

# कापाफाइकस के पैदावार के विशेष संदर्भ में समुद्री शैवाल एवं पर्यावरण

रीता जयशंकर

भा कृ अनु प-केन्द्रीय समुद्री मात्त्यिकी अनुसंधान संस्थान, कोचीन- 682018, केरल

समुद्री शैवाल मुख्यतः अंतराज्वारीय क्षेत्रों में पाए जाते हैं और समुद्र में पारितंत्र के विनाश का कारण बनने वाले प्रदूषकों के प्रभाव को कम करने में अपनी भूमिका निभाते हैं। अनुसंधानकारों ने यह खोज किया कि समुद्री शैवालों में कठिन जैविक प्रदूषकों जैसे ट्राइनाइट्रोटोलुविन (TNT) या पॉली साइक्लिक अरोमाटिक हाइड्रोकार्बन, भारी धातु और रेडियोन्यूक्लाइड्स की विषाक्तता कम करने की उल्लेखनीय क्षमता है, अतः वे समुद्री जीवन के पारिस्थितिकीय स्वास्थ्य को संरक्षित करने में प्रमुख भूमिका निभाते हैं। हमारे महासमुद्रों की “सफाई” के लिए समुद्री शैवाल बदल तरीका प्रदान करते हैं, बिना इसके ये समुद्री सतह के ऊपर व्यापक तौर पर कई यौगिकों को जमा करते हुए जैव संचायकों के रूप में काम करते हैं, तटीय समुद्र में भारी धातुओं, हाइड्रोकार्बन्स, हेर्बिसाइड्स, पेस्टिसाइड्स, पी सी बी, गंदगी-विरोधी घटकों, रेडियोन्यूक्लाइड्स, न्यूट्रिएन्ट्स (अतिपौष्टिकता) और कई अन्य घटकों के प्रदूषण की निगरानी के माध्यम के रूप में इनका उपयोग किया जा सकता है। जलीय कृषि की गतिविधियों का एक उभरता हुआ परिणाम यह है कि इससे तटीय समुद्र में पौष्टिक तत्वों, विशेषतः विलीन फोस्फोरस, नाइट्रोजन और कण सामग्रियों का अधिक जमाव होता है (बेवेरिड्ज 1987)। मछली पालन स्थानों के आस-पास का पौष्टिकता समृद्ध पानी, वार्षिक शैवालों, जैसे एन्ट्रोमोर्फा, क्लाडोफोरा, पिलायेल्ला और पोरफाइरा, जो पिंजरो में अवांछनीय जैव प्रदूषण की बढ़ती के कारक होते हैं, पानी तथा

पोषकों के परिसंचरण (इंडरगार्ड और जेनसन 1983, रोन्बेर्ग आदि 1992) और पानी में प्रकाश के प्रवेश को रोकते हैं और अवसाद एवं जैव पदार्थ बढ़ जाते हैं (वालेन्टिनस 1981)।

तटीय समुद्र के प्रदूषण से जैवविविधता में परिवर्तन होता है। औद्योगिक बहिस्राव, तापीय एवं मीठा पानी के बहाव, भूमि सुधार तथा अन्य मानवीय हस्तक्षेपों के प्रभाव से विश्वव्यापक तौर पर तटीय विविधता पर गंभीर रूप से नुकसान होता है (रघुकुमार और अनिल, 2003)। मन्नार खाड़ी और कच्छ की खाड़ी के प्रवाल झण्डियों पर हुआ व्यापक विनाश इसका सुविदित उदाहरण है (क्वासिम, 1998 और सेन गुप्ता, 2001)। तटीय जैवविविधता में बड़े पैमाने पर देखे जाने वाला एक और संभावित खतरा है जैव आक्रमण। नयी प्रजातियाँ स्थानीय प्रजातियों से स्पर्धा करने या उनको निकालने और मूल जैवविविधता में परिवर्तन लाने की संभावना है।

