http://krishipravahika.vitalbiotech.org/

कृषि प्रवाहिका: ई-समाचार पत्रिका

e-ISSN: 2583 – 0430

कृषि-प्रवाहिका: ई-समाचार पत्रिका, (2026) वर्ष 6, अंक 7, 91-97

Article ID:634

केज कल्चर में बहु-पोषणीय एकीकृत जलीय कृषि (IMTA) की संभावनाएँ

शुभम पाटीदार[1*], रामदीन कुमार[2], रवि कुमार[2], रवि पटेल[2]

[1]शोध छात्र, सेज यूनिवर्सिटी, भोपाल, मध्य प्रदेश,
[2]सहायक प्राध्यापक, कृषि संकाय, एकलव्य विश्वविद्यालय, दमोह, मध्य प्रदेश – 470661

*अनुरूपी लेखक

शुभम पाटीदार*

बहु-पोषणीय एकीकृत जलीय कृषि एक आधुनिक एवं टिकाऊ जलीय कृषि प्रणाली है, जिसमें विभिन्न पोषण स्तरों वाले जलीय जीवों जैसे मछली, शैवाल, शेलफिश तथा अन्य जलीय जीवों को एक ही उत्पादन प्रणाली में एकीकृत रूप से पाला जाता है। इस प्रणाली का मुख्य उद्देश्य एक प्रजाति से उत्पन्न अपशिष्ट पोषक तत्वों का उपयोग दूसरी प्रजातियों द्वारा करना है, जिससे पर्यावरणीय प्रभाव कम होता है और उत्पादन क्षमता बढ़ती है। केज कल्चर में IMTA प्रणाली जलाशयों, झीलों और तटीय क्षेत्रों में मछली उत्पादन के साथ-साथ पोषक तत्व पुनर्चक्रण, जल गुणवत्ता सुधार और अतिरिक्त आय के अवसर प्रदान करती है। यह प्रणाली संसाधनों के कुशल उपयोग, पर्यावरण संरक्षण और सतत जलीय कृषि विकास के लिए एक प्रभावी विकल्प है।

1. परिचय

जलीय कृषि (Aquaculture) विश्व में तेजी से बढ़ता हुआ खाद्य उत्पादन क्षेत्र है। बढ़ती जनसंख्या और प्रोटीन की मांग के कारण मछली उत्पादन में वृद्धि की आवश्यकता बढ़ रही है। परंपरागत जलीय कृषि प्रणालियों में अक्सर एक ही प्रजाति का गहन उत्पादन किया जाता है, जिससे जल प्रदूषण, पोषक तत्वों का असंतुलन और पर्यावरणीय समस्याएँ उत्पन्न हो सकती हैं। केज कल्चर (Cage Culture) एक ऐसी प्रणाली है जिसमें मछलियों को जाल से बने पिंजरों में प्राकृतिक जल निकायों जैसे झील, जलाशय या नदी में पाला जाता है। हालांकि, अत्यधिक घनत्व पर मछली पालन से अवशेष भोजन, मल और पोषक तत्वों का संचय हो सकता है। इन समस्याओं के समाधान के लिए बहु-पोषणीय एकीकृत जलीय कृषि (IMTA) एक प्रभावी तकनीक के रूप में विकसित हुई है। इसमें विभिन्न पोषण स्तरों के जीवों को एक साथ पालकर पोषक तत्वों का पुन: उपयोग किया जाता है।

