



सत्यमेव जयते

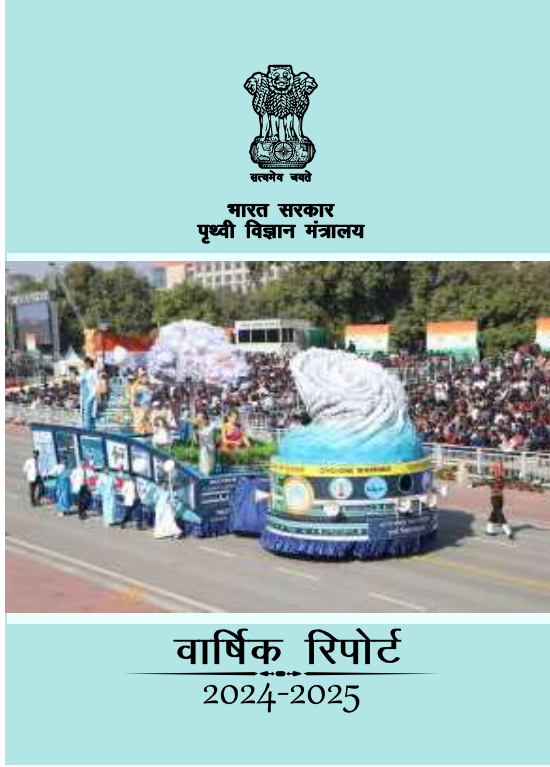
भारत सरकार
पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय



वार्षिक रिपोर्ट

2024-2025

मुखपृष्ठ चित्र



भारत मौसम विज्ञान विभाग द्वारा राष्ट्र की 150 वर्षों की सेवा के एक भाग के रूप में गणतंत्र दिवस परेड में पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की झांकी।

पाश्वपृष्ठ चित्र

1. राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान द्वारा समुद्रयान मिशन के एक भाग के रूप में मत्स्य वैट टेस्ट
2. प्रिडज बे, पूर्वी अंटार्कटिका के समुद्री बर्फ से ढके क्षेत्रों पर राष्ट्रीय ध्रुवीय और समुद्री अनुसंधान केन्द्र द्वारा स्थापित मेट टावर प्रणाली।





वार्षिक रिपोर्ट

2024-2025

भारत सरकार
पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय

अनुक्रम

1.	अवलोकन.....	1
2.	पृथ्वी विज्ञान (पृथ्वी) स्कीम.....	6
2.1.	वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएं (अक्रॉस).....	7
2.2.	महासागर सेवाएं, मॉडलिंग, अनुप्रयोग, संसाधन और प्रौद्योगिकी (ओ-स्मार्ट).....	29
2.3.	ध्रुवीय और हिमांकमण्डल अनुसंधान (पेसर).....	50
2.4.	भूकंप विज्ञान और भूविज्ञान अनुसंधान (सेज).....	60
2.5.	अनुसंधान, शिक्षा, प्रशिक्षण और आउटरीच (रीचआउट).....	73
3.	डीप ओशन मिशन (डोम).....	83
4.	मिशन मौसम.....	99
5.	अंतर्राष्ट्रीय सहयोग.....	100
6.	प्रकाशन, पेटेंट, पुरस्कार और सम्मान.....	113
7.	प्रशासनिक सहायता.....	118
8.	आभार.....	125

अध्याय-1 अवलोकन

पृथ्वी प्रणाली विज्ञान, पृथ्वी प्रणाली के सभी पाँच घटकों अर्थात् वायुमंडल, जलमंडल, हिमांकमंडल, स्थलमंडल और जैवमंडल तथा उनकी जटिल अंतःक्रियाओं से संबंधित है। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES) मौसम, जलवायु, महासागर, तटीय स्थिति, जल विज्ञान और भूकंप संबंधी सेवाएँ प्रदान करने के लिए पृथ्वी प्रणाली विज्ञान से संबंधित सभी पहलुओं को समग्र रूप से संबोधित करता है। सेवाओं में उष्णकटिबंधीय चक्रवात, तूफान महोर्मि, बाढ़, लू, गर्ज के साथ तूफान और तड़ित जैसी विभिन्न प्राकृतिक आपदाओं के लिए पूर्वानुमान और चेतावनियाँ, सुनामी के लिए अलर्ट और भूकंप की निगरानी आदि शामिल हैं; इसके अलावा, मंत्रालय के पास समुद्री सर्वेक्षण करने और सजीव व निर्जीव संसाधनों की खोज करने और पृथ्वी के सभी ध्रुवों (आर्कटिक, अंटार्कटिक) तथा हिमालय की खोज करने का भी अधिदेश है। मंत्रालय द्वारा प्रदान की जाने वाली सेवाओं का उपयोग विभिन्न एजेंसियों और राज्य सरकारों द्वारा मानव जीवन को बचाने और प्राकृतिक आपदाओं के कारण होने वाले नुकसान को कम करने के लिए प्रभावी ढंग से किया जा रहा है।

केंद्रीय मंत्रिमंडल ने 2021-26 के लिए पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की व्यापक योजना "पृथ्वी विज्ञान (पृथ्वी)" को मंजूरी दे दी है, जिसकी कुल लागत 4,797 करोड़ रुपये है। इस योजना में पाँच चल रही उप-योजनाएँ "वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान-मॉडलिंग प्रेदाण प्रणाली और सेवाएँ (ACROSS)", "महासागर सेवाएँ, मॉडलिंग अनुप्रयोग, संसाधन और प्रौद्योगिकी (O-SMART)", "ध्रुवीय विज्ञान और हिमांक मंडल (PACER)", "भूकंप विज्ञान और भूविज्ञान (SAGE)", और "अनुसंधान, शिक्षा, प्रशिक्षण और आउटरीच (REACHOUT)" शामिल हैं। 2021 में केंद्रीय मंत्रिमंडल ने 2021-2026 की अवधि के लिए दो चरणों के लिए 4077 करोड़ रुपये की कुल लागत पर डीप ओशन मिशन योजना को मंजूरी दी थी।

पिछले वर्ष के दौरान पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के छह प्रमुख कार्यक्रमों के तहत कई प्रमुख उपलब्धियाँ हासिल की गई हैं, जिन्हें नीचे दर्शाया गया है:

- भारत के माननीय प्रधान मंत्री श्री नरेंद्र मोदी ने भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD) के 150 वर्षों के उत्सव के अवसर पर भाग लिया और 15 जनवरी, 2025 को 'मिशन मौसम' का शुभारंभ किया।
- भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD) ने राष्ट्र को समर्पित अपनी 150 वर्ष की सेवा पूरी होने के उपलक्ष्य में हितधारक बैठकें, पेनल चर्चा, मेराथन, वेबिनार, युवा

जुड़ाव पहल, प्रतियोगिता आदि सहित कई गतिविधियों का आयोजन किया।

- IMD ने 150वें स्थापना दिवस समारोह के हिस्से के रूप में दक्षिण एशियाई मौसम विज्ञान संघ और भारतीय मौसम विज्ञान सोसायटी के सहयोग से 14-15 दिसंबर, 2024 को कक्षा 8, 9 और 11 के छात्रों के लिए राष्ट्रीय मौसम विज्ञान ओलंपियाड (मेट-ओलंपियाड) का आयोजन किया, जिसका उद्देश्य देश भर के युवा छात्रों में मौसम और जलवायु विज्ञान के बारे में उत्साह और जागरूकता बढ़ाना है।
- केंद्रीय मंत्रिमंडल ने 11 सितंबर, 2024 को दो वर्षों में 2,000 करोड़ रुपये के परिव्यय के साथ 'मिशन मौसम' को मंजूरी दी। 'मिशन मौसम' को भारत के मौसम और जलवायु से संबंधित विज्ञान, अनुसंधान और सेवाओं को बढ़ावा देने के लिए एक बहुआयामी और परिवर्तनकारी पहल माना जाता है।
- केंद्रीय मंत्रिमंडल ने भारत द्वारा राष्ट्रीय क्षेत्राधिकार से परे जैव विविधता (BBNJ) समझौते पर हस्ताक्षर करने को मंजूरी दी, जो समुद्र के कानून पर संयुक्त राष्ट्र सम्मेलन (UNCLOS) के तहत एक अंतरराष्ट्रीय संधि है। BBNJ समझौता भारत को हमारे EEZ (अनन्य आर्थिक क्षेत्र) से परे क्षेत्रों में अपनी रणनीतिक उपस्थिति बढ़ाने की अनुमति देगा, जो बहुत आशाजनक है। इसके अलावा, यह हमारे समुद्री संरक्षण प्रयासों और सहयोगों को और मजबूत करेगा, वैज्ञानिक अनुसंधान और विकास, नमूनों, अनुक्रमों और सूचनाओं तक पहुँच, क्षमता निर्माण और प्रौद्योगिकी हस्तांतरण के लिए नए रास्ते खोलेगा।
- माननीय प्रधानमंत्री ने 03 जनवरी, 2024 को कदमत (लक्षद्वीप) में एनआईओटी द्वारा स्थापित 1.5 लाख लीटर लो टेंपरेचर थर्मल डिसेलिनेशन (LTTD) संयंत्र का उद्घाटन किया।
- माननीय प्रधानमंत्री ने 26 सितंबर, 2024 को आईआईटीएम (नाम अर्का) और एनसीएमआरडब्ल्यूएफ (नाम अरुणिका), पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय में हाई-परफॉर्मेंस कंप्यूटर (एचपीसी) सिस्टम लॉन्च किए। एचपीसी मौसम विज्ञान, जलवायु अनुसंधान और सेवाओं में क्रांतिकारी बदलाव लाएगा, बेहतर आपदा तैयारियों के लिए सटीक मौसम पूर्वानुमान के लिए भारत की सुपरकंप्यूटिंग क्षमता को 22 पेटाफ्लॉप (6.8 पेटाफ्लॉप की पिछली क्षमता से) तक बढ़ाएगा।

- डीप ओशन मिशन के तहत, पहली बार, एनसीपीओआर और एनआईओटी के वैज्ञानिकों ने हिंद महासागर की सतह से 4,500 मीटर नीचे स्थित एक सक्रिय हाइड्रोथर्मल वेंट की छवि को कैप्चर किया है। यह साइट आर्थिक और जैविक दोनों दृष्टिकोणों से अन्वेषण की क्षमता रखती है।
- माननीय पृथ्वी विज्ञान मंत्री ने 23 फरवरी, 2024 को उत्तराखंड के लैंसडाउन में डॉपलर मौसम रेडार का उद्घाटन किया।
- माननीय पृथ्वी विज्ञान मंत्री ने बेहतर मौसम प्रेक्षण और परामर्श के लिए 25 फरवरी, 2024 को अरुणाचल प्रदेश के ईटानगर में IMD द्वारा स्थापित और चालू किए गए 11 हेलीपोर्ट पर HAWOS का उद्घाटन किया।
- माननीय पृथ्वी विज्ञान मंत्री ने 14 फरवरी, 2024 को महासागर की स्थिति के एकीकृत दृश्य के लिए इन-सीटू महासागर डेटा, उपग्रह रिमोट सेंसिंग और मॉडल उत्पादों के बेहतर विजुअलाइजेशन के लिए INCOIS, हैदराबाद में 'सिनर्जिस्टिक ओशन ऑब्जर्वेशन प्रेडिक्शन सर्विसेज (SynOPS)' सुविधा का उद्घाटन किया।
- माननीय पृथ्वी विज्ञान मंत्री ने 12 मार्च, 2024 को विशाखापत्तनम के डॉल्फिन नोज में NCCR की तटीय अनुसंधान प्रयोगशाला का उद्घाटन किया।
- माननीय पृथ्वी विज्ञान मंत्री ने 12 मार्च, 2024 को मध्य प्रदेश के भोपाल के सिलखेड़ा में वायुमंडलीय अनुसंधान परीक्षण सुविधा IITM का उद्घाटन किया। इस सुविधा में मानसून से जुड़ी बादल प्रक्रियाओं का अध्ययन करने के लिए कई मौसम संबंधी प्रेक्षण प्रणालियाँ होंगी।
- IMD ने 15 जनवरी, 2024 को विज्ञान भवन, नई दिल्ली में अपनी स्थापना और राष्ट्र को दी गई सेवा के 150वें वर्ष का जश्न मनाया। भारत के माननीय उपराष्ट्रपति ने इस अवसर पर मुख्य अतिथि के रूप में शिरकत की और माननीय पृथ्वी विज्ञान मंत्री मुख्य अतिथि थे। इस अवसर पर IMD ने पंचायत मौसम सेवा का शुभारंभ किया।
- 05 जून, 2024 को राजस्थान के माननीय मुख्यमंत्री श्री भजन लालजी शर्मा द्वारा जयपुर, राजस्थान के लिए वायु गुणवत्ता प्रारंभिक चेतावनी और निर्णय सहायता प्रणाली का शुभारंभ किया गया।
- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव ने 14 सितंबर, 2024 को कोलाबा, मुंबई में आईआईटीएम द्वारा स्थापित मुंबई महानगर क्षेत्र में भारत के पहले शहरी रेडार नेटवर्क का उद्घाटन किया, जो प्रचंड मौसम की घटनाओं की बेहतर निगरानी और पूर्वानुमान में मदद करेगा।
- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव ने 29 सितंबर, 2024 को उत्तराखंड के केदारनाथ मंदिर में हेलीपोर्ट स्वचालित मौसम प्रेक्षण प्रणाली (HAWOS) का उद्घाटन किया। आईएमडी और उत्तराखंड नागरिक उड्डयन विकास प्राधिकरण द्वारा निष्पादित यह प्रणाली यात्रा सीजन के दौरान सुरक्षित हेलीकॉप्टर संचालन के लिए मौसम संबंधी सेवाओं को बढ़ाएगी।
- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव ने 29 सितंबर, 2024 को अंटार्कटिक हट्स सुविधा का उद्घाटन किया, जिसे एनसीपीओआर और एमएंडएसआई-आईटीबीपी (भारत तिब्बत सीमा पुलिस) के बीच एक समझौते के तहत पुनर्विकसित किया गया है, जिसमें आईटीबीपी के महानिरीक्षक श्री एसबी शर्मा भी शामिल होंगे, जो प्रतिभागियों को बर्फ-बर्फ शिल्प और अंटार्कटिक-पूर्व मिशनों के लिए अनुकूलन का प्रशिक्षण देंगे।
- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव ने 12 सितंबर, 2024 को इंडोइस द्वारा विकसित विशेष आर्थिक क्षेत्र के भीतर ज्वारीय तरंगों, धाराओं और लवणता ढाल जैसे नीले स्रोतों से 9.2 लाख टीडब्ल्यूएच अक्षय ऊर्जा उत्पन्न करने की दिशा में एकीकृत महासागर ऊर्जा एटलस का उद्घाटन किया।
- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा वित्त पोषित तीसरी पीढ़ी के मौसम संबंधी उपग्रह इनसैट-3डीएस को भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन द्वारा 17 फरवरी, 2024 को लॉन्च किया गया। इनसैट-3डीएस वर्तमान में परिचालित इनसैट-3डी और इनसैट-3डीआर इन-ऑर्बिट उपग्रहों के साथ देश की मौसम संबंधी (मौसम, जलवायु और महासागर संबंधी) सेवाओं को बढ़ाएगा और बढ़ावा देगा।
- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने 30 नवंबर से 03 दिसंबर, 2024 तक गुवाहाटी में भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव (IISF) का सह-आयोजन किया।
- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने वैज्ञानिक क्षमता और क्षेत्रीय सहयोग को बढ़ावा देते हुए बिस्मटेक देशों के लिए उच्च स्तरीय कार्यशालाओं का आयोजन किया।
- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने स्वच्छता ही सेवा, विशेष अभियान 4.0 और स्वच्छ सागर सुरक्षित सागर के 2024 संस्करणों के तहत गतिविधियों को सफलतापूर्वक संपन्न किया। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव और भारत में

नॉर्वे के राजदूत ने अंतर्राष्ट्रीय तटीय सफाई 2024 के उपलक्ष्य में चेन्नई के तिरुवनमियूर समुद्र तट पर स्वच्छ सागर सुरक्षित सागर 3.0 में भाग लिया।

- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने विश्व बैंक, सांख्यिकी और कार्यक्रम कार्यान्वयन मंत्रालय, पर्यावरण, वन और जलवायु परिवर्तन मंत्रालय, मत्स्य पालन, पशुपालन और डेयरी मंत्रालय, नीति आयोग, बंदरगाह जहाजरानी और जलमार्ग मंत्रालय, पर्यटन मंत्रालय जैसे विभिन्न लाइन मंत्रालयों और विभिन्न राज्य और राष्ट्रीय अनुसंधान एवं विकास संगठनों के विशेषज्ञों के साथ ब्लू इकोनॉमी पाथवेज अध्ययन रिपोर्ट की स्थिति पर एक परामर्शदात्री अंतर-मंत्रालयी संयुक्त कार्यशाला का आयोजन किया, जिसमें रिपोर्ट तैयार करने की दिशा में प्रत्येक लाइन मंत्रालय की सहयोगी भूमिका पर विचार-विमर्श किया गया।
- गुजरात, केरल, छत्तीसगढ़ और राजस्थान के छात्रों वाली चार सदस्यीय भारतीय टीम ने बीजिंग, चीन में आयोजित अंतर्राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान ओलंपियाड (IESO) के 17वें संस्करण में तीन प्रतियोगिता श्रेणियों में तीन स्वर्ण और कांस्य और दो रजत पदक जीते।
- सीएमएलआरई ने भारतीय ईईजेड (अनन्य आर्थिक क्षेत्र) से एनोम्यूरन केकड़ों (पैगुरोइडिया, चिरोस्टाइलोइडिया और गैलाथियोइडिया) के वर्गीकरण और प्रणाली विज्ञान नामक एक सूची जारी की।
- सीएमएलआरई ने भारतीय महासागर से फाल्स लॉबस्टर की पाँच नई प्रजातियों की पहचान की, जिन्हें आमतौर पर स्क्वाट लॉबस्टर के रूप में जाना जाता है और स्पॉज क्रैब की एक नई प्रजाति की पहचान की है। ये अनोखे क्रस्टेशियन इस क्षेत्र में पहले से ही विविधतापूर्ण समुद्री जीवन में इजाफा करते हैं। नमूने एफओआरवी सागर संपदा पर विभिन्न वैज्ञानिक अभियानों के दौरान एकत्र किए गए थे।
- सीएमएलआरई ने 03 सितंबर, 2024 को भारतीय महासागर जैव विविधता सूचना प्रणाली (इंडोबीआईएस) पर एक राष्ट्रीय स्तर की कार्यशाला की मेजबानी की। कार्यशाला में विभिन्न संस्थानों के वैज्ञानिक और शोधकर्ता एक साथ आए, जिससे समुद्री जैव विविधता डेटा के दस्तावेजीकरण और प्रकाशन के बारे में जागरूकता बढ़ी।
- आईएमडी ने 26 अगस्त, 2024 को 'विनाशकारी मौसम की घटनाएँ 2023' पर एक मौसम मोनोग्राफ जारी

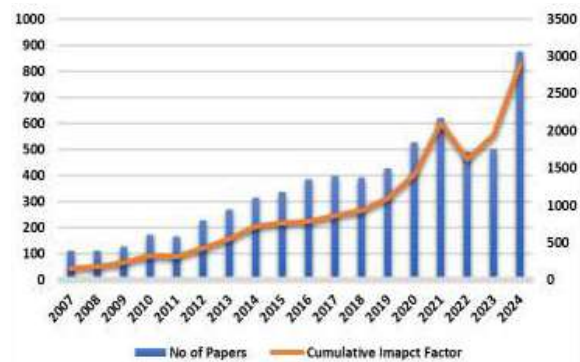
किया, जो तैयारी और प्रतिक्रिया में सुधार के लिए देश भर में गंभीर मौसम की घटनाओं के बारे में महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करता है।

- आईएमडी ने 27 जुलाई, 2024 को भारत में चक्रवात की चेतावनी पर मानक संचालन प्रक्रिया और उच्च प्रभाव वाली मौसम की घटनाओं की निगरानी और पूर्वानुमान के लिए सक्षमता ढाँचा जारी किया।
- आईआईटीएम ने नॉर्वे के स्वालबार्ड में भारत के आर्कटिक स्टेशन हिमाद्री में एक इलेक्ट्रिक फील्ड मिल स्थापित की।
- आईआईटीएम ने आईआईटीएम अर्थ सिस्टम मॉडल (आईआईटीएम-ईएसएम) का उपयोग करके भारत से उत्पन्न जलवायु परिवर्तन अनुमानों को प्रसारित करने के लिए एक जलवायु डेटा अभिलेखीय और वितरण प्रणाली (सीडीएस) की स्थापना की।
- आईआईटीएम दिल्ली शाखा कार्यालय ने मानसून 2024 के दौरान जून से सितंबर 2024 तक चार महीनों तक चलने वाले भारत के गंगा के मैदान और हिमालय की तलहटी में कई स्थानों पर वर्षा जल रसायन अभियान शुरू किया।
- आईआईटीएम ने आईआईटीएम-दशकीय जलवायु पूर्वानुमान प्रणाली (डीसीपीएस) का पहला संस्करण विकसित किया, जिसका उपयोग विश्व मौसम विज्ञान संगठन (डब्ल्यूएमओ) लीड सेंटर द्वारा 'वैश्विक वार्षिक से दशकीय जलवायु अद्यतन' तैयार करने के लिए किया जा रहा है।
- इंकॉइस ने पहले राष्ट्रीय अंतरिक्ष दिवस 2024 कार्यक्रमों की मेजबानी की, जिसमें 'पृथ्वी प्रणाली के लिए अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का अनुप्रयोग' विषय पर एक कार्यशाला भी शामिल थी।
- इंकॉइस ने 12 जून, 2024 को हिंद महासागर सुनामी चेतावनी और शमन प्रणाली के हिस्से के रूप में 27वें आईसीजी/आईओटीडब्ल्यूएमएस संचार परीक्षण में भाग लिया और सुनामी सेवा प्रदाता के रूप में 26 हिंद महासागर रिम देशों को परीक्षण बुलेटिन जारी किए।
- इंकॉइस ने 17 मई, 2024 को जियोस्पेशियल वर्ल्ड फोरम 2024, रॉटरडैम, नीदरलैंड के दौरान समुद्र मोबाइल ऐप (समुद्री डेटा संसाधनों और सलाह के लिए समुद्री उपयोगकर्ताओं तक स्मार्ट पहुंच) बनाने के लिए समुद्री सेवाओं में जियोस्पेशियल वर्ल्ड एक्सीलेंस अवार्ड प्राप्त किया।

- एनसीसीआर ने तमिलनाडु सरकार के पर्यावरण और जलवायु परिवर्तन विभाग द्वारा दिए गए 'तमिलनाडु तट में पर्यावरण के अनुकूल तकनीकों के माध्यम से तटीय जैव ढालों के पुनर्वास' पर परियोजना को पूरा किया।
- एनसीसीआर ने तमिलनाडु के लिए तटरेखा प्रबंधन योजना का मसौदा पर्यावरण और जलवायु परिवर्तन विभाग, तमिलनाडु को प्रस्तुत किया।
- शीतकालीन कोहरा अभियान WIFEX (2023-24) 15 फरवरी, 2024 तक आयोजित किया गया। WIFEX23-24 के एक भाग के रूप में IMD मुख्यालय में एक अत्याधुनिक एरोसोल प्रयोगशाला स्थापित की गई।
- NCMRWF BIMSTEC मौसम और जलवायु केंद्र (BCWC) ने BIMSTEC सदस्य देशों के लिए 15-26 जुलाई, 2024 तक डेटा एसिमिलेशन और पूर्वानुमान सत्यापन तकनीकों पर दो सप्ताह की कार्यशाला आयोजित की।
- NCPOR ने MoES महासागर अनुसंधान पोत के लिए 16 जुलाई, 2024 को कोलकाता के मेसर्स गार्डन रीच शिपबिल्डर्स एंड इंजीनियर्स के साथ एक अनुबंध पर हस्ताक्षर किए।
- NCPOR ने 09 सितंबर, 2024 को कनाडाई पर्माफ्रॉस्ट से कोर नमूने प्राप्त किए, जो जलवायु परिवर्तन के प्रभावों और वैश्विक स्वास्थ्य पर इसके प्रभावों को समझने में मदद करेंगे।
- एनसीपीओआर ने 20 से 30 मई, 2024 तक कोच्चि, केरल में 46वीं अंटार्कटिक संधि परामर्श बैठक (एटीसीएम) और पर्यावरण संरक्षण समिति (सीईपी) की 26वीं बैठक की मेजबानी की।
- एनसीपीओआर ने अंटार्कटिका में 43वें भारतीय वैज्ञानिक अभियान की मेजबानी की।
- एनसीपीओआर ने 14वें भारतीय आर्कटिक अभियान (2023-24) पर समेकित रिपोर्ट जारी की, जिसमें 18 दिसंबर, 2023 को शुरू किया गया भारत का पहला शीतकालीन आर्कटिक अभियान भी शामिल है।
- एनआईओटी ने 11 जून, 2024 को सागर मंजूषा पर चेन्नई के तट पर जहाज का पता लगाने और ट्रैकिंग के लिए डेटा अधिग्रहण के लिए एक वेक्टर सेंसर ऐरे सिस्टम तैनात किया।
- एनआईओटी ने भारतीय आर्कटिक सबसरफेस इंस्ट्रुमेंटेड मूरिंग इंडेआरसी-VI को तैनात किया और

ध्वनिक मूरिंग सिस्टम मूरिंग को पुनः प्राप्त किया, जिसे पिछले साल 30-31 अगस्त, 2024 के दौरान नॉर्वे के आर्कटिक विश्वविद्यालय के जहाज, आरवी हेल्मर हैनसेन पर कॉंग्सफोर्डन, एनवाई-एलेसंड, स्वालबार्ड आर्कटिक में तैनात किया गया था। एनसीपीओआर ने इस आर्कटिक अभियान का समन्वय किया।

- एनआईओटी ने 'रोशनी' (नवीनतम रोशनी के दोहन के लिए नवीकरणीय महासागर प्रणाली) विकसित की है जो एलईडी लाइट को बिजली देने के लिए खारे पानी का लालटेन और मोबाइल चार्जर के रूप में भी काम करता है। इसे भारतीय इनोवेटर एसोसिएशन द्वारा शीर्ष 100 भारतीय नवाचारों में से एक के रूप में चुना गया है।
- एनआईओटी ने आर्द्र हवा से पानी निकालने का कार्य किया। विकसित इकाई से पानी का कनेक्शन एनआईओटी बस स्टॉप पर सार्वजनिक उपभोग के लिए प्रदान किया जाता है।
- एनआईओटी ने खुले समुद्र में जलमग्न मछली पिंजरे प्रौद्योगिकियों के विकास के हिस्से के रूप में आयोजित जल उत्क्षेपक पर आधारित एक पानी के नीचे की फीडिंग प्रणाली का परीक्षण किया।
- वैज्ञानिक प्रकाशन: विभिन्न कार्यक्रमों के तहत पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय संस्थानों द्वारा 2024 में कुल 800 शोध पत्र प्रकाशित किए गए, जिनका संचयी प्रभाव कारक 2882.04 था।



चित्र 1.1 : पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय से अनुसंधान पत्रों की वर्षवार संख्या और संचयी प्रभाव कारक।

- बजट व्यय: वर्ष 2024-25 के लिए मंत्रालय का कुल परिव्यय 2653.51 करोड़ रुपये था, जिसे संशोधित अनुमान चरण में घटाकर 2056.47 करोड़ रुपये कर दिया गया। पिछले 15 वर्षों का व्यय विवरण नीचे दी गई तालिका में दर्शाया गया 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	1897.13	2369.54	2194.39
2022- 23	2653.51	2056.47	1586.08
2023 - 24	3319.88	2897.02	2400.83
2024-25	3064.80	3632.78	1951.46*

*दिनांक 19/01/2025 तक

अध्याय-2

पृथ्वी विज्ञान (पृथ्वी) स्कीम

केंद्रीय मंत्रिमंडल ने कुल 4,797 करोड़ रुपये की लागत के साथ वर्ष 2021-26 की अवधि के दौरान कार्यान्वयन करने हेतु पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की सर्वसमावेशी स्कीम "पृथ्वी विज्ञान (पृथ्वी)" को दिनांक 5 जनवरी 2024 को अनुमोदन दे दिया है। इस स्कीम में पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की निम्नलिखित पाँच उप-स्कीमें शामिल हैं:

- वायुमंडल एवं जलवायु अनुसंधान-मॉडलिंग प्रेक्षण प्रणालियाँ एवं सेवाएँ (अक्रॉस)
- महासागर सेवाएँ, मॉडलिंग अनुप्रयोग, संसाधन और प्रौद्योगिकी (ओ-स्मार्ट)
- ध्रुवीय विज्ञान और हिमांक मंडल अनुसंधान (पेसर)
- भूकंप विज्ञान और भूविज्ञान (सेज)
- अनुसंधान, शिक्षा, प्रशिक्षण और आउटरीच (रीचआउट)

इस सर्वसमावेशी पृथ्वी स्कीम के प्रमुख उद्देश्य निम्नानुसार हैं:

- वायुमंडल, महासागर, भूमंडल, हिमांक-मंडल और टोस पृथ्वी के दीर्घकालिक प्रेक्षणों का संवर्धन करना और उन्हें बनाए रखना, ताकि पृथ्वी प्रणाली और उसमें परिवर्तन के महत्वपूर्ण संकेतों को रिकॉर्ड किया जा सके।
- मौसम, महासागर और जलवायु संकटों तथा जलवायु परिवर्तन के विज्ञान को समझने और पूर्वानुमान करने के लिए मॉडलिंग प्रणालियों का विकास करना।
- नई घटनाओं और संसाधनों की खोज के लिए पृथ्वी के ध्रुवीय और खुले सागर क्षेत्रों का अन्वेषण करना।
- सामाजिक अनुप्रयोगों के लिए समुद्री संसाधनों के अन्वेषण और सतत दोहन के लिए प्रौद्योगिकी का विकास करना।
- पृथ्वी प्रणाली विज्ञान से प्राप्त ज्ञान और जानकारी (अंतर्दृष्टि) को सामाजिक, पर्यावरणीय और आर्थिक लाभ के लिए सेवाओं में परिवर्तित करना।

पृथ्वी स्कीम के अंतर्गत अनुसंधान एवं विकास तथा प्रचालन (सेवाएँ) गतिविधियों को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के अंतर्गत संबंधित संस्थानों के संयुक्त प्रयासों के माध्यम से एकीकृत तरीके से संचालित किया जाएगा।

अध्याय-2.1

वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएँ (अक्रॉस)

2.1.1. परिचय

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES) के अधिदेशों में से एक विभिन्न उपयोगकर्ताओं को चौबीसों घंटे और पूरे वर्ष मौसम, जलवायु और जल विज्ञान सेवाएँ प्रदान करना है। इन सेवाओं के लिए प्रचालन और अनुसंधान दोनों पहलुओं को भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD), भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) और राष्ट्रीय मध्यम अवधि मौसम पूर्वानुमान केंद्र (NCMRWF) द्वारा अम्ब्रेला स्कीम, अक्रॉस के तहत कार्यान्वित किया जाता है।

वर्ष के दौरान, देश के सामाजिक और आर्थिक लाभ के लिए मौसम और जलवायु सेवाएँ प्रदान करने में कई महत्वपूर्ण उपलब्धियाँ प्राप्त की गई हैं। इसमें वायुमंडलीय और महासागरीय प्रेक्षण तथा संख्यात्मक मौसम और जलवायु मॉडल में डेटा आत्मसात में बड़े सुधार शामिल हैं। गहन प्रेक्षण अभियान भी शुरू किए गए हैं क्योंकि विशेष वायुमंडलीय प्रेक्षण हमें मॉडल की कमियों को समझने तथा मॉडल के कौशल और सटीकता में सुधार करने में मदद करते हैं। अक्रॉस कार्यक्रम के तहत की गई महत्वपूर्ण उपलब्धियों का विवरण नीचे दिया गया है।

2.1.2. मानव रहित हवाई प्रणाली सुविधा (LARUS) का उपयोग करके निचले वायुमंडलीय अनुसंधान

2.1.2.1 मानव रहित हवाई प्रणाली (UAS) अनुसंधान संचालन

भारतीय वायु सेना की टीम के सहयोग से जून 2024 के दौरान NDA हवाई क्षेत्र में यंत्रयुक्त UAS अनुसंधान किए गए। MoCA/DGCA/AAI/IAF/MoD/भारतीय सेना/ATC जैसे विभिन्न संबंधित प्राधिकरणों से सभी आवश्यक अनुमतियों के साथ क्षेत्र अभियान सफलतापूर्वक संचालित किए गए।

मौसम संबंधी मापदंडों के साथ-साथ एरोसोल, ब्लैक कार्बन की सीमा परत प्रोफाइलिंग के लिए यंत्रयुक्त UAS के साथ मिशन उड़ानें संचालित की गईं। हालाँकि संचालन का क्षेत्र पहाड़ियों से घिरा एक सुदूर स्थान है, लेकिन उच्च विभेदन मापन ने शहर के स्थान से वायु द्रव्यमान के परिवहन के अनुरूप विभिन्न ऊँचाई पर रुचिकर एरोसोल परतें दिखाईं।
चित्र 2.1.2.1



चित्र 2.1.2.1. : भारतीय वायुसेना (आईएएफ) की टीम 2024 के समन्वय में पुणे में यूएस संचालन

2.1.2.2. यूएस पर क्लाउड जांच का प्रदर्शन

यूएस को क्लाउड ड्रॉपलेट जांच (सीडीपी) और लिविड वॉटर कंटेंट (एलडब्ल्यूसी) जांच जैसे क्लाउड जांच के साथ-साथ उपयुक्त संशोधनों, डेटा लॉगिंग सिस्टम और ऑनबोर्ड पावर डिस्ट्रीब्यूशन सिस्टम के साथ टर्बुलेंस मापने वाली जांचों के साथ एकीकृत किया गया है। निचले बादलों के आधार पर अनुसंधान उड़ानें की गईं और क्लाउड जांच के कार्यनिष्पादन का प्रदर्शन किया गया। उच्च आवृत्ति डेटा एकत्र और संसाधित किया जाता है। कोहरे और क्लाउड सीडिंग के लिए प्रयोग करने के लिए आगे अनुसंधान और विकास किया जाएगा।

2.1.3. वायुमंडलीय अनुसंधान परीक्षण स्थल

2.1.3.1. मध्य भारत में वायुमंडलीय अनुसंधान परीक्षण स्थल सुविधा में मॉनसून -2024 प्रेक्षण अभियान

एआरटी-सीआई, सिलखेड़ा में मॉनसून प्रेक्षण अभियान-2024 1 जुलाई से 31 सितंबर 2024 तक सफलतापूर्वक संचालित किया गया। अभियान में चार दैनिक रेडियोसॉन्डे साउंडिंग (00 यूटीसी, 06 यूटीसी, 12 यूटीसी, 18 यूटीसी),

वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएँ (अक्रॉस)

दोहरे ध्रुवीकरण सी-बैंड डॉपलर मौसम रेडार, सीलोमीटर, डिस्ट्रोमीटर, वर्षा जल नमूनाकरण तथा सीसीएन काउंटर, टीसीए, एथलोमीटर, नेफेलोमीटर, एसीएसएम, स्काई इमेजर, सन फोटोमीटर, तड़ित सेंसर, विकिरण सेंसर और माइक्रोवेव रेडियोमेट्रिक प्रोफाइलर जैसे एरोसोल उपकरण शामिल थे। अन्य प्रणालियों में विकिरण और एरोसोल प्रेक्षण उपकरण, जीएचजी के लिए 72-मीटर फलक्स टॉवर मापन और एडी कोवेरियनस सिस्टम शामिल थे। पर्यावरण के अनुकूल इलेक्ट्रिक कार्ट को इस सुविधा में स्थापित कर चालू किया गया। यह डेटा सक्रिय और ब्रेक स्पैलों को समझने तथा संख्यात्मक मॉडलों में सुधार करने में सहायता करेगा। चित्र 2.1.3.1.



चित्र 2.1.3.1. : मॉनसून अभियान 2024 के दौरान आईआईटीएम के निदेशक का एआरटी-सीआई का दौरा

CCCR में GHG निगरानी दल ने मध्य भारत के मुख्य मॉनसून क्षेत्र में एक प्रतिनिधि स्थान के रूप में ART साइट पर 72 मीटर ऊंचा टॉवर (चित्र 2.1.3.1) स्थापित किया है। टॉवर को ऊर्ध्वाधर रूप से GHG मापन के तीन स्तरों, एडी कोवेरिएंस माप के दो स्तरों, फोटोसिंथेटिकली एक्टिव रेडिएशन (PAR) सेंसर और लाइन PAR सेंसर, मल्टी-कंपोनेंट वेदर सेंसर के आठ स्तरों और एक मीटर की गहराई पर जमीन के नीचे दस स्तरों पर मिट्टी की नमी मापन

और 2-स्तरों पर रेडिएशन सेंसर से सुसज्जित किया जा रहा है। ये बहुस्तरीय माप सतह परतों के भीतर और ऊपर



चित्र 2.1.3.2. : ART सुविधाओं में वायुमंडलीय GHG और अन्य मौसम विज्ञानी परिवर्तियों के मापन के लिए 72 मीटर ऊंचे टावर की स्थापना

GHG के बदलाव और मिश्रण के बारे में जानकारी की सुविधा प्रदान करेंगे। यह अनूठी सुविधा भारत में जलवायु परिवर्तन अनुसंधान के लिए उपयोगी प्रमुख वायुमंडलीय और भूमि सतह चरों का एक साथ निरीक्षण करती है।

2.1.3.2 उच्च-तुंगता मेघ भौतिकी प्रयोगशाला (एचएसीपीएल)

महाबलेश्वर में एचएसीपीएल की स्थापना एरोसोल-बादल अंतःक्रियाओं, बादल सूक्ष्मभौतिक प्रक्रियाओं की समझ को बेहतर बनाने के लिए की गई थी ताकि विभिन्न पैरामीटराइजेशन योजनाओं को विकसित किया जा सके। हाइग्रोस्कोपिसिटी पर दीर्घकालिक डेटा का उपयोग आकार-निर्भर हाइग्रोस्कोपिसिटी पैरामीटराइजेशन विकसित करने के लिए किया जाता है जिसका संख्यात्मक मॉडलिंग में मूल्यांकन किया जा रहा है। इसके अतिरिक्त, भारतीय क्षेत्र के

वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएँ (अक्रॉस)

लिए विषम बर्फ नाभिक पैरामीटराइजेशन विकसित करने के लिए दीर्घकालिक बर्फ नाभिक मापन का उपयोग किया जाता है। वीओसी के अध्ययन से पता चला कि मापे गए अधिकांश वीओसी में आइसोप्रीन का प्रभुत्व था जो इस क्षेत्र में बायोजेनिक उत्सर्जन के योगदान को दर्शाता है।

2.1.4. NCMRWF में मॉडलिंग कार्य

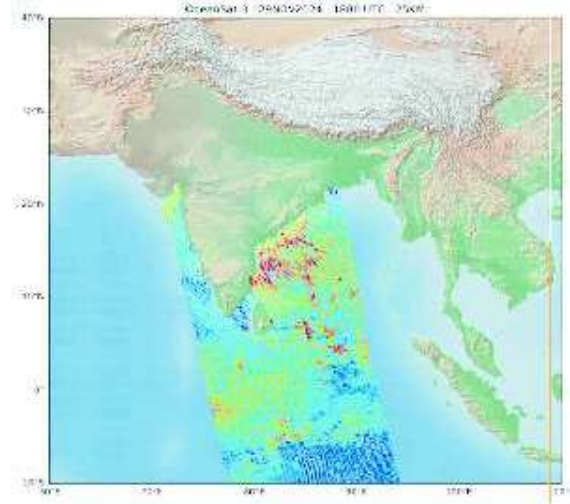
1. प्रेक्षण प्रसंस्करण और डेटा समावेशन

NCMRWF में प्रेक्षण प्रसंस्करण प्रणाली को NOAA-21, Oceansat-3 और HYScat स्कैटरोमीटर समुद्री सतही पवनों पर ATMS और CrIS से विकिरणों को शामिल करके बढ़ाया गया है। HY-B 00 और 12 UTC पर हिंद महासागर पर कवरेज प्रदान करता है, जो अन्य स्कैटरोमीटर से अलग है जो 6 और 18 UTC पर हैं। NOAA-21 ATMS और CrIS चमक तापमान को NOAA-20 और NPP उपग्रहों के विरुद्ध सत्यापित किया गया। Oceansat-3 समुद्री सतही पवनों को स्वस्थाने उत्प्लव डेटा, NCMRWF मॉडल समकक्षों और ASCAT पवनों के विरुद्ध सत्यापित किया गया। Oceansat-3 पवन उत्पाद 12.5 किमी और 25 किमी विभेदन पर उपलब्ध हैं। सत्यापन के बाद, Oceansat-3 डेटा को NCMRWF की डेटा समावेशन प्रणालियों में शामिल किया गया। HYScat पवनों ने समान सत्यापन परिणाम दर्शाए। NCMRWF को अब FY-3E से और अधिक GNSS-RO डेटा तथा सर्वे ऑफ इंडिया से ग्राउंड-आधारित GNSS-ZTD/IPW प्राप्त होते हैं, दोनों को नियमित रूप से NWP सिस्टम में समाहित किया जाता है। INSAT-3DR इमेजरी और साउंडर रेडियंस के लिए OSE को समाहित करने के लिए किया गया था।

NCMRWF INSAT-3DR, मेटियोसैट-9, जियोकॉम्पसैट-2 और हिमावारी-9 से AMV की निगरानी करता है। मासिक AMV रिपोर्ट अन्य वैश्विक NWP केंद्रों के साथ अंतर-तुलना के लिए NWP-SAF साइट से जुड़ी हुई हैं। प्रेक्षण निगरानी प्रणाली (NOMS) को तेजी से प्रसंस्करण और बेहतर विजुअलाइजेशन के लिए पायथन-आधारित प्रणाली में अपग्रेड किया गया है, जिसमें सैटेलाइट रेडियंस, स्कैटरोमीटर विंड, GNSS-RO और GPS-IPW के लिए अतिरिक्त समय श्रृंखला प्लॉट शामिल हैं। हिंद महासागर पर उत्प्लव प्रेक्षण निगरानी भी उन्नत NOMS का हिस्सा है। भारतीय रेडियोसॉन्डे प्रेक्षणों पर डेटा समावेशन अध्ययनों ने वैश्विक NWP मॉडल पूर्वानुमानों पर अपना प्रभाव दिखाया है, जिससे रेडियोसॉन्डे नेटवर्क को अनुकूलित करने और

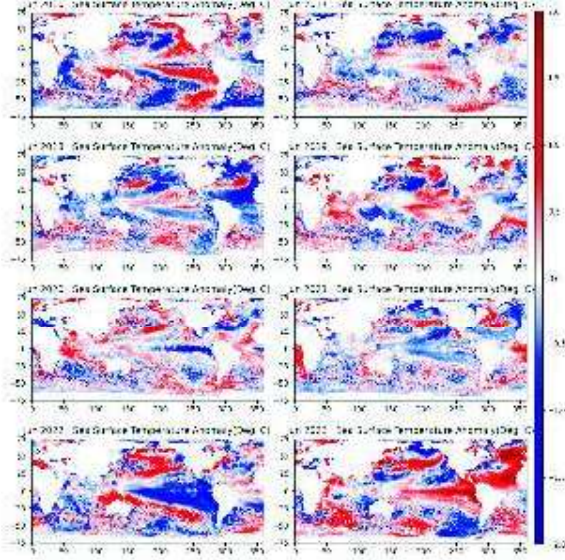
भारत भर में इसके संभावित विस्तार को निर्देशित करने में मदद मिली है।

NCMRWF वैश्विक महासागर विश्लेषण सृजित करने के लिए वास्तविक समय वैश्विक न्यूक्लियस यूरोपीय मॉडलिंग ऑफ ओशन (NEMO) और NEMOVAR महासागर डेटा समावेशन संचालित करता है, जिसका उपयोग महासागर मॉडल को आरंभ करने के लिए किया जाता है। NCMRWF NEMO (v3.4) और CICE (v4.2) मॉडल का उपयोग करके ORCA025 ग्रिड कॉन्फिगरेशन (~ 1/4व विभेदन) और 75 ऊर्ध्वाधर स्तरों पर दैनिक महासागर विश्लेषण तैयार करता है।



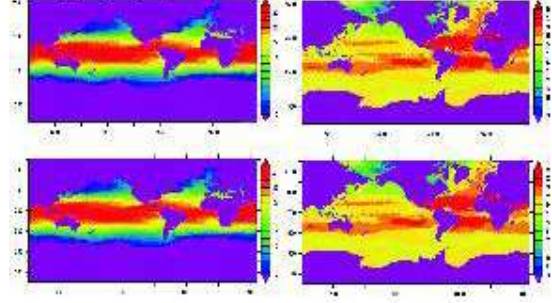
चित्र 2.1.4.1. : 29 नवंबर 2024 को 18 UTC पर 25 किमी विभेदन पर ओशनसैट-3 स्कैटरोमीटर द्वारा व्युत्पन्न समुद्री सतह की पवनें (मी/सेकंड)। प्रेक्षण में तमिलनाडु और पुदुच्चेरी के तट के पास स्थित उष्णकटिबंधीय चक्रवात फेंगल देखा गया है।

