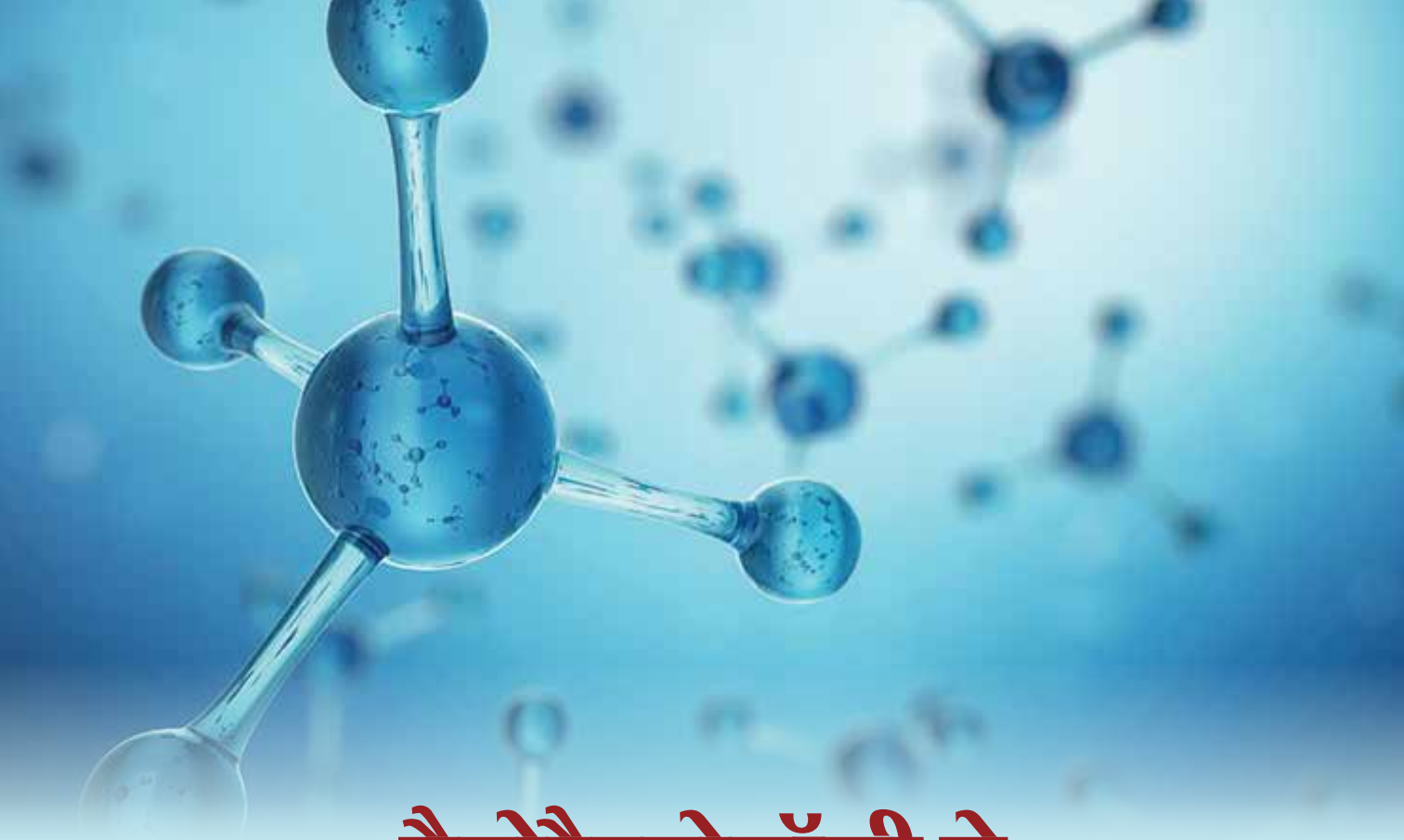


नैनोटैक्नोलॉजी से बदल रही है जिंदगी

— डॉ. कृष्ण कुमार मिश्र

कहते हैं, इक्कीसवीं सदी नैनोटेक्नोलॉजी की है। इसने जीवन के करीब हर क्षेत्र में दस्तक दे दी है। नैनोटेक्नोलॉजी किसी पदार्थ को नैनो स्केल पर नियंत्रित ढंग से जोड़-तोड़ कर आवश्यकतानुसार उसे नए रूप में परिवर्तित करके मानवोपयोगी वस्तु, साधन या युक्ति बना लेने की विधा है। यह वास्तव में सूक्ष्म स्तर की इंजीनियरिंग है, जिसमें भौतिकी, रसायन, बायोइन्फॉर्मेटिक तथा बायोटेक्नोलॉजी जैसे अनेक विषय शामिल हैं। आज वस्तुओं एवं युक्तियों (गैजेट) के आकार को छोटा और मजबूत बनाने की होड़-सी मची हुई है। अति सूक्ष्म आकार, बेजोड़ मजबूती और टिकाऊपन के कारण इलेक्ट्रॉनिकस, मेडिसिन, ऑटो, बायोसाइंस, पेट्रोलियम, फोरेंसिक, नाभिकीय विज्ञान, अंतरिक्ष विज्ञान और रक्षा जैसे तमाम क्षेत्रों में नैनोटेक्नोलॉजी की असीम संभावनाएं बन रही हैं। नैनोटेक्नोलॉजी का उपयोग करके ऐसी औषधियों (ड्रग) के निर्माण पर काम चल रहा है जो शरीर के प्रभावित अंगों तथा ऊतकों, जैसे कैंसरग्रस्त कोशिकाओं पर सटीक एवं लक्षित उपचार में मददगार होंगी। ऐसे नैनो पदार्थों के बनाने पर ध्यान दिया जा रहा है जिससे उनमें वांछित गुणों को विकसित कर उन्हें बेहद मजबूत, हलका तथा ज्यादा उपयोगी बनाया जा सके।

