

समुद्री संवर्धन विकास के लिए स्मार्ट प्रौद्योगिकियाँ

इमेल्टा जोसफ

भा कृ अनु प-केन्द्रीय समुद्री मात्स्यिकी अनुसंधान संस्थान, कोच्ची, केरल
संपर्क का ई मेल: imeldajoseph@gmail.com

प्रस्तावना

पारंपरिक जलजीव पालन अत्यधिक श्रम युक्त है और इससे कई पर्यावरणीय मुद्दे उत्पन्न होते हैं। स्मार्ट प्रौद्योगिकियाँ श्रम कम करने, उत्पादन बढ़ाने और पर्यावरण के अनुकूल होने के लिए जलजीव पालन को भारी लाभ प्रदान कर सकती हैं। स्मार्ट जलजीव पालन को जलजीव पालन उद्योग के लिए टिकाऊ विकास की प्रवृत्ति के रूप में माना जाता है। स्मार्ट प्रौद्योगिकियाँ स्वचालन तरीकों के माध्यम से दूर से पालन परिचालन का नियंत्रण कर सकती हैं। इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आइ ओ टी), बिग डेटा, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, 5G, क्लाउड कंप्यूटिंग और रोबोटिक्स

का प्रयोग करके फार्म ऑटोमेशन किया जाता है। रोबोट्स सफलतापूर्वक उत्पादन हासिल करने के लिए सुविधाओं, उपकरणों और यंत्रसामग्रियों के प्रबंधन द्वारा पूरी पालन प्रक्रिया का नियंत्रण कर सकते हैं। स्फुटनशालाओं, तटीय पालन स्थानों, पिंजरो जैसी विभिन्न प्रणालियों में, विभिन्न पालन प्रणालियों में पानी की गुणवत्ता निगरानी, बिना अपशिष्ट के इष्टतम रूप से खिलाना, आवश्यकता के अनुसार खिलाने का समय समायोजित करना, स्वचालन द्वारा श्रम कम करना आदि के लिए इसका प्रयोग किया जा सकता है। इस लेख में, भारत में समुद्री संवर्धन के विकास के लिए स्मार्ट प्रौद्योगिकियों के उपयोग के संबंध में प्रकाश डाला जाता है।

भूमिका

वर्ष 2020 में वैश्विक जलजीव पालन उत्पादन 122.6 मिलियन टन, जलीय जीवों का योगदान 87.5 मिलियन टन और शैवालों का 35.1 मिलियन टन दर्ज किया गया, जिनका कुल मूल्य 281.5 बिलियन अमरीकी डॉलर था। इस उत्पादन का लगभग एक तिहाई भाग समुद्री प्रजातियों के पालन से जमा होता है। कुल में से 91.6% उत्पादन करके एशियन देश विश्व जलजीव पालन में सबसे आगे आए (एफ ए ओ, 2022)। भारत वर्ष 2019-20 के दौरान 14.16 मिलियन मेट्रिक टन, जो भौगोलिक उत्पादन का 7.56% था, उत्पादन के साथ चीन के बाद विश्व में दूसरा सबसे बड़ा जलजीव पालन उत्पादक है। देश के सकल मूल्य जोड़ में जलजीव पालन का योगदान 1.24% और समूचे कृषि सकल मूल्य जोड़ में 7.28% है। वर्ष 2019-20 के दौरान भारत से 46,662/- करोड़ रुपए मूल्य (6.68 बिलियन अमरीकी डॉलर) के 12.68 लाख मेट्रिक टन मात्स्यिकी उत्पादों का निर्यात किया गया। भारत में पालन की जाने वाली प्रमुख प्रजातियाँ पसफिक सफेद चिंगट *लिटोपेनिअस वन्नामी* और इंडियन मेजर कार्प (आइ एम सी) हैं। अब भारत में समुद्री संवर्धन से उत्पादन बहुत कम है, लेकिन निकट भविष्य में भारतीय मात्स्यिकी उत्पादन तथा पोषण आपूर्ति के लिए इस क्षेत्र को एक नयी उम्मीद के रूप में पहचाना गया है। वर्ष 2020 की रिपोर्टों के अनुसार भारत में लगभग छः मिलियन सोफ्टवेयर डेवलपर्स कार्यरत हैं। भारतीयों में सोफ्टवेयर विकास और परीक्षण में विशेष कुशलता है और यह उद्योग देश में सबसे स्थिर उद्योगों में से एक है। इसलिए, देश में समुद्री संवर्धन सहित सभी क्षेत्रों को स्मार्ट, सक्षम और पर्यावरण अनुकूल बनाना वास्तव में एक आसान कार्य है।

स्मार्ट जलजीव पालन की सामान्य अवधारणा स्मार्ट उपकरणों का विनियोजन और स्मार्ट फोन के माध्यम से भेजे जाने वाले डेटा का संग्रह और पूरी प्रक्रिया का प्रबंधन है। स्मार्ट जलजीव पालन अभिगम के लिए, वास्तविक काल में जैविक या अजैविक प्राचलों की निगरानी हेतु पालन प्रणाली के साथ कई स्मार्ट

उपकरणों को एकीकृत किया जाता है और संग्रहित डेटा के माध्यम से स्वचालित रूप से निर्णय लिया जाता है। स्मार्ट जलजीव पालन से संबंधित विभिन्न पहलुओं में (i) पानी की गुणवत्ता प्रबंधन के लिए तापमान, विलीन ऑक्सीजन, प्रकाश, pH, पोषक तत्वों आदि के लिए संवेदकों द्वारा जानकारी संग्रहित करना, (ii) संग्रहित डेटा को संचार नोड्स के द्वारा नियंत्रण केन्द्र में प्रेषित करना, (iii) क्लाउड प्लेटफॉर्म में संभरित डेटा का विश्लेषण तथा निर्णय लेना और (iv) हर एक निष्पादन उपकरण के लिए और पर्यावरणीय रूप से टिकाऊ और सक्षम तरीके से जलजीव पालन विकसित करने हेतु पालन प्रणाली को स्वतः संचालन करने के लिए निर्णय की प्रतिक्रिया शामिल हैं।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) के प्रयोग में AI खिलाने के उपकरण, AI ड्रोन, रोग प्रबंधन, मछली बीज की जांच, स्टॉक का नेमी निरीक्षण आदि शामिल हैं।

स्मार्ट जलजीव पालन

स्मार्ट जलजीव पालन विकल्प को श्रम लागत कम करने, परिचालन क्षमता बढ़ाने और उच्चतर उत्पादकता के लिए अनिवार्य रूप से पहचाना गया है। भविष्य की स्मार्ट प्रणालियों का लक्ष्य मछली रोग निदान और उत्पादन नष्ट कम करना भी हो सकता है। यह ध्यान देने योग्य है कि यद्यपि जलजीव पालन के लिए बुद्धिमत्ता के लिए कृत्रिम उपकरणों के अनुप्रयोग में कई उपलब्धियाँ हैं और उच्च सटीक मछली पालन तेजी से विकसित हो रहा है, फिर भी पूरी तरह से स्वचालित प्रणालियों को संचालित करने के लिए अभी भी कई चुनौतियाँ हैं। जलजीव पालन गतिविधियाँ और इसके उत्पाद अन्य खेती कार्यों से भिन्न हैं, श्रम प्रबंधन भी जोखिम में है, क्योंकि मछली पालन प्रक्रिया के दौरान अभी भी एक निश्चित मात्रा में अवलोकन, सूचना विश्लेषण और निर्णय लेने की आवश्यकता है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता का उपयोग करते हुए जलजीव पालन में सभी चरणों का प्रभावकारी प्रबंधन किया जा सकता है। प्रजनन, बीज उत्पादन तथा नर्सरी पालन, पालन प्रबंधन, पानी की गुणवत्ता एवं रोगों की निगरानी और

प्रबंधन, खाद्य की तैयारी और खिलना, स्टॉक की ग्रेडिंग और गिनती तथा पालन प्रणाली की सफाई में स्मार्ट प्रौद्योगिकियों का प्रयोग किया जा सकता है। स्मार्ट जलजीव पालन विकसित करने का अंतिम लक्ष्य बढ़ती मांग से मेल खाने के लिए पर्यावरणीय तौर पर टिकाऊ जलजीव पालन उत्पादन प्राप्त करना है।

इंटरनेट ऑन थिंग्स (आइ ओ टी)

आइ ओ टी आधारित जलजीव पालन वह है, जो प्रासंगिक इंटरनेट सक्षम सेन्सर का उपयोग करता है, जो डेटा साझा करता है, डेटा विश्लेषण और वास्तविक समय में निर्णय लेने की अनुमति देता है। एक आइ ओ टी पारिस्थितिक तंत्र में वेब-सक्षम स्मार्ट डिवाइज होते हैं, जो अपने वातावरण से प्राप्त डेटा को इकट्ठा करने, भेजने और उस पर कार्य करने के लिए प्रोसेसर, सेन्सर और संचार हार्डवेयर जैसे एम्बेडेड सिस्टम का उपयोग करते हैं। एक मछली पालन स्थान में जलजीव पालन आइ ओ टी डिवाइज एक आइ ओ टी गेटवे या अन्य एडज टूल से लिंक करके सेन्सर एकत्र किए गए डेटा को साझा करते हैं, जहाँ विलीन ऑक्सिजन, अमोनिया और संभरण सघनता जैसे विभिन्न मापदंडों पर डेटा या तो स्वचालित रूप से जांच के लिए क्लाउड पर भेजा जाता है।

इन वेब-सक्षम उपकरणों के साथ उपयोग किए जाने वाला तादात्म्य, नेटवर्किंग और संचार तंत्र मुख्य रूप से विनियोजित जल गुणवत्ता निगरानी केन्द्रों द्वारा निर्धारित किया जाता है। जल गुणवत्ता निगरानी केन्द्रों में एक सेन्सर नेटवर्क, जल गुणवत्ता नियंत्रण स्टेशन, ऑन-साइट और दूरस्थ निगरानी केन्द्र और एक जलजीव पालन आइ ओ टी प्रणाली में एक क्लाउड कंप्यूटिंग प्लेटफॉर्म सम्मिलित हैं। एक आइ ओ टी जलजीव पालन प्रणाली में भौतिक लेयर, निगरानी लेयर, वर्चुअल लेयर और कनेक्शन प्रोटोकॉल सम्मिलित हैं।

आइ ओ टी का उपयोग करके स्वास्थ्य पूर्ण और पर्यावरण के लिए अनुकूल भोजन के लिए स्मार्ट जलजीव पालन पूंजी गहन और उच्च तकनीक वाला तरीका है। यह जलीय औद्योगिक उत्पादन के लिए उद्योग में प्रयोग किए जाने वाले

नवीनतम उन्नत आइ सी टी अनुप्रयोगों में से एक है।

आइ ओ टी पर आधारित हाल के अनुसंधान

मछली के लिए बढ़ती रही मांग के कारण स्मार्ट तकनीकों के माध्यम से अचानक (नकारात्मक) नियंत्रण लायक परिवर्तनों को समाप्त करके जलजीव पालन में उत्पादकता बढ़ाने के लिए प्रौद्योगिकीय हस्तक्षेप को प्रोत्साहित किया गया है। जलजीव पालन प्रणाली से होने वाला जल प्रदूषण जलवायु प्रदूषण की तरह और एक वैश्विक समस्या है। प्रौद्योगिकीय हस्तक्षेप से जलजीव पालन में समग्र जल गुणवत्ता प्रणाली का उन्नयन किया जा सकता है, जो न खाए गए खाद्य, मल पदार्थ और इससे उत्पन्न गैस के बारे में सूचित किया जा सकता है और परिणामस्वरूप, पालन किए जाने वाले जीवों को रहने के लिए स्वस्थ स्थान प्रदान करता है। दुनिया के विभिन्न भागों के शोधकर्ता उन समस्याओं को कम करने के लिए सूचना संचार प्रौद्योगिकी (आइ सी टी), आइ ओ टी, गणित, सांख्यिकी, तंत्रिका नेटवर्क और सेन्सर एकीकरण जैसे विभिन्न स्मार्ट प्रणालियों पर ध्यान केंद्रित करते हैं।

जलजीव पालन में मछली की पहचान, जैवभार आकलन और व्यवहार प्रबंधन के लिए स्मार्ट प्रौद्योगिकियों को लागू किया जा सकता है। इसके अतिरिक्त, नए सेन्सर सजाना आवश्यक है, जो उच्च विश्वसनीयता युक्त सेन्सर/बहु-प्रकार्य सेन्सर में कई कार्यों को एकीकृत करता है, जिसमें व्यापक श्रेणी के अनुप्रयोग और लंबे जीवन चक्र होते हैं। Raspberry Pi का उपयोग तापमान, विलीन ऑक्सिजन, pH और अमोनिया सेन्सरों के साथ जलजीव पालन प्रणाली में वास्तविक समय निगरानी के लिए किया जाता है। इस तरह संग्रहित डेटा क्लाउड कंप्यूटिंग प्रणाली में संभरित किया जाता है और बाद में किसानों के मोबाइल में स्थानांतरित किया जाता है। एक स्मार्ट मछली फार्म में, पानी की गुणवत्ता निगरानी सेन्सर, मेसेज क्यूइंग टेलीमेट्री ट्रांसपोर्ट (एम क्यू टी टी) नयाचार और एम आइ सी ओ एम नियंत्रक के साथ पुनः परिसंचरण जलजीव पालन प्रणाली (आर ए एस)

लगाकर सुसज्जित किया जा सकता है।

स्मार्ट जलजीव पालन में पानी की गुणवत्ता निगरानी

जलजीव पालन परिचालन की सफलता और सक्षम प्रबंधन में पानी की गुणवत्ता की प्रमुख भूमिका है। पालन की जाने वाली प्रजातियों की अतिजीवितता और वृद्धि में प्रमुख प्राचल, तापमान, लवणता, विलीन ऑक्सीजन, आविलता, pH, अमोनिया, नाइट्राइट, नाइट्रेट, फॉस्फेट आदि हैं। पालन की जाने वाली प्रजातियों की वृद्धि और अतिजीवितता में तापमान, विलीन ऑक्सीजन और pH की अधिक महत्वपूर्ण भूमिका है। जलजीव पालन में इंटरनेट ऑन थिंग्स (IoT) का उपयोग करने से इस क्षेत्र को टिकाऊ तरीके से विकसित करने के लिए एक नयी प्रवृत्ति शुरू हो गयी है, जिसमें कनेक्टेड वाटर मॉनीटरिंग क्षमताओं का उपयोग करके वास्तविक समय में बुद्धिमत्ता उपकरण है, जो जलजीव पालनकार की कार्य परिस्थितियों को बेहतर बनाने में मदद करते हैं।

जल प्रबंधन के लिए वाणिज्यिक जलजीव पालन में पानी की गुणवत्ता की जानकारी का संग्रहण बहुत महत्वपूर्ण है। IoT पर आधारित अनुसंधान में, कई वायरलेस सेंक नोड्स निर्णय लेने के लिए पानी की गुणवत्ता की जानकारी एकत्रित करते हैं। सेंक नोड्स की सटीकता है और यह अनावश्यक सूचनाओं को हटाकर और अतिरिक्त सूचना प्रसारण को कम करके एक ऊर्जा-कुशल समाधान है। गहन जलजीव पालन के लिए ऑनलाइन जल गुणवत्ता निगरानी और प्रक्रिया महत्वपूर्ण प्रणालियाँ हैं। यह ऑनलाइन निगरानी समय पर पानी की गुणवत्ता को नियंत्रित करती है और अंततः आपत्तिजनक नुकसान को कम करती है। परिणाम एक स्थापित निगरानी प्रणाली का उपयोग करके पानी की गुणवत्ता की जानकारी के लिए ऑनलाइन निगरानी की 95.2% पूर्वानुमान सटीकता प्रदर्शित करते हैं। वायरलेस सेंसर नेटवर्क (डब्ल्यू एस एन) और सिंगिल-चिप कंप्यूटर प्रौद्योगिकी पर आधारित पानी की गुणवत्ता की निगरानी जल पर्यावरण चर का एहसास करने और एस एम एस (लघु संदेश सेवा) के माध्यम से वास्तविक समय अलार्म अधिसूचना प्रदान करने के लिए परिचालन में है। जब ट्रेक

किए गए प्राचलों के असामान्य मान संग्रहित किया जाता है, तब इस पर सूचना मिलती है। जलजीव पालन में डेटा नष्ट होने पर गलत परिणाम निकलता है, लेकिन डब्ल्यू एस एन के पास उचित स्तर की सटीकता है। अनुसंधान से पता चलता है कि वायरलेस नेटवर्क के बहु-प्राचल निगरानी प्रणाली का उपयोग जलजीव पालन में जल की गुणवत्ता डेटा नष्ट की वास्तविक समय निगरानी प्राप्त करने के लिए किया जाता है और डेटा नष्ट 0.43 प्रतिशत की दर से कम हो जाती है। विलीन ऑक्सीजन सांद्रता के स्वतः नियंत्रण पर पता लगाने के लिए एकचुएटर का उपयोग किया जाता है, श्रम कम करने, जलीय उत्पादों की गुणवत्ता में सुधार और पर्यावरण की रक्षा करने में डेटा प्रसारण के नष्ट को नियंत्रित करने के अभिनव तरीके का बहुत व्यावहारिक महत्व है।

जबकि स्मार्ट सेन्सर विभिन्न मापदंडों पर डेटा एकत्र करते हैं, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए आइ) का उपयोग पूर्वानुमान विश्लेषण में किया जाता है और बेहतर डेटा-आधारित निर्णय लेने के बारे में सुझाव देने में सहायक होता है। जब किसान स्थिति को सुधार करने के लिए रोबोट भेज सकते हैं, तब कृत्रिम बुद्धिमत्ता जल प्रदूषण का पता लगाने और किसानों को सचेत करने में मदद कर सकता है। चालू प्रौद्योगिकी न्यूनतम मानव हस्तक्षेप की मांग करती है, लेकिन भविष्य में अधिकांश निर्णय स्वायत्तता से किए जाएंगे।

जलजीव पालन तेजी से बढ़ने वाला खाद्यक्षेत्र है जो न केवल मछली बल्कि जलीय पौधों और जीवों का भी उत्पादन करता है। एकीकृत बहु-पौष्टिक जलजीव पालन (आइ एम टी ए) के लिए बुद्धिमान प्रबंधन ढांचे का मामला प्रस्तुत किया गया था, जिसमें व्यवहार नियंत्रण, रोग का पता लगाना, बुद्धिमत्तापूर्ण खाद्य फीडिंग और खाद्य अपशिष्ट प्रबंधन समाधान जैसे सेन्सर शामिल हैं। कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए आइ) के अतिरिक्त, संवर्धित वास्तविकता (ऑगमेंटेड रियलिटी (ए आर)), वर्चुअल वास्तविकता (वी आर) और ब्लॉक चेइन का भी जलजीव पालन में प्रवेश हुआ है। जबकि इन प्रौद्योगिकियों के लिए प्रारंभिक निवेश अधिक होता है, प्रौद्योगिकी के

अनुरक्षण की लागत में कटौती की जा सकती है और समुद्री संवर्धन से लाभ के स्तर में सुधार कर सकती है।

निष्कर्ष

वर्तमान में जलीय कृषि में आइ ओ टी पर आधारित स्मार्ट सिस्टम में पानी की गुणवत्ता के मापदंडों में तापमान, विलीन ऑक्सीजन और pH को सबसे अधिक प्राथमिकता दी जाती है। भविष्य के अनुसंधान कार्यों में उच्चतम वैज्ञानिक समाधान प्रदान करने हेतु नए प्राचलों

को ढूंढने के लिए अधिक ध्यान दिया जाना चाहिए। खुला सागर जलजीव पालन और समुद्री संवर्धन में भारी धातुओं और सूक्ष्म प्लास्टिकों की पहचान से, सुरक्षित और बेहतर उत्पादन के लिए इन मुद्दों का संबोधन करने में सहायक हो सकता है। स्मार्ट जलजीव पालन मानव शक्ति को प्रभावी ढंग से कम कर सकता है और जलजीव पालन से आय बढ़ा सकता है, इसलिए भविष्य के अनुसंधान में ऐसी प्रौद्योगिकियों पर अधिक ध्यान दिया जाना चाहिए।