NEMOVAR ने ~25 किमी विभेदन पर 24 घंटे के डेटा समावेशन चक्र में SST के स्वस्थाने और उपग्रह प्रेक्षण, स्वस्थाने तापमान और लवणता प्रोफाइल, उपग्रह अल्टीमीटर प्रेक्षण और समुद्री बर्फ सांद्रता के प्रेक्षण जैसे प्रेक्षणों का समावेशन किया। आठ साल के विश्लेषण उत्पादों का उपयोग लगभग एक दशक तक महासागर की स्थिति के विभिन्न पहलुओं का अध्ययन करने के लिए किया गया था। चित्र 2.1.4.2. 2016-2023 अवधि के लिए विश्लेषण से गणना की गई SST विसंगतियों के स्थानिक वितरण को दर्शाता है।



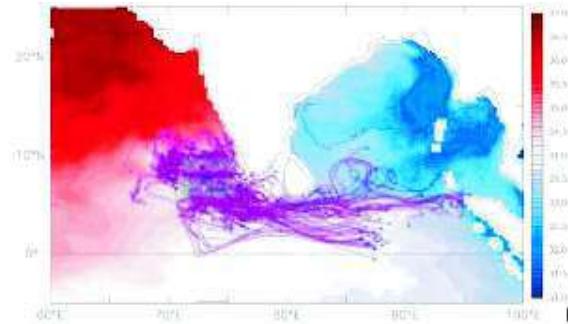
चित्र 2.1.4.2. : वैश्विक महासागर डेटा समावेशन प्रणाली से एसएसटी (के) विसंगतियों (जून माह) का स्थानिक वितरण।

NEMO (NEMO v3.6) मॉडल के संस्करण 3.6 और लॉस एलामोस नेशनल लेबोरेटरी कम्प्युनिटी आइस मॉडल (CICE 5.2.1) के संस्करण 5.2.1 का उपयोग करके ~10 किमी क्षैतिज विभेदन (ORCA12) पर उच्च-विभेदन वाली एड्डी रिजॉल्विंग वैश्विक महासागर पूर्वानुमान प्रणाली को NCMRWF में सफलतापूर्वक कॉन्फिगर और परीक्षण किया गया है। उन्नत भौतिक मॉडल में एक गैर-रैखिक मुक्त सतह (पूरे जल स्तंभ में सेल की मोटाई समय के साथ बदलती रहती है), बेहतर गति संवहन योजना, रनऑफ बिंदु पर उन्नत ऊर्ध्वाधर मिश्रण के साथ भूमि पर संशोधित मिठे पानी का इनपुट, लैंग्रेंजियन आइसबर्ग मॉडल (आइसबर्ग को ट्रैक करना), और बहु-परत थर्मोडायनामिक्स हैं। DA प्रणाली ORCA12 मॉडल पृष्ठभूमि का उपयोग करके 1/4 डिग्री क्षैतिज विभेदन (ORCA025;) पर उपयुक्त समय (3DVAR-FGAT) डेटा समावेशन प्रणाली पर मल्टीवेरिएट इंक्रिमेंटल त्रि-आयामी वेरिएशनल फर्स्ट पर आधारित है। चित्र 2.1.4.3. डेटा समावेशन प्रणाली के लिए उच्च-विभेदन (ORCA12 विन्यास) से निम्न विभेदन (ORCA025 विन्यास) तक पृष्ठभूमि क्षेत्रों (SST, और SSS) के स्थानिक वितरण को दर्शाता है। NCMRWF में सृजित दैनिक NEMOVAR महासागर विश्लेषण का उपयोग करके हिंद महासागर में तीन आयामी (3D) मार्गों, परिवहन और मिश्रण का अध्ययन करने के लिए लैंग्रेंजियन प्रक्षेप वक्रों का उपयोग किया जाता है।



चित्र 2.1.4.3. : डेटा समावेशन प्रणाली के लिए मॉडल बैकग्राउंड फील्ड (SST (K); बायां पैनल, और SSS (psu); दायां पैनल) का स्थानिक वितरण। ऊपरी और निचले पैनल ORCA12 और ORCA025 कॉन्फिगरेशन से बैकग्राउंड फील्ड हैं।

आभासी द्रव कणों के प्रक्षेप पथ को 3-डी, समय-भिन्न वेग क्षेत्रों के माध्यम से ट्रैक किया जाता है। इसके अलावा, NEMOVar विश्लेषण और पूर्वानुमान क्षेत्रों का उपयोग करके एड्डी मूवमेंट्स और ओशन फ्रंट्स से संबंधित निगरानी और पूर्वानुमान के लिए लैंग्रेंजियन विश्लेषण का उपयोग करके विभिन्न उपकरण विकसित किए गए थे। मार्च से मई के दौरान, अरब सागर मिनी गर्म पूल क्षेत्र (ASMWP) हिंद महासागर गर्म पूल के एक हिस्से के रूप में गर्म हो जाता है, जो इस मौनसून के आरंभ भ्रमिल को तैयार करने में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। प्रक्षेप पथों का उपयोग करके यह अध्ययन दर्शाता है कि कम खारे बंगाल की खाड़ी और नमकीन अरब सागर के विपरीत गुणों के पानी का मिश्रण ASMWP के तापमान को विनियमित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है (चित्र 2.1.4.4.)।



चित्र 2.1.4.4. : मार्च से मई 2024 की अवधि में समुद्र की सतह की लवणता (पीएसयू) का औसत अरब सागर के गर्म पूल क्षेत्र में आभासी कणों के बैक ट्रैजेक्टरी के साथ ओवरले किया गया। हरे रंग के बिंदु मई 2024 में सीडिंग पॉइंट हैं और नीले रंग के घेरे फरवरी 2024 में बैक ट्रैक किए गए अंतिम बिंदु हैं। 28° C और 30° C समतापी मोटी काली रेखाओं के रूप में ओवरले किए गए हैं।

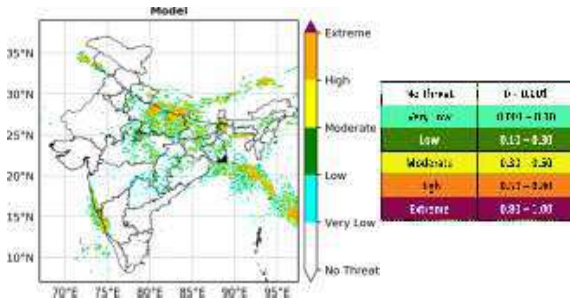
वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएँ (अक्रॉस)

ii. NCUM निर्बाध मॉडलिंग प्रणाली

NCMRWF वैश्विक एकीकृत मॉडल (NCUM-G) यूके मेट ऑफिस एकीकृत मॉडल (UM) विज्ञान संस्करण, 'ग्लोबल एटमॉस्फियर एंड लैंड वर्जन 7' (GAL7) पर आधारित है। उन्नत विज्ञान संस्करण GAL8 ('ग्लोबल एटमॉस्फियरि एंड लैंड वर्जन 8') ने वर्तमान मास-फलक्स डीप कन्वेक्शन स्कीम में संवहनी आंतराधिकता और मेमोरी के मुद्दों का समाधान किया। इसके अतिरिक्त, डीप कन्वेक्शन का परीक्षण CoMorph। (कन्वेक्शन मॉर्फिंग स्कीम वर्जन I) के साथ किया गया, जिसे मास-फलक्स स्कीम को अधिक भौतिक रूप से आधारित दृष्टिकोण से बदलने के लिए विकसित किया जा रहा है। संस्करणों के बीच तुलना ने लघु/मध्यम-श्रेणी के पूर्वानुमानों में सुधार दर्शाया।

एक अनुसंधान और विकास फोकस मध्यम-श्रेणी के खतरे की चेतावनियों को बढ़ाने के लिए NCUM मॉडल के लिए एक आकाशीय बिजली योजना का विकास था। इसमें दो थंडरस्टॉर्म इलेक्ट्रिफिकेशन योजनाओं: प्राइस और रिंड (1992) (PR92) और लोपेज (2005) का अध्ययन और ट्यूनिंग शामिल थी। इन योजनाओं को मॉनसून-पूर्व और मॉनसून ऋतुओं के दौरान देखे गए बिजली गिरने के मामलों से प्राप्त भार का उपयोग करके मिश्रित किया गया था। अंतिम उत्पाद, संशोधित पीआर-लोपेज ब्लेंडेड तड़ित (आरपीएलबी) उत्पाद, क्लाउड-टू-ग्राउंड (सीजी) बिजली गिरने के खतरों को श्रेणियों: "कोई खतरा नहीं, बहुत कम, कम, मध्यम, उच्च और चरम" में वर्गीकृत करता है। चित्र 2.1.4.5. 14 जुलाई 2023 के लिए सीजी बिजली के खतरे को दर्शाता है।

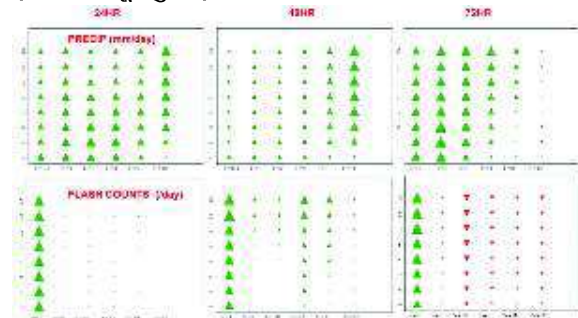
4 किमी विभेदन पर क्षेत्रीय NCUM मॉडल (NCUM-R) का वर्तमान प्रचालन संस्करण विज्ञान 'क्षेत्रीय वायुमंडल और भूमि संस्करण 3' (RAL 3-0) पर आधारित है, जिसमें दो नई पैरामीटराइजेशन योजनाओं, क्लाउड-एयरोसोल इंटरएक्टिव माइक्रोफिजिक्स (सीएसआईएम) और बाई मॉडल क्लाउड फ्रैक्शन योजनाओं सहित प्रमुख संशोधन शामिल हैं।



चित्र 2.1.4.5.: 2023 (20230714) की मॉनसून अवधि के

लिए RPLB CG बिजली खतरा उत्पाद। CG पृथक्करण प्राइस और रिंड, 1993 अनुभवजन्य संबंध के आधार पर ठंडे बादल की गहराई का उपयोग कर रहा है।

मॉडल द्वारा उत्पादित रेडार जैसी परावर्तकता निदान में एक सीमा का समाधान करके NCUM-R को फिर से आरएएल 3.1 में अपग्रेड किया गया है, जो भारी वर्षा की घटनाओं के दौरान स्थानिक वितरण में कभी-कभी तात्कालिक कमी दिखा रहा है। संघनन बूंद संख्या सांद्रता के रूपांतरण दरों पर प्रतिबंध पर यह विज्ञान परिवर्तन हाइड्रोमेटेओर्स के बूंद आकार वितरण (डीएसडी) में सुधार करने के लिए पाया गया था और इसलिए इसे 1 दिसंबर 2023 से चालू किया गया था। लियू-डियम (2004) योजना, (इसके बाद एलडी योजना) के रूप में जानी जाने वाली एक नई ऑटोकन्वर्जन योजना की संवेदनशीलता का भी परीक्षण किया गया था, जिसमें खैरौतदीनोव और कोगन (2000) (केके) योजना में मूल रूप से शामिल एकमात्र द्रव्यमान और पूर्वानुमानित बादल संख्या सांद्रता के विपरीत बादल बूंद आकार वितरण के सापेक्ष फैलाव पर विचार किया गया था। डिस्क्रिमीटर प्रेक्षणों के आधार पर, एलडी से डीएसडी-बल्क पैरामीटर केके की तुलना में अधिक वास्तविक पाए गए। इसके अलावा, कुछ अन्य वैज्ञानिक परिवर्तनों (संस्करण RAL3.3 के रूप में एक साथ बंडल) के साथ NCUM-R का परीक्षण प्रायोगिक मोड में किया गया था, जिसमें दृश्यता और हवा के झाँके के निदान के लिए बगफिक्स भी शामिल थे। चित्र 2.1.4.6. सभी थ्रेसहोल्ड पर दैनिक संचित वर्षा के लिए अंश कौशल स्कोर (FSS) में स्पष्ट सुधार और दैनिक फ्लैश गणना, विशेष रूप से सबसे कम थ्रेसहोल्ड में समग्र मामूली सुधार दिखाता है, (हाँ/नहीं पूर्वानुमान)।



चित्र 2.1.4.6.: सक्रिय मॉनसून ऋतु (15 जून - 14 जुलाई 2024) के एक महीने के दौरान दैनिक संचित कुल वर्षा (सेमीय शीर्ष पंक्ति) और बिजली गिरने की संख्या (नीचे की पंक्ति) के लिए NCUM-R के RAL3.1 और RAL3.3 विज्ञान संस्करणों के बीच आंशिक कौशल स्कोर (FSS) में अंतर। X-अक्ष अलग-अलग थ्रेसहोल्ड को दर्शाता है और y-अक्ष

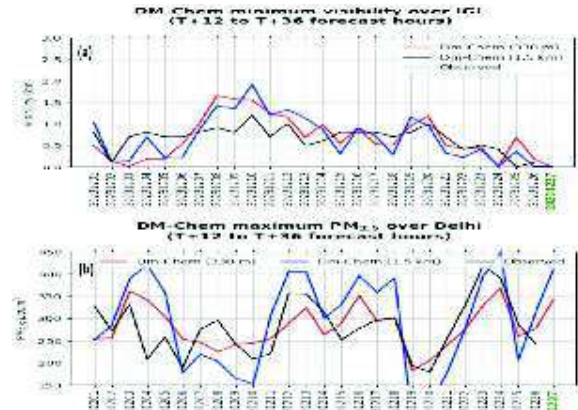
वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएँ (अक्रॉस)

नेबरहुड आकार को दर्शाता है। हरे रंग के ऊपर की ओर त्रिकोण RAL3.1 के बेहतर कौशल को दर्शाते हैं और लाल रंग के नीचे की ओर त्रिकोण गिरावट को दर्शाते हैं जबकि त्रिकोण का आकार अधिकतम/न्यूनतम मानों के सापेक्ष है।

यूके केमिस्ट्री और एरोसोल फीडबैक (जिसे DM-Chem के रूप में जाना जाता है) के साथ दिल्ली फॉग मॉडल का वर्तमान प्रचालन संस्करण, द मेट ऑफिस रीडिंग अर्बन सरफेस एक्सचेंज स्कीम (MORUSES) नामक एक विस्तृत टू टाइल शहरी योजना के अलावा, नई योजनाओं, CASIM माइक्रोफिजिक्स और बाइमॉडल क्लाउड स्कीम को भी प्रदर्शित करता है। दिल्ली के स्थानीय शहरी आकृति विज्ञान का उपयोग MORUSES योजना द्वारा शहरी कारकों जैसे कि औसत भवन ऊंचाई, केन्यन आस्पेक्ट अनुपात और शहरी टाइलों पर केन्यन विडथ अनुपात को प्राप्त करने के लिए अनुभवजन्य संबंध विकसित करने के लिए किया जा रहा है। वर्तमान में DM-Chem का उपयोग निर्लंबित कण पदार्थों (पीएम 2.5 और पीएम 10) जैसे वायु गुणवत्ता उत्पादों के उत्पादन के लिए भी किया जाता है, जिनकी तुलना अन्य एमओईएस उत्पादों के साथ की जा रही है। शीतकाल (2023-24) के लिए उपयोग किए जाने वाले DM-Chem (जिसे आगे DM-Chem 1.0 कहा जाएगा) में प्रमुख विज्ञान विकास हैं—सिंचाई प्रभाव, एरोसोल सक्रियण योजना और बेहतर दृश्यता पैरामीटरकरण योजना। DM-Chem1.0 में C3 और C4 ग्रास टाइलों का उपयोग करके सिंचाई का प्रभाव शामिल है, जिन्हें हर समय संतृप्ति तक सिंचित किया जाता है। CASIM में एरोसोल सक्रियण योजना सक्रिय बूंदों की संख्या सांद्रता की गणना करने के लिए ऊर्ध्वाधर वेग, आर्द्रता और एरोसोल गुणों का उपयोग करती है। घने कोहरे की घटनाओं के दौरान, मॉडल से सिम्युलेटेड बादल की बूंदों की संख्या सांद्रता देखी गई सांद्रता से कम थी और दिल्ली पर कोहरे की घटना के दौरान अशांत गतिज ऊर्जा वृद्धि के प्रेक्षण के आधार पर संशोधित सक्रियण योजना में सक्रियण वेग को बढ़ाकर इसे बेहतर बनाया गया है। एरोसोल द्रव्यमान की गणना एटकेन, संचयन और मोटे घुलनशील मोड और एटकेन अघुलनशील मोड से की गई थी। लेकिन एरोसोल संख्या केवल संचय मोड के लिए उत्तरदायी थी। इसलिए इन सभी विभिन्न तरीकों को ध्यान में रखते हुए, एरोसोल द्रव्यमान के लिए समान दृष्टिकोण का पालन करते हुए एटकेन, संचयन, मोटे घुलनशील मोड और एटकेन अघुलनशील मोड के योग के रूप में एरोसोल संख्या सांद्रता के साथ दृश्यता योजना को उन्नत किया गया था। चित्र 2.1.4.7. में दिल्ली-एनसीआर के 36 स्टेशनों के लिए दैनिक अधिकतम दृश्यता और न्यूनतम पीएम 2-5 की औसत समय श्रृंखला को दर्शाया गया है, जो DM-Chem 1.0 द्वारा अपेक्षाकृत बेहतर प्रदर्शन को दर्शाता है।

भारत के सिंधु-गंगा के मैदानों (आईजीपी) पर कोहरे के विवर के तंत्र के पीछे की भौतिकी का अध्ययन करने के लिए DM-Chem 1.0 का उपयोग किया गया था। सिंधु-गंगा बेल्ट पर विभिन्न शहरों में कोहरे के विवर की सूचना दी गई थी, जिन्हें मुख्य रूप से शहरी ताप द्वीप (यूएचआई) प्रभाव के लिए जिम्मेदार ठहराया गया था। वर्तमान अध्ययन उपग्रह और जमीनी प्रेक्षणों का उपयोग करके ग्रामीण क्षेत्रों में कोहरे के विवर के प्रेक्षण संबंधी साक्ष्य की रिपोर्ट करता है। विवरों पर कोहरे की देरी से शुरुआत और जल्दी छंटना देखा गया है। DM-Chem 1.0 का उपयोग करके संख्यात्मक सिमुलेशन प्रदर्शित करते हैं कि एरोसोल-विकिरण संपर्क (एआरआई) शहरी और ग्रामीण दोनों क्षेत्रों में कोहरे के विवरों का कारण बनता है। मानवजनित एरोसोल और संबंधित एआरआई शहरी कोहरे के विवरों पर यूएचआई प्रभाव को हावी करते हैं, जबकि एआरआई के कारण एरोसोल अवशोषण मुख्य रूप से ग्रामीण कोहरे के विवरों को नियंत्रित करता है। एरोसोल अवशोषण को बंद करने से शहरी क्षेत्रों में कोहरे के छंटने में लगभग दो घंटे की देरी होती है, जबकि यह संतृप्त वातावरण के तहत ग्रामीण क्षेत्रों में लगातार कोहरा पैदा करता है। कोहरे के विवरों पर घुलनशील एटकेन ब्लैक कार्बन (बीसी) की वृद्धि कोहरे के छंटने के दौरान एजिंग प्रक्रिया के महत्व को दर्शाती है।

वैश्विक युग्मित एनसीयूएम मॉडल को NCMRWF में 60 किमी के मोटे विभेदन पर संचालित किया गया था तथा महासागर और समुद्री बर्फ के दैनिक 15-दिन के पूर्वानुमान नियमित रूप से उपयोगकर्ताओं के साथ साझा किए गए थे।



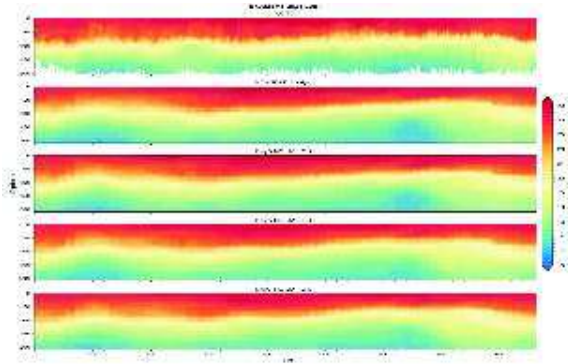
चित्र 2.1.4.7. : (क) दिसंबर 2023 के लिए दिल्ली-एनसीआर में औसतन 36 स्टेशनों पर न्यूनतम दृश्यता (किमी) और (ख) अधिकतम पीएम 2.5 (ug/m³) DM-Chem (330 मीटर; लाल), DM-Chem (1.5 किमी; नीला) और प्रेक्षित (काला)।

वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएँ (अक्रॉस)

15 दिनों के पूर्वानुमानों से प्रतिदिन EKAMSAT (विज्ञान और उन्नत प्रशिक्षण के माध्यम से अरब सागर के समुद्री पर्यावरण का उन्नत ज्ञान) अनुसंधान क्रूज जैसे अभियानों के लिए महासागर की स्थिति के पूर्वानुमान प्रदान किए गए। चित्र 2.1.4.8. क्रूज के दौरान SST ऊर्ध्वाधर प्रोफाइल के सत्यापन को दर्शाता है, जो विश्लेषण और पूर्वानुमानों के साथ प्रेक्षण प्रोफाइल का काफी अच्छा मिलान दर्शाता है। विस्तारित अवधि पूर्वानुमान या बहु-सप्ताह के एनसेंबल पूर्वानुमान भारत मौसम विज्ञान विभाग के साथ साझा किए जाते हैं जिनका उपयोग उनकी निर्णय समर्थन प्रणाली (DSS) में किया जा रहा है। ध्रुवीय समुद्री बर्फ के बहु-सप्ताह के एनसेंबल पूर्वानुमान राष्ट्रीय ध्रुवीय और समुद्री अनुसंधान केंद्र (NCPOR) के साथ साझा किए जाते हैं।

III. एनसेंबल पूर्वानुमान प्रणालियां

एनसेंबल पूर्वानुमान प्रणालियों (EPS) के कम फैलाव के समाधान के लिए, हमने MoES में संचालित दो उच्च-विभेदन (12 किमी) वैश्विक EPS & NCMRWF-NEPS और IITM-GEFS & को मिलाकर एक भव्य एनसेंबल बनाया, जिसे मल्टी-मॉडल ग्रांट एनसेंबल (MGE) कहा जाता है। NEPS के 23 सदस्यों और GEFS के 21 सदस्यों के पूर्वानुमानों को पूल किया गया, जिसके परिणामस्वरूप हर दिन 00UTC पर आधारित 42-सदस्यीय एनसेंबल पूर्वानुमान तैयार हुआ। MGE की विश्वसनीयता और सटीकता को और बढ़ाने के लिए, दो पैरामीटर की प्रसंस्करण उपरांत विधियों को लागू किया गया।

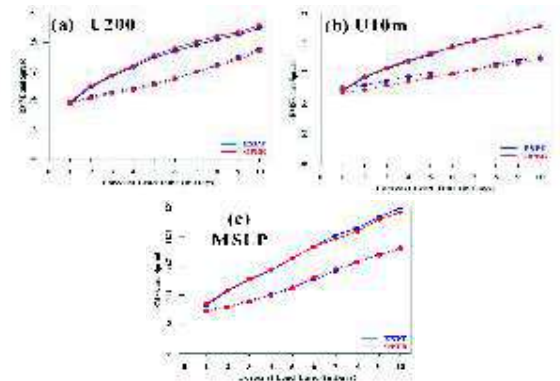


चित्र 2.1.4.8. : भारत-अमेरिका सहयोगात्मक प्रेक्षण अभियान EKAMSAT (सबसे ऊपर) से तापमान (uCTD; डिग्री सेल्सियस) का प्रोफाइल, 3, 5 और 7 दिनों के लीड टाइम के साथ विश्लेषण और पूर्वानुमान के साथ 26 अप्रैल से 15 मई 2024 तक वैध। बाएं से दाएं जाने पर, सबसे उत्तरी

सर्वेक्षण लाइन स्टेशन WP03 (17°49.812-N, 89°28-350-E) था, और सबसे दक्षिणी WP04 (02°00.000-N, 84°15.000-E) था।

2019 से 2022 तक के पूर्वानुमानों का उपयोग करते हुए अध्ययन से पता चला है कि MGE मॉनसून ऋतुओं में भारत के चार क्षेत्रों में संभाव्य वर्षा पूर्वानुमानों के लिए समूह प्रसार को बढ़ाने, विश्वसनीयता में सुधार करने और उच्च सटीकता प्रदान करने में मदद करता है। MGE ने लगातार सभी लीड समय में सबसे कम "निरंतर रैंक संभाव्यता स्कोर" (सीआरपीएस) हासिल किया, जो पूर्वानुमान संभावनाओं और प्रेक्षित मूल्यों के बीच बेहतर समानता को दर्शाता है। ग्रांट एनसेंबल ने एनईपीएस और जीईएफएस की तुलना में उच्चतर एनसेंबल प्रसार हासिल किया, जो विश्वसनीयता से समझौता किए बिना अनिश्चितताओं का बेहतर प्रतिनिधित्व करता है। वर्षा और 2 एम अधिकतम तापमान के लिए दैनिक बायस करेक्टेड MGE पूर्वानुमान अब NCMRWF में प्रचालन रूप से तैयार किए जा रहे हैं, जो भारत के विविध क्षेत्रों में उच्चतर सटीकता और विश्वसनीयता प्रदान करते हैं।

NCMRWF में मौजूदा कम्प्यूटेशनल संसाधनों का प्रभावी ढंग से उपयोग करने के उद्देश्य से काम को आगे बढ़ाने और विस्तार करने के लिए, पहले 5 दिनों के लिए 12 किमी के विभेदन पर वैश्विक एनसेंबल का अध्ययन करने और फिर पूर्वानुमान के अगले 5 दिनों के लिए इसे 20 किमी तक छोटा करने का निर्णय लिया गया। सभी 10-दिवसीय पूर्वानुमानों को एक ही चक्र में 22-सदस्यीय एनसेंबल आकार के साथ कॉन्फिगर किया गया था। इस सेटअप का मूल्यांकन एक महीने की अध्ययन अवधि में वर्तमान प्रचालन सेटअप के विरुद्ध किया गया था, जिसमें केवल 00 यूटीसी चक्र पर ध्यान केंद्रित किया गया था। प्रारंभिक परिणाम संकेत देते हैं कि एनसेंबल आकार बढ़ाने से एनसेंबल प्रसार में स्पष्ट रूप से सुधार हुआ है (चित्र 2.1.4.9.)।



चित्र 2.1.4.9. : चरों के लिए RMSE और प्रसार संबंध:

वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएँ (अक्रॉस)

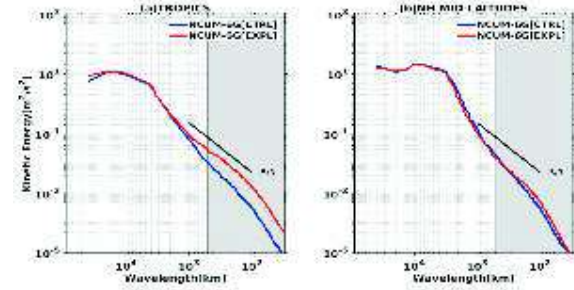
(क) 200 hPa पर क्षेत्रीय हवा (m/s), (ख) 10 m पर क्षेत्रीय हवा, और (ग) MSLP (hPa)-'EXPT' 1-5 दिनों के लिए 12 किमी विभेदन और 6-10 दिनों के लिए 20 किमी विभेदन का उपयोग करके 22 सदस्यों के साथ प्रायोगिक सेटअप को दर्शाता है। 'OPER' सभी 10 दिनों के लिए 12 किमी 1-5 दिनों के लिए 12 किमी विभेदन और 6-10 दिनों के लिए 20 किमी विभेदन का उपयोग पर 11 सदस्यों के साथ वर्तमान प्रचालन सेटअप का प्रतिनिधित्व करता है। ठोस रेखाएँ RMSE को दर्शाती हैं, जबकि डैश रेखाएँ प्रसार को दर्शाती हैं।

IV. मॉडल सत्यापन और अनुप्रयोग

ऑब्जेक्ट आधारित मूल्यांकन विधि (MODE) एक स्थानिक सत्यापन विधि है, जिसका उपयोग तीन ग्रीष्म ऋतुओं (MAM 2022-2024) के दौरान भारतीय भूमि क्षेत्र पर NCUM-G से 2 मीटर अधिकतम तापमान (T_{max}) पूर्वानुमानों (120 घंटे के पूर्वानुमान लीडटाइम पर) का विश्लेषण करने के लिए किया गया था। लू ऑब्जेक्ट-क्षेत्र की पहचान 2 ग्रिड आकार (~100 किमी) की संवलन त्रिज्या और 45°C की संवलन सीमा के साथ की गई थी। यह पाया गया कि कम T_{max} मानों के लिए, पूर्वानुमानित और प्रेक्षित ऑब्जेक्ट के बीच केन्द्रक दूरी (स्थान त्रुटि) दिन-5 के लीड समय तक कम (≤ 200 किमी) है, पूर्वानुमानों और प्रेक्षणों की स्थानिक सीमा तथा तीव्रता के बीच एक अच्छा संबंध है एवं मॉडल द्वारा स्थानिक पैटर्न को यथोचित रूप से अच्छी तरह से कैप्चर किया गया था।

पैरामीटराइज्ड (CTRL) और एक्सप्लिसिट (EXPL) संवहन योजनाओं की तुलना करते हुए गतिज ऊर्जा (KE) स्पेक्ट्रा डायग्नोस्टिक्स का प्रायोगिक 6 किमी विभेदन ग्लोबल NCUM मॉडल के लिए मूल्यांकन किया गया था। KE स्पेक्ट्रा केनोनिकल पावर-लॉ बिहेवियर प्रदर्शित करते हैं, जो कि समकालिक पैमानों पर k^{-3} निर्भरता और मेसोस्केल पर $k^{-5/3}$ (k क्षैतिज तरंग संख्या है) द्वारा अभिलक्षित होता है, जो मॉडल के डिजाइन और प्रदर्शन को मान्य करता है। चित्र 13क EXPL सिमुलेशन से उष्णकटिबंधीय मेसोस्केल KE स्पेक्ट्रा को रेखांकित करता है, जो केनोनिकल $-5/3$ ढलान के साथ निकटता से संरेखित होता है – CTRL परिणामों पर एक महत्वपूर्ण सुधार है। जबकि समकालिक-पैमाने का KE दो सिमुलेशनों के बीच तुलनीय रहता है, EXPL छोटे पैमानों पर उच्चतर ऊर्जा प्रदर्शित करता है, जो मेसोस्केल ऊर्जा कैस्केड और स्पेक्ट्रल ढलानों का सटीक रूप से प्रतिनिधित्व करने में स्पष्ट संवहन की महत्वपूर्ण भूमिका पर बल देता है। मध्य-अक्षांशों में (चित्र 2.1.4.10.), जहाँ मेसोस्केल संरचनाएँ

कम प्रमुख हैं, स्पेक्ट्रल ढलान सीमित सुधार दिखाते हैं। फिर भी, EXPL CTRL की तुलना में केनोनिकल मेसोस्केल ढलानों का बेहतर अनुमान लगाता है। इसलिए, स्पष्ट संवहन संवहनी प्रक्रियाओं का अधिक सटीक प्रतिनिधित्व प्रदान करता है, जो ऊर्जावान गतिशीलता का अनुकरण करने की मॉडल की क्षमता को बढ़ाता है। कम्प्यूटेशनल क्षमताओं में प्रगति के साथ, स्पष्ट संवहन की ओर बदलाव से वैश्विक मौसम पूर्वानुमान प्रणालियों की सटीकता और विश्वसनीयता में और सुधार होने की उम्मीद है।



चित्र 2.1.4.10. : (क) उष्णकटिबंधीय, (ख) 200 hPa दबाव स्तर पर मध्य अक्षांशों पर 6 किमी वैश्विक NCUM मॉडल से अनुमानित गतिज ऊर्जा स्पेक्ट्रा औसत। मेसोस्केल (मोटी ठोस रेखा) विहित ढलान रेखा भी दर्शाई गई है।

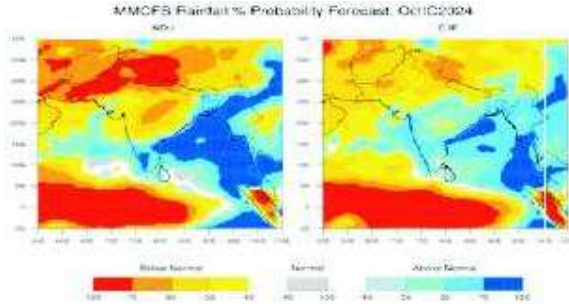
NCMRWF ने अब NWP मॉडल डेटा के व्यावसायीकरण के लिए MoES की मूल्य निर्धारण नीति को अपनाया है, जो 1 अगस्त 2024 से 'भारतकोश' पोर्टल के माध्यम से प्रभावी है। कीमते उपयोगकर्ता की डेटा की मात्रा (स्थानिक कवरेज, क्षेत्रों की संख्या, पूर्वानुमान की लंबाई और अंतराल, आदि) की पसंद के आधार पर अलग-अलग होंगी। मूल्य निर्धारण नीति कार्यान्वयन MoES द्वारा गठित एक समिति द्वारा लिए गए निर्णय पर आधारित है। यह नीति किसी भी संगठन या संस्थान की याचिकाओं या अनुरोधों के आधार पर संशोधन के अधीन नहीं है। वर्तमान में, डेटा FTP और API सर्वर दोनों के माध्यम से साझा किया जाता है। हालाँकि, निकट भविष्य में, डेटा केवल API के माध्यम से साझा किया जाएगा।

2.1.5. IMD में वैश्विक और क्षेत्रीय मॉडलिंग

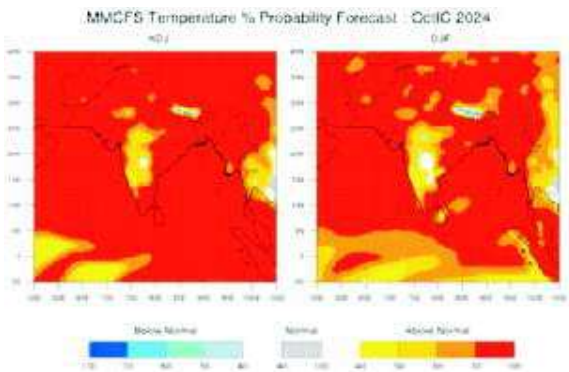
2.1.5.1. क्षेत्रीय जलवायु केंद्र की गतिविधियाँ— अक्टूबर ICs, 2024 का उपयोग करके दक्षिण एशिया के लिए जलवायु आउटलुक

भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD), पुणे में जलवायु अनुसंधान और सेवाओं को विश्व मौसम विज्ञान संगठन (WMO) द्वारा दक्षिण एशिया के लिए क्षेत्रीय जलवायु केंद्र

(RCC) के रूप में मान्यता दी गई है। RCC की दीर्घावधि की पूर्वानुमान गतिविधियों के लिए मॉनसून मिशन जलवायु पूर्वानुमान प्रणाली (MMCFS) मॉडल का उपयोग किया जाता है। तापमान और वर्षा के लिए वैश्विक मासिक और ऋतुनिष्ठ (विसंगति और संभावना) पूर्वानुमान तैयार किये जाते हैं। इसे हर महीने अपडेट किया जाता है। अगले 2 आने वाली 3 महीने की ऋतुओं (कुल 4 महीने) के लिए मासिक अपडेट के साथ दक्षिण एशिया में वर्षा और तापमान के लिए ऋतुनिष्ठ जलवायु आउटलुक तैयार किया जाता है। अक्टूबर 2024 की प्रारंभिक स्थितियों के आधार पर (क) एनडीजे 2024-25 (बाएँ) और (ख) डीजेएफ 2024-25 (दाएँ) के लिए वर्षा की ऋतुनिष्ठ संभावना (%) के पूर्वानुमान चित्र 2.1.5.1.1. और चित्र 2.1.5.1.2. में दर्शाए गए हैं।



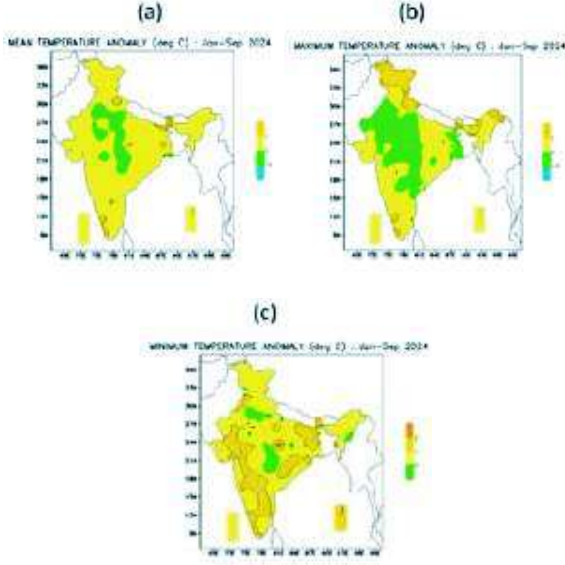
चित्र 2.1.5.1.1.: अक्टूबर 2024 की प्रारंभिक स्थितियों के आधार पर (क) एनडीजे 2024-25 (बाएँ) और (ख) डीजेएफ 2024-25 (दाएँ) के लिए वर्षा की ऋतुनिष्ठ संभावना (%) के पूर्वानुमान



चित्र 2.1.5.1.2.: अक्टूबर 2024 की प्रारंभिक स्थितियों के आधार पर (क) एनडीजे 2024-25 (बाएँ) और (ख) डीजेएफ 2024-25 (दाएँ) के लिए तापमान की ऋतुनिष्ठ संभावना (%) के पूर्वानुमान

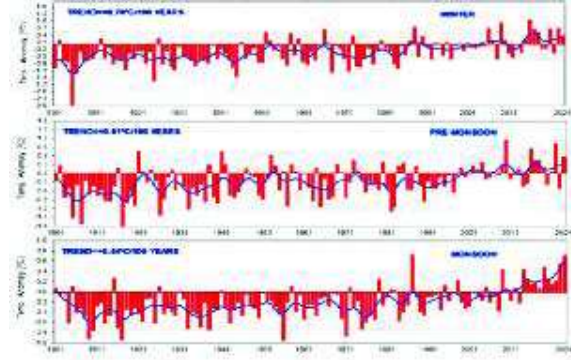
2.1.5.2. जलवायु निगरानी:

वार्षिक तापमान 2024 (सितंबर, 2024 तक):- 2024 (सितंबर 2024 तक) के लिए वार्षिक (जनवरी-सितंबर) औसत, अधिकतम और न्यूनतम तापमान विसंगतियों का स्थानिक पैटर्न (चित्र 16) में दर्शाया गया है। 2024 (सितंबर 2024 तक) के दौरान, देश के कई हिस्सों में औसत, न्यूनतम और अधिकतम तापमान विसंगतियां आम तौर पर सामान्य से अधिक या सामान्य के निकट थीं। हिमाचल प्रदेश, उत्तराखंड, पूर्वी मध्य प्रदेश, रायलसीमा, केरल और माहे, पश्चिम बंगाल राज्य, सिक्किम राज्य और बिहार के कुछ हिस्सों में औसत तापमान सामान्य से लगभग 1°C अधिक था। जम्मू, कश्मीर और लद्दाख, हिमाचल प्रदेश, उत्तराखंड, उप-हिमालयी पश्चिम बंगाल और सिक्किम, गांगेय पश्चिम बंगाल, असम और मेघालय, अरुणाचल प्रदेश, दक्षिण आंतरिक कर्नाटक तथा केरल और माहे के कुछ हिस्सों में अधिकतम तापमान सामान्य से लगभग 1°C अधिक था। हालांकि, पूर्वी उत्तर प्रदेश, हरियाणा, चंडीगढ़ और दिल्ली तथा पूर्वी मध्य प्रदेश के कुछ हिस्सों में अधिकतम तापमान सामान्य से लगभग 1°C कम रहा। पूर्वी मध्य प्रदेश के कुछ हिस्सों में न्यूनतम तापमान सामान्य से लगभग 2 डिग्री सेल्सियस अधिक रहा। सितंबर 2024 तक देश के लिए वार्षिक औसत भूमि सतह वायु तापमान 1991-2020 के औसत से +0.58 डिग्री सेल्सियस अधिक था और 1901 के बाद से दूसरा सबसे गर्म था। देश के लिए वार्षिक अधिकतम और न्यूनतम तापमान सितंबर 2024 तक क्रमशः 1991-2020 के औसत से 0.39 डिग्री सेल्सियस और 0.77 डिग्री सेल्सियस अधिक था। देश का औसत ऋतुनिष्ठ औसत तापमान शीत ऋतु (जनवरी-फरवरी, +0.37 डिग्री सेल्सियस), मॉनसून पूर्व ऋतु (मार्च-मई, +0.56 डिग्री सेल्सियस) और दक्षिण-पश्चिम मॉनसून (जून-सितंबर, +0.71 डिग्री सेल्सियस) ऋतु के दौरान सामान्य से अधिक था (चित्र 2.1.5.2.2.)।



चित्र 2.1.5.2.1. : 2024 (सितंबर 2024 तक) के लिए वार्षिक तापमान विसंगतियाँ (°C) (क) औसत तापमान (ख) अधिकतम तापमान और (ग) न्यूनतम तापमान। (1991-2020 औसत के आधार पर)

मार्च जहां विसंगति सामान्य/लगभग सामान्य (+0.22°C) थी, को छोड़कर, सितंबर तक देश के लिए मासिक औसत तापमान वर्ष के आठ महीनों के लिए सामान्य से अधिक रहा। 1901 के बाद अप्रैल और जून के महीनों के दौरान अखिल भारतीय औसत तापमान क्रमशः +0.76°C और +0.91°C की विसंगतियों के साथ 8वां उच्चतम था; मई और अगस्त क्रमशः +0.69°C और 0.45°C की विसंगतियों के साथ चौथे उच्चतम थे; जुलाई और सितम्बर क्रमशः 0.70°C और +0.76°C की विसंगति के साथ दूसरे सबसे अधिक थे। 1901 के बाद से अधिकतम तापमान मई महीने के लिए आठवां सबसे अधिक (+0.72°C की विसंगति के साथ) और न्यूनतम तापमान दसवां सबसे अधिक (+0.66°C की विसंगति के साथ) था। न्यूनतम तापमान 1901 के बाद से क्रमशः 0.89°C, +0.59°C और 0.99°C की विसंगति के साथ जुलाई, अगस्त और सितम्बर के महीनों के दौरान सबसे अधिक था। 1901 के बाद से फरवरी माह का न्यूनतम तापमान दूसरा सबसे अधिक (+0.79°C की विसंगति के साथ) था।



चित्र 2.1.5.2.2. : 1901-2024 की अवधि के लिए अखिल भारतीय औसत तापमान विसंगतियों (क) शीत ऋतु (ख) मॉनसून पूर्व (ग) दक्षिण-पश्चिम-मॉनसून को ऊर्ध्वाधर पट्टियों के रूप में दिखाया गया है। ठोस नीला वक्र उप-दशकीय समय पैमाने के बदलावों को दर्शाता है जिन्हें द्विपद फिल्टर (1991-2020 औसत से विचलन) के साथ समतल किया गया है।

2.1.6. मॉनसून मिशन

2.1.6.1. पूर्वानुमान प्रणाली

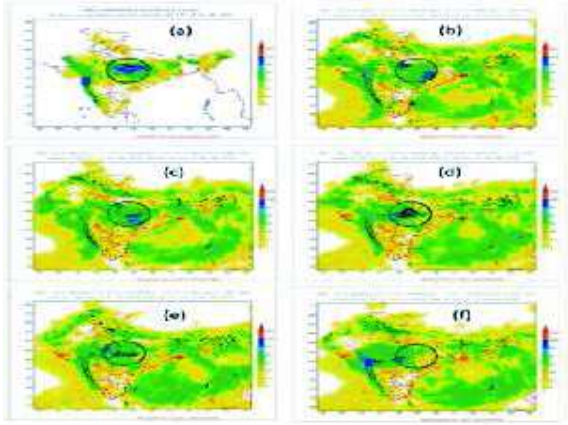
वैश्विक पूर्वानुमान प्रणाली (GFS T1534L64) मॉडल IMD में प्रतिदिन चार बार (0000, 0600, 1200, 1800 UTC) 10 दिनों तक के पूर्वानुमान के लिए संचालित होता है। इसमें ~12 किमी का क्षैतिज विभेदन और 64 ऊर्ध्वाधर स्तर हैं, जिन्हें 4DEnsVar डेटा समावेशन प्रणाली का उपयोग करके आरंभ किया गया है। यह प्रणाली कई पारंपरिक और उपग्रह प्रेक्षणों को शामिल करती है, जिसमें अनेक उपग्रहों से विकिरणता शामिल हैं। IMD की वेबसाइट के माध्यम से पूर्वानुमानकर्ताओं और उपयोगकर्ताओं को प्रतिदिन वास्तविक समय के आउटपुट प्रदान किए जाते हैं, जो 4 अगस्त 2024 को देखी गई भारी वर्षा जैसी घटनाओं में सहायता करते हैं। इसे चित्र 2.1.6.1. में दर्शाया गया है।