एकीकृत पालन व्यवस्था में, एक उप प्रणाली का उत्पाद दूसरी उप प्रणाली का उत्पादन सामग्री बन जाती है, जिसके परिणामस्वरूप वांछित उत्पादों की क्षमता बढ़ जाती है (एडवर्ड्स आदि, 1998, रिथर आदि, 1078, इन्डर्गार्ड एवं जेनसन 1983, कॉट्स्की आदि, 1996), जीवों की वृद्धि के लिए अनुकूल वातावरण बनाया जाता है (शान और वॉंग, 1985) और समुद्री शैवालों की बेहतर वृद्धि दर भी होती है (हार्लिन आदि, 1978)। पर्यावरण में

सुधार और टिकाऊ जलजीव पालन परिचालनों के लिए पर्यावरण इंजिनियरिंग का नया तरीका शुरू किया जा रहा है। समुद्री शैवाल पालन व्यवस्था में अधिक पड़ने वाले पोषण वस्तुओं तथा अन्य जीवों के उपापचय से होने वाले उप-उत्पादों का उपयोग किया जाता है और बदले में प्रकाश संश्लेषण गतिविधि द्वारा मछली पालन खेत के लिए आवश्यक ऑक्सीजन की आपूर्ति करते हैं (वाइल्डिस आदि 1993)। इसके अतिरिक्त वाणिज्यिक प्रमुख (खाद्य, वस्त्र, औषध, जैवप्रौद्योगिकी, सौंदर्य प्रसाधन और अन्य उद्यमों) शैवालों का पालन करने से उद्योग द्वारा अतिरिक्त लाभ महसूस किया जा सकता है (पेट्रोल आदि 1993)। इसके आधार पर सी एम एफ आर आइ द्वारा समुद्री शैवाल और चिंगटों के मिश्रित पालन पर कई कार्य किए गए थे। तटीय जलजीव पालन में जैव उपचार हेतु ग्रीन वाटर प्रौद्योगिकी का विकास, चिंगट और मछली पालन स्थानों से बहने वाले बहिस्त्राव के उपचार के लिए समुद्री शैवालों का उपयोग और कुछ परिणामों का विवरण नीचे दिया जाता है।

अल्वा लैक्टूका से मछली बहिस्त्राव के पानी में 30 दिनों तक उपचार करने पर अमोनिया में 88.8% और नाइट्राइट में 98.6% की घटती हुई। अल्वा रेटिकुलेटा से चिंगट बहिस्त्राव के पानी में 30 दिनों तक उपचार करने पर अमोनिया में 92.05% और नाइट्राइट में 91.47% की घटती हुई। यह भी पाया गया कि समुद्री शैवाल के साथ रहने वाले जीवाणु भी जैव उपचार के लिए सहायक नाइट्रोजन चक्र में प्रमुख भूमिका निभाते हैं।

समुद्री शैवालों द्वारा अपशिष्ट जल से अतिरिक्त पोषक तत्वों को निकालने पर प्राथमिक स्तर पर कई बार जांच की गयी थी, लेकिन औद्योगिक स्तर पर इसका प्रयोग कभी नहीं किया गया है। मछली तालाबों और पिंजरों के प्रदूषित पानी में जैव निस्संदकों के रूप में स्थूल शैवालों का प्रयोग हाल ही में किया जाता है। भारत में जलजीव पालन के प्रदूषित पानी से विषालू नाइट्रोजन अपशिष्ट निकाले जाने हेतु कई काम हुए थे (सीमा आदि, 2005 और सीमा और रीता, 2006)। लेकिन इस बात पर ध्यान दिया जाना चाहिए कि यह पानी के अपशिष्ट से समुद्री शैवालों में