सूचना तथा संचार प्रौद्योगिकी ने समूचे भूमंडल को परस्पर नजदीक ला दिया है। पूरी दुनिया विश्वग्राम बन गई है। नैनोटैक्नोलॉजी ने उसे जैसे हमारी मुट्ठी में समेट दिया है। जी हां, हम बात कर रहे हैं मोबाइल टेलीफोनी की। ज्यादा नहीं, आज से महज बीस साल पहले किसी ने यह कल्पना नहीं थी कि एक दिन हर हाथ में मोबाइल होगा। वह भी साधारण मोबाइल नहीं, बल्कि स्मार्ट फोन। ऐसा फोन, जिसने हमें बात करने के साथ-साथ इंटरनेट, ई-मेल, फोटोग्राफी, विडियो कॉलिंग सहित अनेकानेक सुविधाएं उपलब्ध करा दी हैं। यह किसी चमत्कार से कम नहीं है। स्मार्ट फोन हमारे सोशल मीडिया का सर्वाधिक सशक्त माध्यम बनकर उभरा है। वैश्विक महामारी कोविड-19 के समय गंभीर संकट के दौर में स्मार्टफोन ने लोगों को परस्पर जोड़े रखने तथा हालचाल लेते रहने में अभूतपूर्व भूमिका निभाई है। सूचनाओं, दिशा-निर्देशों के साथ राष्ट्रीय स्तर पर बृहद टीकाकरण वास्तव में स्मार्टफोन के साधन के बिना मुमकिन न था। कोविड-19 के दौरान ऑनलाइन शिक्षण में मोबाइल ने जबर्दस्त भूमिका निभाई। हम थोड़ी देर के लिए कल्पना करें कि हमारा फोन हमसे ले लिया जाए, तो फिर जीवन कैसा हो जाएगा। व्हाट्सऐप, ट्विटर, फेसबुक, जैसे सोशल मीडिया प्लेटफॉर्म ने लोगों को परस्पर जोड़ दिया है। यह सब संभव हुआ है हमारे हाथ में मौजूद मोबाइल फोन की बदौलत। इसके पीछे जो ताकत है, जिस तकनीक ने यह सब संभव कर किया है, उस प्रौद्योगिकी का नाम है नैनोटैक्नोलॉजी। यह सिर्फ एक उदाहरण है। ऐसे अनेकानेक उदाहरण हमारे जीवन में हैं। नैनोटैक्नोलॉजी के इस्तेमाल से तमाम उपकरण, युक्तियां तथा उपस्कर आकार में छोटे, कम जगह घेरने वाले तथा बेहतर क्षमता के बनाए जा रहे हैं।

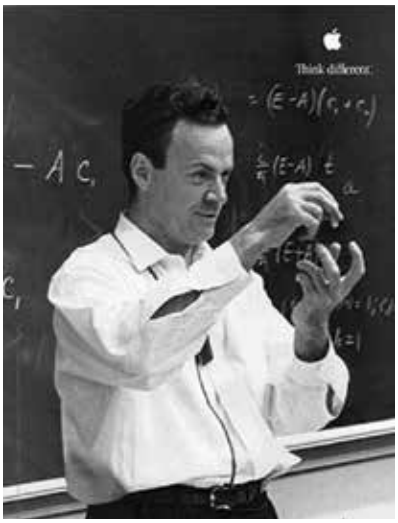
स्मार्टफोन

आखिर इतना छोटा होता है नैनो

दैनिक जीवन में लंबाई को हम प्रायः मीटर में या फुट में नापते हैं। द्रव्यमान को किलोग्राम में नापते हैं। समय के मापन में हम घंटा, मिनट या सेकंड का उपयोग करते हैं। लेकिन यदि लंबाई या आकार बहुत सूक्ष्म हो, तो हम मीटर से कहीं बहुत छोटी इकाइयों का इस्तेमाल करते हैं। नैनो उसी तरह की एक सूक्ष्म इकाई है। बहुत सूक्ष्म लंबाई को नैनोमीटर, अत्यल्प द्रव्यमान को नैनोग्राम तथा बहुत छोटे समय को नैनोसेकंड में मापते हैं। नैनो शब्द लैटिन भाषा के शब्द नैनोज (nanos) से निकला है जिसका शाब्दिक अर्थ है बौना। नैनो का अभिप्राय वास्तव में बहुत छोटे से है। एक नैनोमीटर एक मीटर का अरबवां हिस्सा होता है। मैट्रिक प्रणाली में इसे 10^{-9} मीटर से व्यक्त करते हैं। इसकी सूक्ष्मता का अनुमान इस तरह लगा सकते हैं कि यदि सृष्टि के सबसे सूक्ष्म अणु यानी हाइड्रोजन के दस अणुओं को पास-पास सटाकर लगा दें तो ये दस अणु मिलकर एक नैनोमीटर लंबे हो जाएंगे। एक मीटर का एक हजारवां भाग एक मिलीमीटर (1 मिलिमीटर=1 मीटर /1000) होता है। इसका भी एक हजारवां भाग एक माइक्रोमीटर (1मिलिमीटर=0.001मीटर/1000) कहलाता है। इस माइक्रोमीटर के भी एक हजारवें भाग को नैनोमीटर (1 नैनो मीटर=0.000001 मीटर/1000) कहते हैं।

