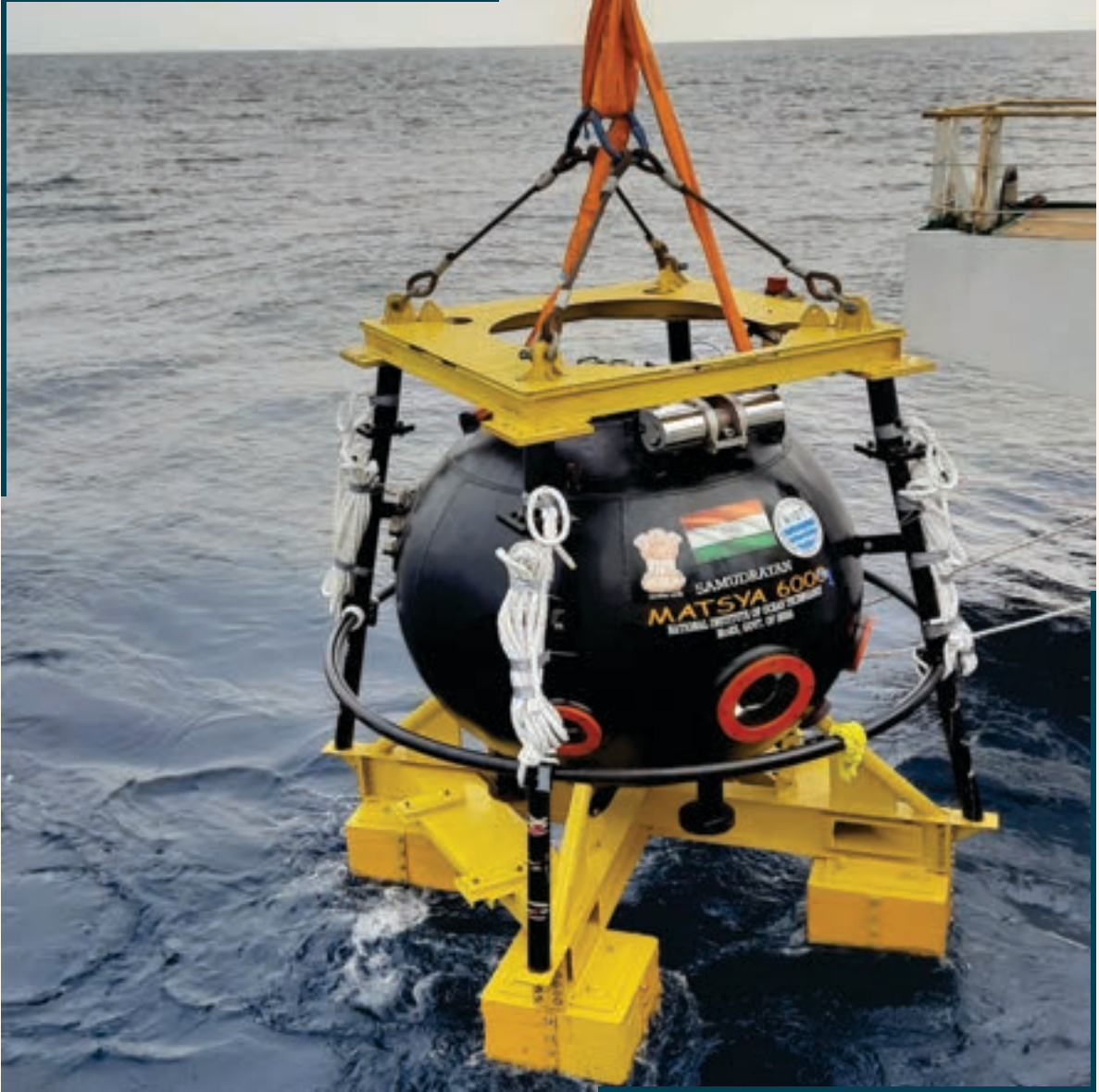




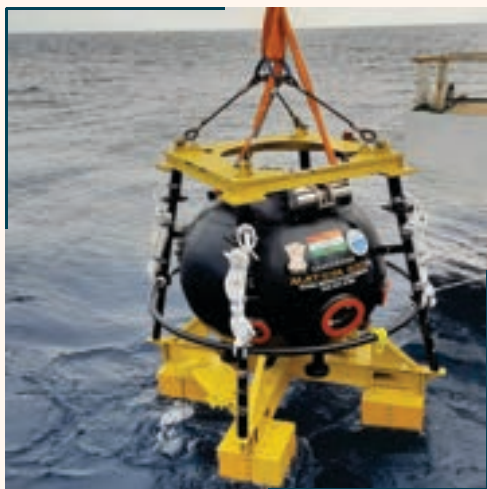
सत्यमेव जयते

भारत सरकार  
पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय



वार्षिक रिपोर्ट  
2021-2022

## मुखपृष्ठ चित्र



वार्षिक रिपोर्ट  
2021-2022

बंगाल की खाड़ी में समुद्र में 610 मीटर की गहराई पर ह्यूमन ऑक्युपेंसी के लिए शैलो वाटर पर्सनेल स्फीयर का समुद्री परीक्षण

स्वचालित मौसम स्टेशन, प्रोफाइल मृदा नमी सेंसर, डिजिटल पैन इवेपोरीमीटर आदि का उपयोग करके प्रमुख क्रिटिकल जोन वैरिएबल्स संबंधी निरंतर डेटा सृजित करने के लिए अट्टापडी, केरल में NCESS क्रिटिकल जोन ऑब्जर्वेटरी (CZO)

## पार्श्वपृष्ठ चित्र







सत्यमेव जयते

# वार्षिक रिपोर्ट 2021-2022

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय  
भारत सरकार



## अनुक्रम

1. सिंहावलोकन.....	1
2. वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएं (अक्रॉस) .....	7
3. समुद्री सेवाएं, मॉडलिंग, अनुप्रयोग, संसाधन और प्रौद्योगिकी (ओ-स्मार्ट) .....	30
4. ध्रुवीय और हिमांकमंडलीय अनुसंधान (पेसर) .....	48
5. भूकंप विज्ञान और भू विज्ञान अनुसंधान (सेज) .....	58
6. अनुसंधान, शिक्षा, प्रशिक्षण और आउटरीच (रीचआउट) .....	78
7. डीप ओशन मिशन (डीओएम) .....	87
8. अंतरराष्ट्रीय सहयोग .....	89
9. प्रकाशन, पेटेंट्स, पुरस्कार एवं सम्मान .....	97
10. प्रशासनिक सहायता .....	101
11. आभार .....	110





## अध्याय 1 सिंहावलोकन

पृथ्वी प्रणाली विज्ञान पृथ्वी प्रणाली के सभी पांच घटकों, अर्थात्, वायुमंडल, जलमंडल, हिमांकमंडल, स्थलमंडल और जैवमंडल तथा उनकी जटिल अंतःक्रियाओं से संबंधित है। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय मौसम, जलवायु, समुद्र, तटीय दक्ष, जल विज्ञान और भूकंपीय सेवाएं प्रदान करने के लिए पृथ्वी प्रणाली विज्ञान से संबंधित सभी पहलुओं को समग्र रूप से संबोधित करता है। सेवाओं में उष्णकटिबंधीय चक्रवात, तूफानी लहरें, बाढ़, लू, गर्ज के साथ तूफान और आकाशीय बिजली जैसी विभिन्न प्राकृतिक आपदाओं के लिए पूर्वानुमान और चेतावनियां; सुनामी और भूकंपों की निगरानी आदि के लिए अलर्ट शामिल हैं। इसके अतिरिक्त, मंत्रालय के पास सजीव और निर्जीव संसाधनों के लिए समुद्र सर्वेक्षण और अन्वेषण करने तथा तीनों ध्रुवों (आर्कटिक, अंटार्कटिक और हिमालय) की खोज करने का भी अधिदेश है। मानव जीवन को बचाने और प्राकृतिक आपदाओं के कारण होने वाले नुकसान को कम करने के लिए मंत्रालय द्वारा प्रदान की जाने वाली सेवाओं का विभिन्न एजेंसियों और राज्य सरकारों द्वारा प्रभावी ढंग से उपयोग किया जा रहा है। अक्षय ऊर्जा क्षेत्र जैसे मौसम पूर्वानुमान प्रदान करने के लिए कई नए अनुप्रयोग क्षेत्रों की पहचान की गई है। पिछले वर्ष के दौरान पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के पांच प्रमुख कार्यक्रमों के तहत कई प्रमुख कीर्तिमान हासिल किए गए हैं, जिन्हें नीचे दर्शाया गया है:

### 1.1 वायुमंडलीय और जलवायु अनुसंधान-मॉडलिंग प्रेक्षण प्रणालियां और सेवाएं (अक्रॉस)

- भारत मौसम विज्ञान विभाग द्वारा उष्णकटिबंधीय चक्रवात ताऊते, यास, गुलाब और शाहीन के सटीक और समय पर पूर्वानुमान के साथ आपदा प्रबंधन प्राधिकरणों द्वारा किए गए क्षेत्र में कार्य सेहजारों देशवासियों के मूल्यवान जीवन को बचाने में मदद मिली।
- मुक्तेश्वर, कुफरी, जम्मू, नई दिल्ली, मुंबई, चेन्नई और लेह में सात डॉप्लर मौसम रडार चालू किए गए।
- वर्ष के दौरान ग्यारह नई जिला कृषि-मौसम विज्ञान इकाइयां (डीएएमयू) स्थापित की गईं, जिससे डीएएमयू की कुल संख्या 199 हो गई।
- भारत मौसम विज्ञान विभाग ने 23 मार्च 2021 को अपने जलवायु डाटा सेवा पोर्टल को जारी किया।
- उपयोगकर्ताओं के लिए लाइव प्रत्येक 15 मिनट में वर्षा डेटा सहित 80 से अधिक मोसम स्टेशनों के डेटा के साथ पुणे लाइव वेदर मोबाइल ऐप 27 जुलाई 2021 को लॉन्च किया गया था। यह ऐप उपलब्ध नेटवर्क, भूमि आदि को साझा करने के लिए आईएमडी, जल संसाधन विभाग, डब्ल्यूआरडी (एनएचपी के तहत), पुणे और अन्य संस्थानों, कॉलेजों, स्कूलों, गैर सरकारी संगठनों, किसानों और आईएमडी अधिकारियों के सहयोगात्मक प्रयासों का परिणाम है। यह ऐप एक ही स्थान पर विभिन्न संसाधनों से डेटा प्रदान करता है।
- आईएमडी ने जनता से वर्षा, गर्ज के साथ तूफान, आंधी आदि जैसी सभी प्रेक्षित मौसम घटनाओं को एकत्र करने के लिए वेब इंटरफेस के माध्यम से अपना क्राउड-सोर्सिंग तंत्र शुरू किया।
- वायुमंडलीय अनुसंधान परीक्षण केन्द्र 100 एकड़ भूमि ( मध्य प्रदेश के सीहोर जिले में भोपाल के उत्तर-पश्चिम में 50 किमी) में फैली हुई खुली वेधशाला है, जिसे रडार, विंड प्रोफाइलर, यूएवी आदि जैसी अत्याधुनिक प्रेक्षण प्रणालियों का प्रयोग करके मुख्य मानसून क्षेत्र के ऊपर मानसून संवहन और भूमि-वायुमंडल परस्पर क्रियाओं को नियंत्रित करने वाली प्रक्रियाओं पर बेहतर समझ के लिए स्थापित किया जा रहा है। यह वायुमंडलीय अनुसंधान परीक्षण केन्द्र उष्णकटिबंधीय क्षेत्र में एक अनूठी सुविधा होगी। मुख्य मानसून क्षेत्र में वर्षाप्रक्रमों के विस्तृत अध्ययन के लिए हाल ही में उपर्युक्त सुविधा में एक डुअल-पोलरिमेट्रिक सी-बैंड डॉपलर मौसम रडार चालू किया गया था।
- आकाशीय बिजली अकंस्थिति नेटवर्क के तहत, भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान देशभर में कुल 83 सेंसर स्थापित किए हैं।
- आईआईटीएम ने दिल्ली एनसीआर क्षेत्र के लिए उन्नत वायु गुणवत्ता प्रबंधन के लिए स्वदेशी निर्णय समर्थन प्रणाली (<https://ews.tropmet.res.in/dss/>) को सफलतापूर्वक विकसित किया है। इसका उद्घाटन माननीय पृथ्वी विज्ञान मंत्री, डॉ जितेंद्र सिंह द्वारा 18 अक्टूबर 2021 को किया गया था।
- महाबलेश्वर में हाई एल्टीट्यूड भौतिकी प्रयोगशाला में किए गए

बर्फ के नाभिक और एरोसोल माप का उपयोग करके एक बर्फ मानकीकरण स्कीम तैयार की गई है।

- राष्ट्रीय मध्यम अवधि मौसम पूर्वानुमान केन्द्र (एनसीएमआरडब्ल्यूएफ) को अनेक नए प्रेक्षण मिलने लगे हैं।
- 2021 के दौरान इन प्रेक्षणों को शामिल करने के लिए एनसीएमआरडब्ल्यूएफ डेटा समावेशन प्रणाली को अपग्रेड किया गया था। नए प्रेक्षण डेटासेटों में मुख्य रूप से कोरिया मौसम विज्ञान प्रशासन (केएमए: जीके -2), चीन मौसम विज्ञान प्रशासन (सीएमए: एफवाई-2 जी और एफवाई -2 एच) और ईयूमेटसैट ड्युएल-मेटोप एएमवी से वायुमंडलीय गति वैक्टर तथा ईयूएमईटीसी एसटी टैरेस्ट्रियल रिसेप्शन प्रणाली के माध्यम से एओलस उपग्रह से ऊर्ध्वाकार विंड प्रोफाइल शामिल हैं।
- आईएमडी की तत्काल पूर्वानुमान गतिविधियों का समर्थन करने के लिए एक उच्च-विभेदन रैपिड रिक्रेश (एचआरआरआर) प्रणाली भी लागू की गई थी।
- पृथ्वी प्रणाली विज्ञानों के क्षेत्र में बहु-विषयक कार्यक्रमों के माध्यम से क्षेत्र का विस्तार करने के लिए आईआईटीएम पुणे में आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस(आईआई)/ मशीन लर्निंग (एमएल)/डीप लर्निंग (डीएल) पर एक वर्चुअल सेंटर स्थापित किया गया है।

### 1.2 समुद्री सेवाएं, मॉडलिंग, अनुप्रयोग, संसाधन और प्रौद्योगिकी (ओ-स्मार्ट)

- भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केन्द्र (इंकोइस) ने संभावित मत्स्यन क्षेत्रों (पीएफजेड) के संबंध में अपनी प्रमुख परामर्शिका सेवा प्रदान करना जारी रखा, जिन्हें मत्स्यन पर प्रतिबंध की अवधि और प्रतिकूल समुद्री स्थितियों को छोड़कर दैनिक आधार पर स्मार्ट मैप और लिखित रूप में प्रसारित किया गया। जनवरी से दिसंबर 2021 के दौरान, बहुभाषी पीएफजेड परामर्शिकाएं और येलोफिन टूना परामर्शिकाएं क्रमशः 326 और 254 दिनों के लिए उपलब्ध करवाई गईं।
- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय का एक अर्थ सिस्टम साइंस डेटा पोर्टल (ESSDP) (<https://incois.gov.in/essdp>) 27 जुलाई 2021 को लॉन्च किया गया था। ESSDP पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा पिछले वर्षों में कार्यान्वित किए गए विभिन्न कार्यक्रमों के तहत एकत्र और रखरखाव किए गए डेटा के लगभग 1050 मेटाडेटा

रिकॉर्ड को होस्ट करता है तथा उन्हें संबंधित डेटा केंद्रों से लिंक करता है। यह विभिन्न खोज मानदंडों द्वारा विभिन्न डेटा-सेट की खोज और प्राप्ति को सुगम बनाता है। ESSDP अनुसंधान संस्थानों, प्रचालन एजेंसियों, रणनीतिक उपयोगकर्ताओं, शैक्षणिक समुदाय, उद्योग, नीति निर्माताओं और जनता सहित उपयोगकर्ताओं की एक विस्तृत श्रृंखला की बढ़ती डेटा-खोज आवश्यकताओं की पूर्ति करेगा।

- अंतर्जलीय खनन प्रणाली को ओआरवी सागर निधि से तैनात किया गया था और अंतर्जलीय खनन प्रणाली (वराह- I और II) की प्रायोगिक अंडरकैरेज प्रणाली के समुद्र तल गति परीक्षणमार्च-अप्रैल 2021 के दौरान मध्य हिंद महासागर (सीआईओ) में 5270 मीटर की गहराई पर जल संतप्त नम मृदा पर 120 मीटर की दूरी पर सफलतापूर्वक किए गए थे।
- न्यूनतम ऑक्सीजन क्षेत्र (ओएमजेड) की कालिक और स्थानिक परिवर्तनशीलता को समझने के लिए विशेष बल के साथ गहरे समुद्र के भौतिक और जैवभूरासायनिक प्राचलों की निगरानी के लिए बंगाल की खाड़ी में दो ग्लाइडर तैनात किए गए थे। दोनों ग्लाइडर, 5000 किमी की दूरी तय करने के बाद, वापस निकाल लिए गए और एकत्र किए गए डेटा को पुनः प्राप्त किया गया।
- इंकोइस द्वारा एनआईओटी और पीएमईएल-एनओए के साथ संयुक्त रूप से विकसित संयुक्त OMNI-RAMA हिंद महासागर डेटा पोर्टल 9 अगस्त 2021 को लॉन्च किया गया था।
- 'रीयल टाइम सुनामी निगरानी प्रणाली' नामक आविष्कार, पेटेंट संख्या 369,964 के लिए एक भारतीय पेटेंट 22 जून 2021 को प्रदान किया गया। छह स्वदेशी समुद्र प्रेक्षण प्रौद्योगिकियां विकसित की गईं और व्यावसायिक प्रयोग के लिए मैसर्स एलएंडटी को सफलतापूर्वक स्थानांतरित कर दी गईं।
- राष्ट्रीय तटीय अनुसंधान केंद्र (एनसीसीआर) द्वारा पुदुच्चेरी के तटीय जल में 10 मीटर गहराई (तट से 1.5 किमी दूर) पर तैनात एक जल गुणवत्ता बुयाय 28.07.2021 को पुदुच्चेरी के मुख्यमंत्री द्वारा राष्ट्र को समर्पित किया गया था। यह जल की गुणवत्ता और तटीय समुद्रों की उत्पादकता में अंतर की निगरानी के लिए सेंसर से सुसज्जित एक स्वचालित जल गुणवत्ता वाला बुयाय है। वेब-आधारित पूर्वानुमान प्रणाली और एक मोबाइल ऐप "क्लीन



कोस्ट" के माध्यम से रीयल टाइम में जल की गुणवत्ता के आंकड़ों का प्रसारण प्रत्येक 20 मिनट के अंतराल पर किया जाएगा।

- तटरेखा निगरानी कार्यक्रम के रूप में, तटीय संसाधनों के प्रबंधन के लिए राज्य के विभिन्न हितधारकों को प्रसारित करने के लिए 1:25000 पैमाने पर दीर्घकालिक तटरेखा परिवर्तन मानचित्र तैयार किए गए हैं। कुछ द्वीपों के लिए तटरेखा परिवर्तन मानचित्रण दीर्घकालिक पैमाने (1990-2018) पर तैयार किया गया है।
- रिसोर्स एक्सप्लोरेशन एंड इन्वेंटराइजेशन सिस्टम (REIS) कार्यक्रम के तहत भारतीय अनन्य आर्थिक क्षेत्र (ईईजेड) के भीतर ऑन-बोर्ड एफओआरवी सागर संपदा में एकर्र किए गए नमूनों के वर्गिकी अध्ययन से डिकैपोड क्रस्टेशियंस की छह नई प्रजातियां, पॉलीचीट की एक नई प्रजाति और डीप ईल की दो प्रजातियां मिलीं।

### 1.3 ध्रुवीय और हिमांकमंडल अनुसंधान (पेसर)

- अंटार्कटिका के लिए 40<sup>वाँ</sup> भारतीय वैज्ञानिक अभियान (40-ISEA) को जनवरी 2021 में गोवा के मोरमुगाओ से 43 भारतीय सदस्यों के साथ अभियान पोत एमवी वासिली गोलोविनिन से शुरू किया गया था।
- अंटार्कटिका के लिए 41<sup>वाँ</sup> भारतीय वैज्ञानिक अभियान, राष्ट्रीय ध्रुवीय एवं समुद्री अनुसंधान केन्द्र (एनसीपीओआर), गोवा से नवंबर 2021 में सफलतापूर्वक शुरू किया गया था।
- 41<sup>वाँ</sup> अभियान के दो प्रमुख कार्यक्रम हैं। पहले कार्यक्रम में भारती स्टेशन पर अमेरी आइस शेल्फ का भूवैज्ञानिक अन्वेषण शामिल है। इससे अतीत में भारत और अंटार्कटिका के बीच संबंध का पता लगाने में मदद मिलेगी। दूसरे कार्यक्रम में ब्रिटिश अंटार्कटिक सर्वेक्षण और नॉर्वेजियन पोलर इंस्टीट्यूट के सहयोग से मैत्री के पास 500 मीटर बर्फ क्रोड के वेधन के लिए टोही सर्वेक्षण और प्रारंभिक कार्य शामिल है। इससे पिछले 10,000 वर्षों से एक ही जलवायु संग्रह से अंटार्कटिक जलवायु, पश्चिमी हवाओं, समुद्री-बर्फ और ग्रीनहाउस गैसों की बेहतर समझ में मदद मिलेगी।
- मई 2021 से अक्टूबर 2021 के दौरान छह ग्लेशियरों के लिए ग्लेशियोलॉजिकल क्षेत्र अभियान किए गए जिससे कुल ग्लेशियर क्षेत्र ~ 300 वर्ग किमी हो गया है।

- भारत ध्रुवीय (आर्कटिक, अंटार्कटिक और हिमालयी) क्षेत्रों में एरोसोल के दीर्घकालिक और निरंतर प्रेक्षणों के लिए पोलरएरोसोल नेटवर्क (पोलारनेट) विकसित कर रहा है।

### 1.4 भूकंप विज्ञान और भूविज्ञान अनुसंधान (सेज)

- देश के अधिकांश हिस्सों में 3.0 या उससे अधिक तीव्रता के किसी भी भूकंप का पता लगाने के लिए प्रचालन क्षमता में सुधार के लिए 35 नई भूकंपीय वेधशालाओं को जोड़ने के साथ मौजूदा राष्ट्रीय भूकंपीय नेटवर्क सशक्त होकर अब 150 स्टेशनों तक हो गया है।
- जनवरी-दिसंबर 2021 की अवधि के दौरान, कुल 1398 भूकंप पाए गए और रिपोर्ट किए गए (चित्र 5.2)। इन भूकंपों में से 58 भूकंप 5.0 और उससे अधिक तीव्रता के हैं।
- चार शहरों, भुवनेश्वर, चेन्नई, कोयंबटूर और मैंगलोर का भूकंपीय सूक्ष्मक्षेत्रीकरण कार्य पूरा होने के अंतिम चरण में है तथा आठ और शहरों (पटना, मेरठ, अमृतसर, आगरा, वाराणसी, लखनऊ, कानपुर और धनबाद) से संबंधित कार्य शुरू कर दिया गया है एवं विभिन्न भूभौतिकीय और भू-तकनीकी सर्वेक्षण प्रगति पर हैं।
- कोयना इंटरप्लेट भूकंपीय क्षेत्र, महाराष्ट्र में वैज्ञानिक गहरा वेधन परियोजना के तहत, कोयना भूकंपीय क्षेत्र में गहरे जल के रिसाव के साक्ष्य चट्टान संरचनाओं के भौतिक एवं यांत्रिक गुणों के आधार पर कोयना प्रायोगिक वेधछिद्र में 2 से 3 किमी के बीच दर्शाए जा रहे अनेक नुकसान क्षेत्रों के साथ स्थापित किए गए हैं।
- राष्ट्रीय नेटवर्क परियोजना अंतः समुद्री भूजल स्राव (एसजीडी) के तहत, राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान अध्ययन केंद्र ( एनसेस) ने जलभृत मॉडलिंग तकनीक के माध्यम से भारत के दक्षिण-पश्चिम तटीय क्षेत्र के तीन तटीय जलग्रहण क्षेत्रों से एसजीडी प्रवाह का अनुमान लगाया है। एसजीडी लक्षणों वाले दक्षिण पश्चिम तटीय क्षेत्र में सर्वेक्षण किए गए 640 किमी में से 106.5 किमी की कुल तट लंबाई वाले नौ महत्वपूर्ण क्षेत्र हैं।
- एनसेस ने विषमांग तलछटी बेसिनों के तहत छिपी बेसमेंट ज्यामिति को पुनर्प्राप्त करने के लिए डिफरेंशियल इवोल्यूशन एल्गोरिथम (SPODEA) का उपयोग करके एक मैटलैब आधारित प्रतिलोमन कार्यक्रम, बी-स्पलाइन बहुपद सन्निकटन विकसित किया है।

### 1.5 रीचआउट

- चालू वित्तीय वर्ष के दौरान विभिन्न शैक्षणिक/अनुसंधान संगठनों एवं विश्वविद्यालयों से कुल 27 शोध प्रस्तावों को स्वीकृत किया गया है।
- इंटरनेशनल ट्रेनिंग सेंटर फॉर ऑपरेशनल ओशनोग्राफी (आईसीटीओशन), इंकॉइस, हैदराबाद में स्थापित एक यूनेस्को श्रेणी 2 केंद्र, में अब तक 95 देशों के प्रशिक्षु थे। महामारी के कारण ऑनलाइन प्रशिक्षण मोड ने प्रशिक्षण कार्यक्रमों में हिंद महासागर रिम देशों की भागीदारी को बढ़ाने में सक्षम बनाया है। जनवरी 2021 से दिसंबर 2021 के दौरान, 16 प्रशिक्षण पाठ्यक्रम आयोजित किए गए। कुल 1713 व्यक्तियों को प्रशिक्षित किया गया जिनमें से 1021 भारत के और 692 अन्य देशों के हैं।
- 'मौसम/जलवायु के लिए एनसेंबल मॉडल पूर्वानुमान उत्पादों का उपयोग' विषय पर एक ऑनलाइन कार्यशाला सह प्रशिक्षण कार्यक्रम 24-26 मार्च 2021 के दौरान आयोजित किया गया था। बांग्लादेश, भूटान, नेपाल, म्यांमार, थाईलैंड और श्रीलंका, जो बिम्स्टेक (बंगाल की खाड़ी बहु-क्षेत्रीय तकनीकी और आर्थिक सहयोग पहल) के सदस्य देश हैं, के एनएचएमएस से लगभग 50 प्रतिभागी थे।
- पृथ्वी प्रणाली विज्ञान में कुशल जनशक्ति के विकास (DESK) के तहत, 'शुरुआत करने वाले लोगों के लिए वायुमंडल-समुद्र अनुप्रयोगों के लिए एआई/एमएल में ऑनलाइन प्रशिक्षण' नामक पांच दिवसीय ऑनलाइन प्रशिक्षण कार्यक्रम था।
- 2021 में DERCON (डिजिटल अर्थ साइंसेज कंसोर्टियम) के तहत सब्सक्राइब किए गए ई-संसाधन KRCNET के माध्यम से पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के संस्थानों के वैज्ञानिकों और कर्मचारियों को उपलब्ध करा दिए गए थे।
- "आजादी का अमृत महोत्सव" प्रगतिशील भारत के 75 साल और इसके लोगों, संस्कृति और उपलब्धियों के गौरवशाली इतिहास को स्मरण करने और मनाने के लिए भारत सरकार की एक पहल है। यह महोत्सव उन सबका एक साकार रूप है जो भारत की सामाजिक-सांस्कृतिक, राजनीतिक और आर्थिक पहचान के बारे में प्रगतिशील है। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय प्रतीकात्मक सप्ताह उत्सव 18 अक्टूबर, 2021 को शुरू हुआ और 24 अक्टूबर, 2021 को समाप्त हुआ। इस महत्वपूर्ण अवसर को मनाने के लिए, पृथ्वी विज्ञान

मंत्रालय और इसके सभी संस्थानों ने एक पुनरुत्थानशील, आत्मनिर्भर भारत के लिए गतिविधियों के एक सेट की मेजबानी की।

- गोवा सरकार के साथ पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय और विज्ञान भारती द्वारा आयोजित भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव (IISF 2021) का सातवां संस्करण 10-13 दिसंबर, 2021 के दौरान गोवा में आयोजित किया गया था। राष्ट्रीय ध्रुवीय और समुद्री अनुसंधान केन्द्र (एनसीपीओआर), पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय IISF 2021 के आयोजन के लिए नोडल एजेंसी था। IISF 2021 का विषय 'विज्ञान में रचनात्मकता का जश्न' था। इस महोत्सव में मेगा साइंस एंड टेक्नोलॉजी एक्सपोजे सहित 12 कार्यक्रम थे।

### 1.6 डीप ओशन मिशन

- डीप ओशन मिशन 4077 करोड़ रुपये के बजट के साथ गहरे-समुद्री संसाधनों की खोज और दोहन करने तथा भारत सरकार की समुद्री अर्थव्यवस्था पहल का समर्थन करने के लिए भारत की एक महत्वाकांक्षी योजना है जिसे आर्थिक कार्यों संबंधी मंत्रिमंडल समिति द्वारा 16 जून, 2021 को अनुमोदित किया गया था। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (एमओईएस) इस बहु-संस्थागत महत्वाकांक्षी मिशन को कार्यान्वित करने वाला नोडल मंत्रालय होगा।
- डॉ. जितेंद्र सिंह, माननीय पृथ्वी विज्ञान तथा विज्ञान और प्रौद्योगिकी राज्य मंत्री (स्वतंत्र प्रभार) ने डीप ओशन मिशन के तहत समुद्रयान भारतीय मानवयुक्त समुद्री मिशन का शुभारंभ 5 नवंबर, 2021 को किया।

### 1.7 अंतर्राष्ट्रीय सहयोग

- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय अंतरराष्ट्रीय संयुक्त परियोजनाओं और संयुक्त विकास कार्यों के माध्यम से अनुसंधान के दायरे को व्यापक बनाने के लिए पृथ्वी विज्ञान से संबंधित सभी क्षेत्रों में वैज्ञानिक सहयोग के लिए अंतरराष्ट्रीय संस्थानों के साथ नियमित रूप से साझेदारी करता है।
- "अफ्रीकी-एशियाई-ऑस्ट्रेलियाई मानसून विश्लेषण और पूर्वानुमान के लिए अनुसंधान मुअर्ड एरे के विकास में तकनीकी सहयोग (RAMA) तथा मौसम और मानसून पूर्वानुमानों में सुधार के लिए उत्तरी हिंद महासागर में महासागर मुअर्ड बुयाय नेटवर्क (OMNI)" के संबंध में कार्यान्वयन समझौते पर 09 अगस्त 2021

को एक वर्चुअल इवेंट में हस्ताक्षर किए गए थे। वर्चुअल इवेंट के दौरान सचिव महोदय द्वारा संयुक्त RAMA-OMNII हिंद महासागर डेटा पोर्टल भी लॉन्च किया गया। OMNI-RAMA पोर्टल डेटा डिस्प्ले और डिलीवरी के लिए सीधी पहुंच के साथ मौसम विज्ञान और समुद्र विज्ञान संबंधी डेटा सेटों की बृहद सूची को दर्शाएगा।

- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और यूके मेट ऑफिस के बीच वेदर एंड क्लाइमेट साइंस (WCSSP India) के संबंध में कार्यान्वयन समझौते के मार्च 2021 तक विस्तार के परिणामस्वरूप, दोनों पक्षों ने मार्च 2022 तक अतिरिक्त विस्तार के लिए पारस्परिक रूप से सहमति व्यक्त की। डब्ल्यूसीएसएसपी इंडिया कार्यक्रम की वार्षिक विज्ञान बैठक 1-4 फरवरी 2021 के दौरान वर्चुअली आयोजित गई थी जिसमें भारत और यूके के 100 से अधिक वैज्ञानिकों ने भाग लिया।
- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय बेलमॉंट फोरम का एक सदस्य है जो वैश्विक पर्यावरणीय परिवर्तन अनुसंधान तथा अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान परिषदों के विश्व के प्रमुख और उभरते हुए वित्तपोषणकर्ताओं का एक समूह है। बेलमॉंट फोरम वार्षिक प्रारंभिक बैठक 2021, 26-28 अक्टूबर 2021 के दौरान वर्चुअल मोड में आयोजित की गई थी। बैठक में 31 से अधिक देशों के सदस्यों ने भाग लिया।
- हिमालयी विज्ञान परिषद पर बिम्सटेक विशेषज्ञ समूह की पहली बैठक नई दिल्ली, भारत में 12 अक्टूबर 2021 को 'बिम्सटेक के तहत हिमालय विज्ञान परिषद (एचएससी) के लिए प्रस्ताव' पर अवधारणा दस्तावेज को अंतिम रूप देने के उद्देश्य से वर्चुअली आयोजित की गई।
- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और नॉर्वे की अनुसंधान परिषद के बीच समझौता ज्ञापन के तहत संयुक्त रूप से स्वीकृत परियोजनाओं की प्रगति की समीक्षा करने के लिए एक संयुक्त भारत-नॉर्वे बैठक 23 मार्च 2021 को आयोजन की गई।
- समुद्री प्लास्टिक कचरे से संबंधित मुद्दों के संबंध में तथा समुद्री कचरे की समस्या के समाधान के लिए सहयोग करने के लिए जापान और भारत में संस्थानों के विशिष्ट प्रयासों को प्रकाश में लाने के उद्देश्य से "समुद्री प्लास्टिक प्रदूषण रोकथाम और प्रबंधन" पर एक वेबिनार 16 फरवरी, 2021 को आयोजित किया गया।
- अफ्रीका और एशिया के लिए क्षेत्रीय एकीकृत बहु खतरा पूर्व चेतावनी प्रणाली (RIMES) ने अपने सदस्य और सहयोगी देशों को निर्बाध सेवाएं प्रदान करने के अपने प्रयासों को 2021 में जारी रखा। RIMES ने भारत मौसम विज्ञान विभाग के क्षेत्रीय जलवायु केंद्र, पुणे, यूके मौसम कार्यालय तथा विश्व मौसम विज्ञान संगठन के साथ 26-28 अप्रैल 2021 के दौरान दक्षिण एशियाई आउटलुक फोरम (SASCOF) में वर्चुअल मोड में भाग लिया। राष्ट्रीय मौसम विज्ञान और जल विज्ञान सेवा कार्यालयों के लगभग 100 मौसम विज्ञानियों और जलवायु विशेषज्ञों ने मानसून का ऋतुनिष्ठ और क्षेत्रीय जलवायु आउटलुक तैयार किया। SASCOF-20 और क्लाइमेट सर्विसेज यूजर फोरम (CSUF) शीतकालीन मानसून या पूर्वोत्तर मानसून ऋतु के लिए ऋतुनिष्ठ आउटलुक तैयार करने के लिए सितंबर 2021 में आयोजित किया गया।
- नवंबर 2021 में ग्लासगो में 26वें संयुक्त राष्ट्र जलवायु परिवर्तन पक्षकार सम्मेलन (COP 26) के लिए योगदान के रूप में, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और यूके रिसर्च एंड इनोवेशन (UKRI) ने संयुक्त रूप से धारणीय और समावेशी जलवायु अनुकूलन एवं तन्त्रकता: एक वैश्विक लक्ष्य के लिए स्थानीय नेतृत्व विषय पर एक COP 26 साझेदारी वर्चुअल इवेंट का आयोजन 29 सितंबर 2021 को किया।
- भारत और वियतनाम ने समुद्री विज्ञान और पारिस्थितिकी में वैज्ञानिक और तकनीकी सहयोग को बढ़ावा देने की दिशा में एक समझौता ज्ञापन पर दिनांक 17 दिसंबर, 2021 को हस्ताक्षर किए।

### 1.8 वैज्ञानिक प्रकाशन

मंत्रालय के विभिन्न कार्यक्रमों के तहत पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के वैज्ञानिकों द्वारा 2021 के दौरान कुल 622 शोध पत्र प्रकाशित किए गए, जो पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की स्थापना के बाद से सबसे अधिक है। पिछले वर्षों की तुलना में प्रकाशित शोध पत्रों की संख्या और कुल प्रभाव कारक (2019) तुलनात्मक रूप से बहुत अधिक हैं (चित्र 1.1)। शोध पत्रों का औसत प्रभाव कारक 3.37 था।

### 1.9 बजट परिव्यय:

वर्ष 2021-22 के लिए मंत्रालय का कुल परिव्यय 1897.13 करोड़ रुपये था जिसे संशोधित अनुमान स्तर पर बढ़ाकर 2369.54 करोड़ रुपये कर दिया गया था। तथापि, संशोधित अनुमान में ओशनसैट -3



## सिंहावलोकन

उपग्रह के लिए लीज रेंटल के रूप में अंतरिक्ष विभाग को भुगतान की जाने वाली 521.01 करोड़ रुपये की राशि शामिल है। पिछले 14 वर्षों के व्यय प्रोफाइल को नीचे दी गई तालिका में दर्शाया गया है। 2020-21

को छोड़कर पिछले 13 वर्षों के दौरान बजट अनुमान के साथ-साथ वास्तविक व्यय में नियमित वृद्धि हुई है।

वर्ष	बजट अनुमान	संशोधित अनुमान	वास्तविक व्यय
2007-08	887.95	655.85	562.03
2008-09	972.90	820.00	751.69
2009-10	1213.20	1137.20	1080.51
2010-11	1305.25	1281.06	1098.07
2011-12	1569.12	1227.01	1174.58
2012-13	1672.29	1198.66	1177.14
2013-14	1693.73	1311.12	1248.15
2014-15	1702.23	1336.88	1294.35
2015-16	1622.68	1420.98	1296.80
2016-17	1672.45	1579.11	1459.76
2017-18	1719.48	1597.69	1547.73
2018-19	1800.00	1800.00	1745.63
2019-20	1901.76	1809.74	1722.59
2020-21	2070.00	1300.00	1285.76
2021-22	<b>1897.13</b>	<b>2369.54*</b>	<b>1379.98**</b>

\* इसमें ओशनसैट -3 सैटेलाइट के लीज रेंटल के रूप में अंतरिक्ष विभाग को भुगतान किए जाने वाले 521.01 करोड़ रुपये शामिल हैं

\*\* 31/01/2022 की स्थिति के अनुसार

## अध्याय 2

# वायुमंडल तथा जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान तथा सेवाएं (ACROSS)

### परिचय

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MOES) द्वारा विभिन्न उपयोगकर्ताओं को पूरे वर्ष - चौबीस घंटे मौसम, जलवायु और जल मौसम विज्ञान संबंधी सेवाएं प्रदान की जाती हैं। इन सेवाओं के प्रचालन और अनुसंधान दोनों पहलुओं को भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD) उष्णकटिबंधीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) और राष्ट्रीय मध्यम अवधि मौसम पूर्वानुमान केन्द्र (NCMRWF) द्वारा सर्वसमावेशी कार्यक्रम, ACROSS के अंतर्गत कार्यान्वित किया जाता है।

मौसम और जलवायु सेवाएं प्रदान करने की दिशा में वर्ष के दौरान अनेक महत्वपूर्ण उपलब्धियां प्राप्त की गईं। संख्यात्मक मॉडलों में प्रेक्षण प्रणालियों तथा आँकड़ों का समावेशन करने में अनेक महत्वपूर्ण सुधार भी किए गए। गहन प्रेक्षण अभियान भी चलाए गए क्योंकि विशेष वायुमंडलीय प्रेक्षणों से हमें मॉडल के दोषों को समझने और मॉडलों की सटीकता में सुधार करने में सहायता मिलती है। ACROSS कार्यक्रम के अंतर्गत प्राप्त की गई महत्वपूर्ण उपलब्धियों का विवरण नीचे दिया गया है:

### 2.1. प्रेक्षण प्रणालियाँ तथा क्षेत्र अभियान

भारत मौसम विज्ञान विभाग तथा भारतीय उष्णकटिबंधीय मौसम विज्ञान संस्थान द्वारा उक्त अवधि के दौरान निम्नलिखित प्रेक्षण प्रणालियाँ स्थापित की गईं:

- डॉपलर मौसम रेडार (डीडब्ल्यूआर): मुक्तेश्वर, कुफरी, जम्मू, नई दिल्ली, मुंबई, चेन्नई और लेह में सात डॉपलर मौसम रेडार चालू किए गए।
- तड़ित के स्थान का संजाल (लाइटनिंग लोकेशन नेटवर्क): आइजोल, लेह और पोर्ट ब्लेयर के दूरस्थ स्थानों पर तड़ित के स्थान के संजाल के लिए नए सेंसर स्थापित किए गए और भारतीय उष्णकटिबंधीय मौसम विज्ञान संस्थान, पुणे में केंद्रीय प्रोसेसर के साथ एकीकृत किए गए।
- देश में कुल 71 स्वचालित मौसम केंद्र (एडब्ल्यूएस) तथा 36 स्वचालित वर्षामापी (एआरजी) और 179 कृषि-स्वचालित मौसम केंद्र स्थापित किए गए।
- ग्यारह नई जिला कृषि-मौसम विज्ञान इकाईयाँ (डीएएमयू) स्थापित की गईं, जिससे जिला कृषि-मौसम विज्ञान इकाईयाँ (डीएएमयू) की कुल संख्या 199 हो गई।

- 10 हवाई अड्डों पर डिजिटल वर्तमान मौसम उपकरण प्रणाली (DCWIS) स्थापित की गई।
- रत्नागिरी, महाराष्ट्र, थोंडी, तमिलनाडु, पुडुचेरी, नागापट्टिनम, तमिलनाडु, थोट्टुकुडी, तमिलनाडु, मोरमुगोआ, गोवा, पंजन, तमिलनाडु और कन्याकुमारी, तमिलनाडु में उच्च पवन गति रिकॉर्डर (HWSR) स्थापित किए गए।
- भारत मौसम विज्ञान विभाग द्वारा जनता द्वारा प्रेक्षित मौसम की घटनाओं जैसे वर्षा, गरज के साथ तूफान, चक्रवात आदि की जानकारी एकत्र करने के लिए वेब इंटरफेस के माध्यम से क्राउड-सोर्सिंग प्रणाली आरंभ की गई।
- उपकरण निष्पादन, आँकड़ा अधिग्रहण तथा समस्या निवारण की ऑनलाइन निगरानी: मेघ संसूचन हेतु विभाग में निर्मित पोर्टेबल सेंसर 'विजिबल स्काई इमेजर' का भारतीय उष्णकटिबंधीय मौसम विज्ञान संस्थान, पुणे में सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया और दिन के समय में आकाश के आवरण के निरंतर माप के लिए प्रचालन में लाया जा रहा है।
- तापमान, सापेक्षिक आर्द्रता और पवन मापन के लिए पहली बार, मानव रहित हवाई वाहन (यूएवी) पर मौसम विज्ञान संबंधी सेंसर के संचालन के लिए विभाग द्वारा डिजाइन किए गए धरातल उपकरण के परीक्षण के लिए पुणे में पुलिस ग्राउंड में क्वाड-कोप्टर का उपयोग करके दो परीक्षण उड़ानें सफलतापूर्वक आयोजित की गईं।

### 2.1.1. मध्य भारत में वायुमंडलीय अनुसंधान परीक्षण टेस्टबैंड (ART) सुविधा

एआरटी कार्यक्रम एक अत्यधिक केंद्रित प्रेक्षण और विश्लेषणात्मक अनुसंधान प्रयास है जो प्रेक्षण पद्धति और मॉनसून पूर्वानुमान मॉडल दोनों में तेजी से सुधार लाने के लिए मॉडल गणना के साथ प्रेक्षणों की तुलना करेगा। मध्य प्रदेश के सीहोर जिले के सिल्खेड़ा गांव में लगभग 100 एकड़ भूमि पर एआरटी सुविधा स्थापित करने का कार्य आरंभ किया गया है। यह अंतरराष्ट्रीय मानकों की अनूठी सुविधा है। एआरटी स्थल पर केंद्रीय लोक निर्माण विभाग द्वारा सिविल और इलेक्ट्रिकल ढाँचा विकसित किया जा रहा है जिसमें चार दीवारी और मुख्य प्रवेश द्वार, इलेक्ट्रिकल सब-स्टेशन (एचटी), सौर प्रकाश आदि का निर्माण शामिल है। जून 2021 में वहाँ एक द्विध्रुवणमापी सी-बैंड डॉपलर मौसम

रेडार स्थापित किया गया (चित्र 2.1) तथा मॉनसून कोर क्षेत्र में संवहनी और सूक्ष्म भौतिक गुणों की 3-डी संरचनाओं पर ऊर्ध्वाधर रूप से विभेदित ध्रुवणमापी आँकड़े एकत्र करने के उद्देश्य से मॉनसून (01 जून-30 सितंबर 2021) के दौरान पहला प्रेक्षण अभियान चलाया गया। मानव रहित हवाई प्रणाली (यूएएस) सुविधा का उपयोग करते हुए 9000 फीट तक वायुमंडलीय शोध के लिए स्थल की दृश्य रेखासे परे (बियॉन्ड विजुअल लाइन ऑफ साइट (बीवीएलओएस) प्रयोगों के संचालन हेतु, विभिन्न एजेंसियों से आवश्यक अनुमोदन और मंजूरी प्राप्त की गई है।

### 2.1.2 CAIPEEX फेज IV मेघ बीजन प्रयोग

मेघ वायुविलय परस्पर क्रिया तथा वर्षा संवर्धन प्रयोग(CAIPEEX) का उद्देश्य उष्णकटिबंधीय मेघों में मेघ और वर्षा प्रक्रियाओं को समझना है। भारतीय उष्णकटिबंधीय मौसम विज्ञान संस्थान ने कम वर्षा वाले (वर्षा छाया) क्षेत्र में प्राकृतिक और कृत्रिम मेघों में मेघ के उच्च गुणवत्ता वाले विमान प्रेक्षणों तथा वर्षा संबंधी प्रक्रियाओं को एकत्र करने के लिए वर्ष 2018-19 और 2019-20 में एक प्रेक्षण अभियान चलाया था। इन

वायु जनित घटकों का प्रयोग 480 घंटे के प्रेक्षण में पूर्ण हुआ। विश्व मौसम विज्ञान संगठन (डब्ल्यूएमओ) की सिफारिशों के अनुसार उपयुक्त परिस्थितियों के तहत जैसे – उस स्थान के भौतिक प्रयोग, सांख्यिकीय प्रयोग तथा संख्यात्मक अनुकरण के साथ जांच करने से मेघ बीजन सफल हो जाता है। प्रयोग के परिणामस्वरूप 267 यादृच्छिक मेघ बीजन के नमूने प्राप्त हुए, जिनका मूल्यांकन किया गया और पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय को रिपोर्ट प्रस्तुत की गई। अंतरराष्ट्रीय मेघ और वर्षा आयोग(ICCP)द्वाराCAIPEEX-भारतीय उष्णकटिबंधीय मौसम विज्ञान संस्थान की मेज़बानी में 2-6 अगस्त 2021 तक मेघ और वर्षा पर 18<sup>वाँ</sup> अंतरराष्ट्रीय सम्मेलन (ICCP 2021) वर्चुअल मोड में आयोजित किया गया। इस सम्मेलन में 32 देशों के 639 लेखकों और 120 प्रतिभागियों ने योगदान दिया।

### 2.1.3. मौसम पूर्वानुमान सेवाओं के लिए उपग्रह उत्पाद

भारत मौसम विज्ञान विभाग नेमेसर्स एंट्रिक्स कॉर्पोरेशन लिमिटेड, इसरोके साथ एक समझौता ज्ञापन के माध्यम सेइन्सैट-3 डी, इन्सैट-3



चित्र 2.1 : ए.आर.टी स्थल पर स्थापित द्विध्रुवणमापी सी-बैंड डॉप्लर मौसम रेडार



डीआर और इन्सैट-3 डीएस उपग्रहों के लिए बहु उद्देश्यीय मौसम विज्ञान आँकड़ा प्राप्ति तथा प्रक्रिया प्रणाली (एमएमडीआरपीएस) की स्थापना की। एमएमडीआरपीएस परियोजना के अंतर्गत समर्पित नए अर्थ स्टेशन स्थापित किए गए हैं, जिनमें इन्सैट-3 डी, इन्सैट-3 डीआर और आने वाले इन्सैट-3 डीएस उपग्रह से आँकड़े प्राप्त करने की क्षमता है। एमएमडीआरपीएस प्रणाली में उन्नत और नवीनतम अत्याधुनिक सर्वर होते हैं जो स्कैनिंग के पूरा होने के बाद 7 मिनट के भीतर सभी आँकड़ों को संसाधित करने तथा ऑर्डर 2.0/2.0PB (मेन/मिटर) और 324 TB SSD की भंडारण क्षमता में सक्षम हैं, जो पंजीकृत उपयोगकर्ताओं को सभी भारतीय मौसम विज्ञान उपग्रहों के लिए संसाधित आँकड़े साझा करने की ऑनलाइन सुविधा उपलब्ध कराएंगे। भविष्य में 1983 से पिछले सभी उपलब्ध उपग्रह आँकड़े ऑनलाइन मोड में रखे जाएंगे।

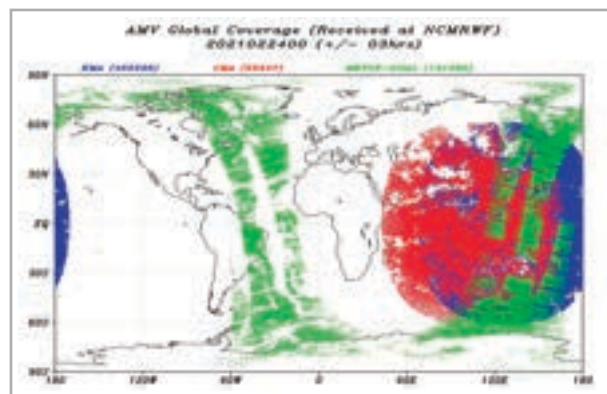
भारत मौसम विज्ञान विभाग की वेबसाइट पर उपग्रह तथा तड़ित के समाहित किए गए उत्पादों को भी प्रचालित किया जाता है। भारत मौसम विज्ञान विभाग, भारतीय उष्णकटिबंधीय मौसम विज्ञान संस्थान तथा भारतीय वायु सेना के संयुक्त सहयोग से तड़ित तथा उपग्रह मेघ शीर्ष के तापमान परिचालन उत्पाद समाहित किए जाते हैं। मौसम के पूर्वानुमान के लिए उपग्रह, रेडार तथा तड़ित के आँकड़े (सभी 3 प्रकार के उपकरण आँकड़े) समाहित करने पर कार्य जारी है।

संसाधित उपग्रह आँकड़ों (डिजिटल, छवि, उत्पाद) का उपयोग प्रचालन मौसम पूर्वानुमानकर्ताओं, भारतीय वायुसेना, भारतीय नौसेना, भारतीय तटरक्षक बल, आपदा प्रबंधन प्राधिकरणों, अंतरराष्ट्रीय मौसम विज्ञान एजेंसियों द्वारा नियमित रूप से मौसम पूर्वानुमान जारी करने के लिए वास्तविक समय के आधार पर किया जा रहा है।

### 2.2. राष्ट्रीय मध्यम अवधि मौसम पूर्वानुमान केंद्र (NCMRWF) में Modelling का कार्य

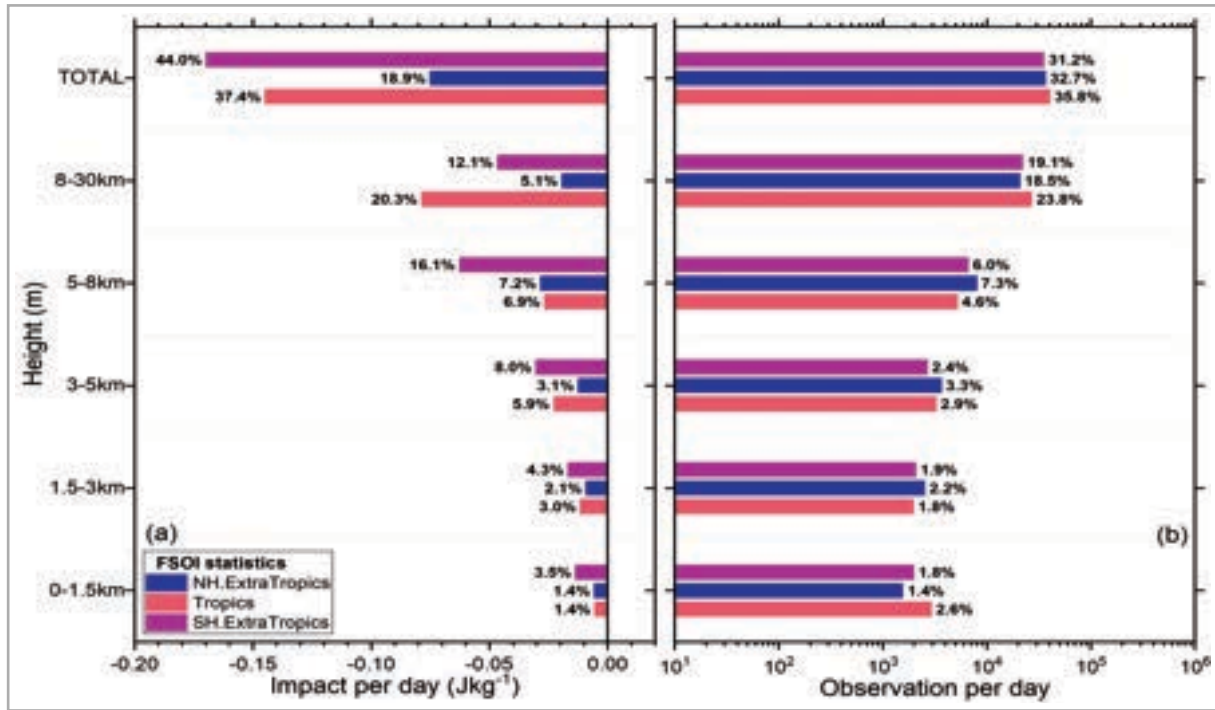
#### 2.2.1 वैश्विक प्रेक्षण तथा आँकड़ा समावेशन

एनसीएमआरडब्ल्यूएफ आँकड़ा समावेशन(DA)प्रणाली को कोरिया मौसम विज्ञान प्रशासन, चीन मौसम विज्ञान प्रशासन तथा EUMETSAT DUAL-METOP वायुमंडलीय गति वैक्टर (AMV)से वायुमंडलीय गति वैक्टर को शामिल करने के लिए 2021 में उन्नत किया गया। किसी विशिष्ट दिन पर एनसीएमआरडब्ल्यूएफ में प्राप्त इन आँकड़ा सेटों का वैश्विक कवरेज चित्र 2.2 में दिखाया गया है। वायुमंडलीय डीए प्रणाली में इन प्रेक्षणों का समावेश करने के परिणामस्वरूप, विशेष रूप से उत्तरी गोलार्ध में पूर्वानुमानों में सुधार हुआ है।



चित्र 2.2 : 24 फरवरी 2021 को 00 यूटीसी पर केएमए, सीएमए तथा दोहरे एमईटीओपी से एएमवी का वैश्विक कवरेज

इसके अलावा, EUMETSAT टेरिस्ट्रियल रिसेप्शन सिस्टम के माध्यम से एओलस उपग्रह से ऊर्ध्वाधर पवन प्रोफाइल भी प्राप्त किए गए। एओलस का मुख्य उत्पाद क्षैतिज रूप से प्रक्षेपित दृष्टि रेखा (एचएलओएस) पवन घटक है। जून 2021से, इन प्रेक्षणों के साथ-साथ उन्नत टीआईआरओएस प्रचालनात्मक साउंडर (ATOVS) के मेघ-प्रभावित माइक्रोवेव आर्द्रता साउंडर (MHS) प्रेक्षणों का एनसीयूएम वैश्विक (NCUM-G) DA प्रणाली में समावेश किया जा रहा है, जो "हाइब्रिड 4 डी- वार विधि" पर आधारित है। प्रेक्षण प्रभाव (एफएसओआई) के लिए पूर्वानुमान संवेदनशीलता अध्ययन स्पष्ट रूप से दिखाता है (चित्र 2.3) कि एचएलओएस पवन प्रेक्षणों का मॉडल पूर्वानुमान पर विशेष रूप से उष्णकटिबंधीय और दक्षिणी गोलार्ध अतिरिक्त उष्णकटिबंधीय जैसे अपर्याप्त पारंपरिक आँकड़ों वाले विरल क्षेत्रों पर महत्वपूर्ण लाभकारी प्रभाव पड़ता है। उष्णकटिबंधीय चक्रवात "निसर्ग" के दौरान एनसीयूएम-जी पूर्वानुमान प्रणाली में एओलस एचएलओएस के प्रेक्षण प्रणाली प्रयोग (ओएसई) अध्ययन से पता चला है कि एओलस प्रेक्षण उष्णकटिबंधीय चक्रवात के स्थान की त्रुटि को कम करने में मदद करते हैं। जून 2021से ये आँकड़े प्रचालन NCUM-G प्रणाली में सम्मिलित हैं। भारतीय डॉप्लर मौसम रेडार (डीडब्ल्यूआर) की प्रेक्षित परावर्तिता को एनसीयूएम क्षेत्रीय मॉडल (एनसीयूएम-आर, 4 कि.मी.) को भी समावेश करने की क्षमता के साथ अद्यतन किया गया था, जिसमें उन्हीं स्थानों तथा अन्य सुदूर संवेदी प्रेक्षणों के अलावा प्रतिबिंबिता देखी गई थी। नाउकासिंटिंग गतिविधियों का समर्थन करने के लिए जीएसआई आधारित समावेशन प्रणाली के साथ डब्ल्यूआरएफ (3कि.मी. विभेदन) मॉडल पर आधारित एक उच्च-विभेदन रैपिड रिफ्रेश (एचआरआरआर) प्रणाली विकसित की



चित्र 2.3: (ए) एनसीयूएम वैश्विक पूर्वानुमान पर सापेक्ष प्रेक्षण (ईओएलयूएस-एचएलओएस) प्रभाव (बी) विभिन्न ऊंचाई के लिए समेकित प्रेक्षणों की संख्या और उत्तरी अतिरिक्त-उष्णकटिबंधीय (नीला), उष्णकटिबंधीय (भूरा) और दक्षिणी में सभी स्तरों की कुल संख्या 21 मई से 22 जून 2020 के लिए अतिरिक्त उष्णकटिबंधीय (गुलाबी) औसत

गई है। भारतीय डीडब्ल्यूआर नेटवर्क से रेडार परावर्तन और रेडियलपवन, विद्युत की आकस्मिक गणना, अन्य सभी प्रेक्षणों के साथ उच्च आवृत्ति प्रेक्षणों का उपयोग करने वाली प्रणाली का मॉनसून 2021 के दौरान परीक्षण किया गया था और 16 घंटे तक के पूर्वानुमान उपयोगी पाए गए। 4D-VAR आधारित HRRR-DA प्रणाली का परीक्षण NCUM-R में 1.5 कि.मी. क्षैतिज विभेदन पर भी किया गया। मुंबई क्षेत्र में 5-7 अगस्त 2020 के दौरान हुई भारी वर्षा की घटना के पूर्वानुमान पर एचआरआरआर-डीए प्रणाली में डीडब्ल्यूआर परावर्तन आँकड़ों का प्रभाव इंगित करता है कि परिचालन 4 कि.मी. (चित्र-2.4 d) तथा 1.5 कि.मी. मॉडल (परावर्तित समावेशन के बिना एचआरआरआर: चित्र 2.4 डी और ई) की तुलना में एचआरआरआर डीए के साथ 1.5 कि.मी. मॉडल में वर्षा राशि के पूर्वानुमान में सुधार हुआ है।

### 2.2.2 वैश्विक/क्षेत्रीय वायुमंडलीय मॉडल

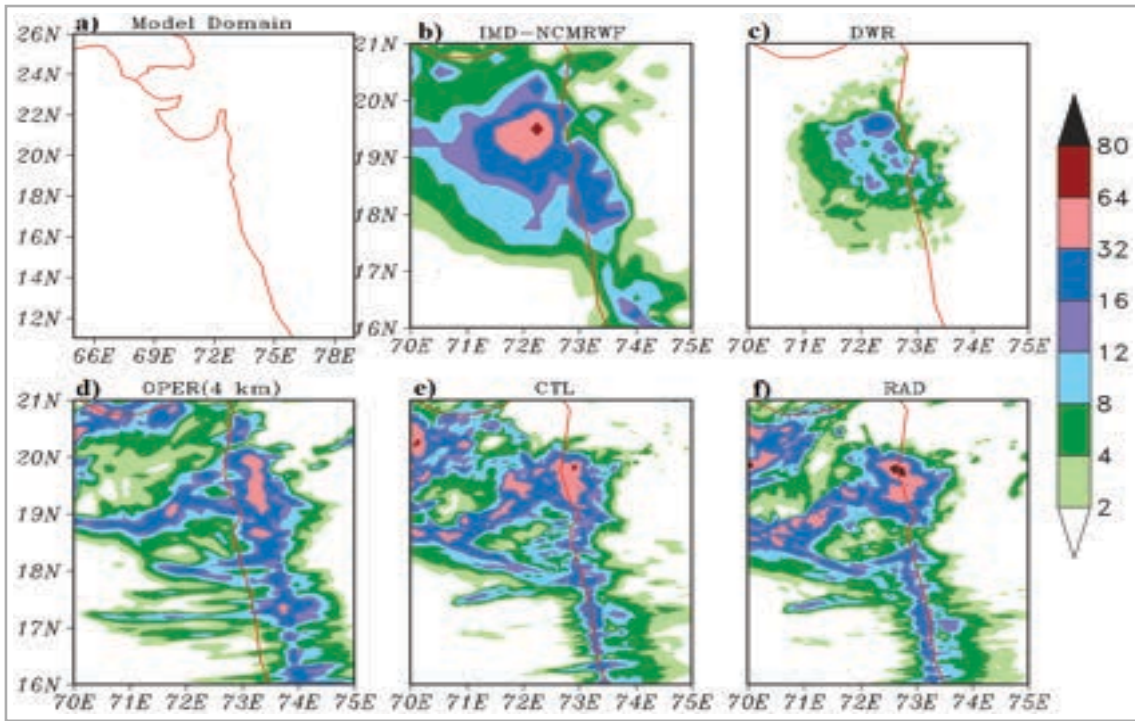
शहरी मॉडलन अध्ययनों के भाग के रूप में, दिल्ली डोमेन पर एनसीयूएम उच्च विभेदन (330 मीटर) मॉडल में दो-टाइल वाली शहरी ऊर्जा बजट मानदंड योजना शहरी सतह विनिमय योजना

(MORUSES) लागू की गई थी। भारतीय सुदूर संवेदन संस्थान (IIRS), देहरादून के सहयोग से दिल्ली के विस्तृत शहरी आकृति विज्ञान से इनपुट आँकड़े तैयार किए गए।

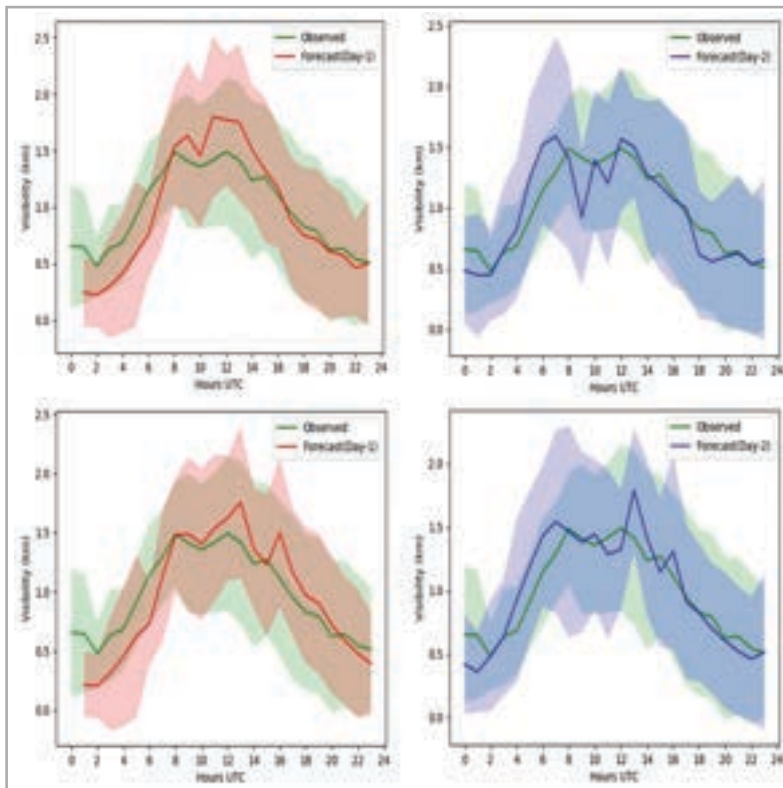
दिल्ली फॉग मॉडल (डीएम) को संशोधित दृश्यता प्राचलीकरण के साथ उन्नत किया गया जिसमें ईडीजीएआर (1.5 कि.मी.) और सफर (330 मीटर) उत्सर्जन सूची, और वैश्विक अग्नि समावेशन प्रणाली (जीएफएस) से दैनिक जैव ईंधन उत्सर्जन शामिल था। शीतऋतु 2020-2021 सेह मॉडल दिल्ली तथा निकटवर्ती क्षेत्रों के लिए एक बेहतर उच्च-विभेदन कोहरे/दृश्यता पूर्वानुमान प्रदान कर रहा है। 330 मीटर डीएम-केम मॉडल, उत्सर्जन की प्रति घंटा स्केलिंग के साथ, 2021-22 की शीतऋतु के दौरान लागू किया गया, दैनिक औसत उत्सर्जन (चित्र 2.5) की तुलना में इंदिरा गांधी अंतरराष्ट्रीय हवाई अड्डे के वर्तमान मीटर दृश्यता प्रेक्षणों के साथ बेहतर तुलना करता है।

### 2.2.3 वैश्विक/क्षेत्रीय एनसेम्बल पूर्वानुमान प्रणाली:

एनसीएमआरडब्ल्यूएफ (एनईपीएस-जी) के एकीकृत मॉडल पर आधारित वैश्विक एनसेम्बल पूर्वानुमान प्रणाली का उपयोग करके अब 12 कि.मी. विभेदन पर प्रचालनात्मक रूप से उष्णकटिबंधीय



चित्र 2.4: ए) ऊँचाई के साथ मॉडल डोमेन (छायांकित; एम); बी) आईएमडी-एनसीएमआरडब्ल्यूएफ समाहित किए गए वर्षा विश्लेषण (से.मी.); सी) डीडब्ल्यूआर व्युत्पन्न वर्षा; डी) प्रचालन 4 कि.मी. मॉडल 24 घंटे पूर्वानुमान; ई) 1.5कि.मी. मॉडल 24 घंटे पूर्वानुमान (रेडार परावर्तन के बिना एचआरआरआर) और एफ) एचआरआरआर (परावर्तन के साथ) 00 यूटीसी 06 अगस्त 2020 को 24 घंटे का पूर्वानुमान (सभी 24 घंटे की संचित वर्षा हैं)



चित्र 2.5: इंदिरा गांधी अंतरराष्ट्रीय हवाईअड्डे पर डीएम-केम (~330 मीटर) मॉडल द्वारा पहले दिन (ए और सी) तथा दूसरे दिन -2 (बी और डी लीड समय पर प्रेक्षित तथा पूर्वानुमानित दृश्यता (कि.मी.)। जनवरी 2021 के लिए दैनिक औसत उत्सर्जन के लिए शीर्ष पैनल और प्रति घंटा उत्सर्जन के लिए नीचे के पैनल हैं। ठोस वक्र मासिक औसत मूल्यों को दर्शाते हैं और छायांकित भाग मानक विचलन को दर्शाता है।



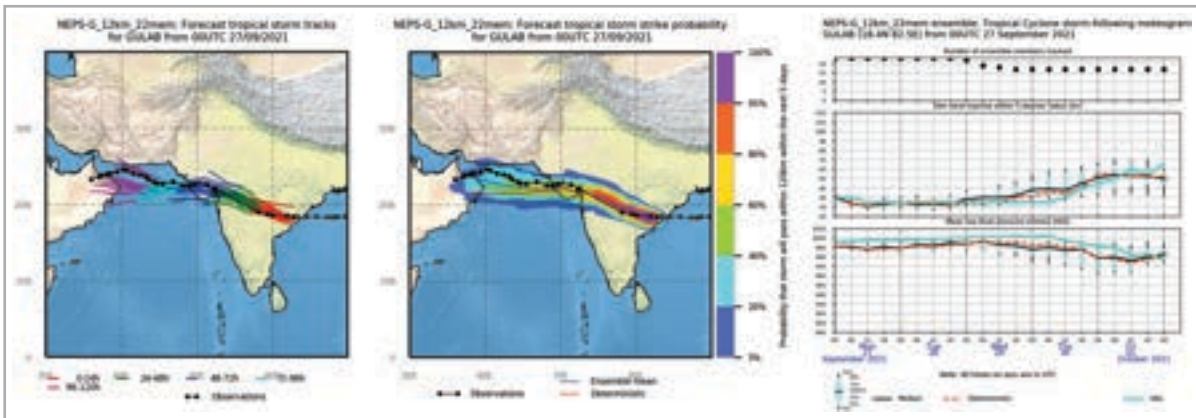
चक्रवात मार्ग तैयार किए जा रहे हैं। चित्र 2.6 में एनईपीएस-जी द्वारा एनईपीएस-जी के 23 सदस्यों के आधार पर उपलब्ध कराए गए उष्णकटिबंधीय चक्रवात 'गुलाब' के तट से टकराने की संभावना, मार्ग (ट्रैक) तथा तूफान के बाद संभाव्य पूर्वानुमान दर्शाए गए हैं।

### 2.2.4 वायुमंडल मॉडल सत्यापन तथा अनुप्रयोग

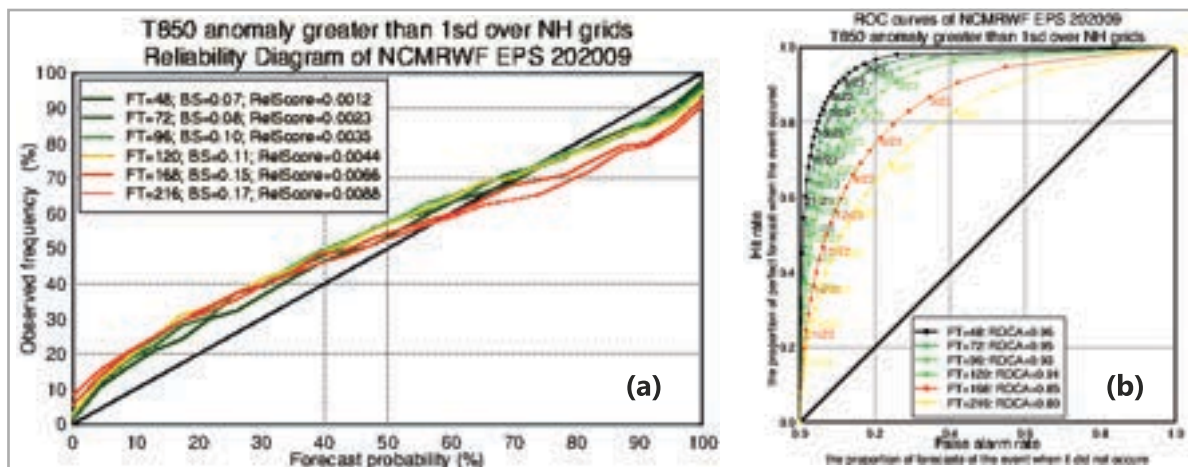
वैश्विक आँकड़ा प्रक्रिया तथा पूर्वानुमान प्रणाली (जीडीपीएफएस) के संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान (एनडब्ल्यूपी) उत्पादों का सत्यापन किया गया है, जो एनडब्ल्यूपी केंद्रों को उनके पूर्वानुमान कौशल स्कोर की तुलना करने और उन्हें और बेहतर बनाने में मदद करता है। एनसीएमआरडब्ल्यूएफ ने पिछले वर्ष से लीड सेंटर के साथ उत्तरी और दक्षिणी गोलार्ध तथा उष्णकटिबंधों (एनएच, एसएच और टीआर) के

लिए एनईपीएस-जी पूर्वानुमानों हेतु सत्यापन आँकड़े साझा करना आरंभ कर दिया है। चित्र 2.7 में जुलाई 2021 के लिए उष्णकटिबंध (TR) पर 850 hPa स्तर (T850hPa) के पूर्वानुमान पर तापमान का विश्वसनीयता आरेख और ROC वक्र दिखाया गया है। चित्र से यह देखा जा सकता है कि विश्वसनीयता वक्र पूर्ण विश्वसनीयता की विकर्ण रेखा के अनुदिश सरैखित है। हालांकि, कम (उच्च) संभावनाओं के लिए थोड़ा कम (अधिक) पूर्वानुमान है। आरओसी वक्र हिट दर बनाम फॉल्स अलार्म दर दिखाता है और घटनाओं तथा गैर-घटनाओं के बीच निर्णय करने के लिए पूर्वानुमान प्रणाली की क्षमता को मापता है।

मॉडलों के सापेक्ष प्रदर्शन का आकलन करने के लिए अन्य केंद्रों (यूकेएमओ, ईसीएमडब्ल्यूएफ, जेएमए) के साथ एनईपीएस के



चित्र 2.6 : (ए) 27 सितंबर 2021 को 00 यूटीसी की प्रारंभिक स्थिति के आधार पर उष्णकटिबंधीय चक्रवात गुलाब के लिए एनईपीएस-जी के 23 एनसेम्बल सदस्यों के मार्ग, तट से टकराने की संभावना और स्टॉर्म फॉलोइंग मीटियोग्राम



चित्र 2.7 : जुलाई 2021 हेतु एनईपीएस से उष्णकटिबंधों में (अ) विश्वसनीयता आरेख (ब) उष्णकटिबंध (TR) T850 पर आरओसी आरेख

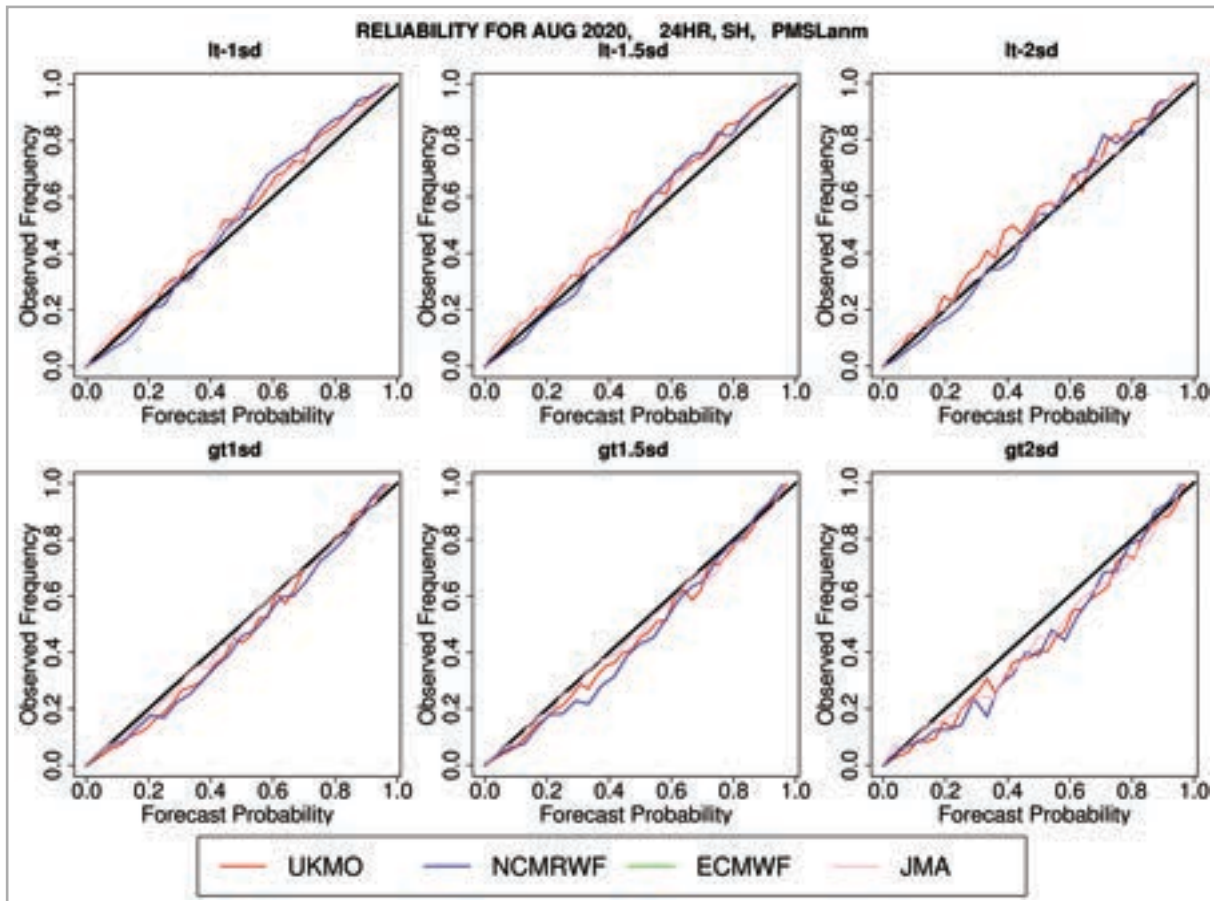
सत्यापन आंकड़ों की तुलना की जा रही है। यह चित्र 2.8 में देखा जा सकता है कि एनईपीएस-जी से 850एचपीए स्तर (टी850) पर तापमान पूर्वानुमान (48 घंटे के लीड समय) की विश्वसनीयता अन्य वैश्विक मौसम विज्ञान केंद्रों के बराबर है। विश्वसनीयता की गणना 6 श्रेयोल्ड यानी  $T850 > \text{जलवायु विज्ञान} + 1\text{sd}$ ,  $\text{जलवायु विज्ञान} + 1.5\text{sd}$  और  $\text{जलवायु विज्ञान} + 2\text{sd}$  और  $T850 < \text{जलवायु विज्ञान} - 1\text{sd}$ ,  $\text{जलवायु विज्ञान} - 1.5\text{sd}$  और  $\text{जलवायु विज्ञान} - 2\text{sd}$  के लिए की गई थी।