2.1.6.2. विस्तारित अवधि पूर्वानुमान

सीएफएसवी2 पर आधारित एक युग्मित मॉडल सूइट को 2017 में आईएमडी में विकसित, कार्यान्वित और प्रचालित किया गया था, ताकि प्रचालन विस्तारित अवधि पूर्वानुमान (ईआरएफ) उत्पाद तैयार किए जा सकें। सूइट में (i) T382 पर CFSv2 (38 किमी), (ii) T126 पर CFSv2 (~100 किमी), (iii) T382 पर GFSbc (CFSv2 से पूर्वाग्रह-सुधारित SST) और (iv) T126 पर GFSbc शामिल हैं। इस सूइट का मल्टी-मॉडल एनसेंबल (MME) चार एनसेंबल सदस्यों के साथ बुधवार की प्रारंभिक स्थितियों के आधार पर 32 दिनों के लिए साप्ताहिक रूप से चलाया जाता

वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएँ (अक्रॉस)

है, जो चार सप्ताह (दिन 2-8, 9-15, 16-22 और 23-29) के लिए पूर्वानुमान प्रदान करता है। मॉनसून 2024 के दौरान प्रेक्षित और पूर्वानुमानित साप्ताहिक वर्षा विसंगतियाँ (चित्र 19) सक्रिय मॉनसून चरणों और सामान्य अवधियों को दर्शाती हैं, हालाँकि जुलाई के मध्य और अगस्त के दूसरे सप्ताह में कमजोर चरणों का पूर्वानुमान थोड़ा ज्यादा लगाया गया था। छोटे स्थानिक पैमानों पर, पूर्वानुमान दो सप्ताह तक की कुशलता दिखाते हैं और कृषि-परामर्शिका के उद्देश्यों के लिए उपयोग किए जाते हैं।



चित्र 2.1.6.1.: (क) 4 अगस्त, 2024 के लिए आईएमडी द्वारा प्रेक्षित वर्षा और 4 अगस्त, 2024 के लिए वैध (ख) 24 घंटे, (ग) 48 घंटे, (घ) 72 घंटे, (ङ) 96 घंटे और (च) 120 घंटे के लिए आईएमडी-जीएफएस पूर्वानुमान।



चित्र 2.1.6.2.: मॉनसून ऋतु 2024 के दौरान 4 सप्ताह के लीड टाइम के साथ साप्ताहिक रूप से प्रेक्षित और पूर्वानुमानित वर्षा अंतर।

कृषि मौसम अनुप्रयोगों के लिए भारत के 36 मौसम उपखंडों के लिए पूर्वानुमान दो सप्ताह के लिए तैयार किया जाता है, जिसमें सप्ताह के दौरान वर्षा अंतर के आधार पर उपखंडों को सामान्य से नीचे, सामान्य या सामान्य से ऊपर की श्रेणी में वर्गीकृत किया जाता है। मौसम-उपखंड स्तर पर दो

सप्ताह का पूर्वानुमान किसानों को परामर्श के लिए कृषि में अनुप्रयोग के लिए व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। सामान्य से अधिक से सामान्य से कम मॉनसून के संक्रमण को विस्तारित अवधि पूर्वानुमान में अच्छी तरह से कैप्चर किया गया है, जिसका व्यापक रूप से कृषि मौसम परामर्शिका उद्देश्यों के लिए उपयोग किया जा रहा है। मॉनसून 2024 के दौरान प्रेक्षित और पूर्वानुमानित साप्ताहिक वर्षा विसंगतियाँ (चित्र 19) सक्रिय मॉनसून चरणों और सामान्य अवधियों को कैप्चर करने वाला मॉडल दर्शाती हैं, यद्यपि जुलाई के मध्य और अगस्त के दूसरे सप्ताह में कमजोर चरण थोड़ा अति-पूर्वानुमान था। छोटे स्थानिक पैमाने पर, पूर्वानुमान दो सप्ताह तक की कुशलता दर्शाते हैं और इन्हें कृषि-सलाहकार उद्देश्यों के लिए उपयोग किया जाता है।

कृषि-मौसम अनुप्रयोगों के लिए, भारत के 36 मौसम सब-डिवीजनों हेतु दो सप्ताह के लिए पूर्वानुमान तैयार किया जाता है, जिसमें सप्ताह के दौरान वर्षा के आधार पर सब-डिवीजनों को सामान्य से कम, सामान्य या सामान्य से अधिक श्रेणी में वर्गीकृत किया जाता है। मौसम-उपविभाग स्तर पर दो सप्ताह के पूर्वानुमान को किसानों को परामर्शिकाएं जारी करने के लिए कृषि में व्यापक रूप से प्रयोग किया जाता है। सामान्य से अधिक से सामान्य से कम मॉनसून के ट्रांजिशन को विस्तारित अवधि पूर्वानुमान में अच्छी तरह से कैप्चर गया है, जिसका उपयोग कृषि मौसम संबंधी परामर्शिका जारी करने उद्देश्यों के लिए व्यापक रूप से किया जा रहा है।

2.1.7. मौसम विज्ञान सेवाएँ

2.1.7.1. उष्णदेशीय चक्रवात निगरानी और पूर्वानुमान 2024

बंगाल की खाड़ी पर गंभीर चक्रवाती तूफान "दाना" (22-26 अक्टूबर 2024):

दिनांक 19 अक्टूबर को मध्य अंडमान सागर पर एक चक्रवाती परिसंचरण बना, और दिनांक 20 अक्टूबर 2024 तक यह उत्तरी अंडमान सागर की ओर चला गया। इसके परिणामस्वरूप दिनांक 20 अक्टूबर की शाम को पूर्व-मध्य बंगाल की खाड़ी और उत्तरी अंडमान सागर पर कम दबाव का क्षेत्र बन गया। पश्चिम-उत्तरपश्चिम की ओर जाते हुए, दिनांक 21 अक्टूबर को यह एक सुस्पष्ट निम्न दबाव क्षेत्र बन गया, और दिनांक 22 अक्टूबर की सुबह तक यह अवदाब में परिवर्तित हो गया, तथा उसी शाम को यह एक गहरे अवदाब में परिवर्तित हो गया। दिनांक 23 अक्टूबर की सुबह यह

वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएँ (अक्रॉस)

चक्रवाती तूफान "दाना" में परिवर्तित हो गया, तथा मध्य रात्रि तक यह और अधिक शक्तिशाली होकर गंभीर चक्रवाती तूफान बन गया। यह दिनांक 25 अक्टूबर को प्रातः 1:30 बजे से 3:30 बजे के बीच ओडिशा के हबालीखाटी नेचर कैंप (भितरकनिका) और धामरा के पास पहुंचा, जिसमें पवन की गति 100-110 किमी प्रति घंटा से लेकर 120 किमी प्रति घंटा तक थी। थलप्रवेश की प्रक्रिया दिनांक 24 अक्टूबर को देर से शुरू हुई और 25 अक्टूबर की सुबह तक चली। यह प्रणाली कमजोर होकर चक्रवाती तूफान, फिर गहरे अबदाव तथा अंततः 25 अक्टूबर की रात तक अबदाव में परिवर्तित हो गई। दिनांक 26 अक्टूबर 2024 की सुबह यह और कमजोर होकर उत्तरी ओडिशा के ऊपर एक सुस्पष्ट निम्न दबाव वाले क्षेत्र में परिवर्तित हो गया (चित्र 2.1.7.1.1.)।

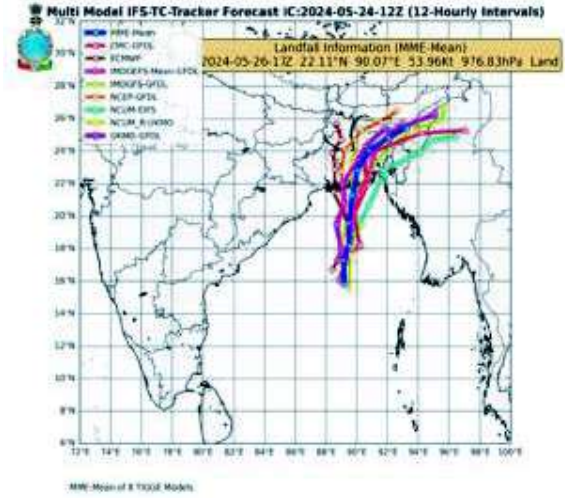


चित्र 2.1.7.1.1. : दिनांक 22-26 अक्टूबर, 2024 के दौरान पूर्व-मध्य बंगाल की खाड़ी पर गंभीर चक्रवाती तूफान "दाना" का प्रेक्षित ट्रैक।

मल्टी-मॉडल एनसेंबल ट्रॉपिकल साइक्लोन ट्रैकर: ईसीएमडब्ल्यूएफ आईएफएस टीसी ट्रैकर: यूरोपीय मध्यम अवधि मौसम पूर्वानुमान केंद्र (ECMWF) ने मध्यम अवधि समय-सीमा पर वैश्विक न्यूमेरिकल मौसम पूर्वानुमान के लिए एकीकृत पूर्वानुमान प्रणाली (IFS) मॉडल विकसित किया है तथा उष्णदेशीय चक्रवात ट्रैकर (आईएफएस-टीसी-ट्रैकर) विकसित किया है।

भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD) के NWP डिवीजन द्वारा संशोधित ईसीएमडब्ल्यूएफ आईएफएस-टीसी-ट्रैकर स्रोत कोड को मल्टी-मॉडल वैश्विक पूर्वानुमान आउटपुट को शामिल करने के लिए अनुकूलित किया गया है। इससे मल्टी-मॉडल माध्य के साथ-साथ व्यक्तिगत मॉडल

टीसी-ट्रैकर लाइनों को प्लॉट करने की अनुमति मिलती है, तथा आउटपुट के विजुअल और स्टैटिस्टिकल वेरीफिकेशन दोनों की सुविधा मिलती है।



चित्र 2.1.7.1.2. : ईसीएमडब्ल्यूएफ के आईएफएस-टीसी-ट्रैकर का उपयोग करके उष्णदेशीय चक्रवात ट्रैकर आउटपुट ('रेमाल' गंभीर चक्रवाती तूफान) का रियल टाइम उत्पादन। मल्टी-मॉडल माध्य को गहरे नीले रंग की रेखा में दर्शाया गया है। टीसी ट्रैकर आउटपुट 12 घंटे के अंतराल पर होते हैं, जिन्हें अलग-अलग मॉडल-रंगीन रेखाओं पर तथा एमएम माध्य नीली रेखा पर खुले वृत्तों में चिह्नित किया जाता है। मल्टी-मॉडल औसत चक्रवात ट्रैक विवरण की गणना करने के लिए उपयोग किए गए विभिन्न मॉडलों की संख्या चित्र में दी गई है।

सात वैश्विक मॉडलों (आईएमडीजीएफएस, एनसीएमआरडब्ल्यूएफ-जी, ईसीएमडब्ल्यूएफ, एनसीईपी, सीएमसी, यूकेएमओ, आईएमडीजीईएफएस-मीन, एनईपीएस-मीन) और दो क्षेत्रीय मॉडलों (एनसीएमआरडब्ल्यूएफ-आर, एचडब्ल्यूआरएफ) के आंकड़ों का उपयोग करके, उत्तरी हिंद महासागर से संबंधित टीसी-ट्रैकर आउटपुट तैयार किए गए हैं। ट्रैकर चलाने से पहले सभी मॉडल आउटपुट को T159 गॉसियन ग्रिड विभेदन में इंटरपोलेशन किया जाता है। वर्ष 2021 से ऑपरेशनली कार्यान्वित की गई इस पद्धति से थलप्रवेश के स्थान और समय के पूर्वानुमानों में काफी सुधार मिला है। उदाहरण के लिए, बंगाल की खाड़ी के ऊपर गंभीर चक्रवाती तूफान 'रेमाल' (2024.05.24.00Z Is 2024.05.27.12Z) का विश्लेषण किया गया है (चित्र 2.1.7.1.2.) और वेरीफाई किया गया है (चित्र 2.1.7.1.3.)।

वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएँ (अक्रॉस)



चित्र 2.1.7.1.3. : 2024-05-24-00Z Is 2024-05-27-12Z के दौरान 7 TIGGE मल्टी-मॉडल आउटपुट (कई रंगीन रेखाओं में दिखाए गए) और MMEan (मोटी नीली रेखा में दिखाए गए) का उपयोग करके ECMWF IFS-टीसी-ट्रैकर द्वारा पूर्वानुमानित REMAL गंभीर चक्रवाती तूफान का सत्यापन। X-अक्ष पूर्वानुमानित लीड घंटे दर्शाता है और Y-अक्ष डिस्टेंस पोজیشن एरर (DPE) किलोमीटर में दर्शाता है।

2.1.7.2. वर्षा निगरानी सेवाएँ

प्रमुख सेवाओं में रियल टाइम में वर्षा की निगरानी और अखिल भारतीय स्तर पर वर्षा के दैनिक, साप्ताहिक, मासिक और मौसमी आंकड़े तैयार करना शामिल है। अखिल भारतीय वर्षा सांख्यिकी पर एक वार्षिक रिपोर्ट प्रकाशित की गई है। हाइड्रोमेट डिवीजन 729 जिलों, 36 मौसम विज्ञान उप-डिवीजनों, 36 राज्यों (केंद्र शासित प्रदेशों सहित), 4 समरूप क्षेत्रों और पूरे देश के लिए पूरे वर्ष के लिए साप्ताहिक वर्षा सारांश तैयार करता है। आपदा प्रबंधन संगठन और MoAg जैसे हितधारकों द्वारा इन सारांशों का उपयोग योजना, सलाह, फसल उपज पूर्वानुमान, सिंचाई अनुमान के लिए किया जाता है। यह डेटा आर्थिक और अनुसंधान गतिविधियों को भी समर्थन प्रदान करता है तथा इसे प्रधानमंत्री कार्यालय, राष्ट्रीय और राज्य आपदा प्राधिकरण, गृह मंत्रालय, केंद्रीय जल आयोग आदि जैसे प्राधिकरणों के साथ साझा किया जाता है। मॉनसून -2024 के लिए वर्षा के रियल टाइम आंकड़ों में 934.8 एमएम, एलपीए (868.6 मिमी) का 108% दर्ज किया गया। वर्षा की श्रेणियाँ इस प्रकार थीं: 02 सब-डिवीजन लार्ज एक्सेस की श्रेणी में, 10 सब-डिवीजन एक्सेस की श्रेणी में, 21 सब-डिवीजन सामान्य की श्रेणी में, 03 सब-डिवीजन डेफिसिएंट की श्रेणी में, तथा लार्ज डेफिसिएंट या शून्य वर्षा वाली श्रेणी में कोई सब-डिवीजन नहीं है।

अक्टूबर 2024 में, वर्षा 75.7 मिमी (एलपीए 75.4 मिमी का 100%) थी, जिसमें ये श्रेणियां थीं: 04 सब-डिवीजन लार्ज एक्सेस की श्रेणी में, 07 सब-डिवीजन एक्सेस की श्रेणी में, 08 सब-डिवीजन सामान्य की श्रेणी में, 09 सब-डिवीजन डेफिसिएंट की श्रेणी में, तथा लार्ज डेफिसिएंट या शून्य वर्षा वाली श्रेणी में कोई सब-डिवीजन नहीं है।

नवंबर 2024 में, वर्षा 13.5 मिमी (एलपीए 29.7 मिमी का 45%) थी, जिसमें ये श्रेणियां थीं: 04 सब-डिवीजन सामान्य की श्रेणी में, 06 सब-डिवीजन डेफिसिएंट की श्रेणी में, 17 सब-डिवीजन लार्ज डेफिसिएंट या शून्य वर्षा वाली श्रेणी में, तथा लार्ज एक्सेस या एक्सेस वाली श्रेणी में कोई सब-डिवीजन नहीं है।

वर्ष 2024 में मॉनसून-पूर्व वर्षा 126.6 मिमी (एलपीए 130.6 मिमी का 97%) थी, जिसमें ये श्रेणियां शामिल थीं: 07 सब-डिवीजन लार्ज एक्सेस की श्रेणी में, 04 सब-डिवीजन एक्सेस की श्रेणी में, 08 सब-डिवीजन सामान्य की श्रेणी में, 08 सब-डिवीजन डेफिसिएंट की श्रेणी में, तथा लार्ज डेफिसिएंट या शून्य वर्षा वाली श्रेणी में कोई सब-डिवीजन नहीं है।

वर्ष 2024 की शीत ऋतु में, वर्षा 13.5 मिमी (एलपीए 29.7 मिमी का 68%) थी, जिसमें ये श्रेणियां थीं: 05 सब-डिवीजन लार्ज एक्सेस की श्रेणी में, 03 सब-डिवीजन एक्सेस की श्रेणी में, 05 सब-डिवीजन सामान्य की श्रेणी में, 17 सब-डिवीजन डेफिसिएंट की श्रेणी में, तथा लार्ज डेफिसिएंट या शून्य वर्षा वाली श्रेणी में कोई सब-डिवीजन नहीं है। (चित्र 2.1.7.2.)।



चित्र 2.1.7.2. : दक्षिणी-पश्चिम मॉनसून -2024 के दौरान संपूर्ण भारत में वर्षा।

2.1.7.3. गतिकीय और इंटरैक्टिव मल्टी-मॉडल मीटियोग्राम (मौसमग्राम)

एनडब्ल्यूपी डिवीजन ने आईएसएसडी डिवीजन के साथ मिलकर एनडब्ल्यूपी प्रभाग में मौसमग्राम वेब पोर्टल विकसित, डिजाइन और डिप्लॉय किया – जहां मल्टी मॉडल एनसेंबल (एमएमई) की पोस्ट प्रोसेसिंग की जाती है, और आईएमडीजीएफएस, एनसीयूएम-जी, ईसीएमडब्ल्यूएफ, एनसीईपी, जेएमए, एनसीयूएम-आर, डब्ल्यूआरएफ का

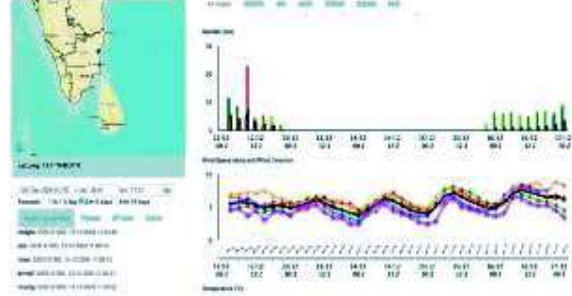
वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएँ (अक्रॉस)

उपयोग करके इसका मीन (एमएमईएम) जनरेट किया जाता है, ताकि जीआईएस मानचित्र (पूर्वानुमानकर्ताओं के उपयोग के लिए <https://meteogram.imd.gov.in/forecaster.html> और सार्वजनिक उपयोग के लिए <https://mausamgram.imd.gov.in>, चित्र 2.1.7.3.1., चित्र 2.1.7.3.2., चित्र 2.1.7.3.3.), मोबाइल ऐप, एपीआई पर डायनामिक और इंटरैक्टिव मीटियोग्राम तैयार किया जा सके। यह जीआईएस मानचित्र पर किसी भी स्थान के लिए त्वरित प्रतिक्रिया प्रदान करता है, या किसी भी स्थान के नाम या क्षेत्र पिनकोड (> 6 लाख) या ग्राम पंचायत के नाम या जीपी कोड (> 2.5 लाख) के माध्यम से खोज करता है। मल्टी मॉडल मीन डायनेमिक मीटियोग्राम वेबसाइट को भारत के माननीय उपराष्ट्रपति श्री जगदीप धनखड़ द्वारा दिनांक 15 जनवरी 2024 को आईएमडी के 150वें स्थापना दिवस समारोह के दौरान जनता के लिए जारी किया गया। दिनांक 24 अक्टूबर 2024 को किसानों के उपयोग के लिए, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और पंचायती राज मंत्रालय के मंत्रियों द्वारा ग्राम पंचायतों के स्थान-विशिष्ट पूर्वानुमानों के साथ मल्टी मॉडल डायनेमिक मीटियोग्राम का अगला संस्करण जारी किया गया।

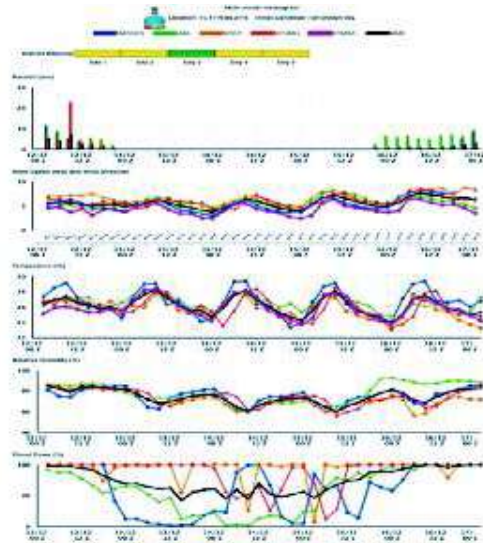


चित्र 2.1.7.3.1. : मौसमग्राम वेबपेज का स्क्रीनशॉट जहां सार्वजनिक उपयोग के लिए 5 वैश्विक और 2 क्षेत्रीय एनडब्ल्यूपी मॉडल आउटपुट से मल्टी मॉडल एनसेम्बल मीन जनरेट किया गया है <https://mausamgram.imd.gov.in>, जहां उपयोगकर्ता महासागर सहित मानचित्र (बाएं तरफ) पर कहीं भी क्लिक कर सकते हैं, और संबंधित मीटियोग्राम डायनामिक रूप से जनरेट होते हैं और इंटरैक्टिव मीटियोग्राम के रूप में प्रदर्शित होते हैं (दाएं तरफ)। उपयोगकर्ता, वेबसाइट के निचले बाएं पैनल पर दिए गए प्रावधान के अनुसार स्थान या क्षेत्र पिनकोड या ग्राम पंचायत का चयन या खोज कर सकते हैं, और इंटरफेस के दाईं ओर इंटरैक्टिव ग्राफिक्स में त्वरित प्रतिक्रिया जनरेट होगी। इसके अलावा, संबंधित जिलों के लिए कलर कोडेड मौसम चेतावनी, मीटियोग्राम के ठीक ऊपर अंकित की गई है। अंत

में, उपयोगकर्ता मीटियोग्राम को इमेज या सीएसवी या पीडीएफ के रूप में डाउनलोड कर सकते हैं।



चित्र 2.1.7.3.2. : पूर्वानुमानकर्ताओं के लिए गतिकीय मीटियोग्राम वेबपेज <https://meteogram.imd.gov.in/forecaster.html> का स्क्रीनशॉट, जहां मल्टी मॉडल समूह मीन के साथ-साथ 5 वैश्विक और 2 क्षेत्रीय एनडब्ल्यूपी मॉडल आउटपुट हैं, जहां उपयोगकर्ता महासागर सहित मानचित्र (बाएं तरफ) पर कहीं भी क्लिक कर सकते हैं, और संबंधित मीटियोग्राम डायनामिक रूप से जनरेट होते हैं और इंटरैक्टिव मीटियोग्राम के रूप में प्रदर्शित होते हैं (दाएं तरफ)। उपयोगकर्ता, वेबसाइट के निचले बाएं पैनल पर दिए गए प्रावधान के अनुसार स्थान या क्षेत्र पिनकोड या ग्राम पंचायत का चयन या खोज कर सकते हैं, और इंटरफेस के दाईं ओर इंटरैक्टिव ग्राफिक्स में त्वरित प्रतिक्रिया जनरेट होगी। इसके अलावा, उपयोगकर्ता मीटियोग्राम को इमेज या सीएसवी या पीडीएफ के रूप में डाउनलोड कर सकते हैं।



चित्र 2.1.7.3.3. : इमेज के रूप में डाउनलोड किए गए मल्टी-मॉडल (सभी मॉडल) मीटियोग्राम।

2.1.7.4. भारतीय शहरों, जिलों और मौसम संबंधी उप-प्रभागों के लिए एमएमई पूर्वानुमान

आईएमडी, निर्णय समर्थन के लिए रियल टाइम में सात मॉडलों और अपने एमएमई से स्थान-आधारित और साथ ही क्षेत्र औसत पूर्वानुमान सृजित करता है। आईएमडी के पास उपलब्ध एनडब्ल्यूपी मॉडल पूर्वानुमान विभिन्न स्थानिक विभेदन के हैं (नीचे दी गई तालिका में दिए गए हैं)।

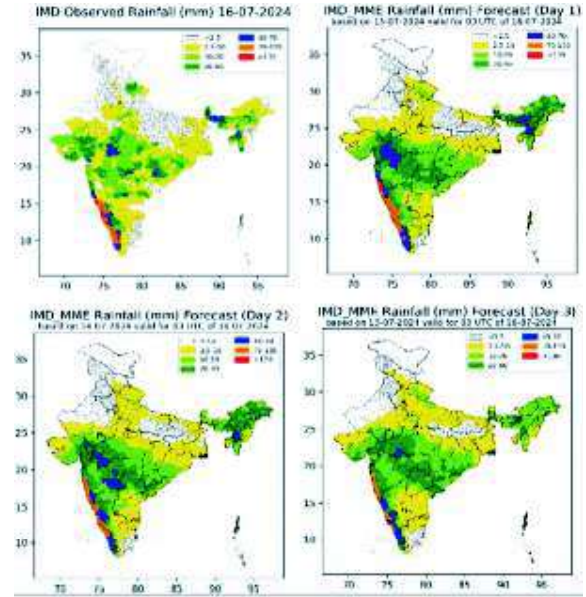
ऑपरेशनल ग्लोबल मॉडल विभेदन

ऑपरेशनल मॉडल	एजेन्सी	विभेदन (किमी)
1. GFS	आईएमडी	12
2. GEFS	आईएमडी	12
3. GFS	NCEP	25
4. UM	एनसीएमआरडब्ल्यूफ	12
5. GSM	JMA	25
6. आइएफएस	ECMWF	20
7. EPS	एनसीएमआरडब्ल्यूफ	12

भारतीय शहरों के लिए वर्षा, अधिकतम/न्यूनतम तापमान, पवन की गति, पवन की दिशा, सापेक्षिक आर्द्रता (0300 UTC और 1200 UTC पर) और क्लाउड कवर के लिए सात-दिवसीय पूर्वानुमान तैयार किए जाते हैं, जिसके बाद एमएमई-मीन पूर्वानुमान तैयार किए जाते हैं। इन स्टेशनों के लिए मीटियोग्राम के साथ-साथ 1854 शहरों हेतु पूर्वानुमान जनरेट किए जाते हैं। भारतीय जिलों के लिए अगले 7 दिनों के दौरान क्षेत्र-औसत पूर्वानुमान भी जनरेट किए जाते हैं, जिसमें रियल टाइम में 748 जिलों के लिए एमएमई-मीन पूर्वानुमान शामिल हैं। वर्षा वितरण की गणना 2.5 मिमी/दिन से अधिक वर्षा वाले ग्रिड का एस्टीमेट करके की जाती है। इसके अतिरिक्त, 36 मौसम विज्ञान उप-डिवीजनों के लिए वर्षा वितरण और तीव्रता का पूर्वानुमान जनरेट किया जाता है, जिससे पूर्वानुमानकर्ताओं को सहायता मिलती है। एमएमई पूर्वानुमानों के आधार पर जिलों और सब-डिवीजनों के लिए भारी वर्षा की चेतावनी प्रणाली बनायी गई है, जिसे ऑपरेशनल पूर्वानुमानकर्ताओं के साथ साझा किया जाता है। ये पूर्वानुमान और आंकड़े एनडब्ल्यूपी डिवीजन की वेबसाइट पर उपलब्ध हैं।

एमएमई कार्यप्रणाली का उपयोग करते हुए भारी वर्षा और हवाओं (समुद्री क्षेत्रों) के लिए प्रभाव-आधारित पूर्वानुमान उपकरण विकसित किए गए हैं, जो आरएसएमसी देशों के लिए नियमित प्रभाव आधारित पूर्वानुमान (आईबीएफ) प्रदान

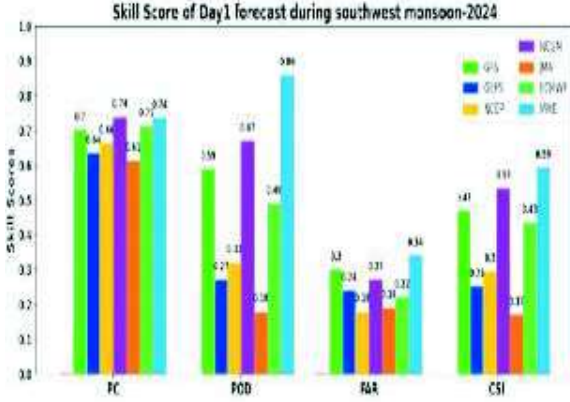
करते हैं। एनडब्ल्यूपी मॉडल और एमएमई से जिला वर्षा पूर्वानुमान की तुलना 2024 के दक्षिण-पश्चिम मॉनसून के दौरान आईएमडी प्रेक्षणों के साथ की जाती है। दिनांक 16 जुलाई 2024 के लिए एक केस स्टडी, 5वें दिन तक पश्चिमी तट (केरल, तटीय कर्नाटक) पर भारी वर्षा का पूर्वानुमान करने में एमएमई की क्षमता को प्रदर्शित करती है। भारी वर्षा चेतावनी प्रणाली के प्रदर्शन का आकलन 2024 मॉनसून के दौरान सात मॉडलों से प्रतिशत सुधार (पीसी), डिटेक्ट करने की संभावना, फाल्स अलार्म अनुपात (एफएआर) और खतरा स्कोर (टीएस) जैसे मैट्रिक्स का उपयोग करके किया जाता है। परिणाम, व्यक्तिगत मॉडलों की तुलना में अत्यधिक वर्षा की पूर्वानुमान करने में एमएमई की बेहतर कुशलता को दर्शाते हैं। चित्र (2.1.7.4.)



चित्र 2.1.7.4. आईएमडी द्वारा दिनांक 16 जुलाई, 2024 के लिए प्रेक्षित की गई वर्षा और एमएमई दिन 1, दिन 2 और दिन 3 की वर्षा का पूर्वानुमान

मॉनसून 2024 के दौरान सात मॉडलों से भारी, बहुत भारी और अत्यधिक भारी वर्षा के प्रतिशत सुधार (पीसी), डिटेक्ट करने की संभावना, फाल्स अलार्म अनुपात (एफएआर), खतरा स्कोर (टीएस) के संदर्भ में भारी वर्षा चेतावनी प्रणालियों का आकलन प्रस्तुत किया गया है (चित्र 2.1.7.4.)। चित्र 28 से यह स्पष्ट है कि एमएमई में, व्यक्तिगत मॉडलों की तुलना में अत्यधिक वर्षा की घटनाओं की पूर्वानुमान करने की अच्छी कुशलता है।

वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएँ (अक्रॉस)

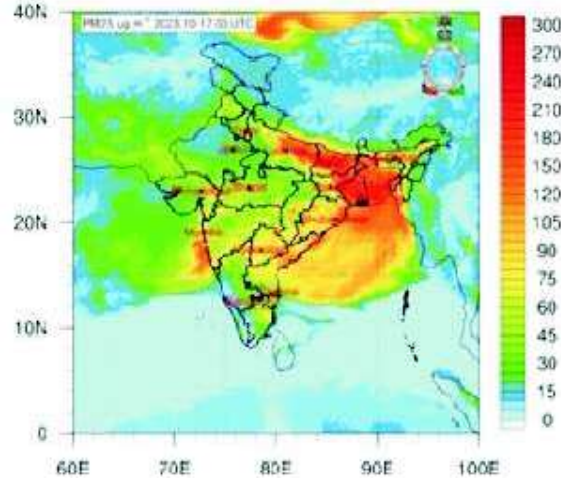


चित्र 2.1.7.5.: 2024 मॉनसून के दौरान भारी, बहुत भारी और अत्यधिक भारी वर्षा श्रेणियों के लिए आईएमडी प्रेक्षणों के सापेक्ष दिन 1 वर्षा पूर्वानुमान का प्रतिशत सुधार (पीसी), डिटेक्ट करने की संभावना, फाल्स अलार्म अनुपात (एफएआर), खतरा स्कोर (टीएस)

2.1.7.5. आईएमडी का फिन्निश मौसम विज्ञान संस्थान के साथ सहयोग

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, वायु गुणवत्ता पूर्वानुमान मॉडल में विभिन्न परिवर्तनों को शामिल करके वायु गुणवत्ता प्रारंभिक चेतावनी प्रणाली (AQEWS) में सुधार करने के लिए लगातार प्रयास कर रहा है, जैसे कि बेहतर उत्सर्जन सूची, भूमि उपयोग और भूमि कवर और विभिन्न प्रेक्षण डेटा का बेहतर समावेशन। वायु गुणवत्ता पूर्वानुमान मॉडल का नवीनतम संस्करण "सिस्टम फॉर इंडीग्रेटेड मॉडलिंग ऑफ एटमॉस्फेरिक कंपोजिशन (SILAM v5-8)" भारतीय क्षेत्र के लिए आरंभ कर दिया गया है (चित्र 2.1.7.5.1.)। दक्षिण एशिया क्षेत्र हेतु सभी मानदंड प्रदूषकों का 96 घंटों के लिए प्रति घंटा वायु गुणवत्ता पूर्वानुमान तैयार किया जा रहा है। SILAM को IMD-WRF के 3 किमी प्रति घंटे के मौसम संबंधी पूर्वानुमान मॉडल के साथ जोड़ा गया है। दिल्ली के लिए एक बहुत ही हाई-विभेदन वाला शहर-स्तरीय वायु गुणवत्ता मॉडल "पर्यावरण सूचना फ्यूजनसर्विस (ENFUSER)" भी आरंभ किया गया है। दिल्ली क्षेत्र के लिए 30 मीटर स्पैटियल विभेदन पर सभी मानदंड प्रदूषकों का 72 घंटों के लिए प्रति घंटा वायु गुणवत्ता पूर्वानुमान जनरेट किया जाता है। यह मॉडल हाई विभेदन पर मॉडलिंग क्षेत्र का वर्णन करने के लिए भौगोलिक सूचना प्रणाली (जीआईएस) डेटा की बड़ी मात्रा का उपयोग और एसिमिलेट करता है। इसमें सड़क नेटवर्क, भवन, भूमि-उपयोग सूचना, हाई-विभेदन उपग्रह चित्र, भूमि की ऊंचाई, जनसंख्या डेटा, यातायात

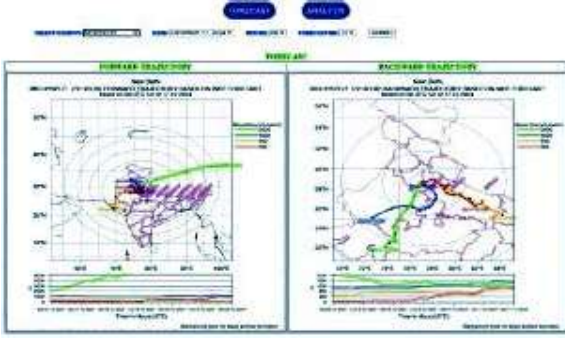
घनत्व आदि का विस्तृत विवरण शामिल है। SILAM और ENFUSER को फिन्निश मौसम विज्ञान संस्थान के साथ एक सहयोगी परियोजना के तहत विकसित किया गया है।



चित्र 2.1.7.5.1.: भारत में SILAM मॉडल के 3 किमी क्षैतिज ग्रिड-स्पेसिंग पर PM2.5 (ug/m³) सांद्रता का स्थानिक वितरण

HYSPLIT मॉडल का उपयोग करके एयर मास प्लो: हाइब्रिड सिंगल-पार्टिकल लैंग्रेंजियन इंडीग्रेटेड ट्रेजेक्टरी (HYSPLIT) मॉडल, एयर मास ट्रेजेक्टरी और जटिल फैलाव और डिपॉजिशन की गणना करने के लिए एक प्रणाली है। हाईस्प्लिट एक मॉडलिंग टूल है जिसका उपयोग तीन आयामों में पीछे और आगे की ओर की वायु प्रक्षेप पथ और जटिल प्रदूषक फैलाव की गणना के लिए किया जाता है। आईएमडी ने प्रदूषक परिवहन मार्गों की स्थानिक वितरण विशेषताओं को समझने और पश्चिमी प्रक्षेप पथ (परिवहन मार्ग) के ट्रैक में आने वाले संभावित स्रोत क्षेत्रों की पहचान करने के लिए एक इंडीग्रेटेड डब्ल्यूआरएफ-एचवाईएसपीएलआईटी मॉडलिंग प्रणाली (चित्र 2.1.7.5.2.) को आरंभ किया है। आईएमडी भारत के 32 प्रमुख शहरों में अगले तीन दिनों तक प्रतिदिन विश्लेषण और पूर्वानुमान के लिए वायु द्रव्यमान प्रक्षेप पथ की जानकारी उपलब्ध कराता है। वायु प्रक्षेप पथ मूलतः वायुमंडल में गतिशील प्रक्रियाओं को मापते हैं, जहां वायु द्रव्यमान गति का पथ अंतरिक्ष में निर्दिष्ट स्थान पर एक विशेष आगमन समय पर या तो आगे की ओर जाता है, जो कणों द्वारा लिए गए आसन्न पथ को दर्शाता है, या पीछे की ओर जाता है, जहां कणों का पुराना पथ उनके प्रक्षेप पथ के साथ यात्रा करता था।

वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएँ (अक्रॉस)

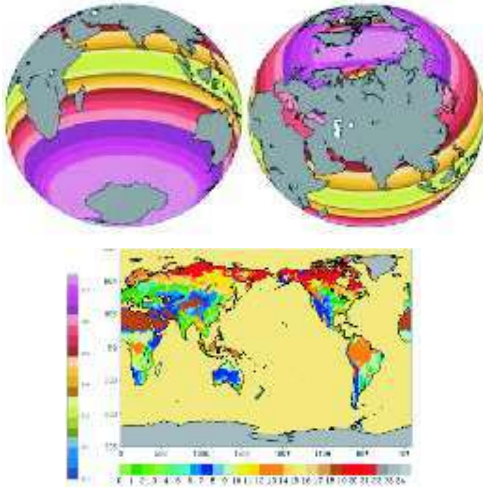


चित्र 2.1.7.5.2. : 100 मीटर, 500 मीटर, 1000 मीटर और 2000 मीटर स्तर के साथ पीछे और आगे की पवन की दिशाओं का वायु द्रव्यमान प्रवाह।

2.1.8. जलवायु परिवर्तन अनुसंधान केंद्र (सीसीसीआर)

2.1.8.1. नेक्स्ट जनरेशन आईआईटीएम अर्थ सिस्टम मॉडल (IITM-ESMv3) का विकास

सीसीसीआर, आईआईटीएम में 67 किमी के होरीजॉन्टल विभेदन के साथ हाई विभेदन वाला वैश्विक पृथ्वी प्रणाली मॉडल, आईआईटीएम पृथ्वी प्रणाली मॉडल संस्करण-3 (IITM-ESMv3) विकसित किया गया है।



चित्र 2.1.8.1.: आईआईटीएम-ईएसएमवी3 (बाएं पैनल) के लिए विकसित नया महासागर ग्रिड और आईआईटीएम-ईएसएमवी3 (दाएं पैनल) में 24 प्रकार की वनस्पतियों के साथ भारतीय क्षेत्र में एनआरएससी पर आधारित भूमि उपयोग भूमि कवर डेटा।

आईआईटीएम-ईएसएम में त्रिकोणीय घनीय अष्टफलकीय ग्रिड (टीसीओ ग्रिड) का सफलतापूर्वक कार्यान्वयन किया गया। आईआईटीएम-ईएसएमवी3 के साथ 150 वर्ष लंबे नियंत्रण सिमुलेशन से पता चलता है कि पिछले संस्करण की तुलना में दक्षिण एशियाई क्षेत्र में वर्षा में शुष्क पूर्वाग्रह और बड़े पैमाने पर परिसंचरण विशेषताओं में सुधार हुआ है। राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केंद्र (एनआरएससी) से प्राप्त भारतीय भूमि उपयोग भूमि आवरण (एलयूएलसी) आंकड़ों पर आधारित नई वनस्पति योजना और उष्णदेशीय क्षेत्रों के निकट इंक्रिज्ड विभेदन के साथ एक नया महासागर ग्रिड भी आईआईटीएम-ईएसएमवी3 में क्रियान्वित किया गया है। आईआईटीएम-ईएसएमवी3 में प्रयुक्त मॉडल ग्रिड और वनस्पति मानचित्र चित्र 2.1.8.1. में दर्शाए गए हैं। आईआईटीएम-ईएसएमवी3, विश्व जलवायु अनुसंधान कार्यक्रम की आगामी कपल्ड मॉडल अंतर-तुलना परियोजना (सीएमआईपी7) और आईपीसीसी की सातवीं मूल्यांकन रिपोर्ट में योगदान देगा। हाई-विभेदन जलवायु अनुमान से भारतीय क्षेत्र में क्षेत्रीय जलवायु परिवर्तन के बारे में महत्वपूर्ण जानकारी प्राप्त होगी। ऐतिहासिक और निकट भविष्य की अवधि के लिए आईआईटीएम-ईएसएम सिमुलेशन का हाई विभेदन (25 किमी) वायुमंडलीय संस्करण पूरा हो गया है। इन डेटासेट्स से WCRP की CORDEX गतिविधि में योगदान मिलेगा और दक्षिण एशियाई क्षेत्र में क्षेत्रीय जलवायु परिवर्तन की जानकारी प्राप्त होगी

2.1.8.2. जलवायु परिवर्तनशीलता और पूर्वानुमान

एंथ्रोपोजेनिक वार्मिंग के तहत भारत में वर्षा की चरम स्थितियों के कालिक और स्थानिक एकत्रीकरण का अध्ययन किया गया है। भारतीय क्षेत्र के लिए डेली डाउनस्केल्ड एवं बायस करेक्टेड (DBC) कपल्ड मॉडल इंटरकंपेरिजन परियोजना चरण 6 (सीएमआईपी6) वर्षा और समुद्र सतह तापमान (एसएसटी) तैयार किया गया है तथा इसका उपयोग ईआरई के अभिलक्षणों की जांच करने के लिए किया गया है। डीबीसी प्रोडक्ट्स ने बेसलाइन पीरियड के लिए ईआरई की विशिष्ट विशेषताओं को दर्शाया, जिससे सीएमआईपी6 के भविष्य के अनुमानों में भारत में ईआरई का आकलन करने की प्रेरणा मिली। प्रेक्षणों के अनुरूप, डीबीसी उत्पाद दर्शाता है~8% भारतीय भूमि पर बेसलाइन पीरियड में दीर्घ अवधि ईआरई के कारण अत्यधिक भारी वर्षा हुई। हालांकि, बेसलाइन पीरियड के सापेक्ष एसएसपी5-8.5 (एसएसपी2-4.5) उत्सर्जन परिदृश्य के तहत दूर भविष्य में क्षेत्र और चरम वर्षा की सीमाएं क्रमशः लगभग 18(13)% और 58(50)% बढ़ने का अनुमान है। लघु अवधि के ERE की तुलना में दीर्घ

अवधि के ERE में दो गुना-65(62)% की वृद्धि और पर्याप्त वार्मिंग एसएसपी 5-8.5 (एसएसपी2-4.5) उत्सर्जन परिदृश्य के तहत सुदूर भविष्य में भारतीय महासागर में समुद्र तल से तापमान में 2.4(2-9) डिग्री सेल्सियस की वृद्धि दर्ज की गई है। ये निष्कर्ष पूर्वी एशिया के लिए राष्ट्रीय जलवायु परिवर्तन अनुकूलन नीतियों को तैयार करने के लिए मौलिक जानकारी प्रदान कर सकते हैं। (कोंडा जी., चौधरी जे.एस., ज्ञानशीलन सी., विसा एन.के., पारेख ए., वैज्ञानिक रिपोर्ट, 14: 12538, मई 2024, DOI:10.1038/s41598-024-63417-w, 1-11).