नैनो की संकल्पना के सूत्रधार

नैनो के बारे में सर्वप्रथम विश्वविख्यात भौतिकशास्त्री रिचर्ड फिलिप्स फाइनमैन ने सोचा।



रिचर्ड फिलिप्स फाइनमैन

वर्ष 1956 में अमेरिकन फिजिकल सोसाइटी की सालाना बैठक में उन्होंने सूक्ष्म मशीनी दुनिया की परिकल्पना प्रस्तुत की। उस समय कम्प्यूटर भारी भरकम होते थे तथा वे एक कमरे भर की जगह लेते थे। उस समय लोगों ने फाइनमैन की बातों को मजाक में लिया। कुछ ने सोचा कि शायद फाइनमैन का दिमाग फिर गया है। लेकिन फाइनमैन गलत नहीं थे। वास्तव में वे भविष्य की खिड़की से झांक रहे थे। यद्यपि फाइनमैन की बातों को अधिकांश लोगों ने भुला दिया, लेकिन स्टैनफोर्ड यूनिवर्सिटी के इंजीनियर के. एरिक ड्रेक्सलर ने इस पर चिंतन-मनन किया तथा फाइनमैन की परिकल्पना के तीन दशक बाद वर्ष 1986 में *इंजिन्स ऑफ क्रिएशन : द कमिंग इरा ऑफ नैनो टेक्नोलॉजी* शीर्षक से एक पुस्तक लिखी। यह पुस्तक बहुत लोकप्रिय हुई तथा नैनोटैक्नोलॉजी शब्द को भी लोगों के बीच आमफहम बना दिया। जैसा कि हम जानते हैं, स्थूल जगत में परंपरागत भौतिकी नियम लागू होते है। नाभिकीय स्केल पर (10^{-9} मीटर से छोटे) पर क्वांटम नियम लागू होते हैं। लेकिन नैनोविज्ञान (10^{-6}–10^{-9} मीटर पैमाने पर) का मामला इन दोनों से नितांत अलग है। इस स्केल पर हम जोड़-तोड़ करके पदार्थ में मनचाहा गुण पा सकते हैं। वास्तव में यही नैनोटेक्नोलॉजी का मूल है।

बहुत प्राचीन है नैनोटैक्नोलॉजी

आज जीवन में नैनोटैक्नोलॉजी की पैठ बढ़ती जा रही है। समय के साथ इसका प्रसार तथा विस्तार हो रहा है। वैसे अतिसूक्ष्म के अनुप्रयोग पर आधारित यह तकनीकी विधा नितांत नई नहीं है। अनुप्रयोग के रूप में तो यह सदियों पुरानी है। अलबत्ता हाल के वर्षों में हुए अनुसंधान तथा विकास ने इसे एक नई दिशा प्रदान की है। नैनोटैक्नोलॉजी के प्रथम अनुप्रयोग का श्रेय रोमवासियों को जाता है। रोम में चौथी शताब्दी में बने शीशे के रंग बिरंगे प्याले, जिसे लाइकर्गस प्याले के नाम से जाना जाता है, अब भी बहुत आकर्षित दिखते हैं। इसमें रंगहीन शीशे को विविध रंगों से सुसज्जित करने के लिए सोने और चांदी के नैनोकणों का प्रयोग किया जाता था। इन नैनोकणों की वजह से वह दिन के उजाले में देखने पर हरा दिखाई देता है, लेकिन जब प्रकाश कांच के माध्यम से होकर गुजरता है तो वह प्याला लाल दिखाई देता है।

नैनोपदार्थ के प्राचीन तथा देसी अनुप्रयोग के रूप में काजल का उल्लेख किया जा सकता है। सौंदर्य प्रसाधन के तौर पर काजल का इस्तेमाल बहुत पहले से किया जाता रहा है। गांव, देहात में आमतौर पर काजल बनाने के लिए पारंपरिक विधियों का प्रयोग होता रहा है। इसमें एक दीये में सरसों या तिल का तेल, फिर देसी घी डालकर बत्ती लगा देते हैं। इसके ऊपर कोई धातु का पात्र (कजरौटा) रखकर काजल बनाते हैं। हम चाहें तो जलते दीये के ऊपर मिट्टी का दीया औंधाकर रख सकते हैं। यह दीया लौ के करीब होना

लाइकर्गस प्याला

काजल बनाने का घरेलू तरीका

चाहिए। दरअसल होता यह है कि दीये के लौ के समीप होने से जलने के लिए पर्याप्त ऑक्सीजन नहीं मिल पाती। अतः इस प्रक्रिया में तेल या घी का अपूर्ण दहन होता है। अध्ययन से पाया गया है कि इससे पैदा होने वाली कालिख में करीब एक प्रतिशत कार्बन नैनोकण होते हैं। इस कालिख को तेल या घी में मिलाकर सुरक्षित रख लेते हैं। इसे ही काजल कहा जाता है।

