



एग्री आर्टिकल्स

(कृषि लेखों के लिए ई-पत्रिका)

वर्ष: 06, अंक: 05 (सितम्बर-अक्टूबर, 2026)

www.agriarticles.com पर ऑनलाइन उपलब्ध

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

वस्त्रों में नैनोप्रौद्योगिकी नैनो परिष्करण से नैनो वस्त्र तक एक शोधपरक समीक्षा

काजल कनौजिया, *रूबी प्रांजना तामुली एवं संगीता देव

सामुदायिक विज्ञान महाविद्यालय, डॉ. राजेंद्र प्रसाद केंद्रीय कृषि वि.वि., पूसा, समस्तीपुर, बिहार, भारत

*संवादी लेखक का ईमेल पता: tamulirubipranjans@gmail.com

वर्तमान समय में वस्त्र उद्योग पारंपरिक वस्त्र निर्माण से आगे बढ़कर ऐसे उच्च-प्रदर्शन वाले, कार्यात्मक तथा बुद्धिमान वस्त्रों के विकास की दिशा में अग्रसर है, जिनमें आराम, टिकाऊपन, स्वच्छता, सुरक्षा तथा पर्यावरणीय स्थिरता जैसे अनेक गुण एक साथ उपलब्ध हों। इन आवश्यकताओं को पूरा करने में नैनोप्रौद्योगिकी एक महत्वपूर्ण उभरती हुई तकनीक के रूप में सामने आई है। नैनोमीटर स्तर पर पदार्थों के आकार, सतह क्षेत्र तथा भौतिक एवं रासायनिक गुणों में होने वाले परिवर्तनों का उपयोग करके वस्त्रों के रेशों, सतहों और संरचनाओं को संशोधित किया जा सकता है। विशेष रूप से नैनो परिष्करण द्वारा वस्त्रों में जीवाणुरोधी, जलरोधी, दागरोधी, पराबैंगनी विकिरणरोधी, स्वच्छता-सक्षम, अग्निरोधी तथा शिकनरोधी गुण विकसित किए जा सकते हैं। दूसरी ओर, नैनो रेशे तथा नैनो वस्त्र विकसित करने की तकनीक चिकित्सा वस्त्र, छनन सामग्री, सुरक्षा वस्त्र, खेल वस्त्र तथा बुद्धिमान वस्त्रों के क्षेत्र में नई संभावनाएँ उत्पन्न कर रही है। चाँदी, टाइटेनियम डाइऑक्साइड, जिंक ऑक्साइड, सिलिका, नैनोमृत्तिका, कार्बन नैनोनलिकाएँ तथा ग्रेफीन जैसे नैनो पदार्थों का उपयोग विभिन्न वस्त्र अनुप्रयोगों में किया जा रहा है। विद्युत-घूर्णन विधि द्वारा अत्यंत महीन नैनो रेशों का निर्माण किया जा सकता है, जिनका उपयोग चिकित्सा, छनन तथा सुरक्षा संबंधी वस्त्रों में किया जाता है। हालांकि नैनोप्रौद्योगिकी आधारित वस्त्रों के विकास में उत्पादन लागत, बड़े पैमाने पर निर्माण, धुलाई के दौरान नैनोकणों का निकलना, मानव स्वास्थ्य, पर्यावरणीय प्रभाव तथा मानकीकरण जैसी चुनौतियाँ भी मौजूद हैं। इसलिए भविष्य में हरित नैनोप्रौद्योगिकी, जैव-आधारित नैनो पदार्थ, कम जल-उपयोग वाली प्रक्रियाओं तथा जीवन-चक्र मूल्यांकन पर अधिक ध्यान देना आवश्यक होगा। प्रस्तुत समीक्षा में वस्त्रों में नैनोप्रौद्योगिकी की अवधारणा, नैनो परिष्करण, नैनो वस्त्र निर्माण, प्रमुख नैनो पदार्थ, निर्माण तकनीक, अनुप्रयोग, लाभ, सीमाएँ, पर्यावरणीय प्रभाव तथा भविष्य की संभावनाओं का समग्र अध्ययन प्रस्तुत किया गया है।

मुख्य शब्द: नैनोप्रौद्योगिकी, नैनो परिष्करण, नैनो वस्त्र, नैनो रेशा, नैनोकण, कार्यात्मक वस्त्र, बुद्धि-सक्षम वस्त्र, सतत वस्त्र।