जमा होने वाले अपशिष्ट की समस्या का परिणाम नहीं है, बल्कि, बिना योजना के कच्चे माल के उपयोग से होता है। वर्तमान में समुद्री शैवालों के विभिन्न उपयोगों पर जांच की गयी है: उर्वरक, खाद, चारा, जैव ऊर्जा का उत्पादन/ परिवर्तन (मोरान्ड आदि, 1991), फाइकोकोलोइड्स, फाइबर, विटामिन, प्रतिजैविकों आदि। समुद्री शैवाल न केवल पोषक तत्वों को जमा करते हैं, बल्कि अन्य यौगिकों, जो निश्चित सांद्रताओं में विषालू होते हैं, को भी जमा करते हैं, इसलिए खाद्य उद्योग में गुणवत्ता नियंत्रण के लिए कदम उठाया जाना आवश्यक है।

समुद्री शैवाल महासागर का प्रमुख कार्बन सिंक है। सुजुकी (1997) के अनुसार विश्व में समुद्री पौधा संस्तरों का कुल क्षेत्रफल लगभग 6,00,000 वर्ग कि. मी. है और प्रति वर्ष विश्व व्यापक तौर पर समुद्री पौधा संस्तरों से 460,000,000 टन कार्बन का उत्पादन किया जाता है। सीगेन्थालेर और शर्मिएन्टो (1993) के अनुसार यह संख्या महासागरीय कार्बन डायोक्साइड उत्पाद के मूल्य का 23 प्रतिशत आकलित किया जाता है। समुद्री शैवाल के कुल उत्पादन का 77% चीन में किया जाता है। कार्बन के मामले में समुद्री शैवाल के पैदावार द्वारा वैश्विक उत्पादन करीब 6,00,000 टन होगा। इस तरह तटीय समुद्र में समुद्री शैवाल के पैदावार से कार्बन नियतन होगा और समुद्री शैवाल कार्बन सिंक की भूमिका निभाता है। चीन में लामिनेरिया के पैदावार, जापान में पोरफाइरा और फिलिपीन्स में युकीमा के पैदावार से भिन्न होकर फाइकोकोलोइड उद्योग में उपयोग किए जाने वाले k-कैरागीनन का बड़ा स्रोत होने के कारण भारत और अन्य कई देशों में कापाफाइकस अल्वरेजी (डोटी) डोटी. एक्स. पी. सिल्व्वा प्रजाति का पैदावार किया जाता है। वार्षिक वाणिज्यिक उत्पादन वर्ष 1969 के 1000 टन शुष्क भार से हाल के वर्षों के दौरान विश्व व्यापक तौर पर लगभग 1,00,000 टन तक हुआ (आस्क और अज़नज़ा, 2002)। पिछले 25 वर्षों के दौरान कैरागीनन की विपणन मांग प्रति वर्ष 5% की दर पर तेजी से बढ़ रही है (बिक्सलर, 1996)। चिंगट, पंक केकड़ा और तिलापिया के पालन की अपेक्षा कापाफाइकस का पैदावार अधिक राजस्व जगाने वाला है (डेला वेगा ए, 1998)। उत्तर

अमरीका और यूरोप से ज्यादातर मांग होने की वजह से साठ के वर्षों के प्रथम चरण में कापाफाइकस की प्रमुखता बढ़ने लगी। फिलिपीन्स, माइक्रोनेशिया, फिजी, पूर्व आफ्रिका और चीन में वर्ष 1969-70 की संक्षिप्त अवधि के परीक्षणात्मक पालन के बाद युकीमिया का व्यापक पालन यहाँ के लोगों की आजीविका का प्रमुख स्रोत बन गया (हर्टाडो और अगबयानी, 2000)। विश्व में समुद्री शैवाल पालन में सफल बन गए उद्योग एशिया में हैं, जहाँ श्रम की लागत बहुत कम सरल तकनीकों से समुद्री शैवाल पालन सफल निकला। विश्व मात्स्यिकी के अनुसार उत्पादित 10.7 मिलियन मेट्रिक टन समुद्री शैवाल के अतिरिक्त पालन किए गए समुद्री शैवालों के गीले भार से 6 बिलियन अमरीकी डॉलर का मूल्य आकलित किया गया।

भारत में वाणिज्यिक तौर पर समुद्री शैवालों का पैदावार अब भी शैशवावस्था पर है। पहले केन्द्रीय लवण एवं समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान द्वारा प्रयोगशाला स्तर पर कापाफाइकस अल्वरेजी प्रजाति का पालन किया गया था और समुद्र में प्रत्यारोपण के लिए लगभग नौ वर्ष लगे (मेयर आदि, 1995)। पहले कापाफाइकस स्ट्रयाटम (स्मिथ्स) डोटी नाम से सौराष्ट्र तट पर पालन कार्य किया गया था। यहाँ दिसंबर से मार्च तक की अवधि के दौरान प्रति दिन 2.5% से 7.17% की प्राथमिक वृद्धि दर के साथ 4217% के अधिकतम जैवभार का उत्पादन हुआ। इसके बाद दिसंबर से फरवरी के दौरान मंडपम के पास मन्नार की खाड़ी में कापाफाइकस अल्वरेजी नाम से परीक्षणात्मक पालन शुरू किया गया और प्रति दिन 3% का जैव भार संचय देखा गया (ईश्वरन आदि, 2002)। भारत के पश्चिम तट पर कापाफाइकस के सफलतापूर्वक परीक्षणात्मक पालन के पश्चात कोचीन के खुले सागर में पानी की गुणता के संभावित प्रभाव से इसी प्रजाति के पालन का प्रयास किया गया (रीता, 2002)।

रामेश्वरम जिले के विभिन्न मत्स्यन गाँवों में स्वयं सहायक ग्रुपों द्वारा 1000 से अधिक बेड़ों का परिचालन किया जाता है, जिससे प्रति दिन प्रति बेड़े से 50 कि. ग्रा.

(सूखा भार) प्राप्त होता है और वर्ष में 150 दिनों की रोजगार भी मिलती है। एस बी आइ ने वर्ष 2006 में चेन्नई पर आधारित गैर सरकारी संगठन अक्वाकल्चर फाउन्डेशन ऑफ इंडिया (ए एफ आइ) के सहयोग से समुद्री शैवाल पालन परियोजनाएं शुरू की गयीं। इस प्रकार अन्य कई बैंकों ने भी सक्रिय रूप से इस तरह के प्रयास किए। तमिल नाडु राज्य के तटीय मछुआरों के लिए यह आजीविका का बदल उपाय बन गया। अब तक कापाफाइकस का पालन मुख्यतः तमिल नाडु में किया जा रहा है। गुजरात और केरल में परीक्षणात्मक एवं प्राथमिक पालन के स्तर पर इसके पालन का प्रयास होने पर भी अन्य राज्यों में समुद्री शैवाल पैदावार की शुरुआत नहीं की गयी है। तमिल नाडु के तटीय गाँवों में समुद्री शैवाल के पैदावार में तेजी से वृद्धि होने के कारण प्राकृतिक प्रजातियों की जैवविविधता पर हानि और पानी की गुणता के निर्धारण सहित पर्यावरण प्रभावों की जानकारी होनी आवश्यक है। इसको मानते हुए पर्यावरण प्रभाव से कापाफाइकस के प्राथमिक पालन किए जाने का प्रयास किया गया।

समुद्री शैवाल रहित क्षेत्र की अपेक्षा समुद्री शैवाल पालन क्षेत्र में उत्पादकता नष्ट 11-71% है। कापाफाइकस की वृद्धि की सक्रिय अवधि के दौरान पर्णहरित (क्लोरोफिल) की अधिकतम घटती पायी जाती है। कुल निलंबित ठोस भी पालन स्थान की अपेक्षा समुद्री शैवाल रहित क्षेत्र में अधिक रूप से पाए गए। यह कहा जाता है कि एक टन गीले भार के समुद्री शैवाल के उत्पादन से समुद्र से 25-79 कि. ग्रा. (औसत 52 कि. ग्रा.) कार्बन और 2.5-6.2 कि. ग्रा. (औसत 4.4 कि. ग्रा.) नाइट्रोजन हटाया जा सकता है। अगर समुद्री शैवालों का उत्पादन 31-120 टन/हे. तक बढ़ाया गया तो इस से एक हेक्टर क्षेत्र और 2 मी. की गहराई के 20000 टन समुद्र जल से 1560-6240 कि. ग्रा. कार्बन और 132-528 कि. ग्रा. नाइट्रोजन को हटाया जा सकता है। यह निष्कासन कार्य नाइट्रोजन द्वारा अतिपौष्टिकता लाए जाने के संकेत स्तर के 16.5 गुना अधिक है। अतः पारितंत्र के टिकाऊपन को कायम रखने और इष्टतम पौष्टिकता उपलब्धता के लिए उचित तरीका अपनाया जाना चाहिए।

भारत के तट पर समुद्री शैवाल के पालन की वर्धित अभिरुचि के संदर्भ में पर्यावरणीय प्रभाव को भी मानना उचित होगा। माक्रो पोषक तत्वों में उत्पादक खेती में नाइट्रोजन महत्वपूर्ण है और यह पोषक तत्व समुद्री पालन में सीमित घटक हो सकता है। हवाय में माक्रो पोषक तत्वों की स्थितियों को ई एस के असमान्य रूप से घने रोपण के ऊर्ध्वप्रवाह और अनुप्रवाह के मापन से आंका जाता है। अमोणिया के सकल उत्पादन को निवासी तृणभोजी आबादी पर आरोपित किया गया था। भारत के पश्चिम तट पर किए गए परीक्षण में समुद्री शैवाल रहित क्षेत्र की अपेक्षा समुद्री शैवाल पालन क्षेत्र में नाइट्रेट, नाइट्राइट और अमोणिया की मात्रा में कमी देखी गयी। यह भी देखा गया कि समुद्री शैवाल की सक्रिय वृद्धि की वजह से समीपस्थ क्षेत्रों में भी पौष्टिकता और उत्पादकता की घटती हुई। समुद्री शैवाल के पालन स्थानों में जैवविविधता की हानि पर और भी कार्य किया जाना आवश्यक है।

रिपोर्ट के अनुसार कापाफाइकस प्रजाति और युकीमा प्रजाति दोनों थोड़ा सा गंध बाहर निकालती हैं, जिससे

सूखने का कार्य तीव्र होता है। यह गंध क्लोरिन के गंध के समान है और समुद्री शैवालों में पाए जाने वाले ब्रोमिनेटड फिनोलिक यौगिकों से जुड़ा हुआ है। यह अनुमानित किया जाता है कि इस तरह के चयापचय पौधों को चराई से बचाने में प्रमुख भूमिका निभाते हैं। पालन क्षेत्र के निकट इससे जुड़े हुए अन्य जीवों पर भी प्रभाव डाला जा सकता है। पोषक तत्वों को सीमित कराने पर प्लवकों का उत्पादन कम होता है, जिससे उत्पादकता भी कम होती है। अतः निश्चित स्थान पर कापाफाइकस का लगातार पालन करने पर न केवल उत्पादकता पर बल्कि उसी क्षेत्र की जैवविविधता पर भी हानि पड़ने की संभावना है। हाल ही में यह देखा गया कि मन्नार की खाड़ी में थालस विवर्ण होने की वजह से कापाफाइकस की वृद्धि में समग्र घटती और अंत में व्यापक पैदावार क्षेत्र का विनाश हुआ। हर पालन अवधि के दौरान कम से कम एक महीने का अवकाश होना आवश्यक है। समुद्री शैवालों से प्रवाल संस्तरों पर विपरीत प्रभाव होने की वजह से प्रवाल झाड़ियों के क्षेत्र में समुद्री शैवालों का पालन नहीं किया जाना चाहिए और पालन क्षेत्र के पर्यावरण की नियमित रूप से निगरानी की जानी चाहिए।