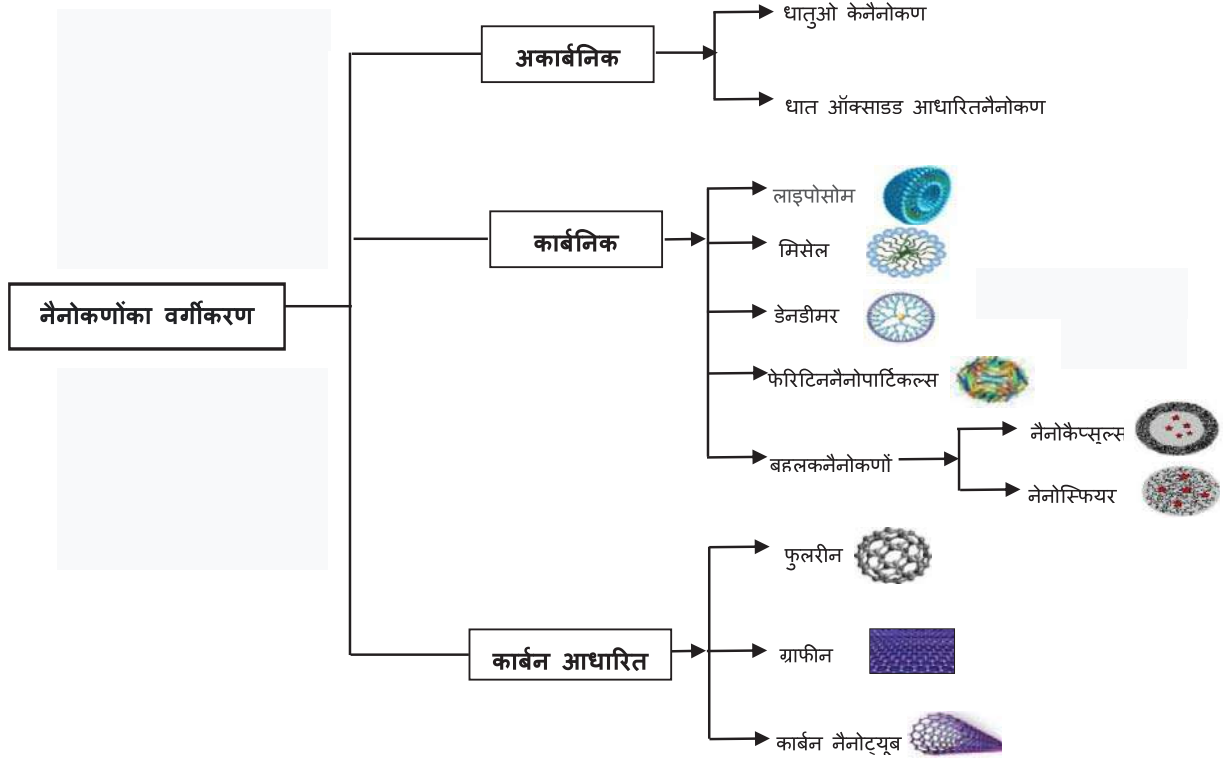
<sup>3</sup>भाकृअनुप-केन्द्रीय अन्तररथलीय मात्स्यिकी अनुसंधान संस्थान, कोलकाता (पश्चिम बंगाल)

<sup>4</sup>भाकृअनुप-भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना (पंजाब)

संवादी लेखक का ई - मेल : dinesh.yahoo1@icar.gov.in

नैनो-प्रौद्योगिकी ग्रीक शब्द "नैनो" से लिया गया है, जिसका मतलब "अतिसूक्ष्म" होता है, तथा यह मुख्यतः अभियांत्रिकी, इलेक्ट्रॉनिक्स, भौतिक और भौतिक विज्ञान के सिद्धांतों पर लागू होता है। नैनो-प्रौद्योगिकी की उत्पत्ति का श्रेय रिचर्ड फेनमैन को जाता है। रिचर्ड फेनमैनने 1959 में प्रकाशित उनके एक पेपर में नैनो-प्रौद्योगिकी का जिक्र किया तथा मशीनों और डेटासंग्रहण उपकरणों के आकार को कम करने के लिए अनुसंधान का आह्वान किया था। 1986 में, एरिक ड्राक्सलर ने "नैनो-प्रौद्योगिकी" शब्द दिया। नैनो-प्रौद्योगिकी, विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में नया क्षेत्र