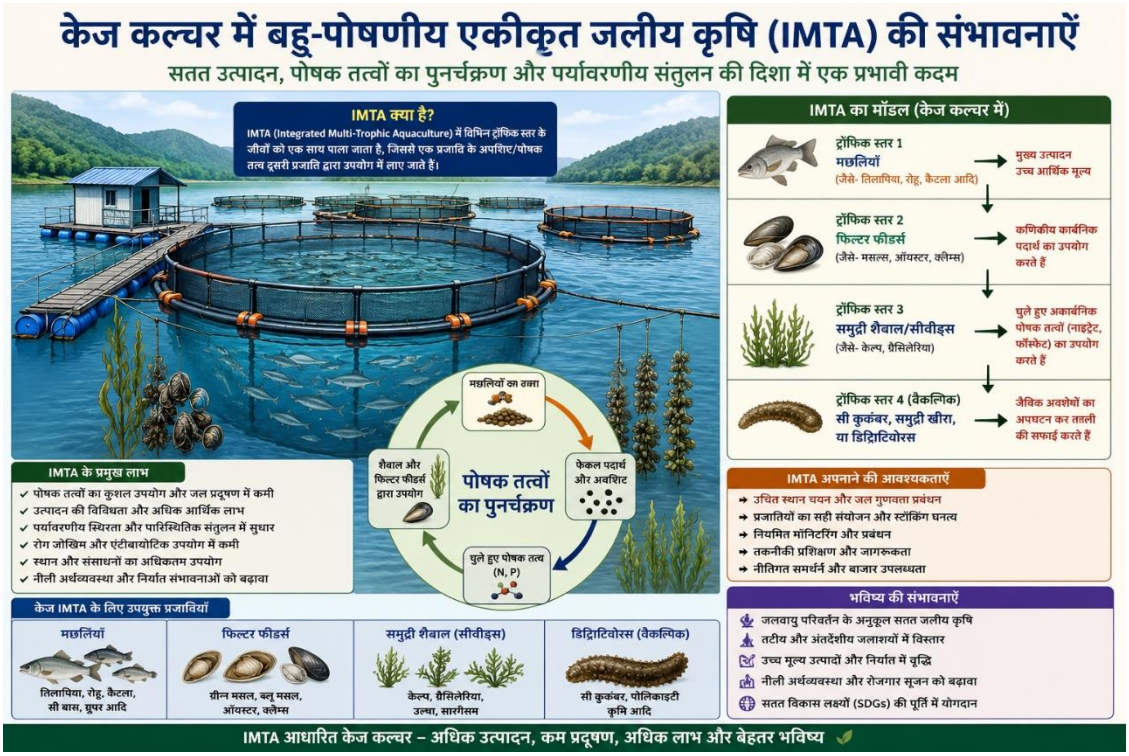
2. बहु-पोषणीय एकीकृत जलीय कृषि (IMTA) का अर्थ एवं परिभाषा

अर्थ

IMTA एक ऐसी जलीय कृषि प्रणाली है जिसमें विभिन्न पोषण स्तरों वाले जीवों को वैज्ञानिक तरीके से एक साथ विकसित किया जाता है ताकि एक जीव से उत्पन्न अपशिष्ट दूसरे जीव के लिए पोषण स्रोत बन सके।

परिभाषा

बहु-पोषणीय एकीकृत जलीय कृषि (IMTA) वह प्रणाली है जिसमें मछली जैसे उच्च पोषण स्तर वाले जीवों के साथ शैवाल, जलीय पौधे या शेलफिश जैसे निम्न पोषण स्तर वाले जीवों का पालन किया जाता है, जिससे पोषक तत्वों का पुनर्चक्रण और पर्यावरणीय संतुलन बनाए रखा जा सके।



3. केज कल्चर का परिचय

केज कल्चर (Cage Culture) जलीय कृषि की एक आधुनिक एवं प्रभावी तकनीक है, जिसमें मछलियों को विशेष रूप से तैयार किए गए जालदार पिंजरों (Cages) में प्राकृतिक जल स्रोतों जैसे झीलों, जलाशयों, नदियों और तटीय क्षेत्रों में पाला जाता है। इस प्रणाली में मछलियों को नियंत्रित वातावरण प्राप्त होता है, जबकि जल का प्राकृतिक प्रवाह बना रहता है। केज कल्चर सीमित भूमि संसाधनों वाले क्षेत्रों में मछली उत्पादन बढ़ाने का एक महत्वपूर्ण माध्यम है।

