



# एग्री आर्टिकल्स

(कृषि लेखों के लिए ई-पत्रिका)

वर्ष: 03, अंक: 05 (सितम्बर-अक्टूबर, 2023)

[www.agriarticles.com](http://www.agriarticles.com) पर ऑनलाइन उपलब्ध

© एग्री आर्टिकल्स, आई. एस. एस. एन.: 2582-9882

## नैनोटेक्नोलॉजी: कृषि में छोटे दानों का बड़ा सहारा

(\*शशांक पटेल, मनोज वर्मा, भूपेंद्र सगोरे एवं सीमा कुजूर)

आईसीएआर- भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली, 110012

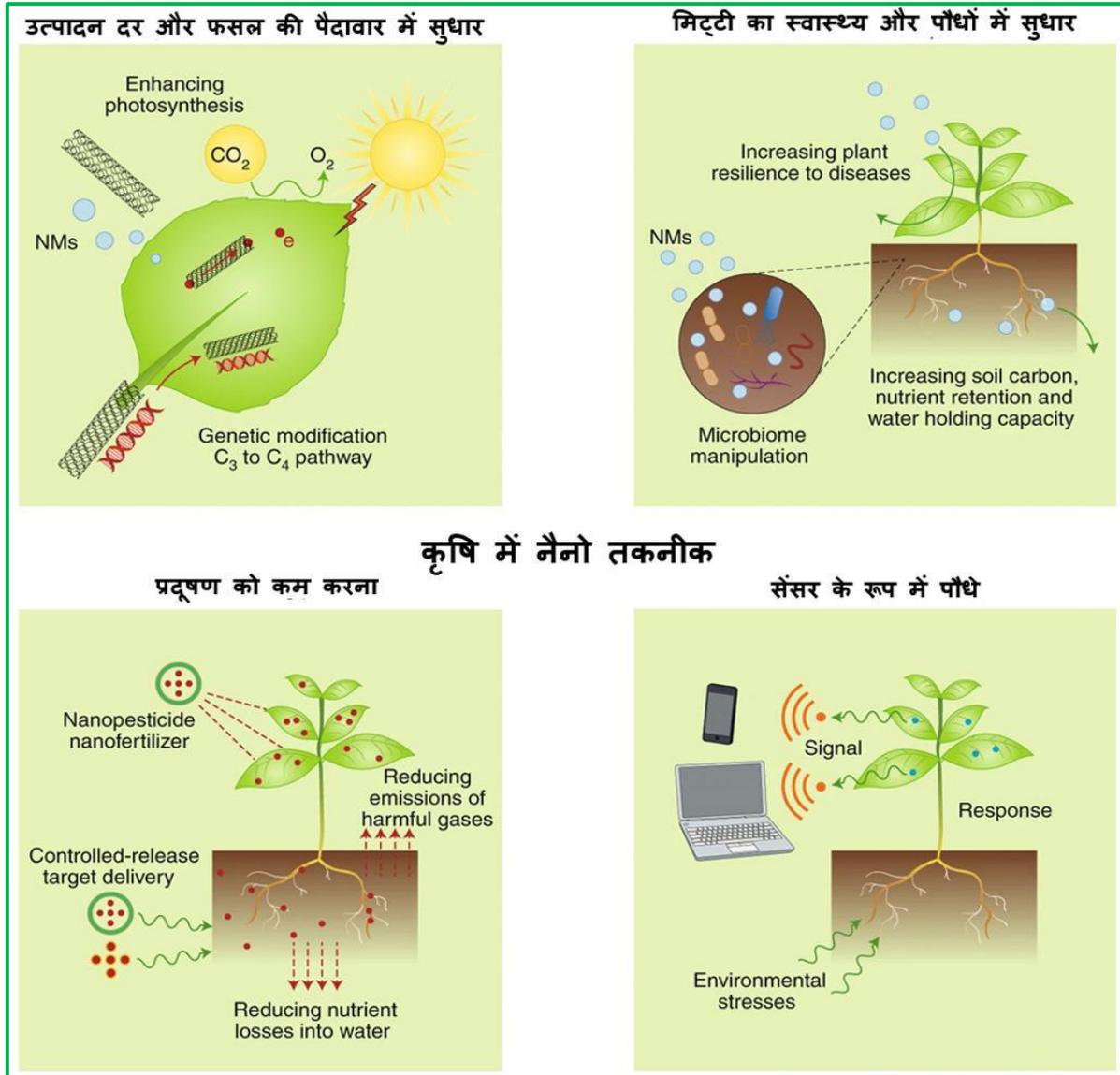
\*संवादी लेखक का ईमेल पता: [shashankpatel1996@gmail.com](mailto:shashankpatel1996@gmail.com)

