

प्रवाल भित्ति पर जलवायु परिवर्तन का प्रभाव

आतिरा प्रसाद, श्रीनाथ के.आर., अनुराज ए., इंदिरा देवी पी., जोषी के.के., ग्रिन्सन जोर्ज, मोली वर्गीस, शोभना के.एस. एवं मिरियम पी. एस.

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

जलवायु परिवर्तन शिक्षा एवं अनुसंधान अकादमी (ए सी सी ई आर), वेल्लानिवक्करा, त्रिशूर

प्रस्तावना

समुद्री जीवोम धरती के तल का 75 प्रतिशत से आच्छादित है जिसमें सागर एवं प्रवाल भित्ति निहित है। विविध प्रजातियां विशाल जीन पूल प्रदान करते हैं जो प्राकृतिक संपदाओं को पर्यावरण एवं जलवायु परिवर्तनों से अतिजीवितता विकल्प प्रदान करते हैं। पारितंत्र में हर प्रजाति अपनी भूमिका निभा सकती है और किसी

एक प्रजाति का नाश सभी जीव जंतुओं पर प्रभाव डाल सकता है। रोबर्ट्स (2002) द्वारा किए गए विश्लेषण के अनुसार रीफ मछली, प्रवाल, घोंघा एवं महाचिंगट की 3235 प्रजातियां विलुप्त होने की संभावना है।

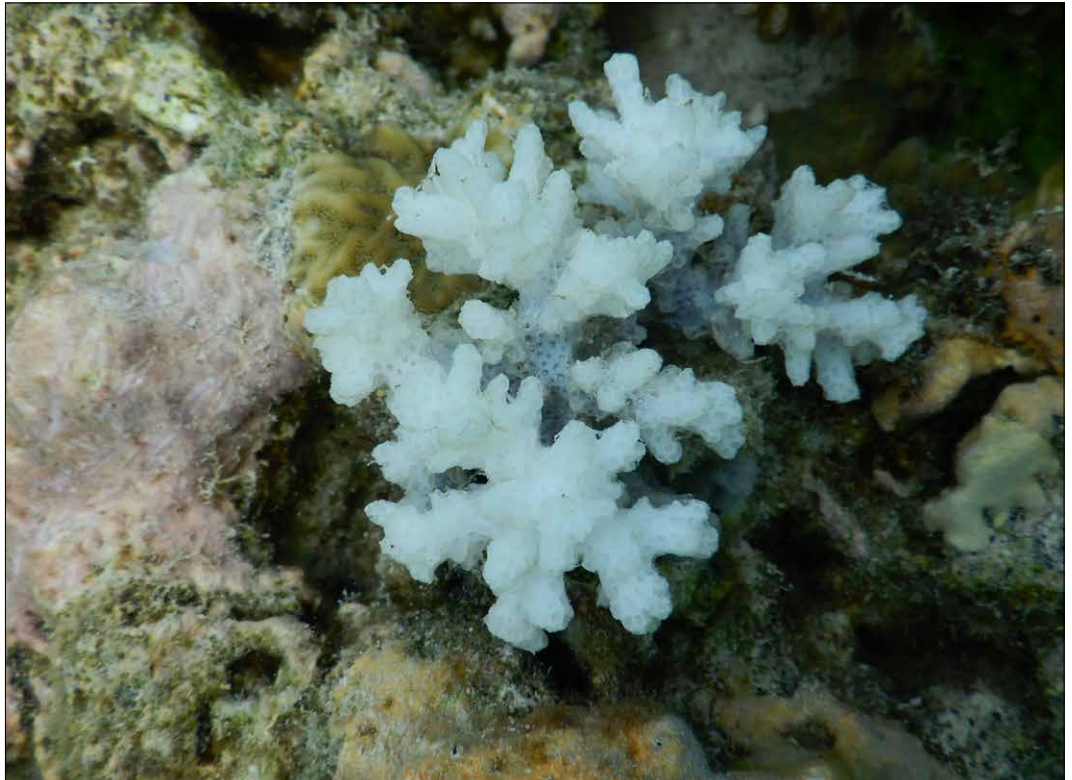
विश्व भर के समुद्री पर्यावरण में प्रवाल भित्ति का क्षेत्र एक प्रतिशत के चौथाई भाग से भी कम है जो अन्य जीव जंतुओं के लिए निवास स्थान है। प्रवाल



अगत्ती द्वीप में मूरिश आइडिल मछलियों सहित स्वस्थ एक्रोपोरा प्रवाल उपनिवेश

भित्ति जैविक रूप से वैविध्यपूर्ण अंतर्जलीय पारितंत्र है जो विश्व भर में मानव गतिविधियों एवं जलवायु परिवर्तन के कारण निम्नीकृत हो रहा है। पिछले 2 करोड़ वर्षों से उष्णकटिबंधीय सागरों पर विजय प्राप्त प्रवाल भित्ति के पारितंत्र को आकार प्रदान करने में महत्वपूर्ण स्थान है। यह समुद्री जीव जंतुओं के लिए आवास स्थान प्रदान करते हैं। मात्स्यिकी, आवश्यक आवास एवं आजीविका के निर्माण में सहायता देता है। उष्णकटिबंधीय तटीय क्षेत्रों में तूफान, अपरदन एवं बाढ़ से संरक्षित करने के लिए लहरों की गति को कम करके प्रवाल भित्तियाँ बफर के रूप में प्रदान करते हैं। यह नाइट्रोजन एवं समुद्री खाद्य श्रृंखला के लिए पोषक तत्वों का स्रोत है और कार्बन एवं नाइट्रोजन यौगिकीकरण में सहायता देता है। पोषण यौगिकीकरण पुनश्चक्र में सहायता देते हैं। मत्स्य उद्योग प्रवाल भित्तियों पर आश्रित है क्योंकि अनेक मछलियों का प्रजनन यहाँ होता है और खुले सागर में जाने से पहले किशोर मछली यहां अधिक समय बिताती है। नए औषधियों एवं औद्योगिक प्रक्रियाओं के विकास में इसका प्रयोग किया जाता है।

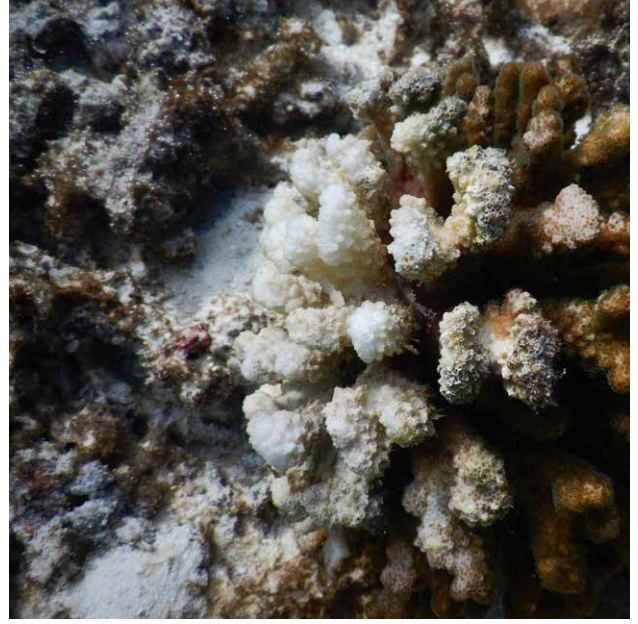
पिछले 2000 वर्षों की तुलना में हमारे जलवायु में भारी परिवर्तन आ रहा है। बढ़ते समुद्री स्तर, भारी तूफान, एवं बदलती समुद्री धाराओं के कारण जलवायु परिवर्तन को ज़िम्मेदार ठहराया गया है। जलवायु परिवर्तन कारक तथा पानी का तापमान, परिसंचरण पैटर्न, जल रसायन, समुद्री स्तर, उष्णकटिबंधीय चक्रवात एवं एल नीनो घटनाएं प्रवाल भित्ति जीव जन्तुओं के वितरण, भित्ति समुदाय की संरचना तथा प्रमुख पारिस्थितिकी प्रक्रियाओं जैसे कि जनसंख्या संयोजन आदि को प्रभावित करते हैं। कई हफ्तों से जल तापमान सामान्य से अधिक रहने पर ज़ूसांतल्ले प्रवालों की ऊतकों से अलग होकर सफेद हो जाते हैं। सफेद, अस्वस्थ प्रवालों को प्रक्षालित प्रवाल कहा जाता है जो कमजोर एवं रोगों के प्रति संवेदनशील हो जाते हैं। विघटित कार्बन डाई ओक्साइड की मात्रा बढ़ने पर सागरीय पी एच कम हो जाता है एवं कैल्शियाइंग जीव जंतुओं द्वारा कवचों एवं कंकालों को बनाने के लिए उपयोग किये जाने वाले कार्बनेट अयुनों की उपलब्धता कम हो सकती है। अगर वायुमंडल की ओर कार्बन डाई ओक्साइड उत्सर्जन कम करने के लिए कुछ नहीं किया जाएगा तो



पूरी तरह विरंजन हुए पोसिल्लिपोरा डामिकोर्निस प्रवाल



भागिक रूप से विरंजन हुए पौराइट्स.



भागिक रूप से विरंजन हुए प्रवाल

महासागरीय अम्लीकरण बढ़ेगा जिससे प्रवाल भित्तियों की हानि एवं नाश होगा।

प्रवाल भित्तियां

प्रवाल भित्ति कैल्शियम कार्बोनेट या लाइमस्टोन से बनी होती है। कोरल पोलिप एवं प्रवालीय शैवालों के समूह द्वारा इसे पानी से अवशोषित किया जाता है। प्रवाल के कंकालों एवं गहरे ठंडे पानी में निहित कैल्शियम से युक्त जैविक शैलों द्वारा प्रवाल भित्तियां बनती हैं। प्रवाल के सुन्दर रंग कोरल पोलिप के रंगीन स्पर्शकों एवं अनेक प्रजातियों के ऊतकों में निहित ज़ूसांतल्ले शैवाल के कारण होते हैं। कोरल पोलिप के मृदु ऊतक में ज़ूसांतल्ले निहित होते हैं जो प्रकाश संश्लेषण के ज़रिए सूर्यप्रकाश का उपयोग करके प्रवालों को आहार प्रदान करता है।

सामान्यतः प्रवाल भित्तियां तीन प्रकार की होती हैं। ये फ्रिजिंग रीफ, बैरियर रीफ एवं एटोल हैं। आकृति विज्ञान, आकार एवं आकृति एवं आसपास के क्षेत्र से सम्बन्ध के आधार पर भित्तियों को विभक्त किया गया है। फ्रिजिंग रीफ तट के आसपास उगती है। यह सामान्य रूप से पायी जाती है और मानवीय प्रभावों के प्रति अतिसंवेदनशील है। भित्ति एवं तट के बीच कोई खाड़ी नहीं होती है। गहरी खाड़ी द्वारा बिना भित्तियों के क्षेत्र से प्रवाल भित्तियों के

समूह को अलग किया जाता है जिसे प्रवाल रोधिका कहा जाता है। एटोल मध्य भाग की खाड़ी को घेरते हुए गोल आकृति की सागरीय भित्ति प्रणाली है।

विश्व की प्रमुख प्रवाल भित्तियां इस प्रकार हैं :

1. ग्रेट बैरियर रीफ : ऑस्ट्रेलिया के क्वींसलैंड तट के पास ग्रेट बैरियर रीफ विश्व की सबसे बड़ी प्रवाल भित्ति है। यह अनेक छोटी भित्तियों से बनी है जो अकेले पारितंत्र से जुड़ा हुआ है। भित्ति का विस्तार 1,800 मील से ज़्यादा है और ऊंचाई 40 मील है। 3000 रीफ प्रणालियों से युक्त और अंतरिक्ष से दिखायी दी जाने वाली यह रीफ जीव जंतुओं से बनी है।
- एपो रीफ : फिलीपींस में स्थित एपो रीफ ग्रेट बैरियर रीफ के बाद सबसे बड़ा रीफ है। मिंडारो द्वीप के तट के पास 67.877 एकड़ में स्थित यह रीफ मैन्ग्रोव जंगलों से घिरा हुआ है। वर्ष 1996 में राष्ट्रीय उद्यान के रूप में इस रीफ को नामित किया गया लेकिन पर्यावरणीय समस्याओं एवं अति मत्स्यन ने इसको हानि पहुंचायी है।
2. मीसोअमेरिकन रीफ : कैरीबियन घाटी में स्थित

मीसोअमेरिकन रीफ अटलान्टिक समुद्र की सबसे बड़ी प्रवाल भित्ति है। यह भित्ति 700 मील में विस्तृत है। 500 से अधिक मछली प्रजातियां एवं 65 प्रकार के प्रवाल यहां पाये जाते हैं।

3. न्यू कलीडोनियन बैरियर रीफ : विश्व की दूसरी लंबी रीफ दक्षिण पेसिफिक में स्थित न्यू कलीडोनियन बैरियर रीफ है जिसकी लम्बाई 930 मील है। 1000 से ज्यादा विविध प्रजातियां जिसमें से अभी भी कुछ अवर्गीकृत हैं, यहाँ पायी जाती हैं।
4. मालडीव – चगोस – लक्षद्वीप एटोल : यह विश्व की सबसे बड़े एटोल प्रणाली है और हिन्द महासागर की सबसे विस्तृत प्रवाल भित्ति प्रणाली है। एटोल को बनाने वाले द्वीपों का निर्माण ज्वालामुखी विस्फोटों के कारण हुआ है और इसमें 1300 छोटे प्रवाल द्वीप इसमें निहित हैं। प्रवाल भित्तियों के ऊपर ही लक्षद्वीप बना है और प्रवाल मिट्टी से ढका है।
5. बेलीज़ बैरियर रीफ, बेलीज़ : 185 मील लंबी यह

रीफ 237,962 एकड़ में विस्तृत है और युनेस्को विश्व हेरिटेज कार्यक्रम द्वारा संरक्षित है। अंतरिक्ष से दिखायी जाने वाली ब्लू होल नामक घटना इस रीफ में शामिल है।

6. आंड्रोस बैरियर रीफ, बहामास : समुद्री सतह की जगह समतल होने की बजाय यह रीफ खाई के सहारे 6000 फीट नीचे की ओर विस्तृत है।

भारत की प्रमुख प्रवाल भित्तियों में मन्नार की खाड़ी, कच्छ की खाड़ी, अंडमान एवं निकोबार द्वीप एवं लक्षद्वीप शामिल हैं जिनमें तीन तीन प्रकार की प्रवाल भित्तियां शामिल हैं। भारत के कुल रीफों की संख्या 2,375 स्क्वेयर कि.मी. है। फ्रिजिंग रीफ गल्फ आफ मन्नार और पाक खाड़ी में पायी जाती हैं। अंडमान एवं निकोबार में फ्रिजिंग रीफ और बैरियर रीफ पायी जाती हैं। एटोल रीफ सिर्फ लक्षद्वीप में पायी जाती है। बंगाल की खाड़ी के उत्तर पूर्वी तट पर भित्तियों की अनुपस्थिति भारी मात्रा में शुद्ध जल एवं गंगा, कृष्णा एवं गोदावरी नादियों से कीचड़ लाये जाने के कारण है।



मृत एवं विनाश हुए प्रवाल



विरंजन हुआ एक्रीपोरा प्रवाल

जलवायु परिवर्तन के कारण प्रवाल भित्ति भेद्यता

वर्ष 1980 के दशक की शुरुआत से प्रतिवर्ष विश्व के उष्णकटिबंधीय एवं उपोष्ण सागरों में बढ़ते तापमान के कारण प्रवाल भित्तियों का विरंजन एवं नाश हुआ है। प्रवाल भित्तियां (Coral Reef) बढ़ते तापमान के प्रति संवेदनशील हैं। प्रवाल विरंजन की तीव्रता एवं घटना में काफी भिन्नताएं हैं। बढ़ते तापमान एवं तनाव के कारण स्कलेराटिनियन प्रवाल का जूसांतल्ले के साथ सहजीवितता में भाग लेता है जिससे प्रवाल का रंग पीला या सफेद हो जाता है। अगर लंबे समय तक तनाव जारी रहने पर प्रवाल भित्तियों की प्रजनन क्षमता एवं वृद्धि दर पर प्रभाव पड़ता है जो अंत में मृत्यु तक हो जाती है। प्रजातियों के अनुसार विरंजन में परिवर्तन रहते हैं और वर्गिक विशेषताओं के आधार पर विरंजन की तीव्रता बदलती है। प्रवाल झाड़ियों के विरंजन अनेक पर्यावरणीय कारण होते हुए भी समुद्री तल तापमान (एस एस टी) को मुख्य कारण माना जाता है। एस एस टी डाटा के विश्लेषण करने से प्रवाल झाड़ी विरंजन का स्थान एवं विस्तार के बारे में अनुमान किया जा सकता है।

महासागर में कार्बन डाईऑक्साइड की मात्रा बढ़ने पर पी एच कम होता है जिससे अम्लता बढ़ती है। महासागरीय अम्लता के कारण पी एच की मात्रा 0.11 यूनिट तक आ गयी है। महासागरीय अम्लता ओरगोनाईट निर्माण में शामिल बाईकार्बनेट अयनों की उपलब्धता को रोककर प्रवाल झाड़ियों के विकास एवं कैल्शियकरण को कम करता है। कैल्शियकरण की कमी प्रवाल का कंकाल घनत्व कम करती है जिससे उसकी वृद्धि दर एवं रैखिक विस्तार दर को बनाए रखना मुश्किल होता है। कान्टिन के अनुसार वर्ष 1998 से प्रवाल झाड़ियों के विकास में 30% की हानि हुई है। वर्ष 2100 तक जब महासागरीय पी एच 7.8 होने की संभावना है, प्रवाल झाड़ियों का वजन करीब 15 कि. ग्रा. $\text{CaCO}_3/\text{m}^2/\text{y}$ हो सकता है जो लगभग प्रतिवर्ष -10.5 मि. मी. प्रवाल भित्तियों की सीधी कमी है।

अतिमत्स्यन, पानी की गुणवत्ता की कमी एवं जलवायु परिवर्तन के प्रत्यक्ष एवं अप्रत्यक्ष प्रभावों के कारण विश्व भर में अनेक प्रवाल भित्तियों के स्थान में परिवर्तन आ गये हैं। इसके कारण प्रवाल की प्रबलता कम होकर शैवालों की प्रबलता में बदल जाता है। इस परिवर्तन के

संबंध में जैविक और भौतिक अपरदन की तुलना में रीफ मात्स्यिकी एवं रीफ वृद्धि में कमी हो सकती है। प्रवाल झाड़ियों की जगह शैवालों की उपस्थिति द्वारा मछली प्रभव एवं ज़मीन से आवश्यक पोषक तत्व और अवसाद की कमी होती है। कम प्लावित क्षेत्रों में शैवाल डेट्रिटस का समुच्चयन अधिक आक्सीजन की मांग करता है जिससे प्रवाल भित्तियों की अतिजीवितता मुश्किल हो जाती है। मछली भण्डार का प्रबंधन अवस्था बदलाव को रोकने एवं रीफ लचीलापन को प्रबंध करने हेतु मुख्य घटक है। विरंजन एवं अन्य आवर्ती बाधाओं की प्रत्याशा करके हानिकारक मानवीय गतिविधियों (अतिमत्स्यन एवं प्रदूषण) एवं अवांछनीय अवस्था बदलावों को रोक कर प्रवाल भित्तियों को सहारा दिया जा सकता है।

बदलते परिदृश्य में प्रवाल लचीलापन का महत्व

प्रवालों की विरंजन प्रक्रियाओं से बचने की क्षमता ही प्रवाल लचीलापन होती है। बड़ी मात्रा में कार्बन डाई ऑक्साइड की मात्रा में वृद्धि प्रवालों को प्रभावित करेगी। पूरी तरह विलुप्त होने की जगह प्रवाल भित्तियों में परिवर्तन आ जायेंगे। कुछ प्रजातियां जलवायु परिवर्तन एवं प्रवाल विरंजन के प्रति अधिक सहिष्णुता दिखा रही हैं। प्रवाल भित्ति स्वास्थ्य एवं लचीलापन पर विरंजन, मत्स्यन, प्रदूषण, अपशिष्ट निपटान, तटीय विकास, अपरदन, स्कूबा डाइविंग, लंगर क्षति, हिंसक जानवरों का विद्रोह, आक्रमण प्रजातियाँ एवं संक्रामक रोगों का प्रभाव पड़ता है।

गैब्रियल (2006) के अनुसार प्रवालों के लचीलेपन को बढ़ाने में प्रजनन एवं संयोजकता, प्रजातियां एवं

कार्यात्मक विविधता, भौगोलिक श्रेणियों में बदलाव मुख्य घटक हैं। मानिट्रिंग, प्रत्यारोपण, समुद्री संरक्षित क्षेत्र (एम पी ए), एकीकृत तटीय प्रबंधन एवं मात्स्यिकी प्रबंधन जैसी कार्यनीतियों एवं उपकरणों के ज़रिए प्रवाल झाड़ी लचीलापन को बढ़ाया जा सकता है।

प्रवाल झाड़ियों एवं अन्य समुद्री प्रणालियों के परिरक्षण के लिए समुद्री संरक्षित क्षेत्र (एम पी ए) सबसे व्यापक प्रबंधन उपकरण हैं। मानवजनित गतिविधियों से प्रवाल झाड़ियों का संरक्षण करने के लिए प्रवाल झाड़ी लचीलापन द्वारा एम पी ए का उपयोग किया जा सकता है। अप्रभावी “पेपर पार्क” की जगह विविध उपयोगी क्षेत्र एम पी ए समुद्री रिसर्व या “नो टेक एरिया” (एन टी ए) को विविध स्तर पर अधिक संरक्षण प्रदान करता है। एन टी ए मत्स्यन एवं डिम्बकों एवं प्रौढ़ मछलियों को समीपस्थ विदोहित क्षेत्रों में फैलाने हेतु प्रभवों के एक भाग में स्थानिक आश्रय प्रदान करने में सहायता देते हैं। सुनियोजित एवं सुप्रबंधित एम पी ए द्वारा विशाल एवं विविध जिन पूल बनाकर प्रवाल भित्ति में लचीलापन बढ़ाया जा सकता है। एम पी ए नेटवर्क निर्मित करने से पहले डिम्बक बहाव, वायु की दिशा एवं शक्ति, प्रवाल झाड़ियों के बीच दूरी एवं जलवायु प्रभाव को ध्यान देना होता है। प्रवाल झाड़ी रिकवरी के लिए स्वस्थ डिम्बक एवं प्रवाल भित्तियों के विरंजन से मुक्त होना ज़रूरी है। ऐसे जगहों को उचित निरीक्षण से एम पी ए संरक्षण करता है। एम पी ए नेटवर्क तैयार करने से पहले उचित अध्ययन की ज़रूरत है। भारत में नए संरक्षित क्षेत्रों की योजना बनाने से पहले अध्ययन की ज़रूरत है। हाल ही में, सी एम एफ आर आइ के कुछ वैज्ञानिक लक्षद्वीप एटोल का अध्ययन कर रहे हैं।