2.1.9. मौसम विज्ञान सेवाएँ

2.1.9.1 महानगरीय वायु गुणवत्ता और मौसम सेवाएँ (MAQWS)

जयपुर शहर के लिए वायु गुणवत्ता पूर्व चेतावनी प्रणाली (AQEWS) का विकास

आईआईटीएम, पुणे द्वारा राजस्थान राज्य प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड (आरएसपीसीबी) के लिए विकसित किया गया वायु गुणवत्ता प्रारंभिक चेतावनी एवं निर्णय सहायता प्रणाली का शुभारंभ दिनांक 5 जून 2024 को विश्व पर्यावरण दिवस के अवसर पर राजस्थान के माननीय मुख्यमंत्री श्री भजन लालजी शर्मा द्वारा किया गया। वायु गुणवत्ता प्रारंभिक चेतावनी और निर्णय समर्थन प्रणाली में जयपुर में वायु गुणवत्ता के स्तर का पूर्वानुमान लगाने के लिए भू-आधारित प्रेक्षण, हाई विभेदन एमिशन इनवेंटरी, उपग्रह डेटा और अन्य प्रासंगिक कारकों से वायु प्रदूषकों की रियल टाइम की निगरानी शामिल है। यह प्रणाली वायु गुणवत्ता का पूर्वानुमान लगा सकती है तथा संभावित प्रदूषण घटनाओं के लिए 72 घंटे पहले चेतावनी जारी कर सकती है। इसके अतिरिक्त, इस प्रणाली का निर्णय समर्थन पहलू जयपुर में हितधारकों को खराब वायु गुणवत्ता के प्रभाव को कम करने के लिए सूचित निर्णय लेने में सक्षम बनाता है। इसमें यातायात नियमों को लागू करने, संवेदनशील आबादी को आउटडोर गतिविधियां कम करने करने की सलाह देने तथा संबंधित प्राधिकारियों को प्रदूषण नियंत्रण उपायों का सुझाव देने जैसे उचित उपायों की अनुशंसा करना शामिल है। कुल मिलाकर, जयपुर के लिए वायु गुणवत्ता प्रारंभिक चेतावनी और निर्णय समर्थन प्रणाली का उद्देश्य सार्वजनिक स्वास्थ्य की रक्षा करना, वायु गुणवत्ता के मुद्दों के बारे में जागरूकता बढ़ाना और शहर में वायु गुणवत्ता में सुधार के लिए सक्रिय उपायों को सुविधाजनक बनाना है।

पुणे, मुंबई और अहमदाबाद में हाई विभेदन वायु गुणवत्ता पूर्व

चेतावनी प्रणाली स्थापित करना।

हाई-विभेदन एमिशन इनवेंटरी का उपयोग करके पश्चिमी भारत के पुणे, मुंबई और अहमदाबाद शहरों के लिए उत्कृष्ट विभेदन पर वायु गुणवत्ता पूर्वानुमान प्रणाली विकसित की गई थी। इन शहरों को कवर करने वाला डॉमेन को 2 किमी के होरीजॉन्टल स्पैटियल विभेदन पर बनाया गया है, जिसमें देश के पश्चिमी भाग का अधिकांश हिस्सा शामिल है। यह फाइन-विभेदन डॉमेन मौजूदा भारत डॉमेन के भीतर बनाया गया है, जो 10 किलोमीटर स्पैटियल विभेदन पर संपूर्ण भारत को कवर करता है। यह प्रणाली मूल रूप से WRF-Chem का उपयोग करती है। एरोसोल के सतही और उपग्रह डेटा एसिमिलेशन को तैयार किया गया है और भारत के पश्चिमी भाग में स्थित शहरों की इस फाइन-विभेदन सेटअप पर लागू किया गया है। इस पूर्वानुमान सेटअप के लिए एक ऑपरेशनल रनिंग फ्रेमवर्क विकसित किया गया है। इन शहरों के लिए वायु गुणवत्ता का पूर्वानुमान प्रतिदिन किया जाता है, तथा पोस्ट-प्रोसेसिंग के बाद पूर्वानुमान उत्पादों को वेबसाइट पर प्रसारित किया जाता है।

2.1.9.2. विंटर फॉग एक्सपेरीमेंट (WiFEX)

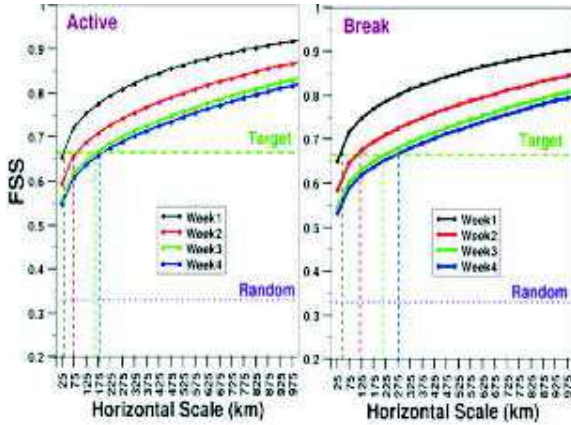
WiFEX एक्सपेरीमेंट 2024-2025 की सर्दियों के लिए जारी है। इसमें तीन प्रेक्षण स्थल शामिल हैं: आईजीआई हवाई अड्डा, जेवर हवाई अड्डा, तथा आईएमडी, लोधी रोड स्थित अत्याधुनिक एयरोसोल प्रयोगशाला। आईजीआई हवाई अड्डे पर, 20 मीटर का फ्लक्स टावर कोहरे से संबंधित प्रेक्षणों के लिए विभिन्न सेंसरों से सुसज्जित है, जिसमें मौसम संबंधी पैरामीटर, दृश्यता और गैस और मिट्टी के विभिन्न फ्लक्स शामिल हैं। दो पैसिव रिमोट-सेंसिंग उपकरण, एक सीलोमीटर और एक माइक्रोवेव रेडियोमीटर भी तैनात किए गए हैं। इसके अलावा, 110 मीटर के एटीसी टावर पर एक स्वचालित मौसम सेंसर और दृश्यता मीटर स्थापित किया गया है, जो सीलोमीटर द्वारा प्रेक्षित की गई ऊंची कोहरे की परतों के निर्माण का अध्ययन करता है।

2.1.10. मॉनसून मिशन-III

मॉनसून मिशन-III (एमएम-III) राष्ट्रीय परियोजना "मॉनसून मिशन" का तीसरा चरण है, जो पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की मिशन-मोड परियोजनाओं में से एक है, जिसका बजट 95.00 करोड़ रुपये है। एमएम-III का मुख्य उद्देश्य लघु, मध्यम, विस्तारित और दीर्घ-अवधि के पूर्वानुमानों के लिए अगली पीढ़ी की निर्बाध पूर्वानुमान प्रणाली विकसित करना है, जिससे जलवायु-संवेदनशील क्षेत्रों में बेहतर निर्णय लेने के लिए समय में सुधार हो सके। इसका उद्देश्य बेहतर लीड

वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएँ (अक्रॉस)

समय के साथ एसिमिलेशन प्रणालियों को बेहतर बनाना है (लघु अवधि: एक्टिविटी के लिए 7 दिनय विस्तारित अवधि: 2 सप्ताह से अधिकय दीर्घ अवधि: सब-डिवीजनों के लिए आगामी ऋतु)। यह परियोजना कृषि, जल विज्ञान, ऊर्जा और स्वास्थ्य में जलवायु अनुप्रयोगों के विकास पर भी ध्यान केंद्रित करती है, तथा बेहतर लघु-स्तरीय और दीर्घ-स्तरीय पूर्वानुमानों के लिए एआई/एमएल और भौतिकी निर्देशित डाटा माइनिंग को एकीकृत करती है।



चित्र 2.1.10. : भारतीय ग्रीष्मकालीन मॉनसून के एक्टिव एवं ब्रेक स्पेल्स के लिए फ्रैक्शन रिकल स्कोर (एफएएसएस)।

इसके अतिरिक्त, एमएम-III शैक्षणिक और अनुसंधान संगठनों के माध्यम से सुसंगत अनुसंधान को बढ़ावा देता है, आईसीएमपीओ (अपने वर्तमान स्वरूप में) और आईएमपीओ (भविष्य में) को समर्थन देता है, तथा भारत और विदेशों में एक्ट्रामूरल रिसर्च को वित्तपोषित करता है। इस चरण में 22 परियोजनाओं को मंजूरी दी गई है, जिनमें 12 राष्ट्रीय, 3 अंतरराष्ट्रीय और 7 शैक्षणिक परियोजनाएं शामिल हैं। इनमें से अधिकांश परियोजनाएं एक वर्ष के भीतर पूरी हो गई हैं, जबकि तीन राष्ट्रीय और सात शैक्षणिक परियोजनाएं नई पहल हैं। इस बहु-संस्थागत कार्यक्रम का प्रबंधन पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के संस्थानों यथा आईआईटीएम के साथ-साथ आईएमडी, एनसीएमआरडब्ल्यूएफ और आईएनसीओआईएस द्वारा किया जाता है।

ऋतुनिष्ठ पूर्वानुमान

एमएम-III की एक प्रमुख उपलब्धि एमएमसीएफएसवी2 का विकास है, जो मॉनसून मिशन जलवायु पूर्वानुमान प्रणाली का एक नया संस्करण है। इस मॉडल ने भारतीय ग्रीष्मकालीन मॉनसून वर्षा के लिए 0.72 का अभूतपूर्व

कौशल हासिल किया है, जिसमें वायुमंडल, महासागर, भूमि सतह और समुद्री बर्फ मॉडल के अद्यतित संस्करण शामिल हैं। अभी पूर्वानुमान और परीक्षण जारी हैं, तथा परिचालन उपयोग के लिए यह प्रणाली शीघ्र ही आईएमडी को सौंप दी जाएगी (चित्र 2.1.10.1.)।

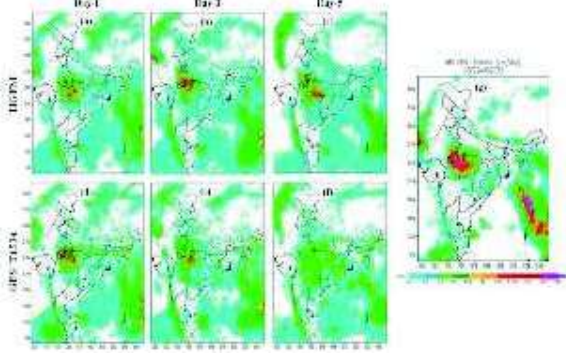
विस्तृत अवधि पूर्वानुमान

एमएम-III के अंतर्गत, विस्तृत अवधि (उप-मौसमी) पूर्वानुमान के लिए बहु-भौतिकी मल्टी-मॉडल समूह पूर्वानुमान प्रणाली, ईआरपीवी2 विकसित की गई है। यह 0.55 के कौशल स्तर के साथ लगभग 25 किमी के विभेदन पर तीन सप्ताह पहले तक के अंतर-मौसमी उतार-चढ़ाव की पूर्वानुमान कर सकते हैं, ब्रेक स्पेल्स की तुलना में एक्टिव स्पेल्स के लिए थोड़ी अधिक सटीकता के साथ। यह प्रणाली ऐसी घटनाओं की संभावनाओं वाले क्षेत्रों में गर्मी और शीत लहर जैसी चरम तापमान स्थितियों का भी विश्वसनीय पूर्वानुमान करती है। ईआरपीवी2 फिलहाल प्रायोगिक है और इसे जल्द ही आईएमडी द्वारा संचालित किया जाएगा।

लघु एवं मध्यम अवधि का पूर्वानुमान

लघु एवं मध्यम अवधि के पूर्वानुमान के लिए, त्रिकोणीय घनीय अष्टफलकीय (टीसीओ) ग्रिड डायनेमिक कोर (जीएफएस-टीसीओ) का उपयोग करते हुए एक इन-हाउस वैश्विक मॉडल विकसित किया गया है। यह अगली पीढ़ी का मॉडल, स्केलेबल है और वैश्विक उष्णदेशीय क्षेत्रों में ~ 6.5 किमी का विभेदन प्रदान करता है, जो जून 2022 से आईआईटीएम में प्रायोगिक मोड में चल रहा है। मॉडल 8वें दिन की वर्षा के पूर्वानुमान (JJAS 2022-2024) के लिए 0.75 का स्थानिक सहसंबंध दर्शाता है, जो परिचालन संस्करण (जीएफएस-टी1534, 12 किमी विभेदन) की तुलना में कौशल में 20% सुधार दर्शाता है। जीएफएस-टीसीओ अत्यधिक वर्षा, उष्णदेशीय चक्रवात पथ और तीव्रता का पूर्वानुमान लगाने में उन्नत कौशल को भी प्रदर्शित करता है, तथा इसमें लगभग 2-3 दिनों का लीड टाइम गेन होता है। मॉनसून ऋतु के दौरान मध्य भारत में भारी वर्षा की घटना के विस्तृत विश्लेषण से पता चला है कि एचजीएफएम महत्वपूर्ण लीड टाइम गेन प्रदान करता है, जो 5 दिन के लीड टाइम पर वर्षा के संकेतों को सटीक रूप से कैप्चर करता है, जबकि जीएफएस-टी1534 उस रेंज पर बहुत कम संकेत देता है (चित्र 2.1.10.2.)।

वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएँ (अक्रॉस)



चित्र 2.1.10.2. : दिनांक 22 अगस्त 2022 को भारी वर्षा की घटना की तुलना एचजीएफएम (ए, बी, सी), जीएफएस टी1534 (डी, ई, एफ) के साथ दिन-1, दिन-3 और दिन-5 के लीड टाइम के लिए आईएमडी जीपीएम (जी) वर्षा के साथ की गई है।

2.1.11. एटमॉस्फेरिक रिसर्च टेस्टबेड

2.1.11.1. रेडार और उपग्रह मौसम विज्ञान: शहरी रेडार नेटवर्क

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव डॉ. एम. रविचंद्रन द्वारा दिनांक 14 सितंबर 2024 को करिअप्पा ऑडिटोरियम, सेना सिनेमा, कोलाबा, मुंबई में "महाराष्ट्र में गंभीर मौसम और मौसम संबंधी सेवाएँ" पर आईएमडी की हितधारक कार्यशाला के दौरान मुंबई महानगर क्षेत्र में भारत के पहले शहरी रेडार नेटवर्क का उद्घाटन किया गया। मुंबई में यह अत्याधुनिक रेडार नेटवर्क शहरी मौसम प्रेक्षण क्षमताओं में एक महत्वपूर्ण छलांग है, जो भारतीय शहरों में खराब मौसम की निगरानी और प्रतिक्रिया के लिए एक नया मानक स्थापित करता है। आईआईटीएम, पुणे ने मुंबई में भारत का पहला शहरी रेडार नेटवर्क स्थापित किया है, जिसके तहत एक्स-बैंड पोलरिमेट्रिक रेडार के चार निकट-अंतर वाले नेटवर्क स्थापित किए गए हैं, जिससे मौसम संबंधी चेतावनियों और प्रतिक्रिया समय में सुधार होगा। पनवेल, वसई-विरार, विले पार्ले और कल्याण डोंबिवली में रणनीतिक रूप से स्थापित नव स्थापित रेडार, मुंबई महानगर क्षेत्र की व्यापक कवरेज प्रदान करते हैं। ये रेडार यह सुनिश्चित करेंगे कि वर्षा की कोई भी घटना अनदेखी या अनदेखी न रह जाए।

2.1.11.2. भारतीय क्षेत्र में डिस्ट्रिमीटर नेटवर्क

भारत सरकार के पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के तहत भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (आईआईटीएम) ने चार भौगोलिक रूप से विविध स्थानों पर अत्याधुनिक डिस्ट्रिमीटर

स्थापित करके भारत की मौसम निगरानी क्षमताओं को बढ़ाया है: पोर्ट ब्लेयर (अंडमान और निकोबार द्वीप समूह), लक्षद्वीप (अरब सागर), अगुम्बे (कर्नाटक), और धर्मशाला (हिमाचल प्रदेश)। ये स्थान क्रमशः उष्णदेशीय समुद्री, भूमध्यरेखीय महासागरीय, गंभीर मानसूनी और पर्वतीय जलवायु को दर्शाते हैं, तथा रेनफॉल माइक्रोफिजिक्स के व्यापक अध्ययन को संभव बनाते हैं। डिस्ट्रिमीटर्स प्रत्येक 30 सेकंड में हाई-विभेदन डेटा एकत्र करते हैं, जिससे विभिन्न स्थलाकृतियों वाले क्षेत्रों में वर्षा प्रक्रियाओं की रियल टाइम पर निगरानी संभव हो पाती है। यह पहल उन्नत मौसम विज्ञान अनुसंधान को समर्थन प्रदान करती है, मौसम पूर्वानुमान मॉडल में सुधार करती है तथा बेहतर आपदा प्रबंधन रणनीतियों में योगदान देती है। विविध भूभागों पर ध्यान केंद्रित करके, आईआईटीएम गंभीर मौसम की घटनाओं की समझ को आगे बढ़ा रहा है, जलवायु परिवर्तनशीलता के प्रति भारत की लचीलापन को मजबूत कर रहा है, और उष्णदेशीय मौसम विज्ञान के लिए अत्याधुनिक प्रौद्योगिकी का लाभ उठाने के लिए अपनी प्रतिबद्धता प्रदर्शित कर रहा है।

2.1.11.3. यूएस पर क्लाउड प्रोब्स का डेमॉन्स्ट्रेशन:

यूएस को क्लाउड ड्रॉपलेट प्रोब (सीडीपी) और लिविड वॉटर कंटेंट (एलडब्ल्यूसी) प्रोब जैसे क्लाउड जांच के साथ-साथ उपयुक्त संशोधनों के साथ विश्वोभ मापने वाले प्रोब, डेटा लॉगिंग सिस्टम और ऑनबोर्ड पावर वितरण प्रणाली के साथ एकीकृत किया गया है। अनुसंधान उड़ानें निचले बादल आधारों में की गईं तथा क्लाउड प्रोब्स का परफॉरमेंस डेमॉन्स्ट्रेट किया गया। उच्च आवृत्ति डेटा एकत्रित और संसाधित किया जाता है। कोहरे और क्लाउड सीडिंग संबंधी प्रयोग करने हेतु आगे अनुसंधान और विकास किया जाएगा।

2.1.12. हाई परफॉरमेंस कंप्यूटिंग सर्विसेज

2.1.12.1 मौसम और जलवायु अनुसंधान के लिए हाई परफॉरमेंस कंप्यूटिंग (एचपीसी) सिस्टम अर्क का शुभारंभ:

अपने वैज्ञानिकों को उन्नत सुविधाएं प्रदान करने के प्रयास में, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने दो स्थानों पर अपने एचपीसी इंफ्रास्ट्रक्चर को बेहतर बनाया है: भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (आईआईटीएम), पुणे, और राष्ट्रीय मध्यम अवधि मौसम पूर्वानुमान केंद्र (एनसीएमआरडब्ल्यूएफ), नोएडा। उन्नत क्षमताओं में, एनसीएमआरडब्ल्यूएफ में 24 पेटाबाइट स्टोरेज के साथ 8.24 पेटाफ्लॉप्स के एक्सेलरेटर, तथा आईआईटीएम में 33 पेटाबाइट स्टोरेज के साथ 11.77

वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएँ (अक्रॉस)

पेटाफ्लॉप्स के एक्सेलरेटर, तथा आईआईटीएम, पुणे में समर्पित 1.9 पेटाफ्लॉप्स एआई/एमएल प्रणाली शामिल हैं। आईआईटीएम में "एआरकेए" और एनसीएमआरडब्ल्यूएफ में "अरुणिका" एचपीसी सिस्टम, जिन्हें मौसम और जलवायु अनुसंधान के लिए डिजाइन किया गया है, का उद्घाटन भारत के माननीय प्रधानमंत्री श्री नरेंद्र मोदी द्वारा दिनांक 26 सितंबर 2024 को वीडियो कॉन्फ्रेंस के माध्यम से किया गया। यह पहल मौसम विज्ञान अनुप्रयोगों के लिए भारत की कम्प्यूटेशनल क्षमता में एक महत्वपूर्ण प्रगति का प्रतीक है।

यह प्रणाली विभिन्न हितधारकों के लिए अंतिम-मील सेवाओं को बढ़ाने के लिए आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (एआई) और मशीन लर्निंग (एमएल) जैसी अत्याधुनिक तकनीकों का उपयोग करने वाले मॉडल के विकास का समर्थन करेगी। नए एचपीसी के साथ, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय 6 किमी ग्रिड आकार के हाई विभेदन पर वैश्विक मौसम पूर्वानुमान दे सकता है। क्षेत्रीय मॉडल भारतीय क्षेत्र में 1 किमी या उससे भी कम के बेहतर विभेदन की सुविधा प्रदान करेंगे। इन उन्नत मॉडलों का उद्देश्य उष्णदेशीय चक्रवातों, भारी वर्षा, आंधी, ओलावृष्टि, गर्म हवाएं, सूखे आदि के पूर्वानुमानों की सटीकता में लीड टाइम के साथ सुधार करना है।



चित्र 2.1.12.1.: अरुणिका एचपीसी का उद्घाटन

2.1.13. गर्ज के साथ तूफान संबंधी डायनामिक्स

तड़ित लोकेशन नेटवर्क (LLN) बिजली गिरने की घटनाओं के बारे में महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करता है, इसे दूर-दराज के क्षेत्रों और अत्यधिक बिजली गिरने की आशंका वाले क्षेत्रों में 13 सेंसर लगाकर मजबूत किया गया है। ये सेंसर ओडिशा (बेरहामपुर, क्यौंझर, अंगुल और बलांगीर); यूपी (हमीरपुर, सुल्तानपुर); सांसद (जबलपुर); असम (तेजपुर); मणिपुर (इम्फाल); गुजरात (भुज; राजकोट); कर्नाटक (चित्रादुर्ग, गडग) में जोड़े गए हैं। इसके साथ ही, कुल 92 सेंसरों को एलएलएन नेटवर्क से जोड़ दिया गया है तथा आईआईटीएम, पुणे के केंद्रीय प्रोसेसर के साथ एकीकृत कर दिया गया है। तड़ित लोकेशन से संबंधित नेटवर्क डेटा को आईएमडी और एनसीएमआरडब्ल्यूएफ के साथ रियल टाइम में साझा किया जा रहा है ताकि इसे उनके पूर्वानुमान मॉडल में शामिल किया जा सके। संबंधित राज्यों के मौसम संबंधी अलर्ट में बिजली संबंधी अलर्ट तैयार करने के लिए आंध्र प्रदेश, ओडिशा, उत्तराखंड, उत्तर प्रदेश और तमिलनाडु के एनडीएमए और एसडीएमए के साथ भी बिजली गिरने संबंधी डेटा साझा किया जाता है। (चित्र 2.1.13.1)

2.1.13.1. तड़ित लोकेशन नेटवर्क के लिए दामिनी मोबाइल ऐप:

माननीय गृह मंत्री और पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के निर्देशानुसार थंडरस्टॉर्म डायनेमिक्स परियोजना के अंतर्गत, बिजली गिरने के अलर्ट के लिए दामिनी मोबाइल ऐप को अपडेट किया गया है। यह ऐप अब आठ और भाषाओं यथा संस्कृत, संथाली, मिताली, नेपाली, मणिपुरी, बोडो, सिंधी और डोगो में उपलब्ध है। इस अद्यतन के साथ, दामिनी ऐप सभी भाषाओं में उपलब्ध है जो हमारे संविधान की 8वीं अनुसूची में शामिल हैं।

2.1.13.2 वायुमंडलीय विद्युत वेधशाला

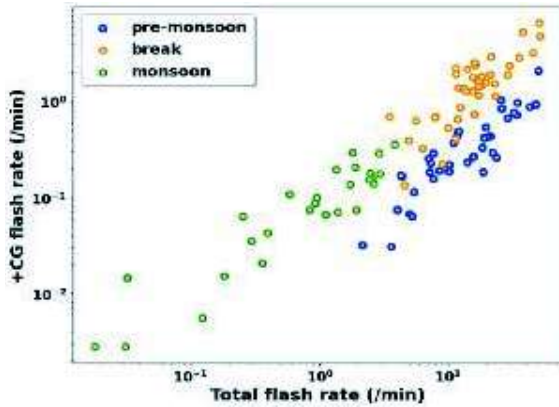
आईआईटीएम स्थापना दिवस 2024 पर आईआईटीएम में वायुमंडलीय विद्युत वेधशाला का नाम बदलकर डॉ. ए.के. कामरा वायुमंडलीय विद्युत वेधशाला कर दिया गया है, यह डॉ. ए.के. कर्मा के नाम पर रखा गया है, जिन्होंने वायुमंडलीय विद्युत मापदंडों के लिए विभिन्न माप उपकरणों को डिजाइन और निर्माण करके वेधशाला के विकास में महत्वपूर्ण योगदान दिया था।

दिनांक 24 जून 2024 को बिजली और तूफान अध्ययन के क्षेत्र में सहयोग के लिए आईआईटीएम, पुणे और शिक्षा और अनुसंधान (MhEM टू बी यूनिवर्सिटी), भुवनेश्वर के बीच समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए गए।

वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण, विज्ञान और सेवाएँ (अक्रॉस)

भारतीय क्षेत्र में बिजली गिरने के भू-आधारित प्रेक्षण से पता चलता है कि ग्रीष्मकालीन मॉनसून ऋतु में विराम अवधि के दौरान, सकारात्मक ध्रुवता वाली सीजी बिजली की चमक, मॉनसून—पूर्व दिनों की तुलना में नाटकीय रूप से बढ़ जाती है। यद्यपि सकारात्मक ध्रुवता वाली CG बिजली, अपने नकारात्मक समकक्ष की तुलना में विरलता के लिए जानी जाती है, भारतीय ग्रीष्मकालीन मॉनसून ऋतु (विराम दिवस) के दौरान, कुल CG बिजली का लगभग 25% सकारात्मक ध्रुवता वाला पाया जाता है। इससे पता चलता है कि +CG तड़ित उतनी दुर्लभ नहीं है जितनी पहले सोचा गया था। चूंकि +CG तड़ित को -CG तड़ित की तुलना में अधिक खतरनाक क्षमता के लिए जाना जाता है, इसलिए +CG तड़ित उत्पन्न करने वाले तूफानों की सूक्ष्मभौतिक और डायनामिक विशेषताओं को समझना बहुत महत्वपूर्ण है। आर्द्र मौसम में, अधिकांश तूफान मिश्रित चरण क्षेत्र में अत्यधिक उच्च अतिशीतित तरल जल के साथ घटित होते हैं। ये तूफान एक इनवर्टेड चार्ज स्ट्रक्चर का प्रदर्शन कर सकते हैं, जहां मध्य घनात्मक आवेश क्षेत्र तथा निचला ऋणात्मक आवेश केंद्र उच्च +CG तड़ित चार्ज के लिए जिम्मेदार होता है।

लॉग-लॉग प्लॉट पर क्रमशः मॉनसून (हरे रंग के वृत्त में), ब्रेक (नारंगी रंग के वृत्त में) और प्री-मॉनसून (नीले रंग के वृत्त में) के लिए कुल तड़ित फ्लैश रेट (/मिनट) के एक फंक्शन के रूप में दैनिक औसत सकारात्मक बादल-से-भूमि (+CG) तड़ित फ्लैश रेट (/मिनट)।



चित्र 2.1.13.1. : लॉग-लॉग प्लॉट पर क्रमशः मॉनसून (हरे रंग के वृत्त में), ब्रेक (नारंगी रंग के वृत्त में) और प्री-मॉनसून (नीले रंग के वृत्त में) के लिए कुल तड़ित फ्लैश रेट (/मिनट) के एक फंक्शन के रूप में दैनिक औसत सकारात्मक बादल-से-भूमि (+CG) तड़ित फ्लैश रेट (/मिनट)।

दिनांक 02-07 जून 2024 के दौरान भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM), पुणे, भारत में एक अंतर्राष्ट्रीय कार्यशाला "स्ट्रैटोस्फियर-ट्रोपोस्फियर इंटरैक्शन और मॉनसून मौसम की चरम स्थितियों की पूर्वानुमान (STIPMEX)" आयोजित की गई। कार्यशाला को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, भारत सरकार, WMO, WWRP, WCRP, APARC, ACAM, WGTMR, फोर्सचुंगजेन्ट्रम जूलिच, जर्मनी एवं एसएसआईआरसी द्वारा समर्थित किया गया था। इस कार्यशाला का उद्देश्य समताप मंडल-क्षोभमंडल युग्मन प्रक्रियाओं और चरम के सभी प्रेक्षण/मॉडलिंग पहलुओं को बढ़ावा देना था

एशियाई ग्रीष्मकालीन मॉनसून से जुड़ी मौसम संबंधी घटनाएँ। विश्व भर के कई विशेषज्ञों ने इन तथा संबंधित विषयों पर विचार-विमर्श किया, जिसके परिणामस्वरूप विश्व भर के विभिन्न संस्थानों में ज्ञान का आदान-प्रदान हुआ। (चित्र 2.1.13.2.)



चित्र 2.1.13.2. : आईआईटीएम हब में STIPMEX, 2024 सम्मेलन के प्रतिभागी।

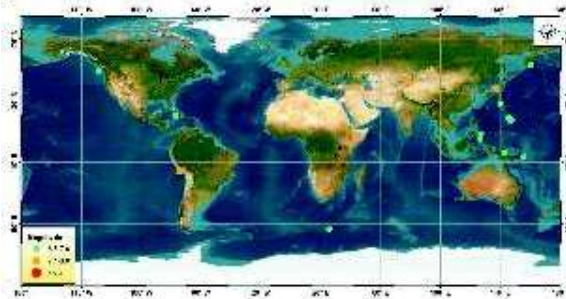
अध्याय-2.2

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

केंद्रीय क्षेत्र की योजना महासागर सेवाएँ मॉडलिंग अनुप्रयोग और संसाधन प्रौद्योगिकी (ओस्मार्ट) मुख्य रूप से समुद्र विज्ञान सेवाएँ, अनुसंधान और प्रौद्योगिकी विकास गतिविधियाँ प्रदान करती है। ये गतिविधियाँ हमारे महासागरों के निरंतर प्रेक्षण के आधार पर पूर्वानुमान और सेवाएँ प्रदान करने, हमारे महासागरीय संसाधनों (सजीव और निर्जीव दोनों) के सतत दोहन के लिए प्रौद्योगिकियों और अन्वेषण सर्वेक्षणों के विकास और महासागर विज्ञान में अग्रणी अनुसंधान को बढ़ावा देने से संबंधित हैं। मंत्रालय के स्वायत्त/संबद्ध संस्थान, जैसे राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान (एनआईओटी), चेन्नईय भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केंद्र (इंकोइस), हैदराबाद; राष्ट्रीय ध्रुवीय और महासागर अनुसंधान केंद्र (एनसीपीओआर), गोवा, समुद्री सजीव संसाधन और पारिस्थितिकी केंद्र (सीएमएलआरई), कोच्चिय और राष्ट्रीय तटीय अनुसंधान केंद्र (एनसीसीआर), चेन्नई के साथ-साथ अन्य राष्ट्रीय संस्थान इस योजना को क्रियान्वित करते हैं। आवश्यक सर्वेक्षण और तकनीकी प्रदर्शन मंत्रालय के समुद्र विज्ञान और तटीय अनुसंधान जहाजों के माध्यम से किए जाते हैं, जिन्हें योजना के तहत संचालित और बनाए रखा जाता है।

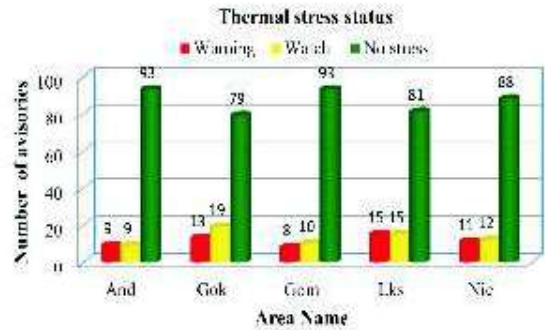
2.2. महासागर सेवाएँ

2.2.1. सुनामी पूर्व चेतावनियां : इंकोइस में भारतीय सुनामी पूर्व चेतावनी केंद्र (ITEWC) ने रिपोर्ट की अवधि के दौरान 18 भूकंपों (≥6-5 तीव्रता) की निगरानी की, जिसमें हिंद महासागर में एक भूकंप भी शामिल है। सभी मामलों में, ITEWC ने भारत के लिए सुनामी का कोई खतरा नहीं बताया। हिंद महासागर के लिए सुनामी सेवा प्रदाता (TSP) होने के नाते, ईमेल, GTS, फ़ैक्स और एसएमएस के माध्यम से 26 हिंद महासागर रिम देशों और IOC को आवश्यक बुलेटिन भी भेजे गए।



चित्र 2.2.1. : रिपोर्टिंग अवधि के दौरान आए > 6-5 मेगावॉट तीव्रता वाले भूकंप के स्थान

2.2.2. कोरल ब्लीचिंग अलर्ट सिस्टम: कोरल ब्लीचिंग अलर्ट सिस्टम (सीबीएस) ने जनवरी से नवंबर 2024 के दौरान 111 परामर्शिकाएं जारी की। इन परामर्शों में हॉट स्पॉट (एचएस) और हीटिंग सप्ताह की डिग्री (डीएचडब्ल्यू) शामिल हैं, जिनका अनुमान द्वि-साप्ताहिक आधार पर उपग्रह डेटा से प्राप्त एसएसटी विसंगतियों का उपयोग करके लगाया गया है। अंडमान (एएनडी), निकोबार (एनआईसी), कच्छ की खाड़ी (जीओके), मन्नार की खाड़ी (जीओएम) और लक्षद्वीप (एलकेएस) के पांच स्थानों के लिए हॉटस्पॉट की 15 चेतावनियाँ और 19 निगरानी अलर्ट देखे गए।



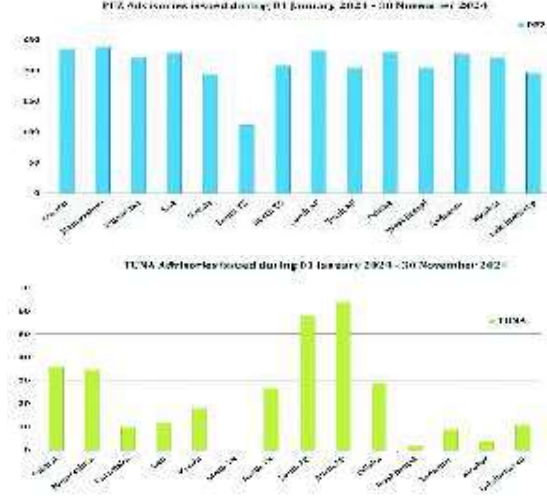
चित्र 2.2.2. : रिपोर्ट की अवधि के दौरान उत्पन्न कोरल ब्लीचिंग परामर्शिकाओं की कुल संख्या और उनकी चेतावनी स्थिति।

2.2.3 शैवाल प्रस्फुटन सूचना सेवाएं: इंकोइस शैवाल प्रस्फुटन सूचना सेवाएं (एबीआईएस) उत्तर हिंद महासागर के जल में दैनिक आधार पर शैवाल प्रस्फुटन की लगभग वास्तविक समय स्थिति प्रदान करने के लिए MODIS-Aqua द्वारा पुनःप्राप्त महासागर रंग डेटा का उपयोग करती है। ऐतिहासिक रूप से बार-बार होने वाली घटनाओं के आधार पर, चार प्रस्फुटन हॉटस्पॉट (उत्तर-पूर्वी अरब सागर, केरल तट, मन्नार की खाड़ी और गोपालपुर तट) की पहचान की गई है और ABIS का उपयोग करके उनकी निगरानी की जा रही है। 329 दिनों के उत्पाद तैयार किए गए, जिनमें से 15 दिनों के अलर्ट जारी किए गए।

2.2.4. संभावित मत्स्य पालन क्षेत्र (पीएफजेड) और टूना पीएफजेड परामर्श: इंकोइस ने उपग्रह से प्राप्त समुद्री सतह के तापमान (एसएसटी), क्लोरोफिल सांद्रता, पानी की स्पष्टता और समुद्र स्तर का उपयोग करके संभावित मत्स्य पालन क्षेत्रों (पीएफजेड) पर परामर्श देना जारी रखा जनवरी से नवंबर 2024 तक, कुल 335 दिनों में से 319 दिनों पर बहुभाषी संभावित मत्स्य पालन क्षेत्र (पीएफजेड)

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

परामर्श जारी किया गया, जबकि 129 दिनों पर येलोफिन टूना परामर्श प्रदान किया गया।

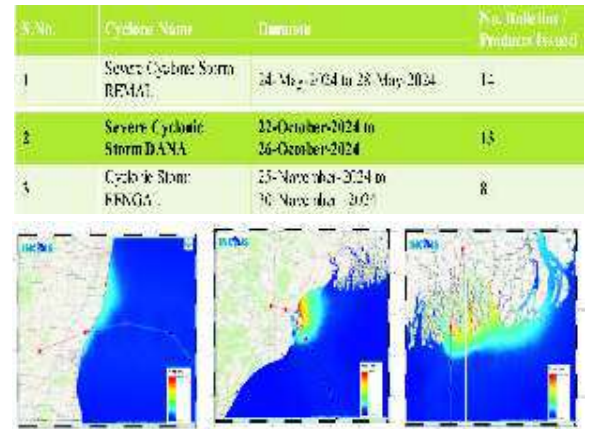


चित्र 2.2.4. : जनवरी-नवंबर, 2024 के दौरान जारी किए गए PFZ और टूना PFZ परामर्शों की संख्या

2.2.5. महासागरीय स्थिति पूर्वानुमान (OSF) सेवाएँ: इंकॉइस ने पूरे समय के दौरान दैनिक परिचालन महासागरीय स्थिति पूर्वानुमान (OSF) को निर्बाध रूप से जारी किया, जिसमें विभिन्न क्षेत्रीय और तटीय क्षेत्रों को कवर करते हुए लहरों, हवाओं, धाराओं, ज्वार, SST, MLD, D20 के आवश्यक महासागरीय मापदंडों को शामिल किया गया। इसके अलावा, चक्रवात/अवसादन की स्थितियों की निगरानी की, INCOIS-IMD संयुक्त बुलेटिन जारी किए और उपयोगकर्ता समुदायों को कई तरीकों से चेतावनियाँ प्रसारित कीं। आपदा प्रबंधन प्राधिकरणों, मछुआरों, बंदरगाहों और बंदरगाहों, समुद्र में चलने वाले जहाजों, अपतटीय उद्योगों और रक्षा अधिकारियों जैसे विशिष्ट उपयोगकर्ताओं को बहु-जोखिम की प्रारंभिक चेतावनी सेवाएँ प्रदान की गई हैं। हिंद महासागर से दक्षिण एशिया हाइड्रोमेट फोरम (SAHF) के लिए महासागरीय स्थिति पूर्वानुमान जानकारी की साप्ताहिक ब्रीफिंग प्रदान की गई। क्षेत्रीय एकीकृत बहु-जोखिम प्रारंभिक चेतावनी प्रणाली (RIMES) SAHF का प्रशासन करती है और हर गुरुवार को SAHF पूर्वानुमानकर्ता फोरम का आयोजन करती है। इंकॉइस ने (i) डब्ल्यूएमओ ढांचे के तहत हिंद महासागर के लिए क्षेत्रीय विशिष्ट मौसम विज्ञान केंद्र (आरएसएमसी) सेवाएँ, (ii) प्रशांत द्वीप समूह देशों, (iii) RIMES सदस्य राज्यों, (iv) कोलंबो सुरक्षा सम्मेलन, आदि को भी समुद्री सेवाएँ प्रदान कीं।

2.2.6. चरम मौसम की घटनाएँ: इंकॉइस ने संख्यात्मक मॉडल, इन-सीटू और उपग्रह प्रेक्षणों का उपयोग करके चरम मौसम की घटनाओं के दौरान निकटवर्ती क्षेत्र के साथ-साथ दूर के तट पर लहर, हवा, समुद्र स्तर और वर्तमान व्यवस्था की निरंतर निगरानी की। रिपोर्टिंग अवधि के दौरान इंकॉइस-आईएमडी संयुक्त बुलेटिन उपयोगकर्ताओं और हितधारकों को प्रसारित किए गए। रिपोर्टिंग अवधि के दौरान दो गंभीर चक्रवाती तूफान (एससीएस) यानी 24-05-2024 से 28-05-2024 के दौरान एससीएस-रेमल, 22-10-2024 से 26-10-2024 के दौरान एससीएस-दाना देखे गए।

2.2.7. तूफान महोर्मि पूर्व चेतावनी सेवाएँ: इंकॉइस ने 02 अत्यंत गंभीर चक्रवाती तूफानों और 01 चक्रवाती तूफान की सफलतापूर्वक निगरानी की और भारत मौसम विज्ञान विभाग (आईएमडी) के माध्यम से समय पर तूफानी लहर और जलप्लावन का परामर्श जारी किया।



चित्र 2.2.7. : एससीएस रेमल, एससीएस दाना और सीएस फेंगल के लिए क्रमशः तूफान महोर्मि का पूर्वानुमान

2.2.8. स्फीति महोर्मि : इंकॉइस ने 04 और 05 मई 2024 को केरल, दक्षिण तमिलनाडु और लक्षद्वीप को लहरों के बढ़ने की चेतावनी जारी की। केरल से प्राप्त रिपोर्ट के अनुसार, निचले इलाकों में बाढ़ आ गई और कुछ बिखरे हुए तटीय जिलों में नुकसान की सूचना मिली। वेव राइडर बुवॉय और मूर्ड बुवॉय प्रेक्षणों से यह स्पष्ट था कि लहरों की अवधि 20-25 सेकंड और लहरों की ऊँचाई 1.2-2.8 मीटर थी, जैसा कि मॉडल द्वारा पूर्वानुमानित किया गया था। यह इंकॉइस की सफलता की कहानी थी क्योंकि यह प्रेक्षणों/मॉडलों के माध्यम से समुद्री स्थितियों की निगरानी कर सकता था और तटीय राज्यों को पहले से चेतावनी दे सकता था। लहरों के बढ़ने की घटनाएँ अक्टूबर 2024 में भी हुईं और इंकॉइस ने समय पर और सटीक चेतावनी/अलर्ट प्रदान किए। इसके

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

अलावा, इंकॉइस ने हितधारकों को खोज और बचाव, तेल रिसाव प्रक्षेप पथ, छोटे जहाज और समुद्री लू परामर्श भी प्रदान किया।

2.2.9. ENSO आउटलुक (नई सेवा): INCOIS ने 05 जून 2024 को मासिक एल नीनो दक्षिणी दोलन (ENSO) आउटलुक बुलेटिन जारी करने की एक नई सेवा शुरू की। अब तक 06 मासिक बुलेटिन जारी किए गए हैं। यह बुलेटिन प्रशांत महासागर की वर्तमान स्थिति और आगामी मौसमों में एल नीनो/धला नीना स्थितियों के विकास पर एक दृष्टिकोण को रेखांकित करता है। बुलेटिन अगले 8 महीनों की अवधि के लिए एल नीनो से ला नीना स्थितियों की संभावना प्रदान करता है।

2.2.10. परामर्श परियोजनाएँ: इंकॉइस ने प्रचालन समुद्र विज्ञान और समुद्री मौसम संबंधी परामर्श परियोजनाओं को जारी रखा। प्रमुख परियोजनाओं में मई 2023 में अदानी विज्ञानजाम पोर्ट के लिए एक दिशात्मक वेव राइडर बुवॉय के साथ लहर और वर्तमान विश्लेषण, अप्रैल 2024 से मुलप्पाडु पोर्ट पर मेसर्स विश्वसमुद्र के लिए लहर, हवा और प्रफुल्लता का पूर्वानुमान और मेसर्स मैकडरमोट (मई-जून 2024) के लिए केजी बेसिन संचालन के लिए पूर्वानुमान और जलवायु संबंधी प्रवृत्ति विश्लेषण शामिल थे। नौका संचालन (अक्टूबर-नवंबर 2024) के लिए नॉटिलस शिपिंग को लहरों और हवाओं के पूर्वानुमान प्रदान किए गए। विभिन्न ग्राहकों के लिए छोटी-मोटी परियोजनाएं और डेटा डिलीवरी भी पूरी की गईं।

2.2.11. सूचना, संचार और प्रौद्योगिकी (ICT) सेवाएं
i. तरंग-वास्तविक समय परिचालन समुद्र विज्ञान और सेवाओं के लिए उच्च प्रदर्शन कंप्यूटिंग प्रणाली: पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के माननीय सचिव डॉ. एम रविवंद्रन ने इंकॉइस द्वारा अधिग्रहित प्रचालन महासागर सेवाओं के लिए तैयार उच्च प्रदर्शन कंप्यूटिंग (HPC) प्रणाली "तरंग" का उद्घाटन किया। तरंग की कंप्यूटिंग क्षमता लगभग 1 पेटाफ्लॉप्स होगी, जिसमें 2 पेटा बाइट स्टोरेज और 3 पेटा बाइट आर्काइव स्टोरेज होगा। इसके अतिरिक्त, आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस और मशीन लर्निंग (AI/ML) अनुप्रयोगों के लिए 15.5 पेटाफ्लॉप्स की क्षमता वाला एक समर्पित स्टैंडअलोन सिस्टम है। पूरा सिस्टम पावर सिस्टम (DG सेट, UPS सिस्टम, ट्रांसफॉर्मर) और HVAC सिस्टम द्वारा समर्थित है।



चित्र 2.2.11.i. : माननीय सचिव, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा "तरंग" का उद्घाटन

ii. इंकॉइस में उन्नत नेटवर्क ऑपरेशंस सेंटर सिस्टम (NOC) से लैस सिनर्जिस्टिक ओशन ऑब्जर्वेशन प्रेडिक्शन सर्विसेज (सिनर्जिस्टिक ओशन ऑब्जर्वेशन प्रेडिक्शन सर्विसेज) की स्थापना: इंकॉइस में सिनर्जिस्टिक ओशन ऑब्जर्वेशन प्रेडिक्शन सर्विसेज की स्थापना एकीकृत महासागर सेवाओं के क्षेत्र में एक बड़ी उपलब्धि का प्रतिनिधित्व करती है। 14 फरवरी, 2024 को पृथ्वी विज्ञान मंत्री, श्री किरन रिजिजू द्वारा आधिकारिक रूप से राष्ट्र को समर्पित, इस अत्याधुनिक केंद्र को 70 दिनों के प्रभावशाली समय में विकसित किया गया था। 10,000 वर्ग फुट के शेल क्षेत्र को पूरी तरह से अनुकूलित प्रचालन सुविधा में परिवर्तित करते हुए, सिनर्जिस्टिक ओशन ऑब्जर्वेशन प्रेडिक्शन सर्विसेज (सिनर्जिस्टिक ओशन ऑब्जर्वेशन प्रेडिक्शन सर्विसेज) ने तीव्र

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

और प्रभावी परियोजना निष्पादन का प्रमाण प्रस्तुत किया है। यह सुविधा साइंस ऑन स्फीयर (SOS) प्रणाली से लैस है, जो इंकोइस महासागर डेटा के उन्नत विजुअलाइजेशन की अनुमति देती है।