है जो भारतीय कृषि में दूसरी हरित क्रांति के लिए तकनीकी मंच के रूप में उभर रहा है। नैनो-प्रौद्योगिकी मुख्यतः परमाणु और आणविक स्तरों पर मौलिक रूप से नए आणविक संगठन के साथ नई संरचना या उपकरण बनाने का विज्ञान है मूल रूप से, नैनोकण का आकार 1-100 नैनोमीटर तक होता है। नैनोकणों को कार्बनिक संरचना, अकार्बनिक संरचना और कार्बन आधारित संरचना के आधार पर वर्गीकृत किया गया है (चित्र-2)। नैनोकणों का उपयोग विभिन्न क्षेत्रों में किया जाता है (तालिका-1)।



चित्र-1: नैनो कणों का वर्गीकरण



तालिका-1: नैनोमटेरियल्स के विशिष्ट अनुप्रयोग

क्षेत्र	अनुप्रयोग
ऊर्जा	उच्च ऊर्जा घनत्व, अधिक टिकाऊ बैटरी, हाइड्रोजन भंडारण अनुप्रयोगों में धातु नैनोकलस्टर्स का उपयोग, उच्च दक्षता वाले ईंधन इकाइयों में, नवीकरणीय ऊर्जा में और अति उच्च प्रदर्शन के लिए सौर इकाइयों में इलेक्ट्रो उत्प्रेरक के रूप में
जैव चिकित्सा	घाव ड्रेसिंग पर जीवाणुरोधी सिल्वर कोटिंग्स, रोग का पता लगाने के लिए सेंसर के रूप में
पर्यावरण	मृदा संदूषण, प्रदूषण, और बायोडिग्रेडेबल पॉलिमर की सफाई, औद्योगिक उत्सर्जन का उपचार, और प्रभावी जल निस्पंदन
अन्य	उत्प्रेरक की गतिविधि, प्रभावी सनस्क्रीन के रूप में

### कृषि में नैनो-प्रौद्योगिकी

कृषि एवं खाद्य उद्योगों के लिए नैनो का प्रयोग पहली बार संयुक्त राज्य के कृषि विभाग (यूएसडीए) ने सितंबर 2003 (यूएसडीए, 2003) में प्रकाशित रोडमैप में बनाया था। वर्तमान समय में, यह क्षेत्र कृषि एवं खाद्य प्रणालियों में क्रांति लाने में मुख्य भूमिका निभा सकता है। भारत में भी, पारंपरिक कृषि प्रौद्योगिकियों के पूरक के रूप में नैनो-प्रौद्योगिकी को कृषि उत्पादकता बढ़ाने के लिए एक महत्वपूर्ण विकल्प के तौर पर देखा जा रहा है। अब तक, कृषि में नैनो प्रौद्योगिकी का प्रयोग ज्यादातर सैद्धांतिक रहा है, लेकिन अब खाद्य उद्योग, नई कार्यात्मक सामग्री का विकास, उत्पाद विकास, खाद्य सुरक्षा एवंजैव-सुरक्षा के लिए पद्धति और उपकरणों की रूपरेखा बनाने के मुख्य क्षेत्रों में नैनो प्रौद्योगिकी का प्रयोग शुरू हो गया है। इसमें कीटों, बीमारियों एवं रोगों का तेजी से पता लगाने, कीट नाशकों और पोषक तत्वों की स्मार्ट डिलीवरी के लिए नए उपकरणों के साथ कृषि और खाद्य उद्योग में क्रांति लाने की क्षमता है। पोषक तत्वों की स्मार्ट डिलीवरी से तत्वों को अवशोषित करने की क्षमता बढ़ेगी। समर्थकों का तर्क है कि, नैनो-प्रौद्योगिकी से कीटनाशकों का अधिक सटीक का उपयोग किया जा सकता है। नैनो प्रौद्योगिकी का

उपयोग कृषि में विभिन्न रूप में जैसे कवकनाशी, शाकनाशी, कीटनाशी, उर्वरक, सूक्ष्म पोषक, सेंसर और अन्य नैनो के रूप में किया जा सकता है। (चित्र-2)



चित्र-2: कृषि में नैनो-प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग

तालिका-2: नैनो-प्रौद्योगिकी के कृषि-खाद्य विषयगत क्षेत्र में संभावित अनुप्रयोग

क्र. संख्या	कृषि-खाद्य विषयगत क्षेत्र
1.	प्राकृतिक संसाधनों के कुशल प्रबंधन में उपयोग
2.	पादप/पशु रोग निदान में
3.	पादप प्रणालीके वितरण तंत्र में
4.	मृदा प्रणाली के वितरण तंत्र में
5.	पशु प्रणाली के वितरण तंत्र में
6.	कृषि अपशिष्ट/ उपोत्पादों के उपयोग में
7.	खाद्य प्रसंस्करण में
8.	जैव-औद्योगिक प्रक्रियाओं में
9.	जोखिम मूल्यांकन / सुरक्षा में
10.	नए आनुवांशिक नस्ल को विकसित करने में
11.	पशुधन प्रजनन और सुधार में
12.	नैतिक, सामाजिक, कानूनी और पर्यावरणीय निहितार्थ में