कृषि एक ऐसा क्षेत्र है जो मानव सभ्यता की आधारशिला है और इसका महत्व आज भी अत्यधिक है। हमारे जीवन का एक अहम हिस्सा अपनी आजीविका के लिए हमें खाद्यान्न की आवश्यकता होती है, और यह आवश्यकता समृद्धि और विकास के साथ बढ़ती जा रही है। कृषि में नैनोटेक्नोलॉजी के अनुप्रयोग न सिर्फ उत्पादन में वृद्धि कर रहे हैं, बल्कि उपज की गुणवत्ता को भी बेहतर बना रहे हैं। नैनोटेक्नोलॉजी, जिसे आमतौर पर नैनो भी कहा जाता है, विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में एक नई और उद्भवित विज्ञान है जिसने विभिन्न क्षेत्रों में आश्चर्यजनक विकास किया है। यह तकनीक बहुत छोटे आकार के अणु और रसायनों के प्रयोग से संबंधित है, जो नैनोमीटर स्तर पर होते हैं। चिकित्सा, चिकित्सा औषधि, ऊर्जा और सामग्री जैसे कई क्षेत्रों में इसके व्यापक अनुप्रयोगों के कारण हाल के वर्षों में नैनोटेक्नोलॉजी ने गहन ध्यान आकर्षित किया है। छोटे आकार से लेकर बड़े सतह क्षेत्र (1-100 nm) वाले उन नैनोकणों में कई संभावित कार्य होते हैं। नैनोटेक्नोलॉजी के चमत्कारी फायदे कृषि क्षेत्र में भी महत्वपूर्ण रूप से महसूस हो रहे हैं। इन दिनों सतत कृषि कृषि की जरूरत है। नैनोकेमिकल्स का विकास पौधों की वृद्धि, उर्वरकों और कीटनाशकों के लिए आशाजनक एजेंट के रूप में सामने आया है। हाल के वर्षों में, कीड़ों, कवक और खरपतवार सहित पौधों के कीटों को नियंत्रित करने के लिए नैनोमटेरियल के उपयोग को एक वैकल्पिक समाधान के रूप में माना गया है।

### परिचय

हमारे ग्रह पर सबसे बड़ी सार्वभौमिक चुनौती दुनिया में तेजी से बढ़ती आबादी के लिए खाद्य सुरक्षा स्थापित करने का सवाल है। भविष्यवाणियां बताती हैं कि 2050 तक दुनिया की आबादी 9 बिलियन तक पहुंचने के लिए खाद्य मांग 59 से 98% तक बढ़ने की संभावना है। विशेष रूप से विकासशील देशों में विश्व की आबादी में वृद्धि के बावजूद, ऊर्जा के उत्पादन, विनिर्माण रसायनों, खेती के बाद के नुकसान, कम मूल्य वर्धन, अक्षम वितरण और विपणन प्रणालियों और अन्य कारकों के उत्पादन के लिए जैव-संसाधनों के व्यय से वैश्विक खाद्य आपूर्ति बाधित होती है। विकासशील देशों में खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करना कृषि क्षेत्र की कम उत्पादकता, प्राकृतिक संसाधनों के क्षरण, खेती के बाद नुकसान, कम या कोई मूल्य वर्धन और उच्च जनसंख्या वृद्धि के कारण अत्यधिक चुनौतीपूर्ण है। शोधकर्ता खाद्य मांग के अंतर को कम करने के लिए आपूर्ति बढ़ाने के लिए नई तकनीकों को अपनाते हुए प्रयास कर रहे हैं। नई तकनीक जो उत्पादन में वृद्धि करेगी और खाद्य अपव्यय को कम करेगी, राष्ट्र के स्थायी जीवन स्तर को बनाए रखने और खाद्य सुरक्षा में सुधार करने के लिए महत्वपूर्ण है। नैनो टेक्नोलॉजी आशाजनक प्रौद्योगिकियों में से एक है जो

नैनो उर्वरकों, कुशल जड़ी-बूटियों और कीटनाशकों के उपयोग, मिट्टी की सुविधा विनियमन, अपशिष्ट जल प्रबंधन और रोगजनक का पता लगाने के माध्यम से कृषि उत्पादकता में सुधार कर सकती है। यह उत्कृष्ट बाजार मूल्य, उच्च पोषण और संवेदन संपत्ति, बेहतर सुरक्षा और बेहतर रोगाणुरोधी संरक्षण के साथ बढ़े हुए खाद्य उत्पादन के साथ औद्योगिक खाद्य प्रसंस्करण के लिए समान रूप से फायदेमंद है। नैनो टेक्नोलॉजी नैनोकणों की सहायता से शेल्फ लाइफ को बढ़ाकर खेती के बाद के नुकसान को भी कम कर सकती है।



### कृषि में नैनो तकनीक

कृषि वैज्ञानिकों को नैनो टेक्नोलॉजी के बारे में क्यों सोचना चाहिए?