और प्रसंस्करण सुविधा का उद्घाटन 3 फरवरी, 2024 को नीति आयोग के सदस्य डॉ. वी. के. सारस्वत ने किया। यह सुविधा NOAA श्रृंखला (NOAA-18, NOAA-19, NOAA-20, NOAA-21) और METOP श्रृंखला (METOP-B और



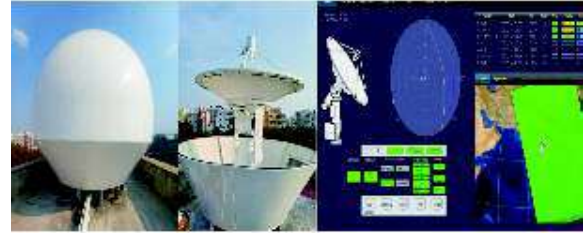
चित्र 2.2.11.ii. : माननीय पृथ्वी विज्ञान मंत्री, श्री किरेन रिजिजू इंकोइस में SynOPS का उद्घाटन करते हुए

iii. अन्य महत्वपूर्ण उपलब्धियाँ

- भारतीय महासागर क्षेत्रीय दशक सम्मेलन (IOCON-24) का इंकोइस द्वारा सफलतापूर्वक आयोजन किया गया।
- इंकोइस रजत जयंती समारोह के भाग के रूप में विभिन्न कार्यक्रमों के लिए एक समर्पित वेब एप्लिकेशन विकसित किया गया है, जिसमें सोशल मीडिया अभियान, ब्राइंग प्रतियोगिता, विज्ञान प्रदर्शनी, प्रश्नोत्तरी प्रतियोगिता, खेल टूर्नामेंट, कार्यशालाएँ/सम्मेलन, ऑनलाइन सम्मेलन, स्वच्छ भारत पहल और छात्र दौरे शामिल हैं।
- MoES, INCOIS, IMD, NCESS, NCMRWF, IMD, CMLRE और NIOT में विभिन्न पदों के लिए ऑनलाइन भर्ती पोर्टल

iv. 2.4m X/L बैंड एंटीना की स्थापना: इंकोइस ने NOAA और METOP श्रृंखला के उपग्रहों से डेटा और Oceansat-3, SARAL, HOPS और ANGELS से ARGOS पेलोड डेटा प्राप्त करने के लिए 2.4m X/L बैंड एंटीना की सफलतापूर्वक स्थापना की। एक्स-एल बैंड डेटा अधिग्रहण

METOP-C) से उपग्रहों को सफलतापूर्वक ट्रैक और प्राप्त करती है। PFZ टीम INCOIS प्रचालन सेवाओं के लिए ग्राउंड स्टेशन से एकत्र किए गए डेटा का उपयोग करती है। इसके अतिरिक्त, Oceansat-3, ANGELS और HOPS श्रृंखला के उपग्रहों से ARGOS डेटा को इंकोइस समझौता ज्ञापन (MoU) के हिस्से के रूप में KINEIS के साथ साझा किया जाता है।



चित्र : 2.2.11.iv. मीटर X/L बैंड एंटीना और सिएटलाइट ट्रैकिंग और प्रोसेसिंग सिस्टम

v. डिजिटल ओशन

डिजिटल ओशन (www.do.incois.gov.in) समुद्र विज्ञान

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

समुदाय के बीच समुद्र विज्ञान संबंधी डेटा विश्लेषण, विजुअलाइजेशन और उपलब्ध डेटा (इन-सीटू और स्थानिक) को डाउनलोड करने के लिए एक इंटरैक्टिव टूल के रूप में लोकप्रियता हासिल कर रहा है। दिसंबर, 2024 तक, प्लेटफॉर्म पर 929 पंजीकृत उपयोगकर्ता हैं, जिनमें 2024 में 25 नए पंजीकरण शामिल हैं। कुल 478 कार्यस्थल बनाए गए हैं, जिनमें से 22 इस वर्ष जोड़े गए, जिसमें 301 उपयोगकर्ता शामिल हैं जिन्होंने कार्यस्थल बनाए हैं, जिसमें 2024 में 8 नए उपयोगकर्ता शामिल हैं।

2.2.2. महासागर प्रेक्षण, मॉडलिंग और अनुसंधान

2.2.2.1. महासागर प्रेक्षण नेटवर्क: 15 वेव राइडर बॉय, 2 तटीय बीजीसी वेधशालाएं, 34 स्वचालित मौसम स्टेशन, 36 टाइड गेज, 32 जीएनएसएस स्टेशन, 33 एसएमए स्टेशन, पूर्वी द्वीप में एक नई स्थापना के साथ अंडमान और निकोबार द्वीपसमूह, 16 तटीय एडीसीपी नेटवर्क, 2 इन्वेटोरियल करंट मीटर, 3 एक्सबीटी/एक्ससीटीडी ट्रांसेक्ट के साथ सतत प्रेक्षण नेटवर्क, इसके अलावा, महासागर प्रेक्षण नेटवर्क कार्यक्रम के तहत रिपोर्टिंग अवधि के दौरान 27 डायरेक्शनल वेव स्पेक्ट्रा बैरोमेट्रिक ड्रिफ्टर (डीडब्ल्यूएसबीडी), 7 स्वदेशी एसवीपी ड्रिफ्टर और 31 आर्गो फ्लोट तैनात किए गए। भारतीय तट और लक्षद्वीप तथा अंडमान और निकोबार द्वीपसमूह के साथ 15 टाइड गेज स्टेशनों पर GNSS की स्थापना का काम प्रगति पर है। इसके अलावा, इस अवधि के दौरान बंगाल की खाड़ी में 88.47 डिग्री पूर्व और अरब सागर में 67 डिग्री पूर्व में चार ग्लाइडर ट्रांसेक्ट बनाए गए।

2.2.2.2. अरब सागर में EKAMSAT फील्ड अभियान: अरब सागर विभिन्न स्थानिक-समय पैमानों पर हिंद महासागर क्षेत्र में जलवायु पैटर्न को आकार देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। अरब सागर के बढ़ते वैज्ञानिक महत्व को पहचानते हुए, भारत और संयुक्त राज्य अमेरिका के बीच एक संयुक्त अनुसंधान पहल तैयार की गई, जिसका शीर्षक "विज्ञान और उन्नत प्रशिक्षण के माध्यम से अरब सागर के समुद्री पर्यावरण के ज्ञान को बढ़ाना" (EKAMSAT) था। इस कार्यक्रम के हिस्से के रूप में, INCOIS ने 26 जून से 15 जुलाई, 2024 तक मैंगलोर से तूतीकोरिन तक पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के अनुसंधान पोत सागर निधि (SN191) पर अरब सागर में तीन सप्ताह लंबा वैज्ञानिक परिभ्रमण किया (चित्र 2.2.2.2.)।



चित्र 2.2.2.2. : (EKAMSAT)। SN191 क्रूज के दौरान ट्रैक और प्रेक्षण संबंधी गतिविधियाँ

2.2.3. महासागर मॉडलिंग और डेटा असिमिलेशन

i. ENSO आउटलुक बुलेटिन का विकास: इंकाइस ने 16 महीने तक के लीड टाइम के साथ एल नीनो-दक्षिणी दोलन (ENSO) आउटलुक जारी करने के लिए एक संभाव्य ढांचे के भीतर उन्नत मशीन लर्निंग मॉडलिंग को भी अपनाया है। यह अभिनव दृष्टिकोण INCOIS को हितधारकों (आपदा प्रबंधन अधिकारियों, परिचालन महासागर सेवाओं (OOS) उपयोगकर्ताओं, तेल और शिपिंग उद्योग, मीडिया और संबंधित संगठनों) को ENSO स्थितियों की प्रारंभिक चेतावनियाँ और पूर्वानुमान प्रदान करने की अनुमति देता है, जो ENSO चरणों से जुड़ी संभावित जलवायु विसंगतियों जैसे सूखा, बाढ़ और अन्य चरम मौसम की घटनाओं को समझने के लिए महत्वपूर्ण हैं। मशीन लर्निंग तकनीकों का लाभ उठाकर, INCOIS बड़े डेटासेट को एकीकृत कर सकता है और अपने ENSO पूर्वानुमानों की सटीकता और विश्वसनीयता में सुधार कर सकता है, जिससे हितधारकों को जोखिमों का प्रबंधन करने और बदलती समुद्री और जलवायु स्थितियों के अनुकूल होने के लिए अधिक सूचित निर्णय लेने में मदद मिलती है।

ii. सतही pCO₂ डेटा उत्पाद का विकास: बंगाल की खाड़ी (BoB) के लिए समुद्र-सतह pCO₂ की स्थानिक और लौकिक परिवर्तनशीलता को समझने में पर्याप्त प्रेक्षणों की कमी एक बाधा रही है। BoB से मौजूदा मशीन लर्निंग (ML) उत्पादों में सीमित संख्या में प्रेक्षणों के परिणामस्वरूप अक्सर उच्च पूर्वानुमान त्रुटियाँ होती हैं। बंगाल की खाड़ी में pCO₂ परिवर्तनशीलता को नियंत्रित करने वाले खुले और तटीय महासागर pCO₂ मापों और सहसंबद्ध चरों की एक महत्वपूर्ण संख्या का उपयोग करके एक ML-आधारित

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

उच्च-रिज़ॉल्यूशन (1/12°) जलवायु डेटा उत्पाद (जिसे INCOIS-ReML के रूप में जाना जाता है) विकसित किया गया है, जो बंगाल की खाड़ी के लिए सतही जलवायु (औसत स्थिति) pCO₂ और संबंधित वायु-समुद्र CO₂ प्रवाह प्रदान करता है। इस डेटा उत्पाद से शोधकर्ताओं को BoB के स्रोत/सिंक व्यवहार को अलग करने में मदद मिलने की उम्मीद है, जो अनिवार्य रूप से बदलते पर्यावरण में हिंद महासागर के कार्बन बजट में सुधार करता है।

2.2.4. अनुप्रयुक्त अनुसंधान

i. महासागर ऊर्जा एटलस का विमोचन: एकीकृत महासागर ऊर्जा एटलस का उद्घाटन 13 सितंबर 2024 को किया गया। एटलस एक व्यापक संसाधन का प्रतिनिधित्व करता है जो सौर, पवन, लहर, ज्वार, धाराओं, महासागर तापीय और लवणता ढाल सहित भारत की महासागर ऊर्जा क्षमता को दर्शाता है। इंकॉइस द्वारा विकसित, इसका उद्देश्य स्थायी ऊर्जा समाधानों को बढ़ावा देना और आर्थिक विकास को प्रोत्साहित करना है। एटलस को आधिकारिक तौर पर पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के माननीय सचिव डॉ एम रविचंद्रन द्वारा 22 अक्टूबर 2024 को जारी किया गया है।



चित्र 2.2.4.i. : एकीकृत महासागर ऊर्जा एटलस का उद्घाटन और शुभारंभ

ii. इंकॉइस फीडबैक ऐप (FISH): नागरिक विज्ञान आधारित मत्स्य पालन डेटा संग्रह के लिए इंकॉइस फीडबैक

ऐप को तटीय भाषाओं के लिए बहुभाषी समर्थन के साथ उन्नत किया गया, जिससे मछली पकड़ने वाले समुदायों के लिए महासागर अनुसंधान का हिस्सा बनने की पहुँच बढ़ गई।

iii. जल गुणवत्ता नाउकार्स्टिंग सिस्टम (WQNS): WQNS प्रणाली भारत के पूर्वी (विशाखापत्तनम) और पश्चिमी (कोच्चि) तट पर दो महत्वपूर्ण स्थानों पर स्थित दो स्वायत्त जल गुणवत्ता वेधशालाओं से वास्तविक समय डेटा प्राप्त करती है। रिपोर्टिंग अवधि के दौरान WQNS को बनाए रखा गया है। सेंसर प्रदर्शन मूल्यांकन सांख्यिकी का उपयोग करके दोनों जल गुणवत्ता वेधशालाओं के लिए प्रदर्शन मूल्यांकन परीक्षण किया गया, जिसके प्रारंभिक परिणाम आशाजनक परिणाम दिखा रहे हैं।

iv. IOLA का विकास: राष्ट्रीय मॉनसून मिशन-III के तहत विकसित हिंद महासागर भूमि वायुमंडल (IOLA) युग्मित मेसोस्केल पूर्वानुमान प्रणाली, महासागरीय स्थितियों और तटीय खतरों के पूर्वानुमान को बढ़ाती है। खासकर मॉनसून के दौरान यह उष्णकटिबंधीय अवसादों, अत्यधिक वर्षा और बाढ़ जैसी गंभीर संवहनी घटनाओं पर ध्यान केंद्रित करता है, भविष्य के प्रयासों में सटीकता में सुधार के लिए व्यवस्थित सत्यापन और डेटा असिमिलेशन करना शामिल होगा।

v. यूनेस्को-आईओसी सुनामी रेडी रिकॉगनीशन: ओडिशा राज्य आपदा प्रबंधन प्राधिकरण (OSDMA) ने सुनामी रेडी प्रोग्राम का विस्तार 6 जिलों के 24 तटीय गाँवों तक किया। राष्ट्रीय सुनामी तैयारी बोर्ड (NTRB) ने इन गाँवों का मूल्यांकन किया और उन्हें राष्ट्रीय सुनामी रेडी समुदायों के रूप में मान्यता दी। एनटीआरबी की सिफारिश के बाद, यूनेस्को-आईओसी ने ओडिशा के 26 गाँवों (24 नए और 2 नवीनीकृत) को सुनामी रेडी समुदायों के रूप में मान्यता दी, और 11 नवंबर 2024 को इंडोनेशिया के बांदा एस में दूसरे वैश्विक सुनामी संगोष्ठी में इंकॉइस को प्रमाण पत्र प्रदान किया। भारत अब सुनामी रेडी मान्यता प्राप्त समुदायों की सबसे अधिक संख्या के साथ दुनिया में अग्रणी है।

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



चित्र 2.2.4.v. : ओडिशा के माननीय मुख्यमंत्री श्री मोहन चरण माझी द्वारा सामुदायिक नेताओं को राष्ट्रीय सुनामी रेडी प्रमाण पत्र प्रदान किए गए, इंडोइस को यूनेस्को मान्यता प्रमाण पत्र प्रदान किए गए

vi. सुनामी मॉक ड्रिल: वास्तविक घटनाओं के लिए कर्मचारियों की तत्परता बनाए रखने के लिए नियमित अभ्यास महत्वपूर्ण हैं। यह सुनामी के लिए विशेष रूप से सच है, जो कम बार आती है लेकिन जब वे होती हैं तो त्वरित प्रतिक्रिया की आवश्यकता होती है। इंडोइस ने विश्व सुनामी जागरूकता दिवस के सिलसिले में एनडीएमए के सहयोग से 30 अगस्त 2024 को अंडमान और निकोबार द्वीप समूह में और भारत के तटीय राज्यों/संघ राज्यों के 27 तटीय गांवों में सुनामी मॉक ड्रिल आयोजित किया।



चित्र 2.2.4.vi. : 05 नवंबर 2024 को तटीय राज्यों/संघ राज्यों में राष्ट्रीय सुनामी मॉक ड्रिल में भागीदारी

vii. संवेदनशीलता कार्यशालाएं और सुनामी तैयारी

कार्यान्वयन: इंडोइस ने सुनामी तैयारी कार्यक्रम को लागू करने के लिए 23 अक्टूबर 2024 को दो संवेदनशीलता कार्यशालाओं (i) गुजरात राज्य आपदा प्रबंधन प्राधिकरण (जीएसडीएमए) 10-11 सितंबर 2024 के दौरान गांधीनगर, गुजरात में, और (ii) तमिलनाडु आपदा जोखिम न्यूनीकरण एजेंसी (TNDRRRA) का समन्वय किया।

viii. मछुआरा समुदाय के लिए उपयोगकर्ता संपर्क कार्यशालाएं: इंडोइस ने वित्त पोषित परियोजनाओं के परियोजना अन्वेषकों के साथ मिलकर आंध्र प्रदेश, केरल, पुदुचेरी और तमिलनाडु में क्षेत्र स्तर पर 15 उपयोगकर्ता संपर्क कार्यशालाएं/जागरूकता अभियान आयोजित किए। इंडोइस के अधिकारियों ने भाग लिया और व्याख्यान दिए और मछुआरों/उपयोगकर्ता समुदाय के साथ बातचीत की। 500 से अधिक तटीय उपयोगकर्ताओं ने भाग लिया और अपनी प्रतिक्रिया दी।

ix. इंडोइस का स्थापना दिवस (रजत जयंती) समारोह: इंडोइस ने 'विज्ञान-समुदाय-राष्ट्र' के लिए अपनी सेवा के 25 वर्ष पूरे किए और 03 फरवरी, 2024 को अपनी रजत जयंती मनाई। इस अवसर पर नीति आयोग के सदस्य डॉ. विजय कुमार सारस्वत ने मुख्य अतिथि के रूप में सम्मान व्यक्त किया। कार्यक्रम को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के पूर्व सचिवों, इंडोइस के पूर्व निदेशकों और अन्य दूरदर्शी नेताओं की उपस्थिति से और समृद्ध किया गया। अपने स्थापना दिवस समारोह के हिस्से के रूप में, इंडोइस ने "इंडोइस 25-वर्षीय यात्रा" पर पुस्तक के हिंदी और अंग्रेजी संस्करणों का विमोचन किया और नव स्थापित 'उपग्रह डेटा अधिग्रहण और प्रसंस्करण सुविधा' का उद्घाटन किया। रजत जयंती के उपलक्ष्य में, एक अनुकूलित "माई स्टैम्प" भी जारी किया गया है।



चित्र 2.2.4.ix. : इंडोइस रजत जयंती उद्घाटन समारोह – स्थापना दिवस समारोह

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

x. राष्ट्रीय अंतरिक्ष दिवस 2024: इंडोइस ने ISRO-NRSC के सहयोग से, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के एक केंद्र के रूप में, 6 अगस्त 2024 को राष्ट्रीय अंतरिक्ष दिवस 2024 के पहले कार्यक्रमों की मेजबानी की। इस कार्यक्रम में "पृथ्वी प्रणाली के लिए अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का अनुप्रयोग" विषय पर एक कार्यशाला, मुख्य और पूर्ण वार्ता, अंतरिक्ष-तकनीक स्टार्ट-अप, और उद्योग पैनल चर्चा, ड्राइंग और आइडियाथॉन प्रतियोगिताएं और अंतरिक्ष प्रदर्शनियां शामिल थीं। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के वर्तमान और पूर्व सचिवों, निदेशकों, उप निदेशकों और IMD, NCCR, NCPOR और

2.2.3.1. ऑक्सीजन न्यूनतम क्षेत्रों के संभावित जैव संकेतक के रूप में कोपपोड्स (जूप्लैंकटन)

पूर्वी अरब सागर में दो अलग-अलग ऑक्सीजन न्यूनतम क्षेत्र (OMZ) हैं: एक तटीय मौसमी OMZ और एक स्थायी/बारहमासी समुद्री OMZ, लेकिन वहाँ मौजूद जीवों की समझ बहुत खराब है। इन दो OMZ में जूप्लैंकटन (कोपपोड्स) की संरचना और शारीरिक स्थिति (जीवित या मृत) पर जांच से पहली बार पता चला कि ऑक्सीजन की कमी ने बर्ड में कोपपोड्स की शारीरिक स्थिति पर प्रतिकूल प्रभाव डाला। यह इस प्रकार परिलक्षित हुआ (क) तटीय OMZ की तुलना में



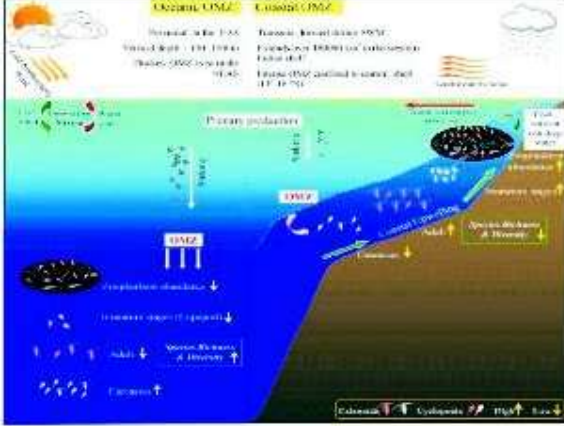
चित्र 2.2.4.x. : एनएसडी 2024 के तहत इंडोइस में आयोजित विभिन्न गतिविधियाँ

ISRO के अन्य उपग्रह केंद्रों जैसे संस्थानों के वैज्ञानिक कर्मचारियों के अलावा, अंतरिक्ष कार्यक्रम के कई औद्योगिक भागीदार भी उपस्थित थे। युवाओं में जागरूकता बढ़ाने के लिए, हैदराबाद भर के विभिन्न स्कूलों और कॉलेजों के छात्रों को समारोह में भाग लेने के लिए आमंत्रित किया गया था। 3 कॉलेजों के कुल 21 छात्र और संकाय और 15 स्कूलों के 223 छात्र और संकाय ने इस कार्यक्रम में भाग लिया और भारत के संपन्न अंतरिक्ष कार्यक्रमों और अनुसंधान पहलों के बारे में जानकारी प्राप्त की।

2.2.3. समुद्री जीव संसाधन और पारिस्थितिकी (एमएलआरई)

इस घटक के अंतर्गत गतिविधियाँ समुद्री जीव संसाधन और पारिस्थितिकी केंद्र (सीएमएलआरई), कोच्चि द्वारा संचालित की जाती हैं।

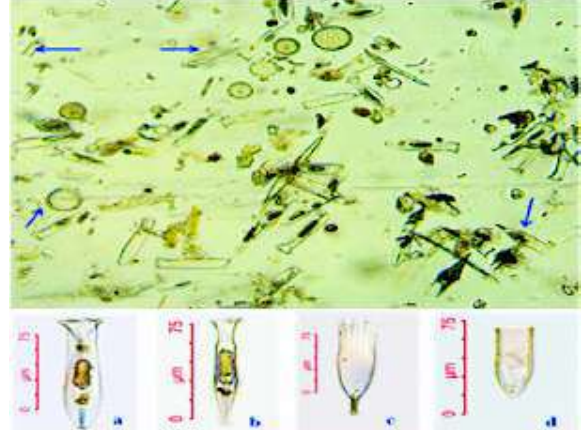
अधिक तीव्र महासागरीय OMZ में जूप्लैंकटन में दो गुना कमी, (ख) दोनों OMZ में मृत कोपपोड्स की उल्लेखनीय वृद्धि (50 से 60%) सामान्य ऑक्सीजन वाले पानी (35%) की तुलना में, और (ग) तीव्र महासागरीय बर्ड में अधिक कोपपोड शव (50-70%) और कम कोपपोड्स लार्वा। इन निष्कर्षों ने पर्यावरणीय परिस्थितियों, विशेष रूप से ऑक्सीजन की उपलब्धता के प्रति जूप्लैंकटन समुदायों की संवेदनशीलता को उजागर किया, और कोपपोड्स को डीऑक्सीजनेशन घटनाओं के संभावित जैव संकेतक के रूप में महत्व दिया।



चित्र 2.2.3.1. : पूर्वी अरब सागर के OMZ में प्रमुख प्रेक्षणों का योजनाबद्ध सारांश

2.2.3.2. पारिस्थितिकी तंत्र प्रक्रियाएँ

सिलिअट्स, अत्यधिक विकसित और विविध यूकेरियोट्स, माइक्रोजोप्लांकटन समुदाय के महत्वपूर्ण सदस्य हैं, इनका वितरण क्षेत्र विस्तृत है और ये माइक्रोबियल खाद्य जाल में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। सिलिअट्स के बीच प्रजातियों का एकत्रीकरण दुर्लभ है और खासकर भारतीय जल में इसकी रिपोर्ट कम की जाती है। अरब सागर के समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र की गतिशीलता (MEDAS) अध्ययनों के हिस्से के रूप में, दक्षिण पूर्वी अरब सागर में देर से गर्मियों के मॉनसून (सितंबर, 2018) के दौरान उल्लेखनीय प्रजातियों के एकत्रीकरण की पहचान की गई। सह-अस्तित्व वाली प्रजातियाँ 2003 के दौरान इस क्षेत्र से समान एकत्रीकरण से भिन्न थीं, जिससे इन दिलचस्प घटनाओं के बारे में जानकारी मिली। लवणता और नैनोप्लांकटन की पहचान इन असाधारण बहुतायत और सामुदायिक संरचना को विनियमित करने वाले महत्वपूर्ण कारकों के रूप में की गई। यह खोज इस बात को रेखांकित करती है कि विभिन्न LOD वाली सह-अस्तित्व वाली प्रजातियाँ प्रतिस्पर्धी बहिष्करण के माध्यम से संसाधनों का उपयोग करते हुए कुशलतापूर्वक क्षेत्र का विभाजन करती हैं। इन गतिशीलताओं को समझना, पोषण संबंधी अंतःक्रियाओं पर उनके प्रभाव को समझने तथा पारिस्थितिकी तंत्र के स्वास्थ्य और स्थिरता का आकलन करने के लिए आवश्यक है।

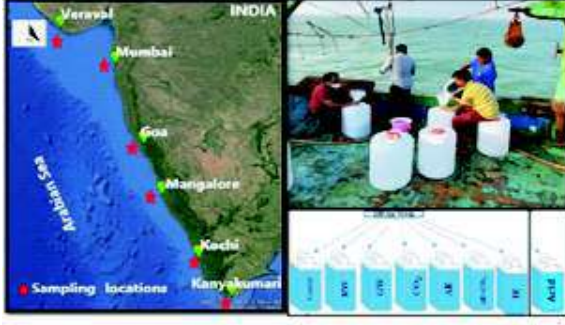


चित्र 2.2.3.2. : (क) एम्फोरिड्स क्वाड्रिलिनिएटा (ख) साल्पिंगोला फौरैई (ग) डैडायेला गेनीमेड्स और (घ) हेलिकोस्टोमेला सबुलता प्रजातियों के एकत्रीकरण का फोटोमाइक्रोग्राफ

2.2.3.3. भारतीय तटीय समुद्रों से जैविक संसाधनों पर महासागर अम्लीकरण और इसके संभावित प्रभाव

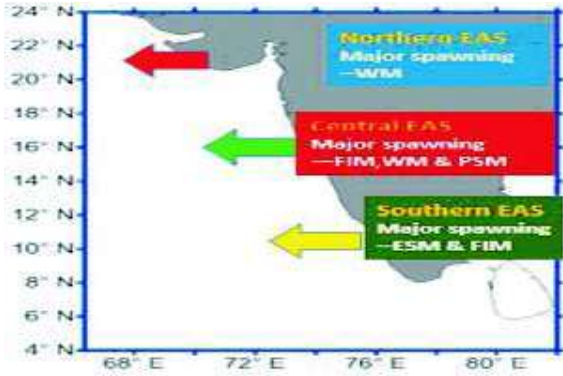
विभिन्न प्राकृतिक और मानवजनित चालकों द्वारा अकार्बनिक कार्बन संरचना और तटीय जीव विज्ञान पर संचालित महासागर अम्लीकरण के प्रभाव का आकलन करने के लिए, भारत के पश्चिमी तट के साथ छह स्थानों (वेरवल, मुंबई, गोवा, मैंगलोर, कोच्चि और कन्याकुमारी) पर 48 सूक्ष्म प्रयोगों का एक सेट आयोजित किया गया था। इन 7-दिवसीय प्रयोगों में दो प्रकार के अम्लीकरण चालकों का उपयोग करके 5% चालक-से-95% परिवेशी समुद्री जल मिश्रण अनुपात शामिल था। अर्थात (i) पोषक तत्वों के बिना सिंथेटिक एसिड और (ii) अकार्बनिक और कार्बनिक पदार्थ/पोषक तत्वों के साथ प्राकृतिक चालक, बाद वाले में CO_2 , CO_2 + एरोसोल, एरोसोल, नदी का पानी, भूजल और औद्योगिक अपशिष्ट, और बिना किसी चालक के नियन्त्रण शामिल हैं। अध्ययनों से पता चला है कि परिवेशी तटीय समुद्री जल में 5% प्राकृतिक चालकों को जोड़ने से पीएच में तत्काल गिरावट 8.219 ± 0.068 से 8.035 हो गई। ± 0.041 . औद्योगिक अपशिष्टों और नदी के पानी में क्रमशः सबसे अधिक और सबसे कम अम्लीकरण देखा गया। प्रयोगों ने तीन दिनों में पीएच को बेसलाइन स्तर पर वापस लाकर सुधार किया, साथ ही ऑटोट्रॉफिक और हेटरोट्रॉफिक जीवों की महत्वपूर्ण वृद्धि भी हुई। इन प्रयोगात्मक परिणामों ने सुझाव दिया कि उष्णकटिबंधीय तटीय जल, तापमान और पीएच में व्यापक मौसमी बदलाव का अनुभव करते हुए, एक महत्वपूर्ण बफरिंग क्षमता रखते हैं, और अल्पकालिक अम्लीकरण तटीय जीव विज्ञान पर पर्याप्त प्रभाव नहीं डाल सकता है।

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



चित्र 2.2.3.3. : नमूना संग्रहण स्थान और प्रयोगात्मक सेटअप।

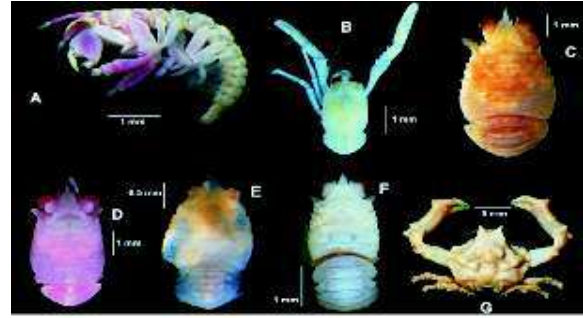
2.2.3.4. संसाधन मूल्यांकन और आवास मानचित्रण
मछलियों के प्रजनन स्थल: मछली के अंडे और लार्वा के लिए पेलजिक निवास स्थान को संबोधित करने के लिए पूर्वी अरब सागर (EAS) में सर्वेक्षणों से पता चलता है कि शुरुआती गर्मियों के मॉनसून के दौरान दक्षिण में और गर्मियों के चरम मॉनसून के दौरान मध्य EAS में प्रमुख प्रजनन स्थल (एमएसजी) उत्तर की ओर अपवेलिंग के प्रसार के अनुसार पाए गए हैं। शरद ऋतु के अंतर-मॉनसून (अक्टूबर) के दौरान, एमएसजी दक्षिणी और मध्य EAS में वितरित किया गया था, जबकि सर्दियों के मॉनसून के दौरान, उत्तर में सर्दियों के ठंडे होने के साथ, एमएसजी उत्तरी और मध्य EAS में देखा गया था। उच्च स्थानिक रिजॉल्यूशन सैपलिंग के साथ एफओआरवी सागर संपदा पर आयोजित चार मौसमी परिभ्रमण के आधार पर निष्कर्ष निकाले गए थे।



चित्र 2.2.3.4. : पूर्वी अरब सागर में विभिन्न मौसमों में प्रमुख प्रजनन स्थलों को दर्शाता मानचित्र (ESM: प्रारंभिक ग्रीष्मकालीन मॉनसून; PSM: चरम ग्रीष्मकालीन मॉनसून; FIM: पतझड़ के बीच का मॉनसून ; WM: शीतकालीन मॉनसून)

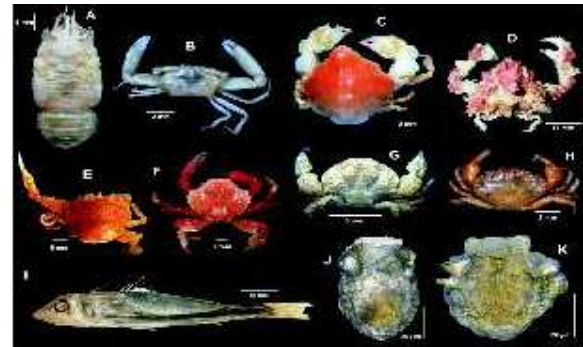
3.2.3.5. समुद्री जैव विविधता और संरक्षण
विज्ञान के लिए नई प्रजातियाँ: भारतीय ईईजेड के भीतर

एफओआरवी सागर संपदा पर एकत्रित समुद्री जीवों के वर्गीकरण संबंधी अध्ययनों के परिणामस्वरूप विज्ञान के लिए 9 नई प्रजातियों की खोज हुई। उनमें से, 7 डेकापॉड क्रस्टेशियन – एक टैनेड: कल्लियापस्यूड्स कन्याकुमारी, तीन स्क्वाट लॉबस्टर: गैलाथिया भारता, गैलाथिया क्वाड्रैंगुलरिस, और नैनोगैलेथिया लॉन्गिस्पिनाय, एक ब्रैच्युरनक्रैब: दक्षिण-पूर्वी अरब सागर से एपिगोड्रोमिया मैक्लेई, दो स्क्वाट लॉबस्टर: दक्षिण-पश्चिमी बंगाल की खाड़ी से गैलाथिया कलिंगसागर और अंडमान सागर से सदायोशिया ब्रेविरोस्ट्रम हैं।



चित्र 2.2.3.5. : विज्ञान के लिए नई प्रजातियाँ: ए. कल्लियापस्यूड्स कन्याकुमारी; बी. गैलाथियन भारता; सी. जंगल में गैलाथिया; डी. गैलेथिया क्वाड्रैंगुलरिस; ई. नैनोगैलेथिया लॉन्गिस्पिना; एफ. सदायोशिया ब्रेविरोस्ट्रम; जी. एपिगोड्रोमिया मैक्लेई;.

क्षेत्र में नई प्रजातियाँ: भारतीय ईईजेड में कुल 10 नए रिकॉर्ड खोजे गए। इनमें भारतीय महासागर से गहरे समुद्र की मछलियाँ (डैक्टाइलोप्टेना टिल्लोनी एशमेयर, 1997), दक्षिण-पूर्वी अरब सागर से एक स्क्वाट लॉबस्टर (ट्रेपेजियोनिडा लैटियर) सहित आठ डेकापॉड क्रस्टेशियन और पूर्वी अरब सागर के नेरिटिक जल से सात कोरल रीफ-संबंधित ब्रैच्युरन केकड़े शामिल हैं।



चित्र 2.2.3.6. : नए भौगोलिक रिकॉर्ड: ए. ट्रेपेजियोनिडा लैटियर बाबा, 2005; बी. सिंघाप्लाक्स

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

ओकेलमनी (सेरेन, 1971); सी. उरनालाना एंगुलाटा (स्थबुन, 1911); डी. स्यूडोलेम्बस कॉन्फ्रैगोसस (कैलमैन, 1900); ई. कैवोपोर्टुनस ड्यूबियस (लॉरी, 1906); एफ. सिर्टोकार्सिनस ट्रंकैटस (स्थबुन, 1906); जी. विसायस ओस्टियोडिक्टियन मेंडोजा और एनजी, 2008; एच. जैथियास जोआने मेंडोजा, 2013; आई. डेक्टीलोप्टेना टिल्टोनी एशमेयर, 1997; जे. स्टेनोसेमेला पार्विकोलिस (मार्शल, 1934) फेयरी, 1935; के. वांगिएला डिकोलेरिया नी, 1934

2.2.3.7. भवसागर – समुद्री रेफरल केंद्र:

समुद्री नमूनों के दीर्घकालिक भंडारण और प्रदर्शन के लिए इस भंडार "भवसागर" की स्थापना की गई। वर्तमान में इसमें भारतीय ईईजेड और राष्ट्रीय अधिकार क्षेत्र से परे क्षेत्रों से एकत्र किए गए समुद्री वनस्पतियों और जीवों के 3400 से अधिक वाउचर नमूने हैं।



चित्र 2.2.3.7.: भवसागर – समुद्री रेफरल केंद्र

2.2.3.8. भारतीय महासागर जैव विविधता सूचना प्रणाली (IndOBIS) ने ~1,14,000 समुद्री प्रजातियों की घटना डेटा (www.indobis.in) संग्रहीत किया है। इस डिजिटल रिपॉजिटरी को 3,445 वाउचर नमूनों के साथ अपडेट किया गया है, जो 1 क्रोमिस्ट और 8 जानवरों के फाइला का प्रतिनिधित्व करते हैं, जिसमें 47 नई प्रजातियों के होलोटाइप और भारतीय ईईजेड में हाल ही में पहचाने गए 93 जैव-भौगोलिक रिकॉर्ड के दुर्लभ नमूने शामिल हैं।

सक्रिय नागरिक जुड़ाव के माध्यम से समुद्री प्रजातियों का दस्तावेजीकरण करने और प्रजातियों के वितरण को देखने के लिए एक मोबाइल ऐप ओशनआईज विकसित किया गया था। इसे बैकएंड ArcGIS सर्वर के साथ सहजता से एकीकृत किया गया और यह IndOBIS में स्थानिक रिकॉर्ड को अपडेट करता है।



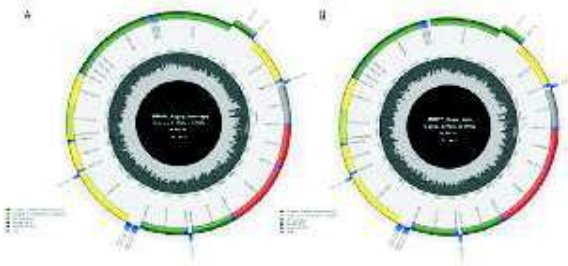
चित्र 2.2.3.8.: एप्लीकेशन का स्क्रीन-शॉट दिखाता है।

2.2.3.9. गहरे समुद्र की टैक्सोनोमिक सूची: "भारतीय ईईजेड के एनोम्यूरन केकड़े (पैगुरोइडिया, चिरोस्टाइलोइडिया और गैलाथियोइडिया)" नामक एक फील्ड पहचान सूची प्रकाशित की गई, जिसमें एफओआरवी सागर संपदा अभियान से एकत्र नमूनों के आधार पर टैक्सोनोमिक विवरण प्रदान किया गया। इसके अलावा, छह गहरे समुद्र की टैक्सोनोमिक सूची अर्थात मेंटिस श्रिम्प का संग्रह, ब्रिटल स्टार्स की सूची, लक्षद्वीप के स्यूडोसेरिडुड पॉलीचेट, भारतीय ईईजेड की गहरे समुद्र की एंगलरफिश, भारतीय गहरे पानी के ब्रैच्युरन केकड़ों का व्यवस्थित विवरण और गहरे समुद्र के मोलस्क के लिए टैक्सोनोमिक गाइड भी विस्तृत रूपात्मक विवरणों के साथ प्रकाशित किए गए, जिन्हें तस्वीरों और बायोग्राफिकल मानचित्रों के साथ पूरक किया गया।

2.2.3.10. गहरे समुद्र के जीवों की आणविक प्रणाली:

भारतीय ईईजेड (ओखा, गोवा, कोच्चि और श्री विजयापुरम) में 4 स्थानों से एकत्र किए गए जीनस प्रियाकैथस की गहरे पानी की मछलियों के नमूनों ने 4 प्रजातियों (प्रियाकैथस ब्लोची, प्रियाकैथस हैमरुर, प्रियाकैथस प्रोलिक्सस (पश्चिमी तट पर सबसे अधिक प्रचुर मात्रा में) और प्रियाकैथस सैगिटेरियस) की उपस्थिति की पुष्टि की। आनुवंशिक विश्लेषण से भारत के पश्चिमी तट पर पी. प्रोलिक्सस में नगण्य जनसंख्या विभेदन का पता चला।

लुप्तप्राय समुद्री स्तनपायी, हिंद महासागर हंपबैक डॉल्फिन, सूसा प्लंबिया की आनुवंशिक विविधता का अध्ययन इसके माइटोकॉन्ड्रियल जीनोम और नियंत्रण क्षेत्र का विश्लेषण करके किया गया। निष्कर्ष अरब सागर और बंगाल की खाड़ी की आबादी के बीच अलग-अलग आनुवंशिक वंशावली का संकेत देते हैं। कोगिया ब्रेविसेप्स (पाइग्मी स्पर्म व्हेल) और कोगिया सिमा (डार्फ स्पर्म व्हेल) के पूर्ण माइटोकॉन्ड्रियल जीनोम को अनुक्रमित किया गया, जिससे उनके विकासवादी संबंधों के बारे में जानकारी मिली।



चित्र 2.2.3.10. : डार्फ स्पर्म व्हेल (कोगिया सिमा) और पिग्मी स्पर्म व्हेल (कोगिया ब्रेविसेप्स) माइटोकॉन्ड्रियल जीनोम का जीन संगठन।

2.2.3.11. समुद्री सजावटी मछली हैचरी उत्पादन

ब्लूडस्टॉक विकास, लार्वा पालन और F1 से F2 पीढ़ियों में संक्रमण पर प्रायोगिक आधारभूत कार्य एक समर्पित हैचरी सुविधा को पूरा करने पर बड़े पैमाने पर उत्पादन की तैयारी के हिस्से के रूप में काफी सफलता के साथ किया गया था।



चित्र 2.2.3.11. : (क) ए.क्लार्की का जोड़ा (ख) ए.क्लार्की का अंडा समूह

लक्षद्वीप के अगात्ती में जुवेनाइल सेक्सी श्रिम्प और पीकॉक-टेल्ड श्रिम्प का उत्पादन जारी है, जिसके बीज स्वयं सहायता समूह की महिला लाभार्थियों को वितरित करने के लिए तैयार हैं। उल्लेखनीय रूप से, कोरल-बैंडेड झींगा (स्टेनोपस हिस्पिडस) का प्रजनन और पालन-पोषण हासिल किया गया है, हालांकि पालन अवधि 220 दिनों से अधिक है; उत्पादन दक्षता बढ़ाने के लिए इस अवधि को कम करने के प्रयास चल रहे हैं।

2.2.3.12. पोत प्रबंधन (FORV सागर संपदा)

FORV सागर संपदा ने अरब सागर, अंडमान जल और बंगाल की खाड़ी में 11 वैज्ञानिक परिभ्रमण और एक परीक्षण परिभ्रमण किया। पोत का उपयोग विभिन्न शोध संस्थानों, विश्वविद्यालयों और CMLRE द्वारा MLRE की विभिन्न गतिविधियों को पूरा करने के लिए किया गया था। प्रमुख उद्देश्य जैव विविधता मूल्यांकन, मत्स्य संसाधन और आवास मूल्यांकन, समुद्री पर्वतों का मानचित्रण और महासागर अम्लीकरण थे।

FORV सागर संपदा दिसंबर 2022 से दिसंबर 2023 तक

कोचीन शिपयार्ड में झाई डॉक से गुजर रही थी। झाई डॉक अवधि के दौरान, व्यापक प्लेट नवीनीकरण (100 टन से अधिक स्टील) किया गया था, और मुख्य इंजन, जनरेटर और डेक मशीनरी की ओवरहालिंग की गई थी। मरम्मत कार्य के अलावा, पोत को EK80 वैज्ञानिक इकोसाउंडर के साथ उन्नत किया गया है, जिसमें 38kHz, 120kHz, 200kHz और 333kHz ट्रान्सड्यूसर से डेटा प्राप्त करने की सुविधा है और एक नया मछली खोजने वाला इकोसाउंडर भी लगाया गया है।

2.2.3.12. अनुसंधान, शिक्षा, प्रशिक्षण और आउटरीच (रीचआउट)

समाज में विज्ञान को प्रभावी ढंग से संप्रेषित करने और MLRE के विभिन्न पहलुओं पर प्रशिक्षण प्रदान करने के लिए, CMLRE विभिन्न जागरूकता और प्रशिक्षण कार्यक्रमों के आयोजन में सक्रिय रूप से शामिल है। 2024 के दौरान आयोजित कार्यक्रमों का विवरण दिया गया है;

- अंटार्कटिका संधि परामर्शदात्री (एटीसी) प्रतिनिधियों ने मई 2024 में सीएमएलआरई का दौरा किया
- अक्टूबर 2024 में गोवा के एनसीपीओआर के साथ संयुक्त रूप से अंतर्राष्ट्रीय सीबेड प्राधिकरण के प्रतिभागियों के लिए सीएमएलआरई में एक सप्ताह का प्रशिक्षण आयोजित किया
- भारतीय महासागर जैव विविधता सूचना प्रणाली (इंडोबीआईएस) पर एक राष्ट्रीय कार्यशाला आयोजित की, जिसमें 35 प्रतिभागियों को समुद्री जैव विविधता डेटा प्रबंधन और मानकीकरण का प्रशिक्षण दिया गया।
- 21 सितंबर 2024 को अंतर्राष्ट्रीय तटीय सफाई (आईसीसी-दिवस) और स्वच्छता ही सेवा (एसएचएस-2024) के संबंध में सीएमएलआरई द्वारा कई जागरूकता कार्यक्रमों और समुद्र तट सफाई गतिविधियों का समन्वय और आयोजन किया गया। केरल के कोच्चि-कासरगोड सेक्टर में 4 समुद्र तटों पर लगभग 1000 छात्रों/शोधकर्ताओं/स्थानीय सरकारी एजेंसियों/जनता के प्रतिनिधियों ने इस कार्यक्रम में भाग लिया। साथ ही, एसएचएस स्वच्छता अभियान को एफओआरवी सागर संपदा पर मनाया जाता है।
- IISF कर्टेन रेजर कार्यक्रम के एक भाग के रूप में, विभिन्न कॉलेजों के लगभग 100 छात्रों/शिक्षकों ने CMLRE की विभिन्न अनुसंधान सुविधाओं का दौरा किया और अनुसंधान गतिविधियों के दौरान वैज्ञानिकों के साथ बातचीत की।