नैनोटैक्नॉलाजी का एक सुंदर उदाहरण जापान की सुप्रसिद्ध मध्यकालीन समुराई तलवारों का है। जापान की प्राचीन युद्धकला (मार्शल आर्ट) में समुराई तलवारों का विशेष स्थान रहा है। ये तलवारें अपनी तेज धार और जबर्दश्त मजबूती के लिए जानी जाती हैं। इन तलवारों को बनाने में 'फोर्ज एवं फोल्ड' तकनीक

फोर्ज एवं फोल्ड तकनीक

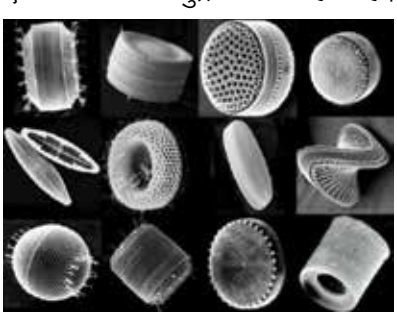
समुराई तलवारें

का उपयोग किया जाता है। फोर्जिंग एक पुरानी तकनीक यानी प्रौद्योगिकी है जो दुनिया में हजारों साल से इस्तेमाल में लायी जाती रही है। यह कोल्ड फोर्जिंग तथा हॉट फोर्जिंग, दो तरह की होती है। कोल्ड फोर्जिंग में धातु को बिना गरम किए ही हथौड़े से बारंबार पीटते हैं। हॉट फोर्जिंग में धातु को भट्टी में गरम करके भारी भरकम हथौड़े से पीटते हैं। फोर्जिंग के जरिए धातुओं की सामर्थ्य बढ़ जाती है तथा उसे आसानी से वांछित शक्ल दी जा सकती है।

समुराई तलवार में हॉट फोर्जिंग विधि का इस्तेमाल किया जाता था। इस तकनीक में धातु को पहले गर्म करते हैं, फिर हथौड़े से पीटते है। धातु के फाल के चपटा हो जाने पर उसे मोड़ देते हैं। इसके बाद फिर से गरम करके उसे पीटते हैं। यह प्रक्रिया बार-बार दुहराई जाती है। ऐसा करीब 50 से 100 बार करने से निर्मित धातु की सतह करीब 50 नैनोमीटर तक पतली हो जाती है, जो ताकत में बेहद मजबूत होती है।

प्राकृतिक नैनोसंरचनाएं

प्रकृति स्वयं विविध संरचनाएं गढ़ती है। वह एक अद्भुत शिल्पकार है। नैनोसंरचनाएं भी इसका अपवाद नहीं हैं। *एमिलिएनिया हक्सलेई नामक* शैवाल का खोल 2.5 माइक्रोमीटर (2500 नैनोमीटर) व्यास का होता है। यह क्रिस्टलीय कैल्सियम कार्बोनेट (कैल्साइट) का बना होता है। नैनो आकार के संरंध्र और डिजाइन इसकी विशेषता होते हैं। इन्हीं डिजाइनों और संरचनाओं से प्रेरित होकर कृत्रिम रूप से कैल्सियम कार्बोनेट के नैनोक्रिस्टलों का विकास किया गया है। प्रयोगशाला में विकसित ये क्रिस्टल, कुदरती नैनोक्रिस्टल से काफी अलग थे। एक अन्य उदाहरण डायटम का है जो एककोशिकीय समुद्री शैवाल होते हैं।



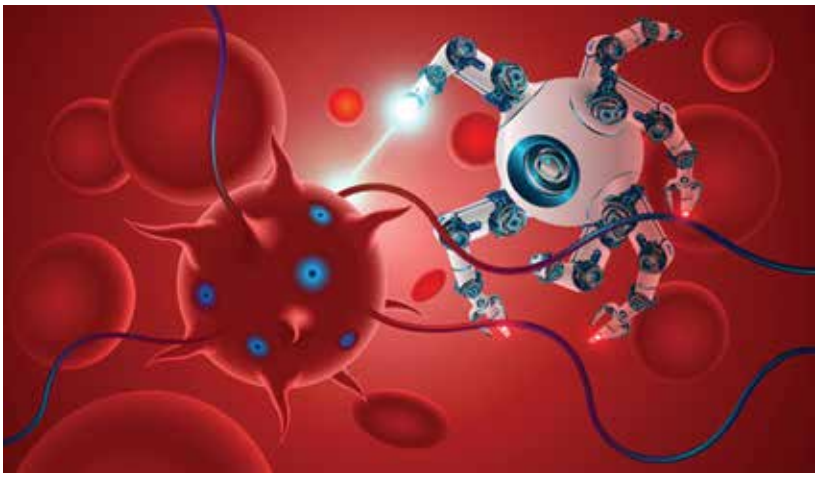
डायटम

इनकी विशेषता सिलिकॉन ऑक्साइड के बने हुए संरंध्र खोल के कारण होती है। ये आकार की सूक्ष्मता में नैनोमीटर के स्तर तक के होते हैं।