## परिशुद्धता कृषि (सटीक खेती) में नैनो-प्रौद्योगिकी

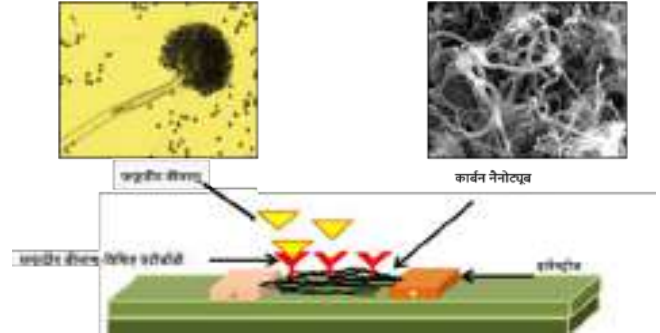
बदलते पर्यावरण को ध्यान में रखते हुए, निवेश (यानी उर्वरक, कवकनाशी, शाकनाशी, कीटनाशी और सूक्ष्म पोषक आदि) को न्यूनतम और उत्पादन (यानी, फसल की पैदावार) अधिकतम करने के लिए परिशुद्धता कृषि का एक दीर्घकालिक वांछित लक्ष्य रहा है। परिशुद्धता कृषि में कंप्यूटर, वैश्विक उपग्रह पोजीशनिंग सिस्टम और रिमोट सेंसिंग यंत्र का प्रयोग होता है ताकि उच्च स्थानीयकृत पर्यावरणीय परिस्थितियों को मापा जा सके। केंद्रीकृत ऑकड़ो के उपयोग द्वारा मृदा स्वास्थ्य और पौधे के विकास, बीज लगाने, उर्वरक, रासायनिक और पानी के उपयोग को उचित रूप से निर्धारित करके कम लागत में उत्पादन में संभावित वृद्धि किया जा सकता है। निगरानी के लिए जीपीएस सिस्टम से जुड़े स्वायत्त सेंसर की दक्षता को बढ़ाने में नैनो-प्रौद्योगिकी सक्षम डिवाइस एक महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है। इन नैनो-सेंसर को पूरे क्षेत्र में वितरित किया जा सकता है, जहां वे मिट्टी की स्थिति और फसल वृद्धि की निगरानी कर सकते हैं। वायरलेस सेंसर का उपयोग पहले से ही यू.एस.ए और ऑस्ट्रेलिया जैसे कई देशों में किया जा रहा है। सेंसर में जैव-प्रौद्योगिकी की और नैनो-प्रौद्योगिकीके संयुक्त प्रयोगसे, अधिक संवेदनशीलता वाला उपकरण बनाया जा सकता है, जिससे पर्यावरणीय में होने वाली प्रतिक्रियाओं का जल्दी अनुमान लगाया जा सकता है।

उदाहरण के लिए:

- कार्बन नैनोट्यूब का उपयोग करने वाले नैनोसेंसर व्यक्तिगत प्रोटीन या यहां तक कि छोटे अणुओं को मापने में सक्षम होते हैं।
- नैनोकणों का उपयोग, संदूषक जैसे बैक्टीरिया में उपस्थित रसायनों के संकेत को ट्रिगर करने के लिए किया जा सकता है।
- नैनोसेंसर ट्रिगरिंग और एंजाइमैटिक रिएक्शन द्वारा टारगेट रसायनों और प्रोटीन का पता किया जा सकता है।

अंततः सटीक खेती (परिशुद्धता कृषि), स्मार्टसेंसरों की मदद से उत्पादकता बढ़ाने के लिए सटीक जानकारी प्रदान

करने में सक्षम होगा, जिससे किसान भाइयों को जल्दी एवं बेहतर निर्णय लेने में मदद मिलेगी।