केज कल्चर में मछलियों की वृद्धि, आहार प्रबंधन, जल गुणवत्ता और स्वास्थ्य की नियमित निगरानी की जाती है। यह प्रणाली कम क्षेत्र में अधिक उत्पादन प्राप्त करने तथा प्राकृतिक जल संसाधनों के बेहतर उपयोग में सहायक होती है। हालांकि, अधिक घनत्व पर केवल मछली पालन करने से अवशिष्ट भोजन, मल एवं पोषक तत्वों का संचय हो सकता है, जिससे जल गुणवत्ता प्रभावित होती है। इसलिए बहु-पोषणीय एकीकृत जलीय कृषि (IMTA) प्रणाली केज कल्चर को अधिक टिकाऊ और पर्यावरण-अनुकूल बनाती है।

केज कल्चर के प्रमुख घटक

1. केज संरचना

केज संरचना जलीय कृषि प्रणाली का मुख्य भाग होती है, जो मछलियों को सुरक्षित रखने और उनके प्रबंधन में सहायता करती है।

मुख्य घटक:

जाल से बने पिंजरे

मजबूत एवं टिकाऊ जाल से निर्मित होते हैं।

- मछलियों को सीमित क्षेत्र में सुरक्षित रखते हैं।
- जल का निरंतर आवागमन बनाए रखते हैं।

फ्लोटिंग फ्रेम

- केज को पानी की सतह पर स्थिर बनाए रखता है।
- प्लास्टिक, धातु या अन्य तैरने वाली सामग्री से बनाया जाता है।

एंकरिंग प्रणाली (Anchoring System)

- केज को तेज बहाव, हवा और जल स्तर में परिवर्तन से सुरक्षित रखती है।
- जलाशय या नदी में केज की स्थिरता बनाए रखती है।

2. केज कल्चर में पालन योग्य प्रमुख मछली प्रजातियाँ

केज कल्चर में ऐसी मछली प्रजातियों का चयन किया जाता है जो तेज वृद्धि करने वाली, रोग प्रतिरोधी, जल परिस्थितियों के अनुकूल तथा बाजार में अधिक मांग वाली हों। प्रमुख प्रजातियों में रोहू *(Labeo rohita)*, कतला (*Catla catla*), मृगल (*Cirrhinus mrigala*), तिलापिया (Tilapia), पंगास *(Pangasianodon hypophthalmus)* और ट्राउट (Trout) शामिल हैं। रोहू, कतला और मृगल भारतीय प्रमुख कार्प प्रजातियाँ हैं, जो उच्च उत्पादन क्षमता और बेहतर बाजार मूल्य प्रदान करती हैं। तिलापिया और पंगास तेजी से बढ़ने वाली व्यावसायिक प्रजातियाँ हैं, जबकि ट्राउट ठंडे जल क्षेत्रों के लिए उपयुक्त उच्च मूल्य वाली मछली है। इन प्रजातियों का चयन जलवायु, जल गुणवत्ता और बाजार मांग के आधार पर किया जाता है।

3. केज कल्चर के लाभ

कम भूमि की आवश्यकता

केज कल्चर में भूमि की आवश्यकता बहुत कम होती है क्योंकि उत्पादन प्राकृतिक जल स्रोतों में किया जाता है। इससे सीमित भूमि वाले क्षेत्रों में भी मछली उत्पादन संभव होता है।

उच्च उत्पादन क्षमता

नियंत्रित प्रबंधन, उचित आहार और बेहतर निगरानी के कारण प्रति इकाई क्षेत्र अधिक उत्पादन प्राप्त किया जा सकता है।

प्राकृतिक जल संसाधनों का उपयोग

झीलों, जलाशयों और नदियों जैसे उपलब्ध जल संसाधनों का प्रभावी उपयोग किया जाता है, जिससे जलीय कृषि का विस्तार संभव होता है।

बेहतर प्रबंधन सुविधा

केज में मछलियों की वृद्धि, स्वास्थ्य, आहार और उत्पादन की निगरानी करना आसान होता है। इससे रोग नियंत्रण और उत्पादन प्रबंधन बेहतर होता है।