### 2.2.5 महासागर आँकड़ा समावेशन तथा एनसीएम आर डब्ल्यूएफ युग्मित मॉडल (सी-एनसीयूएम):

महासागर के यूरोपीय मॉडलिंग के लिए न्यूक्लियस (MEMO) महासागर की स्थिति की निगरानी और इसके पूर्वानुमान, अनुसंधान गतिविधि तथा जलवायु अध्ययन के लिए एक मॉडलिंग ढांचा है। 75 ऊर्ध्वाधर परतों के साथ NEMO-आधारित वैश्विक उच्च-विभेदन एडी-रिज़ॉल्विंग महासागर मॉडल (ORCA12 कॉन्फिगरेशन) 1/12 डिग्री विभेदन (लगभग 9 कि.मी. ग्रिड पॉइंट दूरी) पर प्रचालन में

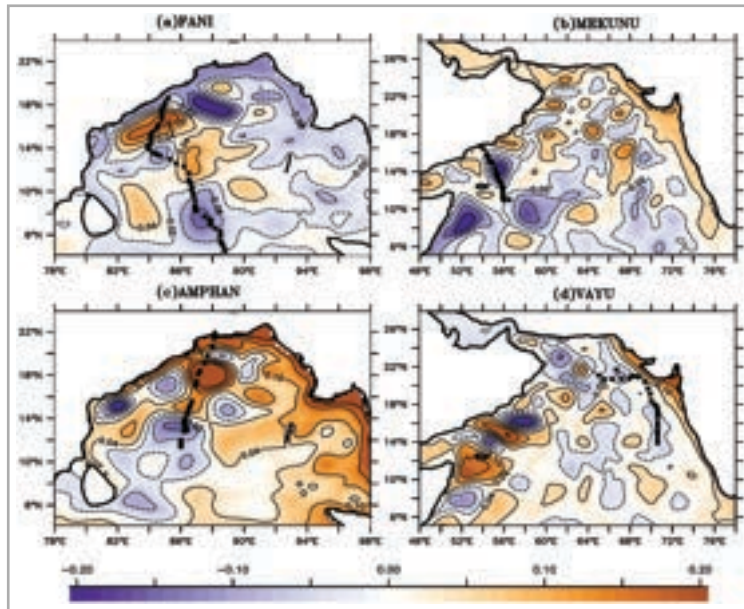
है। देखा गया है कि NEMO महासागर मॉडल मध्य मापक्रम भँवरों (एडी) तथा विसर्पो (मीडर्स) का काफी अच्छी तरह से पता लगाने में सक्षम है। चित्र 2.9 में अरब सागर (एएस) के ऊपर चक्रवात 'मेकुनु' और 'वायु' और बंगाल की खाड़ी (बीओबी) के ऊपर 'अम्फन' और 'फॉनी' के दौरान, एनईएमओ महासागर मॉडल द्वारा दर्शाए गए भँवरों (एडी) की उत्पत्ति को दर्शाया गया है।

एचएफ रेडार व्युत्पन्न तटीय सतह महासागर धाराओं का उपयोग एनसीएमआरडब्ल्यूएफ द्वारा एक अति प्रचंड चक्रवाती तूफान "वरदा" के महासागर मॉडल अनुकरण को मान्य करने के लिए किया गया था, जो 3 दिसंबर 2016 को मलय प्रायद्वीप के पास निम्नदाबक्षेत्र से उत्पन्न हुआ था और 9 दिसंबर को एक प्रचंड चक्रवाती तूफान के रूप में तीव्र हो गया तथा 12 दिसंबर को चेन्नई के पास थल प्रवेश किया। एचएफ रेडार और एनईएमओ विश्लेषण दोनों प्रबल सतही तरंग दिखाते हैं जो तमिलनाडु तट पर 10 दिसंबर से 12 दिसंबर को आगे बढ़ी (चित्र 2.10)।

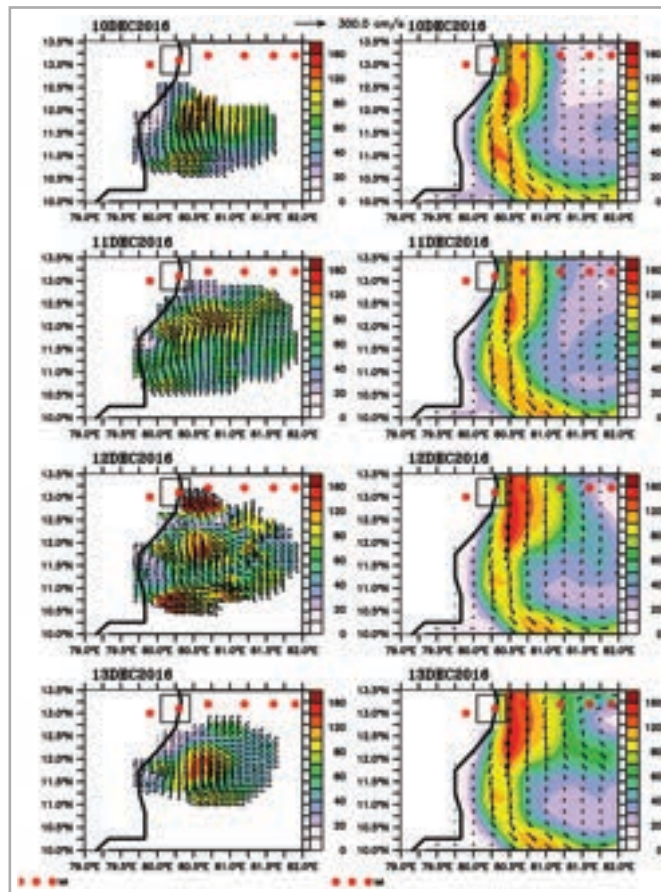


चित्र 2.8: उष्णकटिबंध (TR) में जुलाई 2021 हेतु 6 प्रभाव सीमाओं के T850 के लिए एनसीएमआरडब्ल्यूएफ, ईसीएमडब्ल्यूएफ, यूकेएमओ तथा जेएमए से विश्वसनीयता की तुलना





चित्र 2.9 : उष्णकटिबंधीय चक्रवातों के दौरान अरब सागर तथा बंगाल की खाड़ी के क्षेत्रों में एनईएमओविश्लेषण से समुद्र स्तर की विसंगति (SLA; m)

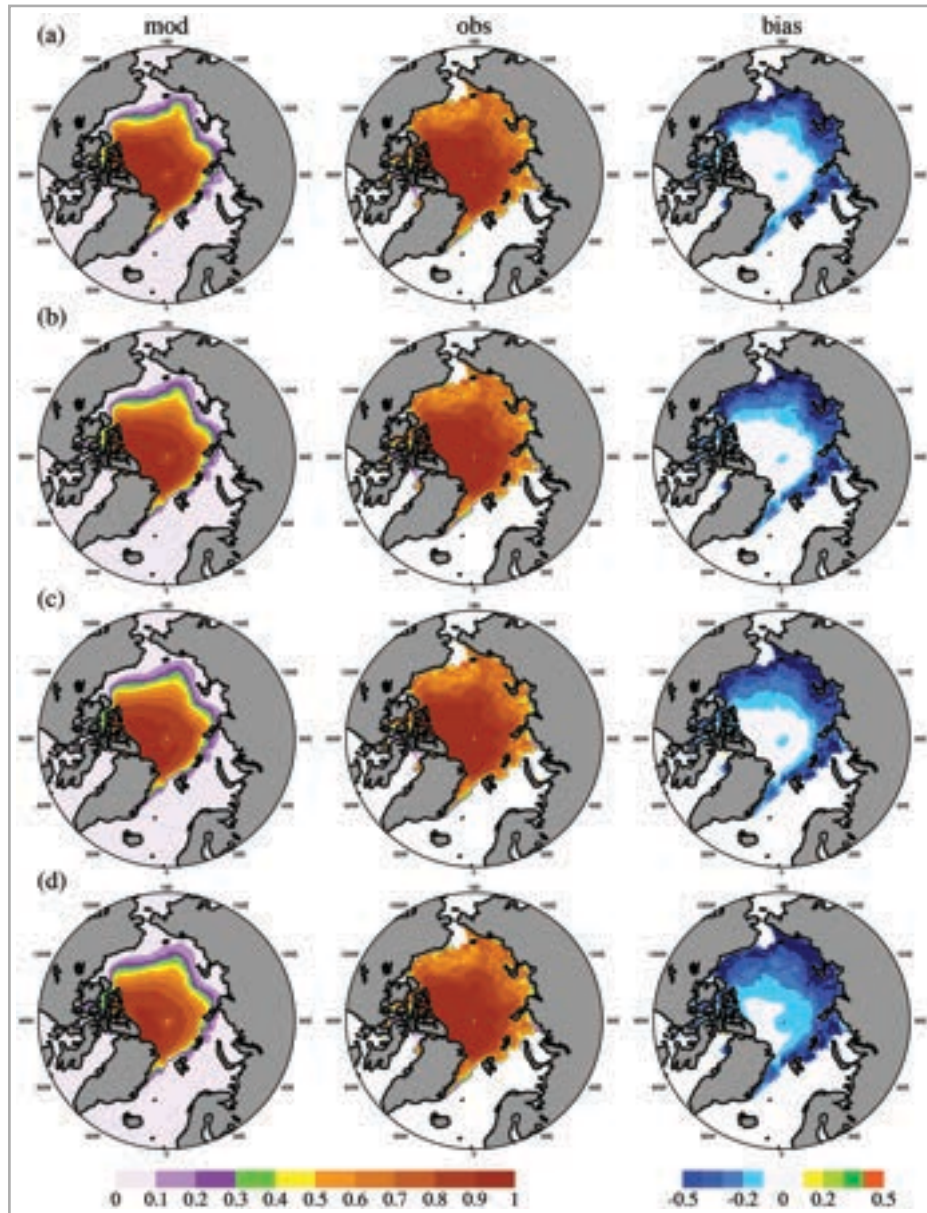


चित्र 2.10 : चक्रवाती तूफान वरदा (10-13 दिसंबर 2016) के दौरान एचएफ रेडार-व्युत्पन्न तटीय महासागरीय सतही तरंगों के साथ एनसीएमआरडब्ल्यूएफ एनईएमओ विश्लेषण से सतही तरंग की तुलना

### 2.2.6 ध्रुवीय समुद्री-हिम पूर्वानुमान

एनसीएमआरडब्ल्यूएफ युग्मित मॉडल में विश्लेषण-पूर्वानुमान प्रणाली में एकीकृत समुद्री-हिम का आरंभीकरण और पूर्वानुमान मॉड्यूल भी हैं जो मध्यम, विस्तारित और ऋतुनिष्ठसमय-मान में वास्तविक समय में ध्रुवीय समुद्री-हिम के पूर्वानुमान तैयार करते हैं। ये ध्रुवीय क्षेत्रों में भारत के प्रचालन के लिए बहुत उपयोगी हैं। एनसीएमआरडब्ल्यूएफ युग्मित

मॉडल के विस्तारित अवधि पूर्वानुमान (ईआरपी) प्रणाली में आर्कटिक सागर के लिए अनुकारी समुद्री-हिम की सांद्रता (4 सप्ताह तक प्रत्येकसप्ताह जारीईआरपी) सितंबर माह के लिए चित्र 2.11में दिखाई गई है जो समुद्री-हिम पिघलने के चरम मौसम का प्रतिनिधित्व करता है। समुद्री-हिम अनुकरण गुणवत्ता बहुत अच्छी है, और सप्ताह -1 से सप्ताह -4तक अभिनति में बहुत मामूली रूप से वृद्धि हुई है।



चित्र 2.11: सितंबर के लिए आर्कटिक सागर-हिम की सांद्रता ( पिघलने कीचरम ऋतु) 23वर्षों के औसत(1993-2015) ईआरपी हिंडकास्टा (ए) सप्ताह 1 के लिए मॉडल, प्रेक्षण और अभिनतिदिखाता है और पैनेल (बी), (सी) और (डी) क्रमशः सप्ताह 2, 3 और 4 के लिए वही दिखाता है।



### 2.3 भारत मौसम विज्ञान विभाग (आईएमडी) में वैश्विक और क्षेत्रीय मॉडल

#### 2.3.1. वैश्विक पूर्वानुमान प्रणाली

वैश्विक पूर्वानुमान प्रणाली (GFS T1534L64) मॉडल को भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD) में दिन में चार बार (00, 06, 12 और 18 यूटीसी) प्रचालित किया जाता है, ताकि 10 दिनों तक की लघु से मध्यम अवधि में नियतात्मक पूर्वानुमान प्रदान किया जा सके। पूर्वानुमान मॉडल में क्षैतिज में लगभग 12 कि.मी. का विभेदन है और ऊर्ध्वाधर में 64 स्तर हैं। इस GFS मॉडल के लिए प्रारंभिक स्थितियां ग्रिड पॉइंट स्टैटिस्टिकल इंटरपोलेशन (GSI)-आधारित हाइब्रिड ग्लोबल डेटा एसिमिलेशन सिस्टम (GDAS) रन पर निर्मित चार-आयामी (4D) एन्सेम्बल-वैरिएशनल डेटा एसिमिलेशन (D A ) सिस्टम (4DEnsVar) से उत्पन्न होती हैं। राष्ट्रीय मध्यम अवधि मौसम पूर्वानुमान केंद्र (NCMRWF) में उच्च निष्पादन कंप्यूटिंग सिस्टम (HPCS) पर वास्तविक समय GFS (T1534L64) मॉडल आउटपुट प्रतिदिन IMD में तैयार किए जाते हैं। इस 4DEnsVar आँकड़ा समावेशन प्रणाली में विभिन्न पारंपरिक और साथ ही उपग्रह प्रेक्षणों को समावेशित करने की क्षमता है, जिसमें विभिन्न ध्रुवीय परिक्रमा और भूस्थिर उपग्रहों से विकिरण शामिल हैं। आईएमडी की राष्ट्रीय वेबसाइट के माध्यम से प्रचालन मौसम पूर्वानुमानकर्ताओं और विभिन्न उपयोगकर्ताओं के लिए वास्तविक समय आउटपुट उपलब्ध कराए जाते हैं।

#### 2.3.2. डब्ल्यूआरएफ मॉडल

दक्षिण-पश्चिमी मॉनसून ऋतु 2021 के दौरान, WRF मॉडल (ARW) ने 3 कि.मी. क्षैतिज विभेदन पर तीन दिनों के पूर्वानुमान प्रतिदिन चार बार 0000, 0600, 1200 और 1800 UTC पर एक घंटे के अंतराल पर दिए। आँकड़ा समावेशन घटक, क्षेत्रीय जीएसआई (ग्लोबल स्टैटिस्टिकल इंटरपोलेशन) वैश्विक जीएसआई विश्लेषण और अन्य सभी पारंपरिक गुणवत्ता नियंत्रित प्रेक्षणों को अपने इनपुट के रूप में लेता है और 3 कि.मी. विभेदन पर मध्य मापक्रम विश्लेषण तैयार करता है। मॉडल ने उत्तर-दक्षिण में लगभग 50 S से 410 N और पूर्व-पश्चिम दिशाओं में क्रमशः 490 E से 1020 E तक फैले एक डोमेन पर पूर्वानुमान तैयार किया।

#### २.३.३. एचडब्ल्यूआरएफ -महासागर

##### (एचवाईसीओएम/पीओएम-टीसी) युग्मित मॉडल

2021 की मॉनसून-पूर्व तथा मॉनसूनोत्तर चक्रवात ऋतु के दौरान,

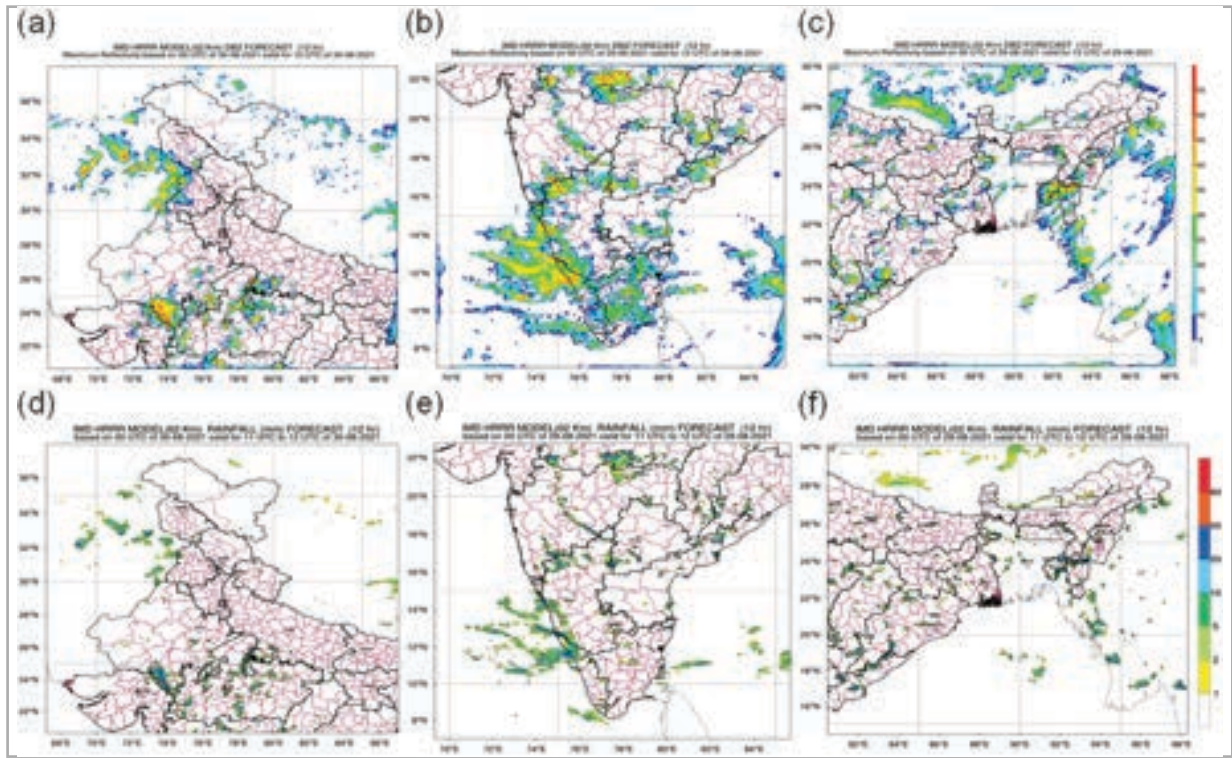
गतिमान ट्रिपल नेस्टेडएचडब्ल्यूआरएफ - महासागर (एचवाईसीओएम/ पीओएम- टीसी) युग्मित मॉडल उत्तर हिंद महासागर (एनआईओ) के ऊपर बने उष्णकटिबंधीय चक्रवातों के लिए 0000 यूटीसी, 0600 यूटीसी, 1200 यूटीसी और 1800 यूटीसी पर 18 कि.मी., 6 कि.मी. और 2 कि.मी. के क्षैतिज विभेदन के साथ दिन में चार बार पांच दिनों का पूर्वानुमान देता है। एचडब्ल्यूआरएफ का आँकड़ा समावेशन घटक, क्षेत्रीय जीएसआई आँकड़ा समावेशन, मध्यवर्ती और सबसे भीतरी परत (नेस्ट) केलिएमध्य मापक्रम विश्लेषण तैयार करता है जिसे बाद में तीनों डोमेन के लिए विश्लेषण करने हेतु विलय कर दिया जाता है। मॉडल मूल डोमेन (18 कि.मी. क्षैतिज विभेदन) स्थिर रहा जबकि मध्यवर्ती डोमेन (6 कि.मी. क्षैतिज विभेदन) और आंतरिक डोमेन (2 कि.मी. क्षैतिज विभेदन) को तूफान के केंद्र का पता लगाने के लिए संचालित किया गया। 3 दिनों के लीड टाइम के साथ मॉडल का प्रदर्शन प्रचालन आवश्यकताओं को पूरा कर रहा है।

#### 2.3.4 उच्च विभेदनरैपिड रिक्रेश (एचआरआरआर) मॉडल

एचआरआरआर मॉडल मौसम अनुसंधान और पूर्वानुमान (डब्ल्यूआरएफ) मॉडल के एआरडब्ल्यू कार पर आधारित है और आईएमडी-जीएसआई वैश्विक मॉडल से प्रारंभिक और सीमा की स्थिति प्राप्त करता है। डब्ल्यूआरएफ आँकड़ा समावेशन प्रणाली (डब्ल्यूआरएफ -डीए) का उपयोग करते हुए, रेडार आँकड़ों को एचआरआरआरमॉडल में 1H अवधि में हर 10-15 मिनट में समावेशित किया जाता है। एचआरआरआर प्रति घंटे अद्यतन किया जाता है, मेघ-विभेदन, संवहन-अनुमति देने वाला वायुमंडलीय मॉडल, 2 कि.मी. के क्षैतिज विभेदन के साथ और अगले 12 घंटों के लिए परावर्तकता और वर्षा पूर्वानुमान प्रदान करता है। एचआरआरआर मॉडल समूचे भारत को कवर करने वाले तीन डोमेन उत्तर-पश्चिम डोमेन, पूर्व और उत्तर-पूर्व डोमेन और दक्षिण प्रायद्वीपीय भारत डोमेन के लिए हर घंटे चक्रीय मोड में चलाया जाता है और पूर्वानुमान उत्पादों को संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान (एनडब्ल्यूपी) वेबसाइट हर दो घंटे में अद्यतन किया जाता है। एचआरआरआर मॉडल से पूर्वानुमान उत्पाद चित्र 2.12 में दर्शाया गया है।

#### 2.3.5 विस्तारित अवधि पूर्वानुमान

विभिन्न उपयोगकर्ताओं के लिए प्रचालन विस्तारित अवधि पूर्वानुमान उत्पाद तैयार करने के लिए 2017 में भारत मौसम विज्ञान विभाग में CFSv2 युग्मित मॉडल से मॉडल के एक समूह के साथ एक युग्मित मॉडल विकसित, कार्यान्वित और प्रचालित किया गया है। मॉडल के



चित्र 2.12: ऊपरी पंक्ति के चित्र (ए,बी,सी) एचआरआरआर मॉडलसे उत्तर-पश्चिम,दक्षिण तथापूर्व और उत्तर-पूर्व भारत के परावर्तकता पूर्वानुमान उत्पाद दर्शाते हैं। नीचे के चित्र (डी,ई, एफ) एचआरआरआर मॉडल उत्तर-पश्चिम, दक्षिण तथापूर्व और उत्तर-पूर्व भारत के वर्षा पूर्वानुमान उत्पाद दर्शाते हैं

यह समूह हैं (i) T382 पर CFSv2 ( $\approx 38$ कि.मी.) (ii) T126 पर CFSv2 ( $\approx 100$ कि.मी.) (iii) GFSbc (CFSv2से अभिनति संशोधित SST) T382 पर और (iv) GFSbc T126 पर। उपरोक्त समूह का मल्टी-मॉडल एनसेम्बल (एमएमई) प्रत्येक बुधवार की प्रारंभिक स्थिति के आधार पर 32 दिनों के लिए प्रचालनात्मक रूप से चलाया जाता है, जिसमें 4 एनसेम्बल सदस्य 2-8 दिनों (सप्ताह1; शुक्रवार से गुरुवार), दिन 09-15 (सप्ताह 2; शुक्रवार से गुरुवार), दिन 16-22 (सप्ताह3; शुक्रवार से गुरुवार) और दिन 23-29 (सप्ताह 4; शुक्रवार से गुरुवार)के लिए 4 सप्ताह का पूर्वानुमान देते हैं। मॉनसून 2021 के दौरान भारत में देखी गई साप्ताहिक वर्षा जून में सक्रिय चरण, जुलाई की दूसरी छमाही और पूरे सितंबर को चित्र 2.13 में दिखाया गया है। संबंधित पूर्वानुमान साप्ताहिक वर्षा विसंगतियों को चित्र 2.13 में भी दिखाया गया है। यह मॉडल मॉनसून के इन सक्रिय चरणों के साथ-साथ सामान्य मॉनसून अवधियों की गणना भी कर सकता है। हालांकि, जुलाई के पहले सप्ताह, अगस्त के तीसरे और चौथे सप्ताह के दौरान मॉनसून के कमजोर चरण की बहुत अच्छी तरह गणना नहीं की गई थी

क्योंकि मॉडल से वर्षा के वास्तविक विचलन का पूर्वानुमान किया गया था। छोटे स्थानिक पैमानों (समांगी क्षेत्रों और मौसम उपखंड स्तरों) पर पूर्वानुमान दो सप्ताह तक उपयोगी कौशल दिखाता है। मौसम उपखण्ड स्तर पर दो सप्ताह तक के पूर्वानुमानों का उपयोग कृषि-सलाहकार प्रयोजन के लिए किया जा रहा है।

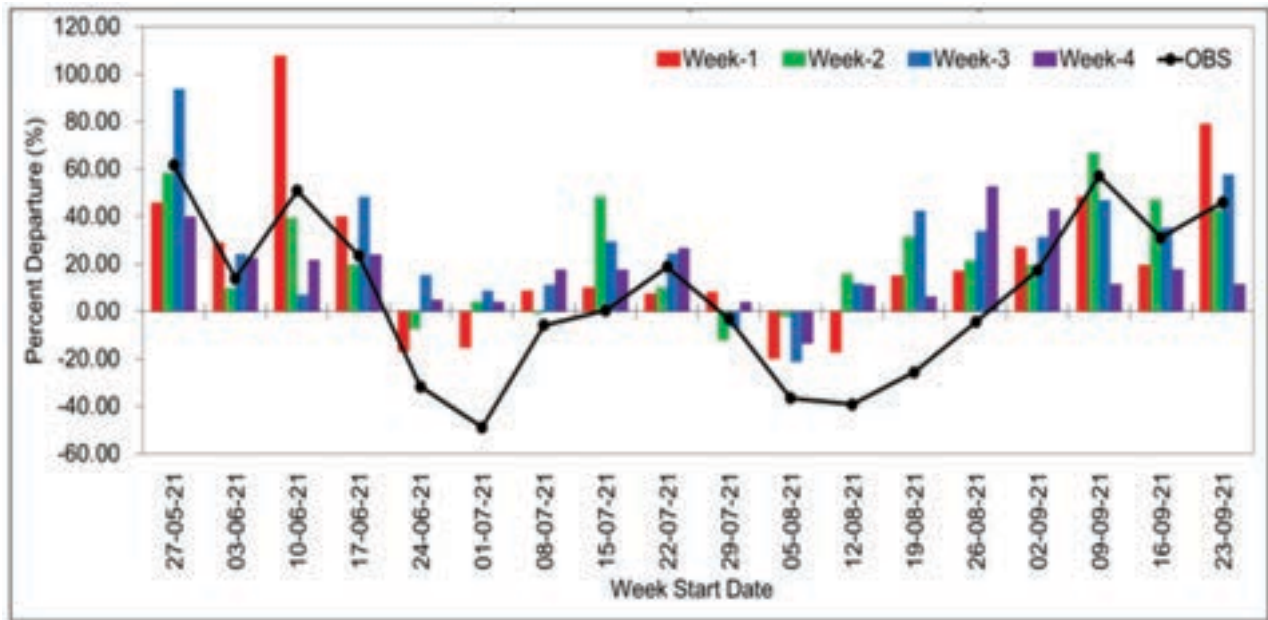
### 2.3.6 आंधी, गर्ज के साथ तूफान का तात्कालिक अनुमान:

वर्ष 2021 के दौरान, लगभग 194 स्टेशनों को तात्कालिक अनुमानसूची में जोड़ा गया। इस प्रकार 2021 में (अक्टूबर तक) तात्कालिक अनुमान स्टेशनों की कुल संख्या 1088 हो गई है।

## 2.4 मॉनसून मिशन

### 2.4.1 ऋतुनिष्ठ पूर्वानुमान

1999 से 2019 की अवधि के लिए CFSv2 LETKF कमजोर युग्मित डेटा एसिमिलेशन (WCDA) प्रणाली का उपयोग करते हुए एक दीर्घकालिक (21 वर्ष) युग्मित महासागर-वायुमंडलीय विश्लेषण के एनसेम्बल (40) को सफलतापूर्वक तैयार किया गया है। 1999 से 2019 की अवधि के लिए नई WCDA क्षुब्ध प्रारंभिक स्थितियों



चित्र 2.13: 4 सप्ताह की लीड अवधि के साथ मॉनसून ऋतु के दौरान साप्ताहिक प्रेक्षित और पूर्वानुमानित वर्षा प्रत्यंतर

(ICs) का उपयोग करते हुए ऋतुनिष्ठ पूर्वानुमान (हिंडकास्ट) किया गया जो एक महीने के लीड समय के साथ भारतीय ग्रीष्मकालीन मॉनसून (ISM) वर्षा पूर्वानुमान कौशल में वृद्धि दर्शाती है। युग्मित मॉडल के समुद्री-बर्फ मॉडल घटक में संशोधन द्वारा IITM CFSv2 का उपयोग करके किए गए अंटार्कटिक समुद्री-बर्फ सिमुलेशन प्रयोगों का प्रारंभिक परिणाम अंटार्कटिक क्षेत्र में समुद्री बर्फ के अपेक्षाकृत बेहतर चित्रण को दर्शाता है।

#### 2.4.2 विस्तारित अवधि पूर्वानुमान

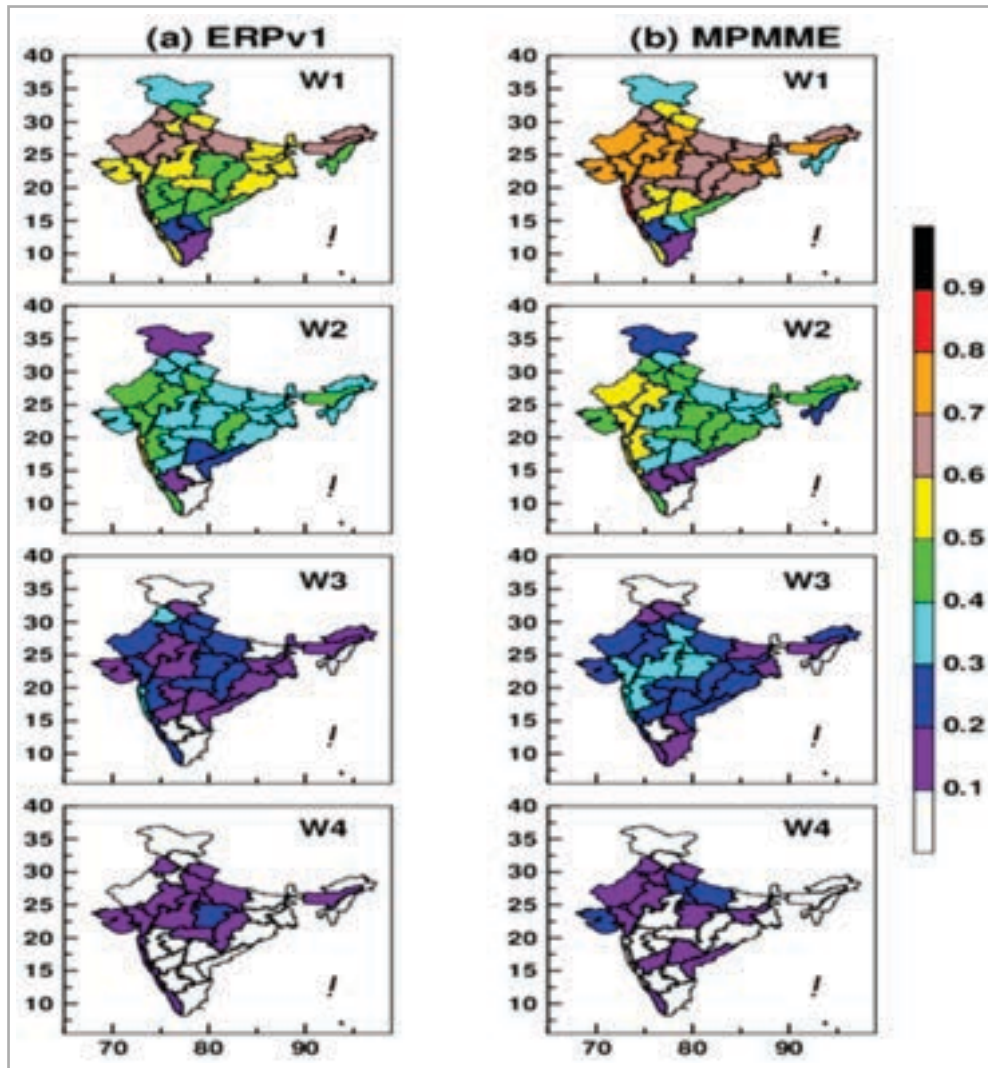
विस्तारित अवधि पूर्वानुमान एक बहु-मॉडल एनसेम्बल पूर्वानुमान प्रणाली से तैयार किए जा रहे हैं और अगले चार सप्ताह के लिए सप्ताह में एक बार पूरे वर्ष जारी किए जाते हैं। इस परिचालन प्रणाली (इसे ERPv1 के रूप में जाना जाता है) में मॉनसून ऋतु में, मैडेन-जूलियन दोलन, चक्रवात जनन, उष्ण लहर और भारी वर्षा की परिघटनाओं के आगमन, वापसी और अंतरा मौसमी उतार-चढ़ाव का एक दृष्टिकोण प्रदान करने में 2 सप्ताह तक का उचित कौशल है और इसका उपयोग हर हफ्ते कृषि और स्वास्थ्य बुलेटिन जारी करने के लिए किया जा रहा है। एक बहु-भौतिकी मल्टीमॉडल एनसेम्बल प्रेडिक्शन सिस्टम (MPMME) विकसित करने के प्रयास चल रहे हैं और इसके प्रारंभिक परिणाम बताते हैं कि MPMME ने अपने पूर्ववर्ती की तुलना में बड़े पैमाने पर कम परिवर्तनशीलता संकेत और 3 सप्ताह तक की साप्ताहिक औसत वर्षा का पूर्वानुमान करने के कौशल में सुधार किया है।

उपखंडवार कौशल विश्लेषण से पता चलता है कि खासकर भारत के उत्तर-पश्चिम और मध्य भागों में MPMME बेहतर प्रदर्शन करता है (चित्र 2.14) जलवायु पूर्वानुमान प्रणाली आधारित ग्रैंड एनसेम्बल पूर्वानुमान प्रणाली (सीजीईपीएस) से पोस्ट-प्रोसेस्ड मल्टी-मॉडल एनसेम्बल (एमएमई) आउटपुट द्वारा चक्रवात जनन, विका और तूफान के मार्ग का पता लगाने के लिए एक बेहतर तूफान विकास सूचकांक और उद्देश्य ट्रैकिंग एल्गोरिदम शामिल एक उष्णकटिबंधीय चक्रवात पूर्वानुमान प्रणाली को प्रचालनात्मक विस्तृत अवधि पूर्वानुमान के लिए लागू किया गया है। यह तूफानों के बनने पर प्रारंभिक मार्गदर्शन करता है जिससे बेहतर योजना और शमन रणनीतियाँ बनाने के लिए पर्याप्त समय मिलता है।

#### 2.4.3 लघु अवधि पूर्वानुमान के लिए लघु अवधि वैश्विक एनसेम्बल पूर्वानुमान (GEFS)/वैश्विक पूर्वानुमान प्रणाली (GFS):

GEFS आधारित चक्रवात ट्रैकर ने प्रचंड चक्रवाती तूफान " ताउते (TAUKTAE)" (14-19 मई 2021), "यास (YAASH)" (22-28 मई 2021) और शाहीन (SHAHEEN) (30 सितंबर - 4 अक्टूबर 2021) के मार्ग, स्थल प्रवेश और स्थल से टकराने की संभाव्यता का सफल पूर्वानुमान दिया है। GEFS आधारित एनसेम्बल पूर्वानुमान ने नियतात्मक GFS पूर्वानुमान की तुलना में लंबे लीड समय के साथ उच्च सटीकता दिखाई है। बाढ़ पूर्वानुमान की दक्षता बढ़ाने के लिए,





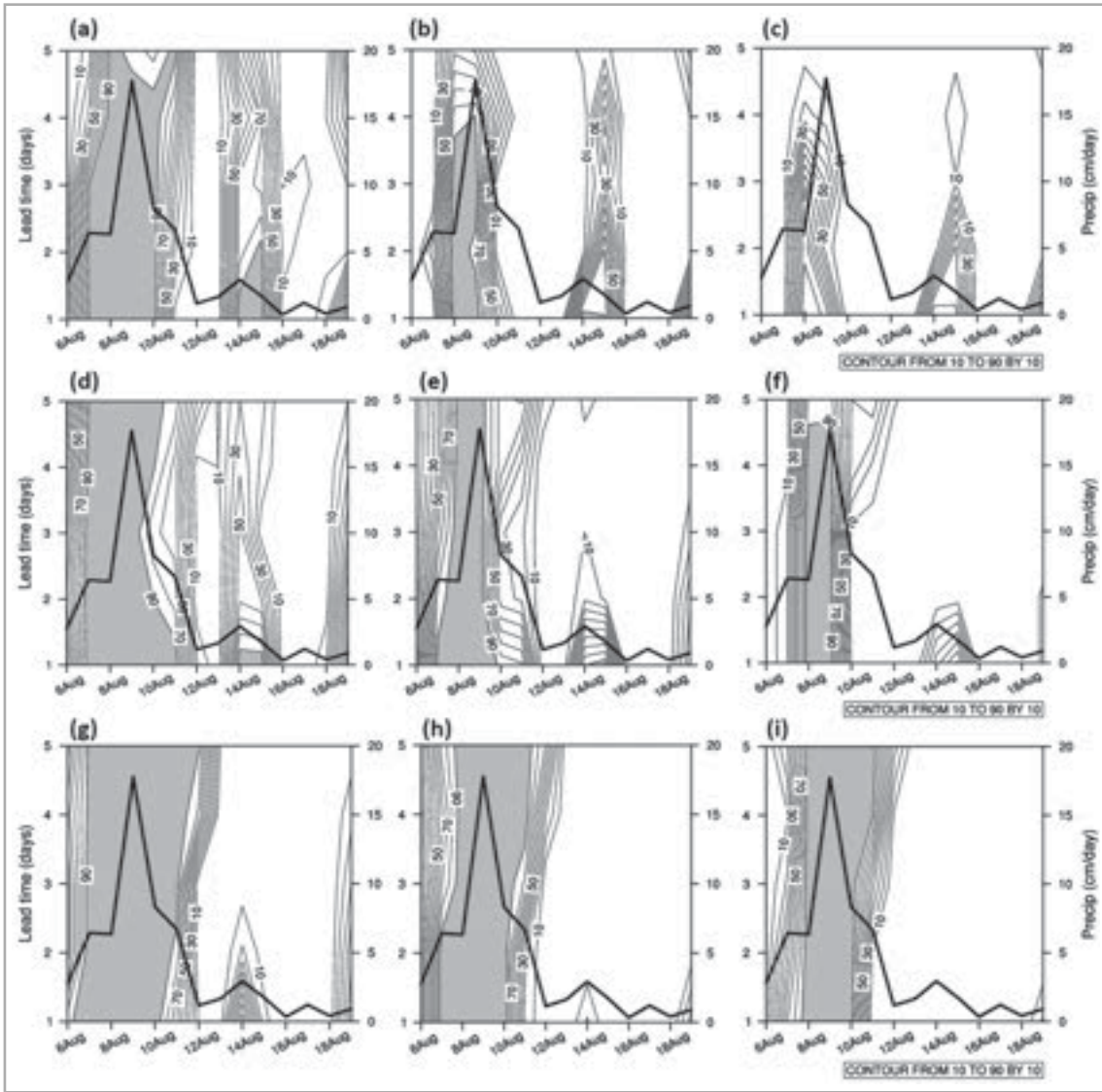
चित्र 2.14: भारतीय ग्रीष्मकालीन मॉनसून के दौरान (क) ERPv1 (ख) MPMME के लिए विसंगतिसहसंबंध गुणांक के संदर्भ में उपखंडवार कौशल

सभी भारतीय नदी द्रोणी के लिए अभिनति – संशोधित जीएफएस मात्रात्मक वर्षा पूर्वानुमान विकसित किया गया था और परिचालनात्मक उपयोग के लिए इसे आईएमडी के साथ साझा किया गया था। एक अध्ययन से पता चला है कि केरल में अगस्त 2018 और 2019 की अत्यधिक वर्षा की घटना में बड़े पैमाने पर नमी अभिसरण की महत्वपूर्ण भूमिका थी और ये नियतात्मक मॉडल (चित्र- 2.15) की तुलना में लंबे समय तक लीड-टाइम के लिए एन्सेम्बल पूर्वानुमान प्रणाली द्वारा अच्छी तरह से किया गया और इसलिए, बेहतर प्रारंभिक चेतावनी प्रदान कर सकता है।

## 2.5 जलवायु परिवर्तन अनुसंधान केंद्र

### 2.5.1 "भौतिक विज्ञान आधार, कार्य समूह I (WG1), जलवायु परिवर्तन पर अंतर सरकारी पैनल (IPCC) की छठवीं आकलन रिपोर्ट (AR6)" के लिए योगदान:

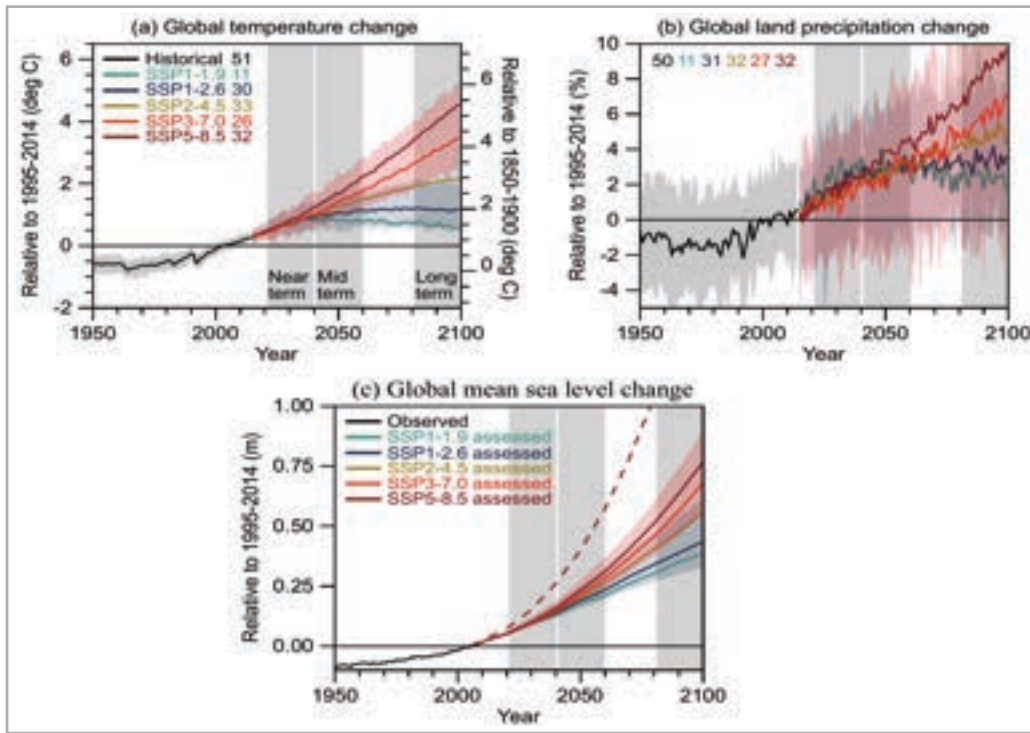
IITM ने IPCCWG1 AR6 में योगदान दिया, जो जलवायु विज्ञान में नवीनतम प्रगति और पुरापाषाण साक्ष्यों, प्रेक्षणों, प्रक्रिया समझ, वैश्विक और क्षेत्रीय जलवायु सिमुलेशन से साक्ष्य के कई तथ्यों के साथ जलवायु प्रणाली और जलवायु परिवर्तन की सबसे अद्यतन भौतिक समझ प्रदान करता है। भविष्य की वैश्विक जलवायु (अध्याय 4), क्षेत्रीय मॉनसून (अध्याय 8), महासागर और क्रायोस्फीयर (अध्याय 9) और



चित्र 2.15 : केरल (10°-12°N, 75.5°-77°E) में दैनिक संचित वर्षा के लिए GEFS पूर्वानुमान (शीर्ष पंक्ति), ECMWF (मध्य पंक्ति) और NEPS (निचली पंक्ति) के लिए संभावित पूर्वानुमान लीड टाइम आरेख प्रेक्षित दैनिक जलवायु विज्ञान और 1 मानक विचलन (SD) (पहला स्तंभ), 2SD (मध्य स्तंभ) और 3 SD (तीसरा स्तंभ)। काली रेखा 6-19 अगस्त 2019 की अवधि का समान क्षेत्र के लिए आईएमडी-जीपीएम वर्षा (सेमी/दिन) का औसत दर्शाती है।

नीति निर्माताओं के लिए सारांश (एसपीएम) सहित जल चक्र परिवर्तन के आकलन में प्रमुख योगदान दिया गया। इस रिपोर्ट की प्रमुख विशेषताएँ हैं (i) वैश्विक तापमान के 1.5 डिग्री सेल्सियस तक पहुंचने या उससे अधिक होने की संभावना (ii) वैश्विक औसत समुद्र स्तर 2081-2100 के दौरान 0.46–0.74 मीटर बढ़ने की संभावना (चित्र 2.16) (iii) एरोसोल लोडिंग में कमी और 21 वीं सदी के दौरान ग्रीन हाउस गैस वार्मिंग की प्रतिक्रिया में वृद्धि के साथ, वैश्विक भूमि पर मॉनसून वर्षा भविष्य में सभी समयों और परिदृश्यों में बढ़ने का अनुमाना

तीन केस स्टडी प्रयोगों के लिए ICTP RegCM4 क्षेत्रीय जलवायु मॉडल ४ किमी सिमुलेशन पूरा हो गया है और चयनित चर के लिए प्रति घंटा मॉडल आउटपुट को CPTP मॉडलिंग वर्किंग ग्रुप के साथ साझा किया जाता है ताकि मॉडलों के प्रदर्शन की परस्पर तुलना हो सके। 1981-2015 की अवधि के लिए आईआईटीएम-ईएसएम ने उच्च-विभेदन वैश्विक वायुमंडलीय मॉडल का उपयोग करते हुए जलवायु सिमुलेशन मॉडल मूल्यांकन के लिए तैयार कर लिया है। आईआईटीएम-ईएसएम के उच्च-विभेदन (2.7 किमी ग्रिड)



**चित्र 2.16 :** CMIP6 ऐतिहासिक और परिदृश्य सिमुलेशन से जलवायु परिवर्तन के चयनित संकेतक (क) वैश्विक सतह हवा का तापमान 1995-2014 औसत (बाएं अक्ष) के सापेक्ष और 1850-1900 के औसत सापेक्ष (दायां अक्ष; 0.82 डिग्री सेल्सियस से ऑफसेट में बदलाव जो बहु-मॉडल माध्य है और सबसे अच्छे अनुमान के करीब है); (ख) 1995-2014 औसत के सापेक्ष वैश्विक भूमि वर्षा परिवर्तन; (ग) 1995-2014 के औसत के सापेक्ष वैश्विक औसत समुद्र-स्तर परिवर्तन।

वायुमंडलीय घटक का उपयोग करते हुए ऐतिहासिक सिमुलेशन (1951-2015) चल रहे हैं, इस सिमुलेशन के 20 साल पूरे हो गए हैं।

**2.5.2 अल्पकालिक जलवायु परिवर्तनशीलता और पूर्वानुमान:** एल्सेवियर, नीदरलैंड द्वारा 'इंडियन समर मॉनसून वेरिएबिलिटी: अल नीनो-टेलीकनेक्शन एंड बियॉन्ड' नामक पुस्तक प्रकाशित की गई है। यह पुस्तक भारतीय मॉनसून टेलीकनेक्शन (ईएनएसओ और गैर-ईएनएसओ) पर बेहतर समझ प्रस्तुत करती है, नई प्रगति और सुखद भविष्य के लिए उठाए गए कदमों पर चर्चा करती है। गैर-ईएनएसओ टेलीकनेक्शन पर विशेष जोर दिया गया है, जिसे दशकों से ठीक से समझा नहीं जा सका था।

## 2.6 दक्षिण-पश्चिमी मॉनसून 2021

केरल में दक्षिण-पश्चिमी मॉनसून का आगमन 03 जून 2021 को हुआ। जून से सितंबर के दौरान पूरे देश में दक्षिण-पश्चिमी मॉनसून की ऋतुनिष्ठ वर्षा सामान्य (एलपीए का 96-104%) रही। मात्रात्मक रूप से 2021 में समूचे भारत में मॉनसून की ऋतुनिष्ठ वर्षा 1 जून से 30 सितंबर 2021 के दौरान 1961-2010 के आंकड़ों के आधार पर दीर्घ अवधि

औसत 88.0 सेमी के मुकाबले 87.0 सेमी रही (इसका दीर्घ अवधि औसत (एलपीए) का 99% है)

दक्षिण-पश्चिमी मॉनसून की ऋतुनिष्ठ (जून से सितंबर) वर्षा चार सदृश्य क्षेत्रों में उत्तर पश्चिम भारत (96%) और मध्य भारत (104%) में सामान्य रही है। पूर्वी और पूर्वोत्तर भारत में ऋतुनिष्ठ वर्षा सामान्य से कम (88%) और दक्षिण प्रायद्वीपीय भारत (111%) में सामान्य से अधिक हुई है। दक्षिण-पश्चिमी मॉनसून की ऋतुनिष्ठ वर्षा (जून से सितंबर) मॉनसून कोर जोन में होती है, जिसमें देश के अधिकांश वर्षा आधारित कृषि क्षेत्र शामिल हैं और सामान्य से अधिक (> एलपीए का 106%) है। देश के कुल 36 मौसम उपखंडों में से 20 उपखंडों में, जो देश के कुल क्षेत्रफल का 58 प्रतिशत है, ऋतुनिष्ठ वर्षा सामान्य हुई, 10 उपखंडों में अधिक वर्षा (कुल क्षेत्रफल का 25 प्रतिशत) तथा 6 उपखंडों (कुल क्षेत्रफल का 17 प्रतिशत) में ऋतुनिष्ठ वर्षा कम हुई। (चित्र 2.17)

### 2.6.1 दक्षिण-पश्चिमी मॉनसून 2021 के दीर्घ अवधि पूर्वानुमान का सत्यापन

इस वर्ष, आईएमडी ने देश भर में ऋतुनिष्ठ वर्षा के लिए मासिक और





चित्र 2.17 : मॉनसून 2021 की मौसम-उपखंडवार ऋतुनिष्ठ वर्षा



## वायुमंडल तथा जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान तथा सेवाएं (ACROSS)

ऋतुनिष्ठ परिचालनात्मक पूर्वानुमान जारी करने के लिए एक नई रणनीति अपनाई है। नई रणनीति मौजूदा सांख्यिकीय पूर्वानुमान प्रणाली और नव विकसित मल्टी मॉडल एनसेंबल (MME) आधारित पूर्वानुमान प्रणाली पर आधारित है। एमएमई दृष्टिकोण आईएमडी के मॉनसून मिशन सीएफएस (MMCFS) मॉडल सहित विभिन्न वैश्विक जलवायु पूर्वानुमान और अनुसंधान केंद्रों से युग्मित वैश्विक जलवायु मॉडल (CGCMs) का उपयोग करता है। तदनुसार, आईएमडी ने देश भर में 2021 के दक्षिण-पश्चिमी मॉनसून के ऋतुनिष्ठ (जून से सितंबर) वर्षा के लिए अलग-अलग ऋतुनिष्ठ पूर्वानुमान जारी किए।

भारत के चार विस्तृत भौगोलिक क्षेत्रों को ध्यान में रखते हुए, उत्तर पश्चिमी भारत, मध्य भारत, पूर्वोत्तर भारत और दक्षिण प्रायद्वीप में

ऋतुनिष्ठ वर्षा के लिए 1 जून में जारी पूर्वानुमान क्रमशः सामान्य (एलपीए का 92-108%), सामान्य से अधिक (एलपीए का 106%), सामान्य से नीचे (एलपीए का <95%) और सामान्य (एलपीए का 93-107%) था। वास्तविक वर्षा उत्तर पश्चिम भारत, मध्य भारत, पूर्वोत्तर भारत, दक्षिण प्रायद्वीप और मॉनसून कोर जोन में क्रमशः एलपीए का 96%, 104%, 88%, 111% और 107% थी। जुलाई और अगस्त के लिए जारी मासिक पूर्वानुमान को अधिक आंका गया था जबकि सितंबर के लिए जारी पूर्वानुमान सीमा के अंदर था। पूरे देश के लिए मॉनसून ऋतु की दूसरी छमाही (अगस्त-सितंबर) का पूर्वानुमान पूर्वानुमान सीमा के अंदर था। पूर्वानुमान के सत्यापन का विवरण तालिका 1 में दिखाया गया है।

तालिका 1 : दक्षिण-पश्चिमी मॉनसून 2021 के दीर्घ अवधि पूर्वानुमान का सत्यापन

क्षेत्र	अवधि	पूर्वानुमान (एलपीए का %)	वास्तविक वर्षा
			(एलपीए का %)
		(16 अप्रैल को जारी)	
संपूर्ण भारत	जून से सितंबर	सामान्य (एलपीए का 96-104%) एलपीए का 98±5	99
		(1 जून को जारी)	
संपूर्ण भारत	जून से सितंबर	सामान्य (एलपीए का 96-104%) एलपीए का 101 ± 4	99
पश्चिमोत्तर भारत	जून से सितंबर	सामान्य (एलपीए का 92-108%)	96
मध्य भारत	जून से सितंबर	सामान्य से अधिक (>एलपीए का 106%)	104
पूर्वोत्तर भारत	जून से सितंबर	सामान्य से नीचे (एलपीए का <95%)	88
दक्षिण प्रायद्वीप	जून से सितंबर	सामान्य (एलपीए का 93-107%)	111
मॉनसून कोर जोन	जून से सितंबर	सामान्य से अधिक (>एलपीए का 106%)	107
संपूर्ण भारत	जुलाई (1 जुलाई को जारी)	जुलाई: सामान्य (एलपीए का 94-106%)	93
संपूर्ण भारत	अगस्त और अगस्त-सितंबर (2 अगस्त को जारी)	अगस्त: सामान्य (एलपीए का 94-106%)	76
		अगस्त+सितंबर: सामान्य (एलपीए का 95-105%)	99
संपूर्ण भारत	सितंबर (1 सितंबर को जारी)	सामान्य से अधिक (>एलपीए का 110%)	135

### 2.6.2 मॉनसूनोत्तर ऋतु (अक्टूबर-दिसंबर, 2021) के दौरान

#### पूर्वोत्तर मॉनसून वर्षा का दीर्घ अवधि पूर्वानुमान

आई एम डी ने 2021 में पूर्वोत्तर मॉनसून (अक्टूबर से दिसंबर (OND) के लिए दक्षिण प्रायद्वीपीय भारत के पांच मौसम विज्ञान उपखंडों तमिलनाडु, तटीय आंध्र प्रदेश, रायलसीमा, केरल और दक्षिण कर्नाटक के अंदरूनी भाग) के लिए मौसम का पूर्वानुमान जारी किया।

जहाँ वर्षा सामान्य (दीर्घकालिक औसत (एलपीए) का 89-111%) रहने की सबसे अधिक संभावना है।

### 2.7. मौसम विज्ञान सेवाएं

#### 2.7.1 महानगरीय वायु गुणवत्ता और मौसम सेवाएं

8 प्रमुख प्रदूषकों नामतः  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$ ,  $NO_x$ ,  $CO$ ,  $SO_2$ ,  $BC$ ,  $HC$  के लिए 400 मीटर x 400 मीटर ग्रिड में प्रदूषण स्रोतों की मैपिंग के माध्यम से पुणे क्षेत्र की एक उच्च विभेदन उत्सर्जन सूची तैयार की गई। 2019-20 के दौरान पुणे महानगर क्षेत्र (पीएमआर) में आईआईटीएम, एस पी पी विश्वविद्यालय और उत्कल विश्वविद्यालय के 200 से अधिक छात्रों को शामिल करते हुए लगभग 6 महीने की लंबी अवधि का उत्सर्जन सूची अभियान चलाया गया। 21 मई 2021 को कुलपति, SPPU द्वारा SAFAR-उत्सर्जन सूची PMR-2020 जारी की गई। इसमें 2012-13 से 2019-20 तक उत्सर्जन वृद्धि की सूचना दी गई है। 2012-13 से 2019-20 तक पुणे महानगर क्षेत्र में  $PM_{10}$  और  $PM_{2.5}$  के उत्सर्जन में समग्र वृद्धि क्रमशः 61% और 70% पाई गई है।

#### 2.7.2 दिल्ली के लिए वायु गुणवत्ता पूर्व चेतावनी प्रणाली (AQEWS)

जनवरी-जुलाई 2021 के दौरान दिल्ली में अत्यधिक वायु प्रदूषण की परिघटनाओं का पूर्वानुमान देने के लिए विश्व स्तर पर सामंजस्यपूर्ण एवं मानकीकृत तरीके से वायु गुणवत्ता प्रारंभिक चेतावनी प्रणाली को अत्यंत उच्च स्थानिक विभेदन (400 मीटर) पर परिचालनात्मक रूप से चलाया गया। AQEWS आगामी वायु गुणवत्ता की परिघटनाओं के लिए समय पर चेतावनी जारी करता है और अगले 5 दिनों के लिए इसमें योगदान करने वाले स्रोतों के अनुमान और भारत सरकार की नई डिजाइन किए गए ग्रेडेड रिस्पांस एक्शन प्लान (GRAP) के अनुसार आवश्यक कदम उठाने के लिए समय पर चेतावनी जारी करता है। दिल्ली एनसीआर में उन्नत वायु गुणवत्ता प्रबंधन के लिए एक स्वदेशी निर्णय समर्थन प्रणाली (डीएसएस) सफलतापूर्वक स्थापित की गई है, जिसे (क) दिल्ली और आसपास के 19 जिलों से दिल्ली में वायु गुणवत्ता में उत्सर्जन के योगदान (ख) दिल्ली में वायु गुणवत्ता में 8 विभिन्न क्षेत्रों से उत्सर्जन का योगदान; और (ग) दिल्ली में वायु गुणवत्ता

में पड़ोसी राज्यों में बायोमास जलाने की गतिविधियों से योगदान; (घ) दिल्ली में पूर्वानुमानित वायु-गुणवत्ता घटना पर उत्सर्जन स्रोत-स्तरीय हस्तक्षेपों के संभावित मात्रात्मक प्रभाव के बारे में मात्रात्मक जानकारी देने के लिए डिजाइन किया गया है। D S S वेबसाइट (<https://ews.tropmet.res.in/dss/>) को आधिकारिक तौर पर पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के माननीय मंत्री, डॉ जितेंद्र सिंह द्वारा 18 अक्टूबर 2021 को आजादी का अमृत महोत्सव के उपलक्ष्य में पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय में अतिविशिष्ट सप्ताह के शुभ अवसर पर लॉन्च किया गया।

### 2.8 उष्णकटिबंधीय चक्रवात निगरानी और पूर्वानुमान 2021

2021 के दौरान उत्तर हिंद महासागर में चक्रवाती गतिविधि की मुख्य विशेषताएं नीचे दी गई हैं:

वर्ष 2021 के दौरान बंगाल की खाड़ी (BoB) के ऊपर 6 और अरब सागर (AS) सहित उत्तर हिंद महासागर (NIO) में नौ (9) चक्रवाती विक्षोभ (सीडी-अवदाब और चक्रवाती तूफान एक साथ) विकसित हुए। जबकि 1961-2020 की अवधि के दौरान उत्तर हिंद महासागर में सामान्यतः प्रति वर्ष 11 चक्रवाती विक्षोभ हुए थे। इनमें से 5 चक्रवाती तूफान (CS) (अधिकतम निरंतर हवा की गति (एमएसडब्ल्यू) 34 नॉट) में बदल गए। जबकि 1961-2020 के दौरान उत्तर हिंद महासागर में सामान्यतः 4.8 चक्रवाती तूफान प्रति वर्ष आए, इन 4 चक्रवाती तूफानों में से, 3 प्रचंड श्रेणी के तूफानों (एमएसडब्ल्यू 50 नॉट) में बदल गए। कुल मिलाकर इनमें से 2021 के दौरान 1 अत्यंत प्रचंड चक्रवाती तूफान (ESCS) (MSW: 90-119 नॉट) ताउते (Tauktae), 1 बहुत प्रचंड चक्रवाती तूफान (VSCS) (MSW: 64-89 नॉट) यास (YAAS), 1 प्रचंड चक्रवाती तूफान (SCS) (MSW: 48-63 नॉट) (शाहीन) और 1 चक्रवाती तूफान (CS) (MSW: 34-47 नॉट) (गुलाब) था। उत्तर हिंद महासागर में आए इन चक्रवाती विक्षोभों का विवरण नीचे सूचीबद्ध है:

- 02-03 अप्रैल, 2021 के दौरान उत्तरी अंडमान सागर के ऊपर अवदाब
- 14-19 मई, 2021 के दौरान अरब सागर में अति प्रचंड चक्रवाती तूफान ताउते
- 23-28 मई, 2021 के दौरान बंगाल की खाड़ी (BoB) में बहुत प्रचंड चक्रवाती तूफान यास
- 12-15 सितंबर, 2021 के दौरान उत्तर-पश्चिम बंगाल की खाड़ी में गहरा अवदाब
- 24-28 सितंबर, 2021 के दौरान बंगाल की खाड़ी में चक्रवाती तूफान गुलाब

(vi) 30 सितंबर- 4 अक्टूबर, 2021 के दौरान अरब सागर में प्रचंड चक्रवाती तूफान शाहीन

(vii) 7-9 नवंबर, 2021 के दौरान पूर्व-मध्य अरब सागर में अवदाब

(viii) 10-12 नवंबर, 2021 के दौरान दक्षिण-पूर्वी बंगाल की खाड़ी में अवदाब

(ix) दक्षिण पश्चिम बंगाल की खाड़ी में अवदाब (18-19 नवंबर, 2021)

**(i) अरब सागर में अति प्रचंड चक्रवाती तूफान ताउते (14-19 मई, 2021)**

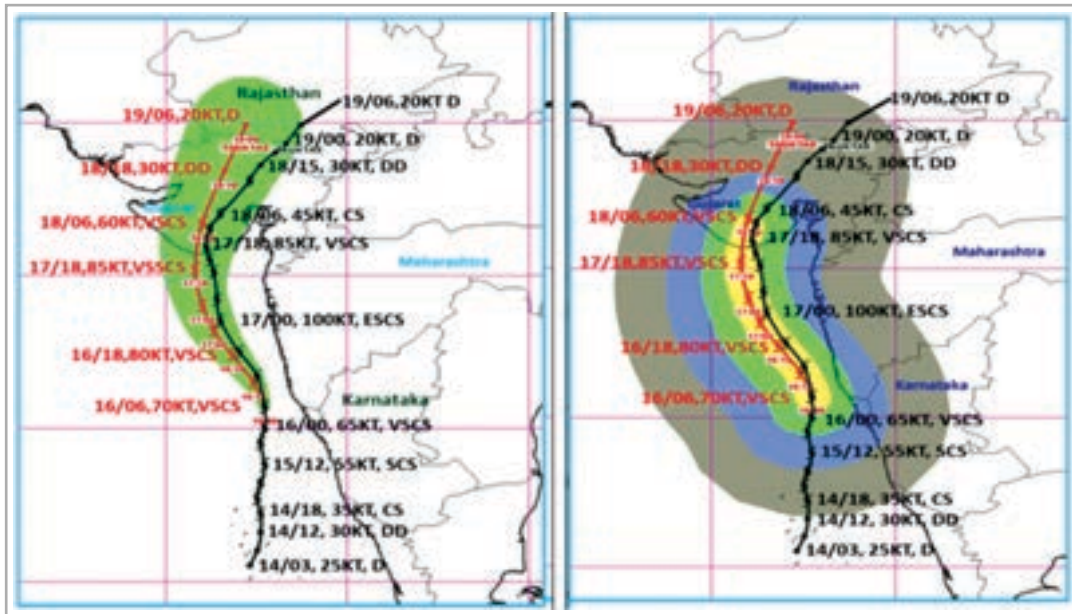
13 मई 2021 की सुबह (0830 बजे IST/ 0300 UTC) दक्षिण-पूर्व अरब सागर और निकटवर्ती लक्षद्वीप क्षेत्र में एक कम दबाव का क्षेत्र बना। अनुकूल पर्यावरणीय परिस्थितियों के कारण यह 14 मई, 2021 की सुबह (0830 बजे IST) लक्षद्वीप क्षेत्र में एक अवदाब में केंद्रित हो गया। यह लक्षद्वीप क्षेत्र और उससे सटे दक्षिण-पूर्व और पूर्व मध्य अरब सागर में 14 मई, 2021 की मध्यरात्रि (2330 बजे IST/1800 यूटीसी) में चक्रवाती तूफान "ताउते" में बदल गया। यह पूर्वी मध्य अरब सागर में 17 मई, 2021 की सुबह (0530 बजे IST) 100 नॉट की चरम तीव्रता पर पहुंच गया। उत्तर की ओर बढ़ते हुए यह लगभग मामूली से प्रतिकूल वातावरण में प्रवेश कर धीरे-धीरे कमजोर हो गया और 17 मई 2021 को 2000-2300 बजे भ.मा.स. के दौरान दीव के उत्तर-पूर्व (दीव से

लगभग 20 किमी उत्तर पूर्व) के करीब अक्षांश 20.8° उ. और देशांतर 71.1° पू. के पास 160-170 किमी प्रति घंटे की अधिकतम निरंतर हवा की गति के साथ 185 किमी प्रति घंटे की रफ्तार से सौराष्ट्र तट को पार कर गया। उत्तर-उत्तर-पूर्व की ओर बढ़ते हुए, यह 19 मई, 2021 की शाम (1730 बजे IST) राजस्थान के मध्य भागों में एक अच्छी तरह से चिह्नित निम्न दबाव के क्षेत्र में कमजोर हो गया।

आइएमडी द्वारा इसके मार्ग, स्थल प्रवेश बिंदु और समय, तीव्रता (चित्र 2.18) और संबंधित प्रतिकूल मौसम जैसे- भारी वर्षा, झंझावाती हवा और तूफान का सही पूर्वानुमान दिया गया था।

**(ii) बंगाल की खाड़ी में अति प्रचंड चक्रवाती तूफान यास (23-28 मई, 2021)**

22 मई की सुबह (0830 IST/0300 UTC) पूर्व-मध्य बंगाल की खाड़ी (BoB) के ऊपर एक निम्न दबाव का क्षेत्र बना। अनुकूल पर्यावरणीय परिस्थितियों में, यह 23 मई, 2021 की दोपहर (1130 IST/0600 UTC) में पूर्व-मध्य बंगाल की खाड़ी में अवदाब में केंद्रित हो गया। यह उत्तर-पश्चिम की ओर बढ़ गया और 24 मई, 2021 को तड़के सुबह (0530 IST/0000 UTC) तीव्र होकर उसी क्षेत्र में चक्रवाती तूफान "यास" में बदल गया। इसने 25 मई, 2021 की सुबह (0830 IST/0300 UTC) से उत्तर की ओर बढ़ना शुरू कर दिया और उत्तर पश्चिमी बंगाल की खाड़ी में शाम (1730 IST/1200 UTC) को



चित्र 2.18: (क) तीव्रता और स्थल प्रवेश में सटीकता को प्रदर्शित करते हुए जारी किया गया प्रेक्षित मार्ग (14-19 मई) और (ख) पूर्वानुमान मार्ग 16 मई को 1430 बजे भ.मा.स.(स्थल प्रवेश से लगभग 36 घंटे पहले)।

एक अति प्रचंड चक्रवाती तूफान (VSCS) में बदल गया। इसके बाद, यह उत्तर-उत्तर-पश्चिम की ओर बढ़कर 75 नॉट्स की चरम तीव्रता पर पहुंच गया और 26 मई, 2021 की सुबह (0530 IST/0000 UTC) में धामरा पोर्ट, ओडिशा से लगभग 30 किमी पूर्व में उत्तर-पश्चिम बंगाल की खाड़ी में केंद्रित हो गया। इसका उत्तर-उत्तर-पश्चिम की ओर बढ़ना जारी रहा। इसने उत्तर ओडिशा तट को अक्षांश 21.35° उ. और देशांतर 86.95° पू. के पास से गुजरा, बालासोर के दक्षिण में लगभग 20 किमी की दूरी पर यह अति प्रचंड चक्रवाती तूफान के रूप में बदल गया। 26 मई 2021 को 1030-1130 IST (0500-0600 यूटीसी) के बीच इसमें अधिकतम निरंतर हवा की गति (MSW) 75 नॉट्स से 85 नॉट्स (130-140 किमी प्रति घंटे की रफ्तार से 155 किमी प्रति घंटे) रही। यह उत्तर-पश्चिम की ओर बढ़ गया और 28 मई 2021 (0530 भा.मा.स./0000 यूटीसी) को तड़के सुबह बिहार और उससे लगे दक्षिण-पूर्व उत्तर प्रदेश (यूपी) पर एक सुचिह्नित निम्न दबाव क्षेत्र में कमजोर हो गया।

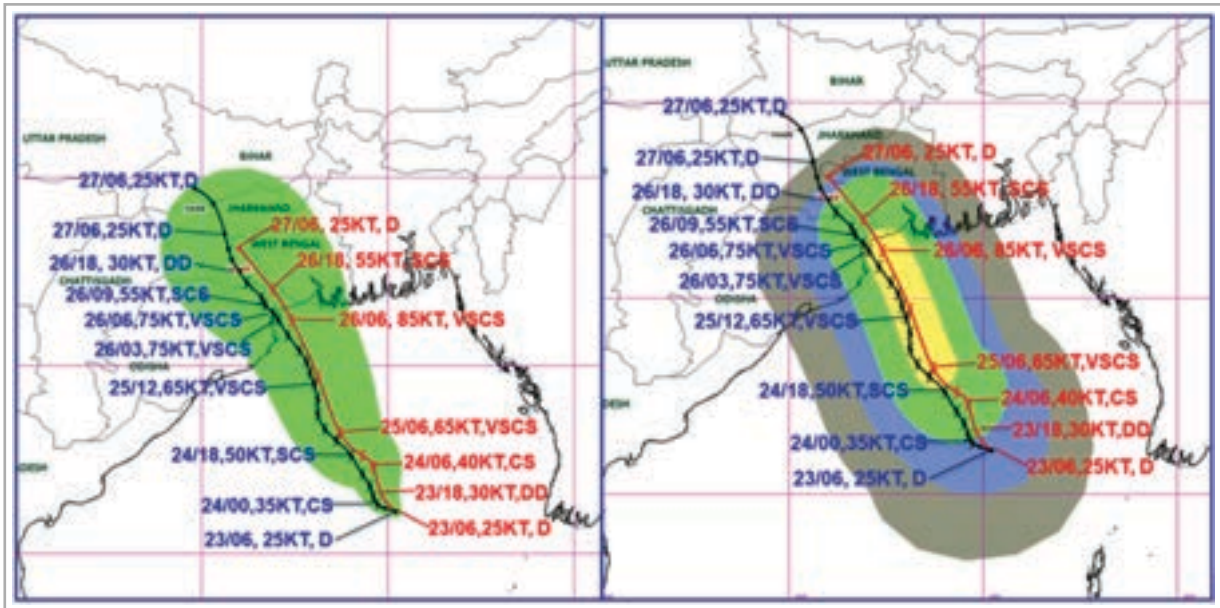
**(iii) बंगाल की खाड़ी में चक्रवाती तूफान गुलाब (24-28 सितंबर 2021)**

24 सितंबर की सुबह (0830 बजे भा.मा.स./ 0300 UTC) पूर्व-मध्य बंगाल की खाड़ी (BoB) और इसके आसपास में एक कम दबाव का क्षेत्र बना। अनुकूल पर्यावरणीय और समुद्री परिस्थितियों के कारण, यह 24 सितंबर, 2021 की शाम (1730 बजे भा.मा.स./1200 UTC) को

पूर्व-मध्य और आसपास पूर्वोत्तर बंगाल की खाड़ी में अवदाब में केंद्रित हो गया। पश्चिम-उत्तर-पश्चिम की ओर बढ़ते हुए यह 25 सितंबर, 2021 की शाम को (1730 बजे भा.मा.स.) तीव्र होकर उत्तर-पश्चिम और आसपास के पश्चिम-मध्य बंगाल की खाड़ी में चक्रवाती तूफान "गुलाब" में बदल गया। इसके बाद, यह धीरे-धीरे तीव्र होने लगा और 26 सितंबर 2021 की दोपहर के आसपास (1130 बजे IST / 0600 UTC) 75-85 किमी प्रति घंटे की रफ्तार से 95 किमी प्रति घंटे की चरम तीव्रता पर पहुंच गया। निरंतर पश्चिम की ओर बढ़ते हुए 26 सितंबर, 2021 को 1930-2030 भा.मा.स. के दौरान अक्षांश 18.4° उ./ देशांतर 84.2° पू. (कलिंगपट्टनम से 20 किमी उत्तर) से 75-85 किलोमीटर की अधिकतम निरंतर हवा की गति के साथ 95 किमी प्रति घंटे की रफ्तार से यह उत्तरी आंध्र प्रदेश और निकटवर्ती दक्षिण ओडिशा के तटों को पार कर गया। इसके बाद यह 28 सितंबर, 2021 की दोपहर के आसपास विदर्भ के पश्चिमी भाग और आसपास के सुनिश्चित निम्न दाब के क्षेत्र में कमजोर हो गया।

**(iv) कच्छ से सटे पूर्वोत्तर अरब सागर में प्रचंड चक्रवाती तूफान शाहीन (30 सितंबर - 4 अक्टूबर 2021)**

चक्रवाती तूफान गुलाब 29 सितंबर, 2021 की सुबह (0830 बजे भा.मा.स.) दक्षिण गुजरात क्षेत्र और उससे सटे खंभात की खाड़ी में एक सुचिह्नित निम्न दबाव का क्षेत्र बना। अनुकूल पर्यावरणीय और समुद्री



चित्र: 2.19 (क) प्रेक्षित ट्रैक (23-28 मई) और (ख) पूर्वानुमान ट्रैक 23 मई के 1350 बजे भा.मा.स. (स्थल प्रवेश से लगभग 72 घंटे पहले) ट्रैक, तीव्रता और स्थल प्रवेश पूर्वानुमान में सटीकता को प्रदर्शित करते हुए जारी किया गया।



परिस्थितियों के कारण, यह 30 सितंबर, 2021 की सुबह (0530 बजे भा.मा.स.) पूर्वोत्तर अरब सागर और उससे सटे कच्छ में अवदाब के रूप में केंद्रित हो गया। यह 01 अक्टूबर 2021 की सुबह (0530 बजे भा.मा.स.) तक तीव्र होकर गुजरात तट से दूर पूर्वोत्तर अरब सागर में चक्रवाती तूफान 'शाहीन' में बदल गया। यह 2 अक्टूबर को तड़के सुबह (0000 यूटीसी) में 60 नॉट्स की अपनी चरम तीव्रता पर पहुंच गया। इसने 4 अक्टूबर, 2021 को 0030-0130 IST के दौरान ओमान तट को पार किया। इसमें हवा की गति 95-105 से 115 किमी प्रति घंटे रही। यह 4 अक्टूबर, 2021 की शाम (1730 बजे भा.मा.स.) पूर्वोत्तर ओमान में एक सुनिश्चित निम्न दबाव क्षेत्र में कमजोर हो गया।