अस्थियों में मौजूद सूक्ष्म संरचना दरअसल नैनोसंरचना का अनुपम उदाहरण है। अस्थियां मुख्य रूप से हाइड्रॉक्सीएपेटाइट नामक रासायनिक यौगिक से बनी होती हैं। यह खनिजों का एक समूह होता है। अस्थियों की सूक्ष्म संरचना में नैनो आकार के संरंध्र होते हैं। इन संरंध्रों की मौजूदगी के कारण अस्थियां स्पंजी होती हैं। इससे इनका वजन काफी कम हो जाता है। मनुष्यों में जांघ की फीमर अस्थि सबसे मजबूत होती है। यहां यह उल्लेखनीय है कि ढेर सारे नैनोसंरंध्र होने के बावजूद फीमर अस्थि बहुत मजबूत होती है। नैनो स्तर की यह संरंध्रता इसके हलकेपन और मजबूती को असाधारण रूप से बढ़ा देती है। अगर हम इन सभी प्राकृतिक रचनाओं को ध्यान से देखें तो हमें यह ज्ञात होता है कि इन सभी संरचनाओं में पदार्थ का संयोजन अद्‌भुत होता है। करोड़ों वर्षों के जैवविकास और अनुकूलन से अस्तित्व में आई ये रचनाएं प्रकृति की गढ़ी हुई शिल्पकारी का बेजोड़ नमूना हैं।

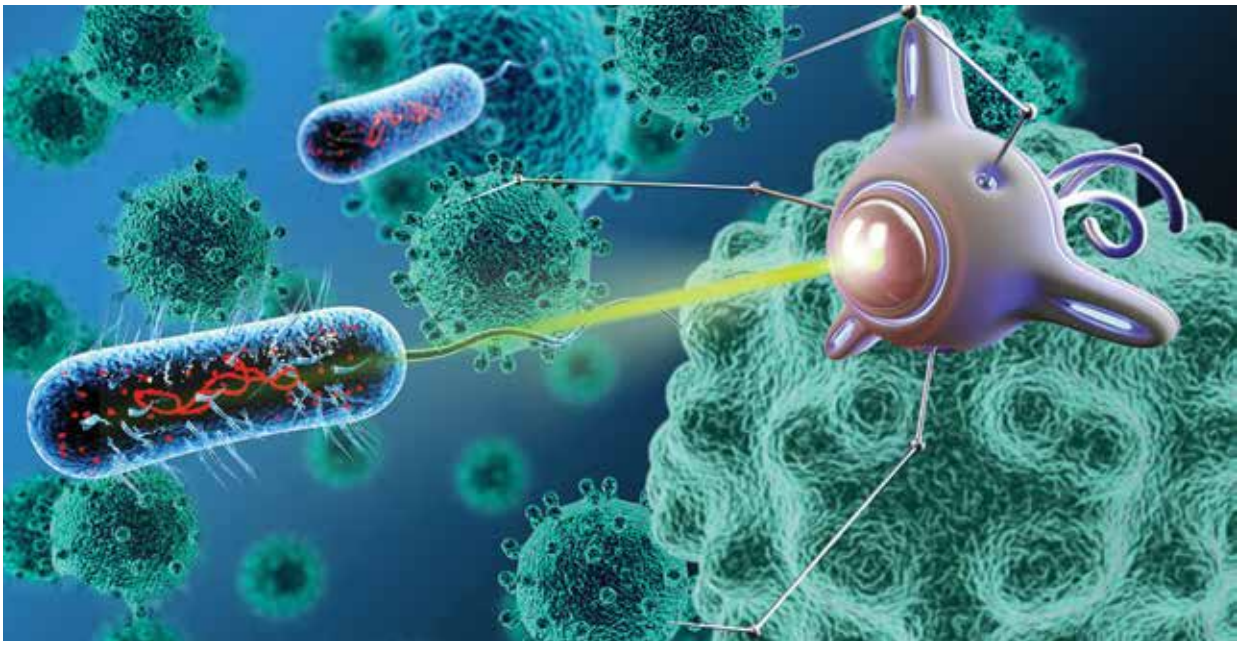
नैनोटेक्नोलॉजी के विविध अनुप्रयोग

जैसा कि हमने जिक्र किया, नैनोप्रौद्योगकी की सैद्धांतिक अवधारणा प्रख्यात भौतिकीविद् रिचर्ड फाइनमैन की देन है। उन्होंने वर्ष 1959 में बहुत ही लोकप्रिय व्याख्यान, "देअर इज प्लेन्टी ऑफ रूम ऐट द बॉटम" दिया था। उसमें उन्होंने सर्वप्रथम नैनो स्तर पर पदार्थ के गुणधर्म और उससे बनने वाली संभाव्य वस्तुओं की चर्चा की थी। इसलिए उन्हें नैनोटैक्नोलॉजी की संकल्पना का प्रणेता कहा जाता है। आजकल व्यावसायिक उत्पादों में नैनोकणों का काफी व्यापक तौर पर उपयोग किया जा रहा है। अधिकतर व्यावसायिक अनुप्रयोग पहली पीढ़ी के निष्क्रिय पदार्थों के ही हैं। इनमें टाइटेनियम डाइऑक्साइड का प्रसाधन सामग्रियों में प्रयोग, रजत नैनो कणों का खाद्य पदार्थों के डिब्बाबंदी में प्रयोग, कपड़ों, कीटाणुनाशकों और घरेलू यंत्रों में, प्रसाधन सामग्रियों में जिंक ऑक्साइड नैनो कणों का प्रयोग, रंग (पेंट), फर्नीचर वार्निश में और ईंधन-उत्प्रेरक सीरियम ऑक्साइड के रूप में प्रयोग शामिल हैं। हमारे रोजमर्रा के इस्तेमाल की चीजों में दिनोंदिन नैनोपदार्थों का इस्तेमाल बढ़ रहा है।