परिचय

वस्त्र मानव जीवन की मूलभूत आवश्यकताओं में से एक हैं। प्राचीन काल में वस्त्रों का मुख्य उद्देश्य शरीर को ढकना तथा मौसम से सुरक्षा प्रदान करना था, लेकिन आधुनिक समय में वस्त्र उद्योग का स्वरूप काफी बदल चुका है। आज वस्त्रों का उपयोग केवल परिधान के रूप में नहीं बल्कि चिकित्सा, खेल, रक्षा, कृषि, परिवहन, निर्माण, अंतरिक्ष, इलेक्ट्रॉनिक्स तथा स्वास्थ्य जैसे विभिन्न क्षेत्रों में किया जा रहा है।

आधुनिक उपभोक्ताओं की आवश्यकताओं में भी महत्वपूर्ण परिवर्तन आया है। अब ऐसे वस्त्रों की मांग बढ़ रही है जो हल्के, आरामदायक, टिकाऊ तथा आकर्षक होने के साथ-साथ जलरोधी, दागरोधी, जीवाणुरोधी, दुर्गंधरोधी, पराबैंगनी विकिरणरोधी तथा पर्यावरण-अनुकूल हों। पारंपरिक वस्त्र परिष्करण तकनीकों द्वारा इनमें से अनेक गुण प्राप्त किए जा सकते हैं, लेकिन कई परिस्थितियों में अधिक मात्रा में रसायन, जल तथा ऊर्जा की आवश्यकता होती है। नैनोप्रौद्योगिकी ने इस समस्या के समाधान के लिए एक नई दिशा प्रदान की है। नैनोप्रौद्योगिकी विज्ञान की वह शाखा है जिसमें लगभग 1 से 100 नैनोमीटर के स्तर पर पदार्थों का निर्माण, नियंत्रण तथा उपयोग किया जाता है। इस अत्यंत छोटे स्तर पर पदार्थों के सतह क्षेत्र, प्रकाशीय, विद्युत, तापीय तथा रासायनिक गुणों में महत्वपूर्ण परिवर्तन हो सकते हैं। इन्हीं विशिष्ट गुणों का उपयोग वस्त्रों में नए कार्यात्मक गुण विकसित करने के लिए किया जाता है।

वस्त्रों में नैनोप्रौद्योगिकी का विकास मुख्य रूप से दो प्रमुख क्षेत्रों में देखा जा सकता है। पहला है नैनो परिष्करण, जिसमें तैयार वस्त्र की सतह पर नैनो पदार्थों या नैनो लेपन द्वारा विशेष गुण प्रदान किए जाते हैं। दूसरा है नैनो वस्त्र एवं नैनो रेशा निर्माण, जिसमें नैनो स्तर पर रेशों अथवा वस्त्र संरचनाओं का निर्माण किया जाता है। इस प्रकार नैनोप्रौद्योगिकी ने वस्त्र विज्ञान को पारंपरिक परिधान उद्योग से आगे बढ़ाकर उच्च-प्रदर्शन वाले तकनीकी एवं बुद्धिमान वस्त्रों के विकास की दिशा में नई संभावनाएँ प्रदान की हैं।

वस्त्रों में नैनोप्रौद्योगिकी की अवधारणा

नैनोप्रौद्योगिकी का मुख्य उद्देश्य अत्यंत छोटे आकार के पदार्थों के विशिष्ट गुणों का उपयोग करके किसी सामग्री के प्रदर्शन में सुधार करना है। जब किसी पदार्थ का आकार नैनो स्तर तक कम हो जाता है, तो उसके सतह क्षेत्र में अत्यधिक वृद्धि हो सकती है। इसके कारण उसकी रासायनिक क्रियाशीलता तथा अन्य भौतिक गुणों में परिवर्तन दिखाई देता है।

वस्त्रों में नैनोप्रौद्योगिकी का उपयोग रेशों, धागों तथा कपड़े की सतह को संशोधित करने के लिए किया जाता है। उदाहरण के लिए, चाँदी के नैनोकणों का उपयोग जीवाणुरोधी वस्त्रों के लिए किया जा सकता है, जबकि टाइटेनियम डाइऑक्साइड तथा जिंक ऑक्साइड के नैनोकणों का उपयोग पराबैंगनी विकिरण से सुरक्षा तथा स्व-सफाई वाले वस्त्रों के निर्माण में किया जा सकता है।

कार्बन नैनोनलिकाओं तथा ग्रेफीन जैसे पदार्थों का उपयोग विद्युत चालक वस्त्रों तथा संवेदक आधारित बुद्धिमान वस्त्रों में किया जा सकता है।