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



चित्र 2.2.3.12.1. : सीएमएलआरई में एटीसी प्रतिनिधियों और आईएसए प्रशिक्षण प्रतिभागियों का दौरा



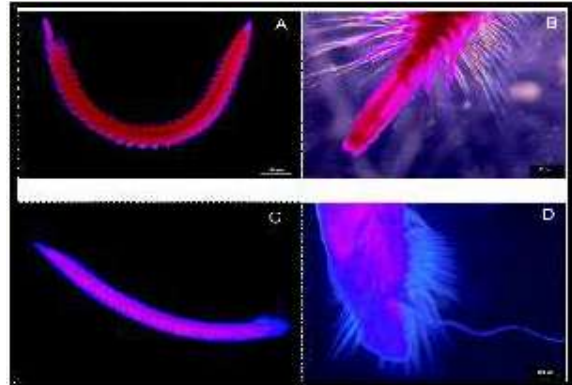
चित्र 2.2.3.12.2. एसएचएस और आईसीसी दिवस के हिस्से के रूप में सीएमएलआरई द्वारा आयोजित जागरूकता कार्यक्रम की झलकियाँ

2.2.4. तटीय अनुसंधान

तटीय क्षेत्रों के सतत प्रबंधन में महत्वपूर्ण तटीय मापदंडों, प्रक्रियाओं और घटनाओं को समझने के लिए बहु-विषयक अनुसंधान शामिल है, जिनका तटीय आबादी और संसाधनों पर महत्वपूर्ण सामाजिक, आर्थिक और पर्यावरणीय प्रभाव पड़ता है। एनसीसीआर की गतिविधियाँ समाज के सामाजिक-आर्थिक लाभ के लिए संसाधनों के एकीकृत और

सतत उपयोग के लिए तटीय समुदायों और हितधारकों को वैज्ञानिक और तकनीकी सहायता प्रदान करने के मंत्रालय के मिशन का एक अभिन्न अंग हैं। राष्ट्रीय तटीय अनुसंधान केंद्र (एनसीसीआर) समुद्री और तटीय प्रदूषण, तटीय प्रक्रियाओं और खतरों, तटीय आवासों और पारिस्थितिकी प्रणालियों पर बहु-विषयक अनुसंधान करता है और तटीय क्षेत्रों के सतत प्रबंधन के लिए वैज्ञानिक और तकनीकी सहायता प्रदान करता है। एनसीसीआर देश के तटीय क्षेत्रों के सतत प्रबंधन के लिए सर्वोत्तम संभव तकनीकी और वैज्ञानिक सेवाएँ/सहायता प्रदान करने के लिए तटीय राज्यों और हितधारकों के साथ मिलकर काम करता है।

2.2.4.1. समुद्री और तटीय प्रदूषण: समुद्री जल गुणवत्ता निगरानी कार्यक्रम (एसडब्ल्यूक्यूएम) भारत में 50 स्थानों पर तटीय जल की गुणवत्ता का मूल्यांकन करता है, जिसमें प्लवक की गतिशीलता, मैक्रोबेन्थोस और सूक्ष्मजीव समुदायों सहित भौतिक, रासायनिक, जैविक और सूक्ष्मजीवविज्ञानी मापदंडों की निगरानी की जाती है। शोध जहाजों और मछली पकड़ने वाले ट्रॉलरों पर छह नमूना परिष्करण किए गए। एकत्र किए गए डेटा को सतत विकास लक्ष्य (एसडीजी) 14 सूचकांक का समर्थन करने के लिए नीति आयोग और MoSPI के साथ साझा किया गया था। संपूर्ण-मेटाजीनोमिक्स दृष्टिकोण का उपयोग करते हुए, सात प्रमुख भारतीय शहरों के तलछट में एंटी-माइक्रोबियल प्रतिरोध (एएमआर) जीन वितरण का विश्लेषण किया गया, जिसमें 35 जीन परिवारों में 77 एएमआर जीन की पहचान की गई प्रजाति, का वर्णन तमिलनाडु के रेतीले तलछटों से किया गया था, और ओफेलिना अरेबिका को कुवैत में इसके प्रारंभिक वर्णन के बाद पहली बार भारतीय जल में दर्ज किया गया था।



चित्र 2.2.4.1. : (क-ख) पॉलीचेटे की एक नई प्रजाति, आर्मडिया रामनामूर्ति एन। एसपी, तमिलनाडु तट से और, (ग-घ) गोवा तट से ओफेलिना अरेबिका पारापार, अल-कंडारी, बैरोसो और मोरेरा, 2023 का एक नया रिकॉर्ड।

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

जल गुणवत्ता पूर्वानुमान कार्यक्रम चेन्नई, पुदुचेरी और विशाखापत्तनम में मौसम विज्ञान और जल गुणवत्ता मापदंडों की निगरानी के लिए स्वचालित बुआ का उपयोग करता है, तटीय जल गुणवत्ता का अनुकरण और पूर्वानुमान करने के लिए वास्तविक समय के डेटा, ऐतिहासिक इनपुट और वैश्विक मॉडल को एकीकृत करता है, जिसके परिणाम "क्लीन कोस्ट" ऐप और वेब प्लेटफॉर्म के माध्यम से साझा किए जाते हैं। NCCR जल गुणवत्ता मानकों के अनुपालन का मूल्यांकन करने के लिए समुद्री बहिर्वाह की निगरानी करता है, और केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड (CPCB) को निष्कर्ष प्रस्तुत करता है। तलछट विषाक्तता के लिए फ्लोरोसेंस डायसेटेट जैसी नई विधियों का उपयोग करते हुए, तट के साथ और वेम्बनाड झील में पारिस्थितिक जोखिम आकलन किए गए। इसके अतिरिक्त, NCCR ने ब्लू बेल्ट पहल में योगदान दिया, जिसका ध्यान तटीय समुदाय की आजीविका को बढ़ाने और पुदुचेरी में स्थायी समुद्री प्रबंधन को आगे बढ़ाने पर केंद्रित था।

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES) द्वारा 2018 में शुरू किया गया अखिल भारतीय तटीय सफाई और जागरूकता कार्यक्रम, सरकारी निकायों, गैर सरकारी संगठनों, शैक्षणिक संस्थानों और स्थानीय समुदायों को शामिल करते हुए राष्ट्रव्यापी समुद्र तट सफाई और जागरूकता अभियानों के माध्यम से समुद्री कचरे से निपटने की एक प्रमुख पहल है। 2024 में यह गतिविधि 31 समुद्र तटों पर आयोजित की गई। इस कार्यक्रम के माध्यम से एकत्र किए गए डेटा राष्ट्रीय समुद्री कचरा नीति के खाका तैयार करने में महत्वपूर्ण थे।

2.2.4.2. तटीय प्रक्रियाएँ और जोखिम

एनसीसीआर ने 28 वर्ष की समय-सीमा यानी 1990-2018 के साथ रिमोट सेंसिंग और फील्ड सर्वेक्षण डेटा का उपयोग करके भारतीय तट के लिए तटरेखा परिवर्तन मानचित्र तैयार किए हैं, जो दर्शाता है कि भारतीय तट का लगभग 33% हिस्सा कटाव के अधीन है। इस कटाव के प्रभाव को ध्यान में रखते हुए और अन्य तटीय मुद्दों को संबोधित करते हुए, भू-आकृति विज्ञान, इनलेट, मेट-महासागर पैरामीटर, तलछट बजट, तटरेखा परिवर्तन दर, सामाजिक-आर्थिक, तटीय बुनियादी ढाँचा और व्यापक क्षेत्र सर्वेक्षण और बातचीत के साथ-साथ हितधारकों की आवश्यकता को संबोधित करते हुए शोरलाइन प्रबंधन योजना (एसएमपी) विकसित की गई थी। यह पहल आर्थिक विकास को प्रोत्साहित करने के उद्देश्य से सतत विकास और प्रबंधन के लिए मूल्यवान मार्गदर्शन के रूप में कार्य करने की क्षमता रखती है।

एनसीसीआर ने तमिलनाडु, केरल, पुदुचेरी और आंध्र प्रदेश के लिए एसएमपी तैयार किया है और मसौदा दस्तावेज संबंधित राज्य सरकार के विभागों को आगे की कार्रवाई के लिए सौंप दिए गए हैं। आंध्र प्रदेश के माननीय उपमुख्यमंत्री ने आंध्र प्रदेश के लिए एसएमपी दस्तावेज जारी किया। केरल सरकार के जल संसाधन विभाग के माननीय मंत्री ने पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव की मौजूदगी में केरल के लिए एसएमपी दस्तावेज जारी किया। इसके अलावा, आंध्र प्रदेश सरकार ने आंध्र प्रदेश तट पर एसएमपी के कार्यान्वयन में तकनीकी सहायता के लिए एनसीसीआर से अनुरोध किया,



चित्र 2.2.4.2. : स्वच्छ सागर सुरक्षित सागर की झलकियाँ – समुद्र तट की सफाई गतिविधियाँ

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

जिसके लिए एपीसीजेडएमए, आंध्र प्रदेश सरकार के साथ एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए गए हैं।



चित्र 2.2.4.2.1. : (क) तमिलनाडु के लिए एसएमपी पर तमिलनाडु सरकार के मुख्य सचिव के साथ बैठक;



(ख) आंध्र प्रदेश के माननीय उपमुख्यमंत्री द्वारा आंध्र प्रदेश के लिए एसएमपी जारी करना; और,



(ग) केरल सरकार के माननीय जल संसाधन मंत्री द्वारा, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव की उपस्थिति में केरल के लिए एसएमपी जारी करना

एनसीसीआर भारतीय तट पर विभिन्न तटीय सुरक्षा रणनीतियों के डिजाइन और कार्यान्वयन के लिए दृढ़ तकनीकी सहायता भी प्रदान कर रहा है। तटीय सुरक्षा रणनीतियों का डिजाइन तैयार किया गया और कार्यान्वयन के लिए एसडीएससी-एसएचएआर (आंध्र प्रदेश), मछलीपट्टनम (आंध्र प्रदेश), काकीनाडा (आंध्र प्रदेश), विशाखापत्तनम (आंध्र प्रदेश), ओएनजीसी-वोडालारेवु (आंध्र प्रदेश), पुदुचेरी, सीआईबीए (तमिलनाडु), चेन्नई कामराजर

पोर्ट (तमिलनाडु), वीओसी पोर्ट (तमिलनाडु) पूथुरा (केरल), पोन्नानी (केरल), केरल मिनरल्स एंड मेटल्स लिमिटेड (केएमएमएल-केरल) और चेल्लानम (केरल) को प्रस्तुत किया गया। समुद्र तल वृद्धि (एसएलआर) के तट पर प्रभाव और प्रभाव का एनसीसीआर द्वारा अध्ययन किया जा रहा है जी2जी आपदा लचीलापन पहल 'एकीकृत बाढ़ चेतावनी प्रणाली (आईफ्लोव्स)' चेन्नई, मुंबई और कोलकाता के लिए एक वास्तविक समय बाढ़ चेतावनी प्रणाली है, जिसे अब आईएमडी और एनसीएमआरडब्ल्यूएफ से वर्षा पूर्वानुमान के साथ बढ़ाया गया है। एनसीसीआर ने केएमसी के लिए एक डैशबोर्ड और मोबाइल ऐप विकसित किया, जिसमें प्रशिक्षण दिया गया और ऐप ने चक्रवात दाना के दौरान वर्षा को रिकॉर्ड किया।



चित्र 2.2.4.2.1.2. : चेन्नई, मुंबई और कोलकाता के लिए iFLOWS वर्षा पूर्वानुमान और जलप्लावन मानचित्र

मैंग्रोव, वृक्षारोपण और रेत के टीलों से युक्त तटीय जैव-ढाल, तटरेखा को कटाव और तूफानी लहरों से बचाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। एक पहल के रूप में, तमिलनाडु के तटीय जैव-ढालों को रिमोट सेंसिंग और जीआईएस का उपयोग करके पूरे तमिलनाडु तट के लिए मैप किया गया है, जिसमें क्षेत्र के अवलोकन से आपदा न्यूनीकरण और पारिस्थितिकी तंत्र संरक्षण में उनकी प्रभावशीलता पर प्रकाश डाला गया है। तमिलनाडु तटरेखा के "पर्यावरण के अनुकूल तकनीकों के माध्यम से जलवायु परिवर्तन अनुकूलन के लिए तटीय आवासों के पुनर्वास" पर एक आधारभूत रिपोर्ट तैयार की गई है और इसे तमिलनाडु सरकार के पर्यावरण और वन विभाग को प्रस्तुत किया गया है और इसे 29 फरवरी 2024 को तमिलनाडु जलवायु शिखर सम्मेलन 2.0 के दौरान जारी किया गया है। इसके साथ ही, एनसीसीआर ने 1:25,000 पैमाने पर तटीय तमिलनाडु (एबीसी-टीएन) के जैव-शील्ड के लिए एक एटलस भी बनाया है और इसे तमिलनाडु सरकार के पर्यावरण और वन विभाग को सौंप दिया है।

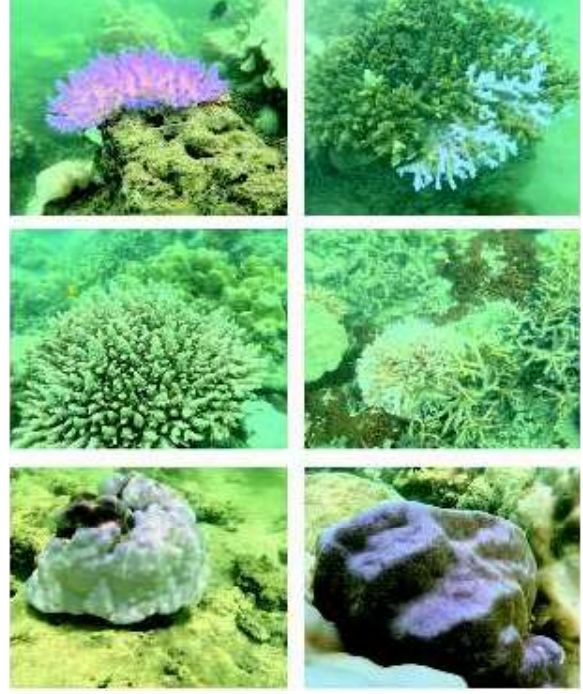


चित्र 2.2.4.2.1.3. : (बाएँ) बेसलाइन रिपोर्ट; (दाएँ) तटीय तमिलनाडु के बायो-शील्ड्स के लिए एटलस (ABC-TN)

2.2.4.3. तटीय आवास और पारिस्थितिकी तंत्र

कोरल रीफ पारिस्थितिकी तंत्र अध्ययन रीफ से जुड़ी जैव विविधता, रिमोट सेंसिंग का उपयोग करके मानचित्रण और विरंजन और अवसादन के प्रभावों का आकलन करने पर केंद्रित थे। उल्लेखनीय अवलोकनों में पाक खाड़ी (अप्रैल-मई 2024) में महत्वपूर्ण कोरल विरंजन घटना पर अवलोकन शामिल हैं, जिसमें रीफ सबस्ट्रेट का 32% तक प्रभावित हुआ था। उसी वर्ष बाद में रिकवरी देखी गई। अंडमान द्वीप समूह में, महात्मा गांधी समुद्री राष्ट्रीय उद्यान में जीवित प्रवाल आवरण में काफी भिन्नता थी और प्रवाल विरंजन के साथ-साथ विरंजन के बाद की रिकवरी को भी प्रलेखित किया गया था (चित्र 2.2.4.3.1.)। इसी तरह, लक्षद्वीप में, बढ़ते समुद्री तापमान ने उथले लैगून रीफ को प्रभावित किया, लेकिन अक्टूबर 2024 तक रिकवरी दर्ज की गई।

सीग्रास इकोसिस्टम अध्ययनों ने समुद्री जीवों के लिए नर्सरी ग्राउंड के रूप में वितरण, प्रजातियों की विविधता और सीग्रास बेड की भूमिका की जांच की। बहाली के प्रयासों में कटाव को रोकने और सीग्रास रिकवरी को बढ़ाने के लिए जैव नियंत्रण विधियाँ शामिल थीं। ओडिशा तट पर नमक दलदल अध्ययन में प्रजातियों की सूची, क्षेत्रीकरण और पुनर्स्थापना प्रयासों पर ध्यान केंद्रित किया गया, जिसका उद्देश्य कटाव को नियंत्रित करना और आवास विकास को बढ़ावा देना था।



चित्र 2.2.4.3.1. : अंडमान द्वीप पर विरंजन घटना के बाद प्रवाल पुनर्प्राप्ति, जून-जुलाई 2024

पारिस्थितिकी तंत्र सेवाएँ और मॉडलिंग कार्यक्रम ने कोरिंगा मैंग्रोव और काकीनाडा खाड़ी में नीले कार्बन आकलन और पारिस्थितिकी तंत्र सेवा मूल्यांकन पर ध्यान केंद्रित किया, जिसमें सामाजिक-आर्थिक सर्वेक्षणों के साथ-साथ कार्बन आकलन, मैंग्रोव मानचित्रण और जैव-रासायनिक मॉडलिंग शामिल है। यह कार्यक्रम ECOSystem सेवाओं और लेखांकन (INECO) परियोजना पर भारत-नॉर्वेजियन सहयोग परियोजना में भी योगदान देता है, जो जलवायु परिवर्तन शमन के लिए महासागर लेखांकन और नीले कार्बन प्रबंधन का समर्थन करने के लिए कोरिंगा मैंग्रोव के लिए एक आधारभूत दस्तावेज बनाता है। NCCR और NIVA, नॉर्वे द्वारा संयुक्त रूप से आयोजित एक हितधारक बैठक 25 नवंबर 2023 को काकीनाडा में आयोजित की गई थी। इस कार्यक्रम में 23 विभागों और संगठनों के 86 प्रतिभागियों ने एक साथ मिलकर पारिस्थितिकी तंत्र प्रबंधन के लिए एक सहयोगी मंच तैयार किया। सफल संरक्षण प्रयासों को दर्शाने के लिए केस स्टडी और सर्वोत्तम अभ्यास साझा किए गए। मसौदा रूपरेखाओं के लिए सिफारिशें की गईं, संरक्षण लक्ष्यों को सामाजिक-आर्थिक लाभों और टिकाऊ प्रबंधन रणनीतियों के साथ संरेखित किया गया (चित्र 2.2.4.3.2.)।

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



चित्र 2.2.4.3.2. : 25 नवंबर 2023 को काकीनाडा में पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं पर एनसीसीआर द्वारा आयोजित हितधारकों की बैठक

2.2.4.4. एकीकृत तटीय क्षेत्र प्रबंधन

इंकोइस के साथ विकसित तटीय जैव-भौगोलिक सूचना प्रणाली (CBIS), तटीय और समुद्री जैव विविधता के लिए एक डेटाबेस है, जो विस्तृत संसाधन वितरण और पर्यावरणीय मापदंडों के लिए एक वेब-आधारित उपकरण के साथ डेटा संग्रह, प्रबंधन और प्रसार के लिए एक मंच प्रदान करता है।

भारत-नॉर्वेजियन सहयोग के हिस्से के रूप में, एनसीसीआर पुदुचेरी और लक्षद्वीप के लिए समुद्री स्थानिक योजनाएं (MSP) तैयार कर रहा है, जिसका कार्यान्वयन चरण अब चल रहा है, जिसकी शुरुआत पुदुचेरी सरकार द्वारा की गई है और एक हितधारक प्रशिक्षण कार्यक्रम द्वारा समर्थित है।

सरकार के लिए समुद्री स्थानिक योजना (MSP) पोर्टल (SAHAV) पर एक दिवसीय प्रशिक्षण। 9 फरवरी 2024 को पुदुचेरी के अधिकारियों की बैठक, समुद्री घास, बहाली (6 जून 2024), बेस्थिक आवास मानचित्रण (3 और 4 दिसंबर 2024) पर कार्यशालाएं और नॉर्वे में साझेदार संस्थानों के सहयोग से पुदुचेरी के लिए समुद्री स्थानिक योजना का कार्यान्वयन (18-19 सितंबर 2024) आयोजित किया गया है।



चित्र 2.2.4.4. : पुदुचेरी के पायलट स्थल पर MSP - पुदुचेरी कार्यान्वयन कार्यशाला

2.2.5. महासागर प्रौद्योगिकी

महासागर प्रौद्योगिकी से संबंधित गतिविधियाँ मुख्य रूप से राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान, चेन्नई द्वारा की जाती हैं।

2.2.5.1. ऊर्जा और पेय जल

संघ राज्य क्षेत्र लक्षद्वीप के कदमत (चित्र 3.4.1), चेतलाट, किलतान द्वीपों के लिए 1.5 लाख लीटर प्रतिदिन क्षमता वाले कम तापमान वाले थर्मल डिसेलिनेशन प्लांट की स्थापना सफलतापूर्वक पूरी हो गई है। कल्पेनी और अमिनी द्वीपों पर पहले से स्थापित एलटीटीडी द्वीपवासियों को पेय जल उपलब्ध करा रहे हैं। भारत के माननीय प्रधान मंत्री ने 3 जनवरी 2024 को संघ राज्य लक्षद्वीप के कदमत द्वीप पर 1.5 लाख लीटर प्रतिदिन क्षमता वाले कम तापमान वाले थर्मल डिसेलिनेशन (एलटीटीडी) प्लांट का उद्घाटन किया (चित्र 2.2.5.1.2.)।

ओपन-साइकिल OTEC टर्बाइन के लिए निर्माण, आवश्यक प्रक्रिया उपकरण, साथ ही महत्वपूर्ण सिविल संरचनाओं का निर्माण जैसे कई महत्वपूर्ण कार्य घटक लगभग पूरे हो चुके हैं, ताकि कावारत्ती द्वीप पर महासागर थर्मल ऊर्जा रूपांतरण (OTEC) तकनीक का उपयोग करके एक हरित अक्षय ऊर्जा संयंत्र की स्थापना की जा सके, जो एक नए विलवणीकरण संयंत्र को शक्ति प्रदान करेगा, जिससे द्वीप की जल आवश्यकताओं के लिए स्थायी समाधान उपलब्ध होगा। NIOT के वैज्ञानिकों ने दो रिपोर्टों के लिए योगदान दिया है, जिनके नाम हैं "महासागर थर्मल ऊर्जा रूपांतरण (OTEC) अर्थशास्त्र: अपडेट और रणनीतियाँ" और "महासागर ऊर्जा द्वारा संचालित स्व-संचालित विलवणीकरण प्रौद्योगिकियाँ" जिन्हें अंतर्राष्ट्रीय ऊर्जा एजेंसी (IEEA) के महासागर ऊर्जा प्रणाली (OES) कार्यक्रम के माध्यम से जारी किया गया है।

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



चित्र 2.2.5.1.1. कदमत द्वीप, संघ राज्य लक्षद्वीप में एलटीटीडी संयंत्र



चित्र 2.2.5.1.2.

2.2.5.2. तटीय और पर्यावरण इंजीनियरिंग

29 वर्षों (1995 से 2023) के उच्च-रिजॉल्यूशन वाले पवन डेटा का उपयोग करके पवन-जनित तरंगों का अनुकरण करके द्वीपों सहित उत्तर हिंद महासागर के लिए एक तरंग एटलस 2.0 विकसित किया जा रहा है। इस दिशा में, मूर्ड बुवॉय डेटा का उपयोग करके सिमुलेशन को कैलिब्रेट और मान्य किया गया है। हिंद महासागर के किनारे देखे गए ज्वार के आधार पर एक उत्तर हिंद महासागर ज्वार (N.I.O.T) मोबाइल ऐप विकसित किया गया है।

पुथु पोन्नानी मुहाना इनलेट के स्थायी उद्घाटन हेतु समाधान प्रदान करने के लिए प्रारंभिक क्षेत्र डेटा और उपग्रह छवि विश्लेषण किया गया है। पुथु पोन्नानी में विभिन्न इनलेट खोलने की योजनाओं के प्रदर्शन का अध्ययन करने के लिए हाइड्रोडायनामिक, स्पेक्ट्रल वेव और तलछट परिवहन मॉडल का उपयोग करके संख्यात्मक मॉडलिंग अध्ययन किए गए हैं।

ओडिशा और गोवा राज्य के रामचंडी और पुरी के तट के लिए दीर्घकालिक तटरेखा परिवर्तनों का विश्लेषण किया गया है। गोवा के तट के साथ नौ हिस्सों की पहचान कटाव के रूप में की गई है (चित्र 3.4.3 क)। बायोफाउलिंग-मुक्त और प्लवक-मुक्त जल अंतर्ग्रहण प्राप्त करने के लिए जियोसिंथेटिक फिल्टर विधि के साथ हाइब्रिड स्व-सफाई

रेत निस्पंदन का उपयोग करने वाली एक ऊर्ध्ववाधर प्राकृतिक प्रणाली का परीक्षण किया गया। परीक्षण संचालन के दौरान प्रणाली ने 65% दक्षता का प्रदर्शन किया। इको-रिट्रीट कोणार्क और सियाली तट, उड़ीसा के लिए कटाव शमन उपाय उड़ीसा राज्य सरकार के लिए किए गए (3.4.3 ख)।



चित्र 2.2.5.2. : क. गोवा तट के साथ दीर्घकालिक तटरेखा परिवर्तन तथा ख. फरवरी 2024 के दौरान इको-रिट्रीट कोणार्क का पुर्नस्थापित समुद्र तट

3.4.3 समुद्री जैव प्रौद्योगिकी और द्वीपों के लिए महासागर विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी

माइक्रोस्पोरिन जैसे अभीनो एसिड (MAA) बायोमॉलीक्यूल्स, एक संभावित प्राकृतिक सनस्क्रीन को समुद्री साइनोफाइसियन शैवाल प्रजातियों से अलग और शुद्ध किया गया। चार प्रमुख MAA अर्थात्, शिंडोरिन, पैलिथिन, पोर्फिरा 334 और माइक्रोस्पोरिन ग्लाइसिन को अलग किया गया। गामा-लिनोलेनिक एसिड (GLA) एक ओमेगा-6 फैटी एसिड है, जिसे समुद्री साइनोफाइसियन शैवाल स्पिरुलिना मेजर से तीन अलग-अलग दबावों पर सुपरक्रिटिकल फ्लूइड एक्सट्रैक्शन (SFE) तकनीक का उपयोग करके निकाला गया। चिड्यातापु में लॉन्ग लाइन विधि (चित्र 2.2.5.3.a) में ग्रेसिलेरिया एडुलिस, एकेंथोफोरसपिसिफेरा और हाइपनियासपीपी की खेती की जा रही है। दो प्रजातियों (ग्रेसिलेरिया एडुलिस और हाइपनेस्पिनल्ला) के अर्क से बायोप्लास्टिक शीट तैयार की गई, जिनमें से जी. एडुलिस अर्क बायोप्लास्टिक की तैयारी के लिए सबसे उपयुक्त पाया गया। दक्षिण अंडमान से राइजोफोरा म्यूक्रोनाटा से कुल 367 एरोबिक, हेटरोट्रॉफिक बैक्टीरिया को अलग किया गया और इनुलिनेज के उत्पादन के लिए जांच की गई, जो एक सुरक्षित वैकल्पिक स्वीटनर है। एपोटेंशियलिनुलिनेज उत्पादक स्ट्रेन थर्मोमोनस एसपी, एनआईओटी_138 की

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

पहचान की गई है और 46 केडीएडनुलिनेज का निष्कर्षण प्राप्त किया गया है, जो 7.6 पीएच पर 35.80 डिग्री सेल्सियस के तापमान की व्यापक रेंज में सक्रिय पाया जाता है। समुद्री अपशिष्ट को मूल्यवर्धित उत्पादों में जैवरूपांतरित करने के संभावित स्रोत के रूप में चिटिनोलिटिक समुद्री बैक्टीरिया को अलग किया गया और 16 एस आरडीएनए जीन को प्रवर्धित और अनुक्रमित किया गया। चेन्नई से सी बास और कोबिया के फिंगरलिंग्स को श्री विजय पुरम के उत्तरी खाड़ी में 9 मीटर व्यास वाले ओपन सी केजेज के नर्सरी केजेज में रखा गया (चित्र 2.2.5.3.b)। सी बास (लेटेस कैल्केरिफर) ने 0.05 ग्राम के शुरुआती वजन से 447 दिनों की संस्कृति में 2550 ग्राम का औसत वजन प्राप्त किया। कोबिया (रैचीसेंट्रोन कैनाडम) के बीजों के अंकुर 1.5 ग्राम के शुरुआती वजन से 340 दिनों में 6400 ग्राम के वजन तक बढ़ गए हैं। 11 मार्च, 2024 को श्री विजय पुरम के अटल समुद्र विज्ञान और प्रौद्योगिकी केंद्र में माननीय पृथ्वी विज्ञान मंत्री द्वारा समुद्री मछली पालन सुविधा की आधारशिला रखी गई।



चित्र 2.2.5.3. : क. समुद्री शैवाल की लॉन्ग लाइन खेती (ख) श्री विजय पुरम में ओपन सी केजेज

2.2.5.4. समुद्री सेंसर सिस्टम और महासागर

मानव पनडुब्बियों के लिए स्वदेशी अंडरवाटर एकोस्टिक टेलीफोन को डिजाइन, विकसित किया गया है और 500 मीटर ऑपरेटिंग गहराई के लिए प्रोटोटाइप हार्डवेयर इकाइयाँ तैयार की गई हैं। डिजिटल सिग्नल प्रोसेसिंग

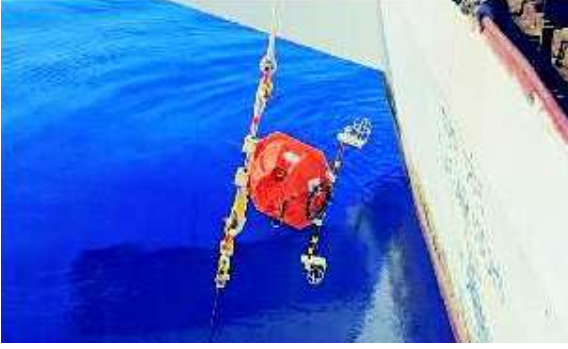
(डीएसपी) आधारित अंडरवाटर एकोस्टिक टेलीफोन के प्रदर्शन को बंगाल की खाड़ी में 500 मीटर ऑपरेटिंग गहराई तक सफलतापूर्वक प्रदर्शित किया गया है।

स्वदेशी रूप से विकसित साइड-स्कैन सोनार के परीक्षण के लिए चेन्नई के तट पर समुद्री परीक्षण किया गया, जिसने एक ज्ञात स्थान पर जहाज के मलबे की 2D छवि उत्पन्न की। ओपन सी फिश केजेज कल्चर सिस्टम और स्वचालित फिश फीडर का विकास पूरा हो गया है। एक स्पर टाइप 10 मीटर व्यास वाली फिश केजेज कल्चर सिस्टम तैयार की गई है और इसकी कार्यक्षमता का प्रदर्शन एन्नोर के पास किया गया है।

2.2.5.5. महासागर ध्वनिकी

ध्रुवीय क्षेत्र माप के लिए परिवेशी शोर मापन प्रणाली (एएनएमएस) को 2 साल के डेटा अधिग्रहण के लिए कॉन्फिगर किया गया है और इसे बर्फ की स्थिति और ध्वनि परिदृश्य अध्ययन की निगरानी के लिए अगस्त 2024 के दौरान IndArc VI मूरिंग के साथ आर्कटिक में तैनात किया गया है। अनुकूली प्रसंस्करण का उपयोग करके स्रोत लक्षण वर्णन किया गया और पास के शिपिंग, दूर के शिपिंग, बर्फ शोर और हवा के शोर को वर्गीकृत करने में सफलता मिली। नानसेन बेसिन के ध्वनिक रिकॉर्ड में समुद्री स्तनपायी प्रजातियों दाढ़ी वाले सील, वालरस और बोहेड व्हेल की पहचान की गई। 1 साल के रिकॉर्ड से मौसमी उपस्थिति और स्वरो की जांच की गई।

एक गहरे पानी के परिवेशी शोर मापन प्रणाली (DANMS) को 1 साल के समय चक्रित डेटा अधिग्रहण के लिए एकीकृत, परीक्षण और कॉन्फिगर किया AD9 पर DANMS से ध्वनिक माप (एक वर्ष का डेटा) संसाधित किया गया है और साइट पर ऊपरी महासागर परिवर्तनशीलता और हाइड्रोडायनामिक्स को शामिल करते हुए 120 किमी की सीमा के लिए 2D ब्रॉड बैंड पैराबोलिक समीकरण मॉडल लागू किया गया है। तटीय निगरानी अनुप्रयोगों के लिए शैलो वॉटर के संचालन के लिए शैलो वॉटर के ध्वनिक वेक्टर सेंसर एरे स्वायत्त प्रणाली (SVAAN) को स्वदेशी रूप से विकसित किया गया है (चित्र 2.2.5.5.)। विभिन्न प्रकार के जहाजों यानी टग, कंटेनर जहाज, तेल उत्पाद टैंकर और बल्क कैरियर का पता लगाना और जहाज की ट्रैकिंग भी की गई है। ध्वनिक परीक्षण सुविधा (ATF) को भारत में एकमात्र NABL मान्यता प्राप्त सुविधा के रूप में उन्नत और बनाए रखा गया है और NIOI को पानी के नीचे ध्वनिकी में नामित संस्थान (30 जनवरी, 2024) के रूप में अधिसूचित किया गया है।



चित्र 2.2.5.5.1.: क अरब सागर में DANMS की तैनाती



चित्र 2.2.5.5.2.: ख तटीय निगरानी प्रणाली की तैनाती

2.2.5.6. समुद्र तट अनुसंधान सुविधा

अंतर्राष्ट्रीय समुद्री संगठन के दिशा-निर्देशों का पालन करते हुए, तिरुपति जिले के पमनजी में एनआईओटी परिसर के समुद्र तट सुविधा स्थल पर बैलास्ट जल उपचार प्रौद्योगिकी – परीक्षण सुविधा (बीडब्ल्यूटीटी-टीएफ) का निर्माण पूरा हो गया है। मानक जीव परीक्षण संस्कृति सुविधा (एसओटीसीएफ) जैसे संबंधित बुनियादी ढांचे में उपचारित जलाशय, इनडोर संस्कृति सुविधा, आउटडोर मास एल्वल, रॉ वॉटर रिजर्वायर और अपशिष्ट उपचार संयंत्र, पाइपिंग और प्लंबिंग, विद्युत और सहायक कार्य भी पूरे हो गए हैं। इन सुविधाओं का उद्घाटन 8 नवंबर, 2024 को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव द्वारा किया गया (चित्र 2.2.5.6.a)



चित्र 2.2.5.6.1.a BWTT&TF सुविधा का हवाई दृश्य समुद्रतटीय स्थल पमनजी



चित्र 2.2.5.6.1.b : पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव द्वारा बीडब्ल्यूटीटी-टीएफ का उद्घाटन

2.2.5.7. महासागर प्रेक्षण प्रणाली

12 ओएमएनआई बुवॉय, 4 मेट बुवॉय, 5 सुनामी बुवॉय और एक आर्कटिक (IndARC) बुवॉय से युक्त मूर्ड बुवॉय नेटवर्क को बनाए रखा जाता है और वास्तविक समय के मौसम-महासागर डेटा को रिपोजिटरी में प्रसारित किया जा रहा है। ईईजेड के बाहर ओएमएनआई बुवॉय से डेटा ओएमएनआई-आरएएमए संयुक्त डेटा पोर्टल के माध्यम से उपलब्ध कराया जाता है। मूर्ड बुवॉय के रखरखाव के लिए क्रूज/फील्ड ट्रिप 162 जहाज दिनों में 56 ऑपरेशन (28 रिट्रीवल और 28 तैनाती) के साथ किए जाते हैं, जो 14,205 एनएम को कवर करते हैं। EKAMSAT, RAM। नेटवर्क, सुनामी बुवॉय जैसे अंतर्राष्ट्रीय कार्यक्रमों के एक भाग के रूप में अंतर्राष्ट्रीय संस्थानों के साथ-साथ कई राष्ट्रीय संस्थानों के साथ तकनीकी और परिचालन सहायता प्रदान करने के लिए सहयोग बनाए रखा जाता है। एनआईओटी के मूर्ड बुवॉय ने उत्तरी हिंद महासागर में गंभीर चक्रवाती तूफान रेमल (मई, 2024), चक्रवाती तूफान एएसएनए (अगस्त, 2024), गंभीर चक्रवाती तूफान दाना (अक्टूबर 2024) और चक्रवाती तूफान फेंगल (नवंबर 2024) जैसे चक्रवातों के संकेतों को कैचर किया और उष्णकटिबंधीय चक्रवात ताप क्षमता की जानकारी के साथ उच्च आवृत्ति वास्तविक समय प्रेक्षण प्रदान किया, जिसे भारत मौसम विज्ञान विभाग (आईएमडी) के साथ साझा किया गया।

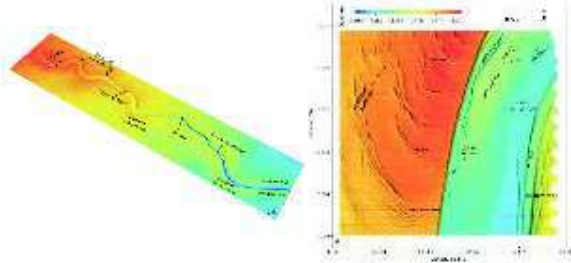
2.2.5.7.1. एचएफ रेडार नेटवर्क और शैलो वॉटर बाथिमेट्री

भारतीय तटीय महासागर रेडार नेटवर्क के हिस्से के रूप में, सभी मौसम की स्थितियों में लगभग वास्तविक समय में 200 किलोमीटर दूर तक तटीय जल के व्यापक क्षेत्रों में सतही धाराओं के मानचित्रण के लिए भारत के तट पर 10 एचएफ रेडार प्रणालियों का संचालन और रखरखाव किया गया है।

पश्चिम बंगाल, ओडिशा, आंध्र प्रदेश और तमिलनाडु तट सहित भारत के पूरे पूर्वी तट (2518 किमी) के साथ शैलो वॉटर बाथिमेट्री (0.30 मीटर पानी की गहराई) सफलतापूर्वक पूरी हो गई है।

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

2.2.6. अंतर्राष्ट्रीय जल सर्वेक्षण संगठन : (आईएचओ) और यूनेस्को-अंतर-सरकारी महासागरीय आयोग (आईओसी) ने हिंद महासागर में पाँच समुद्री विशेषताओं का आधिकारिक तौर पर नामकरण (1) चंद्रगुप्त रिज, (2) अशोक सीमाउंट, (3) कल्पतरु रिज, (4) राजा राजा चोल सीमाउंट और (5) हर्षवर्धन सीमाउंट किया है। ये नाम अब GEBCO अंडरसी फीचर नेम्स गजेटियर (<https://ngdc.noaa.gov/gazetteer/>) में सूचीबद्ध हैं।



चित्र 2.2.6.1क : निचले बंगाल फैन में पहचाने गए पनडुब्बी चौनल का बाथिमेट्रिक मानचित्र जिसमें प्रमुख रूपात्मक विशेषताएँ अंकित हैं। चित्र 2.2.6.1. AUV का उपयोग करके एकत्रित पनडुब्बी चौनल-लेवी खंड का उच्च-रिजॉल्यूशन बाथिमेट्रिक मानचित्र जिसमें प्रमुख विशेषताएँ अंकित हैं।

2.2.6.2. पॉलीमेटेलिक नोड्यूलस (पीएमएन) कार्यक्रम: (सर्वेक्षण और अन्वेषण, पर्यावरण प्रभाव आकलन (ईआईए) अध्ययन और धातु विज्ञान)

सर्वेक्षण और अन्वेषण तथा ईआईए अध्ययन से संबंधित गतिविधियाँ सीएसआईआर-राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान (सीएसआईआर-एनआईओ), गोवा द्वारा की जा रही हैं। उन्नत मानचित्रण सॉफ्टवेयर की सहायता से एक छोटे से क्षेत्र के लिए पहले से एकत्रित एयूवी बाथिमेट्री सर्वेक्षण डेटा का उपयोग करके उच्च रिजॉल्यूशन गहराई समोच्च मानचित्र और त्रि-आयामी मानचित्र तैयार किए गए। मध्य हिंद महासागर बेसिन में भारतीय अनुबंध क्षेत्र में करंट मीटर, सीटीडी, एडीसीपी और तलछट जाल वाले पहले से तैनात जलमग्न और सतही मूरिंग को जून 2024 में जीएसआई पोत आरवी समुद्र रत्नाकर का उपयोग करके पुनर्प्राप्त किया गया।

सीएसआईआर-खनिज एवं सामग्री प्रौद्योगिकी संस्थान (IMMT), भुवनेश्वर पॉलीमेटेलिक नोड्यूल से कॉपर, निकेल, कॉपर और मैग्नीशियम की रिकवरी के लिए उपयुक्त तकनीकों के विकास पर काम कर रहा है। रिडक्टिव एसिड लीचिंग रूट के माध्यम से कॉपर को 99.9% शुद्ध धातु के रूप में प्राप्त किया गया और इसके बाद, डाउनस्ट्रीम शुद्धिकरण संचालन ने 99.9% शुद्ध कोबाल्ट और निकल धातुओं का उत्पादन किया। Mn को MnCO₃ और

इलेक्ट्रोलाइटिक मैंगनीज डाइऑक्साइड (EMD) के रूप में भी प्राप्त किया गया, जिसमें क्रमशः 42% और 60% की औसत Mn मूल्यांकन (%wt) था। रिडक्शन रोस्टिंग प्रक्रिया के लिए अभिकर्मक खपत सहित महत्वपूर्ण प्रक्रिया मापदंडों का चरणवार विकास, उसके बाद धातु/धातु यौगिक रिकवरी, रिडक्टिव रोस्टिंग को अपनाने और मैट फॉर्मेशन का प्रयास करने की प्रक्रिया में प्रगति पर है।

2.2.7. अनुसंधान पोत

मंत्रालय के छह अनुसंधान पोतों का रखरखाव मंत्रालय के चल रहे कार्यक्रमों के साथ-साथ अन्य संस्थानों और संगठनों के लिए आवश्यक सेवाएँ प्रदान करने के लिए किया जाता है। वर्ष के दौरान 50 से अधिक अनुसंधान परिभ्रमण किए गए और इन अनुसंधान पोतों ने समुद्र में लगभग 800 दिन बिताए। अरब सागर में EKAMSAT क्रूज, बंगाल की खाड़ी और हिंद महासागर में रामा बुवॉय और सुनामी बुवॉय संचालन के लिए OOS-NIOT क्रूज, महासागर तल सिस्मोमीटर की तैनाती और ग्लाइडर तैनाती के लिए बंगाल की खाड़ी में एनसीपीओआर-इंकोइस क्रूज (चित्र 3.6.1क), अंडमान सागर में पॉलीमेटेलिक नोड्यूल [पीएमएन] के लिए खोजपूर्ण खनन परीक्षण (चित्र 2.2.7.) जैसे कई कार्यक्रम सफलतापूर्वक किए गए हैं। 19-20 सितंबर, 2024 के दौरान सभी अनुसंधान पोतों पर स्वच्छता अभियान चलाया गया।



चित्र 2.2.7a : बंगाल की खाड़ी में महासागर तल भूकंपमापी की तैनाती चित्र b अंडमान सागर में पॉलीमेटेलिक नोड्यूल [पीएमएन] के लिए खोजपूर्ण खनन परीक्षण

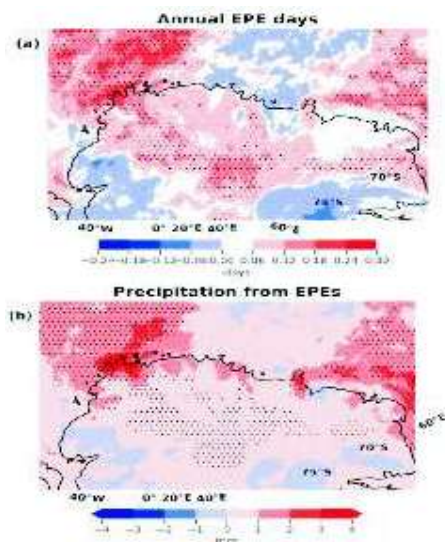
ध्रुवीय और हिमांकमण्डल अनुसंधान (पेसर)

2.3.1. अंटार्कटिका में वैज्ञानिक अध्ययन

2.3.1.1. ड्रोनिंग मौड लैंड (DML), पूर्वी अंटार्कटिका पर अत्यधिक वर्षा की घटनाएँ

अंटार्कटिका के ड्रोनिंग मौड लैंड (DML) में अत्यधिक वर्षा की घटनाओं और वर्षा की स्थानिक परिवर्तनशीलता की जाँच ERA5 जलवायु पुनर्विश्लेषण डेटा का उपयोग करके की गई। निष्कर्षों से पता चलता है कि सबसे भारी बर्फबारी पूर्व की ओर मुख वाले तटीय ढलानों पर होती है, जो मुख्य रूप से उत्तर-पूर्वी से पूर्वी हवाओं द्वारा संचालित होती है। एक मध्य-क्षोभमंडलीय रिज और एक निम्न-दाब केंद्र अत्यधिक वर्षा की घटनाओं से पहले DML में गर्म, नम वायु द्रव्यमान को निर्देशित करते पाए गए (चित्र 2.3.1.1.)। इनमें से लगभग 40% घटनाएँ वायुमंडलीय नदियों के कारण होती हैं, जो सबसे अधिक दैनिक वर्षा करती हैं। अध्ययन में 1979 से 2018 तक अत्यधिक वर्षा की घटनाओं और समग्र वर्षा में उल्लेखनीय वृद्धि भी देखी गई, जो दक्षिणी महासागर के अटलांटिक क्षेत्र में बढ़ी हुई नमी और ध्रुव की ओर चलने वाली हवाओं से जुड़ी थी। चरम वर्षा की घटनाओं (EPE) की परिवर्तनशीलता मुख्य रूप से क्षेत्रीय वायुमंडलीय स्थितियों से प्रभावित होती है।