नैनो टेक्नोलोजी से बनी सूक्ष्म मशीन

नैनोटेक्नोलॉजी के उपयोग से विनिर्माण, बायोसाइंस, मेडिकल साइंस, इलेक्ट्रॉनिक्स तथा रक्षा क्षेत्र में क्रांतिकारी बदलाव की असीम संभावनाएं हैं। इससे किसी वस्तु को एक हजार गुना तक मजबूत, हलका और भरोसेमंद बनाया जा सकता है। छोटे आकार, बेहतर क्षमता और टिकाऊपन के कारण मेडिकल और बायोइंजीनियरिंग में नेनौटेक्नोलॉजी की मांग तेजी से बढ़ रही है। अस्पतालों, ऑपरेशन थिएटरों तथा गहन चिकित्सा कक्षों (आई.सी.यू) में ऐसी मशीनों की दरकार होती है जो सीमित स्थान में फिट हो जाएं, कम जगह घेरें, तथा जिन्हें संचालित करना सरल हो। ऐसे में नैनोटेक्नोलॉजी चिकित्सा विज्ञान के लिए एक वरदान ही है। मशीन उद्योग में नैनोटेक्नोलॉजी के लिए बहुत गुंजाइश है। नैनोटेक्नोलॉजी के इस्तेमाल से इंजन में कम घर्षण होता है। ऐसा इसलिए क्योंकि कल-पुरजों का आकार छोटा होने से पृष्ठ क्षेत्र बहुत ही कम हो जाता है। कम घर्षण से मशीनें जल्दी पुरानी नहीं पड़तीं तथा उनका जीवनकाल बहुत बढ़ जाता है। इससे मशीनों के रख-रखाव पर होने वाले खर्च की बचत होती है। साथ ही मशीनों के संचालन पर होने वाले ईंधन की खपत भी कम हो जाती है।



एआई आधारित औषधियों द्वारा रोगाणुओं को शीघ्रता से नष्ट किया जा सकता है

चिकित्सा विज्ञान में नैनोटेक्नोलॉजी के इस्तेमाल से अतिसूक्ष्म मशीनें बनाने की बात सोची जा रही है। जी हां, ऐसी बहुत सूक्ष्म मशीनें, जो रोगी के शरीर में अंदर उतर कर, उसकी धमनियों में पहुंचकर कर वहीं रोग का निदान व इलाज कर सकें। दुनिया में होने वाली बीमारियों तथा मौतों का एक मुख्य कारण है हृदय रोग। इसमें धमनियों में चर्बी जमा होने से वे संकरी हो जाती हैं, या फिर बंद हो जाती हैं जिससे रक्त की आपूर्ति न होने से हृदयाघात (हार्ट अटैक) हो जाता है। हमारे देश में सर्वाधिक मौतें हृदयरोग से होती हैं तथा यह बीमारी युवावस्था में भी दस्तक देने लगी है। हृदय रोगों में कोरोनरी आर्टरी डिजीज बहुत सामान्य है। अब वैज्ञानिक ऐसी सूक्ष्म मशीन बनाने पर काम कर रहे हैं जो हमारे शरीर की रक्त नलिकाओं के जरिए प्रवेश कर जाएंगी, रोगग्रस्त हिस्से को ठीक करके सुरक्षित बाहर आ जाएंगी। इसे इंजेक्शन के जरिए शरीर में प्रविष्ट कराया जाएगा। इसमें बहुत बड़ी शल्यक्रिया की जरूरत नहीं होगी। रोगी को अस्पताल में लंबे समय तक भरती होने की जरूरत नहीं होगी। शल्यक्रिया में नैनोरोबोटिक की यह तकनीक वरदान ही साबित होगी। यह बेहद किफायती तो होगी ही, सरल तथा पीड़ामुक्त प्रक्रिया होगी।

नैनोटेक्नोलॉजी के उपयोग से भविष्य में आटिफिशल इंटेलीजेंस (एआई) आधारित औषधियों का निर्माण संभव है। ये दवाएं सीधे शरीर के प्रभावित अंग या कोशिका पर ही जाकर असर करेंगी। इनकी लागत भी बहुत कम होगी। इससे दवाओं के दुष्प्रभाव को कम करने में मदद मिलेगी। नैनोटेक्नोलॉजी के जरिए मोबाइल के आकार को निरंतर छोटा किया जा रहा है, साथ ही उसकी कार्यक्षमता को बढ़ाया जा रहा है। इस प्रौद्योगिकी से ऐसी धातु बनाने पर जोर है जो स्टील से दस गुना हलकी हो, लेकिन मजबूती में सौ गुना ज्यादा मजबूत हो। इससे हलके पुल, पिलर या बीम का निर्माण संभव होगा जो उपयोग में भी आसान होंगे तथा उनकी मजबूती बेमिसाल होगी। सिविल कंस्ट्रक्शन की दुनिया में इससे क्रांतिकारी बदलाव आएगा।

भारत में तमाम संस्थाएं नैनोटेक्नोलॉजी के क्षेत्र में कार्य कर रही हैं। उन्होंने सफलता के सोपान तय किए हैं तथा मानवोपयोगी युक्तियों का विकास किया है। काशी हिन्दू विश्वविद्यालय (बीएचयू) ने भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान (आई.आई.टी.), मद्रास के सहयोग से विश्वस्तरीय नैनो फिल्टर विकसित किया है जो 10^{-8} से 10^{-9} मीटर आकार वाले कणों को छानने में सक्षम है। यह फिल्टर प्रदूषण को रोकने में बहुत कारगर है। वैज्ञानिक तथा औद्योगिक संस्थान परिषद (सी.एस.आई.आर.) ने एल.ई.डी. से भी अधिक ऊर्जा दक्ष

नैनोकण वाले पेंट की चमक

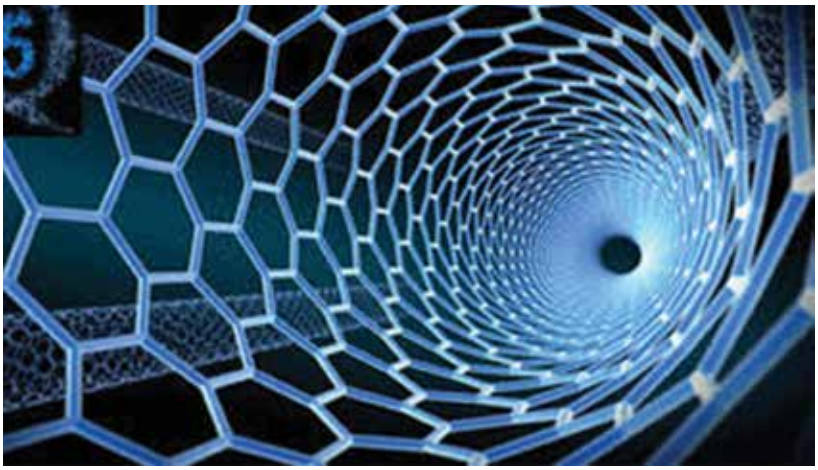
नैनो बल्ब विकसित किया है। इससे बिजली की खपत कम होगी तथा खर्च में बचत होगी। स्वास्थ्य के क्षेत्र में भारत ने नैनोटेक्नोलॉजी पर आधारित नैदानिक किट विकसित की गई है जो मियादी बुखार (टायफाइड) का प्रारंभिक अवस्था में ही निदान कर सकती है। इससे टायफाइड के बेहतर इलाज तथा प्रबंधन में बहुत मदद मिलेगी। भारतीय उपकरण संस्थान, चंडीगढ़ ने विश्व स्तर पर टेनिस बल्ले में उपयोग होने वाली कार्बन नैनोट्यूब का विकास किया है। इस संस्था ने मानव शरीर में इंजेक्शन से रोगों का पता लगाने और उपचार करने में सक्षम नैनोरोबोट का भी विकास किया है।

उत्तम कोटि के पेंट तथा थर्मल स्प्रे कोटिंग में उपयोग किए जाने वाले टाइटैनियम कण वास्तव में नैनोकण होते हैं। उसी प्रकार मिट्टी के टाइलों तथा सेनेटरी उत्पादों में सजावटी आकृति तथा कांच, नैनोकणों से बने होते हैं। नैनोटेक्नोलॉजी से उन्नत उत्प्रेरकों का प्रयोग रासायनिक तथा संबंधित उद्योगों में हो रहा है। आजकल प्रदूषण रोकने के लिए वाहनों के परिवर्तकों यानी कंवर्टरों में प्रयोग किए जाने वाले उत्प्रेरक वास्तव में नैनो-संरचित होते हैं। आटोमोबाइल के ईंधन में भी नैनो-द्रवों को घोलकर ईंधन की क्षमता को बढ़ाने की दिशा में सोचा जा रहा है। भारत जैसे देश के लिए, जो कि अपनी जीवाश्म ईंधन की जरूरतों के लिए आयात पर निर्भर है, इस तरह का कदम बहुत फायदेमंद होगा। यह आत्मनिर्भर भारत की दिशा में महत्त्वपूर्ण योगदान साबित होगा। इस क्षेत्र में एलुमिनियम नैनो-कणों का उपयोग वैज्ञानिकों ने शुरुआती स्तर पर किया है। ब्रेकआइल के स्थान पर नैनो-द्रवों से बने ब्रेक-फ्लुइड भी बनाए जाने के प्रयास हो रहे हैं। इन ब्रेक-फ्लुइड में शुरुआती स्तर पर किए गए अनुसंधानों में कॉपर ऑक्साइड और एलुमिनियम ऑक्साइड ब्रेक नैनो-द्रवों का इस्तेमाल किया गया है। इसमें प्रायोगिक स्तर पर अच्छे नतीजे मिले हैं। नैनोपोरस पदार्थ (जियोलाइट) का प्रयोग कच्चे तेल के शोधन में किया जाता है। उद्योगों में नैनोटेक्नोलॉजी के लिए अपार अवसर तथा संभावनाएं छिपी हैं। समय के साथ इसमें नए-नए आयाम जुड़ने वाले हैं।

ऊर्जा सुरक्षा में नैनोटेक्नोलॉजी की भूमिका

किसी राष्ट्र की तरक्की के लिए ऊर्जा बहुत जरूरी है। वास्तव में किसी देश की तरक्की को प्रतिव्यक्ति ऊर्जा खपत के रूप में परिभाषित किया जाता है। भारत की भी ऊर्जा जरूरतें काफी बड़ी हैं। भारत दुनिया का तीसरा सबसे बड़ा पेट्रोलियम आयातक देश है। लेकिन हमें जीवाश्म

सोलर पैनल



नैनोट्यूब

ईंधन पर अपनी निर्भरता कम करनी होगी। इसलिए देश ऊर्जा के अन्य स्रोतों पर तेजी से काम कर रहा है। इस पर लगातार काम हो रहा है।

दुनिया में ऊर्जा की बढ़ती जरूरतों के मद्देनजर बहुत से ठोस ऑक्साइड ईंधन सेलों में लैन्थेनम, सीरियम, स्ट्रॉन्शियम, मैंगनीज के नैनोकणों का प्रयोग किया जा रहा है। ईंधन सेल में प्लैटिनम का इस्तेमाल उत्प्रेरक के रूप में किया जाता है। प्लैटिनम काफी महंगी धातु है। प्लैटिनम स्थूल मात्रा में रासायनिक रूप से अक्रिय होता है। परंतु यह नैनो पाउडर के रूप में अभिक्रियाशील हो जाता है। अभिक्रियाशील पृष्ठ क्षेत्र को बिना कम किए हुए इस महंगे पदार्थ की मात्रा कम करने के लिए उत्पादन करने वाली कंपनियों ने प्लैटिनम नैनों कणों का उपयोग किया है। इस तरकीब से बैटरियों की लागत को कम करने में बहुत मदद मिली है। श्रेष्ठ लीथियम बैटरियों में लीथियम टाइटेनेट और टैन्टेलम नैनोकणों का उपयोग करके अगली पीढ़ी की लीथियम आयन बैटरियों में बदलकर श्रेष्ठ तथा उन्नत बनाया जा रहा है।

ऊर्जा के स्रोत के रूप में सौर ऊर्जा बहुत उपयोगी है। इसमें सौर-विद्युत सेल यानी सोलर फोटो-वोल्टेइक सेल बहुत अहमियत रखता है। इनकी मदद से हम सूर्य के प्रकाश को विद्युत में बदलते हैं। मगर देखा गया है कि अधिकांश सेल की दक्षता काफी कम होती है, और इनकी लागत भी ज्यादा होती है। लेकिन अब नैनोटेक्नोलॉजी की मदद से इनकी दक्षता बढ़ाई जा रही है और लागत कम की जा रही है। इसकी दक्षता बढ़ाने के लिए पहले एक अर्द्धचालक सतह पर सोने के सूक्ष्म कण जमा किए जाते हैं। फिर सोने के इन कणों का उपयोग आधार के रूप में करते हुए इन पर फॉस्फोरस और इंडियम के यौगिकों से बेहद पतले तार निर्मित किए जा रहे हैं। ऐसे एक तार की मोटाई महज 180 नैनोमीटर होती है। इस तरह के नैनो तारों से बने सौर-विद्युत सेल 14 से 19 प्रतिशत सौर ऊर्जा को विद्युत में बदलने में कामयाब हुए हैं। सैद्धांतिक रूप से नैनोक्रिस्टलाइन सोलर सेल की दक्षता करीब 30 प्रतिशत होती है। फिलहाल अनुसंधानकर्ता उसी अभीष्ट की ओर अग्रसर हैं। अगर यह लक्ष्य प्राप्त हो गया तो वास्तव में यह एक बहुत ही बड़ी उपलब्धि होगी।

निष्कर्ष

इस चर्चा से यह बात साफ है कि नैनोटैक्नोलॉजी इंसान की जिंदगी को तेजी से बदल रही है। साथ ही यह भी तय है कि भविष्य अब नैनोटैक्नोलॉजी का है। आगामी वर्षों में नैनोटैक्नोलॉजी बहुत बड़ी भूमिका निभाने जा रही है। आने वाले दिनों में जीवन में चहुंमुखी परिवर्तन देखने को मिलेंगे। दुनिया में नए-नए साधन तथा युक्तियां विकसित की जा रही हैं। इन सभी में नैनोटैक्नोलॉजी की बहुत बड़ी भूमिका होगी। कहने के लिए यह नैनो (छोटा) है, लेकिन इसके कारनामे बहुत बड़े हैं। इसका दायरा बहुत विस्तृत है। नैनोटैक्नोलॉजी में मानव जीवन को बदल देने की कूबत है। हम जो देख रहे हैं वह तो केवल आगाज है। इसके व्यापक परिणाम हमें अगले दशकों में दिखाई पड़ेंगे। जानकारों का कहना है कि आविष्कारों तथा नवाचारों के क्षेत्र में नैनोटैक्नोलॉजी की एक युगांतरकारी भूमिका होने वाली है।

डॉ. कृष्ण कुमार मिश्र
असोशिएट प्रोफेसर
होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र
टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान
(डीम्ड यूनिवर्सिटी), मुंबई-400088
ई-मेल : vigyan.lekhak@gmail.com