नैनोप्रौद्योगिकी के माध्यम से वस्त्रों में निम्नलिखित गुण विकसित किए जा सकते हैं: जीवाणुरोधी एवं सूक्ष्मजीवरोधी गुण।

- 1 जलरोधी गुण।
- 2 तेल एवं दाग प्रतिरोधी गुण।
- 3 स्व-सफाई गुण।
- 4 पराबैंगनी विकिरण से सुरक्षा।
- 5 अग्निरोधी गुण।
- 6 विद्युत चालकता।
- 7 तापीय नियंत्रण।
- 8 शिकन प्रतिरोध।
- 9 दुर्गंध नियंत्रण।
- 10 संवेदन क्षमता।
- 11 चिकित्सा एवं जैव-चिकित्सीय उपयोगिता।

नैनो परिष्करण का अर्थ एवं महत्व

नैनो परिष्करण वस्त्र परिष्करण की एक उन्नत तकनीक है, जिसमें नैनो आकार के कणों, नैनो लेपन अथवा नैनो संरचनाओं का उपयोग करके वस्त्र की सतह या रेशे के गुणों में परिवर्तन किया जाता है। इस प्रक्रिया का मुख्य उद्देश्य वस्त्रों को अतिरिक्त कार्यात्मक गुण प्रदान करना है। नैनो पदार्थों के अत्यंत छोटे आकार और अधिक सतह क्षेत्र के कारण वे वस्त्र की सतह के साथ प्रभावी संपर्क स्थापित कर सकते हैं।

नैनो परिष्करण द्वारा निम्नलिखित गुण प्राप्त किए जा सकते हैं

1. जीवाणुरोधी प्रभाव
2. जल प्रतिरोध
3. दाग प्रतिरोध
4. स्व-सफाई
5. पराबैंगनी सुरक्षा
6. अग्नि प्रतिरोध
7. दुर्गंध नियंत्रण
8. शिकन प्रतिरोध
9. विद्युत चालकता
10. तापीय नियंत्रण

नैनो परिष्करण की सफलता के लिए नैनोकणों का समान वितरण, वस्त्र के साथ उनका मजबूत जुड़ाव तथा धुलाई के बाद उनकी स्थिरता अत्यंत महत्वपूर्ण होती है।

नैनो परिष्करण की प्रमुख विधियाँ

पैडिंग विधि

पैडिंग विधि वस्त्र परिष्करण की एक सामान्य औद्योगिक विधि है। इसमें वस्त्र को नैनो पदार्थ युक्त परिष्करण घोल में डुबोया जाता है। इसके बाद अतिरिक्त घोल को निचोड़कर वस्त्र को सुखाया तथा आवश्यकतानुसार ताप उपचार दिया जाता है।

इस विधि का लाभ यह है कि इसे बड़े पैमाने पर वस्त्र उत्पादन में अपेक्षाकृत आसानी से अपनाया जा सकता है।

लेपन विधि

इस विधि में नैनो पदार्थों या नैनो मिश्रित पदार्थों की एक पतली परत वस्त्र की सतह पर बनाई जाती है। इससे वस्त्र में जलरोधी, दागरुधी, जीवाणुरोधी तथा विद्युत चालक जैसे गुण विकसित किए जा सकते हैं।

सोल-जेल विधि

सोल-जेल विधि का उपयोग मुख्य रूप से अकार्बनिक तथा संकर नैनो संरचनाओं के निर्माण में किया जाता है। सिलिका, धातु ऑक्साइड तथा अन्य नैनो पदार्थों की पतली परत वस्त्र की सतह पर बनाई जा सकती है।

छिड़काव विधि

इस विधि में नैनो पदार्थ युक्त घोल को वस्त्र की सतह पर छिड़का जाता है। यह विधि सतह पर नियंत्रित मात्रा में नैनो पदार्थ लगाने के लिए उपयोगी हो सकती है।

परत-दर-परत विधि

इस तकनीक में विभिन्न पदार्थों की अत्यंत पतली परतों को क्रमशः वस्त्र की सतह पर जमा किया जाता है। इस विधि द्वारा बहु-कार्यात्मक सतह तैयार की जा सकती है।

वस्त्र पर ही नैनोकण निर्माण विधि

इस विधि में नैनोकणों का निर्माण सीधे वस्त्र की सतह पर किया जाता है। इससे नैनोकणों का वस्त्र के साथ बेहतर जुड़ाव प्राप्त किया जा सकता है तथा उनके अलग होने की संभावना कम की जा सकती है।

वस्त्रों में प्रयुक्त प्रमुख नैनो पदार्थ

चाँदी के नैनोकण

चाँदी के नैनोकण नैनो-वस्त्रों में सबसे अधिक अध्ययन किए गए जीवाणुरोधी पदार्थों में से एक हैं। इनका उपयोग ऐसे वस्त्रों के निर्माण में किया जाता है जो जीवाणुओं की वृद्धि को नियंत्रित कर सकें।

इनका उपयोग निम्नलिखित वस्त्रों में किया जा सकता है

- अस्पताल के वस्त्र
- मोजे
- खेल वस्त्र

- मुखावरण
- चिकित्सा वस्त्र
- सुरक्षा वस्त्र
- दुर्गंधरोधी वस्त्र

हालांकि चाँदी के नैनोकणों के उपयोग में धुलाई के दौरान उनके वस्त्र से निकलने तथा पर्यावरण में पहुँचने की संभावना पर ध्यान देना आवश्यक है।

टाइटेनियम डाइऑक्साइड के नैनोकण

टाइटेनियम डाइऑक्साइड एक महत्वपूर्ण नैनो पदार्थ है जिसका उपयोग मुख्य रूप से पराबैंगनी सुरक्षा तथा स्व-सफाई वाले वस्त्रों के विकास में किया जाता है। प्रकाश की उपस्थिति में टाइटेनियम डाइऑक्साइड की प्रकाश-रासायनिक सक्रियता कुछ कार्बनिक गंदगी के विघटन में सहायता कर सकती है।

- स्व-सफाई वाले वस्त्र
- धूप से सुरक्षा वाले वस्त्र
- बाहरी उपयोग के वस्त्र
- सुरक्षा वस्त्र

जिंक ऑक्साइड के नैनोकण

जिंक ऑक्साइड के नैनोकण पराबैंगनी विकिरण को अवशोषित करने तथा सूक्ष्मजीवरोधी गुण प्रदान करने में उपयोगी हो सकते हैं। इसलिए इनका उपयोग पराबैंगनी सुरक्षा वाले वस्त्रों में किया जाता है।

सिलिका के नैनोकण

सिलिका नैनोकणों का उपयोग वस्त्र की सतह के गीलापन, जल प्रतिरोध, यांत्रिक गुण तथा अवरोधक गुणों को संशोधित करने के लिए किया जा सकता है।

नैनोमृत्तिका

नैनोमृत्तिका का उपयोग वस्त्रों में यांत्रिक मजबूती, अवरोधक गुण तथा अग्निरोधक क्षमता बढ़ाने के लिए किया जा सकता है। सुरक्षा तथा तकनीकी वस्त्रों में इसका विशेष महत्व है।

कार्बन नैनोनलिकाएँ

कार्बन नैनोनलिकाएँ अत्यधिक विद्युत चालकता तथा उच्च यांत्रिक मजबूती के कारण बुद्धिमान वस्त्रों के विकास के लिए महत्वपूर्ण हैं। इनका उपयोग संवेदक, विद्युत चालक रेशे तथा पहनने योग्य इलेक्ट्रॉनिक वस्त्रों में किया जा सकता है।

ग्रेफीन

ग्रेफीन अत्यधिक विद्युत चालकता, यांत्रिक मजबूती तथा तापीय गुणों वाला नैनो पदार्थ है। इसका उपयोग विद्युत चालक वस्त्रों, संवेदक आधारित वस्त्रों तथा पहनने योग्य इलेक्ट्रॉनिक प्रणालियों में किया जा सकता है।

जैव-आधारित नैनो पदार्थ

सतत विकास की आवश्यकता को देखते हुए जैव-आधारित नैनो पदार्थों का महत्व तेजी से बढ़ रहा है। सेलुलोज नैनोक्रीस्टल, काइटिन, काइटोसान तथा रेशम आधारित नैनो रेशे भविष्य के पर्यावरण-अनुकूल वस्त्रों के लिए महत्वपूर्ण विकल्प हो सकते हैं।

नैनो वस्त्र एवं नैनो रेशा

नैनो वस्त्र केवल सामान्य कपड़े की सतह पर नैनोकण लगाने तक सीमित नहीं हैं। इसमें नैनो स्तर के रेशों तथा संरचनाओं का निर्माण भी शामिल है।

नैनो रेशों का व्यास अत्यंत कम होता है तथा उनमें अधिक सतह क्षेत्र, उच्च छिद्रता और विशेष सतही गुण पाए जाते हैं। इन गुणों के कारण नैनो रेशे निम्नलिखित क्षेत्रों के लिए उपयोगी हैं

हरित नैनोप्रौद्योगिकी

वस्त्र उद्योग पर पर्यावरणीय दबाव लगातार बढ़ रहा है। इसलिए भविष्य में केवल उच्च प्रदर्शन वाले वस्त्र बनाना पर्याप्त नहीं होगा, बल्कि उनका निर्माण पर्यावरण के अनुकूल भी होना चाहिए।

हरित नैनोप्रौद्योगिकी के अंतर्गत निम्नलिखित उपाय महत्वपूर्ण हो सकते हैं

1. जैव-आधारित नैनो पदार्थों का उपयोग।
2. पौधों से प्राप्त पदार्थों द्वारा नैनोकण निर्माण।
3. कम ऊर्जा वाली निर्माण प्रक्रियाएँ।
4. कम जल वाली परिष्करण तकनीक।
5. हानिकारक रसायनों का कम उपयोग।
6. जैव-अवक्रमणीय नैनो रेशों का विकास।
7. पुनर्चक्रण योग्य नैनो पदार्थों का उपयोग।
8. वस्त्रों के पूरे जीवन-चक्र का मूल्यांकन।

सेलुलोज, काइटिन, काइटोसान तथा रेशम जैसे प्राकृतिक स्रोतों से नैनो रेशों का निर्माण सतत वस्त्र उद्योग के लिए महत्वपूर्ण संभावना प्रस्तुत करता है।

नैनोप्रौद्योगिकी और चक्रीय वस्त्र अर्थव्यवस्था

चक्रीय अर्थव्यवस्था का उद्देश्य संसाधनों के अधिकतम उपयोग, वस्त्रों की उपयोग अवधि बढ़ाने तथा अपशिष्ट को कम करने पर आधारित है। यदि नैनो परिष्करण द्वारा किसी वस्त्र को अधिक टिकाऊ, दागरोधी तथा कम धुलाई की आवश्यकता वाला बनाया जा सके, तो वस्त्र की उपयोग अवधि बढ़ सकती है और संसाधनों की बचत हो सकती है। लेकिन केवल वस्त्र के उपयोग चरण को देखकर इसकी स्थिरता का मूल्यांकन नहीं किया जा सकता। नैनो पदार्थ के निर्माण, वस्त्र में प्रयोग, धुलाई, उपयोग तथा अंतिम निपटान के पर्यावरणीय प्रभावों का भी अध्ययन आवश्यक है। इसलिए नैनो-वस्त्रों के विकास में जीवन-चक्र मूल्यांकन अत्यंत महत्वपूर्ण होना चाहिए।

नैनो वस्त्रों की प्रमुख चुनौतियाँ**अधिक उत्पादन लागत**

उच्च गुणवत्ता वाले नैनो पदार्थों तथा विशेष निर्माण उपकरणों की लागत सामान्य वस्त्र प्रसंस्करण की तुलना में अधिक हो सकती है।

औद्योगिक स्तर पर निर्माण

प्रयोगशाला स्तर पर अच्छी कार्यक्षमता प्राप्त करना अपेक्षाकृत आसान हो सकता है, लेकिन उसी तकनीक को बड़े औद्योगिक स्तर पर कम लागत में लागू करना चुनौतीपूर्ण है।

धुलाई के बाद टिकाऊपन

नैनो परिष्करण से प्राप्त गुण कई धुलाई चक्रों के बाद भी बने रहना चाहिए। यदि नैनोकण वस्त्र से आसानी से निकल जाएँ तो कार्यात्मकता कम हो सकती है।

नैनोकणों का पर्यावरण में निकलना

धुलाई, घर्षण तथा लंबे समय तक उपयोग के दौरान नैनोकण वस्त्र से निकल सकते हैं। ये कण अपशिष्ट जल के माध्यम से जलीय पर्यावरण तक पहुँच सकते हैं। इसलिए उनके पर्यावरणीय प्रभाव का अध्ययन आवश्यक है।

मानव स्वास्थ्य संबंधी प्रश्न

सभी नैनो पदार्थों का मानव शरीर पर प्रभाव समान नहीं होता। नैनोकणों का आकार, आकृति, सतही रसायन, मात्रा तथा संपर्क का मार्ग उनके संभावित जैविक प्रभावों को प्रभावित कर सकता है।

इसलिए वस्त्र निर्माण में कार्यरत श्रमिकों तथा उपभोक्ताओं की सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए वैज्ञानिक जोखिम मूल्यांकन आवश्यक है।

पर्यावरणीय प्रभाव

नैनो पदार्थों के निर्माण, उपयोग तथा अंतिम निपटान से पर्यावरणीय प्रभाव उत्पन्न हो सकते हैं। विशेष रूप से जल स्रोतों में नैनोकणों के पहुँचने तथा जलीय जीवों पर उनके प्रभाव का विस्तृत अध्ययन आवश्यक है।

मानकीकरण

नैनो-वस्त्रों के लिए मानकीकृत परीक्षण पद्धतियों, सुरक्षा मानकों, लेबलिंग तथा नियामक व्यवस्था का विकास आवश्यक है। इससे उपभोक्ताओं को उत्पाद की सुरक्षा तथा कार्यक्षमता के बारे में स्पष्ट जानकारी प्राप्त हो सकेगी।

स्वास्थ्य क्षेत्र में भविष्य की संभावनाएँ

स्वास्थ्य क्षेत्र में नैनो-वस्त्रों की संभावनाएँ अत्यधिक व्यापक हैं। नैनो रेशों से तैयार सामग्री का उपयोग घाव उपचार, औषधि वितरण तथा ऊतक निर्माण में किया जा सकता है। जीवाणुरोधी नैनो-वस्त्र अस्पतालों में संक्रमण नियंत्रण में सहायता कर सकते हैं। इसके अलावा ऐसे वस्त्र विकसित किए जा सकते हैं जो शरीर के तापमान, गति या अन्य शारीरिक संकेतों की निगरानी कर सकें। हालाँकि चिकित्सा क्षेत्र में किसी भी नैनो-वस्त्र को उपयोग में लाने से पहले जैव-संगतता, विषाक्तता, दीर्घकालिक सुरक्षा, औषधि वितरण तथा नियामक आवश्यकताओं का कठोर मूल्यांकन आवश्यक है।

निष्कर्ष

नैनोप्रौद्योगिकी ने वस्त्र उद्योग को पारंपरिक वस्त्र निर्माण से उच्च-प्रदर्शन, कार्यात्मक तथा बुद्धिमान वस्त्रों की दिशा में आगे बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। नैनो परिष्करण द्वारा वस्त्रों की सतह में जीवाणुरोधी, स्व-सफाई, जलरोधी, दागरोधी, पराबैंगनी विकिरणरोधी तथा अग्निरोधी गुण विकसित किए जा सकते हैं। दूसरी ओर, नैनो वस्त्र एवं नैनो रेशा तकनीक चिकित्सा, छनन, सुरक्षा, खेल तथा बुद्धिमान वस्त्रों के क्षेत्र में नई संभावनाएँ प्रस्तुत करती है। हालाँकि नैनो-वस्त्रों के व्यापक उपयोग के सामने उत्पादन लागत, औद्योगिक स्तर पर निर्माण, धुलाई के बाद टिकाऊपन, नैनोकणों का निकलना, मानव स्वास्थ्य, पर्यावरणीय प्रभाव तथा मानकीकरण जैसी चुनौतियाँ मौजूद हैं। इसलिए भविष्य के शोध में केवल वस्त्र की कार्यक्षमता पर नहीं बल्कि सुरक्षा, स्थिरता, टिकाऊपन तथा पुनर्चक्रण क्षमता पर भी समान ध्यान देना आवश्यक है। अंततः, नैनो परिष्करण से नैनो वस्त्र तक का विकास वस्त्र विज्ञान के लिए एक महत्वपूर्ण तकनीकी परिवर्तन है। यदि नैनोप्रौद्योगिकी को हरित रसायन, जैव-आधारित पदार्थों, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, जैवप्रौद्योगिकी तथा चक्रीय अर्थव्यवस्था के साथ जोड़ा जाए, तो भविष्य में ऐसे वस्त्र विकसित किए जा सकते हैं जो कार्यात्मक, बुद्धिमान, टिकाऊ, सुरक्षित तथा पर्यावरण-अनुकूल हों। इस प्रकार नैनोप्रौद्योगिकी भविष्य के वस्त्र उद्योग को उच्च-मूल्य एवं उच्च-प्रदर्शन वाले क्षेत्र में परिवर्तित करने की क्षमता रखती है।