चित्र-3: खेत में शुरुआती फफूंदीय संक्रमण का पता लगाने के लिए नैनोसेंसर

## कीट प्रबंधन के लिए नैनोकण

नैनो-प्रौद्योगिकी कीट प्रबंधन के लिए एक आकर्षक शोध क्षेत्र के रूप में उभर रहा है नैनो-कीटनाशक का प्रयोग फसल सुरक्षा में किया जा सकता है। इस व्यापक नैनो-पीड़कनाशीओं अनुसंधान से मौजूदा कीट नियंत्रण की मुख्य समस्या का समाधान करने की उम्मीद है, और इससे नए उन्नत नैनो-फॉर्म्यूलेशन बनाये जा सकते हैं, जो की वातावरण में स्थिर और लंबे समय तक सक्रिय रहते हैं। इसी समस्या का समाधान करने की दिशा में, नैनो-सिलिका का उपयोग संग्रहित अनाज के कीड़ों के खिलाफ प्रभावी देखा गया है। ग्लाइफोसेट नैनोफॉर्म्यूलेशन, बिना फॉर्म्यूलेशन सहायको के शाकनाशी की जैव उपलब्धता में वृद्धि करता है। फैंटी एसिड मिथाइलएस्टर, ऑर्गोसिलिकॉन और अल्काइल ग्लूकोसाइड्स के विभिन्न अनुपातों के द्वारा बनाया गया ग्लाइफोसेटनैनो-इमल्शन, वाणिज्यिक ग्लाइफोसेट फॉर्म्यूलेशन की तुलना में समान या अधिक प्रभावी देखा गया है।

## तालिका-3: नैनो-पीड़कनाशीओं के कुछ उदाहरण

नैनोमटेरियल्स	कीटनाशकों	पॉलिमर
कैप्सूल	इमिडाक्लोप्रिड	लिग्निन- पॉलीइथिलीनग्लाइकोल- एथिलसेलुलोज
	नीमतेल	एल्लिनेट -ग्लुटाराल्डिहाइड
क्ले (मृत्तिका)	इमिडाक्लोप्रिड / साइरोमाइजिन	एल्लिनेटबेंटोनाइट



ग्रैन्यूल (कनिका)	इमिडाक्लोप्रिड / साइरोमाइजन	लिग्निन
जेल	साइपरमेथिन	मिथाइलमेथाक्रायलेट
झिल्ली	एंडोसल्फान	स्टार्चआधारित पॉलीइथिलीन
फाइबर	फीरोमोन	पॉलिएमाइड
मिसेल	रोटिनोन	एन-ऑक्टाडेकोनॉल-1-ग्लाइसीडिलईथर-ओ-सल्फेटकाइटोसान ऑक्टाडेकानोल ग्लाइसीडिल ईथर
रेजिन	फीरोमोन	विनाइलएथिलीन और विनाइलएसीटेट
सस्पेन्शन	कार्बोफ्यूरान	पाली (मिथाइलमेथैक्रिलेट)-पाली (एथिलीनग्लाइकॉल)

### निष्कर्ष

नैनो-प्रौद्योगिकी, भारतीय कृषि में दूसरी हरित क्रांति लाने में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है। खाद्य फसलों

के उत्पादन और भंडारण में नैनोटेक्नोलॉजी के योगदान से बहुत प्रगति हुई है। अदृश्य, अप्रकाशित और अनियमित रूप से नैनो मे स्केलएडिटिक्स व्यावसायिक रूप से खाद्य और पोषण उत्पादों पहले से ही उपलब्ध हैं। इसी तरह, नैनोस्केलपर तैयार अनेक कीटनाशक बाजार में उपलब्ध होने के लिए तैयार हैं। नैनोटेक्नोलॉजी के प्रकाशनों और पेटेंटों में बढ़ते रुझान के बावजूद भी, इसको कृषि अनुप्रयोगों और बाजार में अभी तक भी नहीं लाया गया है जिससे कृषि में अभी भी नैनो-टेक्नोलॉजी एक मामूली क्षेत्र है। उच्च उत्पादन लागत, अस्पष्ट तकनीकी लाभ, विधान-संबंधी अनिश्चितताओं आदि कृषि क्षेत्र में नैनोटेक उत्पादों की कमी के मुख्य कारण हैं। नैनोमटेरियल्स के बारे में बहुत सी जानकारी उपलब्ध होने के बावजूद, कई नैनोकणों की विषाक्तता का स्तर अभी भी अनिश्चित है, जोखिम मूल्यांकन और मानव स्वास्थ्य पर प्रभाव के ज्ञान की कमी के कारण इन नैनो मटेरियल्स के अनुप्रयोग सीमित है।

आप जिस तरह बोलते हैं, बातचीत करते हैं, उसी तरह लिखा भी कीजिए। भाषा बनावटी नहीं होनी चाहिए।

– महावीर प्रसाद द्विवेदी