### 2.8.1 2021 के दौरान चक्रवात का स्थल प्रवेश, मार्ग और तीव्रता पूर्वानुमान का निष्पादन मार्ग पूर्वानुमान

2016-2020 के आंकड़ों के आधार पर पिछले पांच वर्ष की औसत त्रुटि 77, 117 और 159 किमी की तुलना में 2021 में वार्षिक औसत ट्रैक पूर्वानुमान त्रुटियां 24, 48 और 72 घंटे के लिए क्रमशः 60 किमी, 93 किमी और 164 किमी रही हैं। 120 घंटे तक की लगभग सभी लीड अवधि के लिए दीर्घ अवधि औसत (एलपीए) (2016-20) की तुलना में इस वर्ष के दौरान त्रुटियां काफी कम रही हैं। 2016-2020 के दौरान 24, 48 और 72 घंटे की लीड अवधि के लिए जलवायु विज्ञान और अवस्थिति पूर्वानुमान दीर्घ अवधि औसत 64%, 76% और 78% तुलना में ट्रैक पूर्वानुमान कौशल क्रमशः 76%, 80% और 68% रहा है। 2021 के दौरान ट्रैक पूर्वानुमान त्रुटियों और कौशल को चित्र 2.20 में दर्शाया गया है।

### स्थल प्रवेश का पूर्वानुमान

वर्ष 2021 में स्थल प्रवेश बिंदु पूर्वानुमान की वार्षिक औसत त्रुटियां 24, 48 और 72 घंटे की लीड अवधि के लिए 16 किमी, 20 किमी और

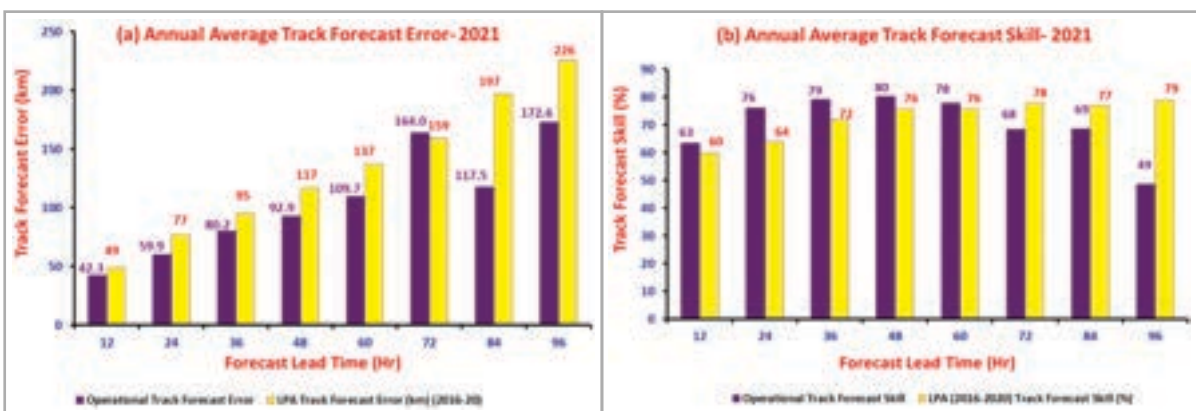
158 किमी रही हैं जबकि पिछले पांच वर्षों में 2016-20 के दौरान यह दीर्घ अवधि औसत का 32 किमी, 62 किमी और 92 किमी थी। 2016-2020 के दौरान दीर्घ अवधि औसत के 2.5, 5.0 और 8.3 घंटे की तुलना में 2021 में स्थल प्रवेश समय की पूर्वानुमान त्रुटियां 24, 48 और 72 घंटे की लीड अवधि के लिए 2.5, 6.0 और 19.5 घंटे रही (चित्र 2.21)

### तीव्रता पूर्वानुमान

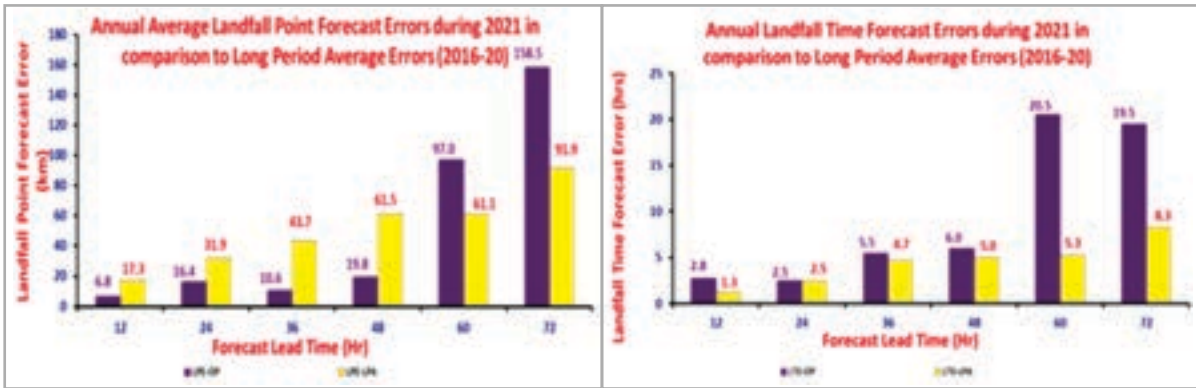
2021 के दौरान तीव्रता पूर्वानुमान (निरपेक्ष त्रुटियां) में वार्षिक औसत त्रुटियां 24, 48 और 72 घंटे की प्रमुख अवधि के लिए क्रमशः 6.1 नॉट्स, 8.9 समुद्री मील और 10.8 नॉट्स रही जबकि यह 2016-20 के दौरान दीर्घ अवधि औसत का 7.9, 11.4 और 14.1 नॉट्स थी (चित्र: 3 क)। 2021 के दौरान निरपेक्ष त्रुटियों पर आधारित औसत कौशल 24, 48 और 72 घंटे की लीड अवधि के लिए क्रमशः 64.4, 80.4 और 85.6% रहा जबकि दीर्घ अवधि औसत 52.2, 72.1 और 75.1% (चित्र 2.22) था।

### 2.9. पर्यावरणीय मौसम विज्ञान सेवाएं

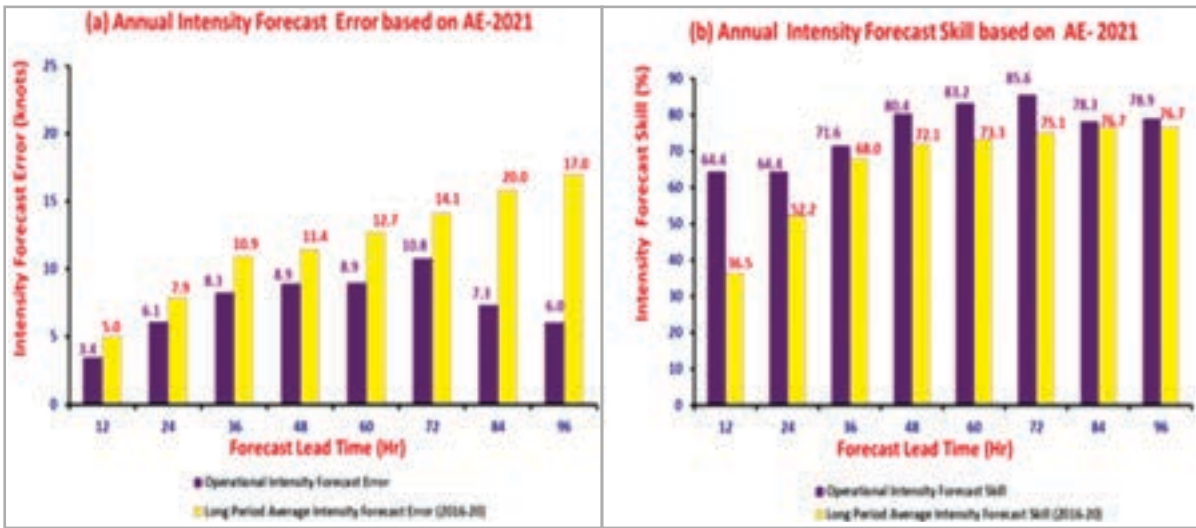
वायु गुणवत्ता पूर्वानुमान मॉडल "सिस्टम फॉर इंटीग्रेटेड मॉडलिंग ऑफ एटमॉस्फेरिक कॉम्पोजिशन (SILAM v5.7)" का नवीनतम रूप भारतीय क्षेत्र के लिए आरंभ किया गया है। 60-100° पू., 0-40° उ. क्षेत्र के लिए सभी प्रमुख प्रदूषकों (PM10, PM2.5, O<sub>3</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> और अन्य प्रदूषकों) के 72 घंटों के लिए प्रति घंटा वायु गुणवत्ता पूर्वानुमान तैयार किए जाते हैं। SILAM को प्रति घंटा 3-किमी IMD-WRF मौसम संबंधी पूर्वानुमान मॉडल के साथ जोड़ा जाता है। नवीनतम उत्सर्जन सूची CAMS-GLOB v2.1, 0.1-डिग्री एडगर v4.3.2 के साथ मोटे और बारिक खनिज मानवजनित सूक्ष्म पदार्थ का छोड़ा जाना, GEIA v1 लाइटनिंग क्लाइमेटोलॉजी और आइसोप्रीन



चित्र: 2.20 वार्षिक औसत (क) ट्रैक पूर्वानुमान त्रुटि (किमी) और (ख) 2016-2020 के दीर्घ अवधि औसत की तुलना में 2020 के दौरान जलवायु विज्ञान और अवस्थिति पूर्वानुमान की तुलना में मार्ग पूर्वानुमान कौशल



चित्र 2.21 2016-2020 के एलपीए की तुलना में वार्षिक औसत (क) स्थल प्रवेश पूर्वानुमान त्रुटि (किमी) और (ख) 2021 के दौरान स्थल प्रवेश समय (बजे)



चित्र 2.22 एलपीए (2016-2020) की तुलना में 2021 के दौरान वार्षिक औसत तीव्रता पूर्वानुमान (क) निरपेक्ष त्रुटियों के आधार पर त्रुटि (नॉट्स में) (ख) कौशल (%)

और मोनो-टेरपीन के लिए MEGAN-MACC बायोजेनिक क्लाइमेटोलॉजी का उपयोग SILAM में किया जाता है। इस मॉडल को सीपीसीबी से उपलब्ध वायु गुणवत्ता प्रेक्षणों के साथ मान्य किया गया है। दिल्ली के लिए एक बहुत ही उच्च विभेदन वाला महानगर स्तर का वायु गुणवत्ता मॉडल "पर्यावरण सूचना फ़्यूज़न सेवा (ENFUSER)" भी आरंभ किया गया है। सभी प्रमुख प्रदूषकों (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, O<sub>3</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>) के 72 घंटों के लिए प्रति घंटा वायु गुणवत्ता पूर्वानुमान ३० मीटर के स्थानिक विभेदन क्षेत्र (28.362° उ. - 28.86° उ., 76.901° पू. - 77.56° पू.) के लिए तैयार किया जाता है। यह मॉडल उच्च विभेदन पर मॉडलिंग क्षेत्र का वर्णन करने के लिए बड़ी मात्रा में भौगोलिक सूचना प्रणाली (जीआईएस) डेटा का उपयोग और आमेलन करता है। इसमें सड़क नेटवर्क, इमारतों, भूमि उपयोग की जानकारी, उच्च-विभेदन के उपग्रह चित्रों, जमीन की ऊंचाई, जनसंख्या

डेटा, यातायात घनत्व इत्यादि का विस्तृत विवरण शामिल है। फिनिश मौसम विज्ञान संस्थान के साथ एक सहयोगी परियोजना के तहत SILAM और ENFUSER विकसित किए गए हैं। आईएमडी सिलम और डब्ल्यूआरएफ-केम (आईआईटीएम) मॉडल पर आधारित वायु गुणवत्ता की पूर्व चेतावनी का बुलेटिन जारी करता है।

### 2.10. ग्रामीण कृषि मौसम सेवा के तहत कृषि-मौसम परामर्शी सेवाएं (AAS)

किसानों के लिए परामर्शियों का प्रसारण विभिन्न मल्टी-मीडिया चैनलों जैसे आकाशवाणी (AIR) और दूरदर्शन, निजी टीवी और रेडियो चैनलों, समाचार पत्रों और इंटरनेट तथा कृषि और किसान कल्याण मंत्रालय के एम किसान पोर्टल के माध्यम से एसएमएस, रिलायंस फाउंडेशन, किसान समाचार कृषि प्रौद्योगिकी प्रबंधन एजेंसी (ATMS) आदि के माध्यम से क्षेत्रीय भाषाओं में किया गया।



अत्यधिक खराब मौसम की परिघटनाओं के दौरान एम किसान पोर्टल और अन्य सोशल मीडिया का उपयोग करके एएमएफयू द्वारा एसएमएस के माध्यम से अलर्ट और चेतावनियां भी जारी की गईं।

**जिला कृषि मौसम इकाइयों (DAMU) की स्थापना:** वर्ष 2021 में ग्रामीण कृषि मौसम सेवा योजना के तहत आईएमडी और आईसीएआर द्वारा संयुक्त रूप से कृषि विज्ञान केंद्रों (KVK) के परिसर में 11 डीएएमयू स्थापित किए गए हैं। इस प्रकार, 327 कृषि मौसम इकाइयों (मौजूदा 130 एएमएफयू के साथ 197 डीएएमयू) जिला और ब्लॉक स्तरों पर मध्यम श्रेणी के मौसम पूर्वानुमान आधारित द्विसाप्ताहिक कृषि मौसम परामर्शी सेवा बुलेटिन तैयार करती हैं। फिलहाल ये बुलेटिन देश के 700 जिलों और 3152 प्रखंडों के लिए जारी किए जा रहे हैं।

कृषि-मौसम विज्ञान क्षेत्र इकाइयों(एएमएफयू) और जिला कृषि-मौसम इकाइयों (डीएएमयू) द्वारा अब तक 1210 स्थानों पर किसान जागरूकता कार्यक्रम (FAPs) (चित्र 2.23) का आयोजन किया गया है।

कृषि मौसम परामर्शियों के व्यापक और त्वरित प्रसार के लिए 10,448 व्हाट्सएप ग्रुप बनाए गए हैं जो 3,301 ब्लॉकों के 90,865 गांवों को कवर करते हुए 9,79,696 किसानों तक पहुंच रहे हैं।

18 राज्यों और ३ केंद्र शासित प्रदेशों के 1000 बाजारों/मंडियों में कृषि उपज पर मौसम की जानकारी के प्रभावी उपयोग के लिए, राष्ट्रीय कृषि बाजार (eNAM) के पोर्टल पर 500 जिलों के मौसम की जानकारी के

लिए एक अलग खंड बनाया गया है और एपीआई को साझा किया गया है।

आईएमडी की मुख्य वेबसाइट के 'कृषि मौसम परामर्शी सेवाएं' सेक्शन में जीआईएस पोर्टल के साथ कृषि परामर्शी को इंटीग्रेशन के जरिए 'एग्रोमेट इंफॉर्मेशन के लिए इंटरएक्टिव मैप' जोड़ा गया है।

ग्रामीण कृषि मौसम सेवा योजना के तहत की जा रही विभिन्न गतिविधियों को प्रदर्शित करने के लिए वर्ष के दौरान आईएमडी-जीकेएमएस नाम का एक यूट्यूब चैनल बनाया गया। अब तक चैनल में जीकेएमएस के तहत लगभग 214 लघु वीडियो अपलोड किए जा चुके हैं।

### 2.11 शीतकालीन कोहरा अभियान (WIFEX)

दिसंबर 2020 - फरवरी 2021 के दौरान इंदिरा गाँधी अंतरराष्ट्रीय हवाई अड्डा, नई दिल्ली और CCHU, हिसार में शीतकालीन कोहरे के छठवें चरण का प्रयोग किया गया। COVID 19 महामारी के कारण, केवल सीमित मापों को दूरस्थ रूप से किया गया जिसमें ऊर्ध्वाधर थर्मो-डायनामिकल संरचना, फ्लक्स टॉवर और मृदा के प्राचल शामिल हैं। भारत- के गांगेय मैदानी (IGP) क्षेत्र और इंदिरा गाँधी अंतरराष्ट्रीय हवाई अड्डा, नई दिल्ली के लिए अलग-अलग श्रेणी कोहरे (CAT2, CAT3A, CAT3B, और CAT3C) का तात्कालिक और संख्यात्मक रूप से कोहरे (दृश्यता) का संभावित पूर्वानुमान देने के लिए एक नवीन 21 सदस्यीय एन्सेम्बल कोहरा पूर्वानुमान विकसित किया गया है। आईजीपी क्षेत्र के लिए दृश्यता का स्थानिक संभाव्यता पूर्वानुमान 36 घंटों के लिए तैयार किया जाता है।



चित्र 2.23 धलाई, त्रिपुरा और कानपुर (उ.प्र.) में किसान जागरूकता कार्यक्रम

## अध्याय 3

### महासागर सेवाएं, मॉडलिंग, अनुप्रयोग, संसाधन और प्रौद्योगिकी (ओ-स्मार्ट)

ओ-स्मार्ट योजना को मंत्रालय द्वारा एक दशक से अधिक समय से लगातार लागू किया जा रहा है जिसमें राष्ट्र के लिए समुद्र विज्ञान अनुसंधान और प्रौद्योगिकी विकास गतिविधियां शामिल हैं। इसका प्रमुख फोकस हमारे समुद्रों के निरन्तर प्रेक्षण के आधार पर पूर्वानुमान एवं सेवाएं प्रदान करना, प्रौद्योगिकियों का विकास एवं हमारे समुद्री संसाधनों (सजीव एवं निर्जीव दोनों) के संवहनीय दोहन हेतु अन्वेषणीय सर्वेक्षण, तथा समुद्र विज्ञान के क्षेत्र में अग्रणी अनुसंधान को बढ़ावा देने पर है। गतिविधियों को सात उप-योजनाओं नामतः समुद्र प्रौद्योगिकी, समुद्री मॉडलिंग एवं परामर्श सेवाएं (ओएमएस), समुद्री प्रेक्षण नेटवर्क (ओओएन), समुद्री निर्जीव संसाधन, समुद्री सजीव संसाधन और पारिस्थितिकी (एम.एल.आर.ई.), तटीय अनुसंधान तथा अनुसंधान पोतों का प्रचालन एवं रखरखाव में वितरित किया गया है। इन उप-योजनाओं का कार्यान्वयन मंत्रालय के स्वायत्तशासी संस्थानों / सम्बद्ध संस्थानों जैसे राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान (एन.आई.ओ.टी.) चेन्नई; भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केन्द्र (इंकाईस), हैदराबाद; राष्ट्रीय ध्रुवीय एवं समुद्री अनुसंधान केन्द्र (एन.सी.पी.ओ.आर.), गोवा, समुद्री सजीव संसाधन और पारिस्थितिकी केंद्र (सी.एम.एल.आर.ई.), कोच्चि; तथा राष्ट्रीय तटीय अनुसंधान केन्द्र (एनसीसीआर), चेन्नई, साथ ही अन्य सम्बद्ध राष्ट्रीय संस्थानों द्वारा किया जा रहा है। मंत्रालय के समुद्र विज्ञान एवं तटीय अनुसंधान पोतों का एक बेड़ा इस योजना के लिए अपेक्षित अनुसंधान सहायता प्रदान करता है।

#### 3.1 महासागर विज्ञान और सेवाएं

##### 3.1.1 सुनामी चेतावनी सेवाएं

भारतीय सुनामी पूर्व चेतावनी केंद्र (आईटीईडब्ल्यूसी) ने पिछले वर्ष के दौरान 6.5 तीव्रता वाले 22 भूकंपों की निगरानी की, जिनमें से एक भूकंप सुनामी के खतरे के बिना हिंद महासागर क्षेत्र में आया था। हिंद महासागर के लिए सुनामी सेवा प्रदाता (टीएसपी) होने के नाते - हिंद महासागर रिम देशों और आईओसी को ई-मेल, जीटीएस, फैक्स और एसएमएस के माध्यम से भी आवश्यक बुलेटिन भेजे गए थे। सुनामी के खतरों से संबंधित प्रारंभिक चेतावनियों को संप्रेषित करने का सबसे प्रभावी तरीका ईमेल (~ 90% सफलता दर), जीटीएस और एसएमएस

भेजने के माध्यम से काम किया गया है। ITEWC ने ओडिशा राज्य आपदा प्रबंधन प्राधिकरण (OSDMA) के समन्वय में ओडिशा राज्य के संबंधित अधिकारियों के लाभ के लिए "सुनामी की तैयारी और सुनामी के लिए तैयार कार्यान्वयन" पर एक वेबिनार का भी आयोजन किया। ITEWC ने राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन संस्थान (NIDM), गृह मंत्रालय के सहयोग से, संयुक्त रूप से "सुनामी जोखिम न्यूनीकरण और लचीलापन" पर एक वेबिनार का आयोजन किया। यूनेस्को के अंतर-सरकारी समुद्र विज्ञान आयोग (आईओसी-यूनेस्को) ने सुनामी पूर्व चेतावनी प्रक्रियाओं में मीडिया प्रसारकों की भागीदारी को मजबूत करने के लिए प्रसारण मीडिया के लिए मानक संचालन प्रक्रिया (एसओपी) पर एक क्षेत्रीय कार्यशाला का आयोजन किया।

##### 3.1.2 समुद्री मात्स्यिकी परामर्शिका सेवाएं (एमएफएस)

इंकाईस ने संभावित मत्स्य पालन क्षेत्रों (पीएफजेड) पर परामर्श की अपनी प्रमुख सेवा प्रदान करना जारी रखा, जो मछली पकड़ने की प्रतिबंध वाली अवधि और प्रतिकूल समुद्री-राज्य स्थितियों को छोड़कर, दैनिक आधार पर स्मार्ट मानचित्र और पाठ रूप में प्रसारित किए गए थे। जनवरी से सितंबर 2021 के दौरान, बहुभाषी पीएफजेड परामर्श और येलोफिन टूना परामर्शिकाएं क्रमशः 230 और 174 दिनों के लिए प्रदान किए गए थे।

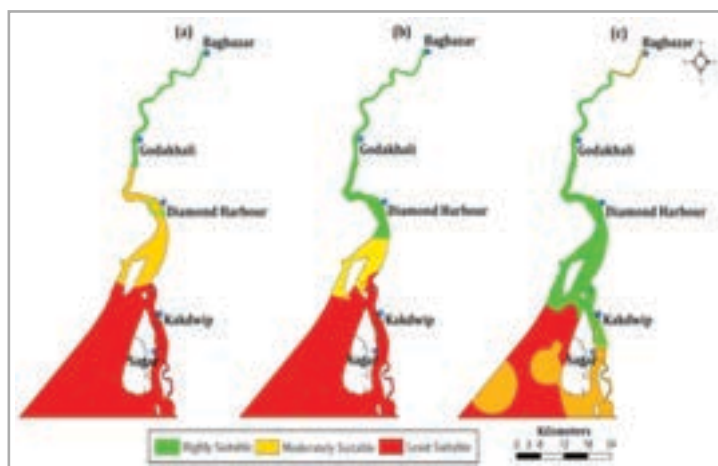
पर्यावास स्थान की वरीयताओं के आधार पर प्रजाति विशिष्ट पीएफजेड परामर्शिकाओं को डिजाइन करने के लिए, विभिन्न पर्यावरणीय मापदंडों और हिल्सा (हुगली मुहाना) और इंडियन ऑयल सार्डिन (दक्षिण-पूर्व अरब सागर) की बहुतायत के बीच संबंधों का विश्लेषण किया गया था। यह पाया गया है कि मुहाना के पानी की लवणता का हिल्सा और क्षेत्रीय एसएसटी की उपलब्धता पर सबसे बड़ा प्रभाव है और साथ ही जून-जुलाई के दौरान भूमि पर वर्षा पश्चिमी तट में इंडियन ऑयल सार्डिन की उपलब्धता को प्रभावित करती है। हुगली मुहाना में हिल्सा की आवास उपयुक्तता चित्र 3.1 में प्रस्तुत की गई है।

##### 3.1.3 समुद्री अवस्था की पूर्वानुमान सेवाएं

समुद्री अवस्था पर दैनिक परिचालन पूर्वानुमान, जिसमें हिंद महासागर के भीतर विभिन्न क्षेत्रीय और तटीय डोमेन के लिए लहरें, हवाएं, धाराएं,

ज्वार, एसएसटी, मिश्रित परत गहराई (एमएलडी) और थर्मोकलाइन की गहराई (D20) जैसे पैरामीटर शामिल हैं, जारी किए गए थे, जो कि स्व-स्थाने उपकरणों और उपग्रह अवलोकनों के साथ-साथ मॉडल डेटा का उपयोग करके निरंतर निगरानी पर आधारित थे। ये परामर्शिकाएं आपदा प्रबंधन प्राधिकरणों, मछुआरों, बंदरगाहों और बंदरगाहों, समुद्र में चलने वाले जहाजों, अपतटीय उद्योगों और रक्षा अधिकारियों जैसे विशिष्ट उपयोगकर्ताओं को प्रदान की गई थीं। बंगाल की खाड़ी और अरब सागर में चक्रवात गुजरने के दौरान समुद्री अवस्थाक संबंधी संयुक्त इंकॉइस-आईएमडी बुलेटिन भी जारी किए गए थे। तट पर आने वाली ऊंची लहरों के बारे में उपयोगकर्ताओं को सावधान करते हुए कई हाई

वेव अलर्ट (एचडब्ल्यूए) जारी किए गए थे (चित्र 3)। 2क). श्रीलंका, मालदीव और सेशेल्स, कोमोरोस, मोजाम्बिक और मेडागास्कर को दैनिक समुद्री अवस्थात पूर्वानुमान डेटा प्रदान किया गया था। पश्चिमी तट और लक्षद्वीप द्वीप समूह के तटीय समुदायों के लिए 3 दिनों के लीड टाइम के साथ स्वेल सर्ज की घटनाओं के लिए अलर्ट जारी किया गया था। इंकॉइस और हाइड्रोकार्बन महानिदेशालय (DGH) ने अपतटीय उद्योगों की जरूरतों को पूरा करने के लिए अनुकूलित और प्रभाव-आधारित महासागर पूर्वानुमान और सूचना सेवाएं विकसित करने के लिए एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए (चित्र 3.2ख)।



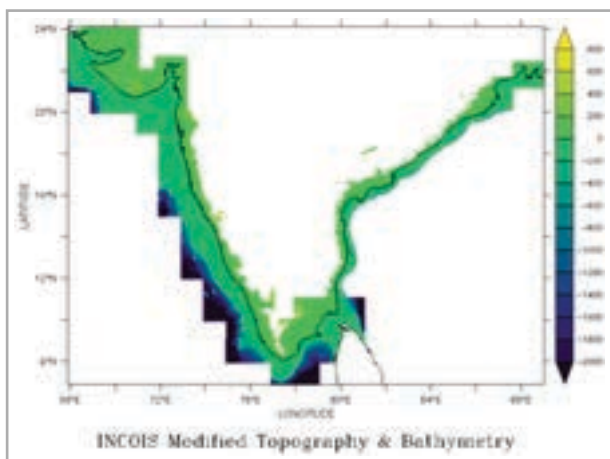
चित्र 3.1: क) मानसून-पूर्व, ख) मानसून और ग) मानसून-पश्चात के लिए हिल्सा की आवास उपयुक्तता।



चित्र 3.2 (क) जनवरी-सितंबर 2021 की अवधि के दौरान जारी हाई वेव अलर्ट, (ख) इंकॉइस और डीजीएच के बीच हस्ताक्षरित समझौता ज्ञापन।

### 3.1.4 बहु-खतरा सुभेद्यता मानचित्रण (एमएचवीएम) और तटीय स्थलाकृति का बैथीमीट्री के साथ सम्मिश्रण

भारत के तटीय क्षेत्रों के साथ बैथीमीट्री और स्थलाकृति का एक सटीक डेटासेट तैयार करने के लिए, इंकोइस द्वारा बहु-खतरा भेद्यता मानचित्रण के लिए एकत्र किए गए एएलटीएम डीईएम डेटा को एमओईएस, एनएचओ, जीएसआई और GEBCO द्वारा एकत्र किए गए स्थलाकृतिक/ बैथीमीट्रिक डेटा के साथ मिश्रित किया गया है (चित्र 3.3)। यह मिश्रित डेटासेट परिसंचरण, लहरों और तूफानी लहरों के तटीय मॉडलिंग के लिए भी बहुत उपयोगी होगा।



चित्र 3.3: कई इनपुट के साथ मिश्रित तटीय स्थलाकृति और बैथीमीट्री दर्शाता नक्शा

### 3.1.5 कोरल ब्लीचिंग अलर्ट सिस्टम

जनवरी से सितंबर 2021 के दौरान, संभावित कोरल ब्लीचिंग पर कई परामर्शिकाएं (88 संख्या) प्रदान की गईं, जिनमें हॉट स्पॉट (एचएस) और हीटिंग वीक की डिग्री (डीएचडब्ल्यू) के स्थान शामिल हैं, जो द्वी-साप्ताहिक आधार पर उपग्रह डेटा से प्राप्त एसएसटी विसंगतियों का उपयोग करते हुए अनुमानित हैं। लक्षद्वीप के लिए जारी एक चेतावनी के अलावा, एच एस (अंडमान-2, कच्छ की खाड़ी-5, मन्नार की खाड़ी-5, लक्षद्वीप-11 और निकोबार-3) के 26 वॉच अलर्ट भी जारी किए गए थे।

### 3.1.6 डाटा सेंटर और सेवाएं

राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान डेटा भंडार होने के नाते, इंकोइस ने स्व-स्थाने ऑब्जर्विंग सिस्टम (अर्थात्, अर्गो प्रोफाइलिंग प्रोफाइलिंग फ्लोट्स,

मूड बुवॉय, ड्रिफ्टिंग बुवॉयज, XBT/XCTD, करंट मीटर मूरिंग्स, ऑटोमैटिक वेदर स्टेशन) से डेटा के रिसेप्शन और प्रोसेसिंग को बनाए रखा और बढ़ाया, वेव राइडर बुवॉयज, वेव हाइट मीटर्स, इंकोइस की परिचालन और अनुसंधान गतिविधियों के लिए रीयल-टाइम में और मांगे जाने पर विभिन्न उपयोगकर्ताओं को महासागर डेटा और सूचना प्रणाली (ओडीआईएस) के माध्यम से डेटा प्रसारित किया। इंकोइस लगातार ओशनसैट-2, NOAA श्रृंखला के उपग्रहों, METOP, टेरा और एक्वा, और सुओमी-एनपीपी उपग्रहों पर प्रवाहित विभिन्न सेंसर्सों से रिमोट सेंसिंग डेटा प्राप्त कर रहा है। आंतरिक परिचालन गतिविधियों और आईएमडी जैसी परिचालन एजेंसियों को कम्पोजिट उपग्रह उत्पाद विकसित करने के लिए डेटा प्रदान किया गया था।

### 3.1.7 इंकोइस फ्लक्स मूरिंग डेटा विश्लेषण

बंगाल की उत्तरी खाड़ी में डेढ़ साल के बाद सतह की मजबूती (रेडियेटिव एवं टर्ब्यूलेंट) के प्रत्यक्ष माप के लिए रिकवर्ड सरफेस बुवॉय सिस्टम ने कम खारे पानी के द्रव्यमान गठन और खाड़ी में इसके प्रसार तंत्र से जुड़ी नई जानकारी प्रदान की। फ्लक्स मूरिंग से प्राप्त 150/75 मीटर गहराई तक महासागर की लवणता, तापमान और धारा के लिए समय श्रृंखला डेटा चित्र 3.4 क, ख और ग में प्रस्तुत किया गया है। डेटा के प्रारंभिक विश्लेषण से पता चलता है कि बल्क डिफ्यूजिव फ्लक्स विभिन्न पृष्ठभूमि स्थितियों (चित्र 3.4 घ एवं ड) में डायरेक्ट कोवैरियेंस मेजरमेंट से महत्वपूर्ण विचलन प्रदर्शित करते हैं।

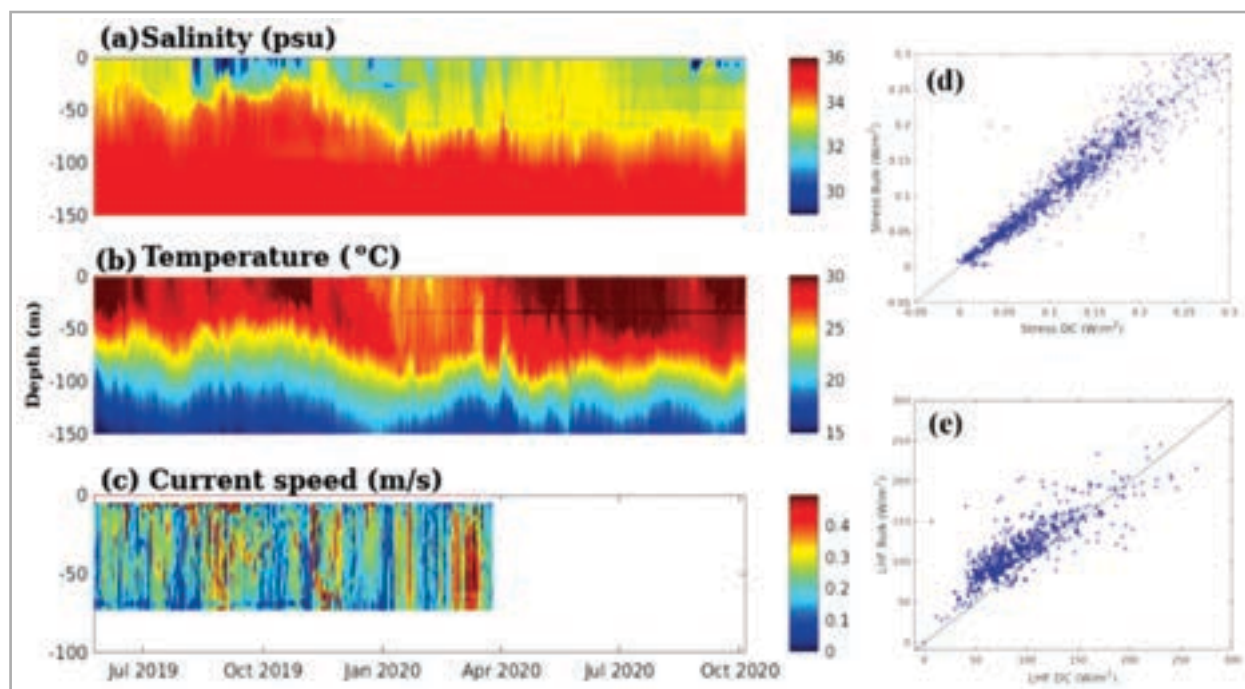
### 3.1.8 एमओईएस पृथ्वी प्रणाली विज्ञान डेटा पोर्टल

कई एमओईएस डेटा पोर्टलों में उपलब्ध वायुमंडल, महासागर, ध्रुवीय और भू-विज्ञान संबंधी उपलब्ध सभी भू-स्थानिक डेटासेट को आसानी से नेविगेट करने योग्य केंद्रीय भंडार पर जोड़ने के लिए, इंकोइस द्वारा पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के अन्य संस्थानों के साथ मिलकर पृथ्वी प्रणाली विज्ञान डेटा (ईएसएसडी) पोर्टल (चित्र 3.5 क) विकसित किया गया है। इंकोइस द्वारा होस्ट किए गए डेटा पोर्टल का उद्घाटन 27 जुलाई 2021 को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के स्थापना दिवस (चित्र 3.5ख) के अवसर पर माननीय पृथ्वी विज्ञान मंत्री, डॉ. जितेंद्र सिंह द्वारा किया गया था। यह डेटा पोर्टल भारत सरकार की डिजिटल इंडिया पहल के अनुरूप है। डेटा पोर्टल को <https://incois.gov.in/essdp/> पर देखा जा सकता है।

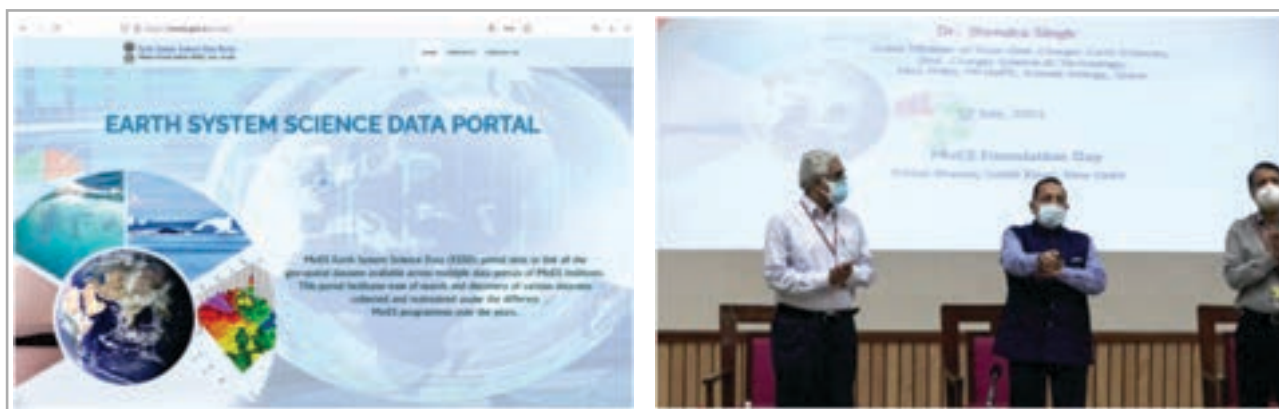
### 3.1.9 OMNI-RAMA डाटा पोर्टल

इंकोइस ने एनआईओटी और NOAA- पैसिफिक समुद्री पर्यावरण





चित्र 3.4: (क) लवणता, (ख) तापमान और (ग) बंगाल की खाड़ी में तैनात इंकोइस फ्लक्स मूरिंग से वर्तमान टाइमसीरीज सेक्शन। बल्क डिस्ट्रिब्यूट (घ) मूमेंटम फ्लक्स (ङ) मूरिंग लोकेशन पर लैटेंट हीट फ्लक्स के अग्रेस्ट डायरेक्ट एडी कोवैरियेंस फ्लक्स की तुलना



चित्र 3.5 (क) पृथ्वी प्रणाली विज्ञान डेटा पोर्टल का वेब पेज (ख) पृथ्वी प्रणाली विज्ञान डेटा पोर्टल का उद्घाटन

प्रयोगशाला (PMEL) के साथ संयुक्त रूप से MoES-OMNI कार्यक्रम और NOAA-MoES RAMA कार्यक्रम के हिस्से के रूप में तैनात मूड बुवॉय डेटा तक पहुंचने के लिए एक पोर्टल विकसित और लॉन्च किया। डॉ. क्रेग मैकलीन, सहायक प्रशासक और कार्यवाहक मुख्य वैज्ञानिक, एनओए की उपस्थिति में 11 अगस्त 2021 को आयोजित एक वर्चुअल कार्यक्रम के दौरान एमओईएस के तत्कालीन सचिव डॉ. आशुतोष शर्मा ने इस पोर्टल का उद्घाटन किया। यह डेटा

पोर्टल इंकोइस द्वारा होस्ट किया गया है और <https://incois.gov.in/portal/datainfo/buoys.jsp> पर उपलब्ध है।

### 3.1.10 महासागर मॉडलिंग और डेटा एसिमिलेशन

वैश्विक और साथ ही क्षेत्रीय महासागर में महासागर परिसंचरण मापदंडों के लिए एक परिचालन विश्लेषण और पूर्वानुमान प्रणाली निर्मित करने

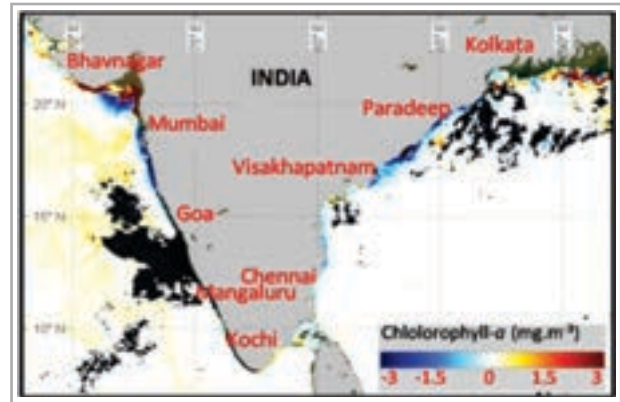
के लिए डेटा एसिमिलेशन योजना के लिए स्थानीय एन्सेम्बल ट्रांसफॉर्म कलमैन फिल्टर (LETKF) के साथ मॉड्यूलर महासागर मॉडल (एमओएम 6) को अपनाने का प्रस्ताव है। तटीय समुद्र और मुहाने के लिए, FVCOM - फाइनाइट वॉल्यूम, अनस्ट्रक्चर्ड ग्रिड ओशन सर्कुलेशन मॉडल का प्रयोग किया जाना है। वैश्विक और तटीय क्षेत्रों में लहर के पूर्वानुमान के लिए परिचालन तूफान / स्वेल् सर्च पूर्वानुमान और वेववॉच- III के लिए ADCIRC + SWAN का उपयोग जारी रखा जाएगा। एक महासागर मॉडलिंग मिशन, इंडोइस में शुरू किया गया है जिसमें 8 कार्य पैकेज शामिल हैं।

### 3.1.11 उत्तर हिंद महासागर के लिए हाई-रिजोल्यूशन मॉडल में SST का डेटा एसिमिलेशन:

ऑपरेशनल हाई रिजोल्यूशन (~ 2.25 किमी) मॉडल (NIO-HOOPS) सम्बन्धी डेटा एसिमिलेशन स्कीम के साथ-साथ GHRSSST से प्राप्त समुद्री सतह के तापमान (SST) के सैटेलाइट ट्रैक डेटा प्राप्त करने के लिए लोकल एन्सेम्बल ट्रांसफॉर्म कलमैन फिल्टर (LETKF) योजना विकसित की गई है, जिसमें तापमान और लवणता प्रोफाइल भी शामिल है। ऑप्टिमल लेंथ स्केल पर पहुंचने के लिए अलग-अलग कोर्स-ग्रेनिंग लेंथ स्केल पर कई संवेदनशीलता प्रयोग किए गए, और 13 किमी (1/8<sup>0</sup>) की लंबाई के पैमाने पर एसएसटी प्रेक्षण, महासागर विश्लेषण में उच्चतम सहसंबंध दर्शाता है।

### 3.1.12 तटीय समुद्र गुणवत्ता प्रेक्षण

बंगाल की खाड़ी में दक्षिणी-पश्चिमी मॉनसून से पूर्व एवं पश्चात को कवर करने वाले मौसमी पैमाने पर कई क्रूज संचालित किए गए। विश्लेषित समुद्र गुणवत्ता आंकड़ों से संकेत मिलता है कि कोल्ड-कोर एडी chl-a सांद्रता में तीन गुना वृद्धि करता है और मानसून-पूर्व अवधि के दौरान क्लोरोफिल-ए (chl-a) को बढ़ावा देने में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इसके विपरीत, मॉनसून-पश्चात chl-a सांद्रता को कम करने में वार्म-कोर एडी का प्रभाव स्पष्ट था। समुद्र स्तंभ में पोषक तत्वों की उच्च मात्रा और पर्याप्त प्रकाश होने के बावजूद chl-a की सांद्रता अपेक्षाकृत कम पाई गई। उपग्रह रिमोट सेंसिंग की सहायता से भारतीय तटीय समुद्र की गुणवत्ता पर कोविड-19 लॉकडाउन के प्रभाव का भी अध्ययन किया गया, जिसने विशेष रूप से बंगाल की पश्चिमी खाड़ी में भारतीय तटीय समुद्र में chl-a और पार्टिकुलेट ऑर्गेनिक कार्बन (POC) के परिमाण में उल्लेखनीय कमी दिखाई। अप्रैल 2021 के दौरान क्लोरोफिल-ए की विसंगति दर्शाता मानचित्र (चित्र 3.6)



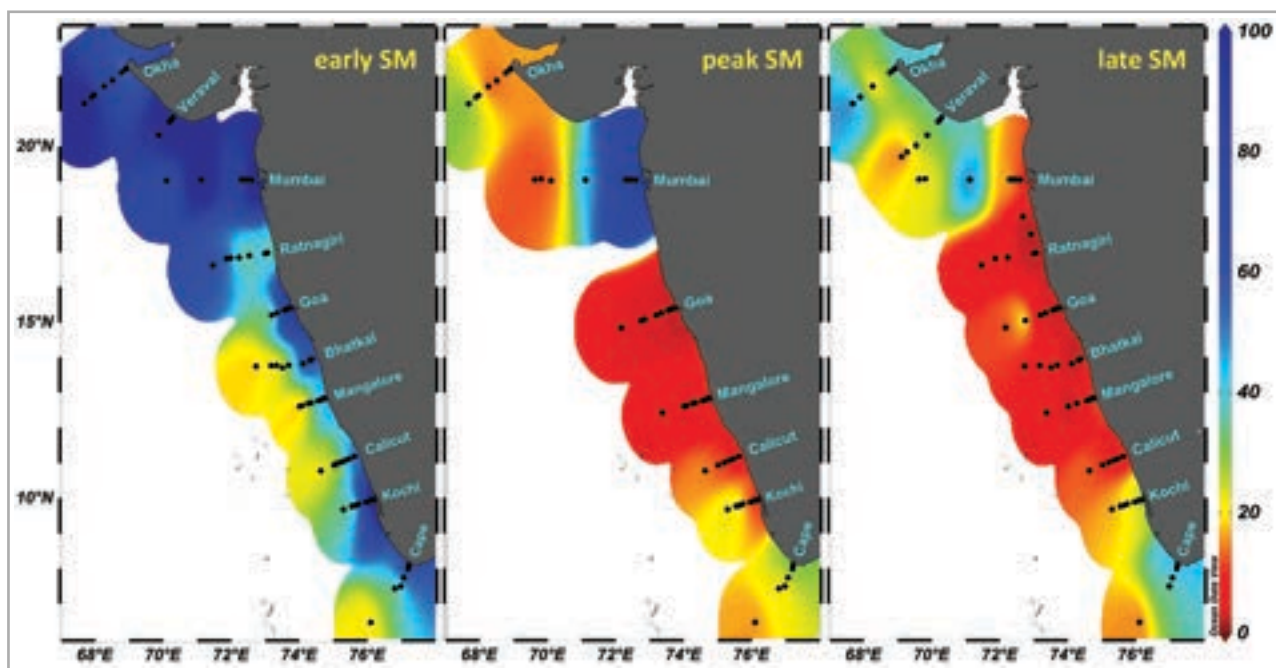
चित्र 3.6: अप्रैल 2021 के दौरान क्लोरोफिल-ए की विसंगति

## 3.2 समुद्री सजीव संसाधनों अध्ययन (MLR)

### 3.2.1 पूर्वी अरब सागर का समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र डायनामिक्स (MEDAS)

CMLRE द्वारा पूर्वी अरब सागर (EAS) के समानांतर प्रमुख भौतिक तंत्रों का समाधान करने के उद्देश्य से MEDAS परियोजना लागू की गई है, जो अपवेलिंग और संवहनी मिश्रण और जैव-भू-रसायन और पारिस्थितिकी तंत्र प्रतिक्रिया पर उनकी परस्पर क्रिया हैं। कई स्थानों पर खड़ी पाई हिस्से के रूप में एकत्र नए सुसंगत डेटासेट से पता चला है कि भारत के पश्चिमी तट के साथ दुनिया का सबसे बड़ा तटीय हाइपोक्सिक-एनोक्सिक क्षेत्र (चित्र 3.7) मानवीय गतिविधियों द्वारा निर्मित नहीं है। इसके बजाय, यह प्राकृतिक रूप से गर्मियों के मानसून के दौरान ऑक्सीजन रहित समुद्र के ऊपर उठने से बनता है। प्रारंभिक दक्षिणी मानसून के दौरान हाइपोक्सिक से लेकर विलंबित दक्षिणी मानसून द्वारा सबऑक्सिक / एनोक्सिक ( $\leq 5 \mu\text{M}$ ) के कारण दक्षिणी मानसून सी अपवेलिंग के दौरान तटीय समुद्र में ऑक्सीजन की कमी धीरे-धीरे तेज हो जाती है। सबऑक्सिक / एनोक्सिक क्षेत्र केवल 11 और 18<sup>0</sup>N के बीच सेंट्रल शोल्फ तक ही सीमित था, जो वेस्टर्न इंडियन शोल्फ के लगभग आधे के बराबर है। सीमांकित एनोक्सिक क्षेत्र मुंबई और कोच्चि जैसे प्रमुख तटीय शहरों से दूर स्थित है, जहां पर्याप्त मानवजनित इनपुट स्पष्ट है। यह स्पष्ट है कि बढ़ी हुई मानवजनित गतिविधियों ने इन तटीय समुद्र को प्रभावित नहीं किया है, जहां एनोक्सिया सीमित है। आगे के निष्कर्ष यह हैं कि दक्षिण में तटीय हाइपोक्सिया पांच दशक पहले की स्थितियों की तुलना में अपरिवर्तित रहा, और भारत के मानसूनी मुहाने भारी सिंक क्षेत्रों के रूप में कार्य करते हैं और तटीय समुद्रों को केवल <10% मानवजनित पोषक तत्वों का निर्यात करते हैं।





चित्र 3.7: पूर्वी अरब सागर के ऊपर ग्रीष्म मानसून के अंत-मौसमी प्रगति के दौरान हाइपोक्सिया/एनोक्सिया की बढ़ती तीव्रता को दर्शाता मानचित्र।

चित्र 3.7 में प्रस्तुत शीतकालीन मानसून के दौरान पूर्वी अरब सागर के समानांतर विपरीत गर्म, अल्पपोषी और ठंडे, पोषक तत्वों से भरपूर दक्षिण से उत्तर रिजिम के तहत फाइटोप्लांकटन वर्णक का वितरण। डॉमिनेंस लार्ज फाइटोप्लांकटन (डायटम, जैसा कि प्रमुख मार्कर पिगमेंट फ्यूकोक्सांथिन सांद्रता से अनुमान लगाया गया है) तटीय क्षेत्रों पर हावी था, जबकि अपतटीय समुद्र में पिको-नैनो प्लवक के बड़े अनुपात (जैसा कि मार्कर वर्णक जेक्सैन्थिन की उच्च सांद्रता में देखा गया था) की विशेषता थी, जिसमें डायटम का महत्वपूर्ण योगदान था। भौतिक और रासायनिक दोनों स्थितियों ने मुख्य रूप से अपतटीय फाइटोप्लांकटन पॉपुलेशन को नियंत्रित किया, जबकि पोषक रसायन विज्ञान ने पश्चिमी मानसून के दौरान तटीय क्षेत्रों में एक प्रमुख भूमिका निभाई। पूर्वी अरब सागर के अपतट में पिको-नैनो प्लवक का बड़ा हिस्सा पारिस्थितिकी तंत्र के एक मिश्रितपोषी स्थिति में संक्रमण का सुझाव देता है, जहां फाइटोप्लांकटन का सूक्ष्म अंश कुल फाइटोप्लांकटन बायोमास में योगदान देता रहा। जबकि डायटम जैसे बड़े फाइटोप्लांकटन का डॉमिनेंस तटीय क्षेत्रों में खाद्य श्रृंखला में शाकाहारी नियंत्रण को दर्शाता है। MEDAS कार्यक्रम ने मेसोजो प्लांकटन समुदाय पर पोषक तत्वों की स्थिति के प्रभाव पर भी प्रकाश डाला, जिससे पता चलता है कि पोषक तत्व संवर्धन मेसोजोप्लांकटन

समुदाय संरचना में पोषक रूप से बेहतर क्रस्टेशियन प्लैंकटन से कम वांछनीय जेलीफिश में बदलाव का समर्थन करता है, जो बदले में, एस्टुरीन पेलजिक एनर्जी ट्रांसफर और ईको-सिस्टम डिलिवरेबल्स पर खतरा पैदा कर सकता है।

### 3.2.2 रिसोर्स एक्सप्लोरेशन एवं इन्वेन्टराइजेशन सिस्टम (REIS)

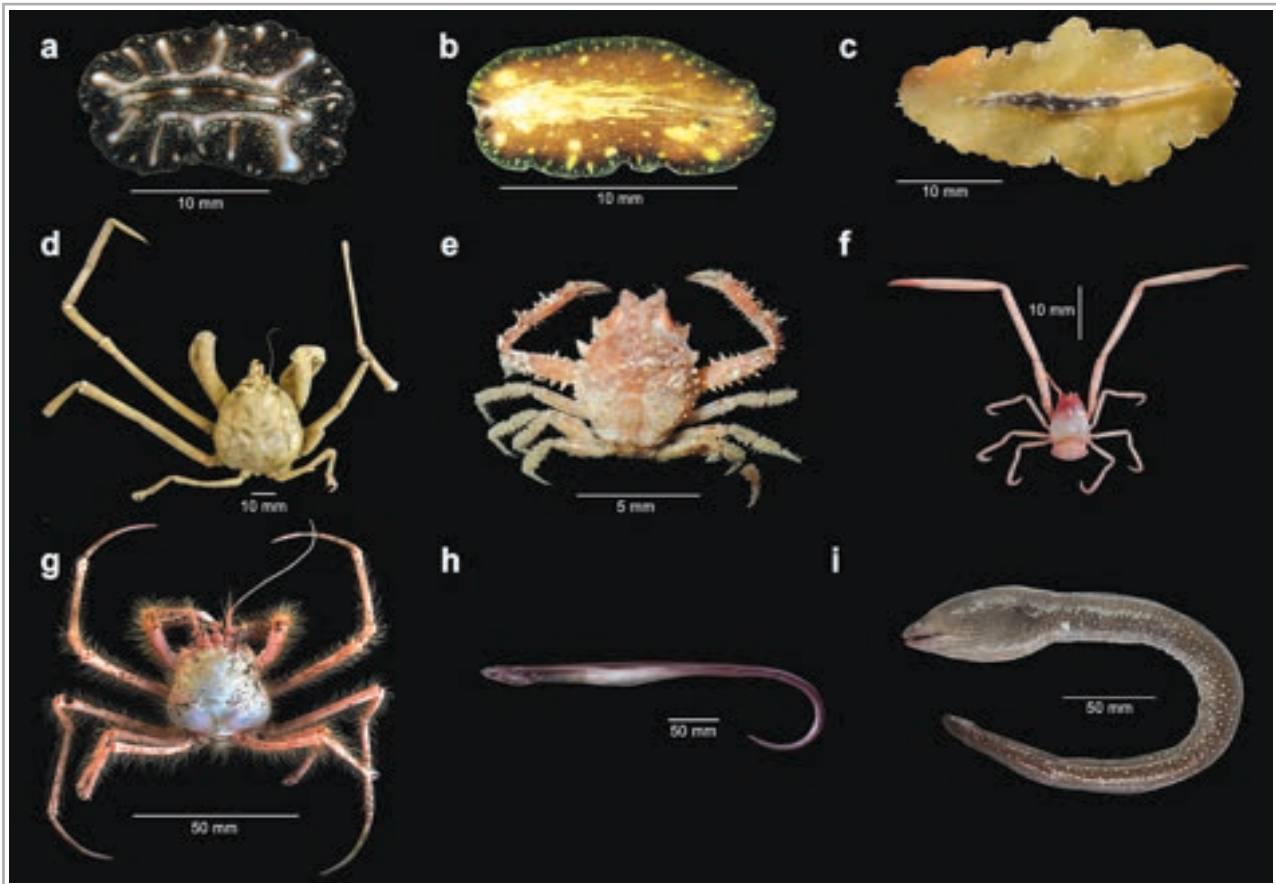
REIS कार्यक्रम के तहत भारतीय विशिष्ट आर्थिक क्षेत्र (EEZ) के भीतर ऑन-बोर्ड FORV सागर संपदा पर एकत्र किए गए नमूनों के टैक्सोनॉमिक अध्ययन से डिकैपोड क्रस्टेशियंस की छह नई प्रजातियां, पॉलीचीट की एक नई प्रजाति और डीप ईल की दो प्रजातियां मिलीं (चित्र 3.8)। उपरोक्त के अलावा, भारतीय ईईजेड से नए चिड़ियाघर-भौगोलिक रिकॉर्ड के रूप में 1 सिनाइडेरियन, 9 पॉलीचीट्स, 5 डीकैपॉड्स, 9 एशिनोडर्मस और 3 डीप सी फिशोज को प्रलेखित किया गया था। अगाती द्वीप, लक्षद्वीप के आसपास किए गए स्कूबा डाइविंग के साथ-साथ इंटरटाइड सर्वे में भारतीय समुद्रों के लिए पॉलीक्लैड फ्लैटवर्म की 3 नई प्रजातियों और 2 नए चिड़ियाघर-भौगोलिक रिकॉर्ड की जानकारी मिली। CMLRE द्वारा होस्ट किए गए पोर्टल हिंद महासागर जैव विविधता सूचना प्रणाली (IndOBIS) पर कुल 5,916

रिकॉर्ड प्रस्तुत किए गए हैं, जिनमें 7 समूह (पॉलीचाइट्स – 1,031, पॉलीक्लैड्स – 68, क्रस्टेशियंस – 1,653, मोलस्क-1,788, इचिनोडर्म-686, मछलियां-664, स्तनधारी-26) शामिल हैं। इसके अलावा, रेफरल केंद्र में विभिन्न फाइला के अन्तर्गत कुल 2,840 वाउचर नमूने हैं, जिसे IndOBIS डेटा पोर्टल के माध्यम से प्रलेखित और प्रसारित किया जाता है। मॉलीक्यूलर सिस्टमेटिक्स पर डेटा बनाने के लिए, डीप सी ईल की 15 प्रजातियों, बौने व्हेल की एक प्रजाति, भंगुर स्टार की 8 प्रजातियों, पॉलीक्लैड की 6 प्रजातियों, हेटरोब्रांच की 12 प्रजातियां, एनोमुगन केकड़े की 6 प्रजातियां और भारतीय समुद्र से पोर्टुनिड केकड़ों की 25 प्रजातियां 12 के लिए माइटोकॉन्ड्रियल जीन के शॉर्ट सीक्वेंस (660 bp), CO 1 और 16S को विकसित किया गया है।

### 3.3 तटीय अनुसंधान

#### 3.3.1 समुद्री और तटीय प्रदूषण

समुद्री समुद्र गुणवत्ता निगरानी (SWQM) भारतीय तट के समानांतर तटीय राज्यों और केंद्र शासित प्रदेशों को कवर करने वाले 50 स्थानों पर तटीय समुद्र की गुणवत्ता का आकलन करने के लिए राष्ट्रीय तटीय अनुसंधान केंद्र (एनसीसीआर) का एक सतत कार्यक्रम है। इसमें समुद्री समुद्र और तलछट की विभिन्न भौतिक रासायनिक, जैविक और सूक्ष्मजीवविज्ञानी विशेषताओं की निगरानी की जाती है। SDG 14 लक्ष्यों (14.1 और 14.3) के लिए सवहनीय विकास लक्ष्य (SDG) सूचकांक विकसित करने के लिए सृजित आंकड़ों को सांख्यिकी और कार्यक्रम कार्यान्वयन मंत्रालय (MoSPI) के साथ साझा किया जाता



चित्र 3.8: FORV सागर संपदा के सर्वे से एकत्रित, विज्ञान के लिए नई प्रजातियां - (क) स्यूडोसेरोस एगोटिएन्सिस, (ख) पी। स्टेलन, (ग) बुलैसरोस न्यूकैनोरम, (घ) गॉर्डनोप्सिस रोबस्टा, (ङ) कासागिया सुधाकारी, (च) उरोप्टिचस संपाडे, (छ) होमालोड्रोमिया राजीवानी, (ज) ओफिचथस मैक्कोस्केरी, और (झ) गाइमोन्थोरैक्स स्मिथी।

है। इसे नीति आयोग, केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड (CPCB), राज्य प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड और समितियों (SPCB/PCCs) और अन्य एजेंसियों के साथ भी साझा किया गया है। 2021-22 के दौरान, तमिलनाडु के तूतीकोरिन से गुजरात के पोरबंदर तक तीन क्रूज संचालित किए गए और लक्षद्वीप के कवारत्ती और अगाती द्वीपों में फील्ड सैंपलिंग की गई।

तटीय समुद्र में प्रदूषण के स्तर का आकलन करने और तटीय हितधारकों के लाभ के लिए तटीय समुद्र की गुणवत्ता के लिए एक पूर्वानुमान प्रणाली विकसित करने के लिए निगरानी और मॉडलिंग के संयुक्त दृष्टिकोण को अपनाया गया है। स्व-स्थाने डिस्क्रीट मेजरमेंट के अलावा, मौसम विज्ञान और पानी की गुणवत्ता सेंसर के साथ ऑटोमेटेड बुवॉय चेन्नई और पुडुचेरी से दूर 12 मीटर गहराई (3.9 क) पर तैनात किए गए थे। पुडुचेरी में बुवॉय का उद्घाटन 28 जुलाई 2021 को पुडुचेरी के माननीय मुख्यमंत्री द्वारा किया गया था। (चित्र 3.9 ख)।

चेन्नई के तटीय समुद्र के लिए विकसित एक समुद्र गुणवत्ता मॉडल, स्वस्थाने बुवॉय डेटा और वैश्विक मॉडल से फोर्सिंग का प्रयोग करते हुए, समुद्र की सतह के तापमान, लवणता, घुलित ऑक्सीजन, अमोनिया, नाइट्राइट, नाइट्रेट, फॉस्फेट, क्लोरोफिल-ए, फैकल कोलीफॉर्म, और टोटल कोलीफॉर्म एंटरोकोकी जैसे मापदंडों के लिए सिम्युलेट करता है। वर्तमान में, यह मॉडल तटीय समुद्र की गुणवत्ता का 5 दिनों का पूर्वानुमान प्रदान करता है और डिजिटल प्लेटफॉर्म के माध्यम से प्रसारित किया जाता है। तटीय समुद्र, अपशिष्ट निपटान क्षेत्रों, फिशिंग

पोर्ट्स, बंदरगाहों और पारिस्थितिक रूप से संवेदनशील पर्यावासों के लिए समुद्री समुद्र गुणवत्ता मानदंड (SWQC) विकसित करने के उद्देश्य से समुद्री इकोटॉक्सिकोलॉजी और पारिस्थितिक जोखिम मूल्यांकन किया जा रहा है। इस संबंध में, एन्नोर, उप्पनार और वेल्लर मुहानों में धातुओं के पारिस्थितिक जोखिम मूल्यांकन पर ध्यान दिया गया था। धातुओं (Cd, Cu, Hg, Zn, Pb, As, Cr) और कीटनाशकों के लिए S W - I I I [ औद्योगिक कूलिंग, रीक्रिएशन (गैर-संपर्क) और सौंदर्यशास्त्र] और SW-V (नेविगेशन और नियंत्रित अपशिष्ट निपटान) के लिए प्राथमिक समुद्र गुणवत्ता मानक को NCRR द्वारा प्रस्तुत रिपोर्ट के आधार पर MoEF&CC मसौदा संशोधन में अधिसूचित किया गया है।

मेसोकॉज्म 'वास्तविक दुनिया के प्रयोग' समुद्री जीवों पर दूषित पदार्थों के प्रभाव का मूल्यांकन करने और परिवेशी पर्यावरणीय परिस्थितियों में समुद्री समुद्र गुणवत्ता मानकों की प्रयोज्यता की जांच करने के उद्देश्य से किए गए थे। NCCR ने NIO-RC विशाखापत्तनम के सहयोग से, अनुकूलित मेसोकॉज्म बायोएसेज का उपयोग करके समुद्री बायोटा पर पर्यावरणीय संदूषकों के प्रभाव की जांच के लिए बड़े बैग प्रयोग (मेसोकॉज्म) संचालित किया (चित्र 3.10)।

सूक्ष्म/मेसो/मैक्रो प्लास्टिक प्रदूषण के लिए तटीय समुद्र, समुद्र तट और अपतटीय तलछट और बायोटा के नमूनों का विश्लेषण किया जाता है। मॉनसून के दौरान पूर्वी तट पर माइक्रोप्लास्टिक की प्रचुरता में वृद्धि देखी गई है। नदी के मुहाने के पास के स्थाटनों में माइक्रोप्लास्टिक की काफी



चित्र 3.9: (क) पुडुचेरी में तैनात समुद्र गुणवत्ता बुवॉय (ख) माननीय मुख्यमंत्री, पुडुचेरी द्वारा बुवॉय का उद्घाटन।



अधिक सांद्रता थी। समुद्र तट कूड़े के सर्वेक्षण से पता चला है कि इंटरटाइडल जोन की तुलना में बैकशोर में अधिकतम संचय होता है। इसके अलावा, शहरी समुद्र तटों में ग्रामीण समुद्र तटों की तुलना में अधिक संचय दर है।

### 3.3.2 तटीय प्रक्रियाएं और खतरे

केरल के चेल्लनम तट पर तटीय कटाव की समस्याओं के प्रबंधन के लिए व्यापक मॉडलिंग अध्ययन किया गया (चित्र 3.11)। संख्यात्मक मॉडल, दीर्घकालिक ऐतिहासिक तटरेखा परिवर्तन, स्थलाकृतिक और



चित्र 3.10 : विशाखापत्तनम अपतटीय समुद्र में ओपन सी मेसोकॉज्म प्रयोग



चित्र 3.11: (क) चेलनम तट पर लहर जलवायु और सेडीमेंट ट्रांसपोर्ट रिजिम (ख) और तट के चयनित स्थानों पर सेडीमेंट ट्रांसपोर्ट में सीजनैलिटी।



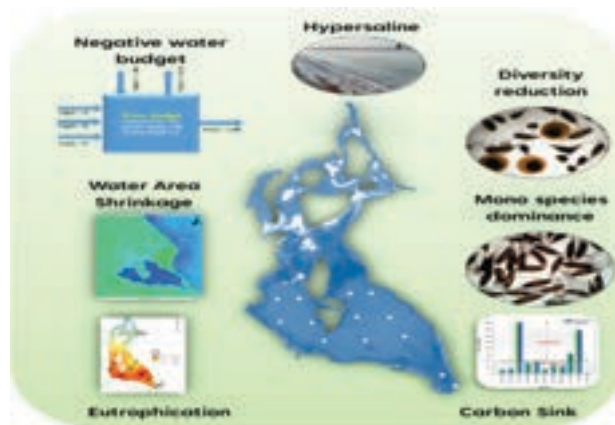
समुद्रविज्ञान संबंधी प्रेक्षण को मिलाकर, एक विस्तृत परियोजना रिपोर्ट तैयार की गई और मानसून के मौसम के दौरान उच्च लहरों के कारण तटीय क्षरण को कम करने के लिए इंजीनियरिंग समाधानों के सफल कार्यान्वयन के लिए राज्य सिंचाई विभाग, केरल को प्रस्तुत की गई। इसके अलावा, मौजूदा समुद्री दीवार और कठोर संरचनाओं की स्थिति/जांच की जांच की गई और उच्च लहरों के लिए रक्षा तंत्र के विरुद्ध इसकी संरचनात्मक कार्यक्षमता के लिए समीक्षा की गई। तटरेखा निगरानी कार्यक्रम के रूप में तटीय संसाधनों के प्रबंधन के लिए राज्य के विभिन्न हितधारकों तक प्रसार के लिए 1:25000 पैमाने पर दीर्घकालिक तटरेखा परिवर्तन मानचित्र तैयार किए गए हैं। कुछ द्वीपों के लिए तटरेखा परिवर्तन मानचित्रण दीर्घकालिक पैमाने (1990-2018) पर तैयार किया गया है।

चेन्नई और मुंबई के लिए एकीकृत बाढ़ चेतावनी प्रणाली (आई-फ्लो) वर्तमान में प्रचालन में हैं और आईएमडी द्वारा प्रभाव-आधारित चेतावनी प्रदान करने के लिए उपयोग की जाती हैं। एनसीएमआरडब्ल्यूएफ से एनसीयूएम 4x4 किमी मॉडल के आधार पर एक दिन पहले संभावित बाढ़ का पूर्वानुमान लगाया जाता है। आई.आई.टी.एम., आई.एम.डी. और बृहन्मुंबई महानगरपालिका (MCGM) के स्वचालित वर्षामापी (120 स्टेशनों) के नेटवर्क से वास्तविक वर्षा के आंकड़ों से बाढ़ आप्लावन मानचित्र भी तैयार किए जाते हैं। वार्ड स्तर पर बाढ़ के विवरण के साथ बाढ़ मानचित्र आईएमडी बुलेटिन का हिस्सा हैं जो राज्य सरकार को उनके शमन कार्यों के लिए प्रदान किया जाता है। ताउते चक्रवात के दौरान आई-फ्लो सिस्टम चालू था और मुंबई में भारी बारिश के दिनों के लिए बुलेटिन जारी किए गए थे।

### 3.3.3 तटीय पर्यावास और पारितंत्र

ओखा से कन्याकुमारी तक विभिन्न मौसमों में अपवेलिंग और विंटर कनेक्टिव मिक्सिंग की जटिलता और इंटरप्ले को समझने के लिए वेस्ट कोस्ट शेल्फ वॉटर्स के लिए पारितंत्र मॉडलिंग अध्ययन किए जा रहे हैं। पारितंत्र के पहलुओं जैसे कि ग्रीनहाउस गैसों (जीएचजी) परिदृश्यों, बेनथिक बायोलॉजी और बेंथोस में माइक्रो प्लास्टिक एक्युमुलेशन का अध्ययन करने के लिए विभिन्न भौतिक और जैव-भू-रासायनिक मापदंडों से संबंधित डेटा को फील्ड से एकत्र किया गया था। डेटा विश्लेषण स्पष्ट रूप से इंगित करता है कि पारितंत्रिकी तंत्र का स्वास्थ्य बिगड़ रहा है। देश में खारे पानी की दूसरी सबसे बड़ी झील विशेष रूप से तट से 2 किमी की दूरी तक पुलिकट झील, की पारितंत्र मॉडलिंग से यह

जानकारी प्राप्त हुई कि क्षेत्रीय जलवायु और समुद्र विज्ञान असंतुलन के कारण लवणता में अभूतपूर्व रिजिम शिफ्ट हुआ है, जो इसकी जैव विविधता पर प्रतिकूल प्रभाव डालता है। TRIX इंडेक्स का उपयोग करते हुए ट्रॉफिक स्टेटस 2 से 7.3 के बीच में रहा, जो 'मेसो' - को जो फॉस्फेट के रूप में पोषक तत्वों की सीमा के साथ लैगून की यूट्रोफिक स्थिति को दर्शाता है। एकसाथ हाइपरसैलिन स्थितियां और अत्यधिक pH के परिणामस्वरूप सिस्टम वायुमंडलीय CO<sub>2</sub> के लिए नेट सिंक के रूप में कार्य करने वाला बन गया। पुलिकट झील का एक एकीकृत पारितंत्रिकी तंत्र फंक्शनिंग मॉडल चित्र 3.12 में प्रस्तुत किया गया है। मन्नार की खाड़ी के लिए दीर्घकालिक रीफ हेल्थ मॉनिटरिंग के अन्तर्गत लाइव एवं डेड कोरल कवरेज, रीफ-बिल्डिंग कोरल की सामुदायिक संरचना, प्रजातियों की विविधता, मानवजनित प्रभावों और पारितंत्र के लिए उभरते नए खतरों का आकलन करना जारी रखा गया। सामुदायिक संरचना ने 13 परिवारों से संबंधित हार्ड कोरल की 79 प्रजातियों और कोरल स्पीसीज की 22 प्रजातियों को दर्शाया और औसत लाइव कोरल



चित्र 3.12 पुलिकट झील की एकीकृत पारितंत्र कार्यप्रणाली

कवर लगभग 43% था, जिसे मध्यम से उचित श्रेणी के तहत दर्शाया गया।

### 3.4 महासागर प्रौद्योगिकी

#### 3.4.1 महासागर प्रेक्षण प्रणाली (OOS)

सुसंगत शैक्षणिक और अनुसंधान संस्थानों के सहयोग से इंकॉइस द्वारा जहाजों पर अर्गो फ्लोट्स, ड्रिफ्टिंग बुवॉय, कोस्टल एकोस्टिक डॉपलर करंट प्रोफाइलर (ADCP) मूरिंग्स, इक्वेटोरियल करंट मीटर मूरिंग्स,

एक्सपेंडेबल बाथीथर्मोग्राफ्स (XBT) / XCTD ट्रांजेक्ट्स, बॉटम प्रेशर रिकॉर्डर (BPR) के साथ सुनामी बुवॉय (STB), टाइड गेज, वेव राइडर बुवॉय और स्वचालित मौसम स्टेशन के नेटवर्क के साथ महासागर प्रेक्षण प्रणाली का रखरखाव किया गया। इसके अलावा, हाल ही में ऑक्सीजन मिनिमम जोन (OMZ) की टेम्पोरल और स्थानिक परिवर्तनशीलता को समझने पर विशेष बल देते हुए गहरे समुद्र के भौतिक और जैव-रासायनिक मापदंडों की निगरानी के लिए बंगाल की खाड़ी में दो ग्लाइडर तैनात किए गए। 5000 किमी की दूरी तय करने के बाद दोनों ग्लाइडर रिकवर किए गए और एकत्र किए गए डेटा को रिट्रीव किया गया।

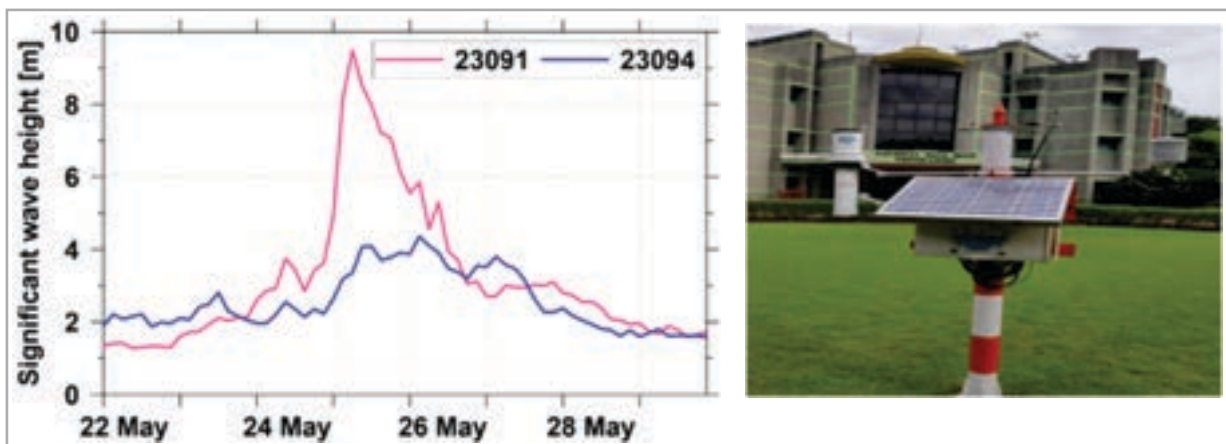
मूडे ओशन ऑब्जर्वेशन को वर्तमान बुवाय नेटवर्क के माध्यम से व्यवस्थित रूप से बनाए रखा गया है जिसमें सतह और उपसतह सेंसर युक्त 12 डीप ओशन बुवॉय सिस्टम, 3 तटीय बुवॉय, एक CAL-VAL बुवॉय सिस्टम, एक आर्कटिक मूरिंग और 2 सुनामी बुवॉय सिस्टम शामिल हैं। इन बुवॉय द्वारा एकत्रित डेटा को रियल टाइम में इंकोइस, हैदराबाद को प्रसारित किया जाता है और GTS में साझा किया जाता है और वैश्विक समुदाय के लिए DBCP वेबसाइट पर उपलब्ध कराया जाता है। उत्तरी हिंद महासागर में वायु-समुद्र अंतःक्रिया और अपर ओशन डायनामिक्स के अभिलक्षणों और परिवर्तनशीलता की पहचान करने के लिए मूडे बुवॉय नेटवर्क के समय श्रृंखला प्रेक्षण का उपयोग किया जाता है। हिंद महासागर में मूडे बुवॉय डेटा तक सार्वजनिक पहुंच के साथ संयुक्त डेटा पोर्टल OMNI-RAMA की स्थापना की गई। मूडे बुवॉय ने यास और ताउते चक्रवात (चित्र 3.13 क) के दौरान रियल-टाइम डेटा प्रदान किया, जिसकी सहायता से भारत मौसम विज्ञान विभाग ने चक्रवात चेतावनी जारी की। अंडरवाटर सिस्मिक साउंड

रिकॉर्डर सिस्टम को बंगाल की खाड़ी में 1000 मीटर की गहराई पर OMNI बुवॉय में विकसित और तैनात किया गया। निर्दिष्ट गहरे समुद्र और तटीय स्टेशनों में समुद्री प्लास्टिक की निगरानी की जाती है और इसे ग्लोबल ओशन ऑब्जर्विंग सिस्टम (GOOS) और इंटरनेशनल ओशनोग्राफिक डेटा एंड इंफॉर्मेशन एक्सचेंज (IODE) के ओशन बेस्ट प्रैक्टिस वर्क ग्रुप के न्यूजलेटर में प्रकाशित किया जाता है। कैपेसिटिव सिद्धांत पर काम करने वाला एक स्वदेशी वर्षा मापी विकसित किया गया है (चित्र 3.13 ख)। 22 जून 2021 को 'रियल टाइम सुनामी मॉनिटरिंग सिस्टम', नामक आविष्कार के लिए एक भारतीय पेटेंट प्रदान किया गया है, इसका पेटेंट नंबर 369964 है। यह स्वदेशी समुद्री प्रेक्षण प्रौद्योगिकियां विकसित की गईं और वाणिज्यीकरण के लिए मैसर्स एलएंडटी को सफलतापूर्वक स्थानांतरित कर दी गईं।