(1) फसल उपज ठहराव, (2) कार्बनिक पदार्थों में गिरावट, (3) बहुपोषक तत्वों की कमी, (4) जलवायु परिवर्तन, (5) सिकुड़ती कृषि योग्य भूमि और पानी की उपलब्धता, (6) GMO फसलों के लिए प्रतिरोध और (7) श्रम की कमी।

कृषि में नैनो टेक्नोलॉजी का उपयोग

1. बीज सुधारणा और प्रतिदीप्ति: बीज किसी भी फसल की उत्पादकता निर्धारित करने वाला सबसे महत्वपूर्ण इनपुट है। परंपरागत रूप से, अंकुरण के लिए बीजों का परीक्षण किया जाता है और बुवाई के लिए किसानों को वितरित किया जाता है। इस तथ्य के बावजूद कि बीज परीक्षण अच्छी तरह से सुसज्जित

प्रयोगशालाओं में किया जाता है, वर्षा सिंचित परिस्थितियों में अपर्याप्त नमी के कारण इसे शायद ही खेत में पुनरुत्पादित किया जाता है। नैनोटेक्नोलॉजी का प्रयोग बीजों की सुधारणा में किया जा सकता है, जिससे उनकी उत्पादनता और गुणवत्ता में सुधार हो सकती है। नैनो-बीजों को फोलिक अम्ल या अन्य पोषक तत्वों से आवृत्त किया जा सकता है ताकि उनका अधिक सुरक्षित और उपयुक्त उपयोग किया जा सके। इसके अलावा, नैनोटेक्नोलॉजी से बीजों को प्रतिदीप्ति करने की क्षमता भी बढ़ाई जा सकती है, जिससे वे अधिक तेजी से अंकुरित हो सकें।

**2. उर्वरक प्रबंधन:** नैनोटेक्नोलॉजी के प्रयोग से उर्वरकों का सही और समय पर प्रबंधन किया जा सकता है। नैनो-उर्वरक अणुओं को संबंधित पौधों की आवश्यकताओं के अनुसार योगदान करने में सक्षम होते हैं, जिससे पौधों को उनकी उचित मात्रा में पोषण मिल सके। यह प्रणाली न केवल पौधों की स्वास्थ्य सुरक्षा में मदद करती है, बल्कि उत्पादन को भी बढ़ावा देती है। उर्वरक उत्पादकता के 35 से 40% तक कृषि उत्पादन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। पोषक तत्वों के उपयोग की दक्षता बढ़ाने और यूट्रोफिकेशन की पुरानी समस्या को दूर करने के लिए, नैनो उर्वरक एक सबसे अच्छा विकल्प हो सकता है। फसलों की आवश्यकताओं के आधार पर पोषक तत्वों की रिहाई को विनियमित करने के लिए नैनो उर्वरक को संश्लेषित करने के प्रयास किए गए हैं, और यह भी बताया गया है कि नैनो उर्वरक साधारण उर्वरक की तुलना में अधिक कुशल हैं।

**3. कीट-रोग प्रबंधन:** नैनोटेक्नोलॉजी के उपयोग से कीट-रोगों के प्रबंधन में सुधार किया जा सकता है। नैनो-पैस्टीसाइड और नैनो-फंगीसाइड के उपयोग से कीटों और फंगल संक्रमणों का प्रबंधन बिना पौधों को हानि पहुँचाए किया जा सकता है। प्रतिकूल पर्यावरणीय परिस्थितियों से सक्रिय घटक की रक्षा करने और दृढ़ता को बढ़ावा देने के लिए, कीटनाशक मूल्य में सुधार के लिए एक नैनो टेक्नोलॉजी दृष्टिकोण, अर्थात् "नैनो-एनकैप्सुलेशन" का उपयोग किया जा सकता है। नैनो एनकैप्सुलेशन में सक्रिय अवयवों के नैनो-आकार के कण शामिल होते हैं जिन्हें एक पतली दीवार वाली थैली या खोल (सुरक्षात्मक कोटिंग) द्वारा सील किया जाता है। कीटनाशकों, कवकनाशी या नेमाटिसाइड्स के नैनो-एनकैप्सुलेशन से एक फॉर्मूलेशन का उत्पादन करने में मदद मिलेगी जो मिट्टी में अवशेषों के संचय को रोकते हुए कीटों का प्रभावी नियंत्रण प्रदान करता है।

