

जूट लकड़ी का उपयोग: संसाधन पुनर्प्राप्ति और मूल्य संवर्धन की एक हरित दृष्टि

'नवीन जोस, 'देब प्रसाद रे, 'मनीषा जगदाले, 'शांतनु बसक, 'शिल्पा एस. सेलवन, 'प्रमोद शेलके, मौसमी साबत एवं 'स्पर्धी जी. एस.

¹भाकृअनुप-राष्ट्रीय प्राकृतिक रेशा अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, कोलकाता
²भाकृअनुप-केंद्रीय कटाई-उपरान्त अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, क्षेत्रीय केन्द्र, अबोहर, पंजाब
³भाकृअनुप-राष्ट्रीय केला अनुसंधान केन्द्र, तिरुचिरपल्ली, ⁴कॉलेज ऑफ डेयरी टेक्नालजी, तिरुपती
ईमेल: naveen.jose@icar.org.in

1. भूमिका

जूट, जिसे पारंपरिक रूप से "सुनहरा रेशा" कहा जाता है, भारत और बांग्लादेश जैसे देशों की प्रमुख प्राकृतिक फाइबर फसलों में से एक है। रेशा निष्कर्षण के बाद बचा हुआ आंतरिक कठोर भाग, जिसे जूट स्टिक या जूट की लकड़ी कहा जाता है, लंबे समय तक कृषि अपशिष्ट के रूप में उपेक्षित रहा है। ग्रामीण क्षेत्रों में इनका सीमित उपयोग ईंधन या अस्थायी निर्माण सामग्री के रूप में किया जाता रहा है।

हालांकि, हाल के वर्षों में जूट स्टिक को एक मूल्यवान बायो-रिसोर्स के रूप में देखा जाने लगा है, क्योंकि इसमें लिग्नोसेलुलॉसिक संरचना, कम घनत्व, पर्याप्त यांत्रिक मजबूती, और नवीकरणीय प्रकृति जैसी विशेषताएँ मौजूद हैं। ये गुण इसे ऊर्जा उत्पादन, निर्माण सामग्री, पर्यावरणीय सुधार, और औद्योगिक उत्पादों के निर्माण के लिए उपयुक्त बनाते हैं। वर्तमान में जब सतत विकास और संसाधन पुनर्प्राप्ति वैश्विक प्राथमिकताएँ बन चुकी हैं, तब जूट स्टिक जैसे उपोत्पादों का उपयोग एक पर्यावरण-अनुकूल और



आर्थिक रूप से व्यवहार्य समाधान के रूप में उभर रहा है। यह न केवल अपशिष्ट प्रबंधन में सहायक है, बल्कि किसानों की आय बढ़ाने, ग्रामीण उद्यमिता को प्रोत्साहित करने और पारंपरिक जीवाश्म संसाधनों पर निर्भरता घटाने में भी मदद करता है। इसके अतिरिक्त, जूट स्टिक की जैव अपघटनीयता इसे प्लास्टिक या कृत्रिम सामग्रियों की तुलना में कहीं अधिक पर्यावरण-अनुकूल बनाती है (दत्ता एट अल., 2024)।

2. सक्रिय कार्बन उत्पादन हेतु जूट लकड़ी का उपयोग

जूट की लकड़ी अपने उच्च कार्बन सामग्री, लिग्नोसेलुलॉसिक संरचना, और नवीकरणीय प्रकृति के कारण सक्रिय कार्बन (Activated Carbon) के उत्पादन के लिए एक आदर्श जैविक कच्चा माल के रूप में उभर रही है। सक्रिय कार्बन अपनी असाधारण अवशोषण क्षमता (Adsorption Capacity) और जटिल छिद्रयुक्त संरचना (Porous Structure) के लिए जाना जाता है, जो इसे जल और वायु शोधन, ऊर्जा भंडारण, तथा औद्योगिक उत्प्रेरण जैसी प्रक्रियाओं में अत्यंत उपयोगी बनाता है। जूट लकड़ी का उपयोग सक्रिय कार्बन के उत्पादन में न केवल आर्थिक दृष्टि से लाभकारी है, बल्कि यह कृषि अपशिष्ट के मूल्य संवर्धन और पर्यावरण संरक्षण के लिए भी एक प्रभावी मार्ग प्रस्तुत करता है।

सक्रिय कार्बन निर्माण की प्रक्रिया मुख्यतः दो प्रमुख चरणों, कार्बोनाइजेशन (Carbonization) और सक्रियण (Activation), में विभाजित होती है।



कार्बोनाइजेशन चरण में जूट स्टिक को 400°C से 800°C तापमान पर निष्क्रिय वातावरण (जैसे नाइट्रोजन गैस) में पायरोलीसिस की प्रक्रिया से गुजारा जाता है। इस ऊष्मीय अपघटन प्रक्रिया के दौरान जूट लकड़ी के वाष्पशील घटक जैसे हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, और सल्फर हट जाते हैं तथा एक कार्बन-समृद्ध चार (Char) बनता है, जिसमें एक प्रारंभिक छिद्रयुक्त ढाँचा मौजूद होता है। यह चार आगे की सक्रियण प्रक्रिया के लिए मूल आधार सामग्री का कार्य करता है। इसके बाद सक्रियण प्रक्रिया के माध्यम से चार को उच्च सतही क्षेत्रफल और सूक्ष्म छिद्रता (Microporosity) प्रदान की जाती है। सक्रियण दो प्रमुख तरीकों से किया जाता है भौतिक सक्रियण (Physical Activation) और रासायनिक सक्रियण (Chemical Activation)। भौतिक सक्रियण में भाप या कार्बन डाइऑक्साइड (CO₂) जैसी ऑक्सीकरण गैसों का उपयोग 800°C से 1000°C के तापमान पर किया जाता है, जिससे कार्बन कणों की सतह पर सूक्ष्म छिद्र विकसित होते हैं और अवशोषण क्षमता बढ़ती है। वहीं, रासायनिक सक्रियण में चार को फॉस्फोरिक अम्ल (H₃PO₄), पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड (KOH) या जिंक क्लोराइड (ZnCl₂) जैसे रसायनों से उपचारित कर उच्च तापमान पर गरम किया जाता है। यह विधि न केवल सूक्ष्म (Micropores) बल्कि मध्यम आकार के छिद्रों (Mesopores) का निर्माण करती है, जिससे सक्रिय कार्बन का कुल सतही क्षेत्रफल 1000 m²/g से अधिक तक पहुँच सकता है (घोष एट अल., 2021)।

जूट स्टिक से तैयार सक्रिय कार्बन के अनेक व्यावहारिक उपयोग हैं। जल शोधन (Water Purification) में यह कार्बनिक प्रदूषक, क्लोरीन, रंग, और भारी धातुओं को प्रभावी ढंग से अवशोषित कर जल गुणवत्ता में सुधार करता है। वायु शोधन (Air Filtration) में यह वाष्पशील कार्बनिक यौगिकों (VOCs), गंध और हानिकारक गैसों को नियंत्रित करता है, जिससे इनडोर वायु गुणवत्ता बेहतर होती है। इसके अतिरिक्त, जूट आधारित सक्रिय कार्बन की उच्च विद्युत चालकता और छिद्रता इसे ऊर्जा भंडारण

उपकरणों (Energy Storage Devices) जैसे सुपरकैपेसिटर और लिथियम-आयन बैटरियों के लिए उत्कृष्ट इलेक्ट्रोड सामग्री बनाती है (अज़ीज़ एट अल., 2020)। इस प्रकार, जूट लकड़ी न केवल पर्यावरणीय दृष्टि से अनुकूल कच्चा माल है, बल्कि यह उच्च मूल्य के औद्योगिक उत्पादों के उत्पादन में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती है।

3. हरित निर्माण सामग्री: सतत विकास की दिशा में जूट स्टिक

निर्माण क्षेत्र में भी जूट लकड़ी का उपयोग एक हरित और सतत विकल्प के रूप में तेजी से बढ़ रहा है। जूट से निर्मित उत्पाद हल्के, मजबूत, लागत प्रभावी और पर्यावरण-अनुकूल होते हैं। इनमें से एक प्रमुख उत्पाद है पार्टिकल बोर्ड (Particle Board), जिसे पारंपरिक लकड़ी आधारित बोर्डों के विकल्प के रूप में विकसित किया गया है। जूट स्टिक से पार्टिकल बोर्ड बनाने की प्रक्रिया में सबसे पहले लकड़ियों को छोटे-छोटे टुकड़ों में काटा जाता है, फिर उन्हें यूरिया-फॉर्मल्डिहाइड (UF) या फिनाॅल-फॉर्मल्डिहाइड (PF) रेजिन जैसे बाइंडर के साथ मिलाया जाता है। इसके बाद इस मिश्रण को उच्च तापमान और दबाव में दबाकर शीट के रूप में ढाला जाता है। तैयार बोर्ड उच्च घनत्व, यांत्रिक मजबूती, और सतह की चिकनाई के कारण फर्नीचर, फर्श, दीवार पैनल, दरवाजे, और फॉल्स सीलिंग जैसे विभिन्न निर्माण अनुप्रयोगों के लिए अत्यंत उपयुक्त होता है।

जूट आधारित पार्टिकल बोर्डों का सबसे बड़ा लाभ यह है कि इनके निर्माण में पारंपरिक पेड़ों की कटाई की आवश्यकता नहीं होती, जिससे वन संरक्षण और कार्बन संचयन (Carbon Sequestration) को बढ़ावा मिलता है। इसके अतिरिक्त, यह कृषि अपशिष्ट के पुनः उपयोग और सर्कुलर इकोनॉमी (Circular Economy) को भी प्रोत्साहित करता है (नीतू एट अल., 2020; लक्ष्मणन एट अल., 2023)। इस प्रकार, जूट लकड़ी का उपयोग न केवल औद्योगिक उत्पादकता बढ़ाता है बल्कि पर्यावरणीय स्थिरता और संसाधन पुनर्प्राप्ति की दिशा में भी एक सशक्त कदम सिद्ध होता है।

4. कृषि और मृदा सुधार में जूट लकड़ी की भूमिका
जूट लकड़ी के जैविक अपघटन (biodegradation) के दौरान नाइट्रोजन, फॉस्फोरस और पोटैशियम जैसे आवश्यक पोषक तत्व धीरे-धीरे मुक्त होते हैं। ये पोषक तत्व मिट्टी की उर्वरता बढ़ाने के साथ-साथ पौधों की वृद्धि और उत्पादकता को भी प्रोत्साहित करते हैं। साथ ही, मिट्टी में उपस्थित लाभकारी सूक्ष्मजीवों की संख्या में वृद्धि होती है, जिससे पोषक तत्वों का प्राकृतिक पुनर्चक्रण (nutrient cycling) संभव होता है। इस प्रकार जूट लकड़ी का उपयोग प्राकृतिक जैविक खाद (organic manure) के रूप में किया जा सकता है, जो रासायनिक उर्वरकों का एक टिकाऊ विकल्प प्रस्तुत करता है। इसके नियमित प्रयोग से मिट्टी की भौतिक संरचना (physical structure) और जैविक सक्रियता (biological activity) दोनों में सुधार होता है, जिससे दीर्घकालिक कृषि उत्पादकता बनी रहती है।

इसके अलावा, जूट लकड़ी एक मृदा संरक्षक (soil conditioner) के रूप में भी कार्य करती है। जब इसे सीधे मिट्टी में मिलाया जाता है, तो यह मिट्टी की संरचना को स्थिर करती है और जल धारण क्षमता को बढ़ाती है। इससे सूखे की स्थिति में भी पौधों को आवश्यक नमी प्राप्त होती रहती है। यह विशेष रूप से उन क्षेत्रों के लिए लाभकारी है जहाँ मिट्टी रेतीली या कम जलधारण क्षमता वाली होती है। साथ ही, जूट लकड़ी के रेशों की उपस्थिति मिट्टी में वायु संचार और जल निकासी में सुधार करती है, जिससे पौधों की जड़ों को बेहतर ऑक्सीजन और पोषण मिलता है।

जूट स्टिक का उपयोग पौधों को सहारा (plant support) देने के लिए भी व्यापक रूप से किया जाता है। सब्जियों जैसे टमाटर, सेम, लौकी, और मिर्च की खेती में इन्हें सहारा देने वाले डंडों के रूप में प्रयोग किया जाता है। इनकी मजबूती और प्राकृतिक लचीलापन पौधों को बढ़ने के दौरान स्थायित्व प्रदान करता है। चूँकि ये पूरी तरह बायोडिग्रेडेबल हैं, इसलिए इनके विघटन के बाद कोई हानिकारक अवशेष नहीं बचता, जिससे खेत की स्वच्छता और पर्यावरणीय संतुलन बनाए रखने में मदद मिलती है। यह विशेषता

इन्हें प्लास्टिक या धातु के सहारों की तुलना में अधिक टिकाऊ और पर्यावरण-अनुकूल विकल्प बनाती है।

5. पर्यावरणीय प्रभाव और परिपथीय अर्थव्यवस्था
कृषि के अतिरिक्त, जूट लकड़ी आधारित उत्पाद परिपथीय अर्थव्यवस्था (circular economy) को साकार करने में भी सहायक हैं। जूट लकड़ी से बने उत्पाद जैसे ब्रिकेट्स, पार्टिकल बोर्ड, और सक्रिय कार्बन पारंपरिक लकड़ी और जीवाश्म ईंधनों के विकल्प के रूप में उपयोग किए जा रहे हैं। इससे वनों पर दबाव घटता है और जैव विविधता संरक्षण में मदद मिलती है। जूट आधारित ऊर्जा उत्पादों का उपयोग कार्बन उत्सर्जन में कमी (carbon emission reduction) का एक प्रभावी साधन है, क्योंकि ये कार्बन-तटस्थ (carbon-neutral) हैं और ग्रीनहाउस गैसों के स्तर को नियंत्रित करने में योगदान देते हैं।

साथ ही, जूट लकड़ी के उपयोग से अपशिष्ट प्रबंधन (waste management) में भी सुधार होता है। इसे अपशिष्ट के रूप में छोड़ने के बजाय यदि संसाधन के रूप में उपयोग किया जाए तो यह “कचरे से संसाधन” की दिशा में एक आदर्श उदाहरण प्रस्तुत करता है। इस प्रक्रिया से न केवल अपशिष्ट की मात्रा घटती है बल्कि कृषि और औद्योगिक क्षेत्रों में सतत विकास के अवसर भी उत्पन्न होते हैं।

6. निष्कर्ष

जूट लकड़ी का उपयोग केवल औद्योगिक उत्पाद निर्माण तक सीमित नहीं है, बल्कि यह कृषि सुधार, मिट्टी की गुणवत्ता वृद्धि, ऊर्जा उत्पादन, और पर्यावरणीय संरक्षण जैसे विविध क्षेत्रों में अपनी बहुआयामी उपयोगिता प्रदर्शित कर रहा है। जूट आधारित उत्पाद न केवल हरित अर्थव्यवस्था (green economy) और ऊर्जा सुरक्षा (energy security) की दिशा में योगदान देते हैं, बल्कि यह ग्रामीण रोजगार और किसानों की आय में भी वृद्धि करते हैं। इसके व्यापक उपयोग से पारंपरिक संसाधनों पर निर्भरता कम होती है और यह सतत विकास लक्ष्यों (Sustainable Development Goals) की प्राप्ति में एक प्रभावी साधन के रूप में कार्य करता है।