### 3.4.2 ऊर्जा और मीठा पानी

कवरत्ती में प्रस्तावित OTEC संचालित विलवणीकरण संयंत्र की स्थापना पर कार्य किया जा रहा है और 'HDPE पाइप आपूर्ति और वेलिडिंग', संयंत्र उपकरण और सिविल कार्यों की आपूर्ति और कमीशनिंग सम्बन्धी कार्य आदेश जारी करने की दिशा में कार्य किया जा रहा है। तूतीकोरिन थर्मल पावर स्टेशन (TTPS) में 2 MLD LTTD संयंत्र की स्थापना भी प्रक्रियाधीन है।

ओपेन साइकल OTEC और LTTD सिस्टम के बारे में गहरी जानकारी प्राप्त करने के लिए ओपेन साइकल OTEC प्रयोगशाला में अध्ययनों को जारी रखा गया। टरबाइन और जनरेटर संयोजनों को अभिलक्षणित करने और विभिन्न गति सीमाओं पर इसके प्रदर्शन का मूल्यांकन करने के लिए परीक्षण किए गए। नीति निर्माताओं के लिए OTEC पर एक श्वेत पत्र तैयार करने के लिए अंतर्राष्ट्रीय ऊर्जा एजेंसी



चित्र 3.13 (क) चक्रवात गुजरने के दौरान बुवॉय द्वारा प्रेक्षित महत्वपूर्ण लहर ऊंचाई (ख) एनआईओटी में स्वदेशी वर्षा मापी का परीक्षण

(IEA) के अन्तर्गत ओशन एनर्जी सिस्टम (OES) टेक्नोलॉजी कोलैबोरेशन प्रोग्राम (TCP) के लिए भारत OTEC संबंधी एक सबटास्क का समन्वय कर रहा है। डॉ. पूर्णिमा जलिहल को OES TCP कार्यकारी समिति के उपाध्यक्ष के रूप में चुना गया, जो समिति का हिस्सा बनने वाली पहली भारतीय बनीं।

### 3.4.3 ऑफशोर स्ट्रक्चरल कंपोनेन्ट्स के लिए प्रौद्योगिकियों का विकास:

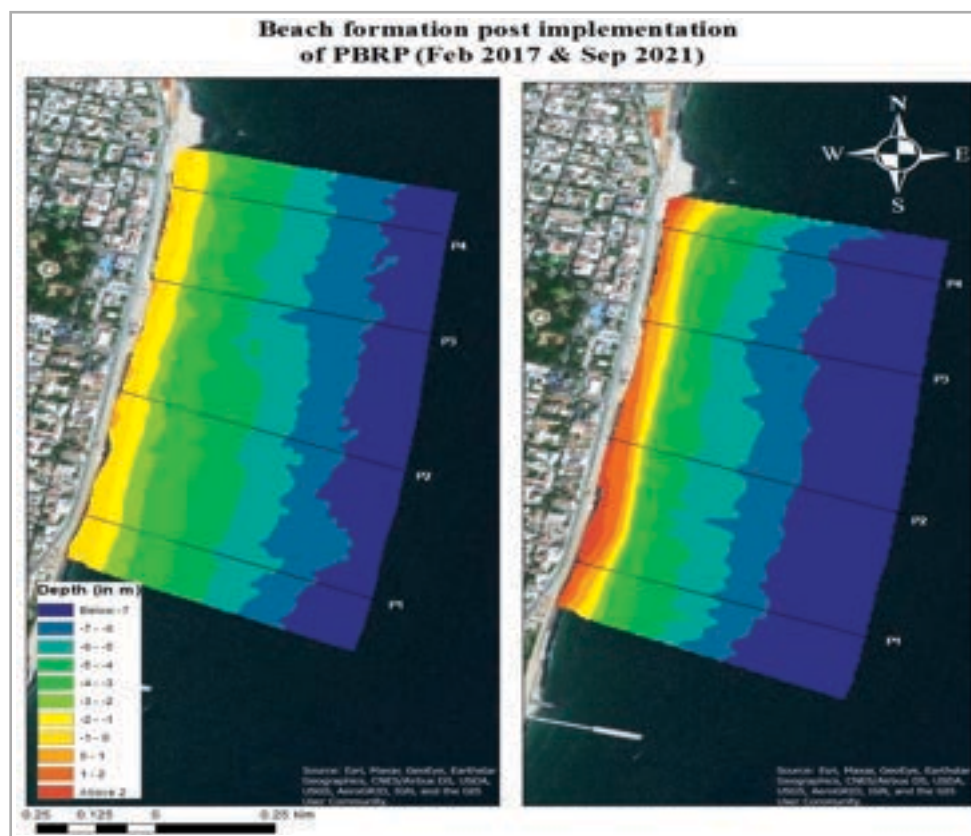
कवज़रती, मिनिक्ॉय और अगाती द्वीपों में लो टेम्परेचर थर्मल डिसेलिनेशन (LTTD) संयंत्र को बनाए रखने के अलावा, लक्षद्वीप के अमिनी, एंड्रोथ, चेतलाट, कदामत, कल्पेनी और किल्टन द्वीपों में 6 संयंत्र स्थापित करने की प्रक्रिया चल रही है। कल्पेनी द्वीप पर संयंत्र के सभी घटकों का निर्माण और स्थापना का कार्य पूरा कर लिया गया है।

तटीय प्रक्रियाओं के अध्ययन के आधार पर पुडुचेरी तट के लिए नियरशोर रीफ, बीच नॉरशिमेंट के साथ ऑफशोर रीफ के कंस्ट्रक्शन को प्रस्तावित एवं क्रियान्वित किया गया, जिसके परिणामस्वरूप रीफ के

दक्षिण में एक चौड़े समुद्र तट का निर्माण हुआ (चित्र 3.14)। एनआईओटी ने परियोजना सम्बन्धी समझ बेहतर बनाने हेतु पुडुचेरी सरकार के अधिकारियों के लिए एक कार्यशाला का आयोजन किया और एक सार्वजनिक कार्यक्रम में माननीय पृथ्वी विज्ञान मंत्री ने भाग लिया, जिसमें रीस्टोर किया गया समुद्र तट जनता को समर्पित किया गया। कार्यान्वयन के बाद परियोजना स्थल की नियमित रूप से निगरानी की जा रही है, यह निगरानी कार्य बैथीमीट्री, टॉपोग्राफी और लहर जलवायु के फील्ड मेजरमेंट के माध्यम से की जा ही है, तथा तट में सुधार संख्यात्मक सिमुलेशन के अनुरूप है।

### 3.4.4 तटीय और पर्यावरण इंजीनियरिंग

एनआईओटी ने तमिलनाडु में कलपक्कम के पास कदलूर तट पर नष्ट हुए समुद्री तटों के रीस्टोरेशन किया है, यह कार्य सैंड फिल्ड जियोसिन्थेटिक ट्यूब्स से बने सबमर्ज्ड ब्रेकवाटर्स का उपयोग करके किया गया है। सबमर्ज्ड ब्रेकवाटर के प्रदर्शन का मूल्यांकन बैथीमीट्री, तस्वीरों और सैटेलाइट इमेजरी के माध्यम से ब्रेकवाटर सेगमेंट्स के पीछे



चित्र 3.14 समुद्र तट रीस्टोरेशन से पहले और बाद में पुडुचेरी तट पर बैथीमीट्री की तुलना



समुद्र तट और समुद्र पटल प्रोफाइल की निगरानी करके किया गया था। ब्रेकवाटर सेगमेंट्स के ठीक पीछे सेडीमेंट डिपॉजिशन और स्ट्रक्चर का सैटलमेंट रिकॉर्ड किया गया। भारतीय तट के लिए एक तटीय निगरानी प्रणाली स्थापित की गई है, जो भारतीय तट सामानांतर लहर, धारा, ज्वार और मेट-ओशन पैरामीटर प्रदान करती है। हिंद महासागर में प्रेक्षण डेटा के साथ नॉर्थ इंडियन ओशन टाइड (N.I.O.T) मोबाइल ऐप को विकसित किया गया (चित्र 3. 15 क)। भारतीय तट (मेनलैंड) के लिए रेडी टू यूज एटलस विकसित किया गया, इसे मॉडल इनपुट के रूप में 22 वर्षों के पवन डेटा और प्रेक्षणों से सत्यापन का उपयोग करके तैयार किया गया। भारतीय तटीय महासागर राडार नेटवर्क अंडमान द्वीप समूह में दो प्रणालियों सहित भारतीय तट पर 10 सिस्टम का संचालन और रखरखाव करता है। HF राडार नेटवर्क से वेलोसिटी डेटा को मानक ग्रिड पर संयोजित किया गया, (चित्र 3 15 ख), तथा परिचालन और शैक्षणिक उपयोग के लिए इस डेटा को एनआईओटी और इंकॉइस में केंद्रीय सर्वरों के माध्यम से प्रसारित किया जाता है।

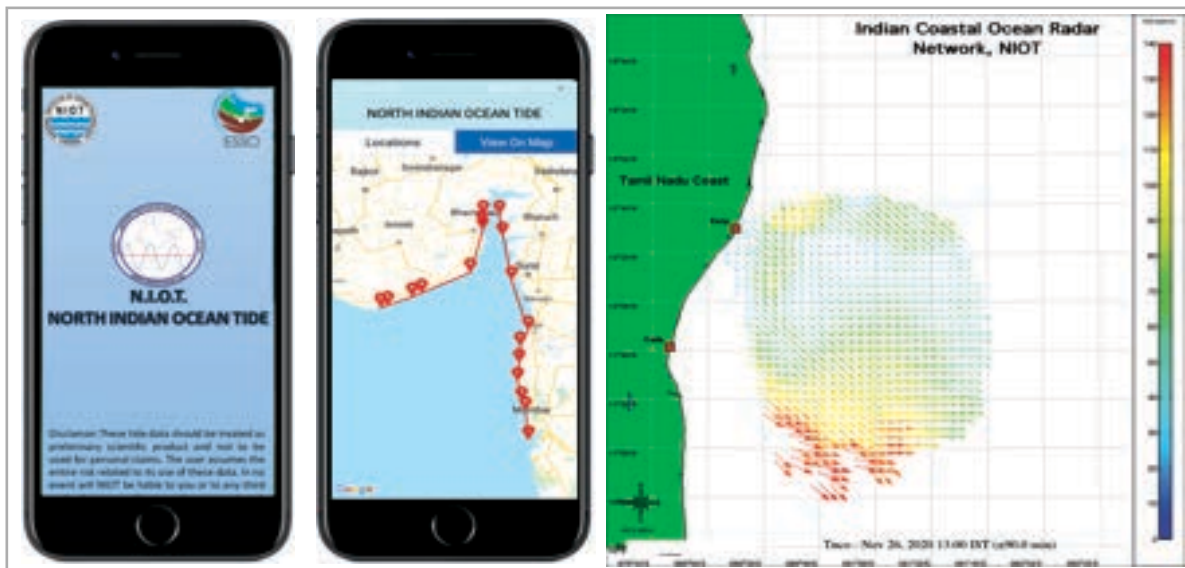
### 3.4.5 शैलो वॉटर बैथीमेट्री - भारत का पूर्वी तट

भारत के पूर्वी तट के लिए शैलो वॉटर बैथीमेट्री डेटा (0 - 30 मीटर पानी की गहराई) एकत्रित किए जा रहे हैं। वर्तमान में, तमिलनाडु तट के 700 किमी और पश्चिम बंगाल के तट के 160 किमी पर बैथीमेट्री का काम पूरा हो चुका है।

### 3.4.6 द्वीपों के लिए समुद्र विज्ञान और प्रौद्योगिकी

2-टन रेसवे में मैरीन स्पाइरुलिना की प्रायोगिक पैमाने वाले आउटडोर कल्चर की स्थापना की गई है और सी-फाइकोसाइनिन (C-PC) के माइक्रोवेव असिस्टेड एक्सट्रैक्शन को रिस्पॉस सरफेस मेथडलॉजी का उपयोग करके ऑप्टिमाइज किया गया, जिसमें सी-फाइकोसाइनिन यील्ड को  $115.5 \pm 4.32 \text{ mg/g}$  तक बढ़ाया गया। मल्टीस्टेज जलीय दो-चरणीय निष्कर्षण और अमोनियम सल्फेट वर्षा द्वारा C-PC के शुद्धता अनुपात (A620/A280) को 1.0 से बढ़ाकर 4.76 तक किया गया था। देशी समुद्री शैवाल प्रजाति ग्रेसिलेरिया एडुलिस का संवर्धन चिडियाटापू, अंडमान में किया गया और 45 दिनों में 15 किलो का उत्पादन प्राप्त किया गया (चित्र 3 16 क)। पेट्रोलियम हाइड्रोकार्बन (PHC) को एकमात्र कार्बन (खाद्य) स्रोत के रूप में उपयोग करने में सक्षम कई हाइड्रोकार्बनोक्लास्टिक बैक्टीरिया की पहचान की गई है और उन्हें आइसोलेट किया गया है। मैरीन माइक्रोबियल कंसोर्टिया के माध्यम से PHC के बायोडिग्रेडेशन के लिए प्रौद्योगिकी विकसित की गई है और NRDC के माध्यम से इंडस्ट्री को ट्रांसफर की गई है (चित्र 3 16 ख)। पेट्रोलियम हाइड्रोकार्बन डीग्रेडिंग बैक्टीरिया बी सबटिलिस EB1 का संपूर्ण जीनोम अनुक्रम विकसित किया गया है और फंक्शनल कोडिंग जीन ने जीनोबायोटेक्स के डीग्रेडेशन से जुड़े 34 जीन्स संबंधी जानकारी प्रदान की।

अन्य समुद्री राज्यों में केज कल्चर के प्रदर्शन के लिए भारत में ओपेन सी



चित्र 3.15: (क) उत्तरी हिंद महासागर टाइड मोबाइल ऐप और (ख) HF राडार नेटवर्क डेटा





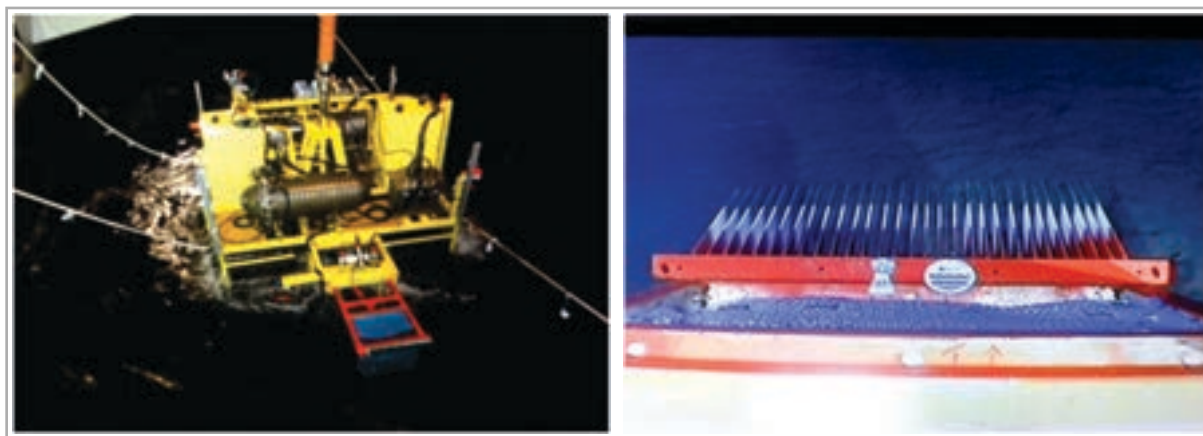
चित्र 3: 16 (क) ओपन सी ग्रेसिलेरिया एडुलिस कल्चर और (ख) PHC का बायोडिग्रेडेशन नामक प्रौद्योगिकी का ट्रांसफर

केज कंपोनेन्ट्स का स्वदेशीकरण और निर्माण किया गया। ऑफशोर केज कल्चर के संयुक्त प्रदर्शन के लिए ICAR-CMFRI के साथ समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किया गया। ACOSTI, पोर्ट ब्लेयर में समुद्री फिनफिश हैचरी के निर्माण की प्रक्रिया केन्द्रीय लोक निर्माण विभाग के माध्यम से शुरू की गई है। अंडमान और निकोबार तटीय क्षेत्र में समुद्री शैवाल संवर्धन के लिए संभावित क्षेत्र की पहचान के लिए भू-स्थानिक योजना बनाई गई है। बैलास्ट वॉटर सैम्पल में रासायनिक मापदंडों के परीक्षण के लिए NABL प्रत्यायन प्राप्त किया गया। पमनजी तट के समुद्री समुद्र की गुणवत्ता और जैविक मानकों का बेसलाइन सर्वेक्षण पूरा हो गया है और बैलास्ट वॉटर टेस्ट वॉटर के इनटेक हेतु समुद्र उपयुक्त स्थल के रूप में खुले समुद्र की पहचान की गई है।

#### 3.4.7 गहन समुद्र प्रौद्योगिकियां

ORV सागर निधि (चित्र 3.17 क) से अंडरवॉटर माइनिंग सिस्टम

तैनात किया गया, और मार्च-अप्रैल 2021 के दौरान अंडरवॉटर माइनिंग सिस्टम (वराह- I और II) के प्रायोगिक अंडर कैरिज सिस्टम का सीबेड लोकोमोशन ट्रायल 120 मीटर की दूरी पर मध्य हिंद महासागर (सीआईओ) में 5270 मीटर गहराई पर समुद्र-संतृप्त नरम मिट्टी पर सफलतापूर्वक किया गया। लोकोमोशन ट्रायल को दर्शाने वाला चित्र नीचे दिया गया है (चित्र 3. 17 ख) और समुद्र पटल खनन प्रणाली के लिए यह अब तक का सबसे गहरा परीक्षण था। समुद्री परीक्षणों से उप-समुद्र नेविगेशन और पोजीशनिंग, समुद्र तल की शीतल समुद्र संतृप्त मिट्टी और संबंधित सिंकेज सम्बन्धी कन्ट्रोलड लोकोमोशन, हाई हाइड्रोस्टेटिक दबाव और कम तापमान पर इलेक्ट्रो-हाइड्रोलिक सिस्टम के प्रदर्शन, और तैनाती एवं रिट्रीवल के लिए डेक से खनन मशीन की हैंडलिंग से जुड़ी बहुमूल्य जानकारी प्राप्त हुई। ये परीक्षण 6000 मीटर तक की गहराई से नोड्यूल एकत्र करने के लिए एक एकीकृत गहरे पानी के पॉली-मेटालिक खनन प्रणाली के अंतिम विकास में चरण स्तर के परीक्षण हैं।



चित्र 3.17: (क) खनन मशीन की तैनाती और (ख) मध्य हिंद महासागर में 5270 मीटर जल गहराई पर लोकोमोशन

6000 मीटर गहराई वाले मानवयुक्त पनडुब्बी संबंधित घटकों, जैसे कि स्केल डाउन मॉडल अध्ययन को आगे बढ़ाने के लिए सबसिस्टम के डायमेंशन और वजन पर विचार करते हुए हाइड्रोस्टैटिक स्थिरता और हाइड्रोडायनामिक शेप हासिल करने के लिए उप-प्रणालियों की व्यवस्था, के विकास के लिए स्वदेशी डिजाइन पूरी की गई है। प्रारंभिक डिजाइन चरण पूरा हो गया है और अब महत्वपूर्ण डिजाइन चरण में शिफ्ट हो गया है। मानवयुक्त सबमर्सिबल के संचालन की अवधारणा को सामान्य परिचालन स्थिति के लिए DNV द्वारा अनुमोदित किया गया है। वेहिकल प्रोपल्जन के लिए ब्रशलेस DC थ्रस्टर्स, शैलो वॉटर पेनेट्रेटर असेंबली जैसे उप-घटकों को पूरा किया गया है, और प्रमाणन एजेंसी के अनुमोदन से Li-Po बैटरी की प्राप्ति के लिए फैक्ट्री एक्सेप्टेंस टेस्ट पर काम चल रहा है। DNV प्रमाणीकरण के साथ मानव समर्थन और सुरक्षा प्रणाली पूरा करने के लिए अनुबंध पर हस्ताक्षर किए गए थे। नॉर्वे में 1270 मीटर पानी की गहराई पर 6000 मीटर गहराई के लिए रेडेड ऑटोनॉमस अंडरवॉटर वेहिकल (ओशन मिनरल एक्सप्लोरर 6000-OME 6000) के क्वालीफिकेशन ट्रायल, हिंद महासागर में डीप सी एक्सप्लोरेशन हेतु उपयोग एवं हासिल करने के लिए पूरा किया गया है।

### 3.4.8. समुद्री सेंसर सिस्टम

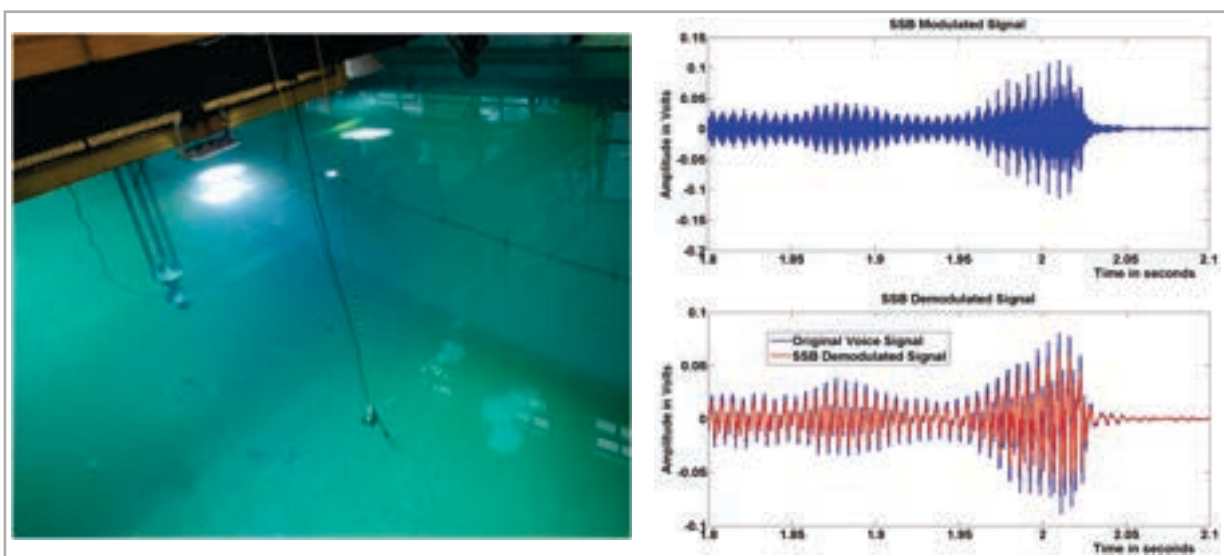
एनालॉग या डिजिटल मॉड्यूलेशन तकनीकों के माध्यम से अंडरवॉटर वॉयस कम्युनिकेशन हेतु स्वदेशी अंडरवाटर एकाउस्टिक टेलीफोन (UAT) का विकास शुरू कर दिया गया है, और अंडरवॉटर वॉयस

कम्युनिकेशन के लिए सिंगल साइड बैंड (SSB) मॉड्यूलेशन तकनीक को 12.5kHz कैरियर फ्रीक्वेंसी के साथ कार्यान्वित किया गया है और ATF टैंक में प्रदर्शित किया गया है (चित्र 3. 18 क एवं ख)। सिंथेटिक एपर्चर साइड स्कैन सोनार की अवधारणा के प्रमाण के लिए, स्वदेशी रूप से विकसित NIOT-BEL ट्रांसड्यूसर के साथ लो फ्रीक्वेंसी 2x5 ऐरे को पूरा कर लिया गया है। अपेक्षित परिणाम के लिए एनआईओटी की एकाउस्टिक टेस्ट फैसिलिटी (ATF) में ऐरे का परीक्षण किया गया। सब सिस्टम असेंबली और इंटीग्रेशन का काम प्रगति पर है।

### 3.4.9 ओशन इलक्ट्रॉनिक्स

एलएंडटी डिफेंस सहित 7 भारतीय उद्योगों के साथ प्रौद्योगिकी हस्तांतरण लाइसेंसिंग समझौतों पर हस्ताक्षर किए गए। समुद्री प्रौद्योगिकियों के विकास को बढ़ावा देने के लिए एनआईओटी में इनक्यूबेशन सुविधा केन्द्र की स्थापना का कार्य प्रगति पर है। 500 मीटर की गहराई में काम कर सकने योग्य डीप सी ऑटोनॉमस अंडरवाटर प्रोफाइलर को 1000CC वैरिएबल बुवॉयेंसी इंजन का उपयोग करके इन-हाउस विकसित किया गया है जो बंगाल की खाड़ी में संचालन के अनुकूल है। समुद्री स्थितियों में बुनियादी कार्यक्षमता के लिए दो इकाइयों को एकीकृत और परीक्षण किया गया है, वे फील्ड डिप्लॉयमेंट के लिए तैयार हैं।

ओपन सी फिश केज कल्चर सिस्टम का ऑटोमेशन और रिजिड स्फीयर टाइप केज और प्रोटो यूनिट का उपयोग करके विकसित किए गए ऑटोमैटिक फिश फीड सिस्टम के लिए एक समाधान अंडमान द्वीप



चित्र 3.18: (क) अंडरवाटर वॉयस कम्युनिकेशन टेस्ट के लिए ट्रांसड्यूसर सेटअप और (ख) वॉयस सिग्नल और SSB मॉड्युलेटेड सिग्नल

समूह में तैनात किया गया। आर्टिफिशियल इंटेलिजेंट (AI) पद्धति की सहायता से बायो-मास एस्टीमेशन विकसित किया गया, जो सतह और सबमर्सिबल केजेज के अंदर नर्चर की जाने वाली फिश ग्रोथ का मूल्यांकन करने में मछुआरा समुदाय की सहायता करता है।

ओशन ग्लाइडर का विकास, आईआईटी-मद्रास के साथ CTD सेंसर का स्वदेशीकरण, C प्रोफाइलर सिस्टम का विकास और महासागर में उपलब्ध थर्मल ग्रेडिएंट का उपयोग करके प्रोफाइलर्स को रिचार्ज करने के लिए प्रोफाइलिंग फ्लोट के लिए थर्मल इंजन पर कार्य प्रगति पर हैं। पर्यावरण प्रभाव मूल्यांकन अध्ययन के लिए ड्रोन प्रौद्योगिकी का उपयोग करने की व्यवहार्यता के प्रदर्शन के लिए चेन्नई के कोवलम तट के निकट एक ड्रोन का उपयोग करके ऑटोमैटिक वॉटर क्वालिटी सैम्पलर के साथ समुद्री परीक्षण किया गया है।

### 3.4.10 ओशन एकाउस्टिक

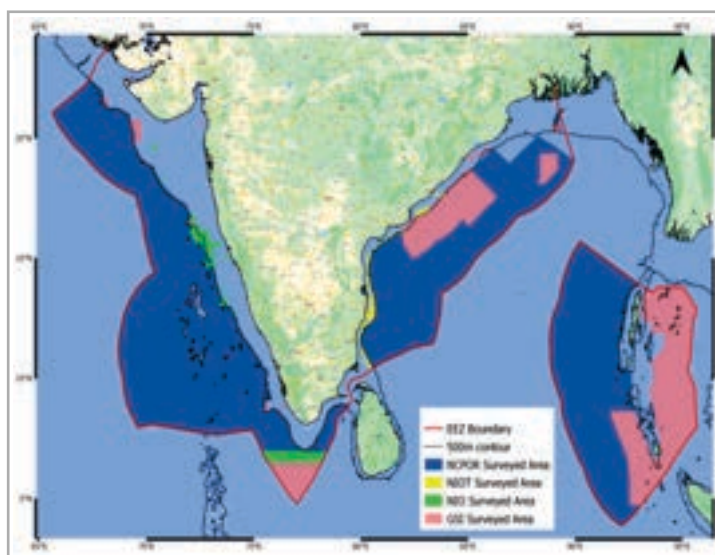
आर्कटिक क्षेत्र के लिए ऑटोनॉमस एम्बियेंट न्वॉयज मेजरमेंट सिस्टम को अपर एवं लोअर वॉटर कॉलम में दो अलग-अलग न्वॉयज रिकॉर्डर के साथ संवर्धित किया गया, जो मुख्य रूप से बर्फ पिघलने और मानवजनित स्रोतों के कारण न्वॉयज को अभिलक्षणित करने में सक्षम हैं। कम बिजली की खपत के साथ प्रदर्शन करने में सक्षम एडवांस डेटा एक्विजिशन सिस्टम विकसित किया गया है, जो दो साल की अवधि से अधिक रिकॉर्ड करने का काम करेगा, आर्कटिक क्षेत्र के लिए न्वॉयज रिकॉर्डिंग सिस्टम में शामिल करने के लिए प्रयोगशाला में इसका सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया।

फरवरी 2021 के दौरान OMNI बुबॉय BD11 (13.53 N एवं 84.17 E) के हिस्से के रूप में 3250 मीटर की गहराई पर बंगाल की खाड़ी में डीप वाटर एम्बिएंट न्वॉयज सिस्टम का सफलतापूर्वक परीक्षण और तैनाती की गई है। एकाउस्टिक रिकॉर्डर को समुद्र की सतह से 510 मीटर गहराई वाली पोजीशन पर तैनात किया गया है। स्वदेशी रूप से विकसित वेक्टर सेंसर एरे (VSA) को वास्तविक अजिमुथ के साथ तुलना में विभिन्न अजिमुथ पोजीशन और आगमन दिशा (DoA) एस्टीमेशन के लिए एकाउस्टिक टेस्ट फैसिलिटी में परीक्षण किया गया है। इसके बाद सितंबर 2021 के पहले सप्ताह के दौरान तीन दिनों के लिए 17 मीटर पानी की गहराई पर एक ऑटोनॉमस सिस्टम के रूप में इसे तैनात करके VSA का समुद्री परीक्षण किया गया।

### 3.5 महासागर सर्वेक्षण और खनिज संसाधन

#### 3.5.1 अनन्य आर्थिक क्षेत्र (EEZ) का भूवैज्ञानिक अध्ययन

"अनन्य आर्थिक क्षेत्र (EEZ) का भूवैज्ञानिक अध्ययन" कार्यक्रम एनसीपीओआर, गोवा; एनआईओटी, चेन्नई; सीएसआईआर-एनआईओ, गोवा और भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण (एमसीएसडी, जीएसआई) के नेतृत्व में एक बहु-संस्थागत प्रयास है, जिसका उद्देश्य भारतीय ईईजेड के हाई-रिजोल्यूशन बैथीमेट्रिक चार्ट तैयार करना है। अब तक किए गए सर्वेक्षणों का कवरेज चित्र 3.19 में दिखाया गया है। अब तक लगभग 1.7 मिलियन वर्ग किमी क्षेत्र का सर्वेक्षण किया गया है जिसमें लगभग 90% डीप वॉटर (500 मीटर से अधिक गहराई) ब्लॉक शामिल हैं। समुद्री मानचित्र संकलन सूचकांक के अनुसार, पश्चिमी तट



चित्र 3.19: भारतीय ईईजेड में अब तक सर्वेक्षण किए गए कुल क्षेत्रफल को दर्शाने वाला मानचित्र।



क्षेत्र के लिए  $2^\circ \times 2^\circ$  प्रारूप में चार्ट का संकलन प्रगति पर है। नए डेटासेट प्राप्त होने पर एनसीपीओआर में समुद्री भू-वैज्ञानिक डेटाबेस (MGDSB) को अपडेट किया जाता है।

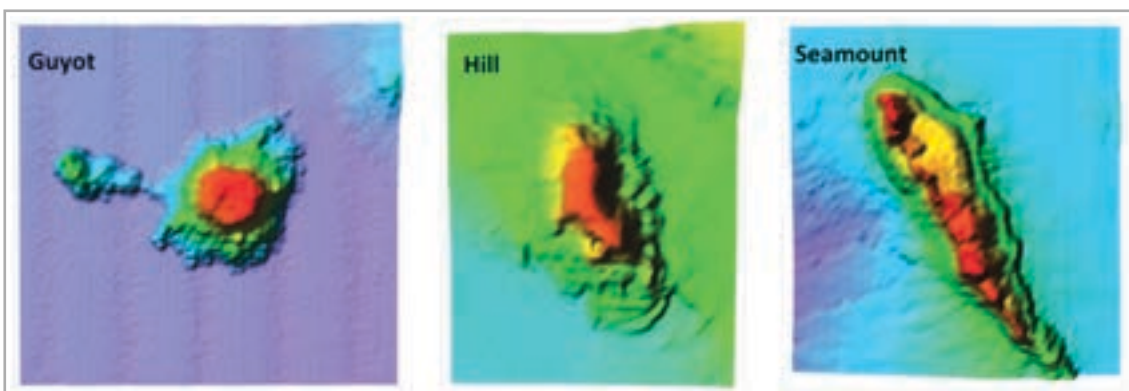
अरब की खाड़ी बेसिन क्षेत्र के हाई-रिजोल्यूशन मल्टीबीम बैथीमीट्रिक डेटा के साथ जियोमॉरफोलॉजिकल अध्ययनों से लैकाडिव पठार के पास गयोट, आइसोलेटेड हिल और सीमाउंट की उपस्थिति का पता चला (चित्र 3.20)। मन्नार की खाड़ी में इस तरह के डेटा की सहायता से कई छोटी घाटी प्रणालियों की उपस्थिति की जानकारी मिली, जो एक बड़े मुख्य घाटी का रूप लेती हैं। ये घाटियां मोटे तौर पर तमिलनाडु के प्रायद्वीपीय क्षेत्र की बड़ी/छोटी बारहमासी नदियों के साथ संरेखित हैं। थालवेग में मुख्य घाटी की लंबाई लगभग 400 किमी है।

### 3.5.2 हाइड्रोथर्मल सल्फाइड एक्सप्लोरेशन कार्यक्रम

हिंद महासागर के आवंटीत क्षेत्र में अंतर्राष्ट्रीय समुद्र तल प्राधिकरण (ISA) के साथ एक अनुबंध पर हस्ताक्षर के तहत सीप्लोर हाइड्रोथर्मल सल्फाइड की खोज की जा रही है। सेंट्रल इंडियन रिज (CIR) और साउथ वेस्ट इंडियन रिज (SWIR) में हाइड्रोथर्मल मिनरलाइजेशन के स्थानों की पहचान करने और बेसलाइन डेटा जनरेशन के लिए एमएपीआर सर्वेक्षण, सीटीडी ऑपरेशन, एलएडीसीपी कास्ट, वॉटर सैंपलिंग, ग्रेविटी कोरिंग और ड्रेज ऑपरेशन को शामिल करते हुए सर्वेक्षण अन्वेषण किया गया। CIR में निष्क्रिय सल्फाइड खनिज के नए संभावित स्थानों और CIR और SWIR में हाइड्रोथर्मल गतिविधि के कुछ नए स्थानों की पहचान की गई है। 2570 मीटर की गहराई से एकत्र किए गए हाइड्रोथर्मल प्ल्यूम पार्टिकल्स ने सल्फाइड (बैराइट, पाइराइट, और चाल्कोपीराइट) और लौह-ऑक्सीहाइड्रॉक्साइड्स से मिलकर

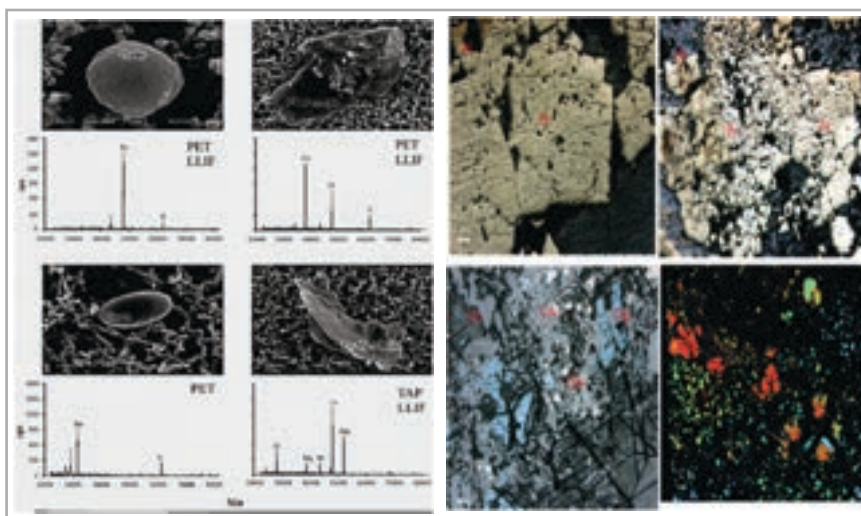
बनी विभिन्न मॉरफोलॉजिकल फीचर्स दर्शाए (चित्र 3.21 क)। सल्फाइड पार्टिकल्स की एक उच्च बहुतायत, प्ल्यूम के आसपास के क्षेत्र में उच्च तापमान वाले हाइड्रोथर्मल वेंटिंग को इंगित करती है। मिनरोलॉजिकल अध्ययनों से चांदी के साथ कोवेलाइट (CuS), हाई Cu (~76 wt%) युक्त खनिजों के एक चॉकोसाइट-डाइजेनाइट समूह की उपस्थिति की जानकारी मिली (चित्र 3.21 ख)। सल्फाइड खनिज संयोजन के साथ साइट से अल्टर्ड अल्ट्रा मैफिक, शिर्ड गैब्रो और अल्टर्ड बेसाल्ट की रिकवरी - सल्फाइड मिनरलाइजेशन से जुड़ी एक ओशनिक कोर कॉम्प्लेक्स (OCC) सेटिंग का संकेत देती है।

विभिन्न खनिज चरणों में लौह के वितरण को समझने के लिए SWIR से एकत्रित तलछट कोर में लौह का सीक्वेशियल केमिकल एक्सट्रैक्शन किया गया। लौह-ऑक्साइड का हाई कंटेंट, प्ल्यूम डिस्पर्सल के दौरान लौह के ऑक्सीकरण और प्रिसिपिटेशन का संकेत देता है। भू-रासायनिक डेटा से पता चलता है कि समुद्रतापीय गतिविधियों से तलछट में परिवर्तन आया है। इस प्रकार, तलछट में लौह के महत्वपूर्ण स्रोत, हाइड्रोथर्मल इनपुट के माध्यम से आए हुए हैं। सीआईआर और एसडब्ल्यूआईआर से एकत्र किए गए प्ल्यूम और बैकग्राउंड सीवॉटर सैम्पल की मेटाजीनॉमिक सीक्वेसिंग की गई थी, जिसमें डीप सी वॉटर सैम्पल में रीक्रैक्टरी हाइड्रोकार्बन डीकंपोजर के साथ टैक्सोनोमिक समानता दिखाने वाले 39 बैक्टीरियल मेटाजिनोमिक असेम्ब्लेड जीनोम की पहचान की गई। दो नए कार्नीवोरस स्पंज (डेमोस्पंजीए क्लैडोरइजाइडे) प्रजातियों की खोज सेंट्रल इंडियन रिज के सीमाउंट्स में की गई। यह अध्ययन CIR के रिच एवं इंडमेमिक कार्नीवोरस स्पंज फौना को सपोर्ट करने के लिए सीमाउंट बैथिक पर्यावासों के महत्व पर प्रकाश डालता है।



चित्र 3.20 : लैकाडिव पठार के पास विभिन्न बैथीमीट्रिक हाई फीचर्स को दर्शाने वाले 3डी मानचित्र





चित्र 3.21 (क) एसईएम चित्र और (ख) खनिज विज्ञान अध्ययन से संबंधित पेट्रोग्राफिक और BSE चित्र।

### 3.5.3: भारत का विस्तारित महाद्वीपीय शेल्फ कार्यक्रम

न्यू यॉर्क, यूएसए में CLCS के 51वें और 52वें सत्र के दौरान कॉन्टिनेंटल शेल्फ की सीमाओं पर आयोग द्वारा गठित उप-आयोग द्वारा भारत की ओर से प्रस्तुत सबमिशन की जांच की गई। आयोग द्वारा की गई टिप्पणियों का उत्तर दिया गया है। DOALOS, न्यूयॉर्क में संयुक्त राष्ट्र के मुख्यालय में आयोजित होने वाले अगले सत्र को COVID प्रतिबंध के कारण स्थगित कर दिया। आगे आवश्यक जरूरी दस्तावेज जमा करने की तैयारी की जा रही है।

### 3.5.4. पॉलीमेटेलिक नोड्यूलस का सर्वेक्षण और अन्वेषण

फरवरी-मार्च 2020 के दौरान रिवाइज्ड फर्स्ट जेनरेशन माइनसाइट से एकत्रित नोड्यूल नमूनों (6.25 किमी X 6.25 किमी पर नमूना) की रणनीतिक धातुओं का रासायनिक विश्लेषण पूरा हो गया है। क्लोज ग्रिड सैंपलिंग रिवाइज्ड फर्स्ट जेनरेशन माइनसाइट के लिए आगे अभियान की योजना बनाई गई है। सेन्ट्रल इंडियन बेसिन (CIB) के नॉड्यूल-बियरिंग एरिया में बॉटम कॉलम एवं बॉटम सेडीमेंट के पर्यावरणीय वैरिबिलिटी को कवर करने वाले बेसलाइन डेटा कलेक्शन का कार्य CSIR-NIO गोवा द्वारा किया जा रहा है, यह कार्य ऑनबोर्ड ओशनोग्राफिक अनुसंधान पोत RV सिंधु साधना की सहायता से मार्च और दिसम्बर-2021 में किया जा रहा है। सीएसआईआर-आईएमएमटी में पॉलीमेटेलिक नोड्यूल की एक्सट्रैक्टिव मेटलर्जी का कार्य किया जा रहा है, जिसका उद्देश्य मूल्य संवर्धन को अधिकतम करना और कॉपर, निकल, कोबाल्ट और मैंगनीज जैसी धातुओं की रिकवरी के लिए हाइड्रो और पाइरोमेटालर्जिकल प्रक्रिया मार्गों के

माध्यम से अपशिष्ट उत्पादन को न्यूनतम करना है। लिक्विड एफ्ल्यूेंट जेनरेशन को कम करने और इनपुट रसायनों को जेनरेट करने की दिशा में अमोनीकल प्रोसेस के एकीकरण पर कार्य किया जा रहा है। रिडक्शन रोस्टिंग पर पायलट-स्केल अध्ययन 20 किग्रा/दिन की क्षमता पर किया गया था। लौह-सिलिकॉन-मैंगनीज मिश्र धातु तैयार करने के लिए फीड सामग्री के रूप में उपयुक्त, मैंगनीज से भरपूर सामग्री प्राप्त करने के लिए अवशेषों का प्रसंस्करण किया गया।

### 3.6 अनुसंधान पोत:

अनुसंधान जहाज सागर कन्या, सागर मंजूषा और सागर पूर्वी को भारत मौसम विज्ञान विभाग [आईएमडी] द्वारा जलवायु अनुसंधान के प्रति प्रतिबद्धता और सराहनीय योगदान के लिए "मेरिट प्रमाण पत्र" से सम्मानित किया गया है। डॉ. हर्षवर्धन, माननीय केन्द्रीय पृथ्वी विज्ञान, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी तथा स्वास्थ्य एवं परिवार कल्याण मंत्री ने दिनांक 9 जनवरी 2021 को चेन्नई पोर्ट पर सागर अन्वेषिका नामक तटीय अनुसंधान पोत राष्ट्र को समर्पित किया। अनुसंधान पोत सागर निधि ने कोविड अनुपालन के बाद अनुसंधान एवं विकास गतिविधियों का समर्थन करना जारी रखा। नव अधिग्रहीत तटीय अनुसंधान पोत सागर तारा और सागर अन्वेषिका का संचालन और रखरखाव अच्छे प्रदर्शन के साथ किया जा रहा है। हिंद महासागर में इंडिया ओशन जियोइड लॉ (IOGL) कार्यक्रम तथा अरब महासागर में EEZ के भूवैज्ञानिक अध्ययनों का समर्थन करने के लिए ओआरवी सागर कन्या पर तीन क्रूज संचालित किए गए, तथा पोत ने समुद्र पर 76 दिन व्यतीत किए।

## अध्याय 4 ध्रुवीय और हिमांकमंडलीय अनुसंधान (पेसर)

### 1. अंटार्कटिका में वैज्ञानिक अध्ययन

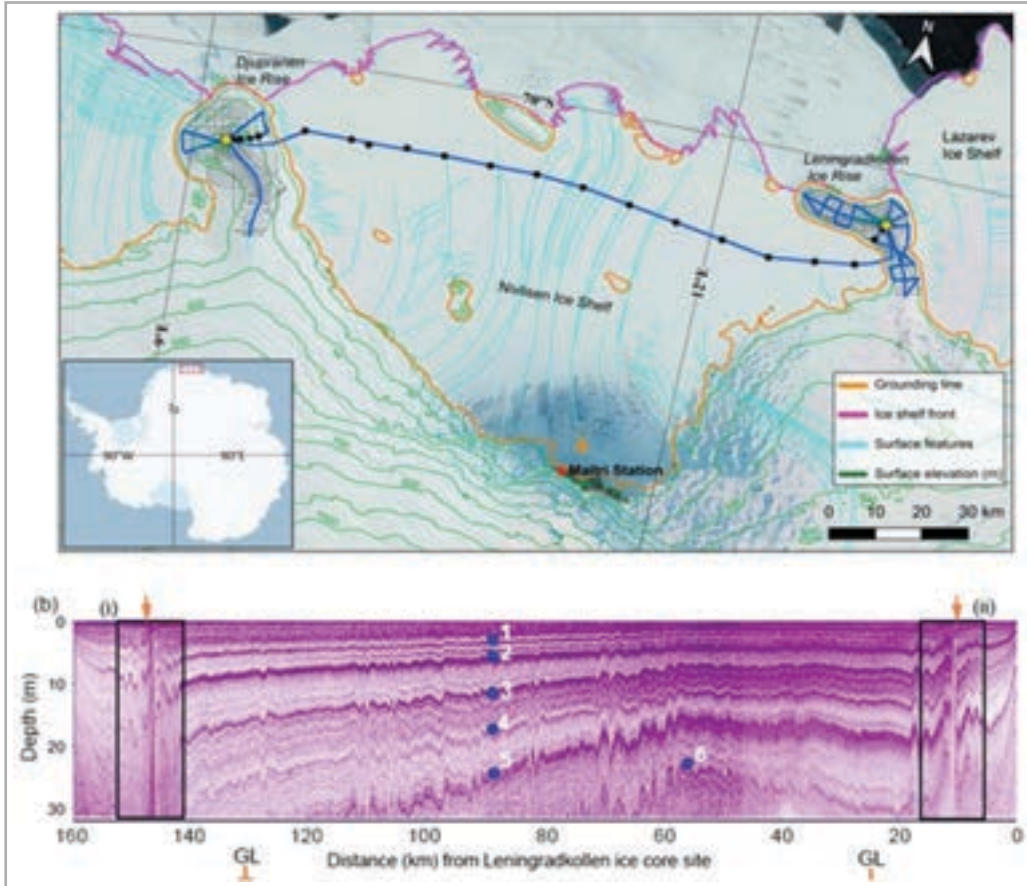
#### 1.1 निवलिसन आइस शेल्फ, सेंट्रल ड्रोनिंग मौंड लैंड, पूर्वी अंटार्कटिका का तीन दशक का सतह द्रव्यमान संतुलन

शैलो आइस-पेनेट्रेटिंग राडार साउंडिंग निवलिसन आइस शेल्फ के ~400 किमी से अधिक क्षेत्र के शीर्ष 35 मीटर में फ़र्न स्ट्रैटिग्राफी और दो आसन्न बर्फ उभार वाले ग्रिड पैटर्न में (जुप्रानेन और लेनिनग्रादकोलेन) विजुअलाइज करने के लिए संचालित किया गया था। छह परावर्तकों (आइसोक़ोन) को बर्फ उभार शिखरों से लिए गए दो बर्फ कोर का उपयोग करके ट्रैक और दिनांकित किया गया था, जिसमें से पिछले तीन दशकों में छह अवधि में सतह द्रव्यमान संतुलन (एसएमबी) पुनर्प्राप्त किया गया था। आइस शेल्फ में समग्र एसएमबी पैटर्न सभी अवधियों के

लिए समान रहा; तथापि, एसएमबी में पूर्व-पश्चिम कंट्रास्ट लेनिनग्रादकोलेन और जुप्रानेन ग्राउंडिंग लाइनों (चित्र 1.1) के बीच 1.5-2 के कारक से भिन्न होता है। स्थलाकृति, बर्फबारी और हवा के बीच जटिल अंतःक्रियाओं के कारण बर्फ के ऊपर एसएमबी पैटर्न अधिक विविध हैं।

#### 1.2 ध्रुवीय सूक्ष्म जीव विज्ञान और विगत जलवायु

लार्समन हिल्स की तीन झीलों अर्थात ब्रोक्नेस प्रायद्वीप में एलएच73 (11.8 kyr), मिरर प्रायद्वीपमें मोचौ झील (27 kyr) और स्टोर्नेस प्रायद्वीप में पप लैगून (7 kyr) से एकत्रित तलछट कोर पर बहु-प्रॉक्सी कार्बनिक और अकार्बनिक अध्ययन किए गए थे।



चित्र 1.1 जुप्रानेन और लेनिनग्रादकोलेन बर्फ के सतही राडार प्रोफाइल, पूर्वी अंटार्कटिका

### 1.2.1 झील LH73, लार्समैन हिल्स, पूर्वी अंटार्कटिका के तलछटी निक्षेपों से विकासवादी अनुमान

लार्समैन हिल्स के ब्रोक्नेस प्रायद्वीप में स्थित झील LH73 से अंतिम 11.8 kyr फैले एक 60 सेमी लंबे रेडियोकार्बन-डेटिड तलछट कोर का अनाज के आकार के अंशों, चुंबकीय संवेदनशीलता और डायटम बहुतायत के लिए अध्ययन किया जाता है। डायटम और ग्रेन फ्रैक्शन डेटा के आधार पर, यह अनुमान लगाया जाता है कि झील दक्षिण की ओर बर्फ की चादर से क्षतिग्रस्त प्रारंभिक-होलोसीन (11.8 से 7.2 ky BP) के दौरान एक प्रोग्लेशियल झील के रूप में बनी रही। झील का स्तर वर्तमान स्तर (4 मीटर) से कम से कम 3 मीटर अधिक था, जैसा कि बर्फ के बांध की उपस्थिति के कारण डायटम ट्रांसफर फ्रंक्शन से अनुमान लगाया गया था। बर्फ की चादर के पीछे हटने और 7.2 और 7 ky BP के बीच बर्फ के बांध के ढहने के परिणामस्वरूप झील एक अलग झील में परिवर्तित हो गई और झील का वर्तमान स्तर (4 मीटर) तक पहुंच गया।

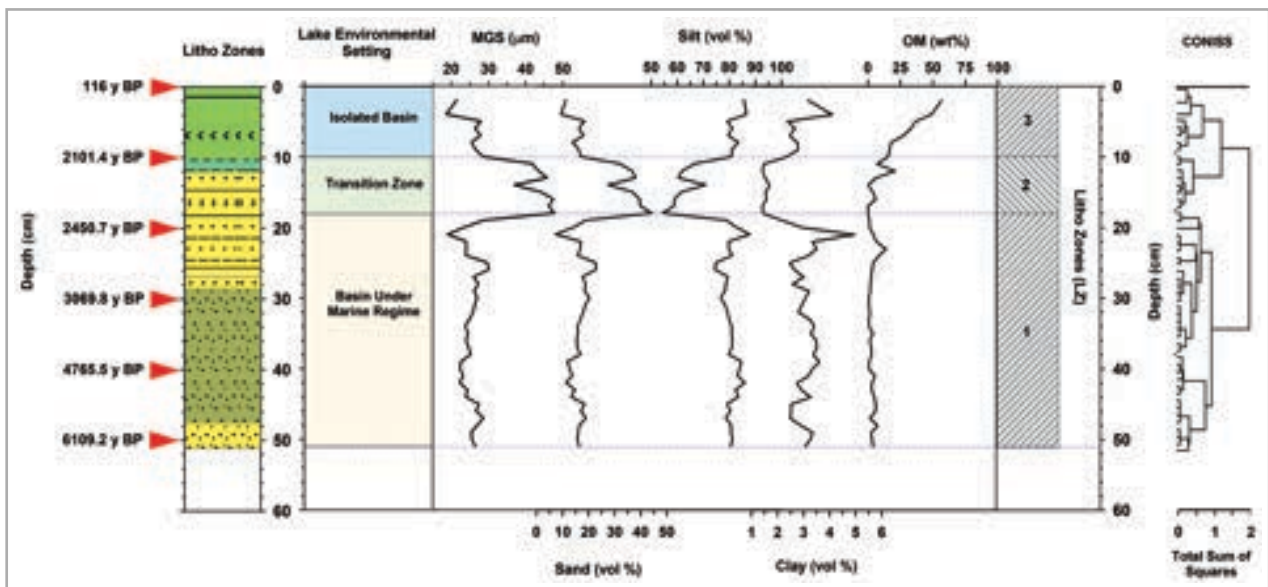
### 1.2.2 लार्समैन हिल्स, पूर्वी अंटार्कटिका में एक आइसोलेशन बेसिन में होलोसीन तलछट विज्ञान

पिछले 6109 वर्षों के दौरान पप लैगून से कण का आकार (रेत-गाद-मिट्टी) और एक तलछट कोर (51 सेमी) के कार्बनिक पदार्थ भिन्नताएं दो अलग-अलग परिवर्तनों में पर्यावरणीय परिवर्तनों पर जानकारी प्रदान

करती हैं, अर्थात्, (क) समुद्री प्रभाव के तहत, और (ख) एक अलग झील के रूप में (चित्र 1.2)। तीन क्लस्टर क्षेत्रों अर्थात् LZ 1 (6109 से 2427 वाई BP: समुद्री पर्यावरण), LZ 2 (2427 से 2101 साल BP: ट्रांजिशन जोन) और LZ 3 (2101 से 116 BP पेय जल का वातावरण) की पहचान की गई थी। LZ 1 में महीन कण तलछट (गाद) प्रमुख हैं, जो कम कार्बनिक पदार्थों के साथ ज्वारीय धाराओं से प्रभावित एक मजबूत हाइड्रोडायनामिक ऊर्जा स्थिति को दर्शाता है। संक्रमण अवधि (LZ 2) के दौरान उच्च रेत सामग्री समुद्री बर्फ से सबसे मजबूत हाइड्रोडायनामिक स्थिति और तलछट के जमाव को इंगित करती है। ~ 2101 y BP पर शुरू होने वाले OM (सायनोबैक्टीरियल बेंटिक मैट) की बढ़ती प्रवृत्ति झील के अलगाव को दर्शाती है। LZ 3 में अत्यधिक महीन तलछट (सिल्ट मृदा) से ऐसे संकेत मिलते हैं कि अभिनव काल के उत्तरार्द्ध के दौरान मृदु दक्षिणी ग्रीष्मकालीन स्थितियों की प्रतिक्रियास्वरूप मेल्टवॉटर व्युत्पन्न मलबे में कमी आई।

### 1.2.3 लैक्सिट्रन और स्थलीय वातावरण में हिमनद-होलोसीन जलवायु-संचालित बदलाव: पूर्वी अंटार्कटिक मोचौ झील से रॉक चुंबकीय और भू-रासायनिक साक्ष्य

पिछले 25,400 वर्षों के पर्यावरणीय इतिहास को सतह प्रक्रियाओं और मोचौ झील पारिस्थितिकी पर हिमनद-डिग्लेशियल जलवायु विविधताओं के प्रभाव को समझने के लिए भू-कालक्रम, लिथोलॉजी,



चित्र 1.2 टेक्सचरल मापदंडों की अस्थायी भिन्नता, कार्बनिक कार्बन, लिथोजोन की लिथोलॉजी और पप लैगून तलछट कोर की पुरा पर्यावरण सेटिंग्स।



रॉक चुंबकत्व और भू-रसायन विज्ञान का उपयोग करके पुनः सृजित किया गया था। पिछली हिमनद अवधि (25.4 से 18.8 cal.kyr बीपी) के दौरान, तेज हवाएं और बर्फ की जमाव-पिघलाव क्रिया ने सक्रिय रूप से ज्यादा ऊंचाई वाले पश्चिमी जलग्रहण का सामना किया जो झील के लिए एक प्रमुख अवसाद स्रोत था। हिमनद पर्यावरणीय परिस्थितियों ने एक सतत बारहमासी बर्फ-आच्छादित झील को उत्पन्न किया जिसके परिणामस्वरूप एनोक्सिया, कम अवसादन, प्राथमिक उत्पादन और हल्के खार वाली स्थितियां थी। उत्तरोत्तर, जैसे-जैसे हिमस्खलन की स्थिति 18.8 cal. के आसपास बढ़ी। kyr BP, बढ़े हुए जलग्रहण मेल्टवाटर प्रवाह ने अवसाद परिवहन को बढ़ाया और झील को एक पेय जल के बेसिन में बदल दिया, हालांकि स्थायी बर्फ-आच्छादन अभी भी कायम है।

### 1.3 भारतीय अंटार्कटिक स्टेशनों का संचालन और प्रबंधन अंटार्कटिका के लिए भारतीय वैज्ञानिक अभियान:

अंटार्कटिका के लिए 40वें भारतीय वैज्ञानिक अभियान (40-ISEA) को जनवरी 2021 में गोवा के मुर्मूगाओ से 43 भारतीय सदस्यों वाले अभियान पोत एमवी वासिली गोलोविनिन के साथ लॉन्च किया गया था। ऑस्ट्रेलिया की गर्मियों के दौरान भारतीय और मैत्री स्टेशनों को फिर से आपूर्ति करने और शीतकालीन दल के परिवर्तन के बाद, जहाज 10 अप्रैल 2021 को केप टाउन, दक्षिण अफ्रीका लौट आया। अंटार्कटिक विज्ञान में अंतर्राष्ट्रीय सहयोग की भावना से, एमवी वासिली गोलोविनिन ने केप टाउन से वापस लौटते समय थोड़ा चक्कर लगाया और दो दूरस्थ रूप से संचालित नॉर्वेजियन महासागर प्रेक्षण उपकरणों (एक समुद्री ग्लाइडर और सेल बॉय) को ~ 67 डिग्री दक्षिण में सफलतापूर्वक पुनर्प्राप्त किया। ये समुद्र प्रेक्षण प्रणालियाँ दक्षिणी महासागर के हिंद महासागर क्षेत्र में कम उपलब्ध सूचनाओं के अंतराल को भरने में सहायता करेंगी। अंटार्कटिका के 41-भारतीय वैज्ञानिक अभियान के लिए, जनशक्ति की भर्ती और नियुक्ति, जहाज और हेलीकॉप्टर किराए पर लेने, स्टेशनों की आपूर्ति के लिए खरीद आदि जैसी विस्तृत योजना बनाई गई थी।

## 2. हिमालय अध्ययन

### 2.1 चंद्रा बेसिन, पश्चिमी हिमालय में ग्लेशियोलॉजिकल अध्ययन

चंद्रा बेसिन (सूत्री ढाका, बटाल, बड़ा शिगरी, समुद्र टापू, गोपांग और कुंजम) पश्चिमी हिमालय के छह प्रतिनिधि हिमनदों की व्यवस्थित और दीर्घकालिक वैज्ञानिक जांच, बदलते जलवायु के साथ हिमालयी

हिमांकमंडल की प्रतिक्रिया को समझने के लिए जारी रखी गई। कुल हिमनदीकृत क्षेत्र ~ 300 वर्ग किमी को कवर करते हुए मई 2021 से अक्टूबर 2021 के दौरान छह हिमनद के लिए ग्लेशियोलॉजिकल फील्ड अभियान चलाए गए हैं। स्टेक नेटवर्किंग, जल स्तर डेटा संग्रह, बर्फ वेग और रिवरक्रॉस खंड माप, स्वचालित मौसम स्टेशन (एडब्ल्यूएस) डेटा संग्रह और रखरखाव, शीतकालीन बर्फ संचय के लिए स्नो पिट/स्नो कोरर माप, गोपांग ग्लेशियर पर कीनेमेटिक जीएनएसएस सर्वेक्षण जैसी विभिन्न क्षेत्रीय गतिविधियां और ग्लेशियर की सतह के विस्थापन के लिए प्रत्येक हिस्से के स्थान पर प्रोग्लेशियल झीलें, और स्थिर जीएनएसएस सर्वेक्षण किया गया।

### 2.2 चंद्रा बेसिन के मलबे से ढके ग्लेशियरों पर तापीय प्रतिरोध परिवर्तनशीलता

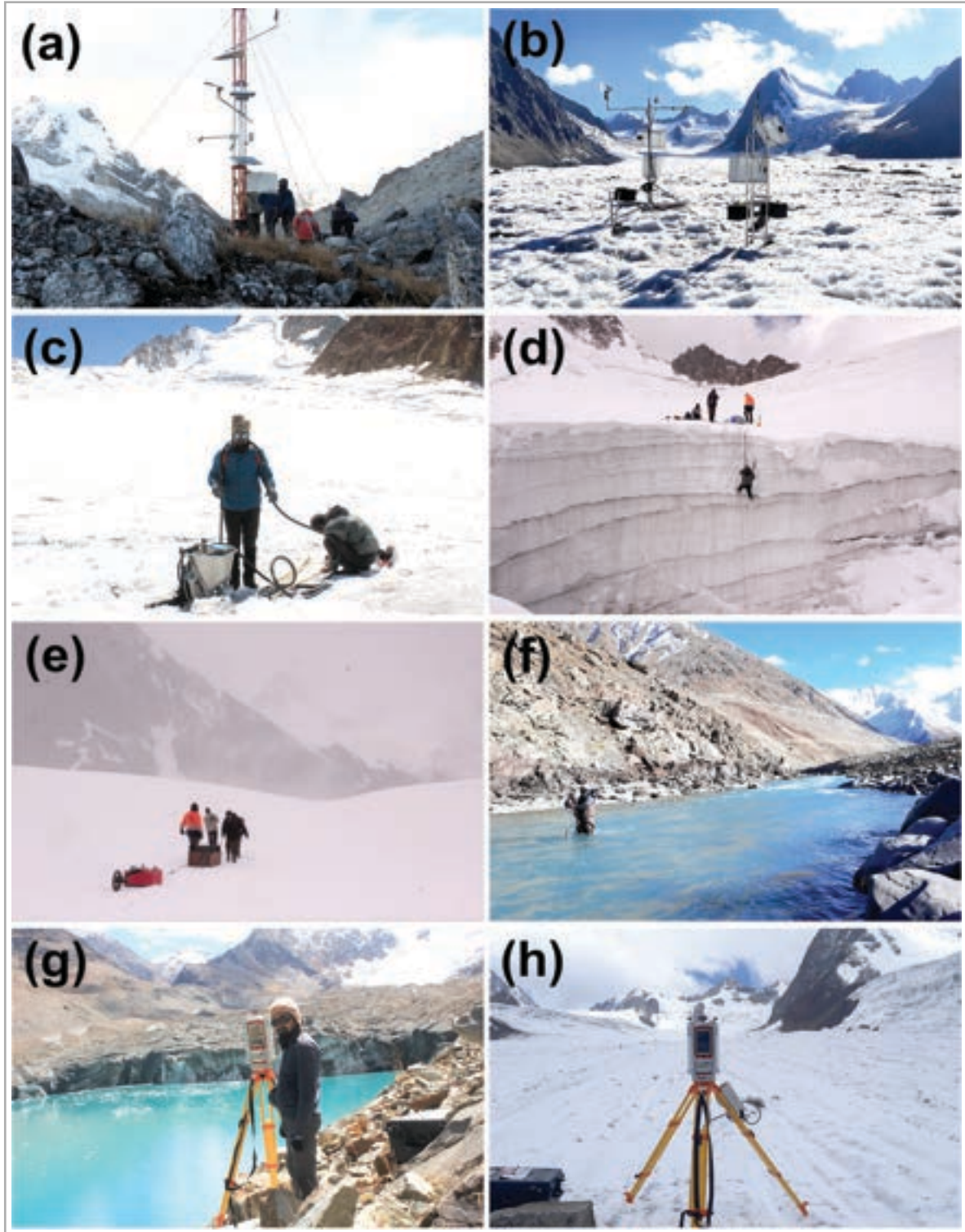
कई ग्लेशियरों के विकास को समझने के लिए तापीय प्रतिरोध एक महत्वपूर्ण सूचकांक है। यह मलबे के पैक की तापीय विशेषताओं का वर्णन करता है, जो ग्लेशियर के अपक्षरण के लिए मलबे की सतह से बर्फ में ऊष्मा हस्तांतरण का विश्लेषण करना महत्वपूर्ण है। 2016-2017 के दौरान चंद्रा बेसिन, पश्चिमी हिमालय में तीन ग्लेशियरों (बारा शिगरी, बटाल और कुंजम) पर मलबे के पैक की तापीय प्रतिरोधकता और इसके प्रभाव की जांच करने के लिए बिंदु-वार अपक्षरण दर, सुपरग्लेशियल मलबे की मोटाई और मलबे के तापमान का स्व-स्थाने क्षेत्र मापन किया गया था। अनुमानित वार्षिक तापीय प्रतिरोधकता 4100 मीटर asl (बारा शिगरी) में सबसे अधिक था और 5200 मीटर asl (कुंजम) में सबसे कम था। 5200 मीटर एएसएल पर, अपक्षरण और संचय के मौसम के दौरान इसी तरह की परिवर्तनशीलता देखी गई थी। अपक्षरण मौसम (जून से अक्टूबर) के दौरान, बढ़ती ऊंचाई के अनुसार तापीय प्रतिरोधकता में एक रैखिक प्रवृत्ति देखी गई। तापीय प्रतिरोधकता माप ने पतले मलबे के पैक के तहत कम प्रतिरोधकता ( $0.009 \pm 0.01$  एम 2 डिग्री CW-1) और मोटे मलबे के नीचे उच्च प्रतिरोधकता ( $0.55 \pm 0.09$  एम 2 डिग्री CW-1) को प्रकट किया। हमारे अध्ययन से पता चला है कि सुपरग्लेशियल मलबे की मोटाई इसकी उच्च तापीय प्रतिरोधकता के कारण हिमनद अपक्षरण को काफी कम कर देती है।

## 3. आर्कटिक में वैज्ञानिक अध्ययन

### 3.1 भारतीय ध्रुवीय एरोसोल नेटवर्क (POLAERNET)

ध्रुवीय क्षेत्रों पर जलवायु परिवर्तन का महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ रहा है। मानवजनित गतिविधियों के परिणामस्वरूप पृथ्वी के वायुमंडल में





चित्र 2.1: (क) ग्लेशियर स्ट्रैटिग्राफी सर्वेक्षण, (ख) मास-बैलेंस स्टेक इंस्टॉलेशन, (ग) ग्राउंड पेनेट्रेटिंग रडार (जीपीआर) सर्वेक्षण, (घ) उच्च-ऊंचाई वाले स्वचालित मौसम स्टेशन, (ङ) स्थलीय लेसर स्कैनर (टीएलएस) सुत्री ढाका ग्लेशियर पर सर्वेक्षण, और (च) गेपांग गाथ ग्लेशियर की प्रोग्लेशियल झील पर टीएलएस सर्वेक्षण।

एरोसोल की वृद्धि हुई है। बर्फ से ढकी सतह पर जमा सोखने वाले एरोसोल का स्नो एल्बिडो पर महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है। इसलिए, एरोसोल में परिवर्तनशीलता और उनके विकिरण प्रभाव को समझने के लिए ध्रुवीय क्षेत्रों पर एरोसोल का निरंतर प्रेक्षण बहुत महत्वपूर्ण है। भारत ध्रुवीय (आर्कटिक और अंटार्कटिक) और हिमालयी क्षेत्रों (चित्र 3.1) पर एरोसोल के दीर्घकालिक और निरंतर प्रेक्षण के लिए पोलरएरोसोल नेटवर्क (POLAERNET) विकसित कर रहा है। POLAERNET का मुख्य उद्देश्य ध्रुवीय क्षेत्र में एरोसोल और उनके गुणों में स्थानिक-अस्थायी भिन्नताओं व क्षेत्रीय और वैश्विक पैमानों पर उनके जलवायु प्रभाव को समझना है।

### 3.2 आर्कटिक में समुद्री-बर्फ की दशकीय परिवर्तनशीलता पर महासागरीय संवहन की भूमिका

हाल ही के दशक (2000-2019) पर महासागरीय क्षेत्रों और ऊर्ध्वाधर संवहन की भूमिका आर्कटिक में समुद्री-बर्फ की कमी की जांच एक वैश्विक महासागर समुद्री-बर्फ युग्मित मॉडल, सी आइस सिम्युलेटर के साथ मॉड्यूलर महासागर मॉडल (MOM-SIS) का उपयोग करके की जाती है। मॉडल ने आर्कटिक में सर्दियों (दिसंबर-फरवरी) और वसंत (मार्च-मई) में आर्कटिक के नॉर्वेजियन, बैरेंट्स और कारा समुद्री की तुलना में गर्मियों (जून-अगस्त) और शरद ऋतु

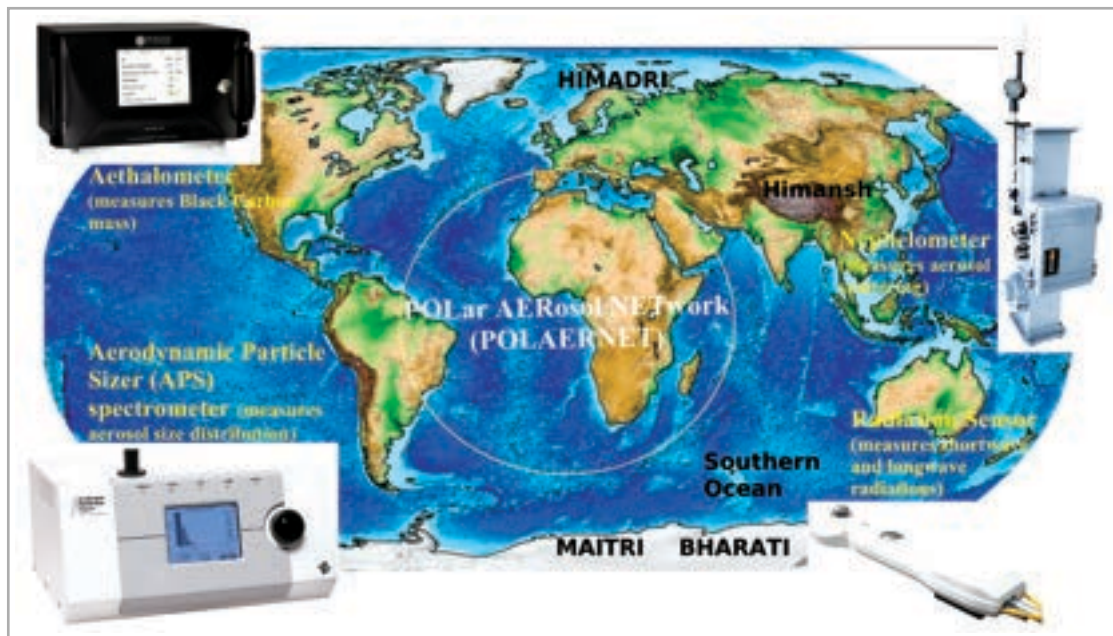
(सितंबर-नवंबर) मौसमों के दौरान समुद्री बर्फ सान्द्रता (एसआईसी) की अधिकतम दशकीय कमी और समुद्र की सतह के तापमान (एसएसटी) में वृद्धि को दिखाया। चित्र (3.2)। मिश्रित परत के भीतर हीट बजट विश्लेषण का उपयोग करते हुए, यह पुष्टि की गई है कि ताप प्रवाह से संबंधित वायुमंडलीय बल आर्कटिक में एसआईसी (एसएसटी) के दशकीय कमी (वृद्धि) के लिए सबसे प्रमुख भूमिका निभाते हैं। सर्दी और पतझड़ मौसम की तुलना में गर्मियों और वसंत ऋतुओं के दौरान नॉर्वेजियन सागर क्षेत्र में समुद्र के संवहन में कमी के साथ जुड़ी दशकीय परिवर्तनशीलता प्रमुख है।

वर्ष 2010-2019 और 2000-2009 के दशक के बीच दशकीय परिवर्तन प्रतिशत % स्केल (दाईं ओर) प्रतिशत (%) में भिन्नता दर्शाता है।

### 3.3 सूक्ष्मजीवविज्ञानी अध्ययन

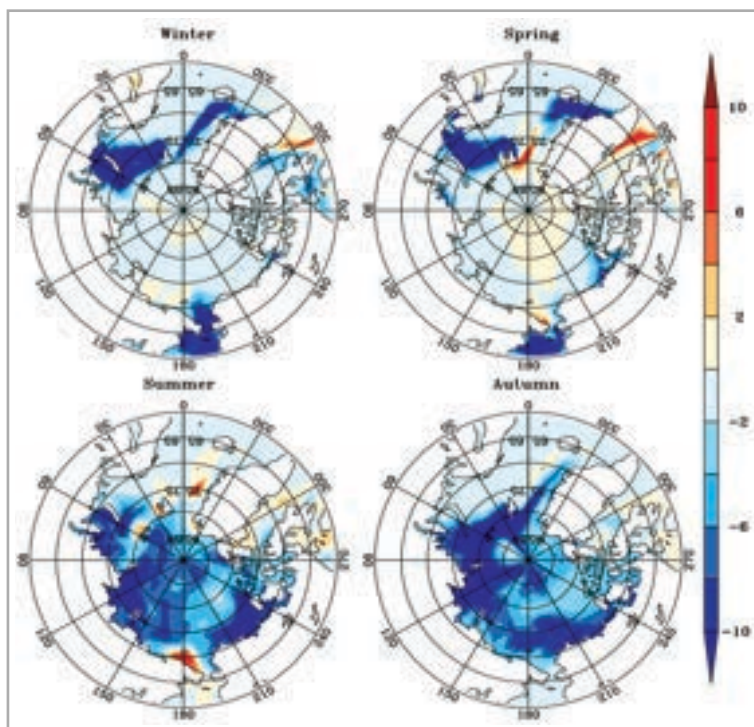
#### 3.3.1 कॉग्सफॉर्डन में जीवाणु समुदायों का फाइलोजेनेटिक नल मॉडलिंग

फाइलोजेनेटिक नल मॉडलिंग का प्रयोग करते हुए एक हाई आर्कटिक फिर्ड में समग्र जल स्तंभ में फ्री-लिविंग (FL) एवं पार्टिकल-एसोसिएटेड (PA) बैक्टीरियल समुदायों को असेम्बल करने वाले सेलेक्टिव एवं स्टॉकहैस्टिक (रैंडम) मैकेनिज्म के सापेक्षिक प्रभाव का



चित्र 3.1. POLAR Aerosol Network (POLAERNET) और स्थापित उपकरणों (या स्थापित किए जाने की योजना) के स्थान।





चित्र 3.2 एमओएम- एसआईएस का उपयोग करते हुए आर्कटिक में चार मौसमों (सर्दियों, वसंत, ग्रीष्म और शरद ऋतु) के दौरान समुद्री-बर्फ सांद्रता (एसआईसी) के मौसमी जलवायु विज्ञान में वर्ष 2010-2019 और 2000-2009 के दशक के बीच दशकीय परिवर्तन प्रतिशत % स्केल (दाईं ओर) प्रतिशत (%) में भिन्नता दर्शाता है।

परिमाण-निर्धारण किया गया था। चयनित मुक्त-जीवन और कण-संबद्ध पर काम करने वाली असेंबली प्रक्रियाएं सतही जल में समान होती हैं लेकिन गहरे पानी में तेजी से अलग हो जाती हैं (चित्र 3.3)। जैसे-जैसे गहराई बढ़ती है, मुक्त-जीवन समुदायों को छोड़कर कण-संबद्ध के लिए गहराई के साथ फैलाव सीमा और परिवर्तनशील चयन बढ़ता है, इससे कणों पर अधिक समय तक वर्गिकी बने रहने और कम नियमित डिकोलोनाइजेशन के संकेत मिले हैं।

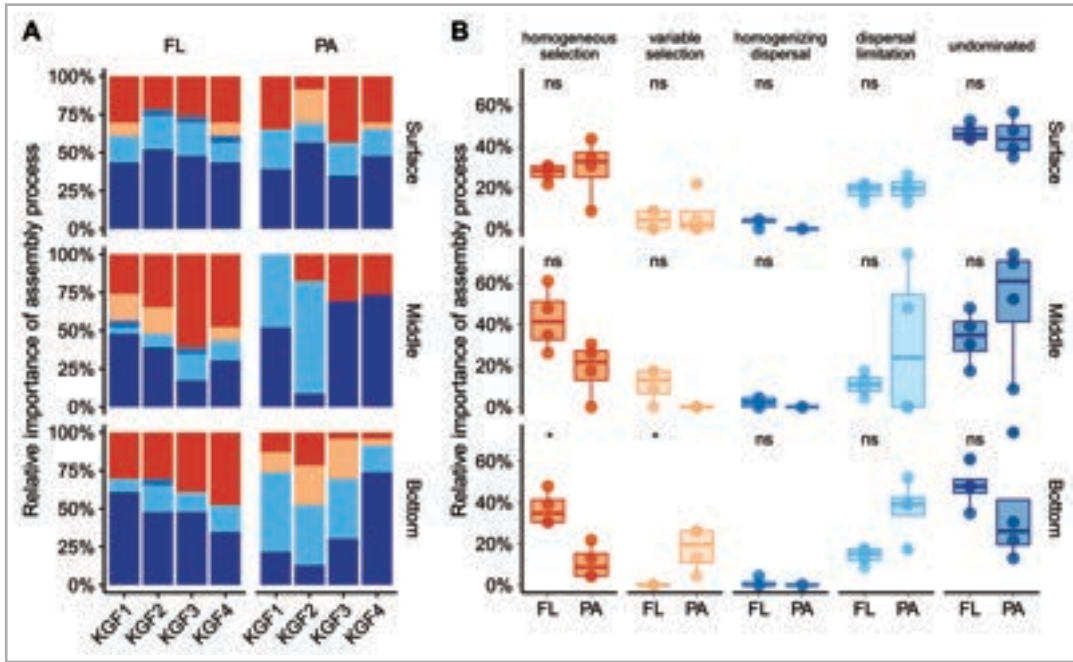
### 3.3.2 Midtre Lovénbreen ग्लेशियर फोरलैंड पारिस्थितिक तंत्र से मेटानिओम संकलित जीनोम (एमएजी)