**4. पोषण तत्वों का प्रबंधन:** नैनोटेक्नोलॉजी के माध्यम से पोषण तत्वों का सही समय पर पौधों तक पहुँचाया जा सकता है। यह पौधों को उनकी आवश्यकताओं के अनुसार पोषण प्रदान करने में मदद करता है, जिससे उनकी उत्पादनता और गुणवत्ता में सुधार होता है।

**5. सूचना तंत्र का प्रयोग:** नैनोटेक्नोलॉजी का सूचना तंत्रों में उपयोग करके किसानों को अपने खेतों की स्थिति की जानकारी मिल सकती है। संवेदनशील नैनो-सेंसर्स खेतों में रखे जा सकते हैं जो मौसम, मिट्टी की नमी, पोषण स्तर आदि की जानकारी को संग्रहित करते हैं और किसानों को अधिसूचनाएँ भेजते हैं।

**6. नैनो फूड:** नैनो फूड की परिभाषा यह है कि नैनो टेक्नोलॉजी तकनीक या टूल का उपयोग भोजन की खेती, उत्पादन, प्रसंस्करण या पैकेजिंग के दौरान किया जाता है। नैनोटेक्नोलॉजिस्ट खाद्य प्रसंस्करण की मौजूदा प्रणाली को बदलने और खाद्य उत्पादों की सुरक्षा सुनिश्चित करने, एक स्वस्थ खाद्य संस्कृति बनाने की क्षमता के बारे में अधिक आशावादी हैं। वे चयनित एडिटिव्स के माध्यम से भोजन की पोषण गुणवत्ता को बढ़ाने और शरीर के भोजन को पचाने और अवशोषित करने के तरीके में सुधार करने की भी उम्मीद कर रहे हैं।

**7. जल प्रबंधन:** नैनो टेक्नोलॉजी, जहरीले धातु आयनों, कार्बनिक और अकार्बनिक विलेय और सूक्ष्मजीवों से दूषित सतह के पानी, भूजल और अपशिष्ट जल के उपचार के लिए नवीन गैर-सामग्री की क्षमता प्रदान करता है। सार्वजनिक स्वास्थ्य को बनाए रखने के लिए, पानी में रोगजनकों को तेजी से और मज़बूती से पहचाना जाना चाहिए। नैनो फाइबर झिल्ली के उपयोग और नैनो बायोसाइड्स के उपयोग के साथ जल निस्पंदन में सुधार किया जा सकता है, जो आशाजनक रूप से प्रभावी दिखाई देते हैं।

**8. खरपतवार प्रबंधन:** खरपतवार कृषि में खतरा हैं। चूंकि भारतीय कृषि का दो तिहाई हिस्सा वर्षा आधारित खेती है जहां हर्बिसाइड का उपयोग बहुत सीमित है। बाजार में उपलब्ध हर्बिसाइड्स को खरपतवार पौधों के उपरोक्त जमीनी हिस्से को नियंत्रित करने या मारने के लिए डिज़ाइन किया गया है। कोई भी हर्बिसाइड्स राइजोम या कंद जैसे व्यवहार्य नीचे के पौधों के हिस्सों की गतिविधि को नहीं रोकता है, जो आगामी मौसम में नए खरपतवारों के स्रोत के रूप में कार्य करते हैं। नैनोकणों के साथ एक लक्ष्य विशिष्ट हर्बिसाइड अणु विकसित करना लक्ष्य खरपतवारों की जड़ों में विशिष्ट रिसेप्टर के उद्देश्य से है, जो जड़ प्रणाली में प्रवेश करते हैं और उन भागों में स्थानांतरित होते हैं जो जड़ प्रणाली में खाद्य रिजर्व के ग्लाइकोलाइसिस को रोकते हैं। यह विशिष्ट खरपतवार पौधे को भोजन के लिए भूखा बना देगा और मार देगा।

#### नैनोटेक्नोलॉजी के फायदे

- 1. उर्वरक उपयोग में सुधार:** नैनोटेक्नोलॉजी के प्रयोग से उर्वरकों के नियंत्रित रूप में वितरण की संभावना होती है, जिससे पौधों को सही मात्रा में पोषण मिलता है। यह उपयोगकर्ता के पैसे और समय की बचत करने में मदद करता है, साथ ही पौधों के बिना उर्वरकों के संकेतों का पता लगाने में भी सहायक होता है।
- 2. फसलों की सुरक्षा:** नैनोटेक्नोलॉजी से निर्मित नैनोमटीरियल्स का प्रयोग करके फसलों की सुरक्षा में सुधार किया जा सकता है। इन मटीरियल्स का आवश्यक तत्वों के संबंध में संवेदनशीलता बढ़ाने में मदद मिलती है, जिससे फसलों को कीटों, पौधों की बीमारियों और पर्यावरणिक प्रतिकूलताओं से बचाया जा सकता है।
- 3. समृद्धि और उत्पादकता में वृद्धि:** नैनोटेक्नोलॉजी के प्रयोग से फसलों की उत्पादकता में वृद्धि हो सकती है। नैनोमटीरियल्स के उपयोग से पौधों के संवर्द्धन में मदद मिलती है, जिससे उनकी बेहतर फसल उत्पादन संभावना होती है।
- 4. जल संचयन और प्रबंधन:** नैनोटेक्नोलॉजी के प्रयोग से जल संचयन और प्रबंधन में सुधार हो सकता है। नैनोमटीरियल्स के सहायता से मिट्टी की सुरक्षा बढ़ाई जा सकती है, जिससे जल की बचत होती है और उपयोग भी प्रभावी रूप से होता है।
- 5. खेती की बेहतर व्यवस्था:** नैनोटेक्नोलॉजी के प्रयोग से खेती की बेहतर व्यवस्था की जा सकती है। नैनोसेंसर्स का उपयोग करके खेतों की स्थिति को निगरानी किया जा सकता है, जिससे उन्हें सही समय पर सिंचाई, उर्वरकों की पुनरावृत्ति, और पर्यावरणिक परिस्थितियों के अनुसार कदम उठाने में मदद मिल सकती है।

#### नैनोटेक्नोलॉजी की चुनौतियाँ

- 1. रक्षा और पर्यावरणीय प्रभाव:** नैनोस्केल विश्लेषण की वजह से उत्पन्न होने वाले नैनोउद्योगों के सुरक्षा पर प्रभाव पर जानकारी कम हो सकती है। इसके साथ ही, नैनोमटीरियल्स के प्रयोग से पर्यावरण पर

भी असर पड़ सकता है, और यह संभावना है कि इसके प्रदूषण और जीवों पर क्या प्रभाव हो सकते हैं, वह भी ठीक से नहीं समझा गया हो।

2. **स्वास्थ्य और नियंत्रण:** नैनोटेक्नोलॉजी के चलते दवाओं और चिकित्सा प्रक्रियाओं का नया तरीके से उपयोग किया जा सकता है, लेकिन इससे उनके सुरक्षा और प्रभाव पर कुछ आशंकाएँ भी हो सकती हैं।
3. **नैनोमटीरियल्स की स्थिति:** नैनोमटीरियल्स के प्रयोग की वजह से सामान्य उपयोगी प्रोडक्ट्स और डिवाइसेस की नई पीढ़ियों का निर्माण हो सकता है, लेकिन उनके उत्पादन, प्रचार और नियंत्रण में चुनौतियाँ हो सकती हैं।
4. **जैविक संयंत्र के प्रभाव:** नैनोटेक्नोलॉजी का उपयोग जैविक संयंत्रों के विकास और संवर्धन में किया जा सकता है, जैसे कि जैविक ऊर्जा पैनल और उपयोगिता पैकेजिंग, लेकिन यह भी सुरक्षा और बायोसेफ्टी से संबंधित चुनौतियों को उत्पन्न कर सकता है।
5. **अन्य सेक्टरों में उपयोग:** नैनोटेक्नोलॉजी के प्रयोग इलेक्ट्रॉनिक्स, कृषि, खाद्य सुरक्षा, स्वर्ण और रत्नों के खदान, स्थायित ऊर्जा स्रोतों, संगीता इत्यादि में भी हो सकते हैं, जो कि नए तकनीकी और प्रबंधनीय चुनौतियों को पैदा कर सकते हैं।

#### सारांश

नैनोटेक्नोलॉजी कृषि में नए दिशानिर्देश और संभावनाओं की ओर एक महत्वपूर्ण कदम है। इसके उपयोग से न केवल कृषि उत्पादन में वृद्धि हो सकती है, बल्कि उपज की गुणवत्ता भी मजबूत हो सकती है। हालांकि चुनौतियों का सामना करना भी महत्वपूर्ण है, लेकिन उचित प्रबंधन और सुरक्षा के साथ, नैनोटेक्नोलॉजी कृषि क्षेत्र में एक उज्ज्वल भविष्य की संभावना को खोल सकती है।