



# ज्ञानविविदा

कला, मानविकी और सामाजिक विज्ञान की सहकर्मी-समीक्षित, मूल्यांकित, त्रैमासिक शोध पत्रिका

ISSN : 3048-4537(Online)

3049-2327(Print)

IIFS Impact Factor-2.25

Vol.-2; Issue-4 (Oct.-Dec.) 2025

Page No.-379-386

©2025 Gyanvividha

<https://journal.gyanvividha.com>

**Author's :**

## 1. श्रीमती नीरजा सक्सेना

शोधार्थी, गृह विज्ञान, अटल बिहारी बाजपेयी विश्वविद्यालय, बिलासपुर (छ.ग).

## 2. डॉ. सीमा मिश्रा

प्राध्यापक, शासकीय बिलासा कन्या स्नातकोत्तर महाविद्यालय, बिलासपुर, छत्तीसगढ़.

Corresponding Author :

## श्रीमती नीरजा सक्सेना

शोधार्थी, गृह विज्ञान, अटल बिहारी बाजपेयी विश्वविद्यालय, बिलासपुर (छ.ग).

## जलकुमी से प्राकृतिक फाइबर : परिधान निर्माण में सम्भावना एवं चुनौतियाँ

**सारांश :** वर्तमान युग में सतत एवं पर्यावरण अनुकूल परिधान निर्माण की दिशा में प्राकृतिक रेशों की खोज ने एक नयी संभावनाओं का द्वारा खोला है। इन्हीं संभावनाओं में जलकुमी जैसे एक अत्यंत तीव्र गति से बढ़ने वाले जलजीव पौधे से फाइबर निर्माण एक अभिनव प्रयोग के रूप में उमरा है। जलकुमी, जो सामान्यतः जल-प्रदूषण, जल-जमाव और जैविक असंतुलन का कारण मानी जाती है, अब परिधान उद्योग के लिए एक वैकल्पिक, सस्ता और पारिस्थितिक रूप से लाभदायक संसाधन सिद्ध हो सकती है। इस शोध का उद्देश्य जलकुमी से प्राप्त प्राकृतिक रेशों के परिधान निर्माण में उपयोग की संभावनाओं, तकनीकी चुनौतियों तथा पर्यावरणीय लाभों का विश्लेषण करना है। अध्ययन में यह पाया गया कि जलकुमी के तनों से प्राप्त रेशों में पर्याप्त तन्यता (tensile strength), शोषण क्षमता (absorbency), तथा मिश्रणीयता (blendability) होती है। उचित प्रसंस्करण (processing) के बाद ये रेशे सूती या जूट रेशों के साथ मिश्रित कर के वस्त्र निर्माण में प्रयुक्त हो सकते हैं। फिलीपीस, थार्फलैंड और भारत के कुछ हिस्सों में जलकुमी रेशे से हस्तनिर्मित बैग, मैट, टोपियाँ और पर्यावरण-अनुकूल कपड़े बनाए जा रहे हैं। इससे न केवल स्थानीय रोजगार में वृद्धि हो रही है, बल्कि जल निकायों की सफाई और पारिस्थितिक संतुलन भी कायम हो रहा है। फिर भी, इस नवाचार के समक्ष कुछ प्रमुख चुनौतियाँ हैं, जैसे रेशा निकालने की तकनीकी कठिनाइयाँ, उच्च नमी के कारण शीघ्र सड़न, और रेशों की सीमित लंबाई। इन समस्याओं को हल करने के लिए वैज्ञानिक प्रसंस्करण तकनीकें, रासायनिक उपचार (chemical treatment) और मरीनरी नवोन्मेष आवश्यक हैं। यदि इन पहलुओं पर संगठित अनुसंधान किया जाए तो जलकुमी आधारित वस्त्र उद्योग न केवल पर्यावरण संरक्षण में योगदान देगा, बल्कि कचरे से उपयोगी

संसाधन” (Waste to Wealth) की अवधारणा को भी साकार करेगा। अंततः, जलकुम्भी से फाइबर निर्माण न केवल परिधान उद्योग के लिए एक वैकल्पिक सामग्री प्रदान करता है, बल्कि ग्रामीण अर्थव्यवस्था, महिला सशक्तिकरण और हरित उद्यमिता के लिए भी एक टिकाऊ मार्ग प्रशस्त करता है। यह नवप्रयोग भारत की नई शिक्षा नीति (NEP 2020) के सतत विकास एवं नवाचार के लक्ष्यों से भी पूर्णतः सामंजस्य रखता है।

**मुख्य शब्द:** जलकुम्भी, प्राकृतिक रेशा, सतत परिधान, पर्यावरण-अनुकूल वस्त्र, नवाचार।

**1. प्रस्तावना :** जलकुम्भी (*Eichhornia crassipes*) एक तैरती हुई जलीय पर्णपाती वनस्पति है, जो विशेष रूप से उष्णकटिबंधीय एवं उप-उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में अत्यंत तीव्र गति से फैलती है। इसे विश्व की सबसे तेजी से बढ़ने वाली आक्रामक (invasive) प्रजातियों में गिना जाता है। एक बार जल निकाय में स्थापित होने के बाद यह पौधा कुछ ही सप्ताहों में पूरे तालाब, झील या नदी के हिस्से को ढक लेता है, जिससे जल में प्रकाश प्रवेश बाधित होता है, ऑक्सीजन का स्तर घट जाता है, और मछली एवं अन्य जलीय जीवों के जीवन चक्र पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। परिणामस्वरूप, यह पारिस्थितिक असंतुलन, सिंचाई बाधा, तथा जल की गुणवत्ता में गिरावट जैसी गंभीर समस्याएँ उत्पन्न करती हैं। ऐसे में, वैज्ञानिकों और पर्यावरणविदों ने इस “कचरा वनस्पति” (Waste Biomass) को उपयोगी संसाधन में परिवर्तित करने के उपाय खोजने शुरू किए हैं। इन नवोन्मेषी प्रयोगों में एक महत्वपूर्ण दिशा है जलकुम्भी से प्राकृतिक फाइबर (Natural Fiber) निकालना और उसे वस्त्र (Textile) एवं परिधान (Apparel) निर्माण में प्रयोग करना। यह उष्टिकोण न केवल पर्यावरणीय संकट का समाधान प्रस्तुत करता है, बल्कि सतत विकास (Sustainable Development) की दिशा में एक अभिनव कदम भी है। हाल के शोध अध्ययनों से यह स्पष्ट हुआ है कि जलकुम्भी के तने और पत्तियों में सूक्ष्म लेकिन उपयोगी तन्तु (fibrous cells) पाए जाते हैं, जिनमें पर्याप्त तन्यता (tensile strength), लचक (flexibility) और अवशोषण क्षमता (absorbency) होती है। यदि इन तंतुओं को उचित विधि से निकाला जाए और उनका वैज्ञानिक प्रसंस्करण किया जाए, तो ये सूती, जूट या बांस रेशों की तरह वस्त्र निर्माण में प्रयुक्त हो सकते हैं।

**Philippine Textile Research Institute (PTRI)** (2023) द्वारा किए गए एक अध्ययन में पाया गया कि जलकुम्भी से प्राप्त रेशों का उपयोग प्राकृतिक फाइबर मिश्रण (fiber blends) में किया जा सकता है, जिससे eco-textiles और handcrafted garments का निर्माण संभव होता है। इसी प्रकार, Directory of Open Access Journals (DOAJ) में प्रकाशित कई शोधपत्रों में जलकुम्भी रेशे के भौतिक गुणों जैसे उसकी घनत्व, मजबूती, और जैव-विद्युतशीलता (biodegradability) पर प्रकाश डाला गया है। भारत, थाईलैंड, और इंडोनेशिया जैसे देशों में जलकुम्भी फाइबर को ग्रामीण हस्तशिल्प उद्योग में प्रयोग करने के प्रयास भी हो रहे हैं। उदाहरणस्वरूप, असम और केरल के कुछ क्षेत्रों में महिलाएँ जलकुम्भी की डंठलों से प्राप्त रेशों से टोकरियाँ, बैग, मैट और सजावटी वस्त्र बनाकर स्थानीय बाजार में बेच रही हैं। यह न केवल पर्यावरण-अनुकूल उत्पादन का उदाहरण है, बल्कि ग्रामीण अर्थव्यवस्था और महिला सशक्तिकरण की दिशा में भी योगदान दे रहा है।

वर्तमान शोध लेख में हम जलकुम्भी-फाइबर के परिधान निर्माण में संभावित उपयोग, उसकी संरचनात्मक व यांत्रिक विशेषताएँ, प्रसंस्करण की तकनीकी चुनौतियाँ, तथा इस क्षेत्र में आगे के अनुसंधान एवं नवाचार की दिशाओं का विस्तृत विश्लेषण करेंगे। यह अध्ययन “कचरे से संसाधन” (Waste to Wealth) की अवधारणा पर आधारित है और सतत वस्त्र उद्योग की ओर एक व्यावहारिक पहल प्रस्तुत करता है।

**2. जलकुम्भी फाइबर : निष्कर्षण एवं गुण (Extraction and Properties of Water Hyacinth Fiber) :**

जलकुम्भी के तने और डंठल में छिपे तन्तु (fibrous strands) इसे एक संभावित प्राकृतिक फाइबर-स्रोत के रूप में प्रस्तुत करते हैं। *Eichhornia crassipes* का यह भाग संरचनात्मक रूप से हल्का, स्पंजी (spongy) और जलयुक्त

होता है, परंतु इसके भीतर उपस्थित सेल्युलोस (cellulose), हेमीसेल्युलोस (hemicellulose) और लिग्निन (lignin) जैसी रासायनिक संरचनाएँ इसे प्राकृतिक रेशों की श्रेणी में लाने योग्य बनाती हैं।

**(क) निष्कर्षण प्रक्रिया (Extraction Process) :** फाइबर निकालने की प्रक्रिया कई चरणों में संपन्न होती है। सबसे पहले जलकुम्ही के परिपक्व तनों को एकत्र कर उनके ऊपर की परतें हटाई जाती हैं। इसके बाद उन्हें जल में रेटिंग (retting) प्रक्रिया के लिए रखा जाता है। रेटिंग में सूक्ष्मजीवों की सहायता से पेक्टिन (pectin) तथा अन्य बंधक तत्व टूट जाते हैं, जिससे रेशा आसानी से अलग किया जा सकता है। एक अध्ययन (IJRAMT, 2022) में बताया गया कि लगभग **15–18 दिनों** की रेटिंग अवधि के बाद उत्तम गुणवत्ता के फाइबर प्राप्त किए जा सकते हैं। रेटिंग के उपरांत रेशों को धोकर धूप में सुखाया जाता है और फिर कटिंग या स्लिटिंग तकनीक से पतली फाइबर स्ट्रिप्स तैयार की जाती हैं। कुछ शोधों में यह भी सुझाया गया है कि यदि रेटिंग से पहले क्षारीय उपचार (alkaline treatment) किया जाए तो फाइबर का पृथक्करण और गुणवत्ता दोनों सुधरते हैं।

**(ख) भौतिक एवं यांत्रिक गुणधर्म (Physical and Mechanical Properties) :** जलकुम्ही फाइबर में लगभग 60–65% सेल्युलोस पाया गया है, जो इसे सूती (cotton) और जूट जैसे प्राकृतिक रेशों के समकक्ष बनाता है। इसके अतिरिक्त इसमें 15–20% हेमीसेल्युलोस और 8–12% लिग्निन की उपस्थिति होती है। यह संयोजन फाइबर को मजबूत, लचीला, और शोषक (absorbent) बनाता है। International Journal of Advanced Research (IJAR, 2014) में प्रकाशित अध्ययन “Processing of Water Hyacinth Fiber to Improve its Absorbency” में बताया गया कि क्षारीय (NaOH) और साबुन धोल द्वारा फाइबर को उपचारित करने से उसकी जल-अवशोषण क्षमता (absorbency) में उल्लेखनीय वृद्धि हुई। यह सुधार फाइबर की सूक्ष्म रंध्र संरचना (micro-porous structure) को खुला बनाता है, जिससे वह वस्त्र निर्माण में अधिक उपयुक्त हो जाता है।

जलकुम्ही फाइबर की औसत तन्यता शक्ति (tensile strength) लगभग 2.3–2.8 g/denier पार्ड गर्ड है, जो कम घनत्व वाले मिश्रित वस्त्रों के लिए पर्याप्त है। हालांकि इसकी लम्बाई एवं समानता (uniformity) कुछ सीमित होती है, जिसे मिश्रणीय (blended) यार्न निर्माण द्वारा सुधारा जा सकता है।

**(ग) मिश्रण यार्न एवं वस्त्र निर्माण (Blended Yarn and Fabric Production) :** Directory of Open Access Journals (DOAJ) में प्रकाशित “Physical Properties of Water Hyacinth, Polyester, and Cotton Blended Spun Yarn” शीर्षक अध्ययन में यह दर्शाया गया कि जलकुम्ही फाइबर को 15–35% अनुपात में कपास या पॉलिएस्टर के साथ मिलाकर व्यवहार्य यार्न तैयार किया जा सकता है। इस मिश्रित धागे से निर्मित वस्त्रों ने अच्छी वायु पारगम्यता (air permeability), नमी शोषण (moisture regain), और यांत्रिक मजबूती प्रदर्शित की। भारत और दक्षिण-पूर्व एशिया में, विशेषकर Philippine Textile Research Institute (PTRI) ने जलकुम्ही फाइबर को **20–35%** तक पॉलिएस्टर मिश्रणों में प्रयोग कर उसके प्रदर्शन का अध्ययन किया है। परिणामस्वरूप, इन मिश्रित वस्त्रों ने जैव-विद्युतशीलता, लचीलापन और हल्के वजन के कारण पर्यावरण-अनुकूल फैशन (eco-fashion) में संभावनाएँ दिखाई।

**(घ) उपयोग-विस्तार एवं औद्योगिक संभावना (Utilization and Industrial Potential) :** वर्तमान में जलकुम्ही फाइबर का प्रयोग केवल हस्तशिल्प वस्तुओं (crafts) तक सीमित नहीं है; बल्कि शोध के नए परिणाम बताते हैं कि इससे हैंडमेड फैब्रिक, सॉफ्ट फर्निशिंग, होम टेक्सटाइल्स और पैकेजिंग सामग्री भी विकसित की जा सकती है। PTRI (2023) द्वारा विकसित नमूनों में यह पाया गया कि फाइबर का मिश्रण वस्त्र को प्राकृतिक चमक (luster), हल्कापन और तापरोधक (insulating) गुण प्रदान करता है।

इसके अलावा, Rajamangala University of Technology Thanyaburi (RMUTT), Thailand ने अपने शोध में जलकुम्भी फाइबर से सृजनात्मक वस्त्र उत्पाद – जैसे हैंडबैग, टोपी, चटाई, और परिधान – तैयार किए हैं, जिन्हें बाजार में अच्छी स्वीकृति मिली है। यह दर्शाता है कि यदि जलकुम्भी फाइबर निष्कर्षण को व्यवस्थित तकनीकी आधार मिले, तो यह “वेस्ट टू वेल्थ” मॉडल का एक उत्कृष्ट उदाहरण बन सकता है।

**3. जलकुम्भी फाइबर के परिधान निर्माण में संभावनाएँ (Potential of Water Hyacinth Fiber in Apparel Production) :** वर्तमान समय में विश्वमर में सतत फैशन (Sustainable Fashion) और पर्यावरण-अनुकूल वस्त्र निर्माण (Eco-friendly Textile Production) की मांग तेजी से बढ़ रही है। इस परिप्रेक्ष्य में जलकुम्भी जैसे जैविक स्रोतों से प्राप्त प्राकृतिक फाइबर परिधान उद्योग में एक नवाचारी विकल्प के रूप में उभर रहे हैं। पारंपरिक वस्त्र उद्योग जहां कपास, ऊन, जूट और रेशम जैसे रेशों पर निर्भर है, वहाँ जलकुम्भी फाइबर इस उद्योग को एक ऐसा विकल्प प्रदान करता है जो सस्ता, नवीकरणीय (renewable) और पर्यावरण-संतुलित है।

(क) फाइबर की उपयोगिता और वस्त्र निर्माण की प्रक्रिया (Fiber Utility and Textile Processing) : जलकुम्भी से प्राप्त फाइबर की संरचना और बनावट (texture) इसे वस्त्र निर्माण के लिए अनुकूल बनाती है। इसका फाइबर हल्का, छिद्रयुक्त (porous) और अवशेषक होता है, जिससे यह सांस लेने योग्य (breathable) और आरामदायक वस्त्र निर्माण में उपयोगी साबित होता है। जब इसे कपास या पॉलिएस्टर जैसे फाइबर के साथ मिश्रित किया जाता है, तो इससे बनने वाला कपड़ा न केवल मुलायम और आकर्षक बनता है, बल्कि इसमें नमी अवशेषण और ताप-नियंत्रण (thermo-regulation) के गुण भी प्राप्त होते हैं।

उदाहरणस्वरूप, Abdul and Sivakumar (2020) के अध्ययन में जलकुम्भी, पॉलिएस्टर और कपास के मिश्रण से तैयार स्पन यार्न की मजबूती और लचीलापन का परीक्षण किया गया। परिणामों से स्पष्ट हुआ कि 20-25% जलकुम्भी फाइबर मिश्रण के साथ उत्पादित यार्न ने परिधान निर्माण के लिए उपयुक्त तन्यता और स्पर्शनीय गुणवत्ता (tactile quality) प्रदर्शित की। इस प्रकार, यह न केवल हस्तनिर्मित उत्पादों के लिए बल्कि अर्ध-औद्योगिक वस्त्र उत्पादन में भी संभावनाएँ रखता है।

(ख) सतत विकास और पर्यावरणीय लाभ (Sustainability and Environmental Benefits) : जलकुम्भी फाइबर का प्रयोग वस्त्र उद्योग को सतत विकास के लक्ष्यों (SDGs) की दिशा में अग्रसर करता है। यह फाइबर पूर्णतः जैव-विघटनशील (biodegradable) है और इसके निष्कर्षण में किसी भी प्रकार के हानिकारक रासायनिक तत्वों की आवश्यकता नहीं होती। जलकुम्भी का उपयोग करने से जलाशयों में इसका अत्यधिक फैलाव नियंत्रित होता है, जिससे जैव विविधता (biodiversity) और जल-गुणवत्ता (water quality) का संरक्षण होता है।

इसके अतिरिक्त, जलकुम्भी-आधारित परिधान उद्योग ग्रामीण समुदायों के लिए रोजगार सृजन (employment generation) का माध्यम बन सकता है। असम, केरल और फिलीपींस में महिलाओं द्वारा जलकुम्भी तनों से फाइबर निकालकर हैंडमेड उत्पाद तैयार किए जा रहे हैं, जिससे स्थानीय अर्थव्यवस्था को सशक्त आधार प्राप्त हुआ है। इस प्रकार यह न केवल पर्यावरणीय बल्कि सामाजिक और आर्थिक दृष्टि से भी लाभकारी सिद्ध हो रहा है।

(ग) नवाचार और डिज़ाइन संभावनाएँ (Innovation and Design Prospects): फैशन डिज़ाइनरों ने जलकुम्भी फाइबर की प्राकृतिक बनावट और रस्टिक लुक का उपयोग पर्यावरणीय फैशन (eco-fashion) में करना प्रारंभ किया है। इससे निर्मित वस्त्र प्राकृतिक रंगों और डिज़ाइनों के साथ “स्स्टेनेबल स्टाइल” का नया आयाम प्रस्तुत कर रहे हैं। Philippine Textile Research Institute (PTRI, 2023) के अनुसार, जलकुम्भी फाइबर का मिश्रण वस्त्रों को एक विशिष्ट प्राकृतिक चमक (luster) और सौम्य स्पर्श (soft feel) प्रदान करता है, जो पर्यावरण-जागरूक

उपभोक्ताओं को आकर्षित करता है।

इसके अलावा, 3D वीविंग और डिजिटल टेक्सटाइल तकनीकों के प्रयोग से जलकुम्भी फाइबर को नये डिज़ाइन प्रारूपों में ढालना संभव हो गया है। यह तकनीकी नवाचार भविष्य में बड़े पैमाने पर उत्पादन को व्यवहार्य बना सकता है।

(घ) तकनीकी और संरचनात्मक चुनौतियाँ (Technical and Structural Challenges): यद्यपि जलकुम्भी फाइबर में अनेक उपयोगी गुण हैं, फिर भी इसके औद्योगिक उपयोग में कुछ चुनौतियाँ बनी हुई हैं। इनमें फाइबर की असमान लंबाई (non-uniform length), उच्च नमी अवशोषण, तथा कम स्थायित्व (durability) प्रमुख हैं। साथ ही, बड़े पैमाने पर रेशा निकालने की मशीनरी का अभाव इसे अभी तक मुख्यधारा के वस्त्र उद्योग में प्रवेश करने से रोक रहा है।

इन चुनौतियों के समाधान के लिए शोधकर्ता रासायनिक पूर्व-उपचार (chemical pre-treatment), एंजाइमेटिक रेटिंग (enzymatic retting), और फाइबर ब्लॉडिंग तकनीक पर कार्य कर रहे हैं। यदि इन क्षेत्रों में प्रौद्योगिकीय सुधार किए जाएँ, तो जलकुम्भी फाइबर आधारित वस्त्र निर्माण औद्योगिक रूप से पूरी तरह सक्षम हो सकता है।

(ङ) आर्थिक और शैक्षणिक दृष्टि से प्रासंगिकता (Economic and Educational Relevance):

भारत की राष्ट्रीय शिक्षा नीति (NEP) 2020 में नवाचार, सतत विकास और स्थानीय संसाधनों के उपयोग पर विशेष बल दिया गया है। जलकुम्भी आधारित परिधान निर्माण इसी दिशा में एक व्यावहारिक उदाहरण प्रस्तुत करता है। यह न केवल शोध और कौशल-आधारित शिक्षा (Skill-based Education) को प्रोत्साहित करता है, बल्कि वेस्ट टू वेल्थ (Waste to Wealth) की अवधारणा को भी वास्तविक रूप देता है।

इस नवाचार से “ग्रीन फैशन” उद्योग में स्वदेशी उत्पादन (indigenous production) की संभावनाएँ भी बढ़ सकती हैं, जिससे भारत “पर्यावरण-संवेदनशील परिधान निर्यात” के क्षेत्र में वैश्विक स्तर पर प्रतिस्पर्धी बन सकेगा।

**4. चुनौतियाँ, समाधान एवं भविष्य की दिशा (Challenges, Solutions and Future Directions) :** यद्यपि जलकुम्भी फाइबर वस्त्र एवं परिधान उद्योग में एक अभिनव और सतत विकल्प के रूप में उमर रहा है, इसके औद्योगिक उपयोग की दिशा में कई व्यावहारिक, तकनीकी और आर्थिक चुनौतियाँ अभी भी विद्यमान हैं। इन चुनौतियों का समाधान ही इसे मुख्यधारा के वस्त्र उद्योग तक पहुँचाने की कुंजी है।

(क) प्रमुख चुनौतियाँ (Major Challenges) :

1. निष्कर्षण की जटिलता (Complex Extraction Process): जलकुम्भी के तने में नमी की मात्रा अत्यधिक (लगभग 90–92%) होती है, जिसके कारण फाइबर को अलग करना कठिन और समयसाध्य होता है। पारंपरिक रेटिंग प्रक्रिया में 15–20 दिन तक लगते हैं, जिससे बड़े पैमाने पर उत्पादन असुविधाजनक हो जाता है।
2. फाइबर की गुणवत्ता में असमानता (Irregular Fiber Quality): फाइबर की लम्बाई और मोटाई एकसमान नहीं होती, जिससे यार्न की एकरूपता (uniformity) प्रभावित होती है। इसका असर कपड़े की मजबूती और स्पर्शनीय गुणवत्ता पर पड़ता है।
3. उच्च नमी शोषण (High Moisture Absorption): जलकुम्भी फाइबर में जल-अवशोषण क्षमता अत्यधिक होती है, जिससे यह फंगल अटैक (fungal attack) और शीघ्र सड़न (decay) के प्रति संवेदनशील बन जाता है। यह वस्त्र की टिकाऊपन (durability) को कम करता है।
4. उद्योग स्तर पर तकनीकी अभाव (Lack of Industrial Technology): वर्तमान में जलकुम्भी फाइबर निष्कर्षण और प्रसंस्करण के लिए कोई मानकीकृत मशीनरी उपलब्ध नहीं है। अधिकतर कार्य हस्तचालित (manual) या छोटे पैमाने पर किया जाता है, जिससे लागत और श्रम बढ़ जाते हैं।

5. बाजार स्वीकार्यता (Market Acceptability): यद्यपि जलकुम्भी फाइबर से बने उत्पाद पर्यावरण-अनुकूल हैं, फिर भी उपभोक्ताओं में इनके प्रति जागरूकता और विश्वास का अभाव है। फैशन उद्योग को अभी तक यह प्रमाणित नहीं किया जा सका कि यह फाइबर वाणिज्यिक रूप से कपास या जूट का विकल्प बन सकता है।

#### (ख) संभावित समाधान (Possible Solutions) :

1. उन्नत तकनीकी निष्कर्षण (Advanced Extraction Techniques): एंजाइमेटिक रेटिंग (Enzymatic Retting) और अल्कलाइन प्री-ट्रीटमेंट जैसी वैज्ञानिक तकनीकों का प्रयोग रेशों की गुणवत्ता को बढ़ा सकता है और निष्कर्षण की अवधि घटा सकता है। इस दिशा में PTRI और IJRAMT (2022) के शोधों ने उत्साहजनक परिणाम दिए हैं।
2. फाइबर ब्लेंडिंग और केमिकल ट्रीटमेंट (Fiber Blending and Chemical Modification): जलकुम्भी फाइबर को कपास, जूट, या पॉलिइस्टर के साथ मिश्रित करके यांत्रिक गुणों में सुधार किया जा सकता है। इसके अतिरिक्त, NaOH या  $H_2O_2$  जैसे रासायनिक उपचार से सतह की संरचना को चिकना बनाकर वस्त्र की गुणवत्ता में वृद्धि संभव है।
3. स्थानीय उत्पादन एवं प्रशिक्षण (Local Production and Skill Training): ग्रामीण क्षेत्रों में छोटे पैमाने पर फाइबर प्रसंस्करण इकाइयाँ स्थापित कर महिला स्व-सहायता समूहों (Self-Help Groups) को प्रशिक्षण दिया जा सकता है। इससे न केवल रोजगार बढ़ेगा, बल्कि स्थानीय स्तर पर जल निकायों की सफाई और पर्यावरण संरक्षण भी होगा।
4. सरकारी एवं संस्थागत सहयोग (Government and Institutional Support): भारत की राष्ट्रीय शिक्षा नीति (NEP 2020) में नवाचार, उद्यमिता, और सतत विकास को प्रोत्साहन देने की बात कही गई है। इस नीति के अंतर्गत टेक्सटाइल डिजाइन संस्थानों, कृषि विश्वविद्यालयों और कौशल मिशनों को जलकुम्भी फाइबर परियोजनाओं से जोड़ा जा सकता है।
5. बाजार संवर्धन और उपभोक्ता शिक्षा (Market Promotion and Consumer Awareness): 'इको-फैशन' और 'ग्रीन ब्रांडिंग' के माध्यम से उपभोक्ताओं में जलकुम्भी उत्पादों के प्रति विश्वास और आकर्षण बढ़ाया जा सकता है। फैशन प्रदर्शनियों, सामाजिक अभियानों और डिजिटल प्लेटफॉर्म्स के माध्यम से इनके प्रचार की आवश्यकता है।

#### (ग) भविष्य की दिशा (Future Directions) :

1. शोध एवं नवाचार (Research and Innovation) : आवश्यक है कि जलकुम्भी फाइबर पर आणविक स्तर (molecular level) पर अध्ययन कर उसकी संरचनात्मक विशेषताओं का मानकीकरण किया जाए। इसके अलावा, biopolymer composites और nanocellulose आधारित अनुप्रयोगों पर भी कार्य किया जा सकता है।
2. औद्योगिक सहयोग (Industry-Academia Collaboration) : रैक्षणिक संस्थानों और टेक्सटाइल उद्योग के बीच साझेदारी से नई तकनीकें विकसित हो सकती हैं, जिससे जलकुम्भी आधारित वस्त्र व्यावसायिक रूप से अधिक प्रतिस्पर्धी बन सकें।
3. ग्रीन टेक्नोलॉजी का एकीकरण (Integration of Green Technology) : भविष्य में सौर ऊर्जा आधारित ड्राइंग सिस्टम, जैव-आधारित डाई (bio-dyes), और पुनर्चक्रण तकनीक को जलकुम्भी फाइबर उत्पादन से जोड़ा जा सकता है।

4. सामाजिक-आर्थिक एकीकरण (Socio-Economic Integration) : यह फाइबर ग्रामीण अर्थव्यवस्था को नया आधार प्रदान कर सकता है, विशेषकर महिला उद्यमिता और स्वावलंबन के क्षेत्र में। इसके साथ, यह जल-प्रदूषण नियंत्रण की दिशा में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है।

निष्कर्षतः, जलकुम्ही फाइबर परिधान निर्माण में एक हरित, स्वस्ता और सतत विकल्प सिद्ध हो सकता है। यद्यपि इसके औद्योगिक विस्तार हेतु अभी कुछ तकनीकी सुधार आवश्यक हैं, परन्तु यह नवाचार "वेस्ट टू वेल्थ" और "सतत विकास" की अवधारणाओं को वास्तविक रूप में मूर्त करता है। भारत जैसे विकासशील देशों के लिए यह न केवल एक पर्यावरणीय समाधान है, बल्कि आर्थिक आत्मनिर्भरता की दिशा में भी सशक्त कदम है।

## 5. सुझाव :

- छोटे पैमाने पर प्रोसेसिंग इकाइयाँ स्थापित करना जो जलकुम्ही के संकलन-फाइबर उत्पादन-यार्निंग के मॉडल तैयार करें।
- मिश्रण यार्न में जलकुम्ही-फाइबर को 10-30 % तक उपयोग करके कपड़ा विकास व उपभोक्ता परीक्षण करें।
- फाइबर-उपचार (कैल्कीन, अल्कली ट्रिटमेंट, सफाई) व यार्न गुणों (तार-मजबूती, सोख क्षमता, धारण क्षमता) पर विस्तृत अध्ययन। उदाहरण स्वरूप S. Punitha एवं सह-लेखकों का अध्ययन
- उपभोक्ता-स्वीकृति व बाजार परीक्षण: डिजाइन-उन्मुख कपड़े, उपभोक्ता प्रतिक्रिया तथा मूल्य निर्धारण मॉडल विकसित करना।
- कीमत व लागत-मॉडल विश्लेषण: यह निर्धारित करना कि क्या जलकुम्ही-फाइबर मिश्रित कपड़ा पारंपरिक कपड़े-मूल्य स्तर पर प्रतिस्पर्धी हो सकता है।
- स्थिरता व पर्यावरण-लाभ मापन: जलकुम्ही हटाना + संसाधित करना v/s सिंथेटिक फाइबर उत्पादन के पर्यावरणीय प्रभाव की तुलनात्मक समीक्षा।
- भारत सहित अन्य एशियाई देशों में स्थानीय जलकुम्ही-संकलन-प्रक्रियाओं के अनुकूल मॉडल विकसित करना।

6. निष्कर्ष : जलकुम्ही-फाइबर वस्त्र एवं परिधान उद्योग के लिए एक प्रगतिशील और पर्यावरण-अनुकूल विकल्प के रूप में उभर रहा है। यह नवाचार केवल एक जलीय अपरिष्ठ या पर्यावरणीय समस्या को संसाधन में बदलने का अवसर नहीं देता, बल्कि यह सतत विकास (Sustainable Development), परिपत्र अर्थव्यवस्था (Circular Economy) और हरित फैशन (Green Fashion) के सिद्धांतों को मूर्त रूप भी प्रदान करता है। जलकुम्ही, जिसे पारंपरिक रूप से एक अवांछित जल-वनस्पति माना जाता है, वास्तव में बायोसेल्युलोस और लिग्नोसेल्युलोस फाइबर का समृद्ध स्रोत है, जो प्राकृतिक फाइबर के समान अनेक उपयोगों में प्रयोग हो सकता है। शोध परिणामों से स्पष्ट होता है कि जलकुम्ही से प्राप्त रेशा पर्याप्त लचीलापन, मजबूती और शोषण क्षमता रखता है, जो इसे कपास या जूट जैसी पारंपरिक फाइबर सामग्री के पूरक के रूप में उपयोगी बनाता है। उचित रासायनिक और यांत्रिक उपचार से इस फाइबर की गुणवत्ता में सुधार संभव है, जिससे इसे सूत कातने (spinning), बुनाई (weaving), और परिधान निर्माण में व्यावसायिक रूप से अपनाया जा सकता है। इसके अतिरिक्त, जलकुम्ही का प्रयोग मिश्रित यार्न (blended yarn) और गृह-सज्जा उत्पादों (home décor products) जैसे कि टोकरी, मैट, परदे, हैंडबैग और पर्यावरण-अनुकूल कपड़ों में भी किया जा सकता है। यद्यपि इस दिशा में तकनीकी, संरचनात्मक, और बाजार-आधारित चुनौतियाँ बनी हुई हैं, फिर भी ये चुनौतियाँ अपरिहार्य नहीं हैं। यदि सरकार, शोध संस्थान, और उद्योग एक साझा ढाँचा तैयार करें जहाँ जलकुम्ही फाइबर निष्कर्षण, प्रसंस्करण, प्रशिक्षण, और विपणन के लिए नवाचार और सहयोग सुनिश्चित हो तो यह परियोजना ग्रामीण विकास, महिला उद्यमिता और जल-संसाधन प्रबंधन के लिए एक मॉडल बन सकती है। इसके अतिरिक्त, राष्ट्रीय शिक्षा नीति (NEP 2020) के नवाचार और कौशल-आधारित शिक्षा पर बल देने के तहत

जलकुम्भी-फाइबर आधारित वस्त्र-निर्माण को डिजाइन, टेक्सटाइल, और पर्यावरणीय अध्ययन के क्षेत्रों में एक शिक्षणीय परियोजना के रूप में भी समाहित किया जा सकता है। इससे न केवल छात्रों में सृजनात्मकता और उद्यमिता का विकास होगा, बल्कि स्थानीय स्तर पर पर्यावरणीय समस्याओं का भी समाधान खोजा जा सकेगा।

भविष्य में यदि इस फाइबर को जैव-आधारित डाई (bio-based dyes), नैनो-टेक्सटाइल (nano-textile) और स्मार्ट फैब्रिक तकनीक से जोड़ा जाए, तो यह वैश्विक हरित वस्त्र बाजार में एक नवीन पहचान स्थापित कर सकता है। जलकुम्भी फाइबर का यह नवप्रयोग “वेस्ट टू वेल्थ” की अवधारणा को वास्तविकता में बदलने की क्षमता रखता है जहाँ प्रकृति के अपरिष्ट को रचनात्मकता, रोजगार और स्थिरता के प्रतीक के रूप में रूपांतरित किया जा सकता है। अतः निष्कर्षः कहा जा सकता है कि जलकुम्भी फाइबर केवल एक विकल्प नहीं, बल्कि वस्त्र उद्योग में सतत भविष्य की दिशा में अग्रसर होने का माध्यम है। यदि वैज्ञानिक नवाचार, नीति समर्थन और बाजार सहयोग एक साथ कार्य करें, तो यह फाइबर भारत सहित विश्व के टेक्सटाइल उद्योग में एक हरित क्रांति (Green Revolution in Textiles) का सूत्रपात कर सकता है।

### **सन्दर्भ सूची :**

1. फिलिपीस टेक्सटाइल अनुसंधान संस्थान (PTRI). (2023). शोधकर्ताओं ने जलकुम्भी को प्राकृतिक फाइबर स्रोत के रूप में उपयोग की संभावना पर ध्यान केंद्रित किया। विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, फिलिपीस।
2. पुनीथा, एस., एवं सह-लेखक। (2014). जलकुम्भी फाइबर की सोखने की क्षमता में सुधार हेतु उसका प्रसंस्करण। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ एडवांस रिसर्च (IJAR), 2(11), 1021–1025।
3. प्रकाश, एम., एवं कन्नन, आर. (2021). वस्त्र अनुप्रयोगों के लिए एक वैकल्पिक प्राकृतिक फाइबर के रूप में जलकुम्भी फाइबर। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ रिसर्च एंड एनालिटिकल रिव्यू (IJRAR), 8(2), 225–232।
4. डीओएसटी-पीटीआरआई (DOST-PTRI). (2021). फिलिपीस में पर्यावरण-अनुकूल वस्त्रों हेतु जलकुम्भी का उपयोग। सरकारी अनुसंधान पत्र।
5. रामेश, पी., एवं कुमार, एस. (2022). वस्त्र मिश्रणों हेतु जलकुम्भी फाइबर का विश्लेषण। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ रिसेंट एडवांसेज इन मल्टीडिसिप्लिनरी टॉपिक्स (IJRAMT), 3(6), 78–84।
6. राजमंगल यूनिवर्सिटी ऑफ टेक्नोलॉजी थान्याबुरी (RMUTT) इंजीनियरिंग संकाय। (2019). जलकुम्भी फाइबर से बने रचनात्मक वस्त्र उत्पाद। थाईलैंड: राजमंगल यूनिवर्सिटी ऑफ टेक्नोलॉजी थान्याबुरी।
7. सिंह, डी., एवं नायक, पी. (2023). प्राकृतिक फाइबर निष्कर्षण में पर्यावरण-अनुकूल नवाचार: जलकुम्भी अनुप्रयोगों पर समीक्षा। टेक्सटाइल रिसर्च इनोवेशन्स जर्नल, 4(1), 45–59।
8. विश्व पर्यावरण संगठन (UNEP). (2020). इको-टेक्सटाइल्स और सतत वस्त्र उत्पादन में जल आधारित पौधों की भूमिका। संयुक्त राष्ट्र पर्यावरण कार्यक्रम रिपोर्ट, जिनेवा।
9. भारतीय कपड़ा प्रौद्योगिकी संस्थान (IIT Delhi, Textile Department). (2022). जलकुम्भी से सेल्युलोसिक फाइबर निकालने की प्रयोगात्मक प्रक्रिया पर अध्ययन। अनुसंधान परियोजना रिपोर्ट, भारत सरकार, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्रालय।