मिडट्रे लोवेनब्रीन ग्लेशियर फोरलैंड से एकत्र किए गए मिट्टी के नमूनों का अध्ययन शॉटगन मेटाजिनोमिक एप्रॉच का उपयोग करके किया गया था। लगभग 130 मिलियन पेयरड -एंड सीक्वेंस रीड उत्पन्न करने के लिए 2X 150bp सीक्वेंस केमिस्ट्री का उपयोग करके कुल जीनोमिक डीएनए को निकाला गया और अनुक्रमित किया गया था। मेटाजिनोमिक्स ने ग्लेशियर फोरलैंड इकोसिस्टम के बीच कुल 140 मेटाजिनोम संकलित जीनोम (एमएजी) प्रदान किए। पुनर्निर्मित एमएजी में से, 10 नोवेल माइक्रोबियल केंडीडेट फाइला समूहों के थे। इसके अलावा, प्रोटीओबैक्टीरिया लाईनेज (अल्फा और गामा),

एक्टिनोबैक्टीरियोटा, बैक्टेरोइडोटा का प्रतिनिधित्व करने वाले एमएजी को मुख्य रूप से हाल ही में विघटित मिट्टी में पहचाना गया था। इसके विपरीत, एसिडोबैक्टीरियोटा और जेममैटिमोनेडोटा फाइलम से संबंधित एमएजी पुराने चरण के नमूनों पर हावी थे। मेटाबोलिक पूर्वानुमान विश्लेषण ने ग्लेशियर फोरलैंड पारिस्थितिक तंत्र में अलग मेटाबोलिक विविधता और जैव-भू-रासायनिक प्रक्रियाओं को भी दिखाया।

### 3.4 फाइटोप्लांकटन गतिशीलता और कॉग्सफॉर्डन का जैव-भू-रासायन

समुद्री-बर्फ में कमी और पिघलने वाले ग्लेशियर फोटोपीरियडस और क्षेत्रों को प्रभावित कर रहे हैं। यह बदले में फाइटोप्लांकटन गतिकी-आर्कटिक में खाद्यवेब के आधार को प्रभावित करता है। इन चल रहे परिवर्तनों को ध्यान में रखते हुए, कॉग्सफॉर्डन में फाइटोप्लांकटन ब्लूम पर भौतिक गतिकी और जैव-भू-रासायन की परस्पर क्रिया की जांच IndARC मूरिंग से निरंतर समय श्रृंखला का उपयोग करके की जाती है जो विभिन्न भौतिक और जैव-रासायनिक सेंसर युक्त है। डेटा, वार्षिक रूप से एक घंटे के अंतराल पर दर्ज किया जा रहा है। हाल ही के काम ने महत्वपूर्ण तरीके से नाइट्रेट परिवर्तनशीलता को आकार



चित्र 3.3 बैक्टीरिया समुदाय असेंबली प्रक्रियाओं का सापेक्ष महत्व (क) असेंबली और आकार अंश द्वारा अलग किया जाता है, और (ख) सतह, मध्य और नीचे की गहराई में आकार खंड और असेंबली प्रक्रिया द्वारा अलग किया जाता है। (ख) में तारांकन विलकॉक्सन परीक्षण का उपयोग करके पी < 0.05 को दर्शाते हैं। NS = सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण रूप से भिन्न नहीं है।

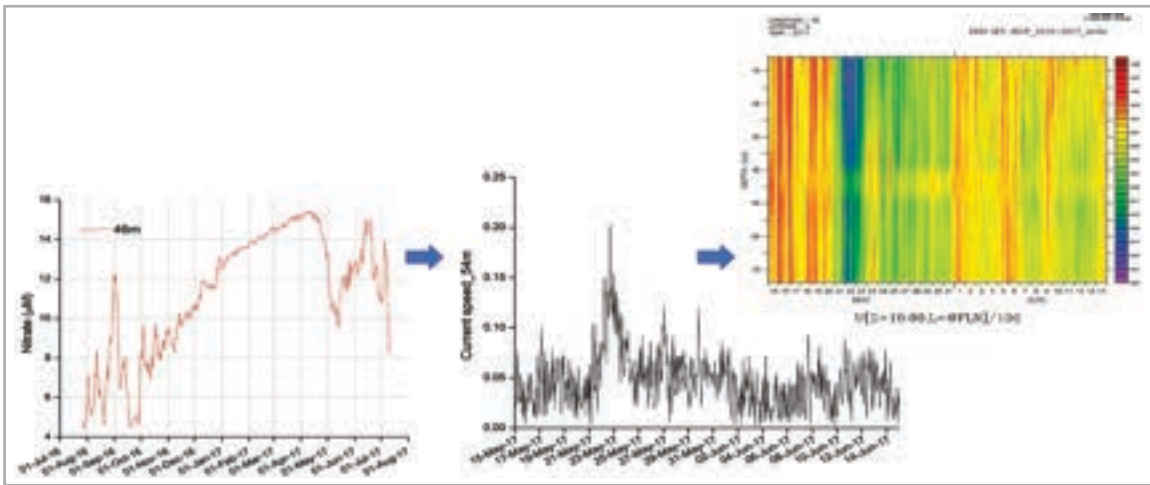
देने वाली हवाओं और धाराओं में उच्च आवृत्ति दोलनों के योगदान का खुलासा किया है (चित्र 3.4)

#### 4. दक्षिणी महासागर अध्ययन

##### 4.1 भारतीय मानसून वर्षा और दक्षिणी महासागर के समुद्री बर्फ के आवरण के बीच संभावित संबंध

1979 से 2016 (38 वर्ष) तक महासागर-वायुमंडल-समुद्री बर्फ

प्रणाली के बीच होने वाली भौतिक प्रक्रियाओं के अंतःक्रिया द्वारा दक्षिणी महासागर और भारतीय ग्रीष्मकालीन मानसून वर्षा (आईएसएमआर) पर उपग्रह-व्युत्पन्न समुद्री बर्फ के बीच संबंध का पता लगाया गया था। लेड-लैग क्रॉस सहसंबंध ने बेलिंग्सहॉसन-अमुंडसेन सागर (बीएस) पर दक्षिणी महासागर समुद्री बर्फ (एसओएसआई) सीमा और आईएसएमआर के बीच एक महत्वपूर्ण



चित्र 3.4: जून-जुलाई 2017 में कॉम्सफजॉर्डन में तेज धाराओं के साथ नाइट्रेट स्पाइक

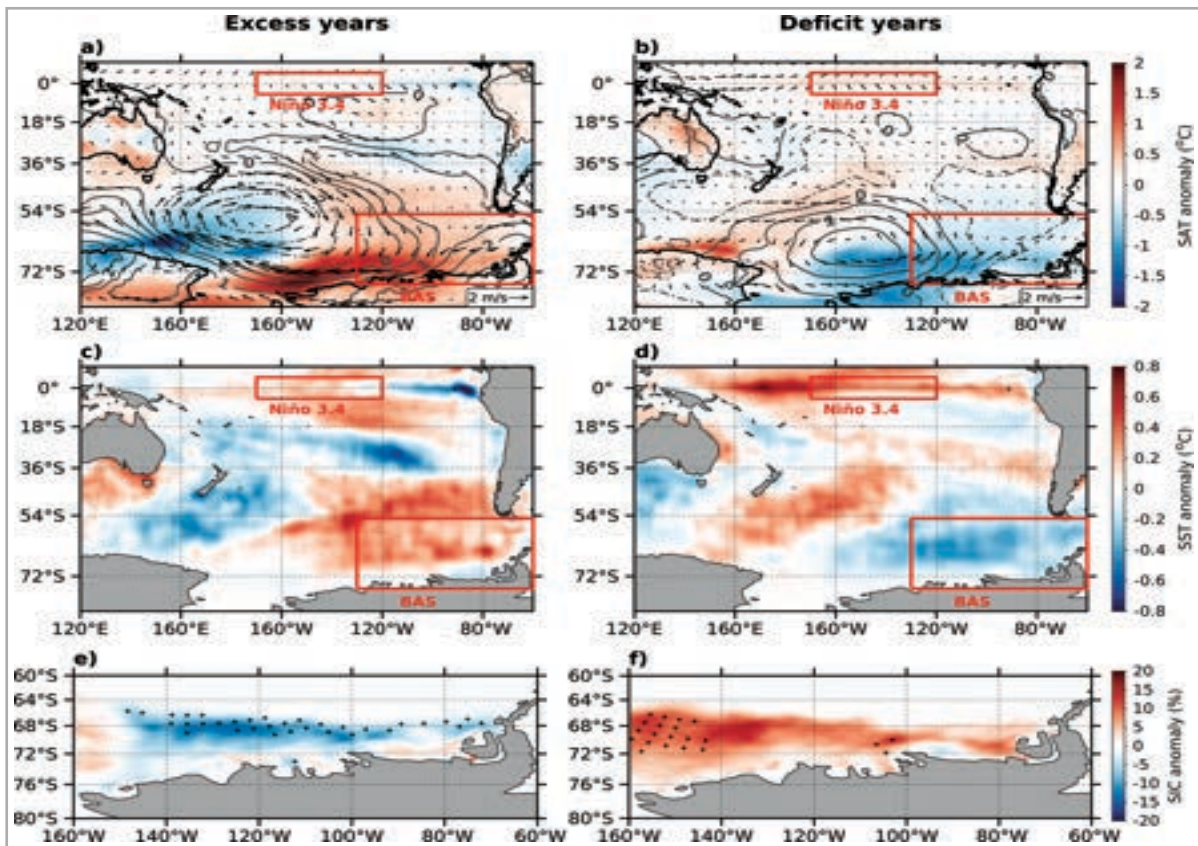


संबंध का संकेत दिया। सबसे महत्वपूर्ण संबंध ऑस्ट्रेल शरद ऋतु (आर = -0.5, पी < 0.05) में प्राप्त किया गया था, जहां एसओएसआई सीमा आईएसएमआर को 2-3 महीने तक ले जाती है। ऑस्ट्रेल के शरद ऋतु के मौसम में बीएस और रॉस सागर के ऊपर वायुमंडलीय परिसंचरण पैटर्न का विश्लेषण अत्यधिक वर्षा घटना वर्षों के संयोजन का उपयोग करके किया गया था। अत्यधिक कम वर्षा के वर्षों में विषम चक्रवाती (एंटीसाइक्लोनिक) हवा के पैटर्न दिखाई दिए, जिसके कारण विषम सकारात्मक (नकारात्मक) हवा का तापमान हुआ जिसने बीएस (चित्रा 4.1 क-घ) में विषम नकारात्मक (सकारात्मक) समुद्री बर्फ की स्थितियां पैदा की। इसलिए, अत्यधिक वर्षा (कम) की घटनाओं को बीएस (चित्रा 4.1 ड-च) में एक बड़ी नकारात्मक (सकारात्मक) विषम समुद्री बर्फ की स्थिति के अनुरूप देखा गया। यह जुड़ाव संभवतः अल नीनो-दक्षिणी दोलन (ईएनएसओ) से जुड़े समुद्री सतह के तापमान (एसएसटी) परिवर्तनशीलता के माध्यम से हुआ। इसलिए, SOSI

सीमा, Niño3.4 SST और ISMR में सुसंगतता, परिवर्तनशीलता के प्रमुख मोड और सामान्य आवृत्ति वितरण का पता लगाने के लिए तरंगिका विश्लेषण किया गया था। वर्णक्रमीय और तरंगिका विश्लेषण परिणामों से पता चला है कि SOSI सीमा और ISMR में ENSO के समान 2-8 वर्षों के आवृत्ति बैंड में प्रमुख दोलन हैं। ध्रुवीय और उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों के बीच जटिल संबंधों की बेहतर समझ से आईएसएमआर की बेहतर भविष्यवाणी में मदद मिलेगी। इसलिए, देखे गए संबंध को भविष्य के कार्यों के लिए इनपुट के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है ताकि एसओएसआई स्थितियों को उष्णकटिबंधीय युग्मित महासागर-वायुमंडलीय प्रक्रियाओं के साथ भौतिक रूप से जोड़ा जा सके।

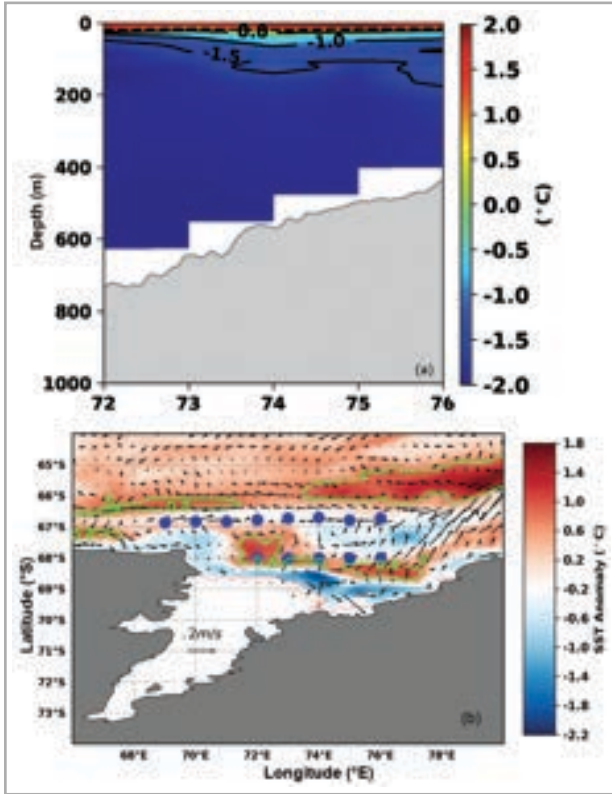
### 4.2 आस्ट्रेल ग्रीष्म ऋतु 2016-17 में प्राइड्ज बे पूर्वी अंटार्कटिका की में विषम वार्षिक के कारण और प्रभाव

अंटार्कटिका के तटीय जल की समझ जलवायु परिवर्तन के लिए



चित्र . 4.1. अत्यधिक वर्षा वाले वर्षों (क), (ग), और (च) कम वर्षा वाले वर्षों (ख, घ, च) के अनुरूप ऑस्ट्रेल शरद ऋतु (मार्च-मई) के लिए समग्र विसंगति मानचित्र (क-ख) 2 मीटर सतह हवा का तापमान (रंग छायांकित), औसत समुद्र स्तर दबाव (समोच्च), और 10 मीटर हवाएं (एरो)। (ग-घ) समुद्र की सतह का तापमान। (ड-च) समुद्री बर्फ सांद्रता। (ड) और (च) में आंकड़े रेखा छाया समुद्री बर्फ सांद्रता और भारतीय ग्रीष्मकालीन मानसून वर्षा के बीच महत्वपूर्ण सहसंबंध (पी < 0.05) के क्षेत्रों को दर्शाते हैं। लाल बक्से नीनो 3.4 के क्षेत्रों को दर्शाते हैं।

महासागर-बर्फ प्रणाली की प्रतिक्रिया को निर्धारित करने में महत्वपूर्ण है। इस अध्ययन में, हाइड्रोग्राफ डेटा का उपयोग करके ऑस्ट्रल वार्मिंग (चित्र 4.2 (क) के दौरान प्राइड्ज़ खाड़ी में विषम वार्मिंग ( $>1^{\circ}\text{C}$ ) के प्रेक्षण संबंधी साक्ष्य प्रदान किए गए थे। यद्यपि वार्मिंग  $68^{\circ}\text{S}$ ,  $74^{\circ}\text{E}$  पर केंद्रित थी, Amery Ice शेल्फ के पास गर्म पानी की उपस्थिति भी देखी गई थी। अध्ययन ने उपग्रह और पुनः विश्लेषण डेटा का उपयोग करके इस विषम वार्मिंग के कारणों और प्रभावों का पता लगाया। यह सुझाव दिया गया कि  $72^{\circ}\text{E}$  and  $75^{\circ}\text{E}$  के बीच प्राइड्ज़ खाड़ी के शेल्फ क्षेत्र की ओर गर्म पानी का संवहन मिश्रित परत वार्मिंग (चित्र 4.2 ख) के लिए मुख्य चालक था। सतही ऊष्मा प्रवाह ने प्रेक्षित वार्मिंग में कमजोर भूमिका निभाई। सामान्य पैटर्न की तुलना में प्रेक्षण अवधि के दौरान गर्म पानी का संवहन और सतही परिसंचरण विषम थे। विश्लेषण ने आगे पुष्टि की कि वार्मिंग के कारण प्राइड्ज़ खाड़ी क्षेत्र में समुद्री बर्फ और क्लोरोफिल में भारी कमी आई है। अध्ययन से पता चलता है कि क्षेत्रीय समुद्र विज्ञान प्रक्रियाओं का समुद्री बर्फ और अंटार्कटिका के तटीय समुद्रों की जैविक उत्पादकता पर महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है।



चित्र 4.2 (क) 68 डिग्री दक्षिण में तापमान का वरटिकल वितरण और (ख) जनवरी 2017 के दौरान HYCOM एसएसटी विसंगतियों पर HYCOM सतह धाराओं की विसंगतियां

### 4.3 पिछली जलवायु और समुद्री परिवर्तनशीलता

#### 4.3.1 दक्षिणी महासागर के भारतीय क्षेत्र में समुद्र की सतह के तापमान में परिवर्तन सहस्राब्दी समयमान पर भारतीय मानसून परिवर्तनशीलता को नियंत्रित करते हैं

दक्षिणी महासागर के भारतीय क्षेत्र से पिछले  $\sim 40,000$  वर्षों के पहले उच्च-रिज़ॉल्यूशन (शताब्दी-पैमाने) मात्रात्मक समुद्री सतह तापमान (एसएसटी) डेटा का उपयोग भारतीय मानसून प्रणाली पर दक्षिणी गोलार्ध के प्रभाव की जांच के लिए किया जाता है। नव निर्मित एसएसटी रिकॉर्ड और उन्नत कंप्यूटर सिमुलेशन से संकेत मिलता है कि दक्षिणी महासागर के भारतीय क्षेत्र के मध्य अक्षांशों के सतह के तापमान ने भारतीय ग्रीष्मकालीन मानसून की दीर्घकालिक परिवर्तनशीलता को नियंत्रित किया, जिससे सहस्राब्दी पैमाने पर मानसून की तीव्रता में बदलाव आया।

#### 4.3.2 मध्य प्लियोसीन गर्म अवधि के दौरान उच्च दक्षिण एशियाई ग्रीष्मकालीन मानसून वर्षा - उच्च CO<sub>2</sub> और ग्लोबल वार्मिंगकी अवधि

अरब सागर से IODP अभियान 355 के दौरान एकत्रित तलछट में भू-रासायनिक प्रॉक्सी का उपयोग करके एक अध्ययन इंडो-नॉर्वेजियन PACT (प्लियोसीन आर्कटिक क्लाइमेट टेलीकनेक्शन) परियोजना के तहत किया गया था। यह पाया गया कि एमपीडब्ल्यूपी की गर्म अवधि के दौरान मानसून की वर्षा तेज हो गई। परिणाम आगे बताते हैं कि निकट भविष्य में बढ़ी हुई वैश्विक गर्मी और CO<sub>2</sub> सांद्रता के कारण भारतीय मानसून की वर्षा में भी वृद्धि होगी। इसके अतिरिक्त, यह पाया गया है कि आईएनएचजी की शुरुआत के करीब 2.95 मिलियन वर्ष पहले मानसून उच्च औसत स्थिति में स्थानांतरित हो गई थी, शायद इंडोनेशियाई श्रूप्लो (आईटीएफ) के विवर्तनिक रूप से प्रेरित पुनर्नियोजन के कारण, जिसने दक्षिणी भूमध्यरेखीय हिन्द महासागर में पानी का स्रोत (ठंडा) बदल कर क्रॉस-इक्वेटोरियल दबाव प्रवणता को बढ़ाया।

#### 4.3.3 पिछली ग्लोबल वार्मिंग अवधि (एमपीडब्ल्यूपी) के दौरान आर्कटिक महासागर में वर्तमान के अनुरूप ज्यादा मजबूत स्तरीकरण पाया गया

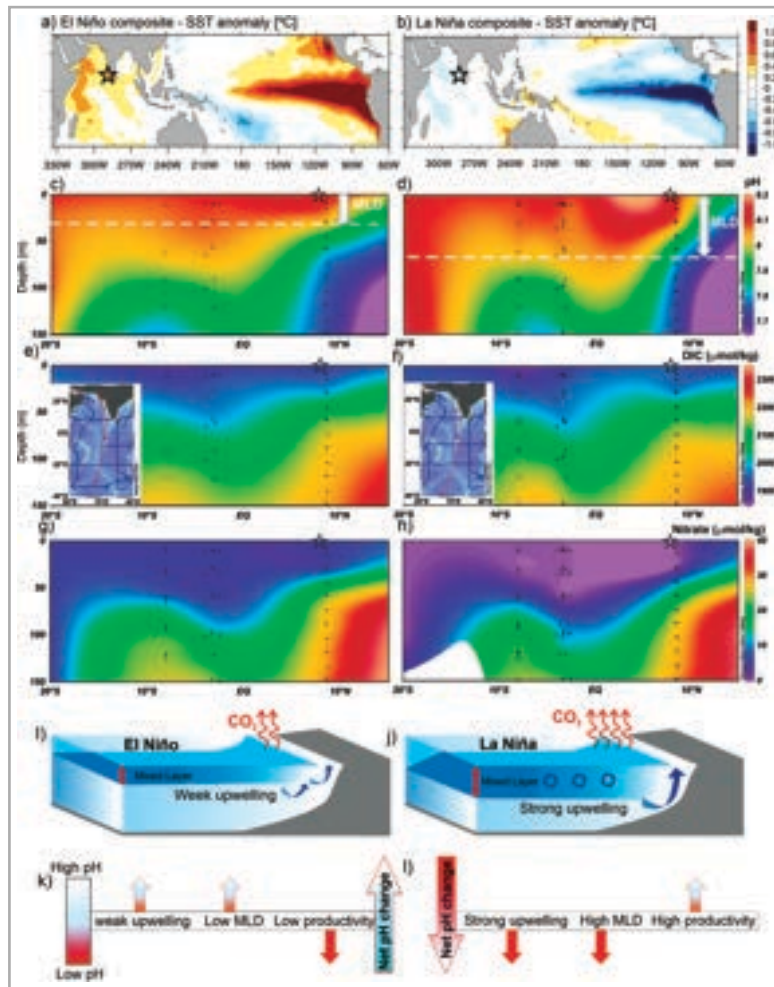
आर्कटिक महासागर पर ग्लोबल वार्मिंग के प्रभाव के बारे में हमारी समझ में सुधार करने के लिए, मध्य-प्लियोसीन गर्म अवधि (एमपीडब्ल्यूपी, लगभग 3 मिलियन वर्ष पूर्व) जैसी समान परिस्थितियों वाली पिछली जलवायु की जांच करने की आवश्यकता है, जबकि CO<sub>2</sub> सांद्रता और गर्मी निकट भविष्य में अपेक्षा के अनुरूप थी। हमारे अध्ययन से पता चलता है कि उच्च समुद्री बर्फ पिघलने, भीतरी इलाकों से नदी के निर्वहन, और उत्तरी अटलांटिक वर्तमान प्रवाह के

कारण एमपीडब्ल्यूपी की गर्म अवधि के दौरान स्तरीकरण अधिक मजबूत था। हमारे परिणामों का अर्थ है कि ग्लोबल वार्मिंग के वर्तमान परिदृश्य में, हम आर्कटिक में मजबूत स्तरीकरण और ऊपरी परत के ताजा होने की उम्मीद करते हैं जिससे अधिक समुद्री बर्फ पिघल सकती है।

#### 4.3.4 लक्षद्वीप कोरल के बोरॉन समस्थानिकों से अरब सागर का सतही पीएच रिकॉर्ड (1990–2013)-प्रवृत्ति, परिवर्तनशीलता और नियंत्रण

समुद्र पीएच के इन्स्ट्रूमेंटल रिकॉर्ड और कोरल के बोरॉन आइसोटोप ( $\delta^{11}\text{B}$ ) संरचना का उपयोग करते हुए इसका पुनर्निर्माण एक दीर्घकालिक समुद्र अम्लीकरण (ओए) प्रवृत्ति को प्रदर्शित करता है जो प्रशांत और अटलांटिक दोनों महासागरों में बड़े स्थानिक-अस्थायी परिवर्तनशीलता द्वारा प्रदर्शित किए जाते हैं। हमारी जांच से पता चलता

है कि भौतिक समुद्र विज्ञान संबंधी प्रक्रियाएं, उदाहरण के लिए, अल नीनो-दक्षिणी दोलन (ईएनएसओ) द्वारा संशोधित अपवेलिंग, डाउनवेलिंग और संवहनी मिश्रण बड़े पैमाने पर सतह पीएच परिवर्तनशीलता को नियंत्रित करते हैं और अप्रत्यक्ष रूप से मानवजनित  $\text{CO}_2$  वृद्धि के परिणामस्वरूप अपेक्षित दीर्घकालिक ओए प्रवृत्ति को नियंत्रित करते हैं। भविष्य के वार्मिंग परिदृश्य में ईएनएसओ घटनाओं की आवृत्ति और आयाम में वृद्धि की मॉडल-आधारित पूर्वानुमान और सतही जल पीएच की प्रेक्षित की गई ईएनएसओ निर्भरता को मिलाकर, हम इस क्षेत्र (चित्र 4.3) में अधिक लगातार और बड़ी पीएच परिवर्तनशीलता ("पीएच चरम") का पूर्वानुमान व्यक्त करते हैं। इस तरह के पीएच चरम और उनकी घटनाएं अरब सागर और अन्य समान समुद्री सेटिंग्स में कोरल और अन्य कैल्सीफायर के लचीलेपन और अनुकूलन क्षमता के लिए महत्वपूर्ण हो सकती हैं।



चित्र 4.3 पीएच परिवर्तनशीलता पर अल नीनो-दक्षिणी दोलन के प्रभाव को दर्शाने वाले स्केमेटिक्स



## अध्याय 5 भूकंप विज्ञान और भूविज्ञान अनुसंधान (सेज)

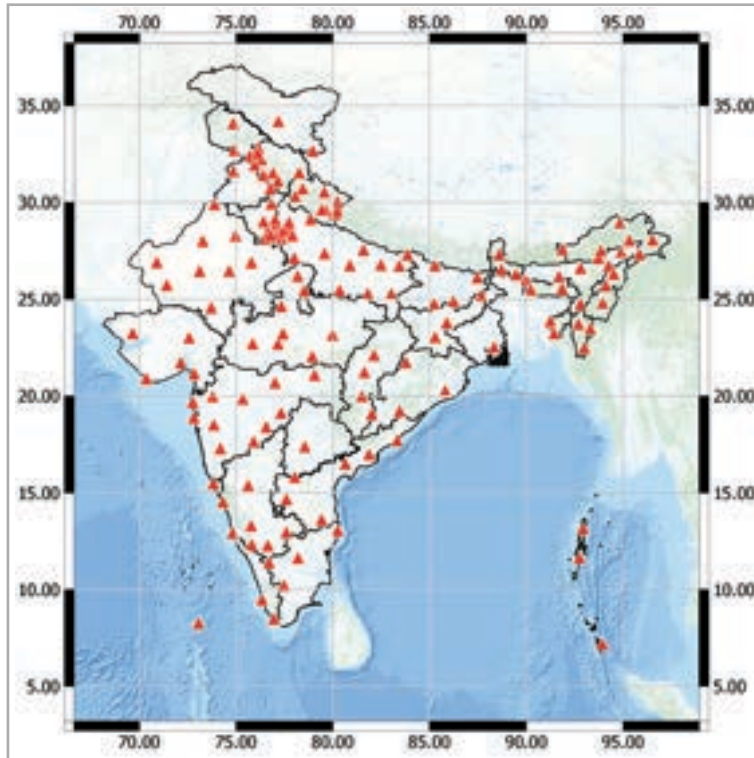
### 5.1 प्रेक्षण भूकंप विज्ञान, भूकंप निगरानी और सेवाएं:

राष्ट्रीय भूकंप विज्ञान केंद्र (एनसीएस), पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय का एक संबद्ध कार्यालय, देश में भूकंप घटना की निगरानी के लिए भारत सरकार की नोडल एजेंसी है। राष्ट्रीय भूकंप विज्ञान केंद्र वर्तमान में 150 केन्द्रों के राष्ट्रीय भूकंपीय नेटवर्क (एनएसएन) का रखरखाव करता है, जिनमें से प्रत्येक में इसके 24x7 निगरानी केन्द्र के माध्यम से भूकंप घटना की चौबीसों घंटे निगरानी के लिए अत्याधुनिक उपकरण हैं, जिनमें भूकंपीय ब्रॉडबैंड वेग सेंसर, एक्सलेरोमीटर और डेटा अधिग्रहण प्रणालियां शामिल हैं। देश के अधिकांश भागों में 3.0 या उससे अधिक तीव्रता के किसी भी भूकंप का पता लगाने के लिए परिचालन क्षमता में सुधार हेतु 35 नई भूकंपीय वेधशालाओं को जोड़ने के साथ मौजूदा राष्ट्रीय भूकंपीय नेटवर्क मजबूत होकर अब 150 केन्द्रों स्टेशनों तक हो गया है (चित्र 5.1)। राष्ट्रीय भूकंप विज्ञान केंद्र, नई दिल्ली में स्थापित एक सेंट्रल रिसीविंग स्टेशन (सीआरएस) रीयल-टाइम मोड में फील्ड स्टेशनों से डिजिटल वेबफॉर्म डेटा प्राप्त करता है। प्रारंभिक भूकंप स्रोत

पैरामीटर देश में भूकंप आने के तुरंत बाद विभिन्न उपयोगकर्ता एजेंसियों को निर्धारित और प्रसारित किए जाते हैं।

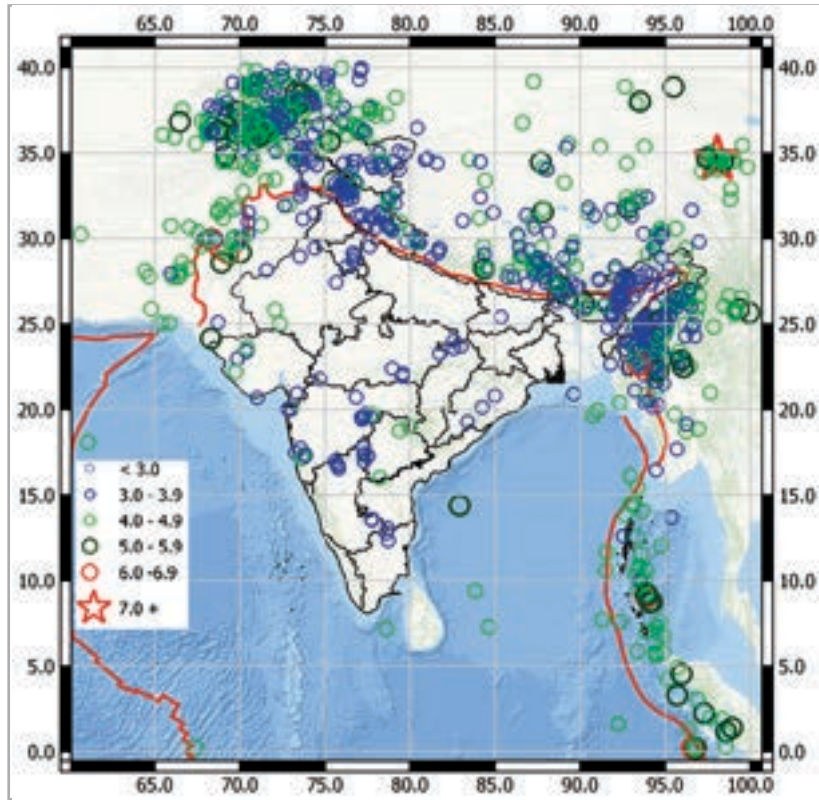
राष्ट्रीय भूकंप विज्ञान केंद्र भूकंप बुलेटिन तैयार करता है और भूकंप आने के 5 मिनट के भीतर सभी उपयोगकर्ता एजेंसियों और आपदा प्रबंधन प्राधिकरणों को भूकंप के पैरामीटरों के बारे में जानकारी प्रसारित करता है। राष्ट्रीय भूकंप विज्ञान केंद्र देश में कहीं भी होने पर, यदि कोई आफ्टरशॉक और स्वार्म गतिविधि होती है, तो उसकी निगरानी में भी शामिल है। पूरे देश में 2.5 तीव्रता तक भूकंप की पहचान क्षमता को बढ़ाने और भूकंप शमन प्रयासों के लिए स्थान क्षमताओं को बढ़ाने के लिए अगले 5 वर्षों में 100 और भूकंपीय केन्द्रों के साथ मौजूदा राष्ट्रीय भूकंपीय नेटवर्क को मजबूत करने की योजना है।

इन सभी नेटवर्क केन्द्रों से एकत्र किए गए डेटा को आईएमडी मुख्यालय, लोदी रोड, नई दिल्ली में स्थित राष्ट्रीय भूकंप विज्ञान केंद्र के राष्ट्रीय भूकंपीय डेटाबेस केंद्र (एनएसडीसी) में व्यवस्थित रूप से संकलित, संसाधित, विश्लेषित और संग्रहित किया जाता है। भूकंप



चित्र 5.1: 150 केन्द्रों के साथ देश का राष्ट्रीय भूकंपीय नेटवर्क





चित्र 5.2: जनवरी से नवंबर, 2021 के दौरान आए भूकंपों के परिमाणवार वर्गीकरण का अधिकेन्द्रवार मानचित्र

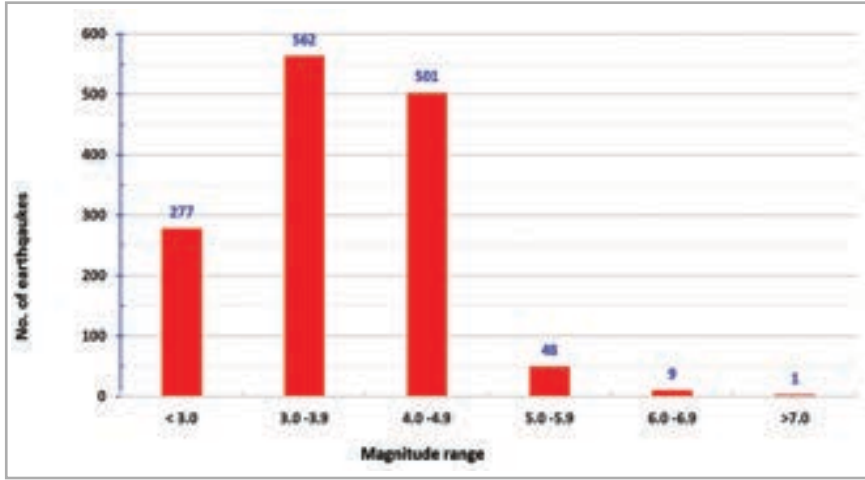
डेटा/सूचना और भूकंपनीयता रिपोर्टें विभिन्न उपयोगकर्ता एजेंसियों जैसे बीमा कंपनियों, औद्योगिक इकाइयों, नदी घाटी परियोजनाओं और अनुसंधान उद्देश्यों के लिए भारत और विदेशों में विभिन्न वैज्ञानिक, अकादमिक और अनुसंधान एवं विकास संस्थानों को भेजी जाती हैं। भूकंप संबंधी डेटा और भूकंप संबंधी जानकारी राहत और पुनर्वास उपायों, भूकंप आपदा शमन और प्रबंधन से संबंधित मामलों, भूकंपीय क्षेत्रीकरण आदि से संबंधित विभिन्न एजेंसियों को भी प्रदान की जाती हैं। पुरानी प्रसार प्रणाली का प्रतिस्थापन भूकंप पैरामीटरों के प्रसार के लिए एकीकृत प्रसार प्रणाली के लिए कस्टमाइज्ड सॉफ्टवेयर के विकास के साथ प्रारंभ किया जा रहा है। राष्ट्रीय भूकंप विज्ञान केंद्र के मोबाइल ऐप में मूल्यवर्धित सेवाएं हैं तथा इसका नाम बदल कर 'भूकंप' कर दिया गया है।

पिछले 11 महीनों (जनवरी-नवंबर 2021) के दौरान, कुल 1265 भूकंपों की पहचान की गई और उनकी सूचना दी गई (चित्र 5.2)। इन भूकंपों में से, 56 भूकंप 5.0 और उससे अधिक तीव्रता के हैं। रिपोर्टिंग अवधि के दौरान भूकंप का परिमाणवार वितरण हिस्टोग्राम के रूप में चित्र 5.3 में दर्शाया गया है।

महत्वपूर्ण घटनाओं से संबंधित सूचना उस क्षेत्र में राहत और बचाव अभियानों में लगी सभी संबंधित राज्य और केंद्र सरकार की एजेंसियों को संचार के विभिन्न माध्यमों जैसे मोबाइल-ऐप भूकंप, एसएमएस, फैक्स, ईमेल, ट्विटर और फेसबुक के माध्यम से प्रदान की जाती हैं तथा राष्ट्रीय भूकंप विज्ञान केन्द्र की वेबसाइट ([www.seismo.gov.in](http://www.seismo.gov.in)) पर मूल्यवर्धित उत्पादों के साथ प्रकाशित की जाती हैं। सामान्य परंपरा के अनुसार, भूकंप बुलेटिन मासिक आधार पर तैयार किए गए और (<https://seismo.gov.in/monthly-reports>) पर संग्रहीत किए गए और अंतर्राष्ट्रीय भूकंपीय केंद्र को भेजे गए।

### 5.1.1 दिल्ली राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र (एनसीआर) के भूकंपों की निगरानी

अप्रैल-अगस्त 2020 के दौरान दिल्ली क्षेत्र में भूकंपीयता में तेजी के कारण, स्थानीय स्तर पर भूकंपीय नेटवर्क को मजबूत करने और दिल्ली क्षेत्र में प्रमुख भ्रंशों के चित्रण/लक्षण वर्णन के लिए कुछ विशिष्ट अध्ययन करने का निर्णय लिया गया था। तदनुसार, राष्ट्रीय भूकंप विज्ञान केन्द्र द्वारा दो सर्वेक्षण अर्थात् मैनेटोटेलेरिक (एमटी) और



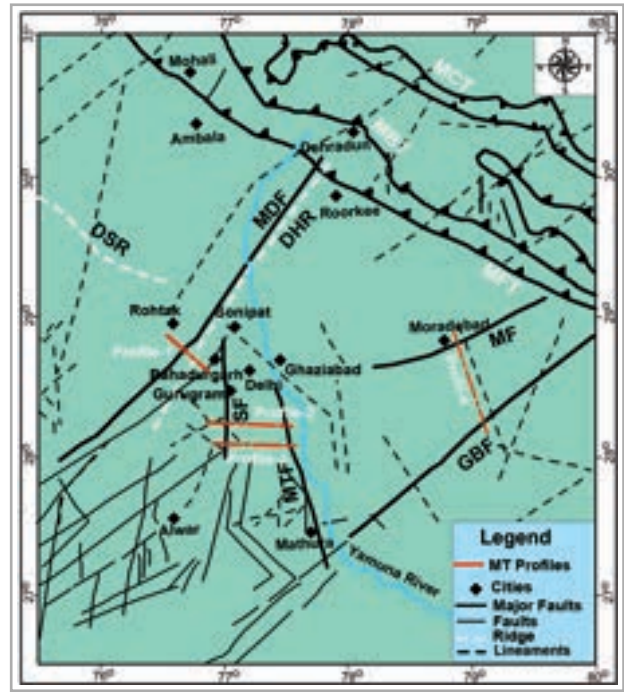
चित्र 5.3: देश में और आस पास 0-40 उत्तर और 60-100 पूर्व के क्षेत्र में जनवरी, 2021 से नवंबर, 2021 के दौरान आए भूकंपों (1265) का परिमाणवार वितरण

भूवैज्ञानिक अध्ययनों पर आधारित सक्रिय भ्रंश मानचित्रण शुरू किए गए हैं। एमटी सर्वेक्षण वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान के सहयोग से किया जा रहा है, जबकि सक्रिय भ्रंश मानचित्रण आईआईटी, कानपुर के सहयोग से प्रारंभ किया गया है।

मैग्नेटो-टेल्यूरिक (एमटी) एक भूभौतिकीय विधि है जो भूगर्भीय (भूमिगत) संरचना और प्रक्रमों को समझने के लिए पृथ्वी के चुंबकीय और विद्युत क्षेत्रों की प्राकृतिक समय भिन्नता का उपयोग करती है। चालू वर्ष में, वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थापन, देहरादून के सहयोग से जनवरी-फरवरी 2021 माह में मुरादाबाद भ्रंश और ग्रेट बाउंड्री भ्रंश (चित्र 5.4) में मैग्नेटो-टेल्यूरिक सर्वेक्षण किया गया है। कुल 18 स्थलों का अधिग्रहण किया गया था। ये स्थल दिल्ली क्षेत्र में अक्टूबर 2020 से दिसंबर 2020 तक अधिग्रहित 34 स्थलों के अतिरिक्त हैं। सभी स्थलों का डेटा संसाधन पूरी हो चुका है, एमटी डेटा की मॉडलिंग और व्याख्या का कार्य प्रगति पर है।

### रोहतक और इसके आसपास मैग्नेटो-टेल्यूरिक जांच:

महेन्द्रगढ़ देहरादून एक प्रमुख एनएनई-एसएसडब्ल्यून ट्रेडिंग भ्रंश है जो दक्षिण में भारतीय प्रायद्वीपीय क्रेटन को उत्तर में हिमालयी वाताग्र प्रणोद से जोड़ता है। यह घनी आबादी वाले क्षेत्र (पश्चिम में रोहतक (हरियाणा) और पूर्व में दिल्ली) के समीप से गुजरने वाला एक सक्रिय भ्रंश है। उत्तर पश्चिम में सुनारिया गांव से दक्षिण पूर्व में मुंधेला गांव तक ~ 50 किमी लंबाई के एनडब्ल्यू-एसई प्रोफाइल (प्रोफाइल-1, चित्र: 5.5) के साथ महेन्द्रगढ़ देहरादून को वर्णित करने के लिए 8 स्थलों से एमटी डेटा प्राप्त किया गया था। प्रारंभिक डेटा मॉडलिंग से, ऐसा प्रतीत होता है कि चतुर्थ



चित्र 5.4: अर्जित एमटी प्रोफाइल (लाल रंग की रेखाओं से दर्शाई गई है) के साथ अतिव्याप्त दिल्ली और इसके आसपास का विवर्तनी मानचित्र (जीएसआइ, 2000 के बाद)

महाकल्प + तृतीय महाकल्प निक्षेपों की मोटाई प्रोफाइल के साथ घट-बढ़ रही है। 150 से 1000 ओम.एम की प्रतिरोधकता वाले दो प्रतिरोधक ब्लॉक आर 1 (स्थल 1 से 5 के नीचे (सुनारिया और भाप्रोदा गाँवों के बीच)) और आर 2 (स्थल 6 से 8 के नीचे (मट्टन और मुंधेला गाँवों के बीच)) देखे गए हैं। ऐसा प्रतीत होता है कि महेन्द्रगढ़-देहरादून

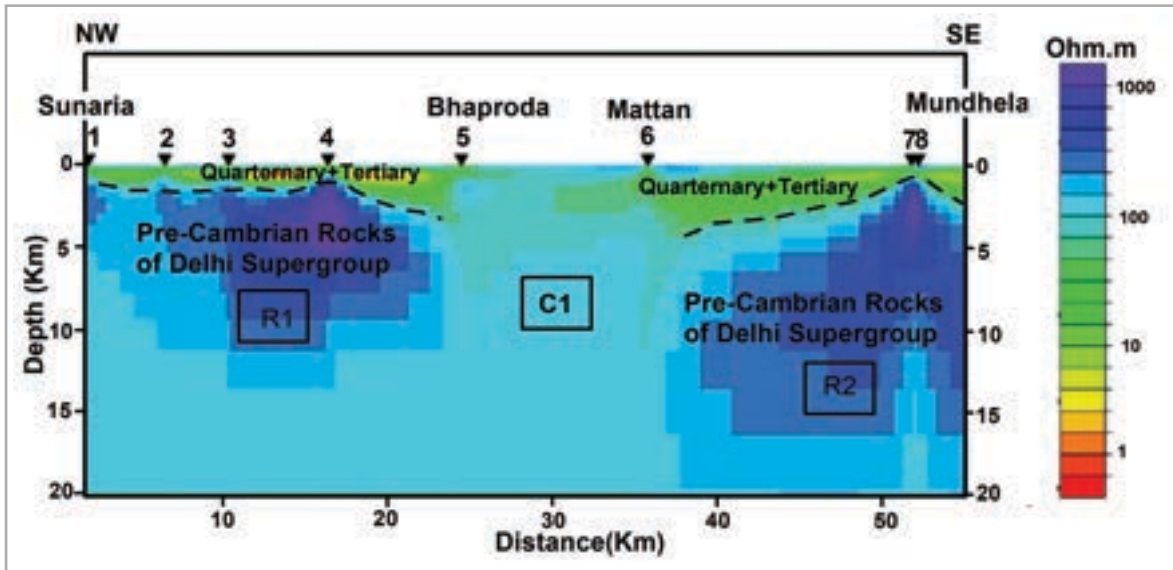
भ्रंश (एमडीएफ) 'आर1' और 'आर2' तथा भाप्रोदा एवं मट्टन गांवों के बीच में संभावित स्थान के साथ एक आधारी भ्रंश है (चित्र 5.5ख)।

सक्रिय भ्रंश मानचित्रण (एएफएम) में उपग्रह से प्राप्त डेटा का निर्वचन, जमीनी सच्चाई के परीक्षण के साथ-साथ उपयुक्त स्थलों से संग्रहित तलछट का काल निर्धारण शामिल है। उपग्रह से प्राप्त डेटा के निर्वचन से हमें रेखिक घाटियों, धंसे हुए तालाबों, ऑफसेट धाराओं, लंबवत खड़ी मेटा-तलछटी परतों, दीर्घित कटक, भ्रंश के अवशेषों

आदि जैसी प्रमुख सक्रिय टेक्टोनिक विशेषताओं की पहचान करने में मदद मिलती है। प्रारंभिक व्याख्या के आधार पर संभावित स्थलों की पहचान की गई और तदनुसार, फील विजिट की योजना बनाई गई थी। जनवरी और फरवरी 2021 के महीनों में जमीनी सच्चाई जानने के लिए दो क्षेत्रों का दौरा किया गया था। अध्ययन के पहले चरण में, घमरोज भूबांध (दिल्ली से लगभग 33 किलोमीटर दक्षिण पश्चिम), सेक्टर-56, गुड़गांव, खेतड़ी (राजस्थान), असोला वन्यजीव अभयारण्य (दिल्ली),



चित्र 5.5 (क): एक प्रतिरूपी एमटी के फोटोग्राफ तथा क्षेत्र में डेटा रिकॉर्ड करने के लिए एमटी उपकरणों का क्षेत्र सैट अप



चित्र 5.5 (ख): रोहतक, हरियाणा के सुनारिया और मुंधेला गांवों के लिए अधिग्रहित प्रोफाइल-1 का प्रतिरोधकता गहनता खण्ड



## भूकंप विज्ञान और भूविज्ञान अनुसंधान (सेज)

रोहतक (हरियाणा) आयोजित किए गए। कोटला, के आसपास दिल्ली मेगा वलन के दक्षिण में सोहना भ्रंश के अवशेष, नूह और फिरोजपुर झिरका उत्तरी पूर्वी नई दिल्ली में खानपुर जमी भ्रंश और मुंडावर-रेवाड़ी (हरियाणा) और बागपत एवं खुरमपुर (उत्तर प्रदेश) में सक्रिय विवर्तनिक विशेषताओं के समानंतर दूसरा दौरा किया गया। प्रारंभिक विश्लेषण के बाद, प्रत्येक स्थल पर पहचान की गई भूवैज्ञानिक विशेषताओं को तालिका 1 में संक्षेप में दर्शाया गया है।

### 5.1.2 चयनित शहरों का भूकंपीय सूक्ष्म क्षेत्रीकरण

सूक्ष्म क्षेत्रीकरण एक स्थल-विशिष्ट अध्ययन है जो बुनियादी गति विशेषताओं का अधिक यथार्थवादी और विश्वसनीय प्रतिनिधित्व प्रदान करता है। भूकंपीय सूक्ष्म क्षेत्रीकरण में व्यापक मानचित्रों के रूप में एक मंच पर एकीकृत भूकंप-भूभौतिकीय, भू-तकनीकी (स्थाने और प्रयोगशाला), भूवैज्ञानिक, भूकंपीय और अन्य कई प्राचलों से संबंधित विभिन्न संघटक शामिल हैं। भूकंपीय सूक्ष्म क्षेत्रीकरण के लिए संबंधित

तालिका 1: फील्डवर्क के दौरान दौरा किए गए स्थानों की सूची और इन स्थानों पर पहचान की गई विशेषताएं।

क्र. सं.	स्थान	सक्रिय भ्रंश चिह्न
1.	घमरोज भूबांध (दिल्ली से लगभग 33 किलोमीटर दक्षिण पश्चिम)	एक अत्यधिक विकृत/मुड़ी हुई संरचना देखी गई, जो उत्तरपूर्व-दक्षिण पश्चिम तथा उत्तर पश्चिम-दक्षिण पूर्व स्ट्राइकिंग संयुक्त दरारों/भ्रंशों द्वारा विस्थापित हो गई थी।
2.	सेक्टर-56, गुडगांव के दक्षिण में रेखिक घाटी	सेक्टर-56, गुडगांव के दक्षिण में एक प्रमुख गहन उच्छेदित रेखिक घाटी ट्रेंडिंग एन-एस की पहचान की गई थी। घाटी के पश्चिमी और पूर्वी किनारे अलग-अलग धारा के ऑफसेट को आंदोलन के दाएं-पार्श्व भावना के साथ सीमांकित करते हैं
3.	खेतड़ी, राजस्थान	एनएनई-एसएसडब्ल्यू की एक रेखीय विशेषता की पहचान खेतड़ी, राजस्थान से लगभग 6 किमी दक्षिण पूर्व में की गई थी। एनडब्ल्यू फेसिंग फॉल्ट स्कार्प और अलग साग-तालाब के साथ-साथ शीयर जोन द्वारा चिह्नित फॉल्ट टोपोग्राफी के आधार पर, यह सक्रिय फॉल्ट के निशान के रूप में अनुमानित है और महेंद्रगढ़-देहरादून फॉल्ट के सक्रिय हिस्से का प्रतिनिधित्व कर सकता है।
4.	असोला वन्यजीव अभयारण्य फरीदाबाद से उत्तर-पश्चिम में 8 किमी	एनडब्ल्यूडब्ल्यू-एसएसई स्ट्राइकिंग फॉल्ट के साथ एक गहरी कटी हुई रेखिक घाटी की पहचान की गई थी। सैटेलाइट डेटा के साथ-साथ फील्ड में भी फॉल्ट ट्रेस प्रमुख है।
5.	रोहतक, हरियाणा	रोहतक शहर के पास उपग्रह डेटा पर एक एनएनडब्ल्यू-एसएसई ट्रेंडिंग स्थलाकृतिक टीले की पहचान की गई थी। मना गया फीचर महेंद्रगढ़-देहरादून फॉल्ट के पश्चिम में पड़ता है। मिट्टी के नमूने ऑप्टिकली स्टिम्युलेटेड ल्यूमिनेसेंस (ओएसएल) डेटिंग तकनीक का उपयोग करके टीले की उम्र निर्धारित करने के लिए एकत्र किए गए थे।
6.	कोटला, नूह और फिरोजपुर झिरका, हरियाणा	सैटेलाइट डेटा इंटरप्रिटेशन ने एक राइट-लेटरल फॉल्ट सिस्टम के साथ विस्थापित धाराओं की एक प्रमुख ऑफसेट का सुझाव दिया। यह अनुमान लगाया गया है कि जिन विशेषताओं की पहचान की गई है, वे संभवतः सोहना फॉल्ट के दक्षिणी विस्तार को चिह्नित करती हैं।
7.	यमुना बैंक (वजीराबाद) तथा तिमारपुर, दिल्ली	वजीराबाद और खानपुर जमी (जगतपुर खादर गांव) के पास यमुना चैनल के समानांतर अलग-अलग हेयरपिन घुमाव देखे गए। हेयरपिन घुमावों और स्ट्रेट चैनल के इस संयोजन को कमला नेहरू रिज के पश्चिम में एक समानांतर उप-सतह रिज से प्रभावित सक्रिय टेक्टोनिक विरूपण के लिए जिम्मेदार ठहराया जा सकता है।
8.	रेवाड़ी (हरियाणा), मुंडावर (राजस्थान) (03 स्थल)	मुंडावर में एनएनई-एसएसडब्ल्यू है। स्ट्राइकिंग भ्रंश के समानांतर में एक शीयर जोन तथा पश्चिमोन्मुख भ्रंश स्कार्प उपग्रह डेटा पर देखा गया।
9.	बागपत (उत्तर प्रदेश) और बाकीपुर (हरियाणा)	चैनल कॉर्स के साथ-साथ पयेर्ड अरेस में एक अचानक (तीव्र) बदलाव बागपत कस्बे तथा बाकीपुर गांव के निकट देखा गया।

विवरण चित्र 5.6 में दिया गया है। आधा मिलियन या उससे अधिक की आबादी वाले देश में भूकंपीय खतरा क्षेत्र के जोन III, IV, V में आने वाले भूकंप की दृष्टि से संवेदनशील क्षेत्रों में चरणबद्ध तरीके से सूक्ष्मक्षेत्रीकरण और भूकंप जोखिम मूल्यांकन संबंधी अध्ययन किए जा रहे हैं। चार शहरों, भुवनेश्वर, चेन्नई, कोयंबटूर और मैंगलोर का भूकंपीय सूक्ष्म क्षेत्रीकरण का कार्य पूरा होने के अंतिम चरण में है तथा आठ और शहरों (पटना, मेरठ, अमृतसर, आगरा, वाराणसी, लखनऊ, कानपुर और धनबाद) से संबंधित कार्य शुरू कर दिया गया है और विभिन्न भूभौतिकीय और भू-तकनीकी सर्वेक्षण प्रगति पर हैं।

जांच किए जा रहे विभिन्न शहरों के लिए पीक फ्रीक्वेंसी और पीक एम्प्लीफिकेशन मानचित्र (चित्र 5.7) तैयार किए गए हैं, कोयंबटूर शहर के लिए ऐसा ही एक मानचित्र नीचे दिखाया गया है (चित्र 5.8), और इसकी रिपोर्ट मार्च 2022 तक प्रकाशित की जाएगी।

### 5.2. कोयना इंद्राप्लेट भूकंपीय क्षेत्र, महाराष्ट्र में वैज्ञानिक गहरा वेधन

#### 5.2.1 कोयना भूकंपीय क्षेत्र में गहरे पानी के अंतः स्रवण के प्रमाण

चट्टान की संरचनाओं के भौतिक और यांत्रिक गुणों के आधार पर

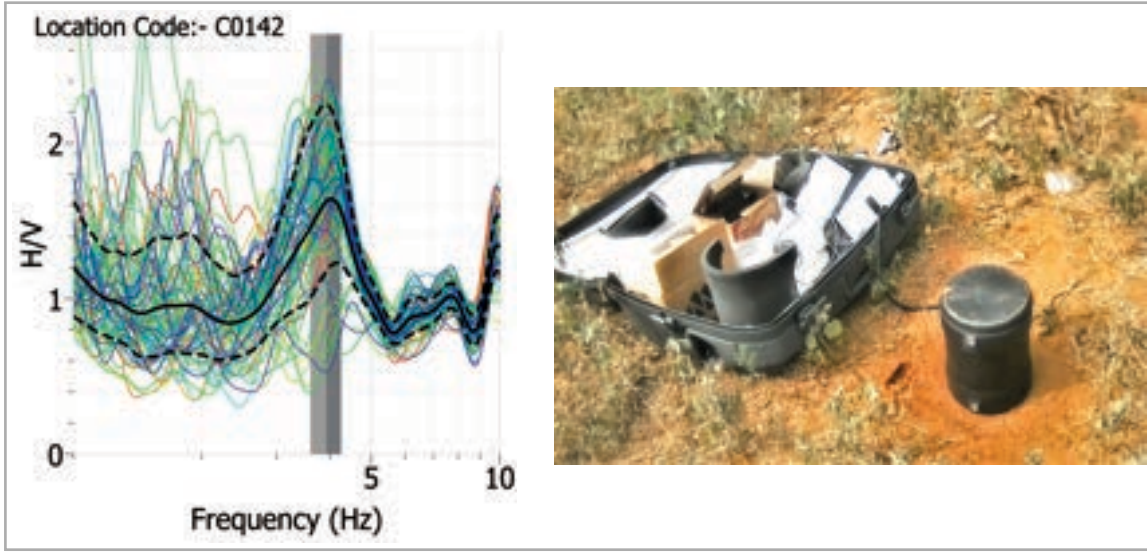
कोयना पायलट वेधन छिद्र में 2 से 3 किमी के बीच अनेक क्षति क्षेत्रों को चित्रित किया गया है। ऐसे क्षेत्रों में, पी-वेव वेग (वीपी) और एस-वेव वेग (वीएस) आसन्न अक्षुण्ण क्षेत्रों के सापेक्ष क्रमशः 20% और 39% तक की कमी दिखी है। इन अधिकांश क्षेत्रों में वीपी/वीएस अनुपात अक्षुण्ण चट्टान (~ 1.7) की तुलना में ~ 2.0 है। उच्च वीपी/वीएस और पॉइसन के अनुपात (0.4 तक) के साथ-साथ क्षति क्षेत्रों में उच्च सरंध्रता (~ 10% से > 25%) जल के कारण आई दरारों और/या मिट्टी जैसे जलीय खनिजों वाली परिवर्तित चट्टानों की उपस्थिति गहरे स्तरों तक जल के अंतःस्रवण का संकेत देते हैं (चित्र 5.8)। इस प्रकार, रंध्र दबाव प्रसार के अतिरिक्त, अध्ययन ने आवर्तक ट्रिगर्ड भूकंपनीयता के लिए दो अन्य तंत्र खोले हैं: (i) अपेक्षाकृत अप्रवेश्य प्रिंसिपल स्लिप ज़ोन में रिसने वाले जल द्वारा लगाया गया प्रत्यक्ष द्रव दबाव और (ii) यदि भ्रंश गेज अत्यधिक प्रवेश्य है, तो जल की स्नेहन क्रिया के कारण भ्रंश घर्षण शक्ति में कमी।

#### 5.2.2 डोनिचवाड़ी भ्रंश: आगे की गहन जांच के लिए एक संभावित लक्ष्य

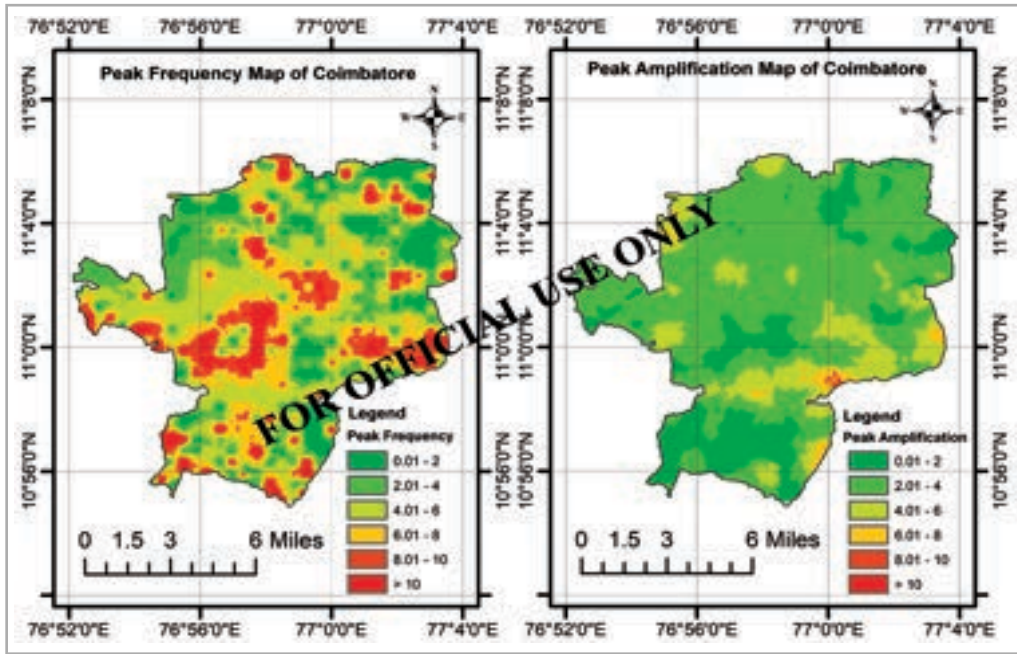
भूवैज्ञानिक, भूभौतिकीय, भू-रासायनिक और भूकंपीय अध्ययनों से डेटासेटों का एकीकरण इस बात का पुख्ता सबूत प्रदान करता है कि

Work Components of Seismic Microzonation includes:		
Geophysical & Seismological	Geotechnical (In-situ)	Geotechnical (Laboratory)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microtremor Survey (In a grid pattern of 500m x 500m)</li> <li>• Down-Hole Shear Wave Velocity Test (DHT) is to be conducted 10% of the total number of drill sites</li> <li>• Multi-Channel Analysis of Surface Waves (MASW) is to be conducted 25% total number of drill sites</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boreholes of each 30m depth (10% of the microtremor locations) for SPT/SCPT/DCPT</li> <li>• Standard Penetration Test (SPT) is to be conducted for 10 Nos per bore hole at every 3m interval</li> <li>• Seismic Cone Penetration Test (SCPT).</li> <li>• Dynamic Cone Penetration Test (DCPT).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cyclic Tri-axial test [UDS/DS] Min. 3 specimens per sample and approx. 5 samples in each city)</li> <li>• Resonant Column Test (Min. 3 specimens per sample)</li> <li>• Atterberg limits(20 number of samples per borehole)</li> <li>• Bulk Density(5 number of samples per borehole)</li> <li>• Specific Gravity(20 number of samples per borehole)</li> <li>• Natural Water Content(20 number of samples per borehole)</li> <li>• Coefficient of Consolidation(5 Nos. per borehole )</li> <li>• Complete Grain Size Analysis(20 number of samples per borehole)</li> <li>• Direct Shear(15 samples in each city)</li> </ul>

चित्र 5.5: भूकंपीय सूक्ष्मक्षेत्रीकरण तथा इसके विभिन्ना संघटकों का वर्णन



चित्र 5.6 : एच/वी कर्व तथा इसके संगत फील्डा सेटअप के लिए एक उदाहरण



चित्र 5.7: कोयंबटूर शहर के पीक फ्रीक्वेंसेसी और पीक एम्प्लीसक फिकेशन मानचित्र

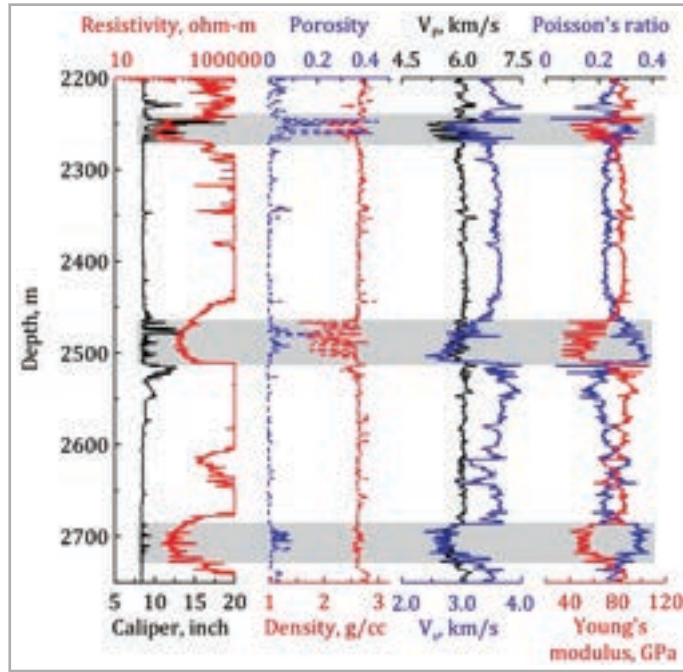
डोनिचवाड़ी विदर क्षेत्र एक गहरे भूपटल भ्रंश की सतही प्रस्फुपटन है जो 55 से अधिक वर्षों से सक्रिय है। अध्ययनों से उपसतह में विदरों और संबंधित विभंजनों के उपसतह विन्यास पर नई अंतर्दृष्टि प्राप्त हुई है। इसलिए, वैज्ञानिक वेधन, डाउनहोल मापन और दीर्घावधि की निगरानी के माध्यम से डोनिचवाड़ी भ्रंश क्षेत्र की गहन जांच कोयना क्षेत्र में ट्रिगर्ड भूकंपों की उत्पत्ति को रोकने के लिए बहुमूल्य जानकारी प्रदान कर सकती है।

### 5.3 भूवैज्ञानिक और भूभौतिकीय अध्ययन:

#### 5.3.1 अंतर्राष्ट्रीय महासागर खोज कार्यक्रम (आईओडीपी) में भारतीय वैज्ञानिक प्रयास:

अंतर्राष्ट्रीय महासागर खोज कार्यक्रम (आईओडीपी) के माध्यम से गहरे समुद्र में वेधन और कोरिंग लंबी तलछट और चट्टान क्रोड प्रदान करता है जो हमें पिछले विवर्तनिक और जलवायु संबंधी परिवर्तनों के इतिहास





चित्र 5.8 : कम प्रतिरोधकता, उच्च संरंध्रता और उच्च पॉइंसंस अनुपात की विशेषताओं वाले तीन क्षति (शेडिडग्रे) क्षेत्रों (शेडिडग्रे)को दर्शाने वाला 2200-2750 मीटर खंड में भूभौतिकीय वेल लॉग्सप।

को समझने में मदद करता है। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के अधीन एनसीपीओआर, गोवा स्थित आईओडीपी-इंडिया इस कार्यक्रम से संबंधित सभी भारतीय वैज्ञानिक गतिविधियों के समन्वय के लिए जिम्मेदार नोडल एजेंसी के रूप में कार्य करता है। कोविड-19 महामारी के बीच, आईओडीपी संघ सीमित भागीदारी के साथ कुछ वैज्ञानिक वेधन अभियानों को पूरा करने में सफल रहा। यात्रा प्रतिबंधों के कारण, भारतीय वैज्ञानिकों ने आईओडीपी-386 (जापान ट्रेंच), आईओडीपी-395 (रेकजेन्स मेंटल कन्वेक्शन एंड क्लाइमेट) और आईओडीपी-396 (मिड-नॉर्वेजियन कॉन्टिनेंटल मार्जिन) अभियानों में वर्चुअली भाग लिया, तथापि, आगे अनुसंधान के लिए उन्हें उनके द्वारा मांगे गए नमूने प्राप्त होंगे।

### 5.3.1.1 पूर्वी अरब सागर में दीर्घकालिक तलछट जमाव का इतिहास

हाल के वर्षों में बंगाल की खाड़ी और अरब सागर में गहरे समुद्री वेधन अभियानों (5 वैज्ञानिक अभियानों सहित) ने हिमालयी पर्वत और दीर्घावधि एशियाई मानसून परिवर्तनशीलता के बीच महत्वपूर्ण संबंधों को जानने में सहायता की है। इसने भारतीय सीमाओं के समानांतर समुद्री क्रोड की प्रकृति और दीर्घावधि तलछट जमाव के इतिहास को बेहतर समझने में भी सक्षम बनाया है।

एनसीपीओआर के वैज्ञानिकों ने इसके आरंभ से जमाव के दीर्घावधि स्ट्रैटिग्राफिक रिकॉर्ड को तैयार करने के लिए अरब सागर (आईओडीपी-355) में वैज्ञानिक वेधन से प्राप्त जानकारी का उपयोग करते हुए आगे अनुसंधान जारी रखा। तलछट पहले की जलवायु और जमाव उपरांत विवर्तनिकी के बारे में महत्वपूर्ण अंतर्दृष्टि प्रदान करते हैं। प्रमुख भूकंपन संबंधी फेसिज और उपसतही संरचनात्मक परिवर्तनों का वर्णन वेधन से लिथोलॉजिकल ज्ञान और व्यापक मल्टी-चैनल भूकंपीय (एमसीएस) प्रतिबिंब प्रोफाइलों (एनसीपीओआर, गोवा द्वारा अर्जित) की विस्तृत व्याख्या का उपयोग करके पूरा किया गया था। अरब सागर के लक्ष्मी बेसिन में विस्तृत आइसोपैच मानचित्र तैयार किए गए और प्रकाशित किए गए (चित्र 5.9)। विवर्तनिक रूप से विकसित होने वाले सीमांत के साथ पिछले निक्षेपण वातावरणों को समझने के लिए नए परिणाम अत्यंत महत्वपूर्ण होंगे।

### 5.3.1.2 प्लियोसीन के बाद से बंगाल फैन तलछट जमाव पर जलवायु और विवर्तनिक निबंधन

बंगाल की खाड़ी के महानदी बेसिन में आईओडीपीअभियान-353 से कोर्ड नमूनों के विस्तृत भू-रासायनिक और खनिज विज्ञान संबंधी विश्लेषण ने तलछट उत्पत्ति और पिछले 6 एमएम लिथोजेनिक दरारों

की कालिक परिवर्तनशीलतापर प्रकाश डाला। शोधकर्ताओं (पेकेटी एट अला, 2021) ने 0–1.8 एमए के दौरान गंगा और ब्रह्मपुत्र नदियों द्वारा सापेक्ष तलछट योगदान पर हिमनद-अंतरहिमनदों के उल्लेखनीय प्रभाव को दिखाया, जबकि 1.8–6 एमएसमय विंडो के दौरान तलछट जमाव जलवायु संबंधी और विवर्तनिक बलों दोनों से संभावित रूप से प्रभावित रहा था, जैसे शिलांग पठार का उत्थान, इंडो-बर्मा वेज का पूर्वी सिंटेक्सिस विकास, ब्रह्मपुत्र नदी प्रणाली का पुनर्गठन। उनके निष्कर्ष भी जलवायु और विवर्तनिक दबावों से जुड़े अनेक समस्थानिक उतार-चढ़ावों को दर्शाते हैं। इस अध्ययन ने भारतीय तट से सटे गहरे समुद्रों के समानांतर गंगा-ब्रह्मपुत्र खा व के प्रमुख नियंत्रण का अनुमान लगाया।

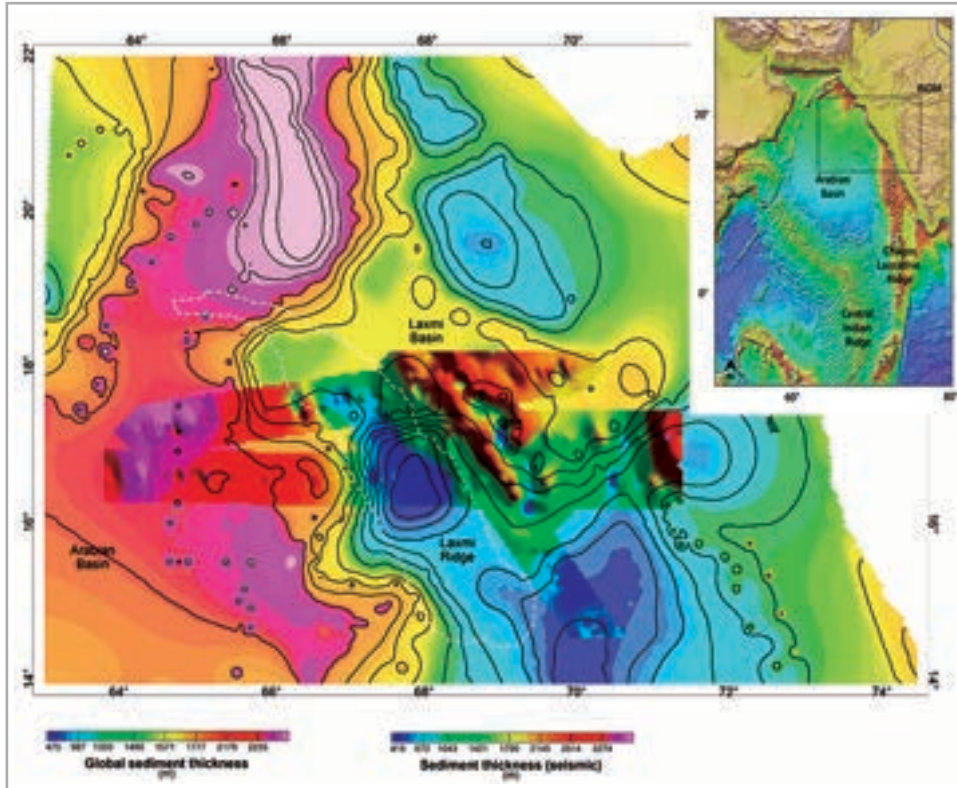
### 5.3.2 पृथ्वी पर सबसे बड़े जियोइड लो की खोज, हिंद महासागर जियोइड लो (आईओजीएल):

'जियोइड' से तात्पर्य गणितीय रूप से परिकलित गुरुत्वाकर्षण संभावित सतह से है जो समुद्र के औसत स्तर के करीब होती है। यह असमान उपसतह के बड़े पैमाने पर वितरण के कारण विश्वस में बहुत अलग-अलग होता है। इसलिए, जियोइड तरंगे पृथ्वी के आंतरिक भाग के

भौतिक गुणों के बारे में उपयोगी जानकारी प्रदान कर सकती हैं। विश्व, का सर्वप्रमुख जी ओइड लो हिंद महासागर में -106 मीटर की कमी के साथ देखा गया, जिसे हिंद महासागर जियोइड लो (आईओजीएल) के रूप में जाना जाता है। रोचक बात यह है कि यह क्षेत्र सबसे गूढ़ इंद्रा-प्लेट क्रोड विरूपणों में से एक का भी अनुभव करता है। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के तत्वावधान में एनसीपीओआर ने गहरी उपसतह संरचनाओं की छवि बनाने तथा गूढ़ जियोइड लो और इंद्रा-प्लेट विरूपण के साथ उनके संबंध का पता लगाने के लिए एक व्यापक समुद्री भूभौतिकीय प्रयोग (सक्रिय और निष्क्रिय ओबीएस एर) की शुरुआत की है।

### 5.3.2.1 मध्य हिंद महासागर बेसिन: अतीत में प्लम-रिज परस्पर क्रिया की जांच करने के लिए एक स्थान

भारतीय उपमहाद्वीप और उससे सटी महासागरीय घाटियों ने अपने आरंभ से ही विवर्तनिक गतिविधियों की एक विस्तृत श्रृंखला का अनुभव किया है, जो हिंद महासागर में मौजूद रूप-विवर्तनिक तत्वों से स्पष्ट है। कोमोरिन रिज (सीआर) के दक्षिण में मध्य हिंद महासागर बेसिन (सीआईओबी) में ~ 420 किलोमीटर लंबे चौड़े कोण वाले भूकंपीय

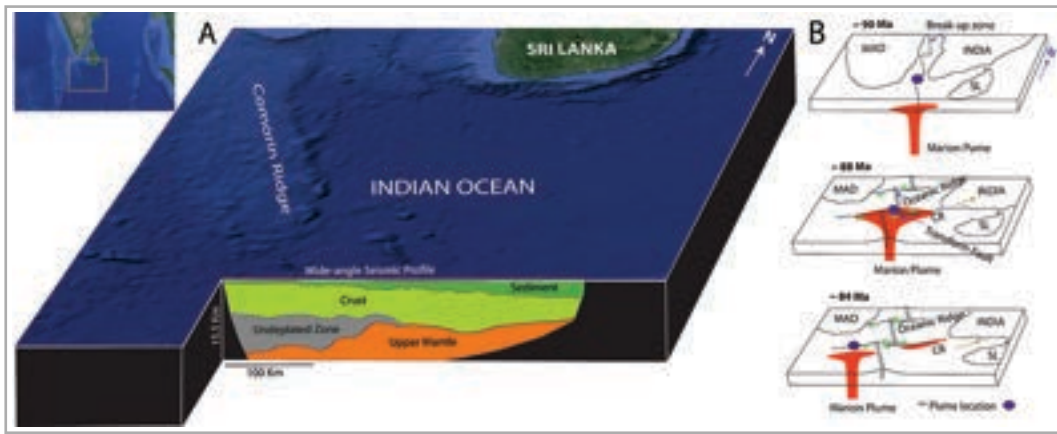


चित्र 5.9 : पूर्वी अरब सागर के लक्ष्मी बेसिन में तलछट की मोटाई का महत्वपूर्ण रूप से बढ़ाया गया मानचित्र (नायर एट अला, 2021)। इनसेट चित्र इसकी अवस्थिति को दर्शाता है।

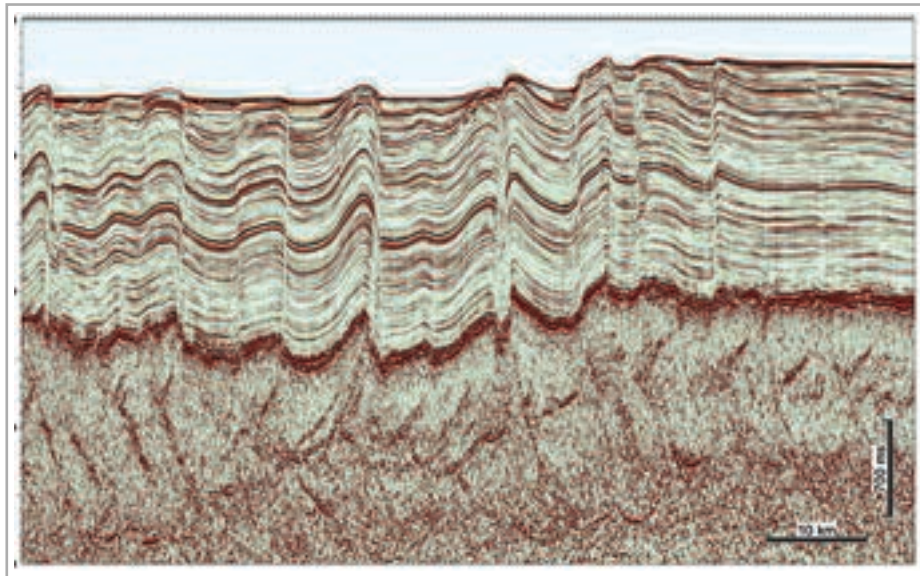
प्रोफाइल, जो आईओजीएल के मध्य भाग के नजदीक स्थित है, की मॉडलिंग और व्याख्या से सीआईओबी की प्रारंभिक उत्पत्ति का पता चलता है। इससे यह भी संकेत मिलता है कि कोमोरिन रिज का दक्षिणी भाग फैलती रिजों तथा लगभग 88 एमएकोवल मैरियन प्लम के बीच नजदीकी परस्पर क्रियाओं के माध्यम से विषम रूप से मोटी (~ 14 किमी) और अंडरप्लेटेड समुद्री क्रोड के नीचे है (चित्र 5.10 और 5.11)।

### 5.3.2.2 आईओजीएल क्षेत्र में ऊपरी मेंटल संरचना

आईओजीएल ओबीएस ऐरे से टेलिसेस्मिक डेटा का सतह तरंग विश्लेषण आईओजीएल क्षेत्र के नीचे काफी पतले लिथोस्फीयर को बताता है। इसे अतीत में प्लम-लिथोस्फीयर परस्पर क्रिया के लिए जिम्मेदार ठहराया जा सकता है। लिथोस्फेरिक मोटाई ~ 55 किमी दिखाई देती है और लिथोस्फीयर-एस्टेनोस्फीयर सीमा (एलएबी) ~ 25 किमी की मोटाई के साथ ~ 75 किमी गहराई पर दिखाई देती है। इसके



चित्र 5.10. (क) वाइड-एंगल भूकंपीय प्रोफाइल का स्थान और परिणामी उप-सतह संरचना (निंगथौजम एट अल, 2021)। (ख) एक योजनाबद्ध आरेख सीआर के अभिस्थापन तंत्र को दर्शाता है।



चित्र 5.11: एनसीपीओआर द्वारा प्राप्त किया गया भूकंपीय प्रतिबिंब डेटा से अनुमानित सीआईओबी में व्यापक भूपटल विरूपण की एक फोटो।



बाद ~ 125 किमी मोटा एक व्यापक निम्न वेग क्षेत्र है जिसे आईओजीएलक्षेत्र के नीचे सबसे ऊपरी मेंटल में कम वेग विसंगति की उपस्थिति से समझाया जा सकता है (कुमार एट अल, 2021; चित्र 5.12)।

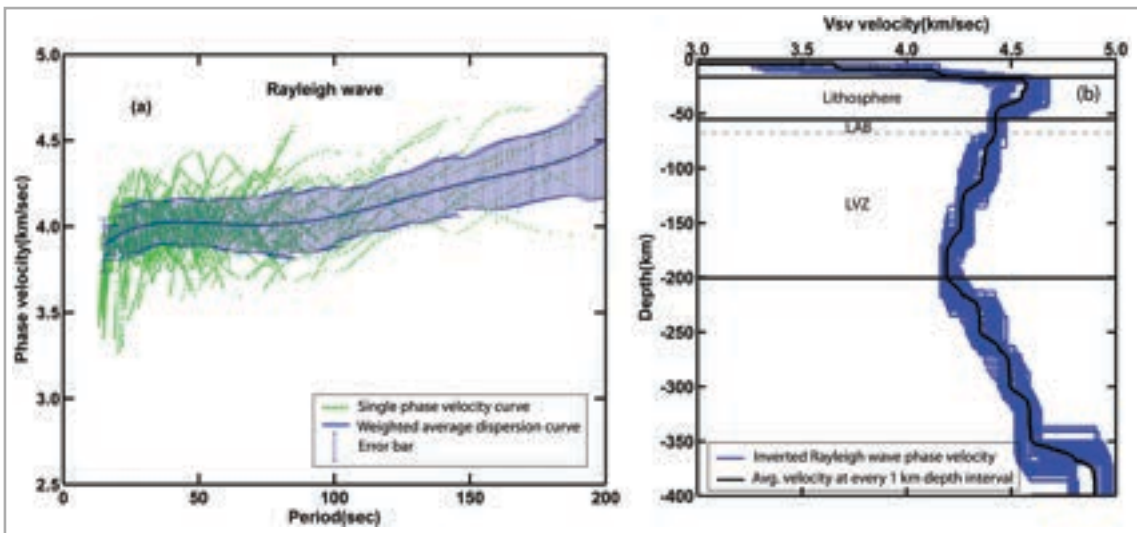
### 5.3.2.3 आईओजीएल के नीचे ऊपर की ओर मेंटल प्लम

आईओजीएल ओबीएस एरे से टेलिसेस्मिक डेटा के रिसीवर फ्रंक्शन से 410 किमी और 660 किमी गहराई (चित्र 5.13) के संगत मेंटल डिसकंटीन्यू 6 टोज पर एक व्यापक (~ 800 किमी चौड़ा) अवदाव की पुष्टि होती है। इन नए निष्कर्षों से पता चलता है कि आईओजीएल के केंद्र की ओर एक गार्नेट डोमिनेंट हॉट मिड मेंटल मौजूद है। वैश्विक टोमोग्राफिक मॉडलों के साथ अच्छे सहसंबंध के साथ, हमारे परिणाम ऊपरी मेंटल (चित्रा 5.13) के विस्तार की उच्च संभावना के साथ लोअर मेंटल की ऊपरी सीमा पर मौजूद एक गर्म मेंटल प्लम की संभावना को दर्शाते हैं। एक संभावित पायरोलाइटिक संरचना के साथ इस अत्यंत गर्म मेंटल प्लम स्रोत द्वारा प्रदान किए गए मेंटल अपवेलिंग के लिए बुयोंसी का परिणाम अंततः इस तरह के बड़े पैमाने पर नकारात्मक जियोइड विसंगतियों का उत्पादन करने के साथ परिवेशी मेंटल के बल्क घनत्व को कम करना हो सकता है।

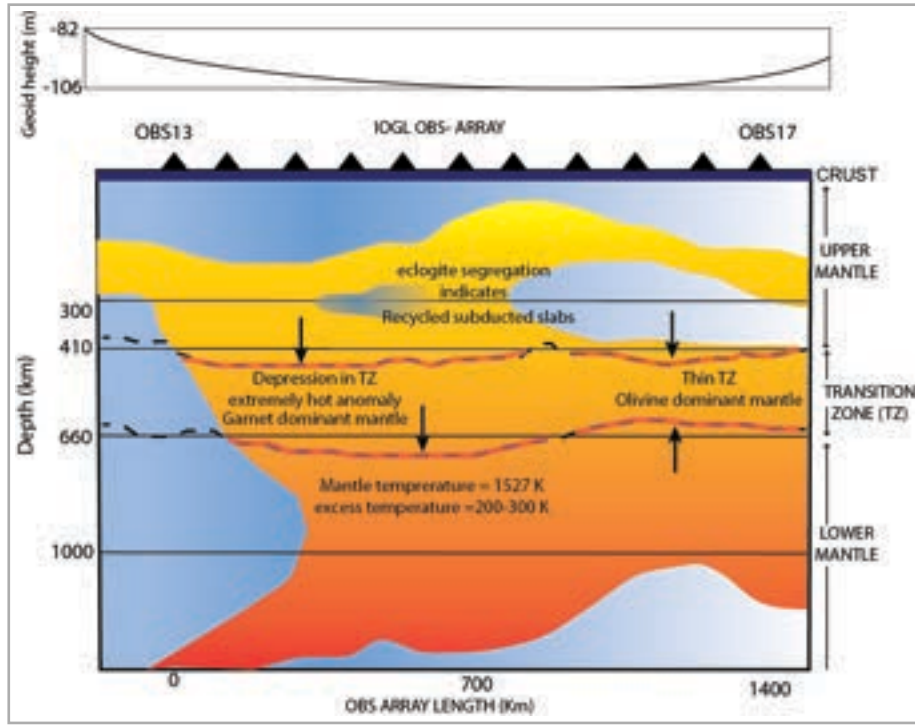
### 5.3.3 डिफरेंशियल इवोल्यूशन एल्गोरिथम का उपयोग करके बी-स्पलाइन पॉलिनामिनल एप्रोक्सिमेशन के साथ विषमांग तलछटी बेसिन के लिए गुरुत्वाकर्षण उत्क्रमण।

एनसेस ने विषमांग तलछटी बेसिनों के तहत छिपी बेसमेंट ज्यामिति को

प्राप्त करने के लिए डिफरेंशियल इवोल्यूशन एल्गोरिदम (एसपीओडीईए) का प्रयोग करके एक मैटलैब आधारित उत्क्रमण कार्यक्रम, बी-स्पलाइन पॉलिनामिनल एप्रोक्सिमेशन विकसित किया। पहले उत्क्रमण तकनीकों में बेसिन की बेसमेंट गहराई का अनुमान लगाने के लिए सन्निहित प्रारंभिक प्रिज्मों के एक ग्रिड में डिस्क्री टाइज्ड उप सतह इंटरफेस स्थलाकृति का उपयोग किया था। ऐसे डिस्क्री टाइजेशन से गहराई प्रोफाइल निरंतरता की विफलता होती है और वांछित सटीकता प्राप्त करने के लिए अधिक संख्या में उत्क्रमण प्राचलों की आवश्यकता होती है। एसपीओडीईए का नया सिद्धांत पूर्ववर्ती उत्क्रमण तकनीकों की ऐसी सीमाओं पर काबू पा लेता है। एसपीओडीईए उच्च-क्रम वाले बहुपदों का उपयोग करके बेसमेंट की गहराई का अनुमान लगाने के लिए खंड-वार बी-स्पलाइन ओप्टिमाइजेशन तकनीक पर आधारित है। इसके अतिरिक्त, यह न्यूनतम प्राचल सूचना के साथ एक इष्टतम मिसफिट प्राप्त कर सकता है, जो अभिकलनात्मक खर्च को कम करता है। उत्क्रमण सिद्धांत डिफरेंशियल इवोल्यूशन एल्गोरिदम का उपयोग करता है, जो वास्तविक प्राचल ओप्टिमाइजेशन प्रदान करता है और निरंतर गहराई प्रोफाइल के सटीक अनुमान के लिए बी-स्पलाइन का उपयोग करता है। एल्गोरिथ की कुशलता दो जटिल सिंथेटिक तलछटी बेसिन मॉडलों के साथ निर्धारित की गई थी जिसमें निरंतर और गहराई की भिन्नता पर घनत्व वितरण शामिल थे। इसके अतिरिक्त, उत्क्रमण तकनीक की अनिश्चितता का मूल्यांकन विश्लेषण सिंथेटिक मॉडलों में व्हाइट गॉसेन नोइज को शामिल करके किया जाता है। अंत में,



चित्र 5.12: (क) अनुमानित औसत चरण वेग (ख) रेले तरंग चरण वेग का उत्क्रमण (कुमार एट अल, 2021)।



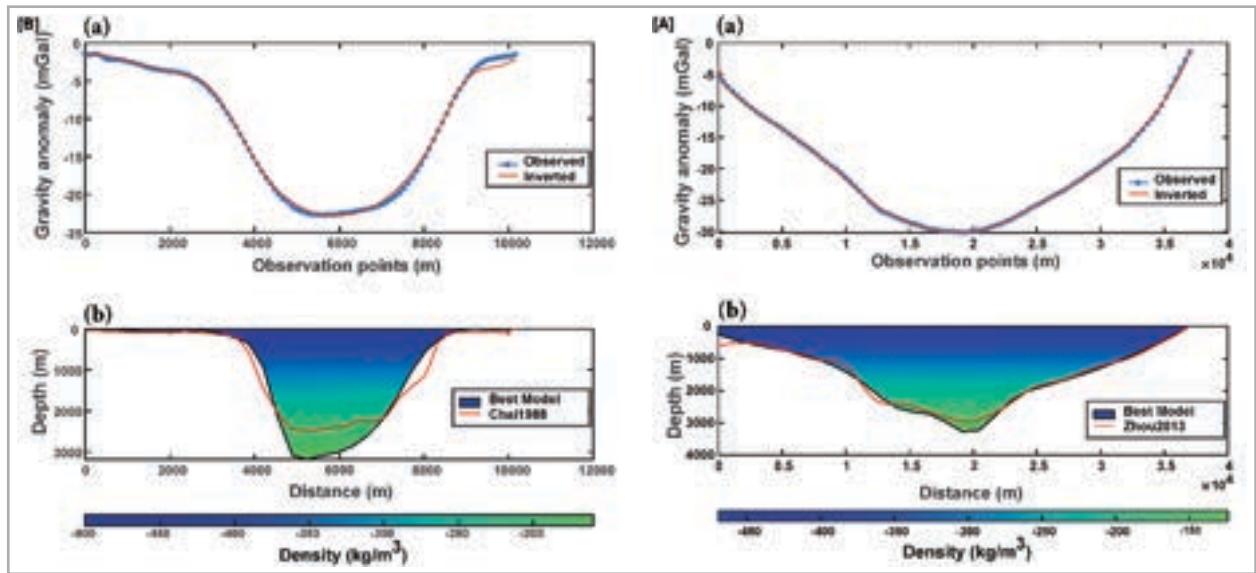
चित्र 5.13 वर्तमान अध्ययन के परिणामों को दर्शाते हुए आईओजीएल क्षेत्र के नीचे मेंटल संरचनाओं का आरेखीय मॉडल।

एसपीओडीई की उपयोगिता का मूल्यांकन दो अलग-अलग वास्तविक तलछटी बेसिनों के लिए गुरुत्वाकर्षण विसंगतियों का उत्क्रमण करके किया जाता है। यह भूगर्भीय रूप से युक्तिसंगत परिणाम उत्पन्न करता है जो पहले से रिपोर्ट किए गए परिणामों (चित्र.5.14) से बेसमेंट संरचनाओं के लगभग समान है।

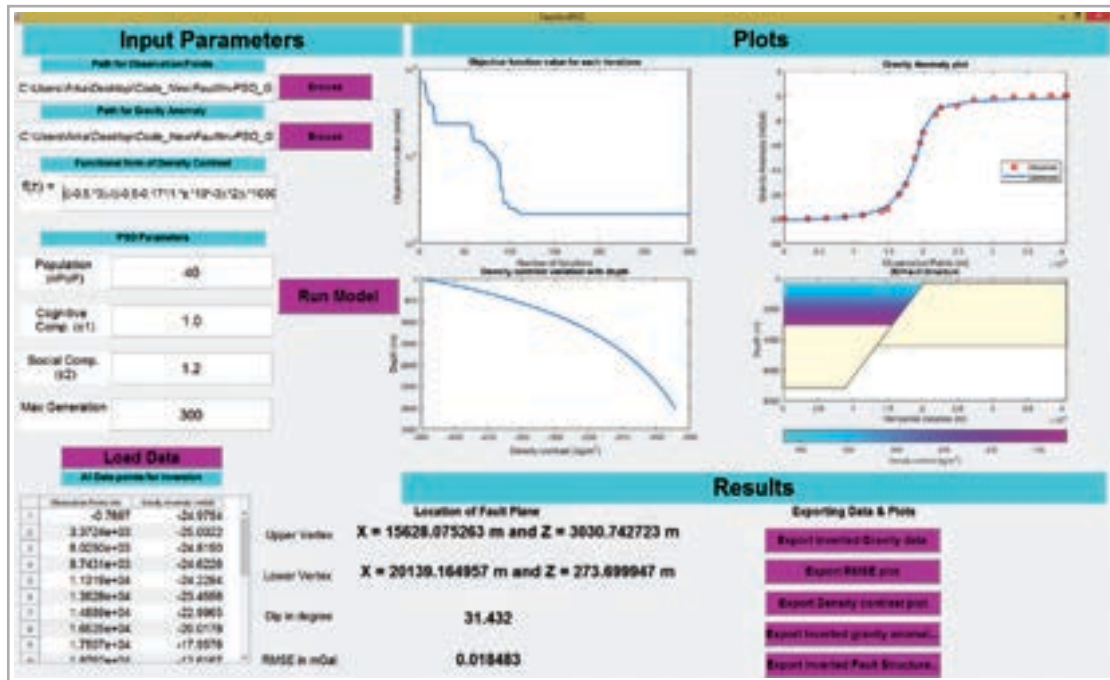
#### 5.3.4 पार्टिकल स्वार्म ऑप्टिमाइजेशन का उपयोग करते हुए परिवर्तनशील घनत्व विपर्यास वाले 2डी भ्रंश का गुरुत्वाकर्षण उत्क्रमण

एक मैटलैब-आधारित ओप्टिमाइजेशन एल्गोरिदम प्रेक्षित गुरुत्वाकर्षण विसंगतियों से भ्रंश संरचनाओं को बदलने के लिए प्रस्तुत किया गया है। किसी भी उपयोगकर्ता के लिए बिना किसी तकनीकी जटिलता के इनपुट प्राचलों को शामिल करने के लिए एक सुविधाजनक ग्राफिकल यूजर इंटरफेस भी प्रस्तुत किया गया है (चित्र 5.15)। उत्क्रमण कोड पार्टिकल स्वार्म ओप्टिमाइजेशन का उपयोग करता है और सभी नियंत्रण प्राचलों को प्रारंभ में तेजी से अभिसरण के लिए ट्यून् किया जाता है। किसी प्रारंभिक मॉडल की पूर्व पसंद की कोई आवश्यकता नहीं है, जो वैश्विक ऑप्टिमाइजेशन का उपयोग करने का लाभ है। ऑप्टिमाइजेशन तकनीक किसी भी गहराई-भिन्नता घनत्व

वितरण को संभालने के लिए पर्याप्त परिवर्तनशील है। सर्वोत्तम अनुकूलित समाधान प्राप्त करने के लिए प्रारंभ में अधिकतम संख्या में इटेशन और स्टॉपिंग मानदंड निर्धारित किए गए हैं। भ्रंश संरचना, इनवर्टेड मॉडल का आउटपुट प्रेक्षित और इनवर्टेड ग्रेविटी विसंगतियां और डिप तथा फॉल्ट प्लेन के शीर्ष लोकेशन को ऑप्टिमाइजेशन प्रक्रिया के अंत में ग्राफिकल यूजर इंटरफेस में देखा जा सकता है। ऑप्टिमाइजेशन एल्गोरिदम निश्चित और गहराई-भिन्न घनत्व विपर्यासों के साथ भिन्न-भिन्न सिंथेटिक मॉडलों पर लागू किया गया है। सभी सिंथेटिक मॉडल संवेदनशीलता विश्लेषण के लिए सफेद गोसेननॉइज से और संदूषित किए गए हैं और विश्वसनीयता आकलन के लिए विस्तृत अनिश्चितता मूल्यांकन भी किया गया था। अंत में, असवरोपेट सीमा भ्रंश, भारत की भ्रंश संरचना उत्क्रमण के लिए ऑप्टिमाइजेशन लागू किया गया है, और पाया गया कि ऑप्टिमाइज्ड समाधान पहले से प्रकाशित साहित्यिक के लगभग समान है। ऑप्टिमाइज्ड परिणामों से पता चलता है कि यह नया ऑप्टिमाइजेशन दृष्टिकोण किसी भी गहराई-भिन्न घनत्व वितरण (चित्र 5.15) के लिए भ्रंश उत्क्रमण का मजबूत कार्यान्वयन दर्शाता है।



चित्र 5.14: (क) गोदावरी बेसिन, भारत, (ख) सैन जैसिंटो ग्रैबेन, कैलिफोर्निया, यूएसए से अनुमानित बेसमेंट गहराई प्रोफाइल। (क) में दर्शाया गया नीला बिंदु वक्र गुरुत्वाकर्षण विसंगति को दर्शाता है और ठोस लाल रेखा उत्क्रामण गुरुत्वाकर्षण विसंगति को दर्शाती है। (ख) में ठोस लाल रेखा झोउ (2013) से उत्क्रमित गहराई प्रोफाइल को दर्शाती है और भरा हुआ क्षेत्र एसपीओडीईए का उपयोग करके उत्क्रमित तलछटी बेसिन को दर्शाता है।



चित्र. 5.15: असवारपेट सीमा भ्रंश, भारत के उत्क्रमण के लिए भ्रंश आईएनवी पीएसओ ग्राफिकल यूजर इंटरफेस का एक पर्यावलोकन

### 5.3.5 पश्चिमी घाटों के लिए भूपटल और मेंटल संरचनाएं तथा भूगतिकी मॉडल

1.2 किमी की औसत ऊंचाई के साथ पश्चिमी घाट बड़े ढलानों में से एक

है जो भारत के पश्चिमी तट के समानांतर 1500 किमी में फैला है। यह भिन्न संरचनात्मक और भौतिक विशेषताओं वाला एक असमान भूवैज्ञानिक रचनाओं का एक समूह है। इस अध्ययन में, पश्चिमी घाट



की लिथोस्फीयरिक संरचना तथा इस घाट में एवं इसके समानांतर विरूपण की जांच 30 ब्राडबैंड भूकंप विज्ञान केन्द्रों पर रिसीवर फंक्शन का प्रयोग करते हुए की गई है। रिसीवर फंक्शन के लिए स्टांट स्टेकिंग, कॉमन कनवर्जन प्वाइंट इमेजिंग तथा हारमोनिक डिफ्रैक्शन जैसी तकनीकों का प्रयोग किया गया है। परिणामों से पश्चिम घाट के मध्य भाग में 45 किमी की विशाल भूपटल मोटाई का पता चलता है जो भूविज्ञान के अनुरूप दक्षिण में 39 किमी तक तथा उत्तरी भागों में 45 किमी तक घटती गई है। यह अंतर हॉटस्पॉट टकराव तथा रिफ्टिंग तंत्र के प्रभाव के कारण हो सकता है। इसके अतिरिक्त, पश्चिम घाट के समानांतर मोहो में एक स्पष्ट पदचिह्न देखा गया है जिसकी गहराई 39 किमी से 44 किमी तक परिवर्तित हो रही है। यह दानेदार से उपमहाद्वीपीय शैल में एक स्पष्ट परिवर्तन को दर्शाता है। इसके अतिरिक्त, रिसीवर फंक्शन से पश्चिमी घाट के समानांतर एक मजबूत उप-मोहो निम्न वेग परत का भी पता चला है। इस प्रेक्षण की पुष्टि भारत के पश्चिमी तट के नीचे सबसे ऊपरी मेंटल में एक निम्न घनत्व क्षेत्र के पूर्ववर्ती प्रभाव से भी होती है। रिसीवर फंक्शन के हारमोनिक डिफ्रैक्शन से पता चलता है कि यह एलवीएल मोहो के आप्लावन के समय एनीसोट्रोपिक है। एनीसोट्रोपी के समरूपता अक्ष की प्रवृत्ति भारत के पश्चिमी तट के लगभग लंबवत 58.2 डिग्री से 134.4 डिग्री के बीच है। हम मान सकते हैं कि इस एलवीएल की उत्पत्ति भारत के पश्चिमी तट के समानांतर भिन्न-भिन्न रिफ्टिंग घटनाओं से संबंधित है क्योंकि एलवीएल तापीय/रासायनिक विसंगतियों के स्वरूप हैं।

इसके अतिरिक्त, एनसेस ने पश्चिमी घाट के समानांतर और इसके सामीप्य में अवस्थित 17 ब्राडबैंड भूकंपीय केन्द्रों पर रिकॉर्ड किए गए एसके(के)एस और पीके(के)एस तंत्रों के शीयर वेब स्प्लिटिंग विश्लेषण का प्रयोग करके ऊपरी मेंटल एनीसोट्रोपी का मापन किया। परिमाणों से पता चलता है कि तीव्र अक्ष ध्रुवीकरण डायरेक्शन 0.3 से 1.8 एस के बीच विलंब समय के साथ मुख्यरूप से एनई-एसडब्ल्यू दिशा में हैं। यह दिशा भारतीय उप महाद्वीप के एक्सो ल्यूवट प्लेट मोशन के समानांतर है, जिससे पता चलता है कि लिथोस्फीयर के आधार पर अविरूपण पश्चिमी घाट के समानांतर एनीसोट्रोपी के लिए प्रमुख तंत्र है। विशेष रूप से पश्चिमी घाट के उत्तरी भाग में, पश्चिमी तट के निकट केन्द्रों पर ई-डब्ल्यूवि उन्मुख एनीसोट्रोपी को रिफ्टिंग प्रक्रम के साथ सहयोजित, पश्चिमी तट के समानांतर लिथोस्फीयरिंग स्ट्रेचिंग से जोड़ा जा सकता है। इसके अतिरिक्त, तट से दूर के केन्द्रों पर, 0.6 से 1.2 के बीच विलंब

समयों के साथ तट के समानांतर तीव्र अक्ष ध्रुवीकरण दिशाएं (एन-एस, एनएनडब्ल्यू-एसएसई) पतले से मोटे लिथोस्फीयर में परिवर्तन के साथ ऐज फ्लो के कारण हो सकती हैं। इसके अतिरिक्त, हम दक्षिणी दानेदार क्षेत्र में केन्द्र पर स्प्लिटिंग प्राचलों में अंतर को दो-परती एनीसोट्रोपी में मॉडल करते हैं, जिसमें ऊपरी परत में ई-डब्ल्यू अभिविन्यास तथा निचली परत में एनई-एसडब्ल्यू अभिविन्यास है। भारतीय उप महाद्वीप के पश्चिमी तट के समीप और दूर केन्द्रों पर तट लंबवत से तट समानांतर तक परिवर्तनशील तीव्र अक्ष ध्रुवीकरण दिशाएं भिन्न-भिन्न रिफ्टिंग घटनाओं को दर्शाती हैं। ये परिणाम पश्चिमी घाट के क्रमिक विकास के लिए प्रस्तावित रिफ्टिंग मॉडल का समर्थन करते हैं।

### 5.3.6 पश्चिमी अपतट, भारत के पेट्रोलिफेरस बेसिनों में पेलोओफ्लूइड

एनसेस ने बैकग्राउंड इंटरफेरेंस के बिना हाइड्रोकार्बन फ्लूइड इन्फ्लूएल जंस (एचसीएफआई) को पहचानने के लिए भारत में पहली बार एक विशेष वफर प्रिपरेशन तकनीक विकसित की है। इसके अतिरिक्त, अमेरिकन पेट्रोलियम इंस्टिट्यूट के गुरुत्वाकर्षण-माइक्रॉन आकार के एचसीएफआई में मौजूद तेल की कीमत के लिए एक गुणवत्ता प्राचल-के निर्धारण की तकनीक विकसित की है। रमन शिफ्ट्स और ए 785 एमएम डायोड लेजर का प्रयोग करके एचसीएफआई में हाइड्रोकार्बन प्रजातियों की पहचान की तथा यह अंतरराष्ट्रीय स्तर पर अपनी तरह का पहला प्रयोग था। एनसेस में विकसित फ्लूइड इन्फ्लूएल तकनीक का प्रयोग करके भारतीय पश्चिमी अपतट बेसिनों (मुंबई अपतट और केरल-कॉकण) में दो घोषित सूखे कुओं में तेल ढूंढा। पेट्रोलिफेरस बेसिनों में तेलों के पुरा तापमान तथा हाइड्रोकार्बन गुणवत्ता का निर्धारण करने के लिए फ्लूइड इन्फ्लूएल तकनीक की संभावना को स्थापित किया।

### 5.3.7 अटापड्डी सीजेडओ, दक्षिणी पश्चिमी घाटों में भूजल रसायन शास्त्र

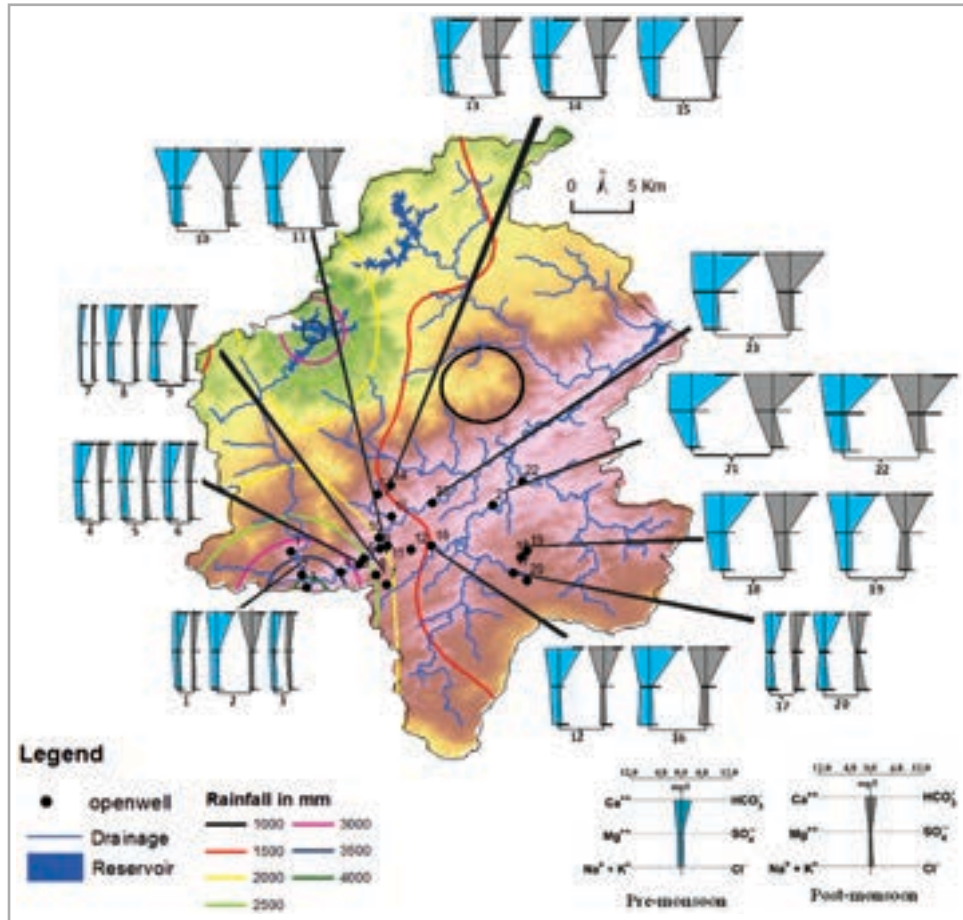
पर्वत जलग्रहण क्षेत्र विश्व के महत्वपूर्ण जल स्रोतों में से एक हैं जो वैश्विक जनसंख्या के एक बड़े भाग का पोषण करते हैं तथा बृहद जैवविविधता रखते हैं। पर्वतीय जलसंभरों के भूमिगत जल की मात्रा और गुणवत्ता सामान्यतः भूवैज्ञानिक विशेषताओं तथा जलवायु तत्वों पर निर्भर करती है। यद्यपि अनेक नदी बेसिनों के मिडलैंड और लोलेण्ड्स में अनेक अध्ययन किए गए हैं, फिर भी उष्णदेशीय जलसंभरों के पर्वतीय जलग्रहण क्षेत्रों की भूमिगत जल की विशेषताओं पर पर्याप्त

## भूकंप विज्ञान और भूविज्ञान अनुसंधान (सेज)

ध्यान नहीं दिया गया है। इसलिए एनसेस द्वारा स्थापित महत्वपूर्ण क्षेत्र वेधशालाओं के टीईआरआरएआईएन (महाद्वीपीय भारत में उष्णएदेशीय पारिस्थितिकी अनुसंधान प्रयोगशालाएं) नेटवर्क के एक भाग अटापड्डी महत्वपूर्ण क्षेत्र वेधशाला (सीजेडओ) के पर्वतीय जलग्रहण क्षेत्रों की भूमिगत जल की विशेषताओं के स्वाथानेकालिक अंतर तथा नियंत्रक कारणों का पता लगाने के लिए एक अध्ययन किया गया है। विभिन्न भौतिक-रासायनिक प्राचलों तथा विलेय पदार्थों के आकलन के लिए मानसून पूर्व, मानसून तथा मानसून के बाद की ऋतुओं में भूमिगत जल के 88 नमूने (खुले तथा नलकूल) लिए गए थे। इस अध्ययन के परिणाम से पता चला है कि टैल्क-ट्रेमोलाइट की अधिकता वाले मध्य क्षेत्र में उच्च तर पीएच और टोटल डिस्सॉल्ड्स प सोलिड्स (टीडीएस) देखे गए जबकि चारनोकाइट की अधिकता

वाले क्षेत्रों में कम मात्रा देखी गई। जल के नमूनों में अधिकांश धनायन  $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^{+} > K^{+}$  के क्रम के हैं तथा ऋणायन  $HCO_3^{-} > Cl^{-} > SO_4^{2-}$  क्रम के हैं। कृषिगत/निवास क्षेत्रों के निकट क्षेत्रों में  $Cl^{-}$  की अधिक मात्रा देखी गई है।

एक सकल मूल्यांकन दर्शाता है कि अध्ययन क्षेत्र में भूमिगत जल का जल-रसायन विज्ञान सिलिकेट और कार्बोनेट झुकाव दोनों से प्रभावित है। भूमिगत जल के लिए संगणित खनिज स्थायित्व सूचकांक से पता चला है कि लगभग 52 प्रतिशत नमूने कार्बोनेट खनिजों से सुपरसेचुरेटेड हैं तथा विलेय ओवरलोडिंग के कारण प्रायः शल्कन को दर्शाते हैं। सेचुरेशन सूचकांक तथा खनिज स्थायित्व आरेख भी इसका समर्थन करते हैं कि एल्यूमिनियोसिलिकेट खनिजों का इंकॉग्रुएंट डिस्सोल्यूशन (सिलिकेट वेदरिंग) एक महत्वपूर्ण जल रासायनिक



चित्र 5.16: भूमिगत जल रसायन विज्ञान में जलवायु तत्वों के नियंत्रण को दर्शाने वाला अटापड्डी सीजेडओ का खुले कुओं के नमूनों में मानसून पूर्व, तथा मानसून के बाद की ऋतुओं में धनायन और ऋणायन में स्थानिक अंतर

प्रकम है जो भूमिगत जल के रसायन शास्त्र को नियंत्रित करता है। लेंगेलियर सेचुरेशन सूचकांक (एलएसआई) तथा पकोरियस स्केलिंग सूचकांक (पीएसआई) दर्शाते हैं कि खुले कुओं तथा नलकूपों से लिए बहुतायत नमूने स्केलिंग प्रवृत्ति को दर्शाते हैं। पीसीए और एचसीए का प्रयोग करके डेटा का विश्लेषण दर्शाता है कि जल गुणवत्ता में अंतर मुख्यतः जीवोजेनिक/प्राकृतिक प्रक्रमों के कारण है। तथापि, कृषिगत/निवास की अधिकता वाले क्षेत्रों में एन्थ्रोपोजेनिक कारणों का भी महत्वपूर्ण प्रभाव था। भूमिगत जल की गुणवत्ता में योगदान देने वाले कारणों में रसायन वेदरिंग तथा एन्थ्रोपोजेनिक गतिविधियां महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। यह देखा गया था कि कुआ जल के नमूनों की जल रासायनिक विशेषताओं का निर्धारण करने वाले कारकों में, सिलिकेट तथा कार्बोनेट वेदरिंग दोनों तथा कृषि कार्यकलाप, क्षेत्र में भूमिगत जल के आयनों के इनपुट महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। क्षेत्र में भूमिगत जल की जल रासायनिक विशेषताओं का दीर्घकालीन पर्यवेक्षण शुष्क तथा अर्द्ध शुष्क क्षेत्रों में कृषिगत क्षेत्रों के गहनता से प्रबंधन में भूमिगत जल प्रणालियों की जल रासायनिक विशेषताओं में स्रोत योगदान तथा भविष्य की प्रवृत्तियों को प्रकाश में ला सकता है।

### 5.3.8 सह्याद्रि में वैश्विक पर्यावरणीय परिवर्तनों का मूल्यांकन

पश्चिमी घाट पार्वतिकी के समानांतर नमी रिसायकलिंग और वाष्पीकरण प्रक्रमों के समस्थानिक सिग्नेचरों का अध्ययन किया गया है। इस अध्ययन में ऊंचाई की परिवर्तनशील प्रकृति तथा विशेष रूप से तटीय निम्नेभूमि में पुनर्वाष्पीकरण प्रक्रमों के परिणामस्वरूप स्थिर समस्थानिकों पर महत्वपूर्ण प्रभाव के बारे में बताया गया है जो घाटों के समानांतर स्थायी स्थानिक रूप से फैले हुए निगरानी केन्द्रों की स्थापना करने के महत्व को बताता है। यह पश्चिमी घाटों के समानांतर पर्वतकृत वर्षा के बनने के संबंध में प्रमुख सूचनाएं प्रदान करेगा। इसके अतिरिक्त,  $\delta^{18}\text{O}$  और पश्चिमी घाटों की ढलानों के समानांतर संवहनी गतिविधियों के बीच संबंध से उच्च भूमि केन्द्र के समानांतर स्थानीय प्रक्रमों की प्रबलता का पता चलता है। यह पश्चिमी घाटों की पीआरबी के समानांतर ऊंचाई में परिवर्तन तथा मात्रात्माक प्रभाव के अन्वेषण हेतु पश्चिमी घाट स्थलों के समानांतर अपनी तरह का पहला अध्ययन है। पश्चिमी घाटों का उष्णरदेशीय नम क्षेत्र उच्चतर जल वाष्प रिसायकलिंग दरों के होने के लिए जाना जाता है, इस प्रकार स्थानीय नमी की महत्वपूर्ण मात्रा को प्रेरित करता है। इस रिसाइकलड नमी से पश्चिमी घाटों के वर्षा छाया क्षेत्र के समानांतर स्थित गुष्कतर तमिलनाडु राज्य में लगभग 25-40%

एसडब्ल्यूएम वर्षा होती है। बैक ट्रेजेक्टरी दृष्टिकोण का प्रयोग करके किए गए अध्ययन ने पवन वाली तरफ रिसायकलिंग दर के इस पर्वत श्रृंखला के मध्य भागों के समानांतर अधिकतम 8.5% मासिक होने तथा दैनिक योगदान के 50.7% अधिकतम तक पहुंचने का अनुमान लगाया है। बैक ट्रेजेक्टरी विश्लेषण उच्चभूमि में नमी रिसायकलिंग के किसी भी चिह्न को नहीं दर्शाता, फिर भी डी-एक्सेस (डी-एक्सेस) तथा वर्षा में डिप्लीटेड  $\delta^{18}\text{O}$  नमी रिसायकलिंग के सिग्नेचरों को दर्शाता है। उच्च भूमि बैक ट्रेजेक्टरी के अंतिम बिंदुओं में रिकार्ड किया गया नमी उदग्रहण (चित्र 5.17) विशेष रूप से पश्चिमी घाटों जैसे संकरे पर्वत नेटवर्कों की तरफ इस दृष्टिकोण का प्रयोग करके नमी रिसायकलिंग के कम अनुमान को सूचित करता है। सतही जल स्थानों की नकारात्मक एलसी-एक्सेस (लाइन कंडीशंड एक्सेस) से आस पास की वायु में वाष्पीकृत नमी के उपलब्ध होने का पता चलता है जो स्थानीय वर्षा के लिए सफलतापूर्वक रिसाइकलड हो सकता है।

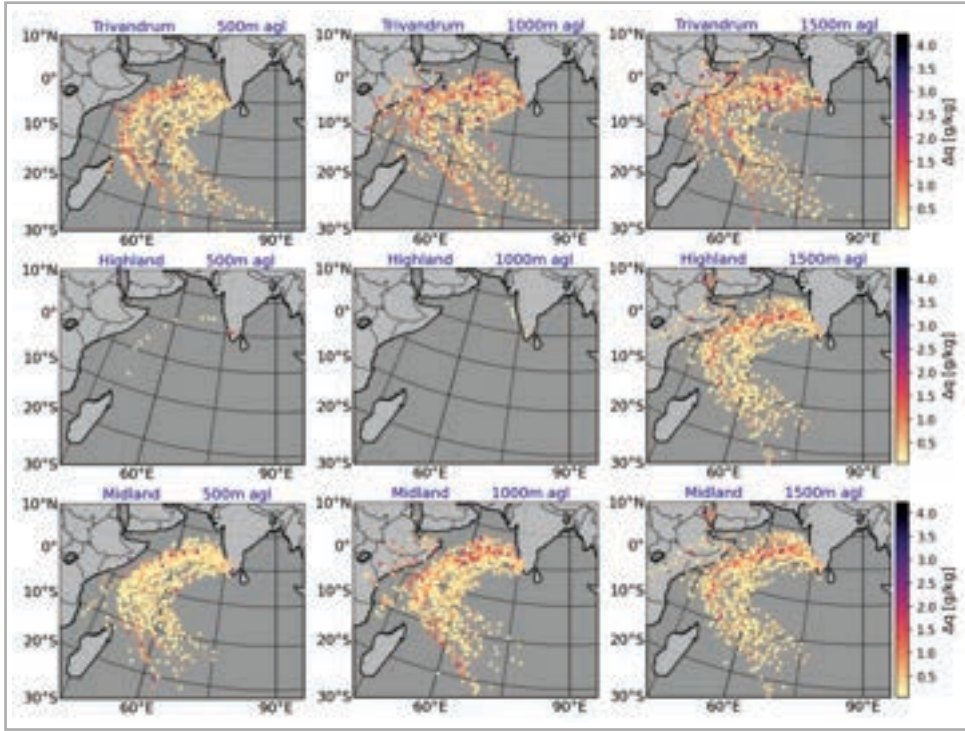
### 5.3.9 मिड लेट नूतनतम काल विकासवादी इतिहास तथा वेल्लायनी झील, दक्षिण भारत की जलवायु का बदलना

वेल्लायनी झील दक्षिण पश्चिम भारत के केरल राज्य में मीठे पानी की दूसरी सबसे बड़ी झील है। इस झील से प्राप्त किए गए एक 10 मीटर लंबे वेध छिद्र क्रोड पर किए गए एक अध्ययन से पता चला है कि 2000 कैल वर्ष बीपी से पहले झील का एक समुद्री संपर्क था। 6430-4390 कैल वर्ष बीपी के दौरान कायम रही लैगूनल दशाओं के साथ उच्च समुद्र स्तर के बाद धीरे-धीरे समुद्र के वापस लौटने से 4300-2600 कैल वर्ष बीपी के दौरान कमजोर जल वेंटिलेशन के कारण ऑक्सीजन कमी की दशाएं बनीं। 2600 से 440 कैल वर्ष बीपी तक यह क्षेत्र समुद्री प्रभाव से मुक्त हो गया तथा एक मीठे पानी की झील में बदल गया तथा वर्तमान स्थिति अंतिम 440 कैल वर्ष बीपी के दौरान प्राप्त की (चित्र 5.18)।

### 5.3.10 पश्चिमी घाट, भारत की पर्वतीय उष्णरदेशीय नदियों द्वारा कणाकार ऑर्गेनिक कार्बन का निर्यात : रूपांतरण और नियंत्रण

वैश्विक नदियां महाद्वीपों से समुद्री क्षेत्रों तक जैव भूरासायनिक प्रवाहों को ले जाती हैं तथा ग्रह के तीन विशाल कार्बन समूहों अर्थात् मृदा, वायुमंडल तथा समुद्र को जोड़ती हैं एवं सुदीर्घ समय पैमाने पर वायुमंडलीय कार्बन इवेंट्री को प्रभावित करती हैं। नदियों द्वारा ले जाया गया ऑर्गेनिक कार्बन (ओसी) जलीय एवं समुद्री जीवों के लिए एक प्रमुख खाद्य स्रोत के रूप में कार्य करता है तथा ये इनपुट तटीय समुद्रों में

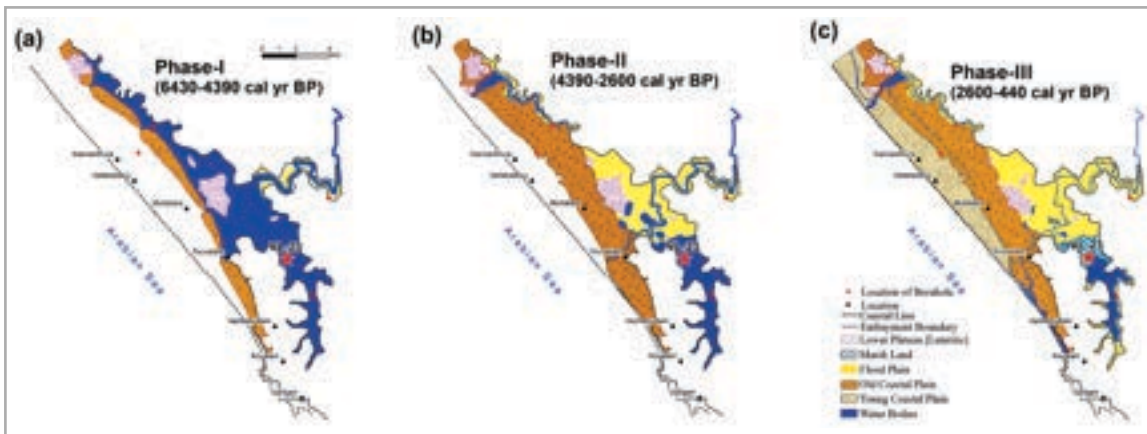




चित्र 5.17 : भिन्न भिन्न स्तरों (500, 1000 और 1500 एम एजीएल) पर नमूना केन्द्रों को पहुंचती 168 एचआर बैक ट्रेजेक्टरी के समानांतर नमी उदग्रहण ( $\Delta q = +ve$ ) स्थान

जैवभूरासायनिक चक्रों तथा खाद्य वेबों को प्रभावित करने में स्थलीय योगदानों की वैज्ञानिक समझ में सुधार के लिए आवश्यक है। नदियां विलेय (डीओसी) तथा कणाकार (पीओसी) रूप, दोनों में ऑर्गेनिक कार्बन ले जाती हैं जिसे समेकित रूप से कुल ऑर्गेनिक कार्बन (टीओसी) कहा गया है। पीओसी के परिवहन से संबंधित अधिकांश

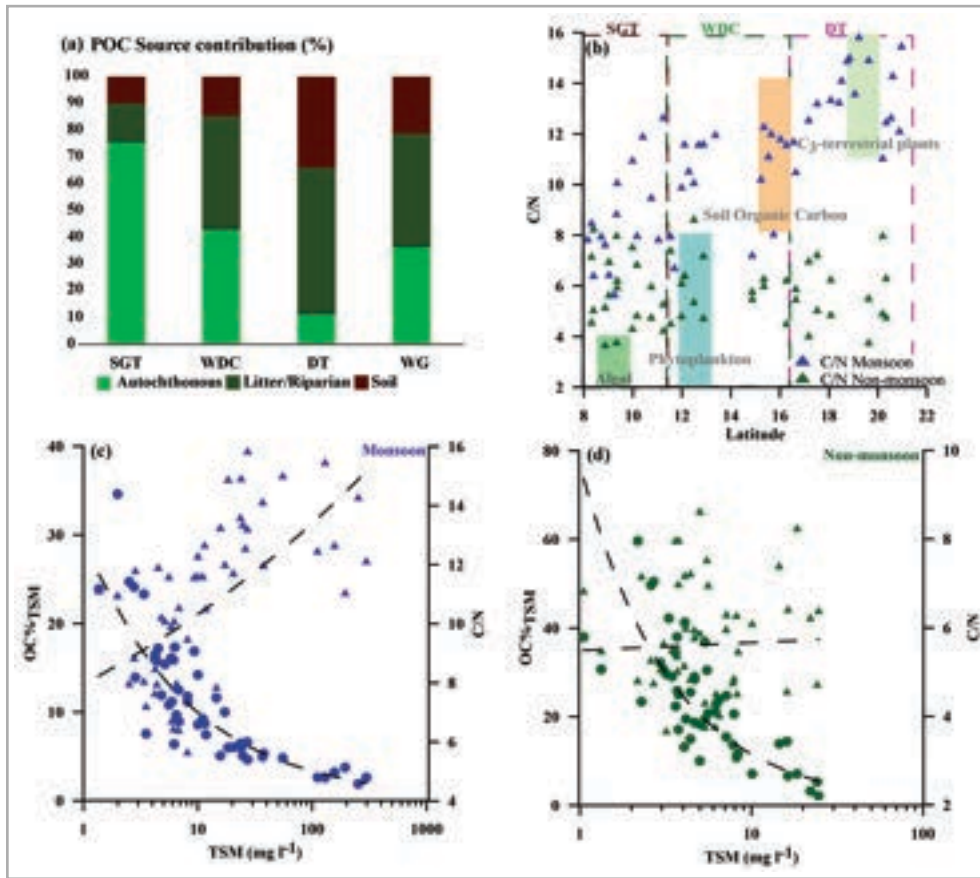
क्षेत्रीय और वैश्विक पैमाने के अनुभवजन्य अध्ययन विशेष रूप से लघु पर्वतीय नदियों, भिन्न-भिन्न जलवायु क्षेत्रों एवं संभर आकारों में बहने वाली नदियों के अपर्याप्त डेटा प्रस्तुतिकरण की समस्याका सामना करते हैं। लघु पर्वतीय नदियों द्वारा ऑर्गेनिक कार्बन का परिवहन आवश्यक है परन्तु वैश्विक कार्बन चक्र का पूअर्ली कंस्ट्रैपड संघटक है। वर्तमान संदर्भ



चित्र 5.18 मिड होलोसीन अवधि से समुद्र की क्रमिक वापसी को दर्शाने वाला आरेखीय चित्र। रेड स्टार (\*) वेल्लानयनी झील में वीएल-23 क्रोड स्थान को दर्शाता है।

में, भारत के पश्चिमी घाट से निकलने वाली 70 ठीकठाक आकार की उष्णदेशीय तटीय नदियों का एक विस्तृत ऋतुनिष्ठ प्रतिचयन इन नदियों से कणाकार ऑर्गेनिक कार्बन (पीओसी) के विश्लेषण हेतु किया गया। इस अध्ययन का उद्देश्य पीओसी पदार्थों में स्थानिक कालिक परिवर्तनशीलता की जांच करना, प्रवाह का अनुमान लगाना तथा पीओसी स्रोतों पर पर्यावरणीय नियंत्रणों की पहचान करना तथा क्षेत्र भर में परिवहन विशेषताओं का पता लगाना था। परिणामों से पता चला है कि एशिया के भू क्षेत्र के लगभग 0.25% भाग वाला पश्चिमी घाट क्षेत्र 0.79 टीजी पीओसी अरब सागर में डालता है तथा इस प्रकार समुद्रों में एशिया की नदियों के पीओसी प्रवाह में 1% योगदान है। कणाकार नमूनों में ऑर्गेनिक कार्बन (ओसी) का औसत मूल्य 3.24% है तथा औसत पीओसी सांद्रता 2.86 मिलीग्राम/एल (चित्र 5.19) है।

स्रोत विनियोग के लिए, नमूनों को कुल निलंबित पदार्थ ( टीएसएम) और पीओसी नमूनों के सी/एन अनुपात (चित्र 5.19) के आधार पर वर्गीकृत किया गया था। पीओसी के कुल परिवहन में, कूड़े/रिपेरियन (42.5%) पूल कार्बनिक पदार्थों का सबसे बड़ा स्रोत है, इसके बाद पश्चिमी घाट क्षेत्र के लिए ऑटोचथोनस (36%) और मिट्टी (21.5%) हैं। तथापि, स्थानीय ऑटोचथोनस स्रोत पीओसी पूल में असाधारण योगदान देते हैं, जो शैवाल और फाइटोप्लांकटन के विकास के लिए एक अनुकूल पर्यावरणीय स्थिति का संकेत देते हैं, जो ऐतिहासिक अध्ययनों के विपरीत हैजिनमें वैश्विक नदियों के लिए ऑटोचथोनस स्रोतों का योगदान पीओसी के 8 से 28% के बीच बताया गया है। इस प्रकार, वर्तमान अध्ययन तटीय उष्णकटिबंधीय वातावरण में पीओसी पूल में प्राथमिक उत्पादन के प्रभुत्व को दर्शाता है। यह अध्ययन जलग्रहण



चित्र 5.19: (क) सी/एन अनुपातों के माध्यम से पीओसी पूल की विशेषताओं को दर्शाते हुए एसजीटी, डब्ल्यूडीसी, डीटी ब्लॉक और पूरे पश्चिमी घाट के लिए पीओसी पूल के स्रोत का सापेक्ष वितरण; (ख) ऑटोचथोनस के एलोचथोनस पूलसे सी/एन अनुपातों का वितरण; (ग) मानसून और (ड) गैर-मानसून मौसम के लिए टीएसएम बनाम ओसी % टीएसएम और सी/एन प्लॉट।

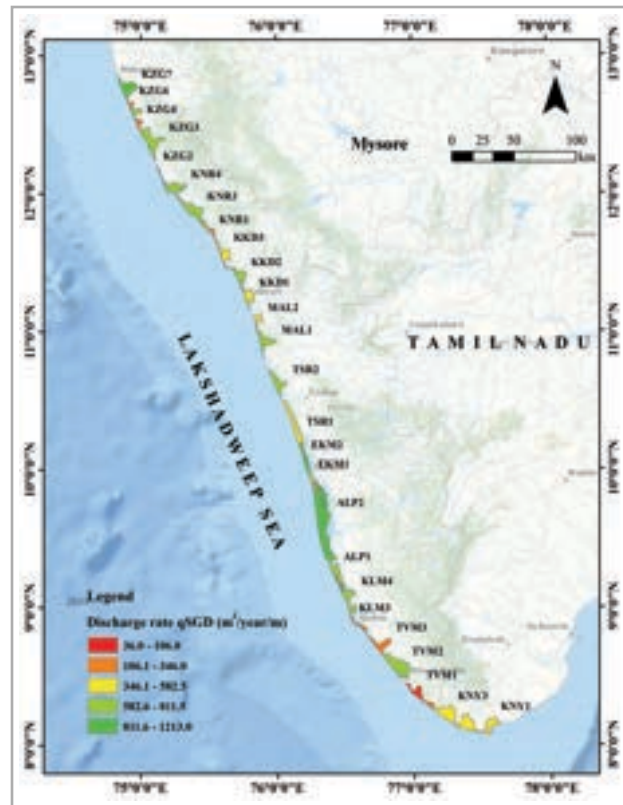
## भूकंप विज्ञान और भूविज्ञान अनुसंधान (सेज)

पैमाने (जलविज्ञान संबंधी, जलवायु संबंधी, जलग्रहण, भू-उपयोग की भौतिक विशेषताएं), इन-स्ट्रीम प्रक्रमों (जलीय प्राथमिक उत्पादन, तलछट जमाव और रीमोबिलाइजेशन आदि) पर पीओसी फ्लक्स की उत्पत्ति और आपूर्ति पर विभिन्न पर्यावरणीय प्राचलों के प्रभाव को प्रदर्शित करता है। यह अध्ययन इस बात पर भी प्रकाश डालता है कि किस प्रकार नदी की कार्बन गतिकी इनपुट, इन-स्ट्रीम रूपांतरण और जमाव से प्रभावित होती है, इसका विस्तृत विवरण प्रदान करने के लिए जांचों को अभिगम करने के लिए व्यापक स्रोत की आवश्यकता है।

### 5.3.11 भारत के दक्षिण पश्चिमी तट के समानांतर अंतःसमुद्री भूजल निर्वहन (एसजीडी) क्षेत्रों को प्रकाश में लाना (चरण-1)

इस राष्ट्रीय नेटवर्क परियोजना के कार्यकारी समूह-4 के तहत, एनसेस ने जलभृत मॉडलिंग तकनीक के माध्यम से भारत के दक्षिण-पश्चिम तटीय क्षेत्र के तीन तटीय जलग्रहण क्षेत्रों से एसजीडी प्रवाह का अनुमान

लगाया था। दक्षिण पश्चिमी तटीय क्षेत्र में सर्वेक्षण किए गए 640 किमी में से कुल किनारे की लंबाई 106.5 किमी वाले नौ महत्वपूर्ण क्षेत्रों में एसजीडी लक्षण हैं। जहां कहीं भी एसजीडी होता है, वहां तटीय रेखा की प्रति यूनिट लंबाई में भूजल के औसत प्रवाह की गणना 36 से 1213 एम<sup>3</sup>/वाई/एम के बीच की गई थी (चित्र 5.20)। दूसरे शब्दों में, 4 से 6% वर्षा की गणना एक वर्ष में एसजीडी के रूप में समुद्र में रिसाव के रूप में की गई है। तटीय जलोढ़, अपक्षयित ओवरबर्डन और खंडित देशी चट्टानों (~ 900m<sup>3</sup>/y/m) वाले जलभृतों की तुलना में तृतीय युग कतलछटी विन्यास निर्वहन (700 m<sup>3</sup>/y/m) से बना चट्टान खंड थोड़ा कम है। सूचना के अनुसार नियोटेक्टोनिज्म ने एसजीडी के लिए कंड्रूइट बनाने और तटीय क्षेत्र की ओर भौम जलस्तर टेबल के उच्च हाइड्रोलिक ग्रेडिएंट को बनाए रखने को सुगम बनाया।



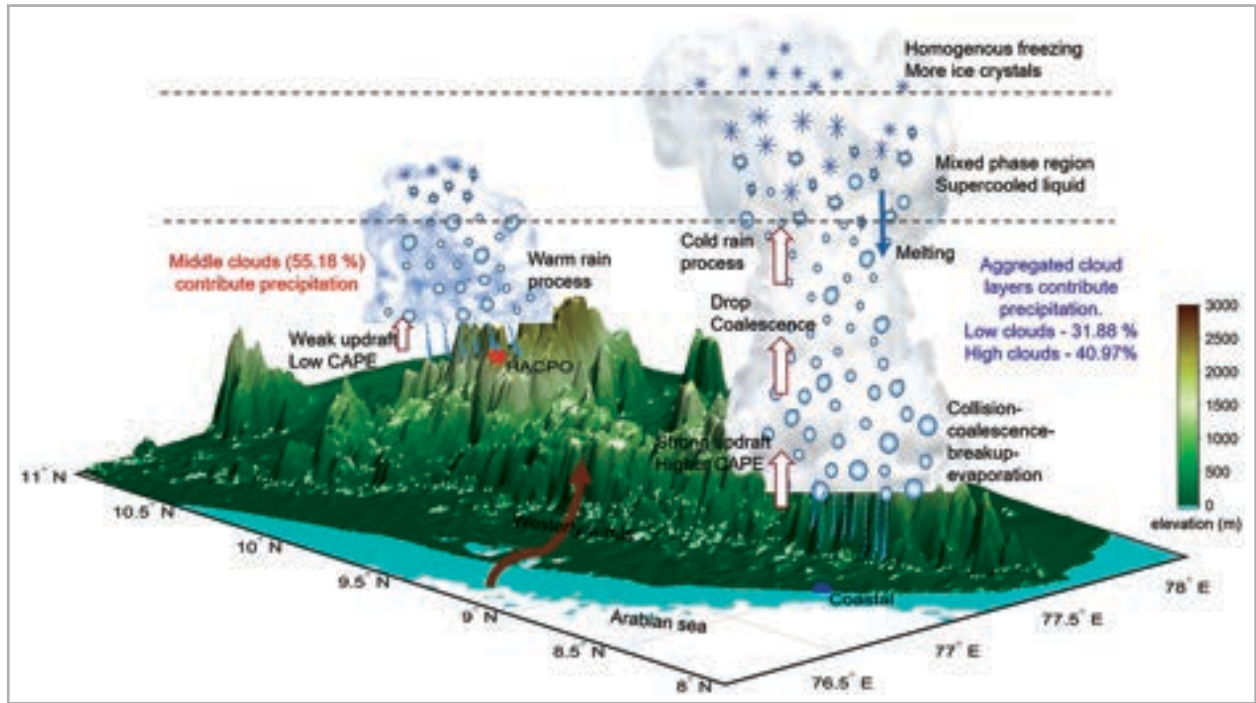
चित्र 5.20: दक्षिण पश्चिमी तट में तटीय जलग्रहण क्षेत्रों में अनुमानित निर्वहन दरों का स्थानिक मानचित्र



### 5.3.12 उष्णकटिबंधीय बादलों की मैक्रोफिजिकल विशेषताएं और विषम क्षेत्रों में वर्षा

इस अध्ययन में उन्नत उपकरणों और संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान मॉडलों का प्रयोग करके उष्णकटिबंधीय बादलों, वर्षा और आकाशीय बिजली में अनुसंधान पर ध्यान दिया गया है। जमीनी और उपग्रह-आधारित प्रेक्षणों के एक संयुक्त संश्लेषण से संबद्ध वर्षा सूक्ष्म भौतिकी की तुलना में बादलों की मैक्रोफिजिकल विशेषताओं को समझना संभव हुआ है। दक्षिणी पश्चिमी पवनाभिमुख घाटों की ओर दो प्रतिनिधि (1 उष्णकटिबंधीय तटीय और 2 उच्च ऊंचाई वाले) स्थानों पर वर्ष 2017 और 2018 के लिए मानसून पूर्व और मानसून बाद की ऋतुओं के दौरान वर्षा तंत्रों पर एक अध्ययन किया गया है। एकत्रित बादल परतों ने तटीय स्थल पर कुल वर्षा में योगदान दिया, जबकि राजमल्लई में उच्च ऊंचाई वाले स्थान (एमएसएल से 1800 मीटर ऊपर) में योगदान करने वाले मध्यम स्तर के बादलों से वर्षा विकसित हुई है। इसके अतिरिक्त,

राजमल्लई में एकल बादल परतें 50% से अधिक वर्षा का योगदान करती हैं। बड़े बर्फ के क्रिस्टल और बड़े क्लाउड ड्रॉप्स (उच्च सीईआर मान और समुद्री नमक एरोसोल द्वारा विशाल सीसीएन) की उपस्थिति रिमिंग कुशलता को बढ़ाती है जिससे उच्च बादल बर्फ या ग्रेपेल का निर्माण होता है। पिघलने वाली परत से गुजरते समय, ये मिश्रित-चरण हाइड्रोमीटर बढ़ते हैं और इसके परिणाम गहरे संवहनी बादलों की उपस्थिति को दर्शाते हुए सतह पर बड़े डीएम मूल्यों में होता है। इसके अतिरिक्त, हाल के वर्षों में दक्षिण भारत में वार्षिक आकाशीय बिजली की घटनाएं बढ़ रही हैं। मध्य भारत में सक्रिय मानसून काल से ठीक पहले बिजली की घटनाओं में तीव्र बढ़ोतरी देखी गई है। अध्ययन से पता चलता है कि बिजली पर प्रेक्षण और उनका विश्लेषण उस क्षेत्र में आने वाले आगामी सक्रिय मानसून का पूर्वानुमान लगाने के लिए उपयोगी होगा (चित्र 5.21)।



चित्र 5.21: एक आरेखीय चित्र जो पवनाभिमुख पश्चिमी घाट की ओर एक तटीय और उच्च ऊंचाई वाले क्षेत्र में बने बादलों की विशेषताओं में प्रमुख अंतर दिखाता है।

## अध्याय 6 अनुसंधान, शिक्षा, प्रशिक्षण और आउटरीच (रीचआउट)

राष्ट्र को कुशल मौसम पूर्वानुमान और जलवायु जानकारी, समुद्री दशा, भूकंप, सुनामी और पृथ्वी प्रणालियों से संबंधित अन्य घटनाएं होने से पूर्व सर्वोत्तम संभव सेवाएं प्रदान करने के मंत्रालय के प्राथमिक जनादेश को पूरा करने के लिए, पृथ्वी प्रणाली के अलग-अलग घटकों (वायुमंडल, जलमंडल, भूमंडल, क्रायोस्फीयर और जैवमंडल) की वैज्ञानिक समझ के साथ-साथ उनके बीच संबंध और विभिन्न अनुसंधान एवं विकास कार्यक्रमों के माध्यम से प्राकृतिक और मानव जनित परिवर्तनों के प्रति उनकी प्रतिक्रिया को समग्र रूप से जानना आवश्यक है। इसके लिए बड़ी संख्या में प्रशिक्षित जनशक्ति की आवश्यकता होती है, जो वायुमंडलीय, समुद्री और भू-विज्ञान के जानकार हों, जिन्हें देश के अनुसंधान एवं विकास और प्रचालन संगठनों में शामिल किया जा सकता है। रिसर्च, एज्युकेशन ट्रेनिंग एण्ड आउटरीच (रीचआउट), आउटरीच (रीचआउट) कार्यक्रम में निम्नलिखित पांच उप-कार्यक्रम शामिल हैं जो उपर्युक्त गतिविधियों का ध्यान रखते हैं:

- I. पृथ्वी प्रणाली विज्ञान में अनुसंधान एवं विकास (RDESS)
- II. आउटरीच और जागरूकता
- III. बिम्सटेक मौसम और जलवायु केंद्र (BCWC)
- IV. प्रचालनात्मक समुद्र विज्ञान के लिए अंतर्राष्ट्रीय प्रशिक्षण केंद्र (ITCOOcean)

V. पृथ्वी प्रणाली विज्ञान में कुशल जनशक्ति के विकास के लिए कार्यक्रम (DESK)

VI. नॉलेज रिसोर्स सेंटर नेटवर्क (KRCNET)

निम्नलिखित खंड रीचआउट कार्यक्रम के प्रत्येक उप-कार्यक्रम के तहत की जाने वाली गतिविधियों से संबंधित हैं।

### 6.1 पृथ्वी और वायुमंडलीय विज्ञान में अनुसंधान और विकास (RDESS):

पृथ्वी प्रणाली विज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों में विभिन्न शैक्षणिक / अनुसंधान संगठनों और विश्वविद्यालयों के प्रस्तावों का समर्थन इस आशय से किया जाता है कि यह पृथ्वी प्रणाली की हमारी समझ को बेहतर बनाने में मदद करेगा। जिन गतिविधियों का समर्थन किया जाता है उनमें राष्ट्रीय महत्व के क्षेत्रों में केंद्रित अनुसंधान; स्वदेशी विकास का निर्माण, उत्कृष्टता केंद्र खोलने के माध्यम से मानव संसाधन विकास, शैक्षणिक कार्यक्रमों की शुरुआत, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय पीठों की स्थापना; राष्ट्रीय सुविधाओं के रूप में विशिष्ट प्रयोगशालाओं की स्थापना; राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय सहयोग, राष्ट्रीय समन्वित परियोजनाएं और पृथ्वी विज्ञान और प्रौद्योगिकी प्रकोष्ठों (ईएसटीसी) की स्थापना शामिल हैं। चालू वित्तीय वर्ष के दौरान, कुल 27 प्रस्तावों को स्वीकृत किया गया है जैसा कि नीचे दी गई तालिका में दिखाया गया है:

2021-22 के दौरान वित्त पोषित प्रस्तावों की संख्या	वायुमंडलीय विज्ञान	समुद्र विज्ञान	भूविज्ञान विज्ञान	भूकंप विज्ञान	हिमांकमंडल और जल विज्ञान
	8	5	7	6	1

कुछ जारी /पूर्ण परियोजनाओं की प्रगति का नीचे वर्णन किया गया है:

#### 6.1.1 जलवायु परिवर्तन सहित वायुमंडलीय अनुसंधान

PAMC-AS के तहत तीन परियोजनाएं पूरी की जा चुकी हैं। उनमें से प्रत्येक के तहत उपलब्धियां नीचे वर्णित हैं:

1. एनआईटी राउरकेला द्वारा "उच्च विभेदन मेसोस्केलविश्लेषण और मॉडलिंग प्रणाली का उपयोग करके भारत के पूर्वी क्षेत्र में भारी वर्षा पूर्वानुमान में सुधार"।

यह परियोजना मुख्य रूप से मानसून के मौसम के दौरान भारी वर्षा गतिविधि के मेसोस्केल सिमुलेशन में सुधार के प्रयासों से संबंधित है।

अध्ययन ने मॉनसून वर्षा घटना के लघु-अवधि पूर्वानुमान में सुधार करने में योगदान दिया है। भारत में उपग्रह उत्पादों का वायुमंडलीय डेटा सम्मिश्रण दो महत्वपूर्ण तथ्यों को प्रकट करता है कि ध्रुवीय उपग्रह विकिरण डेटा 00 और 12 यूटीसी के विश्लेषण में सुधार करने के लिए विशेष रूप से उपयोगी है और इन्सैट-आधारित तापमान और आर्द्रता प्रोफाइल 06 यूटीसी विश्लेषण चक्र में 00 और 12 यूटीसीचक्र की तुलना में बेहतर हैं।

मानसूनी भारी वर्षा पूर्वानुमानों के लिए भारत मौसम विज्ञान विभाग में प्रचालन मेसोस्केल मॉडल को अनुकूलित करने के लिए परिणाम और डिलिवरेबल्स उपयोगी हैं। परियोजना के दौरान सात प्रकाशन प्राप्त हुए हैं।

**2. परियोजना " इन्वेस्टिगेटिंग एरोसोल-क्लाउड फोर्सड क्लाइमेट चेंज ओवर इंडिया: ए मल्टी-सैटेलाइट अप्रोच "** सावित्री बाई फुले यूनिवर्सिटी पुणे द्वारा पूरा किया गया।

क्लाउड एरोसोल लिडार और इन्फ्रारेड पाथफाइंडर सैटेलाइट (CALIPSO) से प्राप्त विभिन्न प्रकार के एरोसोल का विस्तृत अध्ययन भारतीय क्षेत्र में किया गया है। एक प्रमुख खोज मानसून पूर्व और मानसून के मौसम के दौरान सतह से 5 किमी की ऊंचाई तक भारत में विभिन्न प्रकार के एरोसोल के व्यापक वितरण की उपस्थिति की पहचान है।

**3. परियोजना "दिल्ली विश्वविद्यालय क्षेत्र में इनडोर वायु प्रदूषण की निगरानी और स्वास्थ्य पर पर इसके प्रभाव "** दिल्ली विश्वविद्यालय द्वारा पूरी की गई है।

इनडोर वायु प्रदूषण पर इस परियोजना ने दिल्ली विश्वविद्यालय परिसर के भीतर विविध आवासीय विन्यास में विस्तृत प्राथमिक डेटा बेस तैयार किया। इनडोर पर्यावरण पर सृजित डेटाबेस में खतरों का जायजा लिया गया है कि कैसे मानव जाति ने इनडोर वायु प्रदूषण के रूप में स्वास्थ्य चुनौतियों का निर्माण किया है। संवेदनशील मॉनिटरों का उपयोग करके घरेलू स्तर पर इनडोर और बाहरी हवा की एक साथ निगरानी ने इनडोर वायु प्रदूषण की गतिशीलता और श्वसन विकृति की स्थिति पर इसके प्रभाव की अधिक स्पष्ट समझ पैदा की।

तीन प्रकाशन, पुस्तक में एक अध्याय और एक मोनोग्राफ काम के प्रमुख परिणाम हैं। परियोजना में दो पीएच.डी और तीन एम.टेक छात्रों को प्रशिक्षित किया गया है और काम के दौरान नौ कार्यशालाएं आयोजित की गई हैं।

### 6.1.2 भूविज्ञान

**परियोजना का शीर्षक: मालवा समूह, धार जिला, मध्य प्रदेश के डेक्कन कॉन्टिनेंटल फ्लड बेसाल्ट्स से जुड़े तलछट के पेलिनोफ्लोरा, सरीसृप टेढ़ापोड और मिट्टी के**

**खनिज: आरटीएम नागपुर विश्वविद्यालय द्वारा जलवायु परिवर्तन के लिए एक जैविक प्रतिक्रिया- पूर्ण**

इस बहु-विषयक परियोजना का मुख्य उद्देश्य लेट क्रेटेशियस-अर्ली पैलियोसीन के दौरान डेक्कन ज्वालामुखी विस्फोटों से जुड़े जैविक और जलवायु परिवर्तनों को ट्रैक करना और क्रेटेशियस-पैलियोजीन (के-पीजी) सीमा पर वैश्विक जन विलुप्त होने से इसकी कड़ी को ट्रैक करना था। अध्ययनों से पता चलता है कि भारतीय उपमहाद्वीप का स्थलीय पारिस्थितिकी तंत्र C30N में डेक्कन ज्वालामुखी विस्फोट से प्रभावित था और जैविक परिवर्तन K-Pg सीमा से पहले हुए थे। ये प्रेक्षक उत्तरी अमेरिका के पश्चिमी आंतरिक भाग के स्थलीय खंडों में के-पीजी सीमा पर दर्ज विलुप्त होने के पैटर्न के अनुरूप नहीं हैं, जहां सीमा के करीब वनस्पति और जीव परिवर्तन देखे जाते हैं।

**पूर्व और पश्चिम धारवाड़ क्रेटन के शिस्ट बेल्ट और ग्रैनिटोइड्स में पेलियोस्ट्रेस और किनेमेटिक्स की विविधता: आईआईटी खड़गपुर द्वारा सोने के खनिजकरण के लिए निहितार्थ- जारी**

दक्षिणी भारत में धारवाड़ क्रेटन एक प्रसिद्ध स्वर्ण प्रांत है जहां सभी क्षेत्रों में सोने का खनिजकरण क्वार्ट्ज वेंस में प्रमुख रूप से होता है जो क्षेत्र के प्रीकैम्ब्रियन चट्टानों (मेटावोल्केनिक और मेटासेडिमेंटरी चट्टानों) में घुसपैठ करते हैं। हालांकि, यह एक रहस्य है कि कुछ वेंस में खनिज होते हैं, कुछ में नहीं। यह परियोजना मौलिक प्रश्न करती है कि धारवाड़ क्रेटन के कुछ हिस्सों में सोने की सान्द्रता को क्या नियंत्रित करता है, जबकि अन्य हिस्सों को अपेक्षाकृत बंजर छोड़ दिया जाता है।

ब्रॉड आयन बीम (BIB) पॉलिशिंग के लिए भारत का पहला ट्रिपल आयन बीम मिलिंग सिस्टम इस परियोजना के माध्यम से IIT खड़गपुर में स्थापित किया गया है।

### 6.1.3 जल विज्ञान और हिमांकमंडल:

**परियोजना का शीर्षक: आईआईएससी बैंगलोर द्वारा जल विज्ञान और ज्ञान प्रसार में उन्नत अनुसंधान - जारी।**

ब्रह्मपुत्र नदी के लिए दैनिक धारा प्रवाह का अनुकरण करने के लिए एक



स्वाट (मृदा जल आकलन उपकरण) और एचईसी-एचएमएस (हाइड्रोलॉजिकल इंजीनियरिंग सेंटर-हाइड्रोलॉजिकल मॉडलिंग सिस्टम) मॉडल विकसित किए गए हैं ताकि दोनों मॉडलों के लिए (वर्षा) में गड़बड़ी के कारण धारा प्रवाह में परिवर्तन का आकलन किया जा सके। यह प्रेक्षित वर्षा में निहित अनिश्चितता के लिए जिम्मेदार है, चाहे वह जमीन आधारित आईएमडी गेज नेटवर्क से हो या रिमोट सेंसिंग (जैसे, टीआरएमएम) से हो। SWAT मॉडल में डिफ़ॉल्ट पैरामीटर होते हैं जो आने वाले पानी की मात्रा को सतही जल और उपसतह जल में विभाजित करने और कैसे नदी बेसिन के माध्यम से संचित पानी को प्रवाहित किया जाए। एचईसी-एचएमएस का उपयोग करके इन मापदंडों की संवेदनशीलता का अनुमान लगाया गया है और मस्किंगम रूटिंग पैरामीटर और चैनल लॉस गुणांक जैसे मापदंडों के चयनात्मक गड़बड़ी को विकसित किया गया है। दो मॉडलों का उपयोग 24 साल के दैनिक निर्वहन (1982-2005) का अनुकरण करने के लिए किया गया था। उनकी तुलना से पता चलता है कि यह मॉडल ब्रह्मपुत्र निर्वहन में दैनिक और अंतर-मौसमी ("फ्लड पलसेज") विविधताओं को पकड़ते हुए दिखाई देते हैं।

### 2. आईआईटी कानपुर द्वारा समस्थानिक, भू-रासायनिक डेटा और मॉडल सिमुलेशन का उपयोग करते हुए ऊपरी गंगा जलग्रहण क्षेत्र में जल चक्र का बेहतर विवरण- जारी

नदी के पानी की समस्थानिक संरचना के माप और विश्लेषण के माध्यम से ऊपरी गंगा बेसिन में कुल स्राव के लिए ग्लेशियर, बर्फ, बारिश और भूजल से स्राव योगदान की मात्रा का निर्धारण किया जाएगा। यह प्रस्तावित कार्य पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की स्कोपिंग परियोजना के क्रम में है, जिसने उन्हें विभिन्न स्रोत घटकों के योगदान से धारा प्रवाह के 5 साल का डेटा सेट प्रदान किया। समस्थानिक विश्लेषण, हिमनद, बर्फ, वर्षा और भूजल योगदान से प्राप्त जानकारी के आधार पर हाइड्रोलॉजिकल मॉडल को आइसोटोप मिक्सिंग मॉडल का उपयोग करके निर्धारित किया गया था। VIC मॉडल के साथ ग्लेशियर मॉडल को जोड़कर चंद्रा और दूधकोशी बेसिन के लिए स्थापित और संचालित किया गया था। मॉडल डिस्चार्ज का उपयोग वर्षा के लिए डिस्चार्ज की जलवायु संवेदनशीलता, तापमान परिवर्तन और संवेदनशीलता पर ग्लेशियरों के नियंत्रण का अध्ययन करने के लिए किया गया था। उपर्युक्त जलग्रहण क्षेत्रों से अपवाह में ग्लेशियर और ग्लेशियर रहित क्षेत्रों की

योगदान मात्रा निर्धारित की गई थी। तदनुसार हिमालयी क्षेत्र (> 2 किमी) के सभी ग्लेशियरों के मॉडल के लिए 2-DSIA मॉडल लागू किया गया था।

### 3. IISER भोपाल द्वारा हिमालयी फोरलैंड में गंगा और ब्रह्मपुत्र नदियों के प्रारंभिक जल प्रवाह की समय श्रृंखला के तेजी से पुनर्निर्माण के लिए रिमोट सेंसिंग आधारित पद्धति का विकास कार्य पूरा किया गया।

क्षेत्र और सीमा सिद्धांत में चैनल ज्यामिति के मापन से गंगा और ब्रह्मपुत्र नदी के लिए एक सामान्यीकृत अर्ध-उत्सर्जक चौड़ा प्रवाह क्षेत्र वक्र स्थापित किया गया है। जैसे ही क्षेत्र समीकरण किसी विशिष्ट स्थान से सामान्य और मुक्त होता है तो उपयोग केवल उपग्रह या हवाई छवियों पर चैनल की चौड़ाई को मापकर जलोढ़ मैदान में किसी भी स्थान पर गंगा और ब्रह्मपुत्र नदियों के स्राव का अनुमान लगाने के लिए इसका उपयोग किया जा सकता है। इस अध्ययन में विकसित इस प्रकार का क्षेत्र समीकरण चैनल पैटर्न से स्वतंत्र है। इसका उपयोग ब्रेडेड के साथ-साथ सिंगल थ्रेड चैनलों पर भी किया जा सकता है। एक्वास्टिक डॉपलर करंट प्रोफाइलर (ADCP) का उपयोग करके चैनल की चौड़ाई, गहराई और वेग के लिए डेटा का एक नया सेट तैयार किया गया है और इसका उपयोग बाढ़ पूर्वानुमान मॉडलिंग और विभिन्न अन्य हाइड्रोलॉजिकल और मॉर्फोलॉजिकल मॉडलिंग में किया जा सकता है। नदी चैनलों और उनकी चौड़ाई निकालने के लिए छवि वर्गीकरण की प्रक्रिया को स्वचालित करने के लिए एक वेब एप्लिकेशन विकसित किया गया है। यह एप्लिकेशन शीघ्र ही सामुदायिक उपयोग के लिए वेब पर लॉन्च किया जाएगा। CORONA तस्वीरों से चैनल निकालने की एक प्रक्रिया विकसित की गई है जिसका उपयोग आगे हिमालयी नदियों की स्थिति जानने के लिए किया जा सकता है।

#### 6.1.4: भूकंप विज्ञान

- राष्ट्रीय भूभौतिकीय अनुसंधान संस्थान (NGRI), हैदराबाद द्वारा भारतीय उपमहाद्वीप और आसपास के क्षेत्रों के क्रस्टल विरूपण और प्लेट गति अध्ययन के लिए मौजूदा स्थायी GPS साइटों का रखरखाव। भारत के इंटर और इंटर प्लेट क्षेत्रों में क्रस्टल विरूपण और भूकंप की घटना प्रक्रियाओं को समझने के लिए, NGRI ने गढ़वाल-कुमाऊं हिमालय (24 स्टेशन), इंडो-बर्मीज आर्क (4-स्टेशन), अंडमान-निकोबार द्वीप समूह (7-

स्टेशन), कोयना-वरना क्षेत्र (6-स्टेशन) और दक्षिणी भारत (6-स्टेशन) में GPS नेटवर्क स्थापित किए हैं। GPS से संबंधित विभिन्न पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की परियोजनाओं के तहत अर्जित डेटा ने भारतीय उपमहाद्वीप के क्रस्टल विरूपण और प्लेट गति को समझने में मदद की है और नई अंतर्दृष्टि को उच्च प्रभाव वाली SCI पत्रिकाओं में 20 से अधिक पत्रों के रूप में प्रकाशित किया गया।

- आईआईटी, खड़गपुर द्वारा **गंगटोक और उसके आस-पास इसकी भेद्यता और जोखिम प्रभावों के माध्यम से स्थल-विशिष्ट भूकंप खतरे और ढलान स्थिरता अध्ययनों के लिए सतह भूभौतिकीय और भू-तकनीकी जांच।** भूभीय, भूभौतिकीय और भू-तकनीकी जांच के साथ गंगटोक और उसके आसपास भूखलन के खतरे का एक गहन विश्लेषण किया गया। गंगटोक में और उसके आसपास 234 स्थानों पर 67-प्रोफाइल और परिवेशी शोर सर्वेक्षण के साथ GPR सर्वेक्षण किए गए। गंगटोक और उसके आसपास 6 स्थलों पर भू-तकनीकी जांच की गई। SCI पत्रिकाओं में प्रकाशन के लिए दो पत्र भेजे जा चुके हैं और परियोजना के तहत अब तक एक पीएचडी और एक मास्टर ऑफ साइंस की डिग्री प्रदान की जा चुकी है।
- वाडिया इंस्टीट्यूट ऑफ हिमालयन जियोलॉजी, देहरादून द्वारा **हिमाचल प्रदेश में गढ़वाल हिमालय और उससे सटे शिमला हिल्स क्षेत्र में सक्रिय भ्रशों की भूकंपीय निगरानी और मूल्यांकन।** गढ़वाल में 7-स्टेशनों अर्थात् आदिबद्री, तपोवन, गौरीकुंड, चकराता, घुडू और आसपास के हिमाचल प्रदेश नामतः, नाहन, कोटखाई की एक भूकंपीय नेटवर्क स्थापना 2007 में की गई थी और डेटा लगातार प्राप्त किया जा रहा है। हाल ही में, 50 भूकंपीय स्टेशनों (इस परियोजना से 7 सहित) से ~ 5000 भूकंप तरंगों से अनुमानित एक परिष्कृत 1-डी क्षेत्रीय वेग मॉडल, 20 किमी की गहराई तक 4-परत वेग मॉडल को दर्शाता है, जो कम हिमालय के नीचे मुख्य हिमालय के ग्रस्ट की गहराई की पुष्टि करने वाली नई क्रस्टल ज्यामिति को उजागर करता है। परियोजना के तहत अब तक एससीआई पत्रिकाओं में छह पत्र प्रकाशित किए गए और एक पीएच.डी. प्रदान की गई।

- जम्मू विश्वविद्यालय द्वारा **जम्मू क्षेत्र और उसके आसपास के क्षेत्रों का भूकंपीय विश्लेषण।** जम्मू विश्वविद्यालय द्वारा 7 भूकंपीय स्टेशनों का एक भूकंपीय नेटवर्क संचालित किया जा रहा है। 7 स्टेशनों में से 4 को 2009 में जम्मू, पुंछ, डोरू और बानी में स्थापित किया गया था। इसके बाद, 2013 में तंगधार में एक और भूकंपीय वेधशाला स्थापित की गई और 2015 में भद्रवाह और राजौरी में 2 और स्थापित की गई। डेटा के विश्लेषण में दो प्रमुख भूकंपीय क्लस्टर (क्लस्टर -1 कश्मीर घाटी के उत्तर पश्चिम पर पश्चिमी सिंटेक्सियल बेंड के पास और क्लस्टर -2 पंजाल ग्रस्ट और चिनाब घाटी में किशतवाड़ विंडो के बीच) को दिखाया गया है। परियोजना के तहत अब तक एससीआई पत्रिकाओं में तीन पत्र प्रकाशित हुए हैं, और दो पीएचडी प्रदान किए गए हैं।
- आईआईटी रुड़की द्वारा **मजबूत गति डेटा का उपयोग करके कुमाऊं हिमालय के भूकंपीय खतरे के विस्तृत अध्ययन के लिए तीन डाइमेंशनली अटेनुएटिंग मीडियम में फाईनाइटरपचर की मॉडलिंग।** कुमाऊं हिमालय में 2006 में स्थापित 14 एसएमए के नेटवर्क से अच्छी मात्रा में डेटा बेस तैयार किया गया है और 337 रिक्टॉर्डेड घटनाओं से 957 एक्सेलेरोग्राम उपलब्ध हैं। एससीआई पत्रिकाओं में 11-पत्र प्रकाशित किए गए थे और कुमाऊं हिमालय में विभिन्न स्थानों के विस्तृत अटेनुएशन और स्थल विशेषताओं के परिणामों पर एसएमए डेटा से 3 पीएचडी तैयार की गई।
- IIT, बॉम्बे द्वारा **मैग्नेटोटेलेयूरिक स्टडीज का उपयोग करके पूर्वी घाट मोबाइल बेल्ट क्षेत्र के साथ गहरे उपसतह का भू-विद्युत मानचित्रण।** मैग्नेटोटेलेयूरिक डेटा को दो प्रोफाइल (i) ओंगल प्रोफाइल और (ii) नेल्लोर प्रोफाइल के साथ एकत्र किया गया था। क्षेत्र में उथले उपसतह में उच्च चालकता के कारण की पार्श्व और गहराई सीमा का आकलन करने के लिए नेल्लोर प्रोफाइल के साथ एक ४८-इलेक्ट्रोड बहु-इलेक्ट्रोड प्रतिरोधकता इमेजिंग सर्वेक्षण किया गया था। ओंगोल और नेल्लोर के नीचे की उपसतह अत्यधिक प्रतिरोधक है, जिसमें प्रतिरोधकता ~ २ किमी से  $10^5$  ओम-मीटर से अधिक है और जो ओंगोल से परे पूर्वी घाट मोबाइल बेल्ट (ईजीएमबी) के प्रमुख दक्षिण की ओर विस्तार को बताती देती है। तीन पत्र प्रकाशित हुए।

### 6.1.5: महासागर विज्ञान

- बंगाल की खाड़ी मेसोस्केलएडीज रोल ऑन कन्वेक्शन, रेनफाल, विंड्स: एनआईटी, राउकेला द्वारा एक मल्टी सेंसर स्टडी-पूर्ण।
- इस परियोजना ने वायु-समुद्र अन्तर क्रिया के माध्यम से वायुमंडल पर महासागरीय मध्य-मापक्रम के भंवर की भूमिका और वायुमंडल पर मध्य मापक्रम के भंवर एडीज के प्रभाव की जांच की। केस स्टडी के निष्कर्ष इस तथ्य की वकालत करते हैं कि गर्मियों के मानसून के मौसम के दौरान मध्य मापक्रम की परिवर्तनशीलता का उपयोग सक्रिय और कमजोर मानसून के मौसम को चित्रित करने में एक प्रॉक्सी के रूप में किया जा सकता है, जबकि इस परिकल्पना पर भविष्य में और अधिक शोध की आवश्यकता है। वैज्ञानिक आउटपुट पीयर रिव्यू पत्रिकाओं में प्रकाशित हुए थे। जर्नल ऑफ़ डायनामिक्स ऑफ़ एटमॉस्फियर एंड ओशन में 11420 Argo प्रोफाइल का उपयोग करते हुए भंवर से प्रेरित तापमान से संबंधित प्रकाशन इस विषय पर सबसे अधिक डाउनलोड किए गए लेखों में से एक है। इस परियोजना के तहत एक पीएचडी और एमटेक छात्रों को प्रशिक्षित किया गया था।
- एनआईएस, बैंगलोरद्वारा भू-स्थानिक विश्लेषण और ऐतिहासिक रिकॉर्ड का उपयोग करके भारत की मध्यकालीन तटरेखा की खोज- जारी
- इस परियोजना ने पुराने औपनिवेशिक मानचित्रों से तटों की स्थानिक जानकारी निकालने की क्षमता का सफलतापूर्वक प्रदर्शन किया, इसलिए कोल्लम, कोच्चि, चेट्टुवा, केरल में वाइपिन, तमिलनाडु में तमीराभरानी डेल्टा औरकर्नाटक में होनावर और बसरूर तटीय क्षेत्र में पिछले 300-400 वर्षों में तटीय परिवर्तनों को समझने में सक्षम है। वैज्ञानिक आउटपुट पीयर रिव्यू पत्रिकाओं में प्रकाशित हुए थे। एक पीएचडी थीसिस भी प्रस्तुत की गई।
- आईआईएसएम, धनबाद द्वारा भारत के अपतटीय क्षेत्र में विशाल प्राकृतिक गैस हाइड्रेट संसाधनों का पता लगाने के लिए कुशल ड्रिलिंग फ्लूइड सिस्टम का विकास और लक्षण-वर्णन - जारी।
- परियोजना का उद्देश्य एक कुशल ड्रिलिंग तरल पदार्थ डिजाइन करना है जो ड्रिलिंग ऑपरेशन के दौरान हाइड्रेट के अपघटन और

गठन को रोक सकता है। बोरोन नाइट्राइड (बीएन) नैनोकणों का उपयोग करके एक कम लागत वाली ड्रिलिंग तरल पदार्थ तैयार करने में सफलता हासिल कर ली गई है, जिसका गैस हाइड्रेट निकालने हेतु उपयोग करने के लिए उपयुक्त ड्रिलिंग तरल पदार्थ प्राप्त करने पर महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है। बीएन नैनोपार्टिकल्स कम संरंध्र और कम पारगम्य फिल्टर केक बनाने के लिए ग्वार गम के साथ एक नेटवर्क संरचना बनाकर द्रव हानि की मात्रा को काफी कम करते हैं। पीयर रिव्यू जर्नल में पांच शोध पत्र प्रकाशित हुए।

- रामचंद्र विश्वविद्यालय, चेन्नई द्वारा चेन्नई हार्बर समुद्र से लिए गए बैक्टीरिया से शक्तिशाली पायसीकारी को अलग करना और उनका लक्षण वर्णन करना। इस परियोजना का उद्देश्य जैव पायसीकारकों के रूप में तेल प्रदूषण को कम करने अथवा नष्ट करने के लिए सूक्ष्मजीवों का उपयोग करके क्लिफायती और पर्यावरण अनुकूल दृष्टिकोण विकसित करना है। हाल के निष्कर्षों में जीनोमिक डीएनए अलगाव और आणविक लक्षण वर्णन शामिल हैं। चेन्नई बंदरगाह से लिए गए दो आइसोलेट्स क्रमशः स्यूडोमोनास एरुगिनोसा और स्यूडोमास गुगुआर्नेसिस के रूप में पहचाने गए हैं। परियोजना अभी भी हाइड्रोकार्बन दूषित जल के बाह्य उपचारात्मक अध्ययन के साथ चल रही है। प्रौद्योगिकी पेटेंट के लिए भेजी गई है।

### 6.1.6 : अर्थ सिस्टम साइंस एंड टेक्नोलॉजी सेल (ईएसटीसी):

निम्नलिखित तीन ईएसटीसी के तहत केंद्रित नेटवर्क अनुसंधान एवं विकास जारी है:

- I. एसआरएम इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी, कुट्टनकुलथुर (तमिलनाडु) में सैटेलाइट मौसम विज्ञान (एसएम) पर ईएसटीसी में
  - (i) अंतरिक्ष-जनित और भू आधारित तकनीकों का उपयोग करके वायुमंडलीय सीमा परत का अध्ययन, और
  - (ii) G P S आरओ का उपयोग करके ट्रोपोस्फेरिक वार्मिंग औरसमताप मंडलीय कूलिंग पर अध्ययन शामिल हैं।
- II. "कैसन टाइप ब्रेकवाटर की हाइड्रोडायनामिक निष्पादन विशेषताएं" नामक परियोजना के साथ तटीय और महासागर प्रौद्योगिकी (सीओटी) पर ईएसटीसी
- III. समुद्री जैव प्रौद्योगिकी अध्ययन (एमबीएस) संबंधी ईएसटीसी, में निम्न परियोजनाएं शामिल हैं -



- I. जलीय जीवों के स्वास्थ्य में इंजीनियर नैनोकणों और जैव-नैनोकंपोजिट के निहितार्थ पर अध्ययन,
- II. एंटीफाउलिंग और एंटीकोरोजन अनुप्रयोगों के लिए सतह संशोधन नैनोटेक्नोलॉजिकल दृष्टिकोण,
- iii. जैव चिकित्सा अनुप्रयोगों के लिए समुद्री माइक्रोबियल उपोत्पादों का संवर्धन,
- iv. समुद्री जैव-स्रोतों का उपयोग करके कैंसर रोधी अनुप्रयोगों के लिए जैव क्रियात्मक नैनोकण,
- v. व्हाइट स्पॉट सिंड्रोम वायरस (WSSV) नियंत्रण के लिए समुद्री स्पंज से बायोएक्टिव यौगिकों का अलगाव और पहचान

**IV.** नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ एडवांस स्टडीज (एनआईएएस), आईआईएससी कैंपस, बेंगलुरु में "पृथ्वी प्रणाली के घटकों और मानव प्रणालियों के बीच विभिन्न स्थानिक और लौकिक पैमानों के संबंध को समझना" शीर्षक के तहत नेटवर्क प्रोजेक्ट चल रहे हैं।

मंत्रालय के संस्थान, राष्ट्रीय मध्यम अवधि मौसम पूर्वानुमान केंद्र, नोएडा (NCMRWF) और भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) पुणे ESTC-SM के तहत परियोजनाओं के लिए जुड़े हुए हैं। इसके अलावा, ईएसटीसी-सीओटी परियोजना के लिए राष्ट्रीय तटीय अनुसंधान केंद्र (एनसीसीआर); और सेंटर फॉर मरीन लिविंग रिसोर्सेज एंड इकोलॉजी (सीएमएलआरई) कोच्चि और नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ ओशन टेक्नोलॉजी (एनआईओटी) चेन्नई को ईएसटीसी-एमबीएस परियोजनाएं, अनुप्रयोगों हेतु अनुसंधान परिणाम और संस्थानों के अधिदेश के लिए जुड़े हुए हैं।

नेटवर्क/ईएसटीसी परियोजनाओं के तहत १४ पीएचडी की जा रही हैं। संदर्भित पत्रिकाओं में दस पत्र प्रकाशित हुए और पांच समीक्षाधीन हैं।

#### 6.1.7: मानव संसाधन विकास और क्षमता निर्माण

- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और IIT दिल्ली के बीच समझौता ज्ञापन (MoU) को IIT दिल्ली में सेंटर फॉर एटमॉस्फेरिक साइंसेज में वायुमंडल और महासागर विज्ञान और प्रौद्योगिकी में पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा प्रायोजित M.Tech और PhD कार्यक्रमों को समर्थन जारी रखने के लिए पांच और वर्षों के लिए बढ़ा दिया गया था। इस समझौता ज्ञापन के माध्यम से एम.टेक के पांच पूर्णकालिक

छात्रों और पीएचडी कार्यक्रमों के 5 पूर्णकालिक छात्रों को सहायता प्रदान की जाती है।

- नॉर्वेजियन पोलर इंस्टीट्यूट (एनपीआई) और नेशनल सेंटर फॉर पोलर एंड ओशनिक रिसर्च (एनसीपीओआर) के बीच हस्ताक्षरित समझौता ज्ञापन के तहत इंडो-नॉर्वेजियन फेलोशिप प्रोग्राम का समर्थन किया। एक चयनित छात्र एनपीआई में ड्रोनिंग मोड लैंड (डीएमएल), पूर्वी अंटार्कटिका के किनारे पर बदलती आइस-शीट डायनामिकल विशेषताओं के आकलन पर काम कर रहा है। छात्र की संयुक्त रूप से NPI, NCPOR और ओस्तो, नॉर्वे विश्वविद्यालय के शोधकर्ताओं द्वारा पर्यवेक्षण किया जाता है।

#### 6.2: जागरूकता और आउटरीच कार्यक्रम

कार्यक्रम का उद्देश्य जनता, छात्र और उपयोगकर्ता समुदायों के बीच मंत्रालय की गतिविधियों के बारे में प्रचार करना और जागरूकता लाना है। यह मंत्रालय के कार्यक्रम से संबंधित क्षेत्र में राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय प्रदर्शनियों, प्रायोजित सेमिनारों, संगोष्ठियों, कार्यशालाओं में भागीदारी के माध्यम से सुनिश्चित किया जाता है। इसके अलावा, "पृथ्वी दिवस" और "ओजोन दिवस" स्कूल, कॉलेज और विश्वविद्यालय के छात्रों की भागीदारी के साथ मनाया जाता है। मंत्रालय राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान ओलंपियाड का भी समर्थन करता है।

अभूतपूर्व कोविड-19 महामारी की स्थिति के कारण, मंत्रालय ने समय-समय पर सरकारी निर्देशों के अनुसार वर्चुअल या हाइब्रिड मोड में आउटरीच और जागरूकता गतिविधियों का समर्थन किया।

##### 6.2.1: सेमिनार/सम्मेलन और प्रदर्शनियां

वैज्ञानिकों, इंजीनियरों, प्रौद्योगिकीविदों, विशेषज्ञों, सामाजिक वैज्ञानिकों और उपयोगकर्ता समुदायों को पृथ्वी प्रणाली विज्ञान के विभिन्न पहलुओं पर बातचीत करने और चर्चा करने हेतु एक मंच प्रदान करने के लिए, मंत्रालय ने इस वर्ष के दौरान 2 प्रदर्शनियों / विज्ञान मेलों और 5 संगोष्ठियों का समर्थन किया और हाइब्रिड मोड में भाग लिया।

##### 6.2.2: पृथ्वी दिवस समारोह-2021

पृथ्वी माँ को बचाने के लिए पृथ्वी दिवस (22 अप्रैल 2021) के अवसर पर मंत्रालय द्वारा शपथ ग्रहण समारोह का आयोजन किया गया। समारोह में MyGov के माध्यम से लगभग पचास हजार से अधिक छात्रों/व्यक्तियों ने वर्चुअली भाग लिया।

### 6.2.3: अंतर्राष्ट्रीय ओजोन दिवस:

अंतर्राष्ट्रीय ओजोन दिवस पर, राष्ट्रीय संगोष्ठी और छात्रों की गतिविधियों को मंत्रालय द्वारा समर्थन दिया गया। माननीय केंद्रीय पशुपालन, मत्स्य पालन और डेयरी मंत्री श्री पुरुषोत्तम रूपाला जी ने इस अवसर पर मुख्य अतिथि के रूप में शोभा बढ़ाई और 16 सितंबर 2021 को राष्ट्रीय संगोष्ठी में 'ओजोन परत के महत्व और मंत्रालय की भूमिका' पर उद्घाटन भाषण दिया। इस हाइब्रिड सेमिनार में एक हजार से अधिक लोगों ने भाग लिया और कृषि जागरण में प्रसारित समाचार को एक लाख से अधिक लोगों ने देखा। 16 सितंबर 2021 को आयोजित गतिविधियों में सरकारी स्कूलों के कुल 405 छात्र ने भाग लिया।

### 6.2.4: आजादी का अमृत महोत्सव

मंत्रालय ने आइकॉनिक सप्ताह 18-24 अक्टूबर 2021 के दौरान देश की स्वतंत्रता के 75वें वर्ष के उपलक्ष्य में आजादी का अमृत महोत्सव मनाया। 18 अक्टूबर 2021 को मंत्रालय मुख्यालय में सामाजिक और आर्थिक लाभ की दिशा में प्रयोगों के लिए उद्यमियों / स्टार्ट-अप के साथ विशेषज्ञों (पृथ्वी विज्ञान विषयों) की एक दिवसीय विचार-विमर्श का

आयोजन किया गया। माननीय पृथ्वी विज्ञान राज्य मंत्री, डॉ. जितेंद्र सिंह ने इस अवसर पर मुख्य अतिथि के रूप में शोभा बढ़ाई। मंत्रालय और संस्थानों ने अपने भवनों को रोशन करके और अपनी सलाहकार सेवाओं को प्रदर्शित करने और हितधारकों, जनता और छात्रों द्वारा अपनी प्रयोगशालाओं के दौरों द्वारा सप्ताह मनाया। इसे मनाने के लिए विभिन्न प्रकार की प्रतियोगिताओं और गतिविधियों का आयोजन किया गया और दिव्यांग और अनाथ छात्रों पर विशेष ध्यान दिया गया।

### 6.2.5: पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय स्थापना दिवस:

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने 27 जुलाई 2021 को पृथ्वी भवन, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय मुख्यालय नई दिल्ली में हाइब्रिड मोड में अपना स्थापना दिवस मनाया। माननीय केंद्रीय राज्य मंत्री (स्वतंत्र प्रभार), विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय, पृथ्वी विज्ञान, डीओपीटी, डीईई और अंतरिक्ष विभाग, डॉ. जितेंद्र, सिंह मुख्य अतिथि थे। स्थापना दिवस व्याख्यान विश्व मौसम विज्ञान संगठन (डब्ल्यूएमओ) के महासचिव प्रोफेसर पेटेरी तालास द्वारा दिया गया था। अन्य पुरस्कार विजेताओं का विवरण <https://moes.gov.in/awards> पर उपलब्ध है।



मंत्रालय में स्वतंत्रता का अमृत महोत्सव के आइकॉनिक सप्ताह के अवसर पर उद्घाटन दीप प्रज्वलित करते हुए मुख्य अतिथि डॉ. जितेंद्र सिंह माननीय पृथ्वी विज्ञान राज्य मंत्री



27 जुलाई 2021 को मंत्रालय के स्थापना दिवस के अवसर पर मुख्य अतिथि डॉ. जितेंद्र सिंह पृथ्वी विज्ञान मंत्री

इस वर्ष समुद्र विज्ञान के क्षेत्र में महत्वपूर्ण योगदान के लिए डॉ. सतीश शेतये को लाइफ टाइम एक्सीलेंस अवार्ड से सम्मानित किया गया। राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान पुरस्कार डॉ. सुनील कुमार सिंह, निदेशक, सीएसआईआर-राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान, गोवा को प्रदान किया गया। डॉ. आर. कृष्णन, वैज्ञानिक-जी और कार्यकारी निदेशक, जलवायु परिवर्तन अनुसंधान केंद्र, भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान, पुणे को वायुमंडलीय विज्ञान और प्रौद्योगिकी के लिए राष्ट्रीय पुरस्कार प्रदान किया गया। भूविज्ञान और प्रौद्योगिकी के लिए राष्ट्रीय पुरस्कार डॉ. कलाचंद सेन, निदेशक, वाडिया हिमालय भूविज्ञान संस्थान के निदेशक को प्रदान किया गया। राष्ट्रीय तटीय अनुसंधान केंद्र, चेन्नई के निदेशक, डॉ. एम वी रामनमूर्ति को समुद्र प्रौद्योगिकी के लिए राष्ट्रीय पुरस्कार प्रदान किया गया।

डॉ. थारा प्रभाकरन, भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान, पुणे और डॉ. वंदना प्रसाद, निदेशक, बीरबल साहनी इंस्टीट्यूट ऑफ पैलियोसाइंसेज, लखनऊ ने महिला वैज्ञानिक के लिए अन्ना मणि पुरस्कार साझा किया।

इस वर्ष के लिए युवा शोधकर्ता पुरस्कार डॉ. कांडुला वी सुब्रह्मण्यम, अंतरिक्ष भौतिकी प्रयोगशाला, इसरो और डॉ. वलीउर रहमान, राष्ट्रीय ध्रुवीय एवं समुद्री अनुसंधान केंद्र, गोवा को प्रदान किया गया।

### 6.2.6 इंडिया इंटरनेशनल साइंस फेस्टिवल (IISF-2021)

इंडिया इंटरनेशनल साइंस फेस्टिवल का सातवां संस्करण (IISF-2021) पणजी गोवा में दिनांक 10 से 13 दिसम्बर 2021 के दौरान आयोजित किया गया। यह कार्यक्रम पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्रालय, विज्ञान भारती द्वारा संयुक्त रूप से आयोजित किया गया था, तथा राष्ट्रीय ध्रुवीय एवं समुद्री अनुसंधान केन्द्र (NCPOR),

गोवा द्वारा क्रियान्वित किया गया था।

IISF-2021 में 12 मुख्य कार्यक्रम थे:

- i. विज्ञान फिल्म महोत्सव
- ii. विज्ञान साहित्य महोत्सव
- iii. अभियांत्रिकी विद्यार्थी महोत्सव
- iv. विज्ञान ग्राम महोत्सव
- v. पारम्परिक शिल्प एवं शिल्पकार महोत्सव
- vi. गिनीज बुक ऑफ वर्ल्ड रिकॉर्ड्स
- vii. फेस्टिवल ऑफ गेम एवं ट्वॉयज
- viii. वैश्विक भारतीय वैज्ञानिक एवं तकनीकीशास्त्री बैठक
- ix. पर्यावरण महोत्सव
- x. नवीन युग प्रौद्योगिकी प्रदर्शन
- xi. राष्ट्रीय सामाजिक संगठन एवं संस्थान बैठक
- xii. मेगा साइंस एंड टेक्नोलॉजी एक्सपो

इस महोत्सव में लगभग 8000 प्रतिनिधि गोवा में उपस्थित हुए। जिसमें में लगभग 5000 स्कूली बच्चे थे, जिन्होंने विज्ञान ग्राम, गिनीज बुक ऑफ वर्ल्ड रिकॉर्ड्स तथा गेम्स एंड ट्वॉयज प्रोग्राम में सहभागिता की। इन विद्यार्थियों ने तीन गिनीज बुक ऑफ वर्ल्ड रिकॉर्ड्स हासिल किए। इस महोत्सव में लगभग बीस हजार लोगों ने ऑनलाइन सत्रों एवं कार्यक्रमों के माध्यम से ऑनलाइन सहभागिता की। मेगा साइंस एंड टेक्नोलॉजी एक्सपो में गोवा के लगभग तीन लाख लोग आए।

### 6.3: बिम्सटेक-सेंटर फॉर वेदर एंड क्लाइमेट (बीसीडब्ल्यूसी)

BCWC की स्थापना NCMRWF में पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, भारत और BIMSTEC (बहु-क्षेत्रीय तकनीकी और आर्थिक सहयोग के



डॉ. जितेन्द्र सिंह, माननीय पृथ्वी विज्ञान मंत्री IISF 2021 के शुभारंभ पर दीप प्रज्वलन करते हुए।



लिए बंगाल की खाड़ी पहल) के सदस्य देशों के बीच एक समझौता ज्ञापन (MoU) के बाद हुई थी। 24-26 मार्च 2021 के दौरान 'मौसम/जलवायु के लिए समग्र मॉडल पूर्वानुमान उत्पादों का उपयोग' पर एक ऑनलाइन कार्यशाला सह प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित किया गया था। बांग्लादेश, भूटान, नेपाल, म्यांमार, थाईलैंड और श्रीलंका के एनएचएमएस से लगभग 50 प्रतिभागी थे।

वैश्विक और क्षेत्रीय मॉडल से नियतात्मक और संभाव्य पूर्वानुमान प्लॉट, बिम्सटेक सदस्य देशों के लिए वास्तविक समय पर तैयार किए गए और दैनिक आधार पर एनसीएमआरडब्ल्यूएफ वेबसाइट पर प्रदर्शित किए गए। साथ ही, राष्ट्रीय जल विज्ञान और मौसम विज्ञान केंद्र, भूटान के अनुरोध पर, पूर्वानुमान डेटा और प्लॉट्स को वास्तविक समय पर प्रतिदिन भेजा जा रहा है। साप्ताहिक विस्तारित अवधि पूर्वानुमान उत्पाद प्रत्येक गुरुवार को ई-मेल के माध्यम से बिम्सटेक सदस्य देशों के सभी एनएचएम को भेजे जाते हैं।

सभी बिम्सटेक सदस्य देशों को शामिल करने के लिए एनसीएमआरडब्ल्यूएफ (एनईपीएस-आर) की क्षेत्रीय समग्र पूर्वानुमान प्रणाली के मॉडल डोमेन का विस्तार किया गया है।

#### 6.4: प्रचलनात्मक समुद्र विज्ञान अंतर्राष्ट्रीय प्रशिक्षण केंद्र (ITCOcean):

ITCOcean ने INCOIS, हैदराबाद की अत्याधुनिक सुविधाओं का उपयोग करके अपने कार्य जारी रखे। महामारी के कारण ऑनलाइन प्रशिक्षण मोड ने प्रशिक्षण कार्यक्रमों में आईओआर देशों की भागीदारी को बढ़ा दिया है। जनवरी - दिसंबर 2021 के दौरान 16 प्रशिक्षण पाठ्यक्रम आयोजित किए गए। कुल 1713 व्यक्तियों (पुरुष: 1039, महिला: 674) को प्रशिक्षित किया गया, जिनमें से 1021 भारत से और 692 (पुरुष: 448, महिला: 244) 58 अन्य देशों से हैं।

6.5 पृथ्वी प्रणाली विज्ञान में कुशल जनशक्ति का विकास (डेस्क): देश में प्रशिक्षित और समर्पित बहु-विषयक पृथ्वी प्रणाली और जलवायु अनुसंधान जनशक्ति का एक बड़ा पूल बनाने के लिए पृथ्वी प्रणाली विज्ञान में कुशल जनशक्ति का विकास (डीईएसके) शुरू किया गया था। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय रिसर्च फेलो प्रोग्राम (MRFP) के तहत, IITM में अनिवार्य पाठ्यक्रम कार्य पूरा करने के बाद 21 JRF का पहला बैच विभिन्न पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय संस्थानों में शामिल हो गया है। इन जेआरएफ द्वारा अपने पहले वर्ष के दौरान किए गए कार्यों का मूल्यांकन नवंबर 2020 में एक साक्षात्कार में किया गया था। 13 जेआरएफ के दूसरे बैच को एमआरएफपी के तहत शामिल किया गया है।

'शुरुआती लोगों के लिए वायुमंडल-समुद्र अनुप्रयोगों के लिए एआई/एमएल में ऑनलाइन' 15-19 फरवरी 2021 के दौरान आयोजित पांच दिवसीय ऑनलाइन प्रशिक्षण कार्यक्रम किया गया था। कुल 107 प्रतिभागी (264 आवेदकों में से चुने गए)। प्रशिक्षण के दौरान IITM, IIT गांधीनगर, IIT चेन्नई और IISER पुणे के ग्यारह विशेषज्ञों ने 19 सत्र लिए। प्रशिक्षण के वीडियो आईआईटीएम यूट्यूब चैनल [https://www.youtube.com/channel/UC\\_K\\_3pxWrgRCJ-RMF82IBJw](https://www.youtube.com/channel/UC_K_3pxWrgRCJ-RMF82IBJw) पर उपलब्ध हैं।

आजादी का अमृत महोत्सव के तहत वेबिनार आयोजित किए गए थे, "पृथ्वी विज्ञान लोकप्रिय व्याख्यान" पर पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय वेबिनार श्रृंखला, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय - हिंदी वेबिनार श्रृंखला, स्वच्छता पखवाड़ा, IITM मानसून चर्चा मंच (IMDF) 2021, प्रो. आर अनंतकृष्णन संगोष्ठी श्रृंखला, विशेष दिन मनाना (अर्थात्, राष्ट्रीय विज्ञान दिवस, विश्व मौसम विज्ञान दिवस, जैविक विविधता 2021 के लिए अंतर्राष्ट्रीय दिवस, पृथ्वी दिवस 2021, विश्व पर्यावरण दिवस 2021)। सभी वीडियो सार्वजनिक ऑनलाइन @IITM YouTube चैनल के लिए उपलब्ध कराए गए हैं।

#### 6.6 पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय-नॉलेज रिसोर्स सेंटर नेटवर्क (केआरसीनेट)

- नॉलेज रिसोर्स सेंटर नेटवर्क (KRCNET) पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा विकसित एक डायनेमिक वेब पोर्टल है जिसका उद्देश्य पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और उसके संस्थानों के सभी ज्ञान और बौद्धिक संसाधनों को एक ही डिजिटल प्लेटफॉर्म पर एकीकृत करना है। भारत सरकार की डिजिटल इंडिया पहल की अवधारणा के अनुरूप, केआरसीएनईटी पोर्टल पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और इसके संस्थानों के ज्ञान उत्पादों को विश्वभर से एकत्र करने, मिलान करने, कैटलॉग करने, स्टोर करने और पुनर्प्राप्त करने के लिए पूरे संसार में एक अद्वितीय और अपनी तरह का 24X7 एक अनूठा डिजिटल सिस्टम है।
- 2021 में DERCON (डिजिटल अर्थ साइंसेज कंसोर्टियम) के तहत सब्सक्राइब किए गए ई-संसाधन KRCNET के माध्यम से पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के संस्थानों के वैज्ञानिकों और कर्मचारियों को उपलब्ध कराए गए थे।

## अध्याय 7 डीप ओशन मिशन

### 7.1 पृष्ठभूमि:

समुद्र सजीव और निर्जीव दोनों संसाधनों का भंडार हैं, वैश्विक जलवायु नियंत्रक और पारिस्थितिक रूप से महत्वपूर्ण विविध समूह समुद्री जीवों का निवास स्थान हैं। संयुक्त राष्ट्र (यूएन) द्वारा प्रस्तावित सतत विकास लक्ष्य 14 (एसडीजी-14), जो पानी के नीचे के जीवन से संबंधित है, पृथ्वी ग्रह पर जीवन और पर्यावरण को व्यवस्थित और बनाए रखने में समुद्र के महत्व पर जोर देता है। अब तक, हमारे तटीय समुद्रों और अपतटीय समुद्रों को समझने और खोजने के लिए मंत्रालय द्वारा पर्याप्त अनुसंधान पहल की गई है लेकिन गहरे महासागरों की विस्तृत समझ का अभाव है। गहरे समुद्र के केवल 5% को ही खोजा गया है और बाकी का अभी तक खोजा नहीं गया है।

एक समुद्री राष्ट्र के रूप में, जिसकी तटरेखा लगभग 7500 किमी है और देश की लगभग 30% आबादी तटीय क्षेत्रों में रहती है, समुद्र भारतीय अर्थव्यवस्था में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। फरवरी 2019 में प्रतिपादित 2030 तक भारत सरकार के नए भारत के विजन ने समुद्री अर्थव्यवस्था को विकास के दस प्रमुख आयामों में से एक के रूप में उजागर किया। संसाधनों के लिए गहरे समुद्र को खोजने, समुद्र के संसाधनों के सतत उपयोग के लिए गहरे समुद्र की प्रौद्योगिकियों को विकसित करने और गहरे समुद्र के बारे में हमारी समझ में सुधार करने के लिए, भारत सरकार ने चरणबद्ध तरीके से 5 वर्षों की अवधि में कार्यान्वित करने के लिए 4077.0 करोड़ रुपये की अनुमानित लागत पर "डीप ओशन मिशन" शुरू किया। 3 वर्षों (2021-2024) पहले चरण के लिए अनुमानित लागत 2823.4 करोड़ रुपये है। यह मिशन मोड परियोजना भारत सरकार की समुद्री अर्थव्यवस्था नीति दस्तावेज में वर्णित विभिन्न प्राथमिकता वाले क्षेत्रों का समर्थन करेगी। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES) इस बहु-मंत्रालयी, बहु-संस्थागत मिशन के लिए नोडल कार्यान्वयन मंत्रालय होगा।

### 7.2 उद्देश्य:

डीप ओशन मिशन के प्रमुख उद्देश्य इस प्रकार हैं:

- 5500 मीटर की जल गहराई पर मध्य हिंद महासागर से पॉलीमेटलिक नोड्यूलस के जैसे गहरे समुद्र के संसाधनों खनन के लिए प्रौद्योगिकियों का विकास करना।

- अंतर्जलीय वाहन और अंतर्जलीय रोबोटिक्स के लिए प्रौद्योगिकियों के साथ-साथ 6000 मीटर जल गहराई के लिए एक कार्यशील प्रोटोटाइप और एक अंतिम मानवयुक्त सबमर्सिबल का डिजाइन और विकास करना।
- भारतीय तट के साथ समुद्र के स्तर की स्थितियों, चक्रवात की तीव्रता और आवृत्ति, तूफानी लहरों, पवन लहरों, जैव-भू-रसायन और पारिस्थितिकी तंत्र पर भावी अनुमान या पूर्वानुमान प्रदान करना। हिंद महासागर के ऊपर गहरे समुद्र के प्रेक्षण (2 किमी की गहराई से नीचे) स्थापित करना।
- दूरस्थ संचालित वाहन का उपयोग करके व्यवस्थित नमूनाकरण के माध्यम से उत्तरी हिंद महासागर के गहरे समुद्र में जीवों के डीएनए बैंक का विकास, सूची बनाना, नमूनों का अभिलेखन करना।
- कल्चर-आधारित और मेटा जीनोमिक सिद्धांतों का उपयोग करते हुए गहरे समुद्र में पाईजोटोलरेंट और पीजोफिलिक सूक्ष्म जीवाणुओं, सिमबायंट्स और नोवेल बायोमोलेक्यूल की स्क्रीनिंग के अलगाव के लिए प्रौद्योगिकी का विकास।
- गहरे समुद्र में जीवन के अनुकूल अणुओं और जीवों के घटकों के निर्माण की खोज।
- हिंद महासागर के मध्य-महासागरीय चोटियों के साथ बहु-धातु हाइड्रोथर्मल सल्फाइड खनिजकरण के संभावित स्थलों का पता लगाना और उनकी पहचान करना।
- हिंद महासागर में संचालित किए जाने वाले कार्यक्रमों के लिए एक नए सर्व-मौसम बहु-विषयक अनुसंधान पोत (अनुसंधान जहाज) का अधिग्रहण करना।
- उच्च क्षमता वाले अपतटीय OTEC संचालित विलवणीकरण संयंत्र के लिए विस्तृत इंजीनियरिंग डिजाइन दस्तावेज।
- गहरे समुद्र में प्रदर्शन द्वारा डीप-सी कोल्ड वॉटर कन्ड्यूट और मूरिंग सिस्टम जैसे महत्वपूर्ण घटकों का कार्य-निष्पादन मूल्यांकन।
- समुद्री जीव विज्ञान के लिए एक उन्नत समुद्री स्टेशन की स्थापना के माध्यम से समुद्री जीव विज्ञान, समुद्री पारिस्थितिकी और संबंधित समुद्री इंजीनियरिंग में चल रहे उन्नत बुनियादी और अनुप्रयुक्त अनुसंधान को एकीकृत करना।

- अंतरराष्ट्रीय संस्थानों की मदद से समुद्री जीव विज्ञान में क्षमता निर्माण
- समुद्र विज्ञान और समुद्र प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में शिक्षा, अनुसंधान और उत्कृष्टता में राष्ट्रीय और अंतरराष्ट्रीय सहयोग

### 7.3 डीप ओशन मिशन के घटक

डीप ओशन मिशन में छह प्रमुख घटक/कार्यक्षेत्र शामिल हैं जिनका विवरण नीचे दिया गया है:

#### 7.3.1 गहरे समुद्र में खनन, अंतर्जलीय वाहनों और अंतर्जलीय रोबोटिक्स के लिए प्रौद्योगिकियों का विकास

वैज्ञानिक सेंसर और उपकरणों के सेट के साथ समुद्र में 3 लोगों को 6000 मीटर की गहराई तक ले जाने के लिए एक मानवयुक्त पनडुब्बी विकसित की जाएगी। मध्य हिंद महासागर में 6000 मीटर गहराई से पॉलीमेटलिक नोड्यूलस के खनन के लिए एक एकीकृत खनन प्रणाली विकसित की जाएगी। अंतरराष्ट्रीय समुद्र तल प्राधिकरण, संयुक्त राष्ट्र के जिम्मेदार संगठन द्वारा जब भी व्यावसायिक दोहन कोड विकसित किया जाएगा तो खनिजों का अन्वेषण अध्ययन निकट भविष्य में वाणिज्यिक दोहन के लिए मार्ग प्रशस्त करेगा यह घटक गहरे समुद्र में खनिजों और ऊर्जा की खोज के ब्लू इकोनॉमी प्राथमिकता वाले क्षेत्र में मदद करेगा।

#### 7.3.2 महासागर जलवायुपरिवर्तन परामर्श सेवाओं का विकास

अवधारणा घटक के इस सबूत के तहत मौसमी से दशकीय समय पैमाने पर महत्वपूर्ण जलवायु परिवर्तनों के भावी अनुमानों को समझने और प्रदान करने के लिए प्रेक्षणों और मॉडलों का एक सैट विकसित किया जाएगा। यह घटक ब्लू इकोनॉमी तटीय पर्यटन के प्राथमिकता वाले क्षेत्र का समर्थन करेगा।

#### 7.3.3 गहरे समुद्र में जैव विविधता की खोज और संरक्षण के लिए तकनीकी नवाचार

गहरे समुद्र में पर्यावरणीय, औद्योगिक और जैव-चिकित्सीय महत्व वाले नोवेल जैव-अणुओं के साथ पृथ्वी पर उच्चतम जैव विविधता है। सूक्ष्म जीवों सहित गहरे समुद्र की वनस्पतियों और जीवों की जैव-पूर्वक्षण और गहरे समुद्र में जैव-संसाधनों के सतत उपयोग पर अध्ययन मुख्य फोकस होगा। यह घटक सूक्ष्म जीवों के समुद्री मात्स्यिकी और संबद्ध सेवाओं के प्राथमिकता वाले क्षेत्र का समर्थन करेगा।

#### 7.3.4 डीप ओशन सर्वे एंड एक्सप्लोरेशन

पॉली-मेटलिक हाइड्रोथर्मल सल्फाइड सहित गहरे समुद्र के खनिज संसाधनों ने वैश्विक धातु आपूर्ति के लिए लैन संसाधनों और स्रोत के भविष्य के विकल्प के रूप में ज्यादा ध्यान खींचा है। इस घटक का प्राथमिक उद्देश्य हिंद महासागर के मध्य-महासागरीय चोटी के साथ बहु-धातु हाइड्रोथर्मल सल्फाइड खनिजकरण के संभावित स्थलों का पता लगाना और उनकी पहचान करना है। यह घटक गहरे समुद्री अर्थव्यवस्था के समुद्र में संसाधनों की खोज के प्राथमिकता वाले क्षेत्र का भी समर्थन करेगा।

#### 7.3.5 समुद्र से ऊर्जा और पेय जल

दूरदराज के द्वीपों के लिए ऊर्जा की बढ़ती मांगों को ध्यान में रखते हुए, उनके आसपास के समुद्रों से ऊर्जा का दोहन करने के लिए प्रौद्योगिकियों का विकास करना आवश्यक है। महासागर तापीय ऊर्जा रूपांतरण (ओटीईसी) लंबे समय से जाना जाता है, लेकिन ओटीईसी अपतटीय के निरंतर संचालन के लिए महासागर की अनिश्चितताओं पर विजय प्राप्त की जानी बाकी है। अवधारणा प्रस्ताव में अपतटीय महासागर थर्मल ऊर्जा रूपांतरण (ओटीईसी) संचालित विलवणीकरण संयंत्र के लिए अध्ययन और विस्तृत इंजीनियरिंग डिजाइन की परिकल्पना की गई है। यह घटक समुद्री अर्थव्यवस्था के अपतटीय ऊर्जा विकास के प्राथमिकता वाले क्षेत्र का समर्थन करेगा।

#### 7.3.6 समुद्रजीवविज्ञान के लिए उन्नत समुद्री स्टेशन

डीप ओशन मिशन आधारभूत अनुसंधान एवं समुद्री अभियांत्रिकी को एक सामंजस्यपूर्ण समूह में एकजुट करने का सही समय एवं अवसर प्रदान करता है, इसका प्रबन्धन एवं समन्वयन एक नोडल हब - "समुद्री जैविकी हेतु उन्नत समुद्री केन्द्र" द्वारा किया जा रहा है, जिसमें भारत एवं विदेशों में तटवर्ती एवं द्वीपीय अनुसंधान केन्द्र का नेटवर्क शामिल है। इस घटक का उद्देश्य समुद्री जीव विज्ञान और इंजीनियरिंग में मानव क्षमता और उद्यम का विकास करना है। यह घटक ऑन-साइट बिजनेस इन्क्यूबेटर सुविधाओं के माध्यम से अनुसंधान को औद्योगिक अनुप्रयोग और उत्पाद विकास में परिवर्तित करेगा। यह घटक समुद्र अर्थव्यवस्था के ब्लू ट्रेड और ब्लू मैनुफैक्चरिंग के प्राथमिकता वाले क्षेत्र का समर्थन करेगा।



## अध्याय 8 अंतरराष्ट्रीय सहयोग

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के पास समाज को सेवा प्रदान करने के लिए मौसम, जलवायु और अन्य जोखिम संबंधी विश्वसनीय पूर्वानुमान प्रदान करने का अधिदेश है। इस प्रयास में, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय नियमित रूप से राष्ट्रीय और अंतरराष्ट्रीय संस्थानों के साथ साझेदारी करता है ताकि विभिन्न देशों में शोधकर्ताओं को विभिन्न कौशल और विशेषज्ञता के साथ जोड़कर अंतरराष्ट्रीय अनुसंधान के कार्यक्षेत्र को व्यापक बनाने में सहायता मिल सके। इसमें प्रक्रियाओं को समझने के लिए संयुक्त परियोजनाएं, संयुक्त प्रेक्षण अभियान सहित संयुक्त विकास कार्य निर्णय समर्थन प्रणाली शामिल हैं। अंतरराष्ट्रीय सहयोग न केवल सामाजिक लाभ के लिए उच्च-स्तरीय शोध प्रदान करने में सहायता करते हैं बल्कि बुनियादी ढांचे, डेटा और जनशक्ति संसाधनों का इष्टतम उपयोग भी सुनिश्चित करते हैं।

### 8.1 एनओए, यूएसए के साथ सहयोग

दिनांक 23 अक्टूबर 2020 को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय तथा राष्ट्रीय महासागर और वायुमंडलीय प्रशासन (NOAA) के बीच पृथ्वी विज्ञान व प्रेक्षण संबंधी समझौता ज्ञापन को दस वर्षों की और अवधि के लिए नवीनीकृत किया गया। यद्यपि दस कार्यान्वयन अनुबन्धों पर हस्ताक्षर किए गए थे, परंतु उनमें से केवल तीन ही सक्रिय हैं। इन परियोजनाओं के कुछ महत्वपूर्ण परिणामों का उल्लेख नीचे किया गया है:

#### 8.1.1. अफ्रीकी-एशियाई-ऑस्ट्रेलियाई मानसून विश्लेषण और पूर्वानुमान (RAMA) के लिए रिसर्च मूड एरेः

RAMA कार्यान्वयन अनुबन्ध के अन्तर्गत किए गए फील्ड कार्य और अनुसंधान ने क्षेत्रीय और वैश्विक जलवायु प्रणाली में हिंद महासागर के महत्व के बारे में हमारी समझ में बहुत अधिक योगदान दिया है। अब तक, RAMA मूरिग्स के डेटा का उपयोग अंतरराष्ट्रीय पत्रिकाओं में प्रकाशित 78 लेखों में किया गया है। भारत भी एसिमिलेशन के माध्यम से महासागर विश्लेषण उत्पादों के सृजन हेतु RAMA डेटा का उपयोग कर रहा है। सभी उपलब्ध स्व-स्थाने डेटा को एसिमिलेट करने के द्वारा GODAS (ग्लोबल ओशन डेटा एसिमिलेशन सिस्टम) का उपयोग करते हुए वैश्विक महासागर विश्लेषण, युग्मित मॉडल द्वारा मौसमी मानसून पूर्वानुमान की महत्वपूर्ण प्रारंभिक शर्त है। RAMA कार्यान्वयन अनुबन्ध (IA) की गतिविधियों को जारी रखने के लिए RAMA संबंधी द्वितीय कार्यान्वयन अनुबन्ध पर दिनांक 13 जून 2018 को हस्ताक्षर किए गए।

एक वर्चुअल इवेंट में दिनांक 09 अगस्त 2021 को "अफ्रीकी-एशियाई-ऑस्ट्रेलियाई मानसून विश्लेषण और पूर्वानुमान (RAMA) के लिए रिसर्च मूड एरे तथा मौसम एवं मानसून पूर्वानुमानों में सुधार के लिए उत्तरी हिंद महासागर (ओ.एम.एन.आई.) में महासागर मूड बुवॉय नेटवर्क के विकास में तकनीकी सहयोग" संबंधी कार्यान्वयन अनुबन्ध पर हस्ताक्षर किए गए थे। वर्चुअल इवेंट के दौरान सचिव द्वारा संयुक्त RAMA-OMNI इंडियन ओशन डेटा पोर्टल भी लॉन्च किया गया। OMNI-RAMA पोर्टल, डेटा डिस्प्ले और डिलीवरी के लिए सीधी पहुंच के साथ मौसम विज्ञान और समुद्र संबंधी डेटा सेट की बड़ी सूची प्रदर्शित करेगा। एक घंटे के नियमित प्रसारण अंतराल से लेकर 2 मिनट तक की आवृत्ति वाले डेटा सेट को सहायक मेटा डेटा जानकारी जैसे कि डेप्लॉयमेंट, सेंसर विनिर्देश, अंशांकन, सैपलिंग स्ट्रैटेजी, डेटा प्रोसेसिंग, गुणवत्ता नियंत्रण आदि के साथ प्रदान किया जाता है। पोर्टल विभिन्न प्रारूपों में डेटा डाउनलोड करने के प्रावधानों के साथ-साथ विभिन्न आवृत्तियों पर मापित और अनुमानित मापदंडों के विजुअलाइजेशन की सुविधा प्रदान करेगा।

#### 8.1.2 भारतीय ग्रीष्मकालीन मानसून वर्षा के लिए गत्यात्मक अल्पकालीन अवधि, विस्तृत अवधि और मौसमी पूर्वानुमान के अध्ययन के लिए तकनीकी सहयोग

इस कार्यान्वयन अनुबन्ध के अंतर्गत सहयोग गतिविधियों ने मानसून परिवर्तनशीलता पर विशेष बल देते हुए मौसमी, विस्तृत अवधि और अल्प अवधि के गत्यात्मक पूर्वानुमानों को स्थापित करने में बहुत योगदान दिया है। उसी मॉडलिंग प्रणाली के एक संशोधित संस्करण का उपयोग जलवायु परिवर्तन अध्ययन हेतु एक पृथ्वी प्रणाली मॉडल विकसित करने के लिए भी किया जाता है, और इसने भारत को अंतरराष्ट्रीय जलवायु परिवर्तन पैनल (IPCC) की छठी मूल्यांकन रिपोर्ट में योगदान करने में सक्षम बनाया है। GSI डेटा एसिमिलेशन का एक नया संस्करण कार्यान्वित किया गया। आईएमडी GFS 14 (कंट्रोल रन) पूर्वानुमान अब NCEP द्वारा किए गए अंतरराष्ट्रीय मॉडल पूर्वानुमान तुलना का हिस्सा हैं, और मई 2021 से उनके पर्यावरण मॉडलिंग केंद्र अंतरराष्ट्रीय मॉडल दैनिक अभिनति / ए.सी. सेक्शन में प्रदर्शित किए जाते हैं और इसे NCEP में मानसून डेस्क द्वारा कार्यान्वित किया गया। आईआईटीएम के वैज्ञानिकों को वैश्विक पूर्वानुमान प्रणाली फिक्स्ट फाइल T1534 फॉरमैट उपलब्ध कराया गया।

### 8.1.3 हिंद महासागर में उष्णदेशीय चक्रवात के पूर्वानुमान में सुधार :

वर्ष 2020 और 2021 के दौरान उत्तरी हिंद महासागर में सभी चक्रवातों के पूर्वानुमान के लिए एक युग्मित क्षेत्रीय मध्य-मापक्रम मॉडल HWRF-HYCOM को संचालनीय रूप से नियोजित किया गया था। इंकॉइस टेन्ड्रल महासागर पूर्वानुमान प्रणाली - हिंद महासागर मॉडल (ITOPSI) महासागर प्रारंभिक और सीमा स्थितियों का उपयोग करते हुए उक्त युग्मित मॉडलिंग प्रणाली का उपयोग करके कुल 9 चक्रवातों और 6 अवदाबों का पूर्वानुमान किया गया। सभी निम्न-दाब प्रणाली हेतु 5 दिनों के लिए छह घंटे का क्रमगत पूर्वानुमान सृजित किया जाता है, जो दुर्बल चरण उत्पन्न करते हैं, अर्थात् सिस्टम जब अपने अवदवाब चरण में होता है।

### 8.2 वायुमंडलीय अनुसंधान हेतु युनिवर्सिटी कॉरपोरेशन (UCAR) के साथ सहयोग:

सितंबर 2014 में 5 साल की अवधि के लिए हस्ताक्षरित समझौता ज्ञापन की अवधि सितंबर 2019 में समाप्त हो गई। तथापि, UCAR द्वारा वित्त पोषित एक प्रयोगशाला, राष्ट्रीय वायुमंडल अनुसंधान केन्द्र (NCAR) के साथ "दिल्ली में वायु गुणवत्ता हेतु पूर्व चेतावनी प्रणाली" पर सहयोगी परियोजना के अंतर्गत गतिविधियां चलायी जा रही हैं। NCAR के सहयोग से दिल्ली एनसीआर क्षेत्र के लिए 400 मीटर के बहुत उच्च स्थानिक विभेदन पर वायु गुणवत्ता पूर्व चेतावनी प्रणाली जून 2021 से चालू हो गई है। इस उद्देश्य के लिए विकसित एक सार्वजनिक प्रसार प्रणाली का उपयोग भारत मौसम विज्ञान विभाग, केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड और दिल्ली प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड द्वारा किया जा रहा है। उपर्युक्त के अलावा, आईआईटीएम ने दिल्ली एनसीआर क्षेत्र के लिए उन्नत वायु गुणवत्ता प्रबंधन हेतु स्वदेशी निर्णय समर्थन प्रणाली (डीएसएस) विकसित की है। डीएसएस को इसलिए डिजाइन किया गया है, तासि-क) दिल्ली और आसपास के 19 जिलों से होने वाले उत्सर्जन का दिल्ली की वायु गुणवत्ता पर प्रभाव, ख) दिल्ली में 8 विभिन्न क्षेत्रों से होने वाले वायु उत्सर्जन का दिल्ली की वायु गुणवत्ता पर प्रभाव, ग) पड़ोसी राज्यों में बायोमास जलाने की गतिविधियों के परिणामस्वरूप दिल्ली की वायु गुणवत्ता में होने वाली गिरावट के बारे में मात्रात्मक जानकारी प्राप्त की जा सके। इसके अतिरिक्त, डीएसएस दिल्ली में पूर्वानुमानित वायु-गुणवत्ता घटना पर संभावित उत्सर्जन स्रोत-स्तरीय हस्तक्षेपों के मात्रात्मक प्रभावों के बारे में भी जानकारी देता है। यह सारी जानकारी सम्योचित रूप से वायु गुणवत्ता के प्रबंधन में

सहायता करेगी। यह भारत सरकार की नई डिजाइन की गई ग्रेडेड रिस्पांस एक्शन प्लान के अनुरूप आवश्यक कदम उठाने हेतु आगामी 5 दिनों के लिए आगामी वायु गुणवत्ता की घटनाओं और स्रोत योगदान संबंधी पूर्वानुमान के लिए सम्योचित चेतावनी जारी करेगा।

### 8.3 यूएम पार्टनर्स के साथ कंसोर्टियम समझौता:

UM पार्टनरशिप बोर्ड की बैठक दिनांक 03 नवंबर 2021 को वर्चुअल मोड में आयोजित की गई, और इस बैठक में मौसम कार्यालय, यूके, बीओएम, ऑस्ट्रेलिया, एनआईडब्ल्यूए, न्यूजीलैंड, कोरिया मौसम विज्ञान एजेंसी, दक्षिण कोरिया और अमेरिकी वायु सेना के अन्य बोर्ड सदस्यों ने सहभागिता की। सिंगापुर को एक कोर पार्टनर के रूप में शामिल करने का निर्णय लिया गया। ऑपरेशनल NCUM ग्लोबल डेटा एसिमिलेशन (डीए) सिस्टम को यूके मेट ऑफिस पैरलल सूट 43 (पीएस43) के घटकों के साथ अपग्रेड किया गया, जो उपग्रहों से क्लाउड-प्रभावित माइक्रोवेव विकिरणों को एसिमिलेट करना सक्षम बनाता है। नए वैश्विक NCUM-G और क्षेत्रीय NCUM-R मॉडल संस्करणों को NCUM-G में GA 7.2 विज्ञान कॉन्फिगरेशन और नमी संरक्षण एवं स्टॉकहैस्टिक परटरबेशन में सुधार के साथ NCUM-R मॉडल में "उष्णकटिबंधीय विज्ञान क्षेत्रीय वायुमण्डल कॉन्फिगरेशन संस्करण 2 (RA2T)" के साथ परिचालित बनाया गया। क्षेत्रीय मॉडल मूल्यांकन और विकास (RMED) गतिविधियों के एक अंग के रूप में, 2018 और 2019 में केरल में बाढ़ की घटनाओं के लिए कुल वर्षा और बिजली कड़कने के लिए सत्यापन आंकड़े तैयार किए गए। DM-केम 330 मीटर दिल्ली विंटर फॉग मॉडल को अपग्रेड करके इसमें EDGAR और SFAR एमिशन इनवेंटरी तथा GFAS (ग्लोबल फायर एसिमिलेशन सिस्टम) से डेली बायोमास एमिशन को शामिल किया गया, ताकि वर्ष 2020-21 की सर्दियों की अवधि के दौरान दिल्ली और आसपास के क्षेत्रों के लिए बेहतर उच्चत विभेदन कोहरा / दृश्यता पूर्वानुमान प्रदान किया जा सके। एक कन्वेक्टिव स्केल कार्य समूह बैठक आयोजित की गई, जिसमें क्षेत्रीय एनसेम्बल पूर्वानुमान प्रणाली की चल रही गतिविधियों को प्रदर्शित किया गया।

8.4 यूके मौसम कार्यालय के साथ समझौता ज्ञापन- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और यूके मौसम कार्यालय के बीच मौसम और जलवायु विज्ञान हेतु सेवा साझेदारी भारत (WCSSP INDIA) संबंधी कार्यान्वयन अनुबन्ध को मार्च 2021 तक विस्तारित किए जाने के परिणामस्वरूप, दोनों पक्ष मार्च 2022 तक अतिरिक्त विस्तार के लिए पारस्परिक रूप से सहमत हुए। विज्ञान योजना को संशोधित करके उसमें निम्न वर्णित 4 कार्य पैकेजों को शामिल किया गया:

(i) कार्य पैकेज (WP1) 1: विभिन्न पैमानों पर निर्बाध युग्मित प्रणाली विकास

(ii) कार्य पैकेज (WP2) 2: मानसून प्रक्रियाओं और खतरों का मूल्यांकन और समझ

(iii) कार्य पैकेज (WP3) 3: प्रेक्षण और खतरे के पूर्वानुमान में सुधार

(iv) कार्य पैकेज (WP4) 4: जोखिम आधारित पूर्वानुमान और उच्च प्रभाव वाली मौसमी/सीजनल घटनाएं

WCSSP इंडिया कार्यक्रम की वार्षिक विज्ञान बैठक वर्चुअल मोड में दिनांक 1-4 फरवरी 2021 के दौरान आयोजित की गई, जिसमें भारत और यूके के 100 से अधिक वैज्ञानिकों ने सहभागिता की। कार्यशाला के दौरान चार सदस्यीय विज्ञान समीक्षा पैनल द्वारा कार्यक्रम के अंतर्गत तीनों सभी कार्य-पैकेजों की प्रगति की समीक्षा की गयी। एनसीएमआरडब्ल्यूएफ, यूके के भागीदारों के साथ कार्य पैकेज (WP1) 1 पर सहयोग कर रहा है, जो वैश्विक युग्मित एनसेम्बल डेटा एसिमिलेशन सिस्टम, भारत और पड़ोसी समुद्री क्षेत्रों हेतु एक कन्वेक्टिव स्केल क्षेत्रीय युग्मित पर्यावरण पूर्वानुमान प्रणाली का विकास, उन्नत शहरी सतह प्रक्रिया के साथ भारतीय क्षेत्र के लिए एक सब-किमी स्केल मॉडलिंग से सम्बन्धित है। इसके अलावा, भारत में मॉडल कंपोनेंट प्रोसेस स्टडीज, सैटेलाइट डेटा एसिमिलेशन, बिजली गिरने और कोहरा पूर्वानुमान पर संयुक्त कार्य किया जा रहा है। कार्य पैकेज-2 (WP2) के अंतर्गत, आईआईटीएम ने यूके मौसम कार्यालय के साथ सहयोग किया है, ताकि विशेष रूप से मानसून वाले मौसम के दौरान भारतीय क्षेत्र में मौसम को माड्युलेट करने में उष्णदेशीय अतिरिक्त उष्णदेशीय अंतःक्रिया और पश्चिमी विक्षोभों की भूमिका को समझा जा सके। आईआईटीएम-ईआरपीएस और यूकेएमओ-ग्लोसी मॉडल द्वारा पश्चिमी विक्षोभ को कैप्चर करने के कौशल को समझने के लिए एक कौशल मूल्यांकन किया गया। कार्य पैकेज-3 (WP3) के अंतर्गत गतिविधि के हिस्से के रूप में विभिन्न लाइटनिंग पैरामीटराइजेशन स्कीमों का मूल्यांकन किया जाता है, ताकि हिंडकास्ट के साथ रियल टाइम ऑपरेशनल फोरकास्टम सिम्युलेशन से भारत में डब्ल्यूआरएफ मॉडल का उपयोग करके लाइटनिंग फ्लैश काउंट को सिम्युलेट किया जाए। कार्य पैकेज-4 (WP4) के अंतर्गत प्रभाव आधारित पूर्वानुमान उपकरण विकसित करने के लिए; भारत मौसम विज्ञान विभाग में प्रयोग किए जाने वाले मॉडल आउटपुट को उपयोगी टूल में परिवर्तित करने के लिए पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय में एक क्लोज्ड वर्किंग ग्रुप की स्थापना की गई है। इसके अंतर्गत, मौसम और मौसमी

समय के पैमाने पर उच्च प्रभाव वाली घटनाओं के जोखिम आधारित पूर्वानुमान के लिए प्रभाव आधारित पूर्वानुमान प्रोटोटाइप विकसित किया जा रहा है। मानसून मौसम के दौरान बाढ़ जलप्लावन पूर्वानुमान प्रणालियों का परीक्षण किया जा रहा है।

**8.5. प्राकृतिक पर्यावरण अनुसंधान परिषद (NERC) के साथ सहयोग: "एक भारतीय मेगासिटी में वायुमंडलीय प्रदूषण और मानव स्वास्थ्य" पर कार्यान्वयन अनुबन्ध":** APHH-भारत कार्यक्रम "एक भारतीय मेगासिटी में वायुमंडलीय प्रदूषण और मानव स्वास्थ्य" में 5 समन्वित और अत्याधुनिक अनुसंधान परियोजनाएं शामिल हैं, जिसमें यूके और भारत की 4 एजेंसियां शामिल हैं, जिनकी अवधि 4 वर्ष है, और जिनका मुख्य ध्यान मेगासिटी नई दिल्ली पर केंद्रित है। वर्ष 2020 और 2021 के दौरान लगाए जाने वाले कोविड-19 महामारी प्रतिबंधों के कारण APHH परियोजनाओं की गतिविधियों पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ा, तथा कार्य पैकेजों के अंतर्गत कुछ गतिविधियाँ पूरी नहीं हो सकीं। इसलिए, परियोजनाओं की अवधि 1 वर्ष बढ़ा दी गई। 2017-21 के दौरान, APHH सचिवालय ने दिल्ली में पांच विज्ञान बैठकें और 3 प्रेक्षण क्षेत्र अभियान आयोजित किए गए (नवंबर 2017-फरवरी 2018, मई-जून 2018 और नवंबर 2018-जनवरी 2019)। APHH ने प्रतिष्ठित पत्रिकाओं में 41 पियर रिव्यूड पेपर्स प्रकाशित किए, इसमें नेचर जियोसाइंस में 1, पुस्तक में 2 अध्याय, 38 सम्मेलन पत्र शामिल हैं। APHH ने CMIP 6 मॉडलों ने वायु गुणवत्ता को जलवायु परिवर्तन के साथ जोड़कर सेकेंडरी एरोसोल मैकेनिज्म के नए मानकीकरण को विकसित करते हुए पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के SAFAR फ्रेमवर्क को सुदृढ़ बनाने में वैज्ञानिक रूप से योगदान दिया। APHH से दोनों सहयोगी देशों के क्षेत्र में क्षमता निर्माण और पारस्परिक लाभ मिला, इसने संवहनीय सामाजिक जरूरतों के लिए महत्वपूर्ण क्षमता वाले कुशल उत्पाद दिए। इसके अंतिम परिणाम के रूप में वायु गुणवत्ता का एक एकीकृत ढांचा तैयार होगा, जिससे एप्लिकेशन ओरिएंटेड कार्य को और भी अधिक सुदृढ़ बनाया जा सके, ताकि समाज को लाभ मिले एवं शमन रणनीतियों की योजना बनायी जा सके।

**8.6 बेलमोंट फोरम देशों के साथ सहयोग:** पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय बेलमोंट फोरम का सदस्य है, यह फोरम वैश्विक पर्यावरण परिवर्तन अनुसंधान और अंतरराष्ट्रीय विज्ञान परिषदों के विश्व के प्रमुख और उभरते हुए वित्त-पोषकों का एक समूह है। दिनांक 26-28 अक्टूबर 2021 के दौरान बेलमोंट फोरम की एनुअल प्रिलिमिनेरी 2021 वर्चुअल मोड में आयोजित की गई थी। इस बैठक में 31 से अधिक देशों



के सदस्यों ने सहभागिता की। इस प्रिलिमिनेरी के दौरान पेश किए गए कुछ नए CRA में प्रवासन और गतिशीलता, संवहनीय उपभोग और उत्पादन प्रणाली, जलवायु, पर्यावरण, स्वास्थ्य II और भविष्य के नेतृत्वकर्ता शामिल थे। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय FORMAS, स्वीडन द्वारा प्रस्तावित "ट्रांसडिसिप्लिनरी रिसर्च फॉर ओशन सस्टेनेबिलिटी" सम्बन्धी जेपीआई ओशन को-ब्रांडेड CRA एवं बेलमॉट फोरम, फ्यूचर अर्थ में सहभागिता कर रहा है। एक ओशन सस्टेनेबिलिटी हब को लॉन्च किया गया, यह विशेष रूप से ओशनस CRA परियोजना के सदस्यों के लिए बनाई गई वेबसाइट है। यह मंच ओशनस CRA के पुरस्कार विजेताओं और परियोजना सहयोगियों को प्रकाशन, प्रस्तुतीकरण, वेबिनार, मीडिया, वन-पेजर आदि सहित अपने प्रोजेक्ट आउटपुट प्रदर्शित करने का अवसर प्रदान करता है। इस हब में एक अंतर्निहित सोशल नेटवर्क भी है जो परियोजना के सदस्यों को एक ही मंच पर एक-दूसरे से जुड़ने में सहायता करता है और आमजन भी इस हब को एक्सेस कर सकेंगे। बेलमॉन्ट पार्टनरिंग देशों के साथ भारत के महत्वपूर्ण संबंधों को बनाए रखने और हाल की पर्यावरणीय चुनौतियों पर अपनी भविष्य की गतिविधियों को सुव्यवस्थित बनाने के लिए, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के वैज्ञानिकों ने ब्रिस्बेन, ऑस्ट्रेलिया में दिनांक 12-15 जून 2021 के दौरान आयोजित की गई सस्टेनेबिलिटी रिसर्च एंड इनोवेशन कांग्रेस 2021 (SRI2021) में वर्चुअल मोड में सहभागिता की। सस्टेनेबिलिटी रिसर्च एंड इनोवेशन कांग्रेस, फ्यूचर अर्थ और बेलमॉन्ट फोरम इवेंट की एक संयुक्त पहल थी, जिसमें विभिन्न देशों के विशेषज्ञ वक्ताओं द्वारा विविध विषयों पर 100 से अधिक सत्र आयोजित किए गए।

### 8.7 बिम्सटेक (बहु-क्षेत्रीय तकनीकी और आर्थिक सहयोग के लिए बंगाल की खाड़ी की पहल) देशों के साथ सहयोग:

हिमालय विज्ञान परिषद संबंधी बिम्सटेक विशेषज्ञ समूह की पहली बैठक वर्चुअल मोड में नई दिल्ली, भारत में दिनांक 12 अक्टूबर 2021 को आयोजित की गई, जिसका उद्देश्य 'बिम्सटेक के अंतर्गत हिमालय विज्ञान परिषद (एचएससी) के लिए प्रस्ताव' पर संकल्पना पत्र को अंतिम रूप देना था। इस बैठक में बांग्लादेश, भूटान, भारत, म्यांमार, नेपाल, श्रीलंका और थाईलैंड के प्रतिनिधिमंडल ने भाग लिया। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव और भारतीय प्रतिनिधिमंडल के प्रमुख ने इस बैठक की अध्यक्षता की। संकल्पना नोट पर विस्तार से चर्चा की गई और सभी सदस्य देशों की अंतिम टिप्पणियों के लिए नोट को फिर से उनके पास भेजा गया। संकल्पना नोट सभी देशों द्वारा स्वीकार कर लिए

जाने के बाद भारत द्वारा बिम्सटेक हिमालय विज्ञान परिषद की स्थापना पर मेमोरैंडम ऑफ एसोसिएशन (एमओए) का ड्राफ्ट प्रस्तुत किया जाएगा।

### 8.8 नॉर्वे के साथ सहयोग

#### 8.8.1 नॉर्वे अनुसंधान परिषद (आरसीएन) के साथ समझौता

**ज्ञापन:** पांच संयुक्त इंडो-नॉर्वेजियन कार्यशालाएं/प्रशिक्षण कार्यक्रम भारत में आयोजित किए गए और ध्रुवीय क्षेत्रों में जलवायु प्रणाली और जियोहैजार्ड थीम के अंतर्गत वित्त पोषित 5 परियोजनाओं के अंतर्गत 9 पत्र प्रकाशित किए गए। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और आरसीएन के बीच हुए समझौता ज्ञापन के अंतर्गत संयुक्त रूप से स्वीकृत परियोजनाओं की प्रगति की समीक्षा करने के लिए दिनांक 23 मार्च 2021 को एक संयुक्त इंडो-नॉर्वेजियन बैठक आयोजित की गई। उन 8 परियोजनाओं में से चार परियोजनाएं पूरी हो चुकी हैं जबकि शेष परियोजनाएं कार्यान्वयन के विभिन्न चरणों में हैं। कुछ प्रमुख निष्कर्षों में ये बातें शामिल हैं (i) जीपीएस पूरे निवलसेन शेल्फ में कार्य करता है और आइस राइज से रोज किए गए तीन आइस कोर की सहायता से एनसीपीओआर और एनपीआई शोधकर्ताओं को अभिनव युग के उत्तरार्द्ध के दौरान वाली जलवायु और समुद्री परिस्थितियों को रिकंस्ट्रक्ट करने में सक्षम रहे हैं। (ii) आईओडीपी 355 के कोर में मल्टी-प्रॉक्सी के अध्ययन से ऐसे संकेत मिलते हैं कि मिड प्लायोसीन वार्म पीरियड (एमपीडब्ल्यूपी) के दौरान जब वायुमंडलीय कार्बनडाईऑक्साइड संकेन्द्रण वर्तमान के समान थी, तो ग्रीष्मकाल के दौरान तेज मॉनसून के चलते आर्कटिक में कम समुद्री बर्फ बनी। आईएसएम और आर्कटिक समुद्री बर्फ के बीच टेलीकनेक्शन के सुदृढ़ साक्ष्य देखे गए हैं। (iii) आधार वर्ष 2018 के लिए भारतीय उपमहाद्वीप हेतु आठ अप्रत्यक्ष ग्रीनहाउस गैसों और पार्टिकुलेट मैटर प्रदूषकों की एक विश्वसनीय उच्च-रिजोल्यूशन (0.1 x 0.1 डिग्री) उत्सर्जन सूची तैयार की गई है। (iv) भारत और नॉर्वे दोनों देशों के क्षेत्रों में इंटरप्लेट भूकंपनीयता को देखने के लिए बेहतर मॉडल विकसित किए गए हैं।

#### 8.8.2 नॉर्वेजियन जलवायु और पर्यावरण मंत्रालय के साथ

**सहयोग:** मैरीन स्पैटियल प्लानिंग पर केन्द्रित एकीकृत महासागर प्रबंधन और अनुसंधान पहल हेतु एक रूपरेखा विकसित करने के लिए नॉर्वेजियन विदेश मंत्रालय के माध्यम से पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और नॉर्वेजियन पर्यावरण एजेंसी के बीच फरवरी 2020 में एक आशय पत्र पर हस्ताक्षर किए गए। मैरीन स्पैटियल प्लानिंग पर पहली भारत-नॉर्वे स्कोपिंग बैठक दिनांक 10-11 दिसंबर, 2020 को आयोजित की गई

थी, जिसमें दोनों देशों के 40 प्रतिभागियों ने भाग लिया था। बैठक के दौरान, मैरीन स्पैटियल प्लानिंग के अध्ययन और तैयारी के लिए दो क्षेत्रों अर्थात् पुडुचेरी (मुख्य भूमि में एक अच्छी तरह से विकसित शहरी क्षेत्र) और लक्षद्वीप (एक पारिस्थितिक रूप से संवेदनशील द्वीप पारिस्थितिकी तंत्र) को प्रायोगिक-परियोजना क्षेत्रों के रूप में लिए जाने का निर्णय लिया गया। राष्ट्रीय तटीय अनुसंधान केंद्र भारतीय पक्ष से नेतृत्व करेगा, और वहीं नॉर्वे की प्रमुख एजेंसियां, इंस्टीट्यूट ऑफ मैरीन रिसर्च एवं नॉर्वेजियन पर्यावरण एजेंसी होंगी। भारत-नॉर्वे एकीकृत महासागर प्रबंधन और अनुसंधान पहल की प्रथम परियोजना संचालन समिति की बैठक दिनांक 26 फरवरी, 2021 को आयोजित की गई।

**8.9. यूरोपीय संघ के साथ सहयोग: होराइजन 2020 - पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और यूरोपीय संघ ने यूरोपियन रिसर्च एंड इनोवेशन प्रेमवर्क प्रोग्राम 'होराइजन 2020' के अंतर्गत जलवायु परिवर्तन और ध्रुवीय अनुसंधान से सम्बन्धित कुछ चुनी गई परियोजनाओं में सफल भारतीय प्रतिभागियों का समर्थन करने के लिए एक को-फंडिंग मैकेनिज्म (CFM) की स्थापना की है। एमओईएस द्वारा वित्त पोषण के लिए चार कॉल्स का चयन किया गया।**

**8.10 यूनेस्को/आईओसी के साथ सहयोग: INCOIS, हैदराबाद में स्थापित अन्तरराष्ट्रीय प्रचालनात्मक समुद्रविज्ञान प्रशिक्षण केन्द्र (आईटीसीओओशन) यूनेस्को का श्रेणी 2 केन्द्र है, इसमें अब तक 95 देशों के प्रशिक्षुओं को प्रशिक्षण दिया गया है। महामारी के कारण ऑनलाइन मोड में प्रशिक्षण आयोजित किए जाने से प्रशिक्षण कार्यक्रमों में हिंद महासागर रिम देशों की भागीदारी में वृद्धि हो रही है। जनवरी 2021 से नवंबर 2021 के दौरान 9 प्रशिक्षण पाठ्यक्रम और 3 वेबिनार आयोजित किए गए। इसमें 58 देशों के कुल 1526 व्यक्तियों (पुरुष: 904, महिला: 622) को प्रशिक्षण दिया गया, जिसमें 906 व्यक्ति भारत के तथा 620 व्यक्ति (पुरुष: 386, महिला: 234) विदेश से रहे हैं।**

**8.11: आपदा जोखिम कम करने और पृथ्वी-विज्ञान में क्षमता निर्माण हेतु सहयोग के संबंध में भारत और यूनेस्को के बीच आशय पत्र: द्वितीय अंतरराष्ट्रीय हिंद महासागर अभियान (IIOE) -2 ने: कुल 45 वैज्ञानिक परियोजनाओं (जनवरी-दिसंबर 2021 के दौरान 3 परियोजनाओं सहित) को एंडोर्स किया, जो IIOE-2 उद्देश्यों ([https://iioe-2.incois.gov.in/IIOE-2/Endorsed\\_Projects.jsp](https://iioe-2.incois.gov.in/IIOE-2/Endorsed_Projects.jsp)) के अनुरूप हैं। IIOE-2 मेटा डेटा पोर्टल (<https://iioe-2.incois.gov.in/IIOE-2/data.jsp>) को**

इसलिए बनाया गया था, ताकि इस क्षेत्र से सम्बन्धित समुद्री डेटा को खोजने योग्य और हितधारकों के लिए व्यापक रूप से सुलभ बनाया जा सके। यह मेटाडेटा पोर्टल IIOE-2 के अंतर्गत संपन्न और आगामी / नियोजित क्रूज के मेटाडेटा के सर्च और डिस्कवरी को सक्षम बनाता है। IIOE-2 संचालन समिति की बैठकें वर्चुअल मोड में दिनांक 12-15 अप्रैल, 2021 के दौरान आयोजित की गईं, और इसमें 45 संगठनों और 14 देशों के 70 प्रतिभागियों ने भाग लिया।

**8.12. पॉलीमेटेलिक नोड्यूल (पीएमएन) के निष्कर्षण के संबंध में अंतरराष्ट्रीय समुद्रतल प्राधिकरण (आईएसए) के साथ अनुबंध: अंतरराष्ट्रीय समुद्रतल प्राधिकरण के साथ अनुबंध के अंतर्गत, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने विभिन्न राष्ट्रीय संस्थानों के माध्यम से पॉलीमेटेलिक नोड्यूल के सर्वेक्षण और अन्वेषण, पर्यावरण प्रभाव आकलन, प्रौद्योगिकी विकास (खनन), और प्रौद्योगिकी विकास (निष्कर्षण धातुकर्म) का कार्य निष्पादित किया। मध्य हिंद महासागर बेसिन के लिए एक अभियान शुरू किया गया था और रिवाइज्ड फर्स्ट जनरेशन माइन (आरएफजीएम) क्षेत्र में इकतीस स्टेशनों के 6.25 किमी x 6.25 किमी ग्रिड अंतराल पर सफलतापूर्वक नमूने एकत्रित किए गए। सर्वेक्षण किए गए स्टेशनों के नोड्यूल बहुतायत की गणना की गई और प्रचुरता डेटाबेस को अद्यतित किया गया। आरएफजीएम क्षेत्र की संसाधन क्षमता आकलित की गई। नमूनों के म्वाइश्चर कंटेंट को मापा गया, और सभी एकत्रित नमूनों में पांच धातुओं, निकल, कोबाल्ट, कॉपर, मैंगनीज और लौह की उपस्थिति की जांच करने के लिए उनका रासायनिक विश्लेषण किया गया। 6000 मीटर की गहराई पर परीक्षण खनन पॉलीमेटेलिक नोड्यूल (पीएमएन) के लिए एकीकृत खनन प्रणाली (कार्यान्वयन अनुबन्धमएस) को पूरा करने के लिए, 3420 मीटर पर जल-संतृप्त मृदा तलछट मृदा पर समुद्र तलीय लोकोमोशन परीक्षण सफलतापूर्वक किए गए थे। वजन और कठोरता सम्बन्धी कार्यों हेतु खनन मशीन प्रणाली में सुधार किया गया है और पानी के नीचे बेहतर हाइड्रोडायनामिक व्यवहार के लिए अनुकूलित किया गया है ताकि हेवी स्वेल् के कारण सतह पर जहाज की गति से यूम्बलिकल केबल लोड को न्यूनतम किया जा सके।**

**8.13. पॉलीमेटेलिक सल्फाइड के निष्कर्षण हेतु अन्तरराष्ट्रीय समुद्रतल प्राधिकरण के साथ अनुबंध: अन्वेषण क्षेत्र में पहले किए गए सर्वेक्षणों के विश्लेषण के परिणामस्वरूप सेंट्रल इंडियन रिज (सीआईआर) के दक्षिणी भाग और साउथ-वेस्ट इंडियन रिज (एसडब्ल्यूआईआर) सेगमेंट के पूर्वी भाग में हाइड्रोथर्मल प्ल्यूम्स के**

नए स्थानों की पहचान की जा सकी। नए प्ल्यूम स्थानों की पहचान करने, अन्वेषण क्षेत्र में पहचाने गए प्लम के स्रोत स्थान को नैरो डाउन करने, भूवैज्ञानिक नमूने एकत्र करने और आधारभूत पर्यावरणीय डेटा प्राप्त करने के लिए तीन महीने का क्रूज शुरू किया गया था। भूभौतिकी, भूविज्ञान, भौतिक समुद्र विज्ञान और रासायनिक समुद्र विज्ञान सहित एकीकृत बहु-विषयक वैज्ञानिक जांचों में सीआईआर और एसडब्ल्यूआईआर में संभावनापूर्ण हाइड्रोथर्मल गतिविधि के लिए 11 नए स्थानों की पहचान की गई। सूक्ष्म जीव, प्लैंकटन, और बेन्थोस और उनकी विविधता को समझने के लिए उनके आधारभूत अभिलक्षणिकरण सम्बन्धी विस्तृत अध्ययन किए गए।

भारत नियमित रूप से प्राधिकरण को वार्षिक रिपोर्ट प्रस्तुत करता रहा है जिसमें दोनों अनुबंधों से संबंधित कार्य प्रगति को दर्शाया जाता है। भारत भी प्राधिकरण के विभिन्न अंगों जैसे कि विधि और तकनीकी आयोग, परिषद, वित्त समिति और असेम्बली में अपनी सक्रिय भागीदारी के माध्यम से प्राधिकरण के कार्य में योगदान दे रहा है।

**8.14. जापान के साथ सहयोग:** दिनांक 16 फरवरी, 2021 को "समुद्री प्लास्टिक प्रदूषण रोकथाम और प्रबंधन" पर एक वेबिनार आयोजित किया गया था, जिसका यह उद्देश्य था कि समुद्री प्लास्टिक कचरे से संबंधित मुद्दों पर जापान और भारत में संस्थानों के विशिष्ट प्रयासों पर प्रकाश डाला जाए, और समुद्री कचरे की समस्या के समाधान के लिए सहयोग किया जाए। इस वेबिनार का आयोजन एस एंड टी विंग, भारतीय दूतावास, टोक्यो ने पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (एमओईएस), भारत सरकार; और शिक्षा, संस्कृति, खेल, विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय (MEXT), जापान सरकार के सहयोग से किया था। इस वेबिनार में दोनों देशों के वैज्ञानिकों और शिक्षाविदों ने भाग लिया और समुद्री प्रदूषण और प्लास्टिक से संबंधित कार्यक्रमों के लिए विभिन्न महत्वपूर्ण जानकार दी। आर्कटिक अनुसंधान और प्रदूषण के क्षेत्र में एक साथ काम करने के अवसरों पर चर्चा करने के लिए दिनांक 12 मार्च, 2021 को भारत और जापान के बीच एक वर्चुअल बैठक आयोजित की गई। (i) तटीय सुभेद्यता और समुद्री कचरे और (ii) गहरे महासागर प्रौद्योगिकी पहलुओं जैसे कि मानवयुक्त पनडुब्बी, महासागर खनन आदि जैसे संभावनापूर्ण सहयोग अनुसंधान विषयों पर दस्तावेज का आदान-प्रदान किया गया। इसके अलावा, 7 जुलाई 2021 को समुद्री प्लास्टिक पर एक गोलमेज चर्चा हुई और नवीनतम प्रौद्योगिकियों का उपयोग करते हुए अनुसंधान कार्यक्रमों को आगे बढ़ाने के लिए दो कार्य समूहों का गठन किया गया।

**8.15. अंतरराष्ट्रीय महाद्वीपीय वैज्ञानिक ड्रिलिंग कार्यक्रम (आईसीडीपी), जर्मनी के साथ सहयोग:** पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और हेल्महोल्त्ज सेंटर पॉट्सडैम, जीएफजेड जर्मन रिसर्च सेंटर फॉर जियोसाइंसेस के बीच आईसीडीपी की सदस्यता पर दिनांक 30 अगस्त 2016 को हस्ताक्षरित समझौता जापान को दिनांक 8 दिसंबर, 2021 को पांच साल की अवधि के लिए और बढ़ा दिया गया। समझौता जापान के अनुसार, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय जीएफजेड को 200,000 अमेरिकी डॉलर का वार्षिक योगदान दे रहा है। यह समझौता जापान, कोयना क्षेत्र में साइंटिफिक डीप ड्रिलिंग और संबंधित जांच-पड़ताल को पूरा करने के लिए आईसीडीपी के अंतरराष्ट्रीय स्तर पर प्रसिद्ध विशेषज्ञों के इंगेजमेंट को सुगम बना रहा है। सदस्यता अनुबंध के हिस्से के रूप में, आईसीडीपी तकनीकी / परिचालन सहायता भी प्रदान करता है और प्रमुख वैज्ञानिक क्षेत्रों में जनशक्ति प्रशिक्षण के रूप में क्षमता निर्माण की सुविधा प्रदान करता है। आईसीडीपी के दो पैनल अर्थात असेम्बली ऑफ गवर्नर्स और कार्यकारी समिति में भारत का प्रतिनिधित्व भी किया जाता है। वर्तमान वर्ष के दौरान, कोयना पायलट बोरहोल के इंस्ट्रुमेंटेशन की योजना तैयार की गई और यह निर्णय लिया गया कि आवश्यक क्लीयरेंस प्राप्त होने और यात्रा प्रतिबंधों में ढील मिलने के साथ ही, यथाशीघ्र कार्य आरंभ किया जाएगा। इसके अतिरिक्त, एक संयुक्त अनुसंधान प्रकाशन को संशोधित किया जा रहा है। दिनांक 19-20 अप्रैल, 2021 के दौरान आयोजित कार्यकारी समिति की बैठक में भारत का प्रतिनिधित्व किया गया।

**8.16. इंटरनेशनल ओशन डिस्कवरी प्रोग्राम (आईओडीपी), यूएसए के साथ सहयोग:** नेशनल साइंस फाउंडेशन, यूएसए के साथ आईओडीपी की एसोसिएट सदस्यता के समझौता जापान को 30 सितंबर 2023 तक चार वर्ष की अवधि के लिए और बढ़ा दिया गया है। समझौता जापान के हिस्से के रूप में, भारतीय वैज्ञानिक विभिन्न आईओडीपी अभियानों में सहभागिता करते रहे हैं। समझौता जापान के अनुसार, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय एनएसएफ को 1 मिलियन अमेरिकी डॉलर का वार्षिक योगदान दे रहा है। आईओडीपी के तीन पैनलों, अर्थात विज्ञान मूल्यांकन पैनल (एसईपी), जेओआईडीईएस रिजोल्यूशन फैसिलिटी गवर्निंग बोर्ड और आईओडीपी फोरम में भी भारत का प्रतिनिधित्व किया जाता है। चालू वर्ष के दौरान कोविड-19 महामारी के बीच, आईओडीपी कंसोर्टियम ने सीमित भागीदारी के साथ कुछ वैज्ञानिक ड्रिलिंग अभियानों को पूरा करने सफलता प्राप्त की है। यात्रा प्रतिबंधों के कारण, भारतीय वैज्ञानिकों ने आईओडीपी-386



(जापान ट्रेच), IODP-395 (रेक्रेन्स मेटल कन्वेक्शन एंड क्लाइमेट) और आईओडीपी-396 (मिड-नॉर्वेजियन कॉन्टिनेंटल मार्जिन) अभियानों में वर्चुअल मोड में सहभागिता की, तथापि, वे आगे अनुसंधान हेतु उनके अनुरोधित नमूने प्राप्त करेंगे।

**8.17: स्वीडन के साथ सहयोग:** दिनांक 2 दिसंबर 2019 को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय तथा स्वीडन के शिक्षा एवं अनुसंधान मंत्रालय के बीच हस्ताक्षरित ध्रुवीय विज्ञान संबंधी समझौता ज्ञापन के अंतर्गत स्टॉकहोम यूनिवर्सिटी और बोलिन सेंटर फॉर क्लाइमेट रिसर्च, स्वीडन के संकायों के साथ एक वर्चुअल बैठक आयोजित की गई थी, ताकि ध्रुवीय अनुसंधान समेत आर्कटिक परिषद कार्य समूह की गतिविधियों के क्षेत्रों में भारत और स्वीडन के बीच सहयोग के संभावित क्षेत्रों की पहचान की जा सके। दोनों टीमों ने महासागर-वायुमंडल अंतःक्रिया, जलवायु परिवर्तन, पैलियो-क्लाइमेटोलॉजी और सूक्ष्म जीव विज्ञान के क्षेत्र में कोर्लेबोरेशन के लिए सहयोग के विभिन्न क्षेत्रों और संकल्पना नोटों का आदान-प्रदान किया। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के एक वैज्ञानिक ने विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग के सचिव के नेतृत्व में भारत-स्वीडन संयुक्त समिति की छठी बैठक में सहभागिता की जिसमें संयुक्त हित के कई क्षेत्रों पर चर्चा की गई।

**8.18. अफ्रीका और एशिया के लिए रीजनल इंटीग्रेटेड मल्टी-हैजर्ड अलर्ती वार्निंग सिस्टम (RIMES) के साथ सहयोग:** RIMES एक अंतरराष्ट्रीय और अंतर सरकारी संस्था है, इसका स्वामित्व और प्रबंधन इसके सदस्य राष्ट्रों द्वारा किया जाता है, इसका उद्देश्य यह है कि उपयोगकर्ता-सुसंगत पूर्व चेतावनी जानकारी के सृजन और अनुप्रयोग में क्षमता निर्माण किया जाए। वर्तमान में, 48 देश RIMES के अंतर्गत सहयोग करते हैं। कोविड-19 यात्रा प्रतिबंधों के बावजूद, RIMES ने 2021 में अपने सदस्य और सहयोगी राष्ट्रों को निर्बाध सेवाएं प्रदान करने के अपने प्रयास जारी रखे। RIMES ने क्षेत्रीय जलवायु केंद्र, भारत मौसम विज्ञान विभाग, पुणे, भारत, यूके मौसम कार्यालय और विश्व मौसम विज्ञान संगठन के साथ मिलकर वर्चुअल मोड में दिनांक 26-28 अप्रैल 2021 के दौरान दक्षिण एशियाई आउटलुक फोरम (SASCOF) में भाग लिया। राष्ट्रीय मौसम विज्ञान और जल विज्ञान सेवा कार्यालयों के लगभग 100 मौसम वैज्ञानिकों और जलवायु विशेषज्ञों ने मानसून का मौसमी और क्षेत्रीय जलवायु पूर्वानुमान तैयार किया। सितंबर 2021 में SASCOF-20 और क्लाइमेट सर्विसेज यूजर फोरम (CSUF) आयोजित किया गया था, इसका उद्देश्य शीतकालीन मानसून या पूर्वोत्तर मानसून मौसम के लिए मौसमी पूर्वानुमान तैयार किया जाना था। RIMES ने मीडियम

ECMWF-NHMS डेटा एक्सचेंज प्लेटफॉर्म के लिए एक यूरोपीय केंद्र की भी स्थापना की और सितंबर 2021 में सदस्य देशों के समक्ष इसका प्रदर्शन किया।

**8.19: संयुक्त अरब अमीरात (यूएई) के साथ सहयोग:** 23 नवंबर 2020 को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और नेशनल सेंटर ऑफ मीटरोलॉजी (एनसीएम), मिनिस्ट्री ऑफ प्रेजीडेंशियल अफेयर्स यूएई के बीच समझौता ज्ञापन हस्ताक्षरित किए जाने के बाद दिनांक 10 मार्च 2021 को एक वर्चुअल बैठक आयोजित की गई थी, जिसका उद्देश्य यह था कि प्रत्येक पक्ष के पास उपलब्ध सुविधाओं को समझा जाए और भविष्य की रणनीति की योजना बनाई जाए। दोनों पक्षों ने भूकंपीय और ज्वार मापी नेटवर्क, सुनामी पूर्व चेतावनी प्रोटोकॉल, बुलेटिन और प्रसार प्रणालियों के संदर्भ में समानताओं को नोट किया जो डेटा के आदान-प्रदान, ज्ञान हस्तांतरण और क्षमता निर्माण के संदर्भ में आपसी सहयोग और सहकारिता के लिए सर्वनिष्ठ फ्रेमवर्क एवं अवसरों के संदर्भ में आगे बढ़ने का मार्ग प्रशस्तग करता है। अनुवर्ती कार्रवाई के रूप में दिनांक 29 मार्च 2021 को दोनों पक्षों ने उष्णदेशीय चक्रवात, तूफान लहरों और समुद्री पूर्वानुमान के क्षेत्र में संभावित सहयोग पर चर्चा की।

## 8.20 अन्य अंतरराष्ट्रीय कार्यक्रम

**8.20.1** पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और यूके रिसर्च एंड इनोवेशन (UKRI) ने संयुक्त रूप से एक COP26 पार्टनरशिप वर्चुअल ईवेंट आयोजित की, यह कार्यक्रम सस्टेनेबल एंड इनक्यूसिव क्लाइमेट एडैप्टेशन एंड रिसाइलियेंस: वैश्विक लक्ष्य हेतु स्थानीय नेतृत्व नामक विषय पर दिनांक 29 दिसम्बर 2021 को आयोजित किया गया, यह कार्यक्रम नवंबर 2021 में ग्लासगो में 26वें संयुक्त राष्ट्र जलवायु परिवर्तन पक्षकार सम्मेलन (COP26) में योगदान के रूप में था, इस कार्यक्रम में भारत सरकार के प्रधान वैज्ञानिक सलाहकार, प्रो के विजय राघवन ने भारत के हित और प्रतिबद्धता को मजबूती से स्थापित करने के लिए और जलवायु परिवर्तन अनुकूलन और लचीलेपन के निर्माण की दिशा में एक उच्च स्तरीय बयान दिया। आधे दिन के इस कार्यक्रम में प्रमुख हितधारकों को यह अवसर मिला कि वे द्विपक्षीय यूके-भारत कार्यक्रमों के लिए भविष्य की वरीयताओं की पहचान और उन पर चर्चा कर सकें, जो विश्व स्तर पर प्रासंगिक हैं और COP26 की अनुकूलन और लचीलापन की थीम के अनुरूप हैं। इससे पहले, UKRI द्वारा दिनांक 3 जुलाई 2021 को एक प्रारम्भिक कार्यक्रम आयोजित किया गया था जिसमें पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव ने इस पहल की दिशा में भारत सरकार द्वारा की जा रही पहलों पर प्रकाश डाला।

**8.20.2 :** "प्राकृतिक संसाधनों का भविष्य:" पर वर्चुअल कॉन्फ्रेंस विदेश मंत्रालय और पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने दिनांक 29 अक्टूबर 2021 को संयुक्त रूप से प्राकृतिक संसाधनों (हाइड्रोकार्बन, दुर्लभ भू धातुएं और समुद्री अर्थव्यवस्था) के भविष्य" पर एक वर्चुअल कॉन्फ्रेंस का आयोजन किया। प्रवासी भारतीय समूह के सात प्रख्यात वैज्ञानिकों समेत एक भारतीय वक्ता ने पैनल चर्चा में सहभागिता की और महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान की तथा भारत के साथ संभावित सहयोग के क्षेत्रों पर चर्चा की। ऐसी आशा है कि इस सम्मेलन में प्राप्त फीडबैक को अगले प्रवासी भारतीय दिवस सम्मेलन में शामिल किया जाए।

**8.20.3: यूनेस्को का अंतर सरकारी समुद्र विज्ञान आयोग (आईओसी):** भारत ने 01-09 फरवरी, 2021 के दौरान वर्चुअल मोड में आयोजित आईओसी कार्यकारी परिषद के 53वें सत्र में भाग लिया और आईओसी-यूनेस्को, यूएन डिकेड ऑफ ओशन साइंस फॉर सस्टेनेबल डेवलपमेंट 2021-2030, वर्ष 2022-2029 के लिए आईओसी मध्य अवधि रणनीति आदि सम्बन्धी गतिविधियों की दिशा में अपने कार्यों के बारे में बताने के लिए इस अवसर का प्रयोग किया। भारत ने जर्मनी, नॉर्वे, अर्जेंटीना और मोरक्को के साथ मिलकर यूनाइटेड नेशन्स डिकेड ऑफ ओशन साइंस फॉर सस्टेनेबल डेवलपमेंट (2021-2030) के कार्यान्वयन सम्बन्धी ड्राफ्ट रिजोल्यूशन के समर्थन में एक स्टेटेमेंट प्रस्तुत किया, जिसे कार्यकारी परिषद ने स्वीकार किया था। भारतीय प्रतिनिधिमंडल ने दिनांक 14-25 जून, 2021 के दौरान वर्चुअल मोड में आयोजित आईओसी असेम्बली के 31वें सत्र और आईओसी कार्यकारी परिषद के 54वें सत्र में सहभागिता की।

**8.20.4 यूएन डिकेड ऑफ ओशन साइंस फॉर सस्टेनेबल डेवलपमेंट (यूएन ओशन डिकेड):** भारत ने यूएन ओशन डिकेड के प्रथम 'दशकीय कार्रवाई के लिए आह्वान' पर कार्रवाई करते हुए इंकॉइस, हैदराबाद में हिंद महासागर (आईओ-आरडीसीसी) के लिए क्षेत्रीय दशकीय समन्वय केंद्र (DCC) की स्थापना के लिए एक प्रस्ताव प्रस्तुत किया। भारत ने पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव की अध्यक्षता में राष्ट्रीय दशकीय समन्वयन समिति की स्थापना की, इस समिति में विभिन्न राष्ट्रीय संस्थान एवं हितधारक शामिल हैं, इस समिति का उद्देश्य मौजूदा गतिविधियों का समन्वयन करना एवं राष्ट्रीय स्तर पर नए कार्यक्रम विकसित करना है, ताकि समुद्री दशक के उद्देश्यों और लक्ष्यों को पूरा किया जा सके एवं दशकीय लाभों तक राष्ट्रीय पहुंच को बेहतर बनाया जा सके। प्रारम्भिक मीटिंग दिनांक 03 फरवरी, 2021 को ऑनलाइन मोड के माध्यम से आयोजित की गई थी।

**8.20.5 : भारत-यूके सहयोग (एनसीसीआर-सीफास) समुद्री कचरा और माइक्रोप्लास्टिक अध्ययन:** समुद्री कचरे पर भारत-यूके सहयोग के अंतर्गत, चेन्नई और पुडुचेरी के सात समुद्र तटों से माइक्रोप्लास्टिक के 100 नमूनों को यूके की प्रयोगशालाओं में एफटीआईआर विश्लेषण करने के लिए सेंटर फॉर एनवायरनमेंट फिशरीज एंड एक्वाकल्चर साइंस (CEFAS), यूके के वैज्ञानिकों को दिए गए हैं, यह गतिविधि अनुंधान गतिविधियों के संयुक्त सहयोग के हिस्से के रूप में है। एनसीसीआर और सीईएफएस भविष्य में भारतीय तट के अतिरिक्त चिल्का लगून, पिचवरम मैंग्रोव और पुडुचेरी जैसे स्थानों पर माइक्रोप्लास्टिक की मॉनिटरिंग, मैपिंग और मॉडलिंग पर एक साथ काम करना जारी रखेंगे। इससे समुद्री प्रदूषण/प्लास्टिक नीतियां और प्रबंधन रणनीतियां तैयार करने में सहायता मिलेगी।

**8.20.6: आईपीओआई, भारत (एनसीसीआर, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय)-वियतनाम (एमओएनआरई) के अंतर्गत द्विपक्षीय सहयोग परियोजनाएं:** इंडो-पैसिफिक ओशन इनिशिएटिव (IPOI) के अन्तर्गत, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, भारत और मिनिस्ट्री ऑफ नैचुरल रिसोर्सेज एंड एन्वायर्नमेंट, वियतनाम के बीच सहयोग के लिए एक रूपरेखा स्थापित की गई है, इसका उद्देश्य समुद्र संसाधन प्रबंधन से संबंधित गतिविधियों का कार्यान्वयन करना है, जिसमें तटीय भूक्षरण और तटीय संरक्षण संबंधी परियोजनाएं शामिल हैं। गतिविधियों को शुरू करने के लिए दिनांक 24 मार्च 2021 को वर्चुअल मोड में तटीय क्षरण और संरक्षण पर एक कार्यशाला आयोजित की गई थी, ताकि मौजूदा ज्ञान कमियों और सहयोग और क्षमता विकास के प्रमुख क्षेत्रों की पहचान की जा सके।

**8.20.7: अंतरराष्ट्रीय मानसून परियोजना कार्यालय (आईएमपीओ):** विश्व मौसम विज्ञान संगठन (WMO) और भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) के बीच दिनांक 30 जुलाई 2021 को 5 वर्ष की अवधि के लिए आईआईटीएम में एक संयुक्त विश्व मौसम अनुसंधान कार्यक्रम (WWRP) और विश्व जलवायु अनुसंधान कार्यक्रम (WCSP), और अंतरराष्ट्रीय मानसून परियोजना कार्यालय (IMPO) की स्थापना पर एक एग्रीमेंट हस्ताक्षरित किया गया। आईएमपीओ दुनिया भर में मानसून अनुसंधान से संबंधित गतिविधियों और संबंधों पर कार्य करेगा, जिसे WCRP और WWRP के नेतृत्व में पहचाना और बढ़ावा दिया जाएगा, जिससे WMO/WWRP/WCRP और IITM दोनों को पारस्परिक लाभ प्राप्त होगा।

## अध्याय 9 प्रकाशन, पेटेंट, पुरस्कार और सम्मान

### 9.1: पियर रिव्यूड जर्नल में प्रकाशन:

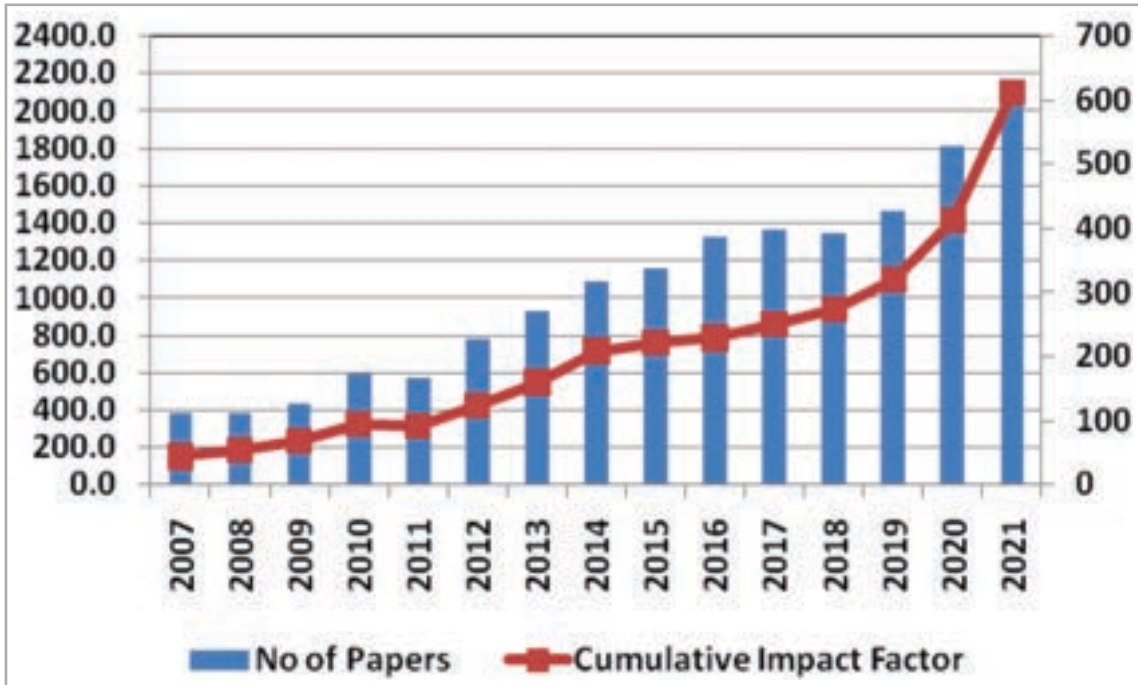
पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के संस्थानों द्वारा अपने विभिन्न कार्यक्रमों के तहत 2021 में कुल 622 शोध पत्र प्रकाशित किए गए, जिनका विवरण नीचे दिया गया है।

**तालिका 1: पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय प्रकाशन**

	अक्रॉस	ओस्मार्ट	पेसर	सेज	कुल
प्रकाशन की कुल संख्या	310	149	110	53	622
संचयी प्रभाव कारक	1106	406	430	158	2100

प्रत्येक योजना के अंतर्गत सूचीबद्ध प्रकाशनों का विवरण <https://moes.gov.in/publications> पर उपलब्ध है।

पिछले वर्षों की तुलना में प्रकाशित शोध पत्रों की संख्या और कुल प्रभाव कारक (2019) तुलनात्मक रूप से बहुत अधिक हैं (चित्र 8.1)। शोध पत्रों का औसत प्रभाव कारक 3.37 था।



चित्र 9.1: वर्षवार शोध पत्रों की संख्या और संचयी प्रभाव कारक



9.2 प्रदान किए गए पेटेंट

प्रदान किए गए पेटेंट का विवरण				
क्र. सं.	इनोवेटर्स	टाइटल	देश	पेटेंट प्रदान करने का संदर्भ
1.	टाटा सुधाकर, शिजो ज्ञाचारिया, टी. थमराय, वी.गौथमन, जी.ए.रामदास, एम.ए.आत्मानंद	सुनामी डिटेक्शन सिस्टम "सुनारेक"	भारत	352188 25.11.2020
2.	किरुबागरन आर तिरुपति के आत्मानन्द एम.ए धरणी जी विनीतकुमार एन.वी मैरी लीमा थिलागम मगेश पीटर डी	ए माइक्रोएल्लगल हार्वेस्टिंग सिस्टम	भारत	354426 24.12.2020
3.	ए थिरुनावुक्कारासु, जी. रघुरामन, जी. लता, एम.सी.संजना	उथले पानी में ध्वनिक क्षेत्र लक्षण-वर्णन के लिए एक स्वायत्त परिवेश शोर मापन प्रणाली	भारत	357273 29.1.2021
4.	पुर्णिमा जलिहाल, डी सुधा, अश्विनी विश्वनाथ	गहरे समुद्र से स्थायी रूप से मुअर्ड फ्लोटिंग कंड्यूट को तैनात करने वाले ठंडे पानी को पंप करने के लिए एक प्रणाली	भारत	365861 30.4.2021
5.	मीना बी, अंबुराजन एल, विनीथकुमार एन.वी, धरणी जी, किरुबागरण आर	एनआईओटी-ई. फेकलिस मल्टीप्लेक्स पीसीआर डिटेक्शन किट - एंटरोकोक्स फीकेलिस के विषाणुजनित जीन का पता लगाने के लिए एक प्रक्रिया और उसका एक डिटेक्शन किट	भारत	367008 19.5.2021
6.	आर वेंकटेशन, एम.अरुल मुथैया, आर.सुंदर के.रमेश	रियल टाइम सुनामी निगरानी प्रणाली	भारत	369964 22.6.2021
7.	सुंदर, आर. श्रीनिवासन, डॉ. जी.ए. रामदास, डॉ. एम.ए. आत्मानन्द	ध्वनिक ज्वार गेज को अंशांकित करने के लिए एक प्रणाली और विधि	भारत	371442 दिनांक 8.7.2021

उपर्युक्त के अलावा, रविदास कृष्ण नाइक पार्थसारथी चक्रवर्ती, प्रिया एम. डी'कोस्टा, एन. अनिलकुमार, आरके मिश्रा, वेलिटन फर्नांडीस, और एन.सी.पीओ.आर. के एम. रविचंद्रन द्वारा विकसित "माइक्रोप्लास्टिक प्रदूषण और गिट्टी के पानी के माध्यम से इसकी

गतिशीलता को कम करने के लिए एक अलग करने योग्य तीन-परत स्टेनलेस स्टील फिल्टर चेंबर" के आविष्कार के लिए एक अनंतिम पेटेंट (202121016209, बौद्धिक संपदा भारत) प्रदान किया गया है।

### 9.3 पुरस्कार और सम्मान

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के संस्थानों / अन्य संगठनों के अधिकारियों द्वारा प्राप्त किए गए पुरस्कार और सम्मान नीचे सूचीबद्ध हैं।

उष्ण कटिबंधीय चक्रवातों और संबंधित तूफानी लहरों और प्रभाव-आधारित पूर्वानुमान पर फोकस करते हुए पी.टी.सी सदस्यों के लिए 6-18 अक्तूबर के दौरान ऑनलाइन वर्ल्ड मीटिंग्स-लॉजिकल आर्गनाइजेशन (WMO) ट्रॉपिकल साइक्लोन फोरकास्ट्स ट्रेनिंग वर्कशॉप आयोजित करने के लिए विश्व मौसम विज्ञान-संगठन के महासचिव ने भारत मौसम विज्ञान विभाग के महानिदेशक डॉ. मृत्युंजय महापात्र की सराहना की।

डॉ. आर. कृष्णन को आईपीसीसी के 53वें बीआईएस सत्र के लिए फोकल प्वाइंट के रूप में नामित किया गया।

डॉ. एस.डी. पवार को WMO एड-हॉक लाइटनिंग एक्सट्रीम रिपोर्ट्स कमेटी के सदस्य के रूप में नामित किया गया।

राष्ट्रीय मौसम विज्ञान केंद्र और पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के बीच वैज्ञानिक और तकनीकी सहयोग के संबंध में पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (एमओईएस) और राष्ट्रीय मौसम विज्ञान केंद्र (एनसीएम), संयुक्त अरब अमीरात (यूएई) एशिया के बीच हस्ताक्षरित समझौता ज्ञापन के लिए डॉ. थारा प्रभाकरन को क्लाउड सीडिंग तकनीकों के लिए फोकल प्वाइंट के रूप में नामित किया गया।

डॉ. एस. चक्रवर्ती जल और जलवायु में फ्रंटियर्स के एसोसिएट संपादक, और क्वार्टरनेरी इंटरनेशनल, 2021-2025 संपादकीय बोर्ड के सदस्य बने।

डॉ. (श्रीमती) सुवर्णा फडणवीस को वैज्ञानिक संचालन समिति (एसएससी), रसायन-जलवायु मॉडल पहल, समताप मंडल-क्षोभमंडल प्रक्रियाओं और जलवायु में उनकी भूमिका (एसपीएआरसी) के सदस्य के रूप में नामित किया गया।

डॉ. रॉक्सी मैथ्यू कोल ने 28 अप्रैल 2021 को CLIVAR/IOC-GOOS हिंद महासागर क्षेत्र पैनेल की 17वीं वार्षिक बैठक की अध्यक्षता की।

डॉ. योगेश के. तिवारी GHG इन्वेन्टरी एवं संलग्नक 1 के पक्षकारों द्वारा रिपोर्ट की जाने वाली अन्य वार्षिक जानकारी की तकनीकी समीक्षा करने के लिए यूनाइटेड नेशन फ्रेमवर्क कन्वेंशन ऑन क्लाइमेट चेंज (UNFCCC) में एक विशेषज्ञ सदस्य बने।

डॉ. जे.एस. चौधरी को फरवरी 2021 से प्रेडिक्शन एंड प्रोजेक्शंस, फ्रंटियर्स इन क्लाइमेट के संपादकीय बोर्ड में समीक्षा संपादक के रूप में आमंत्रित किया गया है।

डॉ. महेन कोंवर को बादल और वर्षा पर अंतर्राष्ट्रीय आयोग (आईसीसीपी/आईएमएस) के सदस्य के रूप में नामित किया गया।

सुश्री चैत्री रॉय को शैक्षणिक वर्ष 2020-2021 के लिए फुलब्राइट-कलाम क्लाइमेट फेलोशिप से सम्मानित किया गया।

श्री मनमीत सिंह को फुलब्राइट-कलाम क्लाइमेट फेलोशिप फॉर डॉक्टरेट रिसर्च 2020-2021 के तहत विजिटिंग स्टूडेंट रिसर्च से सम्मानित किया गया।

डॉ. पूर्णिमा जलिहाल को आईईए के तहत महासागर ऊर्जा प्रणाली - प्रौद्योगिकी सहयोग कार्यक्रम (ओईएस-टीसीपी) के उपाध्यक्ष के रूप में चुना गया। ओईएस टीसीपी में 24 सदस्य देश शामिल हैं और वह कैबिनेट का हिस्सा है जिसमें फ्रांस के अध्यक्ष और पुर्तगाल के सदस्य सचिव के साथ यूरोपीय आयोग के एक अन्य उपाध्यक्ष शामिल हैं।

डॉ. आर. वेंकटेशन को चार्टर्ड मरीन टेक्नोलॉजिस्ट के रूप में पंजीकृत किया गया है और एमटीएस, एसयूटी, और आईएमएआरईएसटी में समुद्री प्रौद्योगिकी रजिस्टर के सदस्यों के एक विशिष्ट समूह का एक हिस्सा है और उनके पद का नाम "CMARTECH" है। यह मान्यता यूके के एक प्रतिष्ठित संस्थान की ओर से है।

एनआईओटी (जहाज और अभिनव प्रौद्योगिकी) को एनआईओटी जहाजों पर नवाचारी तरीकों के माध्यम से हरित प्रौद्योगिकी समाधान विकसित करने और लागू करने के लिए भारतीय उद्योग संघ CII-SREHS उत्कृष्टता पुरस्कार 2020 द्वारा "सर्वश्रेष्ठ नवाचारी अभ्यास पुरस्कार" और "प्रशस्ति पत्र" से सम्मानित किया गया।

इंकाइसको मोबाइल रेंज से बाहर रहते हुए महासागर सूचना सेवाओं के प्रसार के लिए GEMINI सिस्टम के विकास के लिए "टॉप इनोवेटिव रिसर्च इंस्टीट्यूशंस-2021" श्रेणी के तहत CII इंडस्ट्रियल इनोवेशन अवार्ड्स-2021 से सम्मानित किया गया।

डॉ. टी श्रीनिवास कुमार, निदेशक, इंकाइस को अंतर्राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान आयोग (IOC) का उपाध्यक्ष नियुक्त किया गया।

डॉ. टी श्रीनिवास कुमार, निदेशक, इंकाइसको विश्व मौसम विज्ञान संगठन-अंतर्राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान आयोग (WMO-IOC) के संयुक्त सहयोगी बोर्ड का सह-अध्यक्ष नियुक्त किया गया।

डॉ. टी श्रीनिवास कुमार, निदेशक, इंकाइस को समुद्री मौसम विज्ञान और समुद्र विज्ञान सेवाओं (SCMMO) की स्थायी समिति में IOC का सदस्य-प्रतिनिधि बनाया गया।

डॉ. बालकृष्णन नायर, को मेटोसियन रिक्वायरमेंट्स (ET-MOR) संबंधी WMO विशेषज्ञ टीम के सदस्य के रूप में चुना गया है। विशेषज्ञ

टीम समुद्री मौसम विज्ञान और समुद्र विज्ञान सेवाओं (एससी-एमएमओ) पर डब्ल्यूएमओ की स्थायी समिति को रिपोर्ट करती है और यह सुनिश्चित करने के लिए काम करेगी कि पूरी समुद्री सेवा मूल्य श्रृंखला मेट-ओशन समुदाय और अंतिम उपयोगकर्ताओं दोनों की जरूरतों को पूरा करती है।

डॉ. बालकृष्णन नायर को GOOS संचालन समिति के सदस्य के रूप में चुना गया।

डॉ. टीवीएस उदय भास्कर, वैज्ञानिक-एफ और डिवीजन हेड, ओडीएम को 2021-2023 की अवधि के लिए महासागर दशक डेटा समन्वय समूह के सदस्य के रूप में चुना गया।

डॉ. टीवीएस उदय भास्कर, वैज्ञानिक-एफ एंड डिवीजन हेड, ओडीएम और आईटीसीओओसियन के समन्वयक को इंटरसेशनल अवधि के लिए आईओडीई, बेल्जियम के ओशन टीचर ग्लोबल एकेडमी (ओटीजीए) के संचालन समूह के अध्यक्ष के रूप में चुना गया।

डॉ. जी.वी.एम गुप्ता, निदेशक को 2021 से अंटार्कटिक समुद्री सजीव संसाधन के संरक्षण सम्मेलन (सीसीएमएलआर) के लिए देश का प्रतिनिधित्व करने वाला आयुक्त नियुक्त किया गया है।

श्री एन. सरवणने, वैज्ञानिक-एफ 2019 से अंटार्कटिक समुद्री सजीव संसाधन संरक्षण (सीसीएमएलआर) की वैज्ञानिक समिति के संचालन समूह के सदस्य रहे हैं।

डॉ. अविनाश कुमार, वैज्ञानिक-डी, एनसीपीओआर ने 24 दिसंबर 2020 को विज्ञान भवन, नई दिल्ली में आयोजित 7वें अटल पुरस्कार समारोह में प्रतिष्ठित राष्ट्रीय पुरस्कार 'अटल विज्ञान शिखर सम्मान-2020' प्राप्त किया।

डॉ. थंबन मेलोथ, वैज्ञानिक-जी और समूह निदेशक (ध्रुवीय विज्ञान), को ध्रुवीय हिमांकमंडल और जलवायु परिवर्तन में उनके योगदान के लिए दिसंबर 2020 में नेशनल एकेडमी ऑफ साइंसेज इंडिया 2020 के फेलो के रूप में चुना गया है।

डॉ. शरत चंद्र त्रिपाठी, वैज्ञानिक-एफ, एनसीपीओआर, को सदरन ओशन ऑब्जर्विंग सिस्टम (एसओओएस) के सदरन ओशन इंडियन सेक्टर वर्किंग ग्रुप (एसओआईएस-डब्ल्यूजी) के सह-अध्यक्ष के रूप में चुना गया है।

43वीं अंटार्कटिका संधि परामर्श बैठक 14-24 जून 2021 के दौरान, पर्यावरण संरक्षण समिति ने भारत से डॉ. अनूप कुमार तिवारी, NCPOR को अगले दो वर्षों के लिए उपाध्यक्ष के रूप में चुना।



## अध्याय 10 प्रशासनिक सहायता

### 10.1. सिटिजन चार्टर

#### विज्ञान

समाज के सामाजिक-आर्थिक लाभ की दिशा में पृथ्वी प्रणाली विज्ञान के क्षेत्र में ज्ञान एवं प्रौद्योगिकी उद्यम के रूप में उत्कृष्ट कार्य करना।

#### मिशन

मौसम, जलवायु, समुद्र एवं समुद्र-तटीय दशा, जलविज्ञान, भूकम्प विज्ञान, तथा प्राकृतिक संकटों के लिए सेवाएं प्रदान करना; धारणीय तरीके से समुद्री सजीव एवं निर्जीव संसाधनों की खोज एवं दोहन करना तथा तीन ध्रुवों (आर्कटिक, अंटार्कटिक एवं हिमालय) की खोज करना।

हमारी प्रतिबद्धताएँ			
क्र.सं.	सेवाएं/ लेनदेन	सफलता संकेतक	सेवा मानक
1	मौसम का पूर्वानुमान और चेतावनियां	आम जनता को तीर्थयात्रा, पर्यटन, पर्वत अभियान, खेल, आदि के लिए मौसम विज्ञान संबंधी सहायता देना तथा मौसम पूर्वानुमान और मौसम संबंधी चेतावनी समय पर जारी करना।	3 से 6 घंटे
2	जिला स्तर पर कृषि – मौसम विज्ञान परामर्शिकाएं प्रदान करना	जिला स्तर पर कृषि – मौसम विज्ञान परामर्शिकाएं प्रदान करना	सप्ताह में दो बार मंगलवार और शुक्रवार
3	नागर विमानन उद्देश्यों के लिए मौसम विज्ञान सहायता	नागर विमानन उद्देश्यों के लिए मौसम विज्ञान सहायता	30 मिनट
4	वर्षा की निगरानी	वर्षा की निगरानी	1 दिन
5	समुद्री पूर्वानुमान	(क) मत्स्यन सम्बन्धी परामर्शिका	24 घंटे
		समुद्री दशा का पूर्वानुमान	6 घंटे
		(i) सामान्य जनता	
		(ii) मछली पकड़ना	6 घंटे
		(iii) उद्योग	6 घंटे
	(iv) रक्षा / सुरक्षा / शोधकर्ता के लिए समय पर जारी करना।	6 घंटे	
6	प्राकृतिक खतरों की पूर्व चेतावनी	(क) सुनामी बुलेटिन समय पर जारी करना।	10 मिनट
		भूकंप बुलेटिन (बाद में)	10 मिनट
		चक्रवात चेतावनी बुलेटिन	3 घंटे
7	पृथ्वी विज्ञान से सम्बन्धित मामलों पर सेमिनार / संगोष्ठी के आयोजन के प्रस्तावों पर कार्यवाही	सेमिनार / संगोष्ठी प्रस्तावों का अनुमोदन	2 महीने
8	पृथ्वी विज्ञान के क्षेत्र में विदेशी प्रस्तावों पर कार्यवाही	वैज्ञानिकों / वैज्ञानिक संस्थानों के प्रस्तावों पर समयबद्ध कार्यवाही	6 महीने

हमारी प्रतिबद्धताएँ			
क्र.सं.	सेवाएँ / लेनदेन	सफलता संकेतक	सेवा मानक
9	विक्रेताओं को भुगतान	बिल प्रस्तुत करने पर विक्रेताओं को समय पर भुगतान	4 सप्ताह
10	विभिन्न केंद्रों से वैज्ञानिक पदों को भरने के लिए प्राप्त अनुरोधों पर कार्यवाही	विभिन्न केंद्रों से प्राप्त प्रस्तावों पर समय पर कार्यवाही	2 महीने
11	शिकायत निवारण	शिकायतों का समय पर निवारण (क) पावती	7 दिन
		(ख) अंतिम जवाब	60 दिन
12	पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के नियंत्रणाधीन दायित्व वाले केंद्रों को धनराशि जारी करना	प्राप्त प्रस्तावों पर समय पर कार्यवाही	30 दिन
13	आरटीआई अधिनियम, 2005 के अन्तर्गत प्राप्त आवेदनों / अपीलों का निपटान	आरटीआई अधिनियम, 2005 के अन्तर्गत आवेदनों / अपीलों का समय पर निपटान	
		पावती	1 दिन
		आरटीआई आवेदनों का निपटान	
		आरटीआई अपीलों का निपटान	30 दिन

### 10.2 अल्पसंख्यक कल्याण संबंधी 15 सूत्रीय कार्यक्रम का कार्यान्वयन

अल्पसंख्यक कल्याण संबंधी 15 सूत्रीय कार्यक्रम के उचित कार्यान्वयन में, अन्य बातों के साथ-साथ, एमटीएस सहित समूह 'क', 'ख', 'ग' में रिक्त पदों को भरने के लिए भर्ती करते समय अल्पसंख्यक समुदाय का पर्याप्त प्रतिनिधित्व सुनिश्चित किया गया है।

### 10.3 बजट और लेखा

(रुपये करोड़ में)

क्र. सं.	मुख्य लेखा शीर्ष	2019-20 वास्तविक			2020-21 बजट अनुमान			2020-21 वास्तविक		
		राजस्व	पूँजी	कुल	राजस्व	पूँजी	कुल	राजस्व	पूँजी	कुल
<b>राजस्व खंड</b>										
1.	3403-समुद्र विज्ञान अनुसंधान	655.44	0.00	655.44	812.80	0.00	812.80	433.56	0.00	433.56
2.	3425-अन्य वैज्ञानिक अनुसंधान	72.66	0.00	72.66	98.20	0.00	98.20	45.65	0.00	45.65
3.	3451- सचिवालय आर्थिक सेवाएँ	36.75	0.00	36.75	44.00	0.00	44.00	34.96	0.00	34.96
4.	3455-मौसम विज्ञान	854.35	0.00	854.35	947.44	0.00	947.44	704.09	0.00	704.09
	<b>कुल (राजस्व)</b>	<b>1619.20</b>	<b>0.00</b>	<b>1619.20</b>	<b>1902.44</b>	<b>0.00</b>	<b>1902.44</b>	<b>1218.26</b>	<b>0.00</b>	<b>1218.26</b>

(रुपये करोड़ में)

क्र. सं.	मुख्य लेखा शीर्ष	2019-20 वास्तविक			2020-21 बजट अनुमान			2020-21 वास्तविक		
		राजस्व	पूँजी	कुल	राजस्व	पूँजी	कुल	राजस्व	पूँजी	कुल
<b>पूँजीगत खंड</b>										
1.	5403-समुद्र विज्ञान अनुसंधान पर पूँजीगत परिव्यय	0.00	11.23	11.23	0.00	17.00	17.00	0.00	5.85	5.85
2	5455- मौसम विज्ञान पर पूँजीगत परिव्यय	0.00	93.98	93.98	0.00	155.00	155.00	0.00	63.85	63.85
	कुल (पूँजीगत)	0.00	105.21	105.21	0.00	172.00	172.00	0.00	69.70	69.70
	कुल योग	1619.20	105.21	1724.41	1902.44	172.00	2074.44	1218.26	69.70	1287.96

#### 10.4 भारत के नियंत्रक और महालेखा परीक्षक की रिपोर्टें

भारत के नियंत्रक और महालेखा परीक्षक की रिपोर्टें						
नियंत्रक और महालेखा परीक्षक की विभिन्न रिपोर्टों से लिए गए पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के लिए लंबित कार्रवाई नोट (एटीएन) की संख्या निम्नलिखित तालिका में दी गई है: -						
क्र.स	वर्ष	पैरा/ पीएसी रिपोर्टों की संख्या, जिस पर एटीएन को ऑडिट द्वारा विधीक्षण के बाद निगरानी सेल को प्रस्तुत किया गया है	नियंत्रक और महालेखा परीक्षक / लोक लेखा समितिकी रिपोर्ट का विवरण, जिस पर कार्रवाई नोटलंबित हैं,			ऑडिट के पास एटीएन की संख्या
			मंत्रालय द्वारा पहली बार भी नहीं भेजे गए एटीएन की संख्या	मंत्रालय द्वारा भेजे गए एटीएनकी संख्या लेकिन टिप्पणियों के साथ लौटा दिए गए और ऑडिट को मंत्रालय द्वारा पुनः प्रस्तुत करने का इंतजार है	एटीएन की संख्या जिनकी अंततः ऑडिट द्वारा विधीक्षा की गई है लेकिन मंत्रालय द्वारा पीएसी को प्रस्तुत नहीं की गई है	
1	2013	एक (2013 की रिपोर्ट संख्या 22 का पैरा नं 8.1- "पेंशन योजनाओं की अनियमित शुरुआत और निधि का अंतरण")।	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य
2	2014	दो (नेशनल डेटा ब्युऑय प्रोजेक्ट" पर 2014 की रिपोर्ट संख्या 27 का पैरा नं. 5.1 तथा एनआईओटी, चेन्नई के संबंध में ग्रेच्युटी का अनियमित भुगतान, 2014 की रिपोर्ट सं.27का पैरा 5.2)	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य

भारत के नियंत्रक और महालेखा परीक्षक की रिपोर्ट						
नियंत्रक और महालेखा परीक्षक की विभिन्न रिपोर्टों से लिए गए पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के लिए लंबित कार्रवाई नोट (एटीएन) की संख्या निम्नलिखित तालिका में दी गई है: -						
क्र.स	वर्ष	पैरा/ पीएसी रिपोर्टों की संख्या, जिस पर एटीएन को ऑडिट द्वारा विधीक्षण के बाद निगरानी सेल को प्रस्तुत किया गया है	नियंत्रक और महालेखा परीक्षक / लोक लेखा समितिकी रिपोर्ट का विवरण, जिस पर कार्रवाई नोटलंबित हैं,			ऑडिट के पास एटीएन की संख्या
			मंत्रालय द्वारा पहली बार भी नहीं भेजे गए एटीएन की संख्या	मंत्रालय द्वारा भेजे गए एटीएनकी संख्या लेकिन टिप्पणियों के साथ लौटा दिए गए और ऑडिट को मंत्रालय द्वारा पुनः प्रस्तुत करने का इंतजार है	एटीएन की संख्या जिनकी अंततः ऑडिट द्वारा विधीक्षा की गई है लेकिन मंत्रालय द्वारा पीएसी को प्रस्तुत नहीं की गई है	
3	2015	दो (2015 की रिपोर्ट संख्या 30 का पैरा संख्या 6.1- "गैर-कार्यात्मक वेबसाइट के कारण गैर-लाभकारी व्यय" तथा 2015 की रिपोर्ट संख्या 30 का पैरा नं. 6.2- "क्षेत्रीय मौसम विज्ञान केन्द्र द्वारा मौसम विज्ञान वेधशालाओं का संस्थापन एवं रखरखाव"	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य
4	2016	एक (2016 की रिपोर्ट संख्या 12 का पैरा नंबर 6.1- "विलवणीकरण संयंत्रों की स्थापना और व्यर्थ व्यय")।	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य
5	2017	दो (2017 की रिपोर्ट नं. 17 का पैरा नं. 7.1- "अनुचित संविदा प्रबन्धन के कारण ईंधन प्रभारों की वसूली ना होना" तथा 2017 की रिपोर्ट संख्या 17 का पैरा नं. 7.2- "पदोन्नति योजना का अनियमित क्रियान्वयन")।	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य
6	2018	एक ("बंद पड़े गोदाम के किराए के कारण परिहार्य व्यय" पर 2018 की रिपोर्ट संख्या 02 का पैरा नं 8.1)।	शून्य	एक ("एनआईओटी, चेन्नई, वेतन का अनियमित संरक्षण" पर 2018 की रिपोर्ट संख्या 02 का पैरा नं 8.2)।	शून्य	शून्य
7	2020	एक ("सक्षम प्राधिकारी के अनुमोदन के बिना वित्तीय लाभ प्रदान करने" के संबंध में 2020 की रिपोर्ट सं. 06 का पैरा सं.6.1	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य



10.5 कर्मचारियों की संख्या

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सभी संघटक संस्थानों समेत इसके सभी समूहों में कर्मचारियों की संख्या नीचे दी गई है :

क्र.सं.	पद समूह	एमओईएस + सीएमएलआरई + एनसीसीआर	एनसीएमआर डब्ल्यूएफ	आईएमडी	एनआईओटी	एनसीपीओ आर	इंकोइस	आईआईटी एम	एनसेस	कुल
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	समूह क	142	65	524	95	45	40	170	70	1182
2	समूह ख	113	15	3760	58	18	27	69	29	4089
3	समूह ग (एमटीएस सहित)	74	17	2732	44	23	0	78	57	2947
	कुल	329	97	7016	197	86	67	317	156	8187

एमओईएस	=	पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय
एनसीएमआरडब्ल्यूएफ	=	राष्ट्रीय मध्यम अवधि मौसम पूर्वानुमान केंद्र
सीएमएलआरई	=	समुद्री सजीव संसाधन और पारिस्थितिकी केंद्र
एनसीसीआर	=	राष्ट्रीय तटीय अनुसंधान केंद्र
आईएमडी	=	भारत मौसम विज्ञान विभाग
एनआईओटी	=	राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान
एनसीपीओआर	=	राष्ट्रीय ध्रुवीय एवं समुद्र अनुसंधान केंद्र
इंकोइस	=	भारतीय राष्ट्रीय महासागरसूचना सेवा केंद्र
आईआईटीएम	=	भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान
एनसेस	=	राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान अध्ययन केंद्र

## प्रशासनिक सहायता

प्रशासनिक सहायता-एमओईएस, सीएमएलआरई, एनसीसीआर

वर्ष 2021-2022 के दौरान संबद्ध कार्यालयों सहित पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की कुल स्वीकृत जनशक्ति 329 है। विस्तृत विवरण नीचे दिया गया है:

मंत्रालय / संबद्ध कार्यालय	वैज्ञानिक/ तकनीकी पद	गैर- तकनीकी पद	कुल योग
एनसीएस + कोयना परियोजना सहित मंत्रालय (मूल)	69	181 + 15	265
समुद्री सजीव संसाधन और पारिस्थितिकी केंद्र (सीएमएलआरई), कोच्चि	28	11	39
राष्ट्रीय तटीय अनुसंधान केंद्र, चेन्नई	18	07	25
कुल	<b>115</b>	<b>214</b>	<b>329</b>

\* पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के माननीय मंत्री जी के वैयक्तिक अनुभाग की स्वीकृत जनशक्ति 15 सहित

सरकारी सेवाओं में दिव्यांग व्यक्तियों का प्रतिनिधित्व

समूह	सीधी भर्ती								पदोन्नति							
	आरक्षित रिक्तियों की संख्या				की गई नियुक्तियों की संख्या				आरक्षित रिक्तियों की संख्या				की गई नियुक्तियों की संख्या			
	वीएच	एचएच	ओएच	कुल	गैर-चिह्नित पद	वीएच	एचएच	ओएच	वीएच	एचएच	ओएच	कुल	गैर-चिह्नित पद	वीएच	एचएच	ओएच
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
समूह क	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य
समूह ख	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य
समूह ग	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य

मंत्रालय में सरकारी सेवाओं में अनुसूचित जाति / अनुसूचित जनजाति / अन्य पिछड़ा वर्ग का प्रतिनिधित्व

समूह	1.1.2022 को एससी/एसटी/ओ.बी.सी का प्रतिनिधित्व				कैलेंडर वर्ष 2018 के दौरान की गई नियुक्तियों की संख्या											
					सीधी भर्ती द्वारा				प्रमोशन द्वारा				प्रतिनियुक्ति द्वारा			
	कर्मचारियों की कुल संख्या	अनुसूचित जाति	अनुसूचित जनजाति	ओबीसी	कुल	अनुसूचित जाति	अनुसूचित जनजातियों	ओबीसी	कुल	अनुसूचित जाति	अनुसूचित जनजातियों	ओबीसी	कुल	अनुसूचित जाति	अनुसूचित जनजातियों	ओबीसी
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
समूह क	54	1	3	5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
समूह ख	36	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
समूह ग (एमटीएस सहित)	45	15	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
कुल	135	19	8	17	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0

### 10.6 हिंदी का प्रगामी प्रयोग

#### राजभाषा अधिनियम और नियम

मंत्रालय का हिन्दी अनुभाग संयुक्त सचिव के पर्यवेक्षण में काम कर रहा है और उनकी सहायता के लिए एक संयुक्त निदेशक (राजभाषा), एक सहायक निदेशक (राजभाषा) और दो वरिष्ठ अनुवाद अधिकारी और एक कनिष्ठ अनुवाद अधिकारी के साथ 2 डेटा एंट्री ऑपरेटर हैं। हिन्दी अनुभाग का दायित्व संपूर्ण अनुवाद कार्य करने के साथ-साथ मंत्रालय, उसके संबद्ध और अधीनस्थ कार्यालयों और उनके क्षेत्र संगठनों में भारत सरकार की राजभाषा नीति को लागू करना है। वर्ष के दौरान, राजभाषा अधिनियम के प्रावधानों और उसके तहत बनाए गए नियमों के कार्यान्वयन को सुनिश्चित करने के लिए उचित कार्रवाई की गई।

#### समीक्षा

- संघ की राजभाषा नीति के कार्यान्वयन के लिए राजभाषा मंत्रालय द्वारा जारी किए गए वर्ष 2021-2022 के वार्षिक कार्यक्रम के साथ-साथ ही उनके द्वारा जारी किए गए आदेश मंत्रालय और सभी संबंध/अधीनस्थ कार्यालयों को अनुपालन हेतु परिचालित किए गए थे। उनसे प्राप्त त्रैमासिक रिपोर्टों के माध्यम से इस संबंध में की गई प्रगति की समीक्षा की गई और संयुक्त सचिव की अध्यक्षता में मंत्रालय की राजभाषा कार्यान्वयन समिति में इसकी गंभीर रूप से चर्चा की गई।



14 सितंबर से 30 सितंबर 2021 के दौरान हिंदी पखवाडा क दौरान आयोजित प्रतियोगिताओं में भाग लेते पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के कार्मिक

### प्रोत्साहन योजनाएँ

- i) पृथ्वी विज्ञान हिंदी मौलिक पुस्तक लेखन योजना के तहत श्री गुलाब कोठारी को उनकी पुस्तक 'विकास के घाव' के लिए द्वितीय पुरस्कार प्रदान किया गया।
- ii) मंत्रालय ने 14.09.2021से 30.9.2021तक हिंदी पखवाड़े का आयोजन किया। हिंदी पखवाड़े के दौरान विभिन्न हिंदी प्रतियोगिताओं का आयोजन किया गया। मंत्रालय के अधिकारियों एवं कर्मचारियों ने इन प्रतिस्पर्धाओं में सहभागिता की और बहुत ही अच्छी प्रतिक्रिया मिली।

### अन्य गतिविधियां

- i) मंत्रालय को वर्ष 2019-20 में राजभाषा हिन्दी के प्रगामी प्रयोग में उत्कृष्ट कार्य करने के लिए द्वितीय राजभाषा कीर्ति पुरस्कार से सम्मानित किया गया। यह पुरस्कार 14 सितंबर, 2021 को विज्ञान भवन में आयोजित एक भव्य समारोह में तत्कालीन सचिव, डॉ. शेखर सी. मांडे द्वारा प्राप्त किया गया था।
  - i) मंत्रालय के अधीनस्थ कार्यालयों में हिंदी पदों के रिक्त होने के कारण, मंत्रालय ने वैज्ञानिकों को राजभाषा संबंधी कार्य के लिए नोडल अधिकारी बनाया। इस वर्ष इन अधिकारियों में से दो वैज्ञानिकों को उत्कृष्ट कार्य के लिए सम्मान-पत्र प्रदान करने हेतु चयन किया गया।

ii) पिछले वर्ष, कोरोना काल के दौरान, मंत्रालय ने विज्ञान को जन-जन तक पहुंचाने के लिए पृथ्वी विज्ञान से संबंधित विषयों पर 'जन जन के लिए विज्ञान' नामक एक वेब व्याख्यान शृंखला का आयोजन किया, जिसमें मंत्रालय के अतिरिक्त देश के अन्य संस्थानों और विश्वविद्यालयों के विशेषज्ञों ने हिंदी में अपनी प्रस्तुतियाँ प्रस्तुत दीं।

iii) इसके साथ ही, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने माननीय मंत्री जी के अनुमोदन से राजभाषा/ क्षेत्रीय भाषाओं के विकास और संवर्धन के लिए एक समयबद्ध 7 सूत्री चार्टर तैयार किया है तथा माननीय मंत्री जी के नेतृत्व वाले लगभग 8 मंत्रालयों/ विभागों ने अंतर्राष्ट्रीय मातृभाषा दिवस के अवसर पर दो राष्ट्रीय सम्मेलनों- पहला 10 जनवरी, 2022 को और दूसरा 21 फरवरी, 2022 को आयोजन करने के लिए आपस में सहयोग किया है। इन दोनों भव्य कार्यक्रमों का नेतृत्व पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय करेगा।

iv) न केवल मंत्रालय में बल्कि इसके संबद्ध/ अधीनस्थ कार्यालयों और स्वायत्त संस्थानों में भी सरकारी कामकाज में हिंदी के प्रगामी प्रयोग को प्रोत्साहित करने के लिए निरंतर प्रयास किए जा रहे हैं।



14/09/2021 को विज्ञान भवन में श्री अजय मिश्रा, माननीय गृह राज्य मंत्री से वर्ष 2019-20 के लिए द्वितीय राजभाषा कीर्ति पुरस्कार प्राप्त करते हुए डॉ. शेखर सी. मांडे, तत्कालीन सचिव, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय



v) इस वर्ष, संसदीय राजभाषा समिति ने राष्ट्रीय भूकंप विज्ञान केंद्र, नई दिल्ली, मौसम विज्ञान केंद्र, गंगटोक और एनसीपी ओआर, गोवा का निरीक्षण किया है।

### 10.7 क्षमता निर्माण और मानव संसाधन विकास

वर्ष के दौरान मंत्रालय (मुख्यालय से) के अधिकारियों/ कर्मचारियों को अपने ज्ञान और कौशल को अद्यतन करने के लिए विभिन्न प्रशिक्षण / कार्यशाला / संगोष्ठी कार्यक्रमों के लिए भेजा गया।

### 10.8 कैट के निर्णय / आदेशों का कार्यान्वयन

माननीय कैट या किसी भी अन्य न्यायालयों के सभी निर्णय / आदेशों को निर्धारित समय अवधि के भीतर लागू किया गया है या उचित रूप में चुनौती दी गई है।

### 10.9 सतर्कता गतिविधियाँ और उपलब्धियाँ

डॉ. कमलजीत रे, वैज्ञानिक 'जी' दिनांक 01.01.2020 से मंत्रालय की मुख्य सतर्कता अधिकारी (सीवीओ) हैं। मुख्य सतर्कता अधिकारी के अनुमोदन से मंत्रालय के संबद्ध/ अधीनस्थ कार्यालयों और स्वायत्त निकायों में वरिष्ठ स्तर के अधिकारियों को सतर्कता अधिकारी (वीओ) के रूप में नामित किया गया है। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के अधीन विभिन्न संस्थानों और विभागों के मुख्य सतर्कता अधिकारी (सीवीओ) और सतर्कता अधिकारियों (वीओ) के माध्यम से एक निवारक सहदंडात्मक

सतर्कता निगरानी सख्ती से की जाती है। केन्द्रीय सतर्कता आयोग के दिशा-निर्देशों के अनुसार, 5 करोड़ रुपये से अधिक के अनुबंधों की निगरानी के लिए केन्द्रीय सतर्कता आयोग के अनुमोदन से मंत्रालय द्वारा डॉ. एस. के. सरकार, आईएएस (सेवानिवृत्त) और श्री राकेश गोयल, आईआरएसई (सेवानिवृत्त) को स्वतंत्र बाहरी पर्यवेक्षकों के रूप में नियुक्त किया गया था। 26 अक्टूबर से 1 नवंबर 2021 तक सतर्कता जागरूकता सप्ताह मनाया गया, जिसका विषय था (स्वतंत्र भारत@75: सत्यनिष्ठा के साथ आत्म निर्भरता) सतर्कता जागरूकता सप्ताह के दौरान, अतिथि वक्ताओं को आमंत्रित करके दो कार्यशालाओं का आयोजन किया गया। मंत्रालय के अधिकारियों/ कर्मचारियों के लिए एक प्रश्नोत्तरी प्रतियोगिता भी आयोजित की गई और विजेताओं को पुरस्कार प्रदान किए गए।

### 10.10 संसदीय मामले

संसद अनुभाग, जो संसद सचिवालय के साथ पत्राचार करता है, ने वर्ष 2021 के दौरान लोकसभा में (87 प्रश्नों) और राज्यसभा में (43 प्रश्नों) का जवाब दिया।

### 10.11 वर्ष 2021 की ऑडिट रिपोर्ट में मुद्रित महत्वपूर्ण ऑडिट प्वाइंट

वर्ष 2021 की ऑडिट रिपोर्ट में कोई ऑडिट प्वाइंट शामिल नहीं हुआ है।

## अध्याय 11 आभार

वर्ष के दौरान, भारत और विदेशों के कई वैज्ञानिकों और शिक्षाविदों ने पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की जारी गतिविधियों और कार्यक्रमों की विभिन्न समितियों में बाह्य विशेषज्ञों के रूप में योगदान दिया है। मंत्रालय उन सभी लोगों के प्रति आभार व्यक्त करता है जिन्होंने प्रशासनिक और वैज्ञानिक दोनों मामलों में अपना भारी समर्थन दिया है। मंत्रालय, पर्यावरण और वन, विज्ञान और प्रौद्योगिकी संबंधी संसदीय स्थायी समिति और संसदीय राजभाषा समिति का भी बेहद आभारी है और लगातार सहायता, मार्गदर्शन और प्रोत्साहन के लिए उनके प्रति आभार व्यक्त करता है।

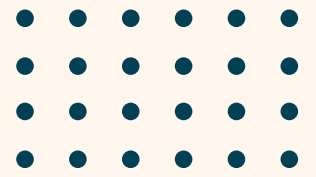
मंत्रालय द्वारा गठित विभिन्न समितियां जिन्होंने कार्यकलापों और कार्यक्रमों में भाग लिया उनका विवरण नीचे दिया गया है: हम उनके अमूल्य योगदान के लिए आभारी हैं।

1. प्रो. के. विजयराघवन, भारत सरकार के मुख्य वैज्ञानिक सलाहकार की अध्यक्षता में डीप ओशन काउंसिल (DOC)
2. प्रो. जी. एस. भट्ट, आईआईएससी, बेंगलुरु की अध्यक्षता में वायुमंडलीय विज्ञान संबंधी कार्यक्रम परामर्शी और निगरानी समिति (पीएएमसी)।
3. डॉ. एस.एस.सी. शेनोय, पूर्व निदेशक, इंकॉइस, हैदराबाद की अध्यक्षता में महासागर विज्ञान और संसाधन संबंधी कार्यक्रम परामर्शी और निगरानी समिति (पीएएमसी)
4. डॉ. आर. आर. नवलगुंड, विक्रम साराभाई प्रतिष्ठित प्रोफेसर, इसरो, बेंगलुरु की अध्यक्षता में जल विज्ञान और हिमांकमण्डल संबंधी कार्यक्रम परामर्शी और निगरानी समिति (पीएएमसी)
5. प्रोफेसर अशोक सिंघवी, पीआरएल, अहमदाबाद की अध्यक्षता में भूविज्ञान संबंधी कार्यक्रम परामर्शी और निगरानी समिति (पीएएमसी)।
6. डॉ. एम. रवि कुमार, महानिदेशक, भूकंपीय विज्ञान अनुसंधान संस्थान, गांधीनगर की अध्यक्षता में भूकंपनीयता और भूकंप के पूर्व संकेतकों संबंधी कार्यक्रम परामर्शी और निगरानी समिति (पीएएमसी)
7. डॉ. पी.एस. गोयल, नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ एडवांस स्टडीज, बेंगलुरु की अध्यक्षता में पृथ्वी प्रणाली विज्ञान प्रौद्योगिकी के लिए प्रौद्योगिकी अनुसंधान बोर्ड।
8. प्रो दिलीप देवबगकर, पूर्व कुलपति गोवा विश्वविद्यालय, गोवा की

अध्यक्षता में समुद्री पारिस्थितिकी और जीव विज्ञान पर पृथ्वी विज्ञान और प्रौद्योगिकी प्रकोष्ठ (ईएसटीसी) के लिए वैज्ञानिक संचालन समिति।

9. एवीएम (डॉ), अजीत त्यागी, पूर्व महानिदेशक आईएमडी की अध्यक्षता में उपग्रह मौसम विज्ञान संबंधी पृथ्वी विज्ञान और प्रौद्योगिकी प्रकोष्ठ (ईएसटीसी) के लिए वैज्ञानिक संचालन समिति।
10. प्रो. वी. सुंदर, आईआईटी मद्रास की अध्यक्षता में तटीय महासागर प्रौद्योगिकी संबंधी पृथ्वी विज्ञान और प्रौद्योगिकी प्रकोष्ठ (ईएसटीसी) के लिए वैज्ञानिक संचालन समिति।
11. डॉ के जे रमेश, पूर्व महानिदेशक, आईएमडी की अध्यक्षता में पृथ्वी विज्ञान की अंतर-विषयक परियोजनाओं (आईडीईएस) के लिए वैज्ञानिक संचालन समिति।
12. प्रो. जे. श्रीनिवासन, आईआईएससी, बेंगलुरु की अध्यक्षता में आईआईटीएम की अनुसंधान सलाहकार समिति
13. प्रो. जे. श्रीनिवासन, आईआईएससी, बेंगलुरु की अध्यक्षता में एनसीएमआरडब्ल्यूएफ की अनुसंधान सलाहकार समिति
14. डॉ सतीश शेड्टी, पूर्व निदेशक, एनआईओटी, गोवा की अध्यक्षता में इंकॉइस की अनुसंधान सलाहकार समिति
15. डॉ. पी.एस. गोयल, नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ एडवांस स्टडीज, बेंगलुरु की अध्यक्षता में एनआईओटी की वैज्ञानिक सलाहकार परिषद।
16. डॉ. शैलेश नायक, निदेशक, एनआईएस की अध्यक्षता में एनसीसीआर की अनुसंधान सलाहकार समिति।
17. प्रो. टी. बालासुब्रमण्यम, कुलपति, चेटीनाड अनुसंधान और विज्ञान अकादमी, चेन्नई की अध्यक्षता में सीएमएलआरई की अनुसंधान सलाहकार समिति।
18. डॉ. शैलेश नायक, निदेशक, एनआईएस की अध्यक्षता में एनसीपीओआर की अनुसंधान सलाहकार परिषद।
19. डॉ. एस.के. टंडन प्रोफेसर एमेरिटस, दिल्ली विश्वविद्यालय की अध्यक्षता में एनसेस की अनुसंधान सलाहकार परिषद।
20. प्रो. सुलोचना गाडगिल/प्रो. रवि नंजुंदैया की अध्यक्षता में मानसून मिशन की वैज्ञानिक समीक्षा और निगरानी समिति।





सत्यमेव जयते

भारत सरकार  
पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय