

## साइट पर मछली जमाव का विश्लेषण, परीक्षणात्मक मत्स्यन तरीके और निष्पादन मूल्यांकन

रम्या एल, जो के किषकूडन, शोभा जो किषकूडन और वेंकित पी.

कृत्रिम चट्टान (ए आर) के विनियोजन के बाद उसके निष्पादन के लिए निर्धारण किया जाता है। उपनिवेशन के बाद विविध तरीकों के ज़रिए कृत्रिम चट्टानों से सम्बंधित मछलियों की जैवमात्रा, विविधता, प्रचुरता आदि का विश्लेषण किया जाता है। ये सीधा निरीक्षण, दूर से संचालित वाहन निरीक्षण, मत्स्यन गिर और ध्वनिक तरीका हैं। एक तरीके से सही परिणाम मिलना मुश्किल है परन्तु दो या दो से अधिक तरीकों के समन्वय से कृत्रिम चट्टानों के निष्पादन का सही मापन सुनिश्चित करता है। कृत्रिम चट्टानों के निर्धारण के लिए उपयोग किए जाने वाले विविध प्रतिचयन तरीके और आंकड़ा विश्लेषण तरीकों का विवरण नीचे व्यक्त किया है:

### 1. सीधा निरीक्षण – स्कूबा डाइवर सर्वेक्षण

डाइविंग टीम साफ समुद्र के चट्टानों पर तैरते समय, स्लेट में अपने निरीक्षणों को रिकार्ड करते हैं और निर्दिष्ट क्षेत्र (10x10 मी) का मूल्यांकन करते हैं। यह तरीका सामान्य रूप से चट्टानों के निर्धारण के लिए अच्छा है परन्तु यह डाइवर के ज्ञान पर आधारित है। इसी सूचना के आधार पर आंकड़े की तुलना करना आसान नहीं है। हालांकि घटनाओं और निरीक्षणों का अजीब और दिलचस्प चयन करना अच्छी बात है और परिरक्षण, प्रत्यारोपण और रैन्चन परीक्षण और अध्ययन के लिए फायदेमंद है।

### क. दृश्यात्मक गणना

कृत्रिम चट्टानों में अच्छी दृश्यता से युक्त जगहों में मछली समुदायों को निर्धारित करने का प्राथमिक उपकरण जलांदर दृश्यात्मक (अंडर वाटर विश्वल गणना (यु वी सी)) है। स्कूबा से सज्जित गोताखोर चट्टानों के भीतर जाकर मछलियों की गिनती और मापन करते हैं और फोटो एवं वीडियो रिकोर्ड करते हैं।

- स्ट्रिप ट्रान्सेक्ट:** गोताखोर पूर्व-निर्धारित समय अंतराल में समुद्र के प्रवाह के साथ पूर्व-निर्धारित लम्बाई में तैरते हैं। तैरते समय सभी प्रजातियों को सूचीबद्ध और रिकोर्ड करते हैं।
- पोइंट काउन्ट:** गोताखोर एक स्थान में स्थिर रहता है और पूर्व निर्धारित समय अंतराल में निर्धारित क्षेत्र में देखे जाने वाले जीवों की गणना करता है।
- प्रजाति-समय यादृच्छिक गणना:** गोताखोर पूर्व निर्धारित समय में अनियमित रूप से सर्वेक्षण क्षेत्र में तैरता है और पहले देखी गयी प्रजातियों की सूची तैयार करके रिकोर्ड करता है।

### iv. तरीकों का संयोजन

विभिन्न चट्टान क्षेत्रों के एकल या अधिक चट्टानों पर निश्चित अवधि में विविध मछलियों की आपेक्षिक प्रचुरता का अनुमान लगाने या मछलियों के विविधता सूचकांकों का आकलन करने के लिए दृश्यात्मक गणना से संग्रहित आंकड़े का उपयोग किया जाता है।

**लाभ:** गैर-विनाशकारी यथावत तरीका

**हानि:** दृश्यात्मक सर्वेक्षण दिन के दौरान किए जाने की वजह से, दैनिक रूप से सक्रिय प्रजातियों के पक्षपाती प्रतिचयन की संभावना अधिक है और रात में सक्रिय प्रजातियों की गणना कम होती है।

सापेक्ष प्रचुरता / Relative abundance (Odum, 1970)

$$RA = \frac{ni \times 100}{N}$$

जहाँ  $ni$  प्रत्येक प्रजाति की मछली की कुल संख्या और  $N$  सभी प्रजातियों की मछलियों की कुल संख्या है

मछली विविधता सूचकांक

Simpson's dominance index (Harper, 1999)

$$D = \sum ni(ni-1)/N(N-1)$$

जहाँ  $ni$  प्रत्येक प्रजाति की मछली की कुल संख्या और  $N$  सभी प्रजातियों की मछलियों की कुल संख्या है

Simpson index of diversity

$$D' = (1-D)$$

Shannon-Weaver diversity index ( $H'$ )

$$H' = -[\sum pi(\ln pi)]$$

जहाँ  $H'$  विविधता इंडेक्स,  $pi = ni/N$  जहाँ " $ni$ " प्रजातियों के लिए संग्रहित मछलियों की संख्या है, और " $N$ " सभी प्रजातियों की मछलियों की कुल संख्या है

प्रजातियों की प्रचुरता (Margalef index,  $d$ )

$$d = (S-1)/\ln N$$

जहाँ  $S$  प्रजातियों की संख्या है और  $N$  नमूने में पायी जानेवाली मछलियों की संख्या है

प्रजातियों की संतुलितता / Species evenness (Pielou index,  $E$ )

$$E = H'/\log nS$$

जहाँ  $S$  प्रजातियों की कुल संख्या है और  $H$  शानन - वीनेर विविधता सूचकांक है

## ख. चतुष्कोण सर्वेक्षण

इसमें, सर्वेक्षण किये जाने वाले क्षेत्र में ग्रिड की स्थापना की जाती है ताकि प्रतिशत का आकलन तथा लक्षित जीव की गणना आसानी से की जा सकी। सर्वेक्षण के आधार पर ग्रिड का आकार बदलता रहता है लेकिन अक्सर गोताखोरों के लिए  $1m \times 1m$  ग्रिड को 10 कॉलम और पंक्ति में विभाजित किया जाता है। चतुष्कोण या तो यादृच्छिक ढंग से बाहर फेंक दिया जाता है या बेतरतीब ढंग से या स्थायी ढंग से स्थापित किया जाता है। सटीक आकलन और छोटे जीवों की गणना के लिए बेहतर तरीका है। फोटोग्राफी की सहायता से अधिक सर्वेक्षण करने के लिए प्रशिक्षण की आवश्यकता है। विस्तृत क्षेत्र का निर्धारण नहीं किया जा सकता है और अध्ययन किए गए क्षेत्र भी कम परेशान होना चाहिए। अकेशरुकी मछलियों की रिक्रूटमेंट और मछली जमाव के अध्ययन के लिए उपयोगी है।

## ग. ट्रांसेक्ट लाइन

यह एक तकनीक है जहाँ पर्यवेक्षक मापन करने वाले टेप की सहायता से लाइन खींचता है और उसके अन्दर सभी आंकड़ा और निरीक्षण रिकॉर्ड करता है। यह लाइन यादृच्छिक रूप से या हर बार परमनेंट मार्किंग पोइंट की सहायता से एक ही स्थान में खींचा जा सकता है। पर्यवेक्षक सर्वेक्षण डिजाइन के आधार पर कई छोटी लाइनें या एक लम्बी ट्रांसेक्ट लाइन का उपयोग किया जा सकता है। ट्रांसेक्ट लाइन सर्वेक्षण सबसे अधिक उपयोग किये जाने वाला तकनीक है। डेटा की तुलना की जा सकती है और व्यक्तिपरकता कम की जा सकती है और अधिक सटीकता देती है और व्यापक रूप से

सर्वेक्षणों की योजना बनायी जा सकती है। यह कृत्रिम चट्टानों पर अवलोकन और रिक्रूटमेंट अध्ययन करने का उत्कृष्ट तरीका है, लेकिन इसके लिए कौशल और प्रशिक्षित गोताखोरों की जरूरत है।

### घ. मांटा टॉ तरीका

इस तरीके में गोताखोर स्नोर्कल या स्कूबा की सहायता से चट्टानों पर दस्तावेज़न और रिकार्डिंग एवं दृश्यों का आकलन करता है। ऋतु और समय के आधार पर कृत्रिम चट्टान और कृत्रिम चट्टान रहित स्थानों के बीच तुलनात्मक अध्ययन करने के लिए यह उपकरण उपयोगी है। कृत्रिम चट्टानों के विस्तृत क्षेत्रों का अध्ययन किया जा सकता है और चट्टानों पर होने वाले नुकसान का आकलन भी किया जा सकता है। इस तरीके का उपयोग कम गहराई युक्त क्षेत्रों में किया जाता है, जो पूरी तरह दृश्यमान हो। इस तरीके का बहुत कम उपयोग किया जाता है।

2. **दूर से संचालित वाहनों (ROVs) द्वारा निरीक्षण** – रिमोट की सहायता से संचालित वाहन विविध गहराई में मछली समूह की मात्रा का निर्धारण करने के लिए उपयोग किए जाने वाला वीडियो आधारित सर्वेक्षण उपकरण है। सीधा निरीक्षण और आर ओ वी के लिए इनपुट डेटा समान होने के कारण सापेक्षिक प्रचुरता और मछली विविधता सूचकांक की गणना की जाती है।
3. **चारा बद्ध आर ओ वी** – इस तरीके में स्थिर वजन से युक्त एक स्टैंड होता है। स्टैंड के प्लेटफॉर्म में कैमरा और प्रकाश का सेटिंग है जिसके सामने चारा लटकाया हुआ है। इसकी ओर आकर्षित होकर मछलियां संचित होती हैं। निरंतर रिकोर्डिंग मौसमिक संरचना और आकार भिन्नताओं की जानकारी प्रदान करती है। कृत्रिम चट्टान की मछलियों की रिक्रूटमेंट तथा ब्रूड स्टॉक गति विज्ञान को समझने का अच्छा तरीका है।
4. **मत्स्यन गिअर / प्रतिचयन गिअर** – कृत्रिम चट्टानों में मछलियों का प्रतिचयन करने के लिए उपयोग किया जाता है जोकि ट्रैप, लंबी डोर (लॉग-लाइन), कांटा डोर (हुक एंड लाइन) आदि हैं। कृत्रिम चट्टान के निष्पादन के लिए पकड़ आधारित डेटा स्रोतों का उपयोग किया जाता है। प्रति प्रयास मछली पकड़ तथा कुल वजन (कि.ग्रा./जाल या कि.ग्रा./कांटा) प्रति प्रयास के सन्दर्भ में पकड़ प्रति यूनिट प्रयास (सी पी यु ई) का आकलन किया जाता है। इसके अतिरिक्त ऊपर दिए गए समीकरण के ज़रिए प्रचुरता और विविधता की गणना भी की जाती है। आकार, प्रजाति एवं संख्या में प्रचुरता की विस्तृत जानकारी प्राप्त करने के लिए समय-समय पर, अगर उपलब्ध हो तो, सतह आनाय और संपाश डेटा का संग्रहण भी किया जा सकता है।

$$\text{Catch per unit effort (CPUE)} = \frac{\text{Total catch (kg)}}{\text{Total units employed}}$$

**लाभ** : पकड़/प्रजाति मिश्रण, लम्बाई- आवृत्ति वितरण, जैविक डेटा आदि प्रदान करता है

**हानि** : कृत्रिम चट्टान का नाश, गिअर का चयन – गिअर के प्रकार के अनुसार विविध आकार से युक्त गुप्तों के नमूनों का चयन किया जा सकता है। ट्राप और ट्राम्पल से चट्टानों में बसने वाले मछली समुदायों, विशेषतः अलंकारी मछलियों की प्रचुरता और विविधता का आकलन किया जा सकता है।

5. **ध्वनिक तरीका** – कृत्रिम चट्टानों में मछली समुदाय की संख्या निर्धारित करने के लिए सिंगिल बीम एको-साउंडर, मल्टीबीम एको – साउंडर, साइड स्कान सोनर आदि का उपयोग किया जाता है। एक नॉटिकल मील लंबी भू-संदर्भित प्राथमिक दूरी नमूनीकरण इकाई (ई डी एस यू) के सर्वेक्षण ट्रान्सेक्ट से सापेक्षिक मछली प्रचुरता सूचकांक का मापन

किया जा सकता है। 5.5 मी. की गहराई में ई डी एस यु 200 पिंग्स है। अध्ययन किए गए क्षेत्र में  $i^{\text{th}}$  प्रजातियों का जैवमात्रा घनत्व  $\rho_i$  ( $t/nmi^2$ , टन प्रति वर्ग समुद्री मील) फोर्मुला (साइमन और मैकलेनन, 2005) द्वारा गणना की गयी:

$$\rho_i = C_i \times \frac{RFAI}{4\pi \bar{\sigma}} \times \bar{W}_i \times 10^{-6}$$

$$\bar{\sigma} = \sum_{i=1}^n C_i \times 10^{TSi/10}$$

$$TSi = 20 \log li + b_{20,i}$$

जहां  $C_i$  आकलित  $i^{\text{th}}$  प्रजाति की संख्या प्रतिशत है, आर एफ ए आइ  $m^2/nmi^2$  में समुद्री क्षेत्र फैलाव का गुणांक है।  $\bar{\sigma}$ ,  $m^2$  में बैकस्काटरिंग क्रॉससेक्शन का औसत है, जहां  $\bar{W}_i, g$  में आकलित  $i^{\text{th}}$  प्रजाति का औसत शरीर वजन है,  $li$  से मी. में आकलित प्रजातियों की शारीरिक लम्बाई है और  $b_{20,i}$  dB (डेसीबेल) में (टार्गेट स्ट्रेंक्ट) कम किया गया मूल्य है।

मछली की लंबाई का अनुमान लगाने के लिए शास्त्र समूह में उपलब्ध प्रमुख प्रजातियों के विभिन्न प्रतिगमन के माध्यम से मछली प्रजातियों के TS-L संबंधों की गणना की जा सकती है, और अन्य प्रजातियों के  $b_{20}$  मूल्यों को उनके परिवारों से अपनाया जा सकता है।

मछली के जैव मात्रा (ठ,ज) की गणना फोर्मुला द्वारा किया जाता है:

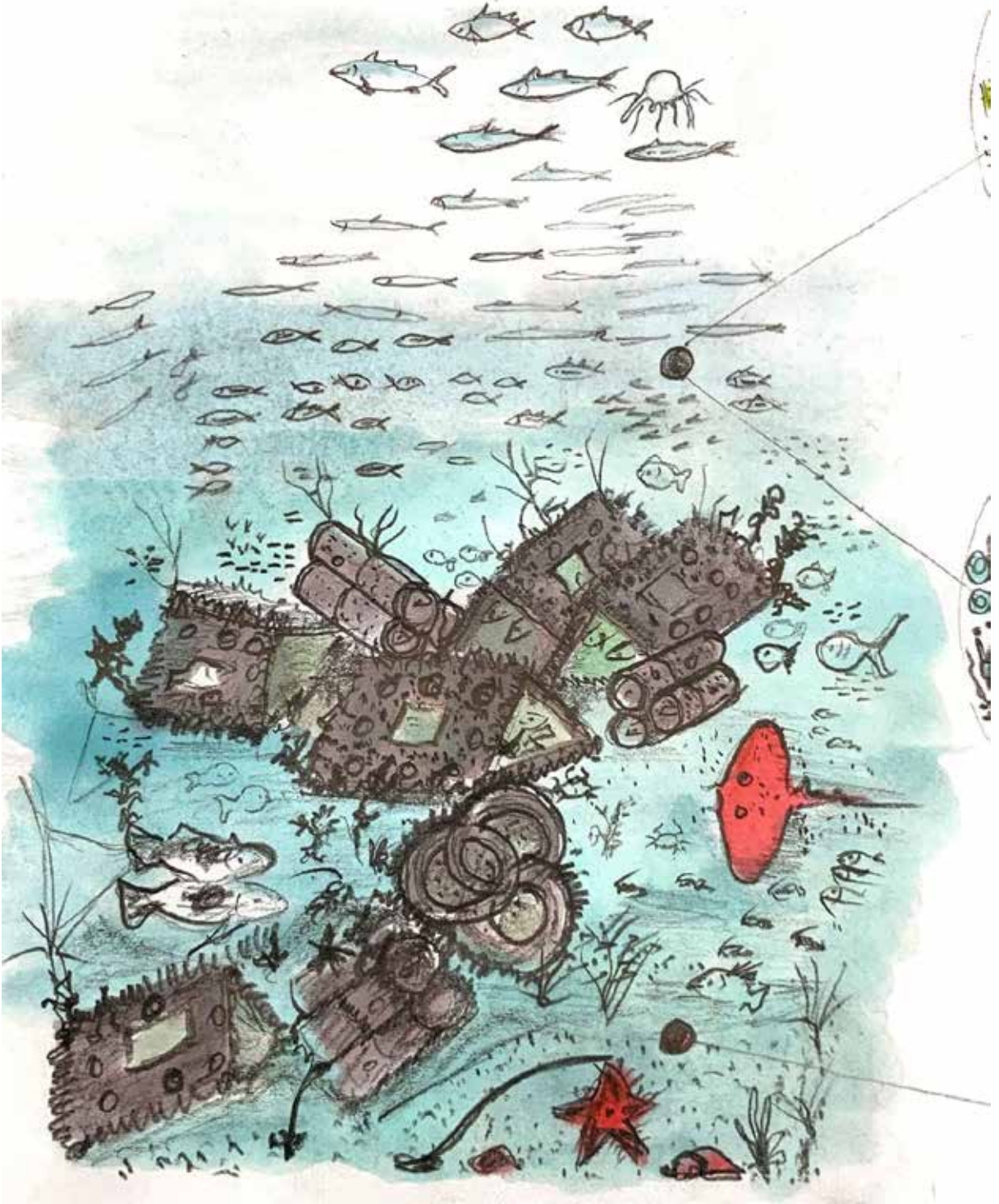
$$B = \sum_{i=1}^n \rho_i \times A$$

जहां  $\rho_i$   $t/nmi^2$  में आकलित  $i^{\text{th}}$  प्रजाति का जैवमात्रा घनत्व है,  $A$ ,  $nmi^2$ , में आकलित अध्ययन क्षेत्र है और  $n$  कुल आकलित प्रजातियां हैं।

**लाभ :** चट्टान या उससे सम्बंधित वनस्पति और प्राणिजातों को कोई हानि नहीं है

**हानि :** क्रस्टेशियनों एवं मोलस्कों की रिकोर्ड नहीं की जा सकती है।

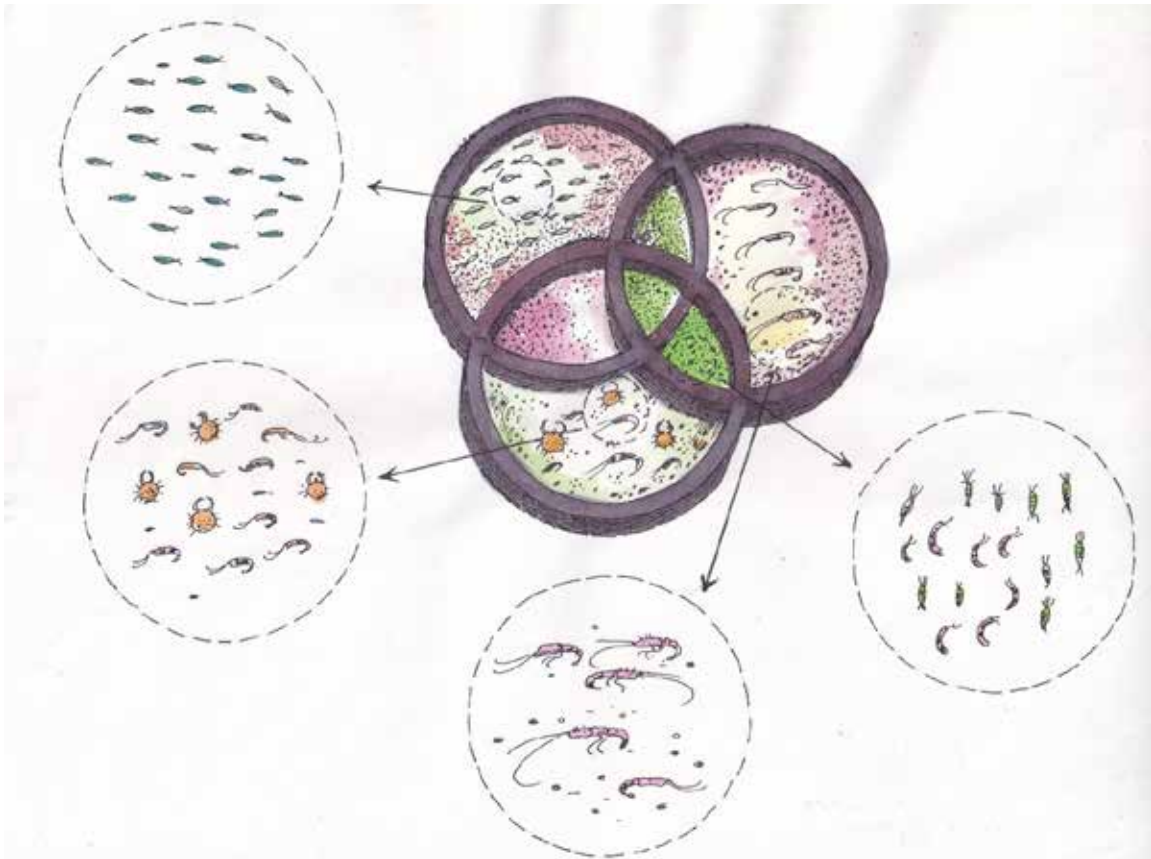
**6. ध्वनिक तकनीकों एवं मत्स्यन गिअरों के सम्मिश्रण का भी अनुसरण किया जाता है**



चित्र 60. मछुआरे की कल्पना के अनुसार बहु-पौष्टिकता स्तर, मछली समुच्चयन और आवास तंत्र का दृश्य



चित्र 61. निमज्जकों द्वारा कृत्रिम चट्टान की निगरानी और मूल्यांकन का रेखा चित्रण



चित्र 62. वेल रिंग मॉड्यूलों में नितल जीवों का जमाव वृ चिंगट, केकड़ा, महाचिंगट, क्रिनोइड्स

### चट्टानों का निष्पादन मूल्यांकन

**जैविक उत्पादन सूचकांक – रीफ परिधि** (पी ई बी और एस ई बी) से मछली पकड़ने के लिए प्रभाव क्षेत्र, **प्राथमिक प्रभावी सीमा** और **माध्यमिक प्रभावी सीमा**, कृत्रिम चट्टान के साइटों के लिए मछली प्राणिजात का **जैविक प्रभाव परास** (बी आइ आर) एवं जैवमात्रा और घनत्व प्राप्त किया जा सकता है। तमिल नाडु के तटीय समुद्र में स्थापित चट्टानों के गुण को केस स्टडी और विश्लेषण के आधार पर निर्धारित करने के लिए निम्नलिखित सूचकांक – समीकरण को विकसित किया गया है।

1. **कृत्रिम चट्टान का कुशल जीवन (ए आर ई एल, वर्ष)** भा कृ अनु प– सी एम एफ आर आइ द्वारा मौजूदा सामग्री और डिजाइन के लिए

$$\text{ए आर ई एल (वर्ष)} = ((\%a \times 0.1) + (\%b \times 0.60) + (\%c \times 1) + (\%d \times 0.03) + (\%e \times 0.005)) \times CC \times CS \times df$$

- ◆ जहां  $a > 3 \text{ mm}$ ,  $b = 3 \& 2 \text{ mm}$ ,  $c = 2 \& 1 \text{ mm}$ ,  $d < 1$  and  $e =$  तलछट बनावट की संरचना में मिट्टी का प्रतिशत
- ◆ करंट वेलोसिटी का गुणांक / *Coefficient of Current velocity* =  $CC$  (factor values severe = 0.88 (current velocity  $> 0.3 \text{ m/s}$ , moderate = 0.95 (0.15-0.25 m/s), mild = 0.98 (0.1-0.14 m/s) and low = 1 ( $< 0.5 \text{ m/s}$ ) और
- ◆ तरंग प्रफुल्लता का गुणांक / *Coefficient of wave swell* =  $CS$  (factor values severe = 0.87 (wave energy  $> 6.8-8.5 \text{ kJ/sqkm}$ , moderate = 0.95 (4.5-6.5 kJ/sqkm), mild = 0.98 (0.1-0.14 kJ/sqkm) and low = 1 ( $< 0.5 \text{ kJ/sqkm}$ )
- ◆ डी एफ – गहराई कारक / *Df- depth factor* ( $< 4 \text{ m}-0.75$ ,  $4-6 \text{ m}-0.9$ ,  $6-10 \text{ m}-0.95$ ,  $11-20 \text{ m}-1.1$ ,  $> 21 \text{ m}-1.2$ )

2. **कृत्रिम चट्टान मोड्यूलों के डूबने की दर (ए आर एस आर, एमएम/वर्ष)** भा कृ अनु प– सी एम एफ आर आइ द्वारा मौजूदा सामग्री और डिजाइन के लिए

$$\text{ए आर एस आर (एमएम/वर्ष)} = ((\%a \times 1) + (\%b \times 3) + (\%c \times 3) + (\%d \times 0.5) + (\%e \times 100)) \times CC \times CS \times df$$

- ◆ जहां  $e a > 3 \text{ mm}$ ,  $b = 3-2 \text{ mm}$ ,  $c = 2-1 \text{ mm}$ ,  $d < 1$  and  $e =$  तलछट बनावट की संरचना में मिट्टी का प्रतिशत
- ◆ करंट वेलोसिटी का गुणांक / *Coefficient of Current velocity* =  $CC$  (factor values severe = 1.1 (current velocity  $> 0.3 \text{ m/s}$ , moderate = 1.04 (0.15-0.25 m/s), mild = 1.02 (0.1-0.14 m/s) and low = 1 ( $< 0.5 \text{ m/s}$ ) और
- ◆ तरंग प्रफुल्लता का गुणांक / *Coefficient of wave swell* =  $CS$  (factor values severe = 1.15 (wave energy  $> 6.8-8.5 \text{ kJ/sqkm}$ , moderate = 1.06 (4.5-6.5 kJ/sqkm), mild = 1.03 (0.1-0.14 kJ/sqkm) and low = 1 ( $< 0.5 \text{ kJ/sqkm}$ )
- ◆ डी एफ – गहराई कारक / *Df- depth factor* ( $< 4 \text{ m}-1.5$ ,  $4-6 \text{ m}-1.3$ ,  $6-10 \text{ m}-1.25$ ,  $11-20 \text{ m}-1$ ,  $> 21 \text{ m}-0.75$ )

3. कृत्रिम चट्टान की निष्पादन क्षमता (ए आर पी ई) भा कृ अनु प- सी एम एफ आर आइ द्वारा मौजूदा सामग्री और डिजाइन के लिए और 250 मोड्यूलों का यूनिट स्थापित किया गया

$$\text{ए आर पी ई (\%)} = (\text{ए आर ई एल} + \text{ए आर एस आर} \times (0.7/100)) \times \text{FP} \times \text{EP} \times \text{RP} \times 10$$

- ◆ मत्स्यन दबाव / Fishing pressure (FP)-(0.5) heavy (>25 OBM+>trawlers,>others), -(1.1) moderate (15-25 OBM,few trawlers and least others ), (1.5)low(10-15 OBM,nil,nil) and (1.8)poor (1-2 OBM,nil,nil)
- ◆ मुहाने से निकटता /Estuarine Proximity (EP)-distance from bar mouth - 0.85(<3km), 1.3(3-10km),0.95(>10km) and 1(>20km)
- ◆ चट्टानों की निकटता / Reef patch or rock Proximity (RP)=distance from the nearest rock or reef patch -1.2 (300-500m),1.1(>500m) and 1(>1km)

#### 4. प्रभाव का क्षेत्र

- ◆ सतह और मध्य जल - चट्टान के अधिकेंद्र से 200-300 मीटर, नितलस्थ और तल -1-100 मीटर
- ◆ चट्टानों की परिधि से **40-60 मी तक गिल जाल से अधिकतम पकड़**
- ◆ चट्टानों की परिधि से मछली पकड़ के लिए प्राथमिक प्रभावी सीमा
- ◆ वेलापवर्ती - 200-400 m, तलीय - 40-200 m
- ◆ चट्टानों की परिधि से मछली उपलब्धता के लिए माध्यमिक प्रभावी सीमा (एस ई बी)
- ◆ वेलापवर्ती - 400-600 m, तलीय - 200-300 m
- ◆ जैविक प्रभावी परास (बी आइ आर) - 40-60 m