केज कल्चर की सीमाएँ और IMTA की आवश्यकता

केज कल्चर मछली उत्पादन बढ़ाने की एक प्रभावी तकनीक है, लेकिन अत्यधिक घनत्व पर केवल एक ही प्रजाति का पालन करने से पर्यावरणीय समस्याएँ उत्पन्न हो सकती हैं। मछलियों द्वारा छोड़ा गया अवशिष्ट भोजन और मल जल में नाइट्रोजन एवं फास्फोरस की मात्रा बढ़ा सकता है, जिससे जल गुणवत्ता प्रभावित होती है। इसके कारण ऑक्सीजन की कमी, जल प्रदूषण और जलीय पारिस्थितिकी तंत्र पर नकारात्मक प्रभाव पड़ सकता है। इन समस्याओं के समाधान के लिए बहु-पोषणीय एकीकृत जलीय कृषि (IMTA) आवश्यक है, जिसमें विभिन्न जलीय जीव पोषक तत्वों का पुनर्चक्रण कर पर्यावरण संतुलन बनाए रखते हैं।

4. केज कल्चर में IMTA की कार्यप्रणाली

IMTA प्रणाली पोषक तत्वों के प्राकृतिक चक्र पर आधारित होती है।

4.1 मछली पालन

IMTA प्रणाली में मछलियों को मुख्य उत्पादन इकाई (Fed Species) के रूप में रखा जाता है। मछलियों को दिए गए आहार से कुछ पोषक तत्व वृद्धि में उपयोग होते हैं, जबकि शेष अपशिष्ट के रूप में जल में मिल जाते हैं। मछली पालन से जल में नाइट्रोजन, फास्फोरस और कार्बनिक पदार्थों की मात्रा बढ़ सकती है। IMTA प्रणाली में इन पोषक तत्वों का उपयोग शैवाल एवं अन्य जलीय जीवों द्वारा किया जाता है, जिससे जल गुणवत्ता बनी रहती है और पर्यावरणीय प्रभाव कम होते हैं।

4.2 शैवाल एवं जलीय पौधे

IMTA प्रणाली में शैवाल एवं जलीय पौधे महत्वपूर्ण **Extractive Species** के रूप में कार्य करते हैं। ये मछलियों से उत्पन्न अतिरिक्त पोषक तत्वों जैसे नाइट्रोजन और फास्फोरस को अवशोषित करके अपनी वृद्धि में उपयोग करते हैं। इससे जल में पोषक तत्वों का संतुलन बना रहता है और प्रदूषण कम होता है। शैवाल एवं जलीय पौधे जल गुणवत्ता सुधारने, प्रकाश संश्लेषण द्वारा ऑक्सीजन उत्पादन करने तथा खाद्य, जैव उर्वरक और अन्य उपयोगी जैव उत्पाद उपलब्ध कराने में सहायक होते हैं।

4.3 शेलफिश एवं अन्य जीव

IMTA प्रणाली में शेलफिश एवं अन्य फिल्टर फीडर जीव महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। ये जीव जल में

उपस्थित कार्बनिक पदार्थों, सूक्ष्म कणों और अतिरिक्त जैव पदार्थों को ग्रहण करके पोषक तत्वों का पुनर्चक्रण करते हैं। इससे जल की गुणवत्ता में सुधार होता है और जलीय पर्यावरण संतुलित रहता है। प्रमुख शेलफिश प्रजातियों में **सीप (Oyster), मसल्स (Mussels) और क्लैम (Clams)** शामिल हैं। ये जीव प्राकृतिक जल शुद्धिकरण में सहायता करते हैं तथा अतिरिक्त आर्थिक उत्पाद भी प्रदान करते हैं।

5. केज कल्चर में IMTA के प्रमुख घटक

5.1 मछली

IMTA प्रणाली में मछली मुख्य आर्थिक घटक के रूप में कार्य करती है। मछली पालन से उच्च मूल्य वाले जलीय उत्पाद प्राप्त होते हैं, जो मानव पोषण के लिए महत्वपूर्ण प्रोटीन स्रोत प्रदान करते हैं। मछली उत्पादन किसानों और मत्स्य पालकों के लिए नियमित आर्थिक आय का प्रमुख साधन बनता है। IMTA में मछली से उत्पन्न पोषक तत्वों का उपयोग अन्य जलीय जीवों द्वारा किया जाता है, जिससे उत्पादन प्रणाली अधिक टिकाऊ और पर्यावरण-अनुकूल बनती है।

5.2 शैवाल

IMTA प्रणाली में शैवाल एवं सूक्ष्म शैवाल (Algae) महत्वपूर्ण जैव-निष्कर्षण घटक (Extractive Component) के रूप में कार्य करते हैं। ये मछलियों से उत्पन्न अतिरिक्त पोषक तत्वों जैसे नाइट्रोजन और फास्फोरस को अवशोषित करके अपनी वृद्धि में उपयोग करते हैं। शैवाल जल में पोषक तत्वों की अधिकता को नियंत्रित कर प्रदूषण कम करने में सहायता करते हैं। इसके अतिरिक्त शैवाल का उपयोग खाद्य पदार्थों, जैव उर्वरक, पशु आहार तथा जैव ईंधन उत्पादन में किया जा सकता है, जिससे अतिरिक्त आर्थिक लाभ प्राप्त होता है।

5.3 फिल्टर फीडर जीव

IMTA प्रणाली में फिल्टर फीडर जीव महत्वपूर्ण जैविक घटक के रूप में कार्य करते हैं। ये जीव जल में उपस्थित सूक्ष्म कणों, प्लवक (Plankton) और कार्बनिक पदार्थों को छानकर भोजन के रूप में ग्रहण करते हैं। इससे जल में मौजूद अतिरिक्त जैव पदार्थों की मात्रा कम होती है और जल की गुणवत्ता में सुधार होता है। फिल्टर फीडर जीव प्राकृतिक जल शुद्धिकरण में सहायता करते हैं, अतिरिक्त उत्पादन प्रदान करते हैं तथा जलीय पारिस्थितिकी तंत्र में पर्यावरणीय संतुलन बनाए रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

6. केज कल्चर में IMTA के लाभ

6.1 पर्यावरणीय लाभ

IMTA प्रणाली जलीय कृषि में पर्यावरणीय संतुलन बनाए रखने वाली एक टिकाऊ तकनीक है। यह मछली पालन से उत्पन्न अपशिष्ट पोषक तत्वों का पुनर्चक्रण करके जल प्रदूषण को कम करती है। शैवाल, जलीय पौधे और फिल्टर फीडर जीव अतिरिक्त नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा कार्बनिक पदार्थों का उपयोग करते हैं। इसके परिणामस्वरूप जल गुणवत्ता में सुधार होता है, पोषक तत्वों का संतुलन बना रहता है और जलीय जैव विविधता का संरक्षण होता है। IMTA प्राकृतिक संसाधनों के सतत उपयोग को बढ़ावा देती है।

6.2 आर्थिक लाभ

IMTA प्रणाली एक ही उत्पादन इकाई में मछली, शैवाल और अन्य जलीय जीवों का पालन करके विभिन्न उत्पाद प्राप्त करने का अवसर प्रदान करती है। इससे किसानों और मत्स्य पालकों को अतिरिक्त आय के स्रोत मिलते हैं तथा केवल एक फसल या प्रजाति पर निर्भरता कम होती है। पोषक तत्वों के बेहतर उपयोग और संसाधनों के पुनर्चक्रण से उत्पादन लागत कम होती है। यह प्रणाली आर्थिक जोखिमों को घटाकर जलीय कृषि को अधिक लाभकारी बनाती है।

6.3 उत्पादन क्षमता में वृद्धि

IMTA प्रणाली उपलब्ध पोषक तत्वों का अधिकतम उपयोग करके उत्पादन क्षमता में वृद्धि करती है। मछली से उत्पन्न अपशिष्ट का उपयोग शैवाल और अन्य जलीय जीवों द्वारा किया जाता है, जिससे संसाधनों की बर्बादी कम होती है। इसके परिणामस्वरूप जीवों की बेहतर वृद्धि, उच्च उत्पादन और कम उत्पादन लागत प्राप्त होती है।

यह प्रणाली सीमित संसाधनों में अधिक जैव उत्पादन प्राप्त करने का प्रभावी माध्यम है।

6.4 सतत जलीय कृषि को बढ़ावा

IMTA पर्यावरण-अनुकूल और दीर्घकालिक जलीय कृषि उत्पादन मॉडल प्रदान करती है। यह प्रणाली अपशिष्ट उत्पादन को कम करती है और प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण में सहायता करती है। विभिन्न जलीय जीवों के बीच पोषक तत्वों का पुनर्चक्रण होने से जल गुणवत्ता बेहतर बनी रहती है। IMTA जल संसाधनों के संतुलित उपयोग, पर्यावरण संरक्षण और भविष्य की खाद्य सुरक्षा के लिए एक महत्वपूर्ण सतत कृषि तकनीक के रूप में विकसित हो रही है।

7. केज कल्चर में IMTA की संभावनाएँ

7.1 जलाशयों में उपयोग

भारत में बड़े जलाशयों, बांधों और झीलों में केज कल्चर आधारित IMTA प्रणाली के विस्तार की व्यापक संभावनाएँ हैं। इस प्रणाली के माध्यम से मछली उत्पादन बढ़ाने के साथ-साथ जल गुणवत्ता को बनाए रखा जा सकता है। शैवाल और अन्य जलीय जीव अतिरिक्त पोषक तत्वों का उपयोग करके पर्यावरण संतुलन बनाए रखते हैं। IMTA जलाशय आधारित जलीय कृषि को अधिक टिकाऊ बनाकर स्थानीय समुदायों के लिए रोजगार और आय के नए अवसर प्रदान कर सकती है।

7.2 तटीय क्षेत्रों में संभावनाएँ

तटीय क्षेत्रों में मछली, शैवाल और शेलफिश आधारित IMTA प्रणाली विकसित करने की अच्छी संभावनाएँ हैं। यह प्रणाली समुद्री संसाधनों का बेहतर उपयोग करते हुए विभिन्न प्रकार के उच्च मूल्य वाले उत्पादों का उत्पादन कर सकती है। शैवाल और शेलफिश के उत्पादन से निर्यात योग्य उत्पाद प्राप्त किए जा सकते हैं। इसके अतिरिक्त, IMTA समुद्री पर्यावरण संरक्षण, जल गुणवत्ता सुधार और तटीय क्षेत्रों में सतत जलीय कृषि विकास को बढ़ावा देती है।

7.3 ग्रामीण आजीविका में योगदान

IMTA प्रणाली छोटे किसानों, मत्स्य पालकों और ग्रामीण समुदायों के लिए आय बढ़ाने का प्रभावी माध्यम बन सकती है। इसमें मछली, शैवाल और अन्य जलीय जीवों के उत्पादन से कई आय स्रोत विकसित होते हैं। यह प्रणाली ग्रामीण क्षेत्रों में रोजगार सृजन, महिला भागीदारी और उद्यमिता को बढ़ावा देती है। IMTA के माध्यम से स्थानीय संसाधनों का बेहतर उपयोग होता है और ग्रामीण अर्थव्यवस्था को मजबूत बनाने में सहायता मिलती है।

8. IMTA में आधुनिक तकनीकों की भूमिका

8.1 सेंसर आधारित निगरानी

IoT (Internet of Things) आधारित सेंसर तकनीक IMTA प्रणाली में जल गुणवत्ता की वास्तविक समय (Real-Time) निगरानी में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। सेंसर द्वारा जल का तापमान, pH स्तर, घुलित ऑक्सीजन (Dissolved Oxygen) और अमोनिया की मात्रा को मापा जा सकता है। यह जानकारी किसानों को जल की स्थिति समझने और समय पर प्रबंधन निर्णय लेने में सहायता करती है। इससे मछलियों के स्वास्थ्य, वृद्धि और उत्पादन क्षमता में सुधार होता है।

8.2 कृत्रिम बुद्धिमत्ता

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) आधारित प्रणालियाँ IMTA प्रबंधन को अधिक प्रभावी और वैज्ञानिक बनाती हैं। AI विभिन्न प्रकार के डेटा का विश्लेषण करके उत्पादन पूर्वानुमान, रोग पहचान और आहार प्रबंधन में सहायता करती है। यह तकनीक मछलियों की वृद्धि, जल गुणवत्ता और पर्यावरणीय परिस्थितियों के आधार पर बेहतर निर्णय लेने में मदद करती है। AI के उपयोग से उत्पादन जोखिम कम होता है और जलीय कृषि की दक्षता बढ़ती है।

8.3 डिजिटल मॉनिटरिंग

डिजिटल मॉनिटरिंग प्रणाली IMTA में उत्पादन और संसाधन प्रबंधन को आसान बनाती है। मोबाइल एप्लीकेशन और डिजिटल प्लेटफॉर्म के माध्यम से जल गुणवत्ता, मछली वृद्धि, उत्पादन रिकॉर्ड और बाजार संबंधी जानकारी प्राप्त की जा सकती है। डिजिटल तकनीक किसानों को समय पर निर्णय लेने, लागत कम करने और उत्पादन को बेहतर तरीके से नियंत्रित करने में सहायता करती है। इससे

स्मार्ट एवं टिकाऊ जलीय कृषि प्रणाली को बढ़ावा मिलता है।

9. IMTA अपनाने में चुनौतियाँ

9.1 तकनीकी ज्ञान की कमी

IMTA प्रणाली एक उन्नत जलीय कृषि तकनीक है, जिसके सफल संचालन के लिए वैज्ञानिक ज्ञान और उचित प्रशिक्षण आवश्यक होता है। कई किसानों और मत्स्य पालकों को IMTA डिजाइन, प्रजातियों के चयन, पोषण प्रबंधन और जल गुणवत्ता नियंत्रण की पर्याप्त जानकारी नहीं होती। प्रशिक्षण कार्यक्रमों, कृषि विश्वविद्यालयों और मत्स्य अनुसंधान संस्थानों के सहयोग से किसानों को आवश्यक तकनीकी ज्ञान उपलब्ध कराना आवश्यक है।

9.2 प्रारंभिक निवेश

IMTA प्रणाली स्थापित करने के लिए केज, जाल, सेंसर, निगरानी उपकरण और अन्य आवश्यक संसाधनों में प्रारंभिक निवेश की आवश्यकता होती है। छोटे किसानों के लिए यह लागत एक चुनौती हो सकती है। वित्तीय सहायता, सरकारी योजनाओं, ऋण सुविधाओं और सब्सिडी के माध्यम से इस तकनीक को अधिक किसानों तक पहुँचाया जा सकता है। उचित निवेश से लंबे समय में बेहतर उत्पादन और आर्थिक लाभ प्राप्त किए जा सकते हैं।

9.3 प्रजातियों का चयन

IMTA प्रणाली की सफलता के लिए उपयुक्त जलीय प्रजातियों का चयन अत्यंत महत्वपूर्ण होता है। ऐसी प्रजातियों का चयन आवश्यक है जो एक-दूसरे के साथ पोषण संबंधी संतुलन बनाए रखें और उपलब्ध संसाधनों का प्रभावी उपयोग करें। मछली, शैवाल और शेलफिश के सही संयोजन से पोषक तत्वों का पुनर्चक्रण बेहतर होता है तथा उत्पादन प्रणाली अधिक प्रभावी और टिकाऊ बनती है।

9.4 बाजार व्यवस्था

IMTA प्रणाली से प्राप्त विभिन्न उत्पादों जैसे शैवाल, शेलफिश और अन्य जलीय उत्पादों के लिए उचित बाजार व्यवस्था आवश्यक है। बाजार की कमी, मूल्य अस्थिरता और प्रसंस्करण सुविधाओं का अभाव किसानों के लिए चुनौती बन सकता है। बेहतर विपणन नेटवर्क, मूल्य संवर्धन इकाइयों और उपभोक्ता मांग के विकास से IMTA उत्पादों को आर्थिक रूप से अधिक लाभकारी बनाया जा सकता है।

9.5 पर्यावरणीय प्रबंधन

IMTA प्रणाली में पर्यावरणीय प्रबंधन का विशेष महत्व है। जल गुणवत्ता, जैव सुरक्षा और जलीय पारिस्थितिकी तंत्र की नियमित निगरानी आवश्यक होती है। तापमान, pH, ऑक्सीजन स्तर और पोषक तत्वों का संतुलन बनाए रखना उत्पादन की सफलता के लिए जरूरी है। उचित पर्यावरणीय प्रबंधन से रोगों की संभावना कम होती है और IMTA प्रणाली को लंबे समय तक टिकाऊ एवं सुरक्षित बनाया जा सकता है।

10. भारत में IMTA के विकास की संभावनाएँ

भारत में समेकित बहु-पोषण स्तर जलीय कृषि के विकास की अपार संभावनाएँ हैं क्योंकि देश में जलाशयों, नदियों, तालाबों, झीलों तथा विस्तृत तटीय क्षेत्रों जैसे विशाल जल संसाधन उपलब्ध हैं। इन संसाधनों का वैज्ञानिक एवं समन्वित उपयोग करके मछली, शैवाल, शंख-सीप और अन्य जलीय जीवों का एक साथ उत्पादन किया जा सकता है। IMTA प्रणाली जल की गुणवत्ता बनाए रखने, अपशिष्ट पोषक तत्वों के पुनर्चक्रण तथा पर्यावरणीय प्रदूषण को कम करने में सहायक है। इसके माध्यम से मत्स्य उत्पादन और किसानों की आय में वृद्धि, ग्रामीण क्षेत्रों में रोजगार सृजन तथा सतत एवं जलवायु-अनुकूल जलीय कृषि को प्रभावी रूप से बढ़ावा दिया जा सकता है।

11. भविष्य की संभावनाएँ

भविष्य में IMTA आधारित केज कल्चर जलीय कृषि के सतत विकास का प्रमुख आधार बनेगा। जलवायु परिवर्तन, जल संसाधनों की कमी और बढ़ती खाद्य मांग को देखते हुए इसकी आवश्यकता लगातार बढ़ रही है। आने वाले समय में स्मार्ट केज कल्चर, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) आधारित प्रबंधन, स्वचालित जल गुणवत्ता निगरानी, उच्च मूल्य वाली जलीय प्रजातियों का उत्पादन तथा कार्बन-न्यूट्रल जलीय कृषि जैसी उन्नत तकनीकें IMTA को अधिक

उत्पादक, लाभकारी और पर्यावरण-अनुकूल बनाएँगी।

12. निष्कर्ष

केज कल्चर में बहु-पोषणीय एकीकृत जलीय कृषि (IMTA) एक नवीन, टिकाऊ और पर्यावरण अनुकूल उत्पादन प्रणाली है। यह मछली पालन के साथ शैवाल, शेलफिश और अन्य जलीय जीवों को जोड़कर पोषक तत्वों का पुनर्चक्रण करती है तथा जल गुणवत्ता बनाए रखती है। IMTA उत्पादन लागत को कम करने, अतिरिक्त आय उत्पन्न करने और पर्यावरणीय प्रभावों को घटाने में सहायक है। आधुनिक तकनीकों के समावेशन और उचित प्रशिक्षण के माध्यम से भारत में IMTA आधारित केज कल्चर जलीय कृषि विकास, रोजगार सृजन और खाद्य सुरक्षा के लिए एक महत्वपूर्ण विकल्प बन सकता है।