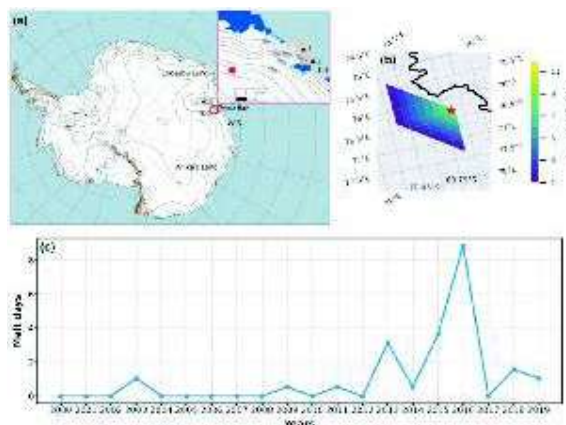
Spatial trends - Annual



चित्र 2.3.1.1. : चरम वर्षा की घटनाओं (EPE) में महत्वपूर्ण वार्षिक रुझान (1979-2018) (क) दिन, (ख) वर्षा

2.3.1.2. इंग्रिड क्रिस्टेंसन तट, पूर्वी अंटार्कटिका पर असामान्य सतह पिघलने के कारण

2016-17 की ऑस्ट्रेलियाई गर्मियों के दौरान, पूर्वी अंटार्कटिका में इंग्रिड क्रिस्टेंसन तट ने 21वीं सदी की अपनी सबसे लंबी पिघलने की अवधि का अनुभव किया, जैसा कि हाल के शोध (चित्र 2.3.1.2.) से संकेत मिलता है। महाद्वीप और आसपास के महासागर पर उच्च दबाव की लकीरें लगातार गर्म, नम हवा को क्षेत्र की ओर ले जाने के रूप में पहचानी गईं, जिससे पिघलने में तेजी आई। अध्ययन में चेतावनी दी गई है कि ग्राउंडिंग जोन के ऊपर होने वाली ऐसी घटनाएँ संभावित रूप से बड़ी आइस शीट्स को अस्थिर कर सकती हैं यदि वे आइस शेल्स से आगे बढ़ती हैं।

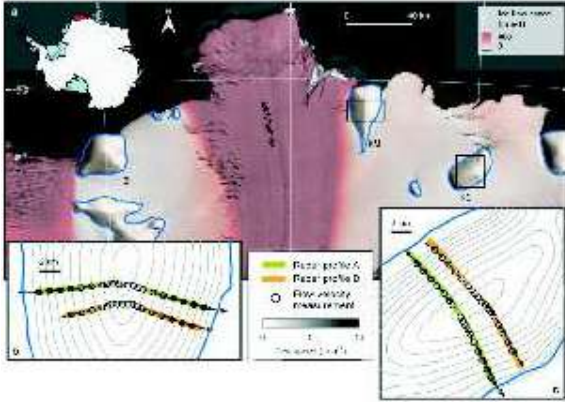


चित्र 2.3.1.2. इंग्रिड क्रिस्टेंसन तट, पूर्वी अंटार्कटिका में देखे गए वार्षिक गलन दिनों में स्थानिक और लौकिक परिवर्तनशीलता। (क) अध्ययन क्षेत्र दक्षिणी महासागर के भारतीय क्षेत्र में स्थित है और आयत लार्समैन हिल्स के अंतर्देशीय इंग्रिड क्रिस्टेंसन तट (आईसीसी) का गलन क्षेत्र है। (ख) आर्थर एट अल, 2022 से 2016-17 की ऑस्ट्रेलियाई गर्मियों के दौरान आईसीसी के गलन क्षेत्र के वार्षिक गलन दिनों का बढ़ा हुआ आंकड़ा। (ग) 21वीं सदी के लिए बिंदु क के वार्षिक गलन दिन। 2016 में सबसे अधिक 9 दिन गलन वाले थे।

2.3.1.3. पिछले सहस्राब्दी में फिम्बुल आइस शेल्फ में बर्फ का बढ़ना, ड्रोनिंग मौड लैंड

शोधकर्ताओं ने पूर्वी अंटार्कटिका के फिम्बुल आइस शेल्फ में दो बर्फ के उभारों की जांच की – कुपोल मोस्कोवस्की और कुपोल सिसोल्कोवस्की (चित्र 2.3.1.3.)। उन्होंने बर्फ के उभारों की आंतरिक संरचना का अध्ययन करने के लिए डीप-साउंडिंग रडार डेटा के साथ संयुक्त एल्मर/आइस मॉडल का उपयोग किया। सतह के वेग माप और सतह के द्रव्यमान संतुलन के रडार-आधारित अनुमानों जैसे क्षेत्र डेटा

को एकीकृत करके, हजारों वर्षों में इन बर्फ संरचनाओं के ऐतिहासिक विकास का पता लगाया गया। निष्कर्षों से पता चलता है कि दोनों आइस राइज मोटे हो रहे हैं, जो हाल के दशकों में एक प्रवृत्ति शुरू कर रहा है। अध्ययन में ऊपर की ओर और नीचे की ओर के बीच सतह के द्रव्यमान संतुलन में भिन्नताओं को भी नोट किया गया है, जिसमें कुपोल मोस्कोवस्की अपने बर्फ विभाजन की स्थिति में बदलाव का अनुभव कर रहा है। ये जानकारियां इस बात पर प्रकाश डालती हैं कि कैसे सतह का द्रव्यमान संतुलन और स्थानीय ग्लेशियोलॉजिकल कारक अंटार्कटिक आइस राइजेज के विकास को दृढ़ता से प्रभावित करते हैं।

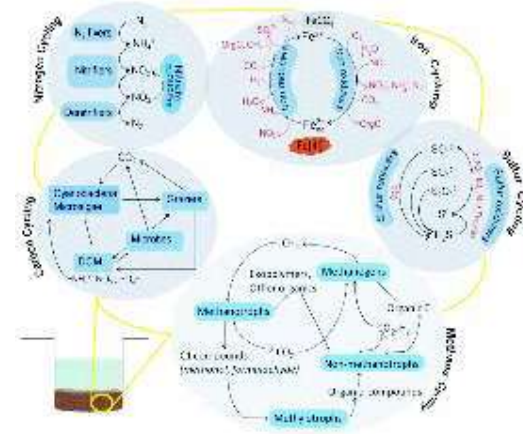


चित्र 2.3.1.3. : फिम्बुल आइस शेल्फ में कुपोल मोस्कोवस्की (KM), कुपोल सिओल्कोव्स्कोगो (KC) और ब्लास्किमेन द्वीप (BI) में बर्फ के उभार पर क्षेत्र माप। ए. बर्फ के उभार को नीले रंग की रूपरेखा का उपयोग करके हाइलाइट किया गया है और क्षेत्र में बर्फ के प्रवाह की गति को रंग पैमाने का उपयोग करके दर्शाया गया है। मानचित्र का कवरेज इनसेट में दिखाया गया है। ब्लैक बॉक्स पैनल बी और सी के कवरेज को दिखाते हैं। पैनल बी और सी क्रमशः कुपोल मोस्कोवस्की (KM) और कुपोल सिओल्कोव्स्कोगो (KC) बर्फ के उभार के नजदीकी दृश्य दिखाते हैं।

2.3.1.4. अंटार्कटिका और हिमालय में क्रायोकोनाइट होल वातावरण में पोषक तत्व और तत्व चक्र, और सूक्ष्मजीव समुदाय की गतिशीलता

क्रायोकोनाइट होल ग्लेशियरों पर छोटे, पानी से भरे गड्ढे हैं जो विविध सूक्ष्मजीवों को आश्रय देते हैं, जो मिनी-पारिस्थितिकी तंत्र बनाते हैं। वे ग्लेशियर की हाइड्रोलॉजिकल प्रणाली के भीतर सूक्ष्मजीवों, कार्बन, पोषक तत्वों और ट्रेस तत्वों को संग्रहीत और परिवहन करते हैं। हाल के एक अध्ययन में पाया गया है कि अंटार्कटिका और हिमालय के ग्लेशियरों के क्रायोकोनाइट होल आत्मनिर्भर

पारिस्थितिकी तंत्र हैं, जो ग्लेशियरों पर तत्वों के चक्रण और डाउनस्ट्रीम परिवहन को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित करते हैं (चित्र 2.3.1.4.1.)। इस अध्ययन से इन छिद्रों में प्रकाश संश्लेषक सूक्ष्मजीवों की एक विस्तृत श्रृंखला का भी पता चलता है। अध्ययन में हिमालयी क्रायोकोनाइट माइक्रोबायोटा में उच्च क्षमता वाले पूर्ण सल्फर चक्र के साक्ष्य भी मिले हैं। जटिल खाद्य जाल के साथ लौह और मीथेन चक्रों के होने का अनुमान है।

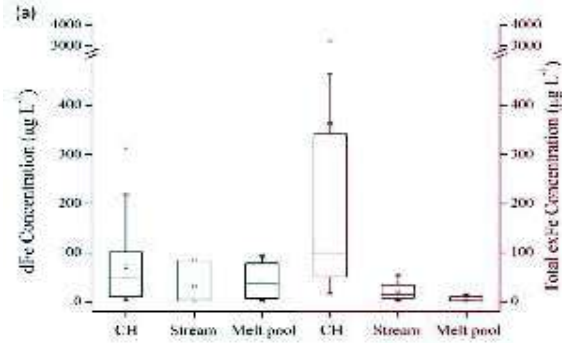


चित्र 2.3.1.4.1. : कार्बन, नाइट्रोजन, आयरन, सल्फर और मीथेन चक्रों पर प्रकाश डालते हुए अंटार्कटिक और हिमालयी क्रायोकोनाइट सूक्ष्मजीव समुदायों द्वारा महत्वपूर्ण तत्वों के संभावित परिवर्तनों का योजनाबद्ध प्रेक्षण।

अंटार्कटिक क्रायोकोनाइट होल इकोसिस्टम के एक अन्य अध्ययन में, अंटार्कटिक क्रायोकोनाइट होल के भीतर रहने वाले बैक्टीरिया समुदायों को पिघलने के मौसम में ऑटोट्रॉफिक साइनोबैक्टीरिया से हेटरोट्रॉफिक समुदायों, विशेष रूप से बैक्टीरियोडोटा और प्रोटियोबैक्टीरिया में स्थानांतरित होते देखा गया। पूर्वानुमानित चयापचय कार्यात्मक विश्लेषण पिघलने के मौसम की प्रगति के साथ मुख्य रूप से फोटोट्रॉफिक-संबंधित कार्यों से हेटरोट्रॉफिक कैटाबोलिक और एनाबोलिक मार्गों में एक संगत बदलाव दिखाते हैं। गर्मियों के दौरान इन पिघले हुए पानी के पारिस्थितिकी तंत्रों के भीतर कार्बनिक पदार्थों के अपचय के टूटने के लिए रणनीतियों का प्रदर्शन करने वाले कार्बनिक पदार्थ-उपभोग करने वाले सूक्ष्मजीवों के लिए प्रकाश संश्लेषक तंत्र से यह बदलाव, CO₂, N₂ और अन्य पोषक तत्वों की मुक्ति का परिणाम हो सकता है। इसके अलावा, चरम पृथक्करण के दौरान बह जाने वाले हेटरोट्रॉफिक बैक्टीरिया नीचे की ओर जीवित रह सकते हैं, जो फर्जॉर्ड पारिस्थितिकी तंत्र जैव-भू-रसायन विज्ञान को प्रभावित करते हैं।

ध्रुवीय और हिमांकमण्डल अनुसंधान (पेसर)

अंटार्कटिक क्रायोकोनाइट होल इकोसिस्टम में आस-पास की धाराओं और पिघले हुए तालाबों की तुलना में घुले हुए और निकाले जा सकने वाले लोहे की सांद्रता बहुत अधिक पाई गई। यह खोज इसलिए महत्वपूर्ण है क्योंकि इस क्षेत्र में लोहा एक सीमित सूक्ष्म पोषक तत्व है, जो जैविक उत्पादकता को सीमित करता है। पूर्वानुमानित कार्यात्मक चयापचय विश्लेषण से पता चलता है कि क्रायोकोनाइट छिद्रों में बैक्टीरिया विभिन्न तंत्रों जैसे कि साइडरोफोर (लोहे को पकड़ने वाले अणु) का उत्पादन करके लोहा और अन्य ट्रेस तत्व प्राप्त करते हैं, इसलिए इन छिद्रों के भीतर और आसपास ट्रेस धातु रसायन विज्ञान को प्रभावित करते हैं। क्रायोकोनाइट छिद्रों से घुले और निकाले जा सकने वाले लोहे का अनुमानित निर्वहन आसन्न सुप्राग्लेशियल धाराओं की तुलना में क्रमशः 2 और 17 गुना अधिक है (चित्र 2.3.1.4.2.), जो दक्षिणी महासागर के इस पोषक तत्व-सीमित क्षेत्र में जैव उपलब्ध लोहे के स्रोत के रूप में उनकी महत्वपूर्ण भूमिका को उजागर करता है।

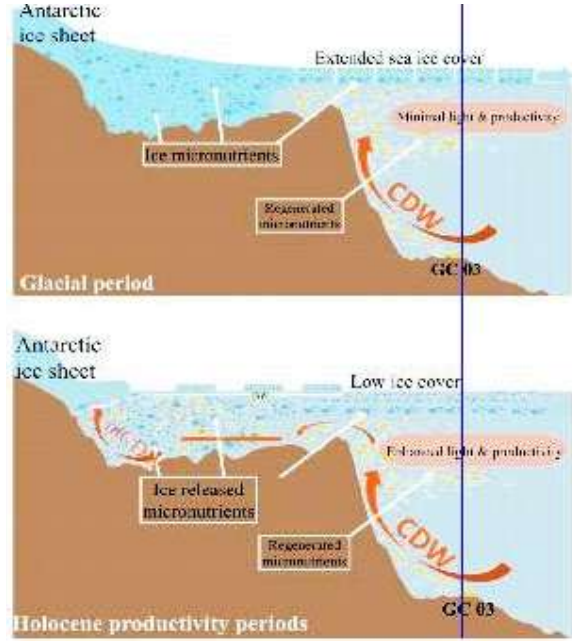


चित्र 2.3.1.4.2. : अंटार्कटिक क्रायोकोनाइट छिद्र (CH), पिघली धाराओं और पिघले हुए तालाबों में मापे गए घुले हुए लोहे (dFe) और कुल निष्कर्षणीय लोहे (e-Fe) की सांद्रता।

2.3.1.5. प्राकृतिक लौह निषेचन द्वारा संचालित प्राइड्रज खाड़ी उत्पादकता

दक्षिणी महासागर में प्राकृतिक लौह निषेचन और फाइटोप्लांकटन उत्पादकता और जैविक कार्बन पंप को बढ़ाकर जलवायु परिवर्तन को कम करने में इसकी भूमिका की जांच की गई। पूर्वी अंटार्कटिक मार्जिन पर ध्यान केंद्रित करते हुए, प्राइड्रज खाड़ी से तलछट कोर डेटा ने पिछले हिमयुग के दौरान कम उत्पादकता का खुलासा किया, जो कि हिमयुग के दौरान बढ़ रहा था, होलोसीन में चरम पर था। लौह प्रवाह ने उत्पादकता के रुझानों को प्रतिबिंबित किया, पोषक तत्व उपलब्धता में इसकी भूमिका पर जोर दिया। लौह

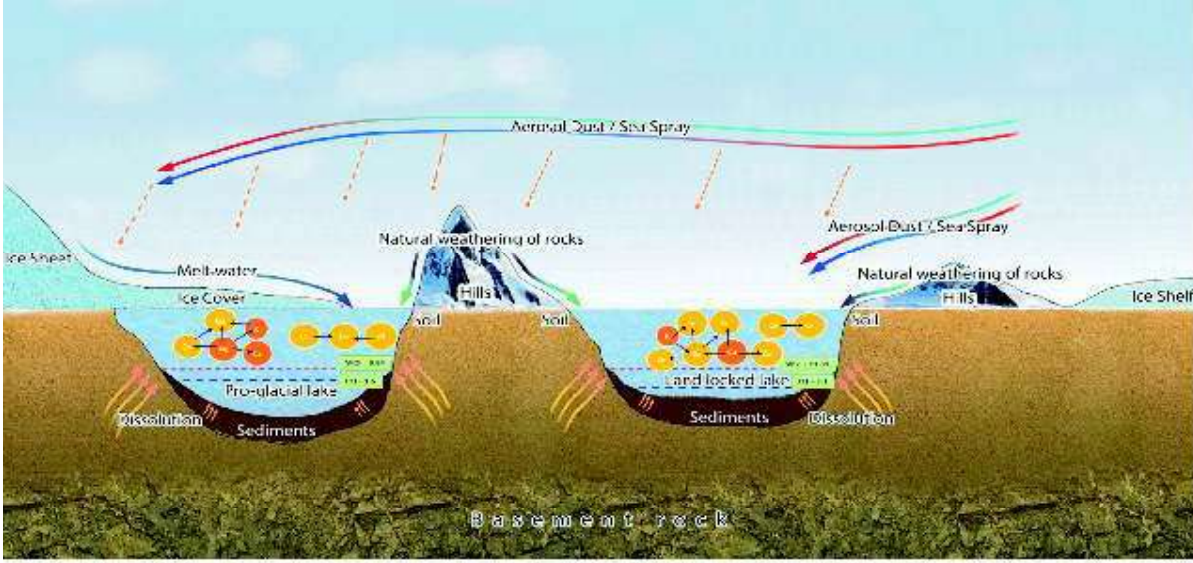
निषेचन में 2,000 साल की आवधिकता जलवायु चक्रों (चित्र 2.3.1.5.) से संबंध का सुझाव देती है। क्षेत्रीय अध्ययनों का विस्तार करना और जलवायु मॉडल में निष्कर्षों को एकीकृत करना दक्षिणी महासागर उत्पादकता और कार्बन पृथक्करण के अनुमानों को परिष्कृत करेगा।



चित्र 2.3.1.5. : प्राइड्रज खाड़ी में सूक्ष्म पोषक तत्वों की उपलब्धता, प्रकाश की स्थिति और इसके परिणामस्वरूप फाइटोप्लांकटन उत्पादकता में परिवर्तन को दर्शाने के लिए संकल्पनात्मक मॉडल, जो इस क्षेत्र CDW – सर्कंपोलर डीप वॉटर से तलछट कोर (जीसी 03) के भू-रासायनिक डेटा से प्राप्त निष्कर्षों पर आधारित है।

2.3.1.6. शिरमाकर हिल्स झीलों में आयनों और ट्रेस धातुओं का स्रोत

अंटार्कटिक झीलों जलवायु परिवर्तन पर मानवजनित प्रभावों को अवशोषित करने और प्रबंधित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। पूर्वी अंटार्कटिका के शिरमाकर हिल्स में झीलों से हाल ही में किए गए एक अध्ययन से पता चलता है कि हिमनद-समर्थक झीलों की तुलना में भूमि-बंद झीलों में प्रमुख आयनों और ट्रेस धातुओं की मध्यम समृद्धि है। जल गुणवत्ता और प्रदूषण सूचकांक अच्छी जल गुणवत्ता (चित्र 2.3.1.6.) दर्शाते हैं, जो भविष्य के प्रदूषण अनुमानों के लिए महत्वपूर्ण आधारभूत डेटा प्रदान करते हैं।



चित्र 2.3.1.6. शिरमाकर हिल्स झीलों में प्रमुख आयनों और ट्रेस धातुओं के संभावित स्रोतों को दर्शाने वाला योजनाबद्ध आरेख। तीर का चिन्ह, तत्व घटकों के बीच महत्वपूर्ण सकारात्मक सहसंबंधों को इंगित करते हैं।

2.3.2. भारतीय अंटार्कटिक स्टेशन का संचालन और प्रबंधन

2.3.2.1. अंटार्कटिक विज्ञान समन्वय: 44वें ISEA के लिए वैज्ञानिक परियोजनाओं का चयन

44वें भारतीय वैज्ञानिक अभियान (ISEA 2024-25) के लिए जलवायु प्रक्रियाएँ और परिवर्तन से जुड़ाव, क्रस्टल विकास, पर्यावरण प्रक्रियाएँ और संरक्षण, स्थलीय और निकटवर्ती पारिस्थितिकी तंत्र और प्रेक्षण संबंधी अनुसंधान जैसे विभिन्न व्यापक विषयों के तहत 2 जनवरी, 2024 को आमंत्रित प्रस्तावों के आह्वान के आधार पर, 37 प्रस्ताव ऑनलाइन प्रस्तुत किए गए, जिनमें से 24 परियोजनाओं को अभियान में शामिल करने के लिए विशेषज्ञ समिति द्वारा अनुशंसित किया गया, जिन्हें कार्यान्वयन के लिए ध्रुवीय कार्यक्रम पर राष्ट्रीय समिति द्वारा अनुमोदित किया गया। इसके अतिरिक्त, भारतीय अंटार्कटिक अधिनियम, 2022 के तहत स्थापित अंटार्कटिक शासन और पर्यावरण संरक्षण (CAG-EP) पर समिति की दूसरी बैठक 8 अक्टूबर, 2023 को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, नई दिल्ली में अभियान के आवेदनों की समीक्षा करने, शासन और पर्यावरण संरक्षण मानकों के साथ संरेखण सुनिश्चित करने के लिए आयोजित की गई थी।

2.3.2.2. अंटार्कटिक ऑपरेशन

अंटार्कटिका के लिए 43वां भारतीय वैज्ञानिक अभियान (43-

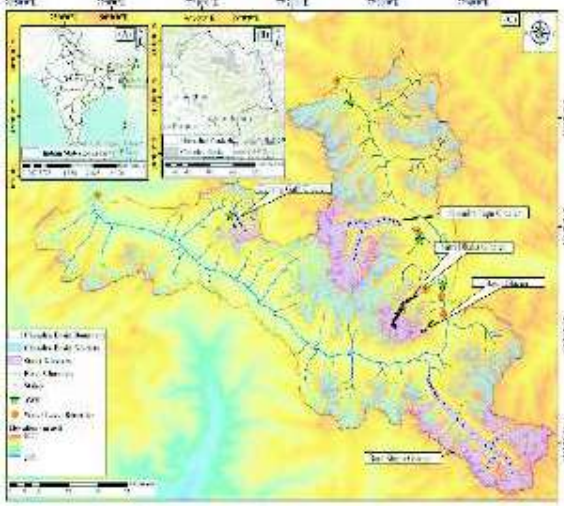
ISEA) 2023-2024 में सफलतापूर्वक लॉन्च हुआ, जिसने अभियान पोत एमवी वासिली गोलोविन के जरिए मैत्री और भारती स्टेशनों को आपूर्ति पहुंचाई। अभियान में 19 संगठनों के 54 वैज्ञानिकों और 7 संगठनों के 57 परिचालन कर्मचारियों सहित 111 कर्मियों को तैनात किया गया था। बांग्लादेश और मॉरीशस के प्रतिभागी अभियान में शामिल हुए और भारत ने बेल्जियम के अंटार्कटिक कार्यक्रम और ड्रॉनिंग मौड लैंड एयर नेटवर्क (डीआरओएमएलएएन) ऑपरैटर का समर्थन किया। भारत बैरियर के पास चुनौतियां खड़ी हुई क्योंकि हिमखंड डी-35 और बर्फ के टुकड़ों ने संचालन को खतरा पैदा कर दिया। ग्रीष्मकालीन चरण 1 अप्रैल, 2024 को पोत के केपटाउन लौटने के साथ समाप्त हो मूल्यांकन बोर्ड (BoA) ने नवंबर 2024 के दौरान बोलियों का मूल्यांकन किया।

2.3.3. हिमालयी हिमांकमंडल अध्ययन

2.3.3.1. हिमालयी ग्लेशियोलॉजिकल अध्ययन

चल रहे हिमालयी क्रायोस्फीयर कार्यक्रम का उद्देश्य बदलती जलवायु परिस्थितियों और इसके हाइड्रोलॉजिकल प्रभावों के प्रति हिमालयी क्रायोस्फीयर की प्रतिक्रिया की निगरानी करना है। हिमाचल प्रदेश में चंद्रा और आसपास के बेसिन (चित्र 2.3.3.1.) में ग्लेशियर, लद्दाख में त्सो-कार बेसिन में चंद्रन ग्लेशियर, सिक्किम में ओंगलकथांग ग्लेशियर बेसिन और अरुणाचल प्रदेश में त्वांग बेसिन में खांगरी ग्लेशियर को

विभिन्न वैज्ञानिक उद्देश्यों के लिए बारीकी से देखा जाता है। कार्यक्रम ग्लेशियर द्रव्यमान और ऊर्जा संतुलन, बर्फ कवर, ग्लेशियल जल विज्ञान और मौसम विज्ञान, पिघले पानी के रसायन विज्ञान, ग्लेशियल भू-आकृति विज्ञान और एरोसोल अध्ययन पर केंद्रित है। उच्च ऊंचाई वाले अनुसंधान स्टेशन हिमांश और हिमाच्छादित क्षेत्रों में एकीकृत प्रेक्षण प्रणालियों को मजबूत करने के प्रयास भी किए जा रहे हैं। एनसीपीओआर हिमालय में ग्लेशियोलॉजिकल अनुसंधान को और अधिक समर्थन देने के लिए सहयोगी अनुसंधान गतिविधियों को विकसित करने और बुनियादी ढांचे को बढ़ाने में सक्रिय रूप से शामिल है।



चित्र 2.3.3.1. चंद्रा बेसिन, पश्चिमी हिमालय, हिमाचल प्रदेश, भारत में अध्ययन किए गए ग्लेशियरों का प्रेक्षण।

2.3.3.2. 2023-2024 के दौरान हिमालय में क्षेत्रीय गतिविधियाँ मई से अक्टूबर 2024 तक, हिमालय अभियान ने हिमाचल प्रदेश के चंद्रा बेसिन में "हिमांश" अनुसंधान स्टेशन पर प्रचालन गतिविधियाँ आयोजित कीं। टीम ने नए स्वचालित मौसम स्टेशन (AWS) और जल स्तर रिकॉर्डर (WLR) सिस्टम स्थापित किए। खांगरी ग्लेशियर अरुणाचल प्रदेश में एक अलग क्षेत्र अध्ययन शुरू किया गया और नदी के निर्वहन और बर्फ की निगरानी के लिए जल स्तर रिकॉर्डर सिस्टम और दांव लगाए गए। पृथक्करण और संचय माप, मौसम संबंधी और जल विज्ञान डेटा, टीएलएस (स्थलीय लेजर स्कैनिंग) और जीएनएसएस (वैश्विक नेविगेशन सैटेलाइट सिस्टम) सर्वेक्षण डेटा, हाइड्रोकेमिस्ट्री और एरोसोल डेटा सहित विविध डेटासेट एकत्र किए गए।

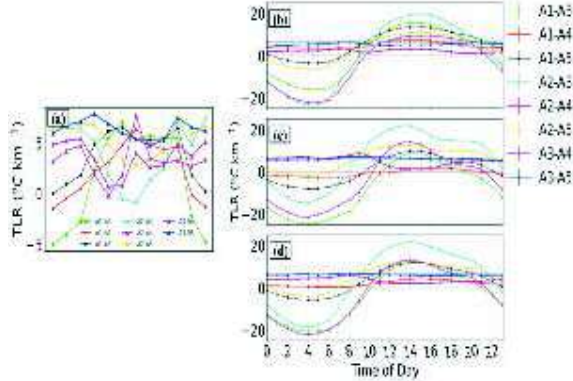


चित्र 2.3.3.2. : बारालाचा से AWS डेटा प्राप्त करना, सुत्री ढाका ग्लेशियर से बर्फ कोर एकत्र करना, तथा सुत्री ढाका डिस्चार्ज साइट पर डिस्चार्ज माप (बाएं से दाएं)।

2.3.3.3. चंद्रा जलग्रहण क्षेत्र की जलवायु संवेदनशीलता और ह्रास दर विश्लेषण

अर्ध-शुष्क पश्चिमी हिमालय (चित्र 2.3.3.3.) में ग्लेशियरयुक्त चंद्रा बेसिन पर वायु तापमान ह्रास दर (टीएलआर) का विस्तृत विश्लेषण अक्टूबर 2020 और सितंबर 2022 के बीच एकत्र किए गए एडब्ल्यूएस (ऊंचाई: 4052-4904 मीटर a.s.l.) से स्व-स्थाने डेटा का उपयोग करके किया गया था। वार्षिक औसत टीएलआर का अनुमान $3.8 \pm 0.3 \text{ }^{\circ}\text{C km}^{-1}$ लगाया गया था, जो मानक $6-5 \text{ }^{\circ}\text{C km}^{-1}$ से काफी कम है। मौसमी और दैनिक टीएलआर विविधताएँ देखी गईं, जिसमें गर्मियों में अधिकतम तापमान ($5.8 \pm 0.2 \text{ }^{\circ}\text{C km}^{-1}$) गर्म, आर्द्र परिस्थितियों से जुड़ा था और सर्दियों में न्यूनतम तापमान ($-1.6 \pm 0.1 \text{ }^{\circ}\text{C km}^{-1}$) विकिरण शीतलन और तापमान व्युत्क्रमण के कारण था। अधिकतम टीएलआर 10:00-18:00 बजे के दौरान हुआ, जबकि न्यूनतम रात भर रहा। सांख्यिकीय विश्लेषणों से पता चला है कि टीएलआर परिवर्तनशीलता हवा, आर्द्रता और विकिरण जैसे मौसम संबंधी कारकों के साथ दृढ़ता से सहसंबंधित है। संवेदनशीलता प्रयोगों से पता चला है कि

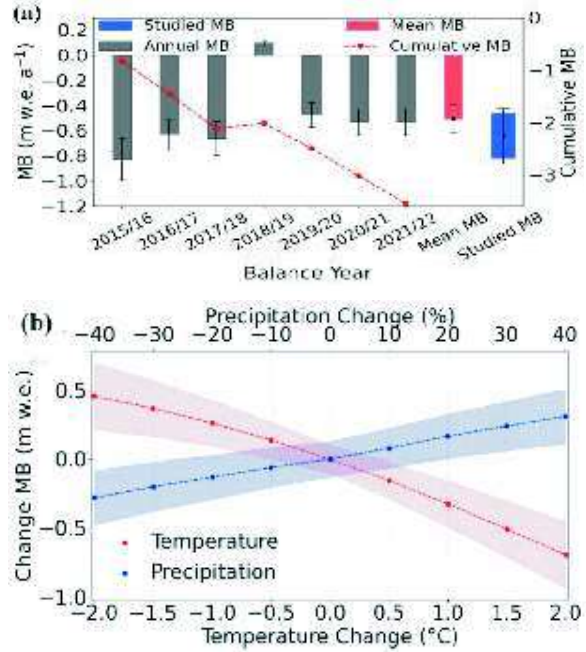
ग्लेशियर द्रव्यमान संतुलन टीएलआर परिवर्तनों के प्रति अत्यधिक संवेदनशील है, जो सटीक ग्लेशियो-हाइड्रोलॉजिकल पूर्वानुमानों के लिए क्षेत्रीय मॉडलों में गैर-रैखिक तापमान ढालों पर विचार करने के महत्व पर



चित्र 2.3.3.3. (क) औसत मासिक टीएलआर, ($^{\circ}\text{C}$ किमी $^{-1}$), (ख-घ) दैनिक टीएलआर भिन्नता (ग्रीष्म, शीत, वार्षिक)

2.3.3.4. पश्चिमी हिमालय में चंद्रा बेसिन ग्लेशियर के ऊर्जा प्रवाह, द्रव्यमान संतुलन मॉडलिंग और जलवायु संवेदनशीलता

सात हाइड्रोलॉजिकल वर्षों (2015-2022) के लिए चंद्रा बेसिन ग्लेशियरों के ऊर्जा प्रवाह और द्रव्यमान संतुलन का अनुमान लगाने के लिए अपडेट किए गए COSIPY मॉडल का उपयोग किया गया था। सुत्री ढाका और समुद्र टापू ग्लेशियरों से मौसम संबंधी और हिमनद संबंधी डेटा के साथ कैलिब्रेट किए गए इस मॉडल ने -0.51 ± 0.28 मीटर w.e. a^{-1} का नकारात्मक औसत वार्षिक द्रव्यमान संतुलन प्रकट किया, जिसमें -3.54 मीटर w.e. का संचयी नुकसान हुआ (चित्र 2.3.3.4.)। अध्ययन ने मौसमी ऊर्जा प्रवाह परिवर्तनशीलता पर प्रकाश डाला, जिसमें गर्मियों में शुद्ध विकिरण हावी था और सर्दियों में संवेदनशील/अव्यक्त ताप प्रवाह था। 12° - 20° के दक्षिण-पूर्व, दक्षिण और दक्षिण-पश्चिम की ओर ढलान पर 4700-5400 मीटर a.s.l. के बीच द्रव्यमान हानि महत्वपूर्ण थी। गड़बड़ी प्रयोगों से पता चला है कि 1 डिग्री सेल्सियस तापमान वृद्धि से कुल द्रव्यमान संतुलन 64% कम हो जाता है, जबकि इस नुकसान का मुकाबला करने के लिए 42% वर्षा वृद्धि की आवश्यकता होती है। निष्कर्ष जलवायु परिवर्तनों के लिए ग्लेशियर द्रव्यमान संतुलन की संवेदनशीलता को रेखांकित करते हैं, जो पश्चिमी हिमालय में जलवायु प्रभावों को समझने के लिए महत्वपूर्ण अंतर्दृष्टि प्रदान करते हैं।



चित्र 2.3.3.4. (क) सात जल विज्ञान वर्षों के लिए औसत वार्षिक द्रव्यमान संतुलन, जिसमें समग्र औसत और अध्ययन किया गया द्रव्यमान संतुलन शामिल है। अक्टूबर 2015 से सितंबर 2022 के दौरान पश्चिमी हिमालय के ऊपरी चंद्रा बेसिन के चयनित ग्लेशियर, और (ख) वायु तापमान और वर्षा में परिवर्तन के प्रति द्रव्यमान संतुलन की संवेदनशीलता।

2.3.4. आर्कटिक में वैज्ञानिक अध्ययन

2.3.4.1. उभरते स्वास्थ्य और जलवायु जोखिमों को संबोधित करने के लिए आर्कटिक पर्माफ्रॉस्ट अध्ययन आर्कटिक के तेजी से गर्म होने से पर्माफ्रॉस्ट पिघल रहा है, जिससे ग्रीनहाउस गैसों की रिलीज और एंटीबायोटिक-प्रतिरोधी बैक्टीरिया (ARB) और वायरस से संभावित रिलीज में योगदान हो रहा है। आर्कटिक पर्माफ्रॉस्ट पिघलने के परिणामों – स्वास्थ्य के लिए महत्वपूर्ण बैक्टीरिया और वायरस, और मीथेन-उत्पादक रोगाणुओं की रिहाई को संबोधित करने के लिए, उच्च आर्कटिक क्षेत्र में एक पर्माफ्रॉस्ट माइक्रोबायोम परियोजना शुरू की गई थी। एनसीपीओआर के वैज्ञानिकों ने कनाडाई उच्च आर्कटिक क्षेत्र में फील्डवर्क किया। फील्डवर्क के दौरान, एंटीबायोटिक-प्रतिरोधी और मीथेन-उत्पादक रोगाणुओं का अध्ययन करने के लिए नुनावुत प्रांत (चित्र 2.3.4.1.) में स्थित कैम्ब्रिज बे के आसपास 40 किमी के दायरे में विभिन्न भौगोलिक स्थानों से लगभग 2.3 मीटर गहरे पर्माफ्रॉस्ट कोर (संख्या = 8) एकत्र किए गए थे।



चित्र 2.3.4.1. (क) कैम्ब्रिज बे, नुनावुत प्रांत, कनाडाई उच्च आर्कटिक क्षेत्र का मानचित्र। रेड कॉलआउट नमूनाकरण स्थान दिखाते हैं, (ख) पर्माफ्रॉस्ट कोर नमूनों की ड्रिलिंग।

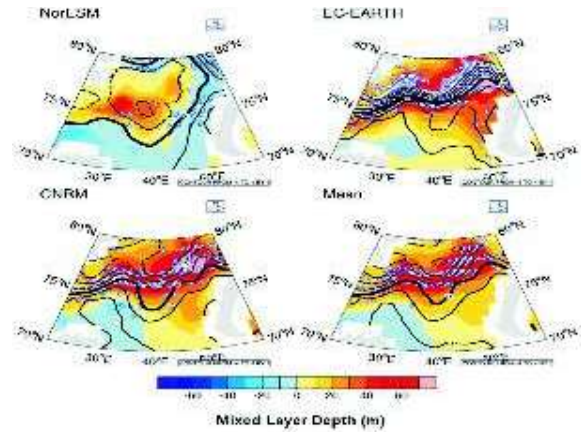
2.3.4.2. आर्कटिक समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र का वर्ष भर अध्ययन

नेशनल सेंटर फॉर पोलर एंड ओशन रिसर्च (NCPOR), लेह विश्वविद्यालय, यूएसए और अल्फ्रेड वेगेनर इंस्टीट्यूट, जर्मनी के सहयोग से, स्वालबार्ड-इंटरनेशनल कॉंग्सफजॉर्डन वर्ष (YESSS-IKY) परियोजना में वर्ष भर पारिस्थितिकी तंत्र अध्ययन के माध्यम से जलवायु परिवर्तन प्रभावों की समझ को आगे बढ़ा रहा है। यह अंतर्राष्ट्रीय पहल एक प्रमुख आर्कटिक फजॉर्ड, कॉंग्सफजॉर्डन में समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र पर वर्ष भर, उच्च-रिजॉल्यूशन डेटा एकत्र करने पर केंद्रित है। इस परियोजना में कॉंग्सफजॉर्डन में संदर्भ स्टेशन KB3 पर साप्ताहिक नमूना संग्रह शामिल है, जिसमें NCPOR और लेह विश्वविद्यालय के वैज्ञानिक संयुक्त फील्डवर्क और प्रसंस्करण नमूने आयोजित करते हैं। अब तक, टीम ने सफलतापूर्वक 15 सप्ताह के नमूने एकत्र किए हैं और एक्स-सीटू शीतकालीन प्रयोग शुरू किए हैं (चित्र 2.3.4.2.)। इस सहयोग के माध्यम से उत्पन्न डेटा उन्नत पारिस्थितिकी तंत्र मॉडल के विकास में योगदान देगा, जो बदलती पर्यावरणीय परिस्थितियों में आर्कटिक पारिस्थितिकी तंत्र के कामकाज में महत्वपूर्ण अंतर्दृष्टि प्रदान करेगा।



चित्र 2.3.4.2. : (क) NCPOR-लेहाई के वैज्ञानिक ध्रुवीय रात्रि में जल के नमूने एकत्रित करते हुए और (ख) किंग्स cs AS में समुद्री प्रयोगशाला में बाह्य शीतकालीन प्रयोगात्मक सेटअप।

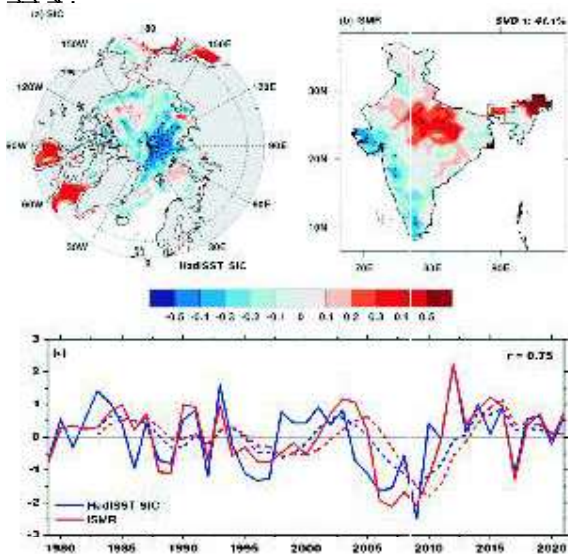
2.3.4.3. आर्कटिक महासागर में वायुमंडल-महासागर-बर्फ फीडबैक Ny-Alesund, Svalbard, संख्यात्मक मॉडल और डेटा एनालिटिक्स के प्रेक्षणों के संयोजन का उपयोग करते हुए, आर्कटिक में महासागर और वायुमंडलीय प्रक्रियाओं के बीच अंतःक्रियाओं विशेष रूप से, मानसून सहित वैश्विक मौसम को प्रभावित करने में बैरेंट्स और कारा समुद्र की महत्वपूर्ण भूमिका को समझने की जांच की गई है। बैरेंट्स सागर, जो महत्वपूर्ण वायुमंडलीय वार्मिंग और समुद्री बर्फ की कमी का अनुभव कर रहा है, का मध्य अक्षांश और उष्णकटिबंधीय मौसम पर प्रभाव पड़ता है। बैरेंट्स सागर के उद्घाटन के माध्यम से गर्म अटलांटिक जल (AW) का प्रवाह समुद्री बर्फ के विस्तार को नियंत्रित करने में महत्वपूर्ण है। 2000 के दशक के मध्य से AW में ठंडक की प्रवृत्ति के बावजूद, समुद्री बर्फ में कमी जारी है। दक्षिणी बैरेंट्स सागर (SBS) में समुद्री ऊष्मा का कम नुकसान जलवायु मॉडल प्रयोगों से पता चलता है कि ये गतिशीलता समुद्री बर्फ के नुकसान से प्रेरित है, जो आर्कटिक प्रणाली की सुरक्षा को मजबूत करती है।



चित्र 2.3.4.3. : तीन अलग-अलग मॉडलों (ए) NorESM (बी) EC-Earth3 और (सी) CNRM-CM6-1 और (डी) उनका औसत के लिए नियंत्रण और कम आर्कटिक समुद्री बर्फ प्रयोगों (यानी आर्कटिक समुद्री बर्फ के नुकसान की प्रतिक्रिया) के बीच शीतकालीन (ONDJFM) औसत मिश्रित-परत गहराई (मीय रंग), समुद्र की सतह की ऊंचाई (SSH; सेमीय समोच्चय नकारात्मक समोच्च धराशायी हैं) में अंतर। सभी आंकड़ों में, वेक्टर सतह भूस्थैतिक वर्तमान प्रतिक्रिया (सेमी/सेकंड) का प्रतिनिधित्व करते हैं। क्षेत्र-औसत SSH प्रतिक्रिया को वास्तविक SSH प्रतिक्रिया से हटा दिया जाता है। मोटी रेखा शून्य समोच्च रेखा का प्रतिनिधित्व करती है।

2.3.4.4. आर्कटिक समुद्री बर्फ वायुमंडलीय दूरसंचार के माध्यम से भारतीय मानसून को नियंत्रित कर रही है

1979-2021 की अवधि के लिए बड्क और CMIP6 जलवायु मॉडल से उपग्रह प्रेक्षण और सिमुलेशन का उपयोग करके आर्कटिक समुद्री बर्फ सांद्रता (SIC) और भारतीय ग्रीष्मकालीन मानसून वर्षा (ISMR) के बीच संबंध की जाँच की गई। यह ISMR परिवर्तनशीलता और वसंत आर्कटिक SIC के बीच एक महत्वपूर्ण संबंध को दर्शाता है, जिसमें वसंत के दौरान 41.1% का अधिकतम को-वैरिएन्स देखा गया (चित्र 2.3.4.4.)। मध्य आर्कटिक ($r=0.51$) और बैरेंट्स-कारा सागर ($r = -0.39$) में मजबूत क्षेत्रीय सहसंबंध पाए गए। मध्य आर्कटिक में उच्च समुद्री बर्फ वर्ष (HSYs) दबाव पैटर्न से जुड़े हैं जो उत्तर-पश्चिमी और प्रायद्वीपीय भारत में वर्षा को बढ़ाते हैं, जबकि निम्न समुद्री बर्फ वर्ष (LSYs) मानसून गतिविधि को कमजोर करते हैं। अध्ययन में ऊपरी वायुमंडलीय परिसंचरण और हवा के पैटर्न को बदलकर ISMR को प्रभावित करने में सर्कम ग्लोबल टेलीकनेक्शन (CGT) और उत्तरी अटलांटिक-यूरेशिया वेव ट्रेन जैसे टेलीकनेक्शन की भूमिका पर भी प्रकाश डाला गया है। ये निष्कर्ष भारतीय मानसून को प्रभावित करने में आर्कटिक एसआईसी गतिशीलता की महत्वपूर्ण भूमिका को उजागर करते हैं और भविष्य के जलवायु मॉडल में ISMR पूर्वानुमानों को बेहतर बनाने के लिए उनके महत्व पर जोर देते हैं।



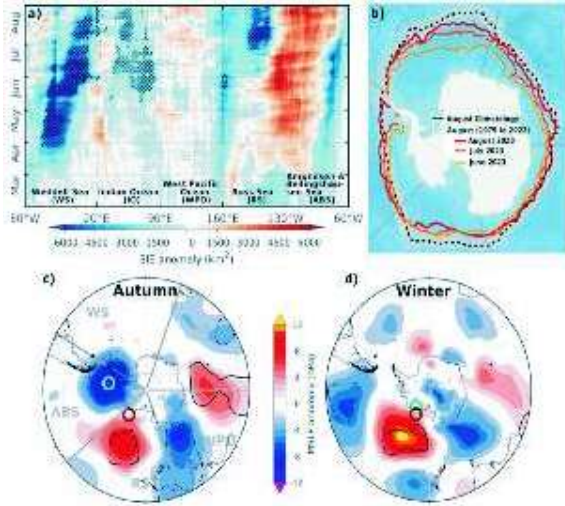
चित्र 2.3.4.4. : विवृत भारतीय ग्रीष्मकालीन मानसून वर्षा (ISMR) और वसंत आर्कटिक समुद्री बर्फ सांद्रता (SIC) के बीच सहपरिवर्तनशीलता का अग्रणी मोड (ए) वसंत आर्कटिक

(55°–90°N) एसआईसी, और (बी) ISMR (66.5°–100°E, 6.5°–38.5°N) के लिए अग्रणी विषम सहसंबंध मानचित्रों के माध्यम से दर्शाया गया है, जिसमें 95% महत्व बिंदुओं द्वारा चिह्नित किया गया है; और (सी) ISMR (लाल) और आर्कटिक SIC (नीला) के लिए सामान्यीकृत एकवचन मूल्य विघटन (SVD) समय-श्रृंखला, 5 साल के चल रहे माध्य (डैश) और 99% महत्वपूर्ण सहसंबंध के साथ।

2.3.5. दक्षिणी महासागर अध्ययन

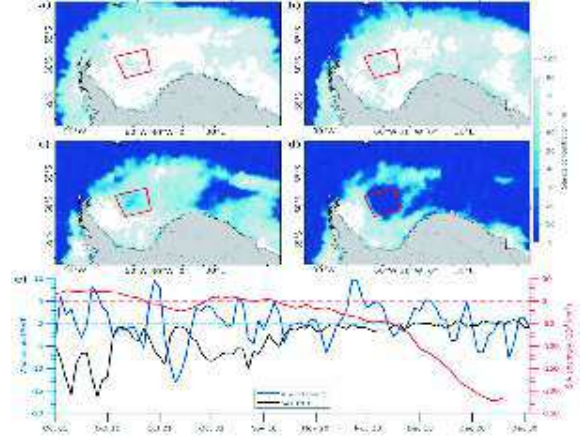
2.3.5.1. शरद ऋतु और सर्दियों में 2023 में अंटार्कटिक समुद्री बर्फ का आवरण रिकॉर्ड निम्न होगा

दक्षिणी महासागर के पारिस्थितिकी तंत्र, जलवायु गतिशीलता और महासागर परिसंचरण के लिए समुद्री बर्फ महत्वपूर्ण है। आमतौर पर, अंटार्कटिक समुद्री बर्फ प्रत्येक शरद ऋतु और सर्दियों में उत्तर की ओर फैलती है, लेकिन 2023 में, एक अभूतपूर्व धीमा विस्तार हुआ। 7 सितंबर तक, अधिकतम समुद्री बर्फ की सीमा केवल 16.98 मिलियन किमी² तक पहुँच गई, जो दीर्घकालिक औसत (चित्र 2.3.5.1.) से 1.46 मिलियन किमी² कम है। कुल विसंगति में सबसे बड़ा योगदान रॉस और वेडेल समुद्रों से आया। बर्फ के विस्तार में यह कमी संभवतः अत्यधिक ऊपरी महासागरीय गर्मी और वायुमंडलीय परिसंचरण विसंगतियों के कारण हुई थी, जिसमें एक गहरा अमुंडसेन सी लो (ASL) शामिल था जो पूर्व की ओर स्थानांतरित हो गया, जिससे तेज उत्तरी हवाएँ और रिकॉर्ड-उच्च तापमान पैदा हुए, जिससे बर्फ का किनारा अपनी सामान्य स्थिति से दक्षिण की ओर रहा। मई 2023 में बर्फ के विकास की दर में उल्लेखनीय गिरावट देखी गई, जिसने असाधारण रूप से कम समुद्री बर्फ विस्तार (SIE) में योगदान दिया। जुलाई और अगस्त में रॉस सागर में SIE में तेज बदलाव देखे गए, जो पूर्व की ओर खिसकने और वायुमंडलीय ब्लॉक के मजबूत होने के कारण हुआ, जिससे तेज उत्तरी हवाएँ चलीं। कई ध्रुवीय चक्रवातों ने बर्फ के विस्तार को और धीमा कर दिया या बर्फ के पीछे हटने का कारण बना, जिसमें एक चरम वायुमंडलीय नदी के साथ ध्रुव की ओर बढ़ने वाले अर्ध-स्थिर चक्रवात के बाद एक प्रमुख वापसी हुई। ऊपरी महासागर के गर्म होने, हवा के बदलाव, ऊष्मा प्रवाह और तीव्र ध्रुवीय तूफानों के संयोजन के परिणामस्वरूप 2023 में अंटार्कटिका में रिकॉर्ड कम बर्फ की स्थिति बनी।



चित्र 2.3.5.1. : (क) 0.2° देशांतर में समुद्री बर्फ विस्तार (SIE) विसंगति का क्षेत्रवार विकास, बिंदु रिकॉर्ड न्यूनतम तापमान दिखाते हैं। (ख) ABS में बर्फ विस्तार को छोड़कर, 2023 की सर्दियों में अभूतपूर्व न्यूनतम SIE। (ग-घ) 2023 के लिए औसत समुद्र तल दबाव (MSLP) विसंगति। बलंद और भूरे रंग के वृत्त क्रमशः 2023 के लिए अमुंडसेन सी लो (ASL) का स्थान और जलवायु संबंधी औसत दिखाते हैं।

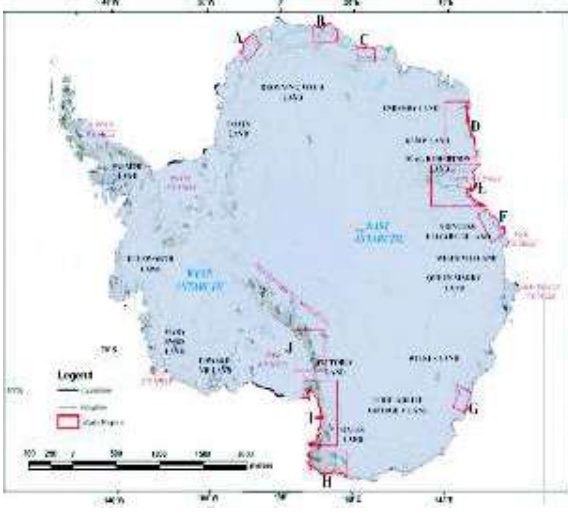
2.3.5.2. वेडेल सागर में एक बड़े पोलिनिया का निर्माण
दिसंबर 1980 में मध्य वेडेल सागर में पैक बर्फ के भीतर एक असामान्य और व्यापक बर्फ-मुक्त क्षेत्र (ईआईएफ) विकसित हुआ, जो अंटार्कटिक प्रायद्वीप के पूर्वी तट से दूर बहुवर्षीय समुद्री बर्फ के किनारे के पास विकसित हुआ। 8 दिसंबर को उपग्रह चित्रों में पहली बार देखा गया, ईआईएफ का विस्तार हुआ और 26 दिसंबर तक लगभग 540,000 वर्ग किलोमीटर के अपने अधिकतम आकार तक पहुँच गया (चित्र 2.3.5.2.)। इस अनूठी विशेषता के निर्माण में कई कारकों ने योगदान दिया: अंटार्कटिक महाद्वीप से अत्यधिक तेज ठंडी हवाएँ, जिसने समुद्री बर्फ को उत्तर की ओर धकेल दिया और पतली बर्फ के क्षेत्र बनाए; समुद्र में सौर विकिरण और ऊष्मा प्रवाह में वृद्धि; तीव्र ध्रुवीय तूफानों का मार्ग; और नीचे से सतह तक गर्म, नमकीन पानी का ऊपर उठना। यह ईआईएफ मध्य वेडेल सागर में पैक बर्फ के भीतर सबसे बड़ा बर्फ-मुक्त क्षेत्र बना हुआ है।



चित्र 2.3.5.2. : 1980 के अंत में वेडेल सागर में बर्फ मुक्त क्षेत्र (EIF) का विकास समुद्री बर्फ सांद्रता (SIC) छवियों के माध्यम से दिखाया गया है: (ए) 24 सितंबर को, (बी) 8 नवंबर को, (सी) 6 दिसंबर को, और (डी) 26 दिसंबर तक। EIF क्षेत्र को लाल रंग में चिह्नित किया गया है। (ई) एक ग्राफ 1 अक्टूबर से 31 दिसंबर तक EIF क्षेत्र में दैनिक समुद्री बर्फ क्षेत्र (SIA) विसंगति, हवा की गति और सतह की हवा के तापमान को दर्शाता है।

2.3.5.3. लैंडसैट 8 ऑपरेशनल लैंड इमेजर (2014-2023) का उपयोग करके पूर्वी अंटार्कटिक मार्जिन पर सुप्राग्लेशियल झीलों का पता लगाना और उनका मानचित्रण करना

ग्रीष्म ऋतु में बर्फ पिघलने के पैटर्न का विश्लेषण करने के लिए लैंडसैट 8 ऑपरेशनल लैंड इमेजर डेटा (2014-2023) का उपयोग करके अंटार्कटिक सुप्राग्लेशियल झीलों (एसजीएल) की एक व्यापक सूची तैयार की गई (चित्र 4.18)। पूर्वी अंटार्कटिका के मार्जिन के साथ दस क्षेत्रों (ए से जे) में 913,267.2 वर्ग किमी में व्यापक अध्ययन किया गया, जिसमें रीसर लार्सन और निवलिसन जैसे प्रमुख आइस शेल्स के पास के क्षेत्र शामिल थे। क्षेत्र ए, बी और सी में 520.79 वर्ग किमी को कवर करने वाली 639 एसजीएल की पहचान की गई, क्षेत्र ए, बी और सी में सतही पिघलन वायु तापमान के कारण हुआ, जबकि फॉन और काटाबेटिक हवाओं ने ट्रांसअंटार्कटिक पर्वतों में पिघलन की शुरुआत की। 2020 के बाद पिघलन गतिविधि में कमी आई, जो एक नकारात्मक दक्षिणी एनुलर मोड (एसएएम) सूचकांक से प्रभावित थी, जिसने झोनिंग मौड लैंड में पिघलन को तेज कर दिया। निष्कर्ष इलाके की चुनौतियों का समाधान करने और पहचान में सुधार करने के लिए उन्नत उपग्रह प्रौद्योगिकी की आवश्यकता को उजागर करते हैं।



चित्र 2.3.5.3. : झील के पिघलने का पता लगाने के लिए लाल बहुभुज क्षेत्रों (A-J) को चिह्नित करते हैं। पृष्ठभूमि: 1999-2003 से अंटार्कटिका (LIMA) का लैंडसैट इमेज मोजेकय 500 मीटर के अंतराल पर अंटार्कटिका के संदर्भ उन्नयन मॉडल (REMA) से उन्नयन समोच्च रेखाएँ।

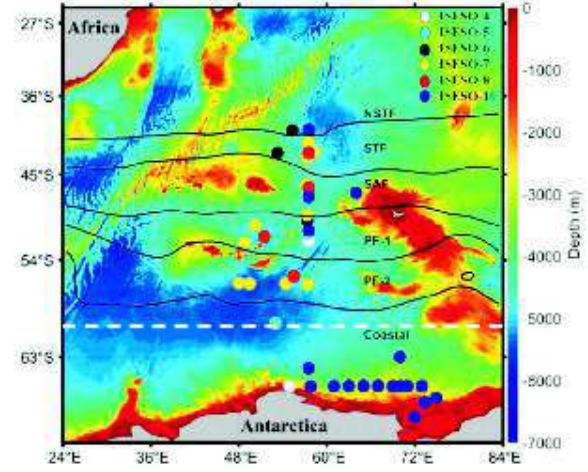
2.3.5.4. दक्षिणी महासागर में समुद्री ऊष्मा तरंगों: अंटार्कटिक समुद्री-बर्फ और वायु-समुद्री ताप प्रवाह के मॉड्यूलेशन पर उनकी भूमिका

यह अध्ययन 1982 से 2022 तक दक्षिणी महासागर में समुद्री ऊष्मा तरंगों (MHW) की जांच करता है। 65 डिग्री सेल्सियस के उत्तर में, विशेष रूप से पश्चिमी अंटार्कटिका के पास, MHW अधिक तीव्र थे, जिसमें तापमान विसंगतियाँ 0.55-0.88 डिग्री सेल्सियस थीं। वार्षिक MHW अवधि 8 से 48 दिनों तक थी, जिसमें प्राइडज बे और रॉस सागर के पास अधिक अवधि थी। गर्मियों में MHW सर्दियों की घटनाओं की तुलना में अधिक गर्म (1.5-2 डिग्री सेल्सियस) थे। 2003 से 2022 तक, MHW तीव्रता में प्रति दशक 0.08 डिग्री सेल्सियस की वृद्धि हुई, और अवधि में प्रति दशक 14.1 दिन की वृद्धि हुई। MHW का संबंध अंटार्कटिक समुद्री बर्फ में कमी से है, विशेष रूप से पूर्वी अंटार्कटिक समुद्र में जहाँ लंबे और अधिक लगातार MHW देखे गए।

2.3.5.5. 2010-2018 की ऑस्ट्रेलियाई गर्मियों के दौरान दक्षिणी महासागर के भारतीय क्षेत्र में फाइटोप्लांकटन उत्पादकता की क्रॉस-फ्रंटल परिवर्तनशीलता

महासागरीय फाइटोप्लांकटन उत्पादकता वायुमंडलीय CO₂ और वैश्विक कार्बन चक्र को विनियमित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। इसके महत्व के बावजूद, मानवजनित

कार्बन सिंक में एक प्रमुख योगदानकर्ता दक्षिणी महासागर (SO) तार्किक चुनौतियों के कारण अंडर-सैप्लड बना हुआ है। यह अध्ययन SO के भारतीय क्षेत्र में जल स्तंभ प्राथमिक उत्पादन (PP) की जांच करता है, जो परिवर्तनशीलता को संचालित करने वाले भौतिक-रासायनिक और फाइटोप्लांकटन शारीरिक कारकों पर ध्यान केंद्रित करता है (चित्र 2.3.5.5.)। निष्कर्ष उप-अंटार्कटिक फ्रंट (SAF) के उत्तर में पोषक तत्व की कमी, और SAF के दक्षिण के क्षेत्र में गहन जूप्लांकटन ग्रेजिंग के साथ प्रकाश की कमी को प्रकट करते हैं पीपी के मॉडल अनुमानों ने कार्बन-आधारित उत्पादन मॉडल (CBPM) की वर्टिकल जनरलाइज्ड प्रोडक्शन मॉडल (VGPM) मॉडल की तुलना में श्रेष्ठता को उजागर किया, जिसमें इनपुट के रूप में स्व-स्थाने क्लोरोफिल डेटा का उपयोग करके महत्वपूर्ण सुधार किए गए। मॉडल ने तटीय जल में अच्छा प्रदर्शन किया, लेकिन फ्रंटल क्षेत्रों में सीमाएँ दिखाईं। ये जानकारीयाँ वैश्विक कार्बन चक्र अनुसंधान के लिए महत्वपूर्ण, SO फाइटोप्लांकटन उत्पादकता की समझ को बढ़ाती हैं।



चित्र 2.3.5.5. : ISSO का अध्ययन क्षेत्र मानचित्र जिसमें स्टेशन स्थान और अभियान (2010-2018) दिखाया गया है जिसके दौरान नमूने एकत्र किए गए थे। काली क्षैतिज रेखाएँ गतिशील आइसोथर्म फ्रंटल सीमा को उजागर करती हैं। सफेद डॉटेड रेखा तटीय क्षेत्र (60°S के दक्षिण में) को फ्रंटल क्षेत्र (60°S के उत्तर में) से अलग करती है। पृष्ठभूमि का रंग अध्ययन क्षेत्र की बैथिमेट्री को दर्शाता है।

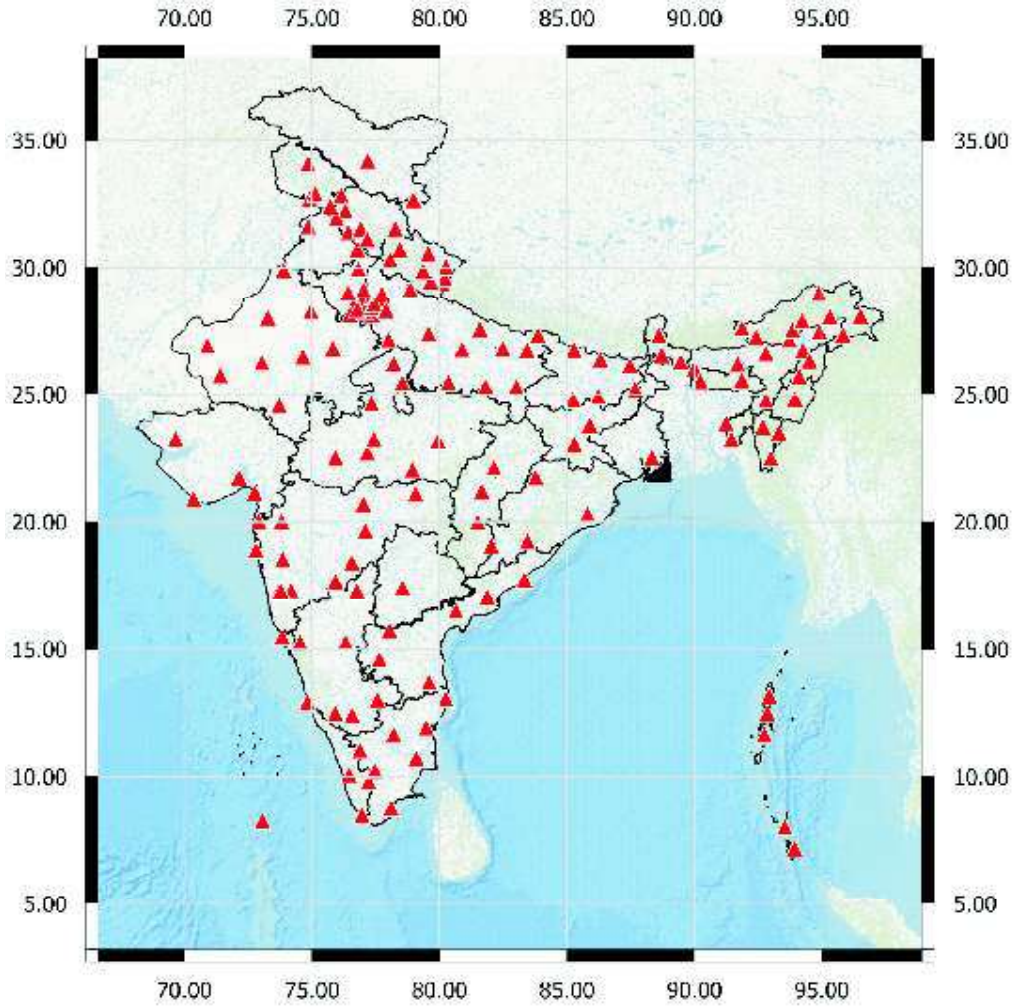
अध्याय-2.4

भूकंप विज्ञान और भूविज्ञान अनुसंधान (सेज)

2.4.1. प्रेक्षणीय भूकंप विज्ञान, भूकंप निगरानी और सेवाएँ

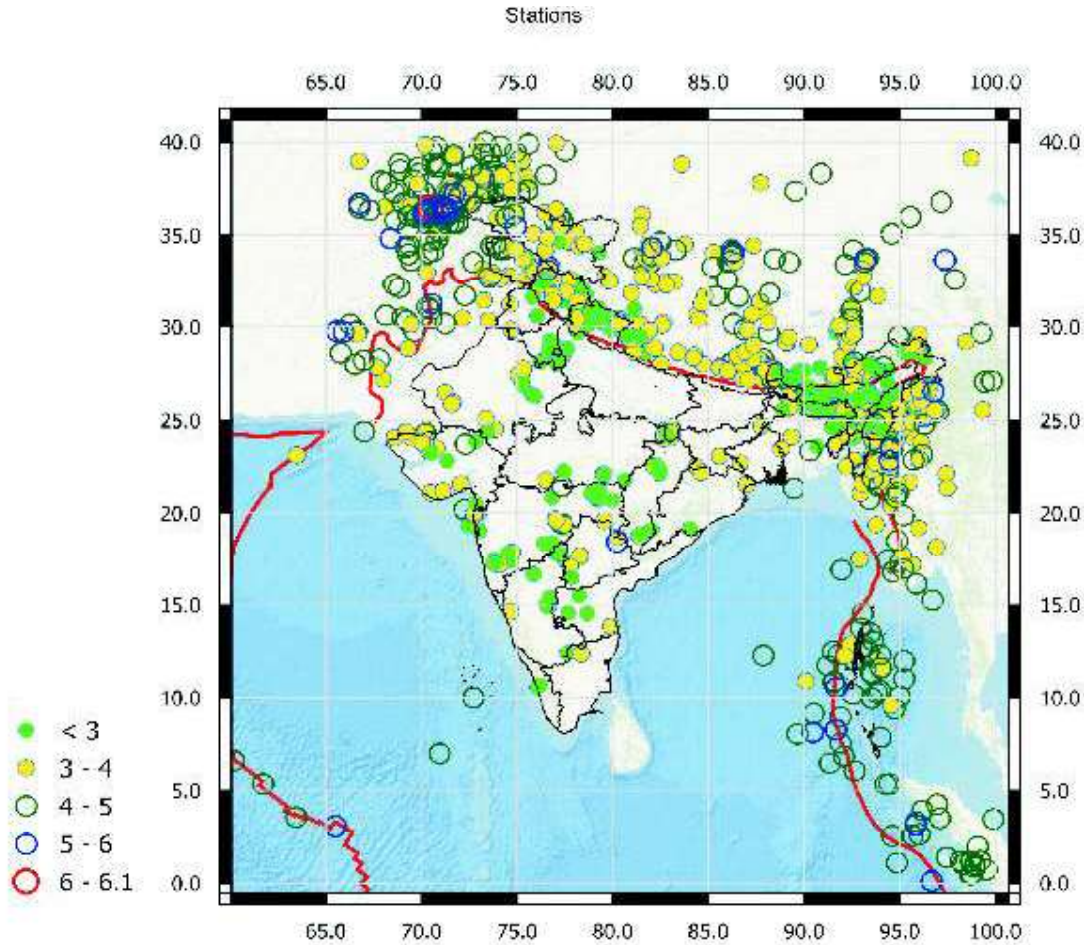
166 क्षेत्र स्टेशनों का राष्ट्रीय भूकंप विज्ञान नेटवर्क (चित्र 2.4.1.) सफलतापूर्वक संचालन में है और एनसीएस मुख्यालय, नई दिल्ली में अत्याधुनिक सुविधाओं से सुसज्जित 24*7 परिचालन केंद्र देश भर में और उसके आसपास भूकंपीय गतिविधि की चौबीसों घंटे निगरानी करता है और भूकंप आने के तत्काल बाद भूकंप की सूचना सभी संबंधित एजेंसियों को प्रसारित करता है। जनवरी से 15 दिसंबर 2024 की अवधि के दौरान देश के पड़ोसी क्षेत्रों (0°&40°N

और 60°&100°E) में और इसके आसपास कुल 1358 भूकंप आए, जिनका पता लगाया गया और उनका प्रसारण किया गया, जैसा कि चित्र 2.4.1.2. में दर्शाया गया है। इनमें से 39 भूकंप 5.0 और उससे अधिक तीव्रता के हैं, और भूकंपों की तीव्रता का वितरण चित्र 2.4.1.3. में दिखाया गया है। चित्र 2.4.1.3. पिछले वर्ष (2023) की तुलना में विभिन्न तीव्रता श्रेणियों में भूकंपों की तुलना भी दर्शाता है। वर्ष 2023 के दौरान राष्ट्रीय नेटवर्क द्वारा 160 भूकंपीय स्टेशनों के माध्यम से कुल 1339 भूकंप दर्ज किए गए। जबकि, वर्तमान वर्ष में 15 दिसंबर 2024 तक 166 भूकंपीय स्टेशनों द्वारा कुल 1358 भूकंप दर्ज किए गए।

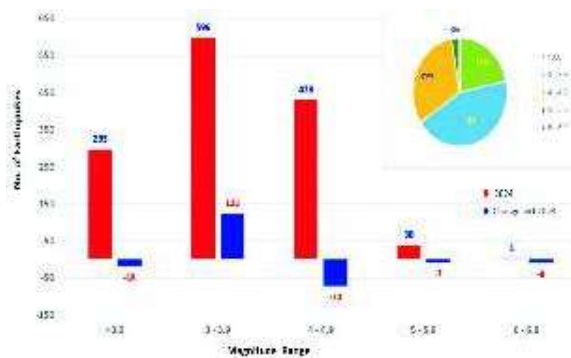


चित्र 2.4.1.1. : 166 स्टेशनों का राष्ट्रीय भूकंपीय नेटवर्क (एनएसएन)

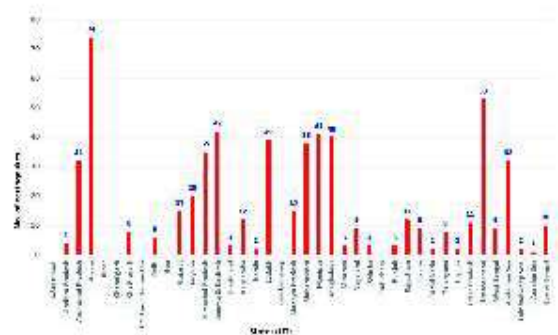
भूकंप विज्ञान और भूविज्ञान अनुसंधान (सेज)



चित्र 2.4.1.2. : 01 जनवरी से 15 दिसंबर 2024 के दौरान एनसीएस के राष्ट्रीय भूकंपीय नेटवर्क द्वारा प्रसारित भूकंपों का स्थान



चित्र 2.4.1.3. : 01 जनवरी – 15 दिसंबर 2024 के दौरान भारत और उसके आसपास के क्षेत्रों में विभिन्न तीव्रता वाले भूकंपों का वितरण।



चित्र 2.4.1.4.(क): 01 जनवरी – 15 दिसंबर 2024 के दौरान आए भूकंपों का राज्य/संघ राज्य क्षेत्रवार वितरण
जनवरी 2024 से 15 दिसंबर 2024 की अवधि के दौरान 1358 में से 576 भूकंप भारतीय क्षेत्र में आए। इस अवधि के

भूकंप विज्ञान और भूविज्ञान अनुसंधान (सेज)

दौरान असम में 74, उत्तराखंड में 53, जम्मू और कश्मीर में 42 और मेघालय में 40 भूकंप आए। भूकंपों का राज्य/संघ राज्य क्षेत्रवार वितरण चित्र 2.4.1.4. (क) और (ख) में दर्शाया गया है। लद्दाख और अंडमान सागर में $M > 5.0$ के कुछ भूकंपों को छोड़कर, इनमें से अधिकांश भूकंप लघु से मध्यम तीव्रता $M < 3.0$; $M: 3.0 - 3.9$ और $M: 4.0 - 4.9$ के थे, जैसा कि नीचे विस्तार से बताया गया है।

वर्ष 2024 में रिपोर्ट किए गए महत्वपूर्ण भूकंप

(i) अफगानिस्तान भूकंप: 11 जनवरी 2024 को भारतीय मानक समय 14:50:24 बजे उत्तर पूर्वी अफगानिस्तान में 36.48°N और $70-454^\circ\text{E}$ पर $M:6.1$ तीव्रता का भूकंप आया, जिसकी केंद्र गहराई 220 किमी थी। इसका केंद्र अफगानिस्तान के कुंदुज से लगभग 135 किमी पूर्व में, काबुल, अफगानिस्तान से 245 किमी उत्तर पश्चिम में और श्रीनगर से 480 किमी उत्तर पूर्व में था। यह भूकंप हिंदुकुश क्षेत्र में आया, जो सक्रिय रूप से भूकंपीय क्षेत्र में स्थित है।

(ii) लद्दाख भूकंप: 19 फरवरी 2024 को भारतीय मानक समय 21:35:17 बजे उत्तर पश्चिमी लद्दाख में 35.45°N और 74.93°E पर $M:5.2$ तीव्रता का भूकंप आया, जिसकी केंद्र गहराई 10 किमी थी। इसका केंद्र स्कार्डू से 54 किमी पश्चिम उत्तर-पश्चिम; गिलगित से 74 किमी दक्षिण पूर्वय शारदा से 100 किमी उत्तर पूर्वय श्रीनगर से 150 किमी उत्तर और लेह से 280 किमी उत्तर पश्चिम में था। भूकंप का केंद्र नागा पर्वत क्षेत्र में और एमएमटी भ्रंश के करीब है जो इस क्षेत्र में एक प्रमुख मेंटल थ्रस्ट भ्रंश है।

(iii) चंबा भूकंप 4 अप्रैल 2024 को भारतीय मानक समय 21:34:32 बजे हिमाचल प्रदेश के चंबा क्षेत्र में $M:5.3$ तीव्रता का भूकंप आया। भूकंप 33.09 डिग्री उत्तरी अक्षांश और 76.59 डिग्री पूर्वी देशांतर पर 10 किमी की फोकल गहराई पर आया। भूकंप का केंद्र धर्मशाला से लगभग 95 किमी उत्तर, उधमपुर से 150 किमी पूर्व-उत्तर पूर्व, श्रीनगर से 200 किमी दक्षिण पूर्व और शिमला से 230 किमी उत्तर-उत्तर पश्चिम में था। भूकंप का केंद्र किशतवाड़ नापे में स्थित है, जो एक महत्वपूर्ण भूगर्भीय संरचना है, और मुख्य सेंट्रल थ्रस्ट (एमसीटी) भ्रंश के उत्तर में स्थित है। एमसीटी हिमालय क्षेत्र में एक प्रमुख टेक्टोनिक भ्रंश है, जो चल रही टेक्टोनिक गतिविधियों के कारण अपनी भूकंपीय गतिविधि के लिए जाना जाता है।

(iv) तेलंगाना भूकंप: 4 दिसंबर 2024 को भारतीय मानक समय 07:27:02 बजे मुलुगु जिले में $M:5.3$ तीव्रता का भूकंप आया, जिसका केंद्र 18.44°N और 80.24°E पर था और इसकी केंद्र गहराई 40 किमी थी। भूकंप का केंद्र वारंगल

(तेलंगाना) से लगभग 85 किमी उत्तर पूर्व, बीजापुर (छत्तीसगढ़) से 65 किमी दक्षिण पश्चिम, हैदराबाद से 218 किमी उत्तर पश्चिम और विजयवाड़ा से 212 किमी उत्तर में था। भूकंप का केंद्र उत्तर-पश्चिम-दक्षिण पूर्व गोदावरी भ्रंश में स्थित था जो इस क्षेत्र में एक प्रमुख सामान्य भ्रंश है।

भूकंप की निगरानी

मासिक भूकंपीय बुलेटिन जिसमें चरण डेटा और भूकंपीय नेटवर्क द्वारा पता लगाए गए सभी भूकंपों के स्रोत मापदंडों पर संसाधित जानकारी शामिल है, तैयार कर प्रकाशित की जाती है। हाल ही में, एकीकृत प्रसारण प्रणाली (यूडीएस), विभिन्न माध्यमों (वेबसाइट, मोबाइल ऐप, एसएमएस, फ़ैक्स, ईमेल, व्हाट्सएप, एक्स और फेसबुक) के माध्यम से भूकंप मापदंडों के प्रसारण के लिए एक अद्यतन प्रणाली शुरू की गई है (चित्र 2.4.1.5.)।



चित्र 2.4.1.5. : एकीकृत प्रसारण प्रणाली (यूडीएस) का स्नेपशॉट

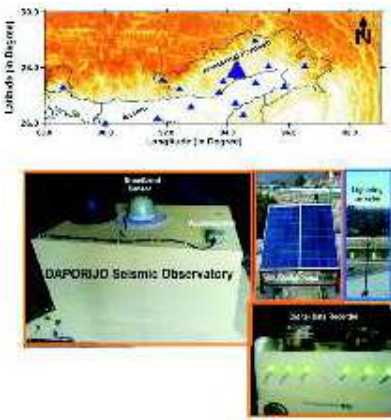
हाल ही में राष्ट्रीय नेटवर्क में 8 नई भूकंपीय वेधशालाएं जोड़ी गईं। चित्र 2.4.1.6. अरुणाचल प्रदेश के दपोरिजो में भूकंपीय वेधशाला की स्थापना को दर्शाता है। एनसीएस ने भूभौतिकीय अनुसंधान, भूकंप की निगरानी और पर्यावरण विज्ञान को आगे बढ़ाने के लिए मार्च 2024 में क्रस्टल विरूपण और कुल इलेक्ट्रॉन सामग्री (टीईसी) अध्ययन के

भूकंप विज्ञान और भूविज्ञान अनुसंधान (सेज)

लिए मौसम विज्ञान संबंधी सेंसरों के साथ दिल्ली एनसीआर (राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र) और पड़ोसी क्षेत्रों में 15 जीएनएसएस (वैश्विक नेविगेशन उपग्रह सिस्टम) का एक नेटवर्क स्थापित किया है। यह भूकंपीय गतिविधियों का अध्ययन करने, वायुमंडलीय स्थितियों की निगरानी करने और टेक्टोनिक हलचल को ट्रैक करने की वैज्ञानिक समुदाय की क्षमता में बहुत वृद्धि करेगा। जीएनएसएस स्टेशनों का स्थानिक वितरण चित्र 2.4.1.7. में दर्शाया गया है और एक जीएनएसएस सिस्टम की स्थापना चित्र 2.4.1.8. में दर्शाई गई है।



चित्र 2.4.1.6. : अरुणाचल प्रदेश के दापोरिजो में नई भूकंपीय वेधशाला की स्थापना।



चित्र 2.4.1.7. : दिल्ली एनसीआर और पड़ोसी क्षेत्रों में मार्च 2024 में तैनात किए गए जीएनएसएस स्टेशनों का स्थानिक वितरण।



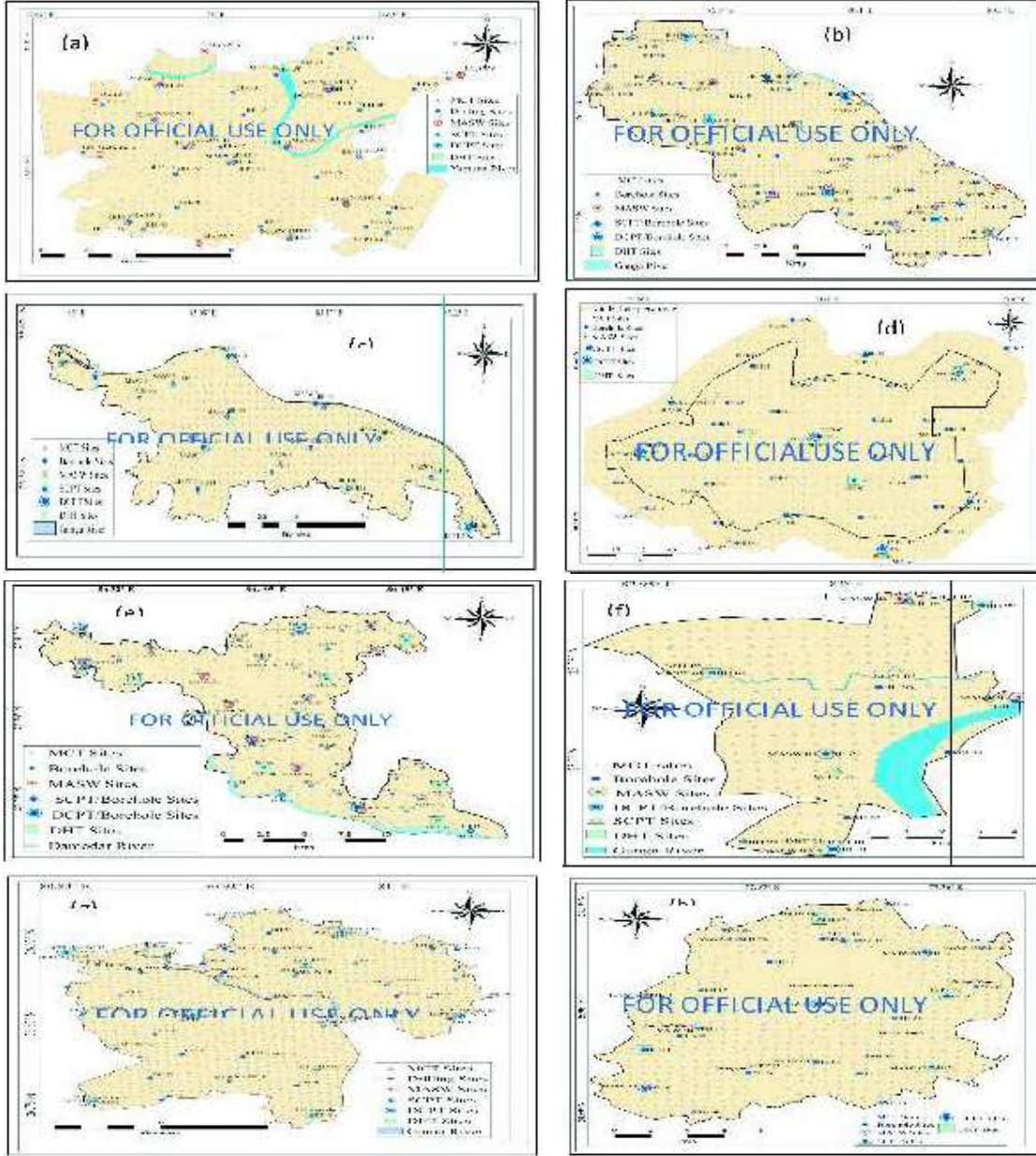
चित्र 2.4.1.8. : मेरठ स्टेशन पर जीएनएसएस और मौसम संबंधी सेंसर की स्थापना।

2.4.1.1. भूकंपीय संकट और जोखिम आकलन अध्ययन

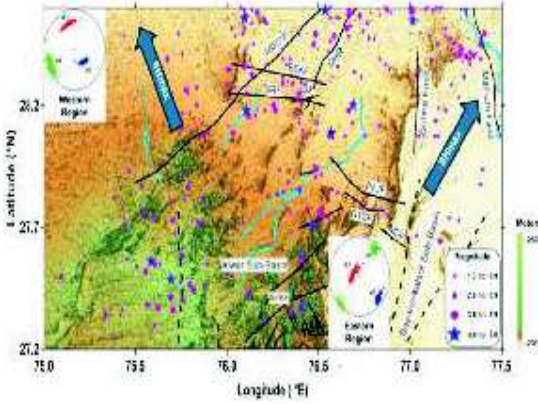
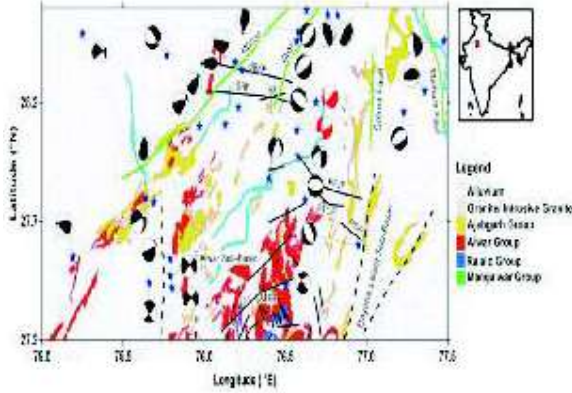
भू-तकनीकी और भूभौतिकीय सर्वेक्षणों पर एक सशक्त और व्यापक दस्तावेज, जिसका नाम 'चरण दर चरण प्रक्रिया दस्तावेज' है, राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय मानकों और भूकंपीय सूक्ष्मक्षेत्रीकरण पर दिशानिर्देशों का पालन करते हुए तैयार किया गया है, ताकि जांच के क्षेत्र और उपयोग किए गए मानचित्र के पैमाने के संबंध में क्षेत्र और मृदा प्रयोगशाला परीक्षण की इष्टतम संख्या के आगे के उपयोग का मार्गदर्शन किया जा सके। भुवनेश्वर, चेन्नई, कोयंबटूर और मैंगलोर के लिए भूकंपीय संकट सूक्ष्मक्षेत्रीकरण की व्यापक रिपोर्ट प्रकाशन और जारी किए जाने के लिए तैयार है।

भूभौतिकीय और भू-तकनीकी विशेषताओं पर बहु प्राचल प्रेक्षणों पर क्षेत्र परीक्षण और मृदा प्रयोगशाला जांच 8 शहरों अर्थात् आगरा, कानपुर, पटना, अमृतसर, धनबाद, वाराणसी, लखनऊ और मेरठ के लिए पूरी कर ली गई थी, जिनकी और 8 शहरों की भूकंपीय सूक्ष्मक्षेत्रीकरण रिपोर्ट की समीक्षा की जा रही है। चित्र 2.4.1.9. में उपर्युक्त 8 शहरों के लिए बहु प्राचल भू-तकनीकी और भूभौतिकीय जांच के क्षेत्र लेआउट और भूभाग को दर्शाया गया है।

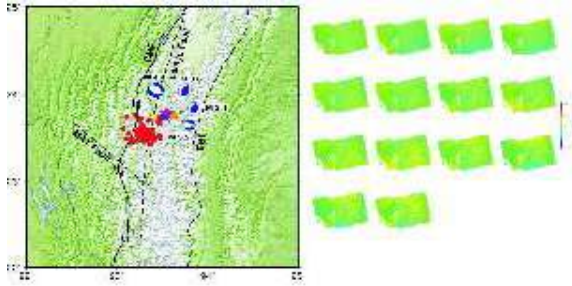
पृथ्वी विज्ञान एवं हिमालय अध्ययन केंद्र (सीईएस एंड एचएस) के सहयोग से ईटानगर, तवांग, पासीघाट, आलो और अंजॉ (अरुणाचल प्रदेश) के भूकंपीय सूक्ष्मक्षेत्रीकरण के साथ-साथ उत्तराखंड के 3 और प्राथमिकता वाले शहरों (जोशीमठ, उत्तरकाशी और चमोली) तथा हिमाचल प्रदेश के 2 शहरों (धर्मशाला और कांगड़ा) का भी भूकंपीय सूक्ष्मक्षेत्रीकरण करने की योजना बनाई गई है।



चित्र 2.4.1.9.: आगरा (क), कानपुर (ख), पटना (ग), अमृतसर (घ), धनबाद (ङ), वाराणसी (च), लखनऊ (छ) और मेरठ (ज) शहरों में बोरहोल (भूतकनीकी), माइक्रोट्रेमर (एमसीटी), सतही तरंग का बहुचैनल विश्लेषण (एमएसडब्ल्यू), डाउनहोल परीक्षण (डीएचटी), भूकंपीय शंकु प्रवेश परीक्षण (एससीपीटी) और दक्षिण-पश्चिमी दिल्ली-एनसीआर के भूकंपीय संरचना पर एक अध्ययन किया गया, ताकि नए भ्रंशों की पहचान की जा सके और भूकंपीय संकट के आकलन के लिए उनके निहितार्थों का पता लगाया जा सके पूर्वोत्तर हिमालय के पूर्वी किनारे पर स्रोत तंत्र और टेक्टोनिक लक्षण वर्णन को समझने के लिए, चंपई क्षेत्र के भूकंपीय विश्लेषण और साइट लक्षण वर्णन पर एक अध्ययन किया गया। उपर्युक्त अध्ययनों से इन क्षेत्रों में भूकंपीय खतरों की समझ को बेहतर बनाने में मदद मिलेगी।



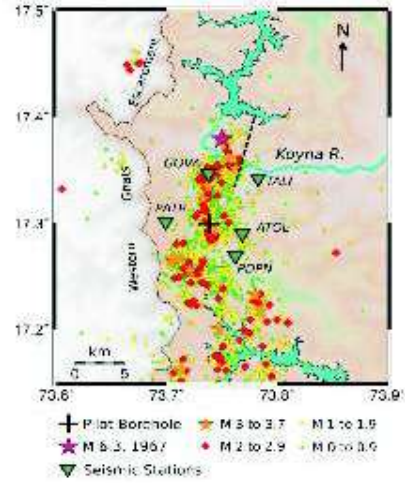
चित्र 2.4.1.10. : मापे गए और नए पहचाने गए भ्रंशों के साथ हाइब्रिड एमटी से प्राप्त भ्रंश प्लेन समाधान (बाएँ) तथा पूर्वी और पश्चिमी अध्ययन क्षेत्रों में अधिकतम क्षैतिज तनाव दिशाओं की तुलना।



चित्र 2.4.1.11. : $M > 3.0$ भूकंपों के लिए भ्रंश प्लेन समाधान सहित चंपई क्षेत्र का भूकंपीय विवर्तनिक मानचित्र (बाएँ) और जुलाई-अगस्त भूकंपीय श्रेणी के दौरान सेंटिनल-1 InSARs LOS विस्थापनों की समय श्रृंखला (दाएँ)

2.4.2. कोयना क्षेत्र में भूकंपीय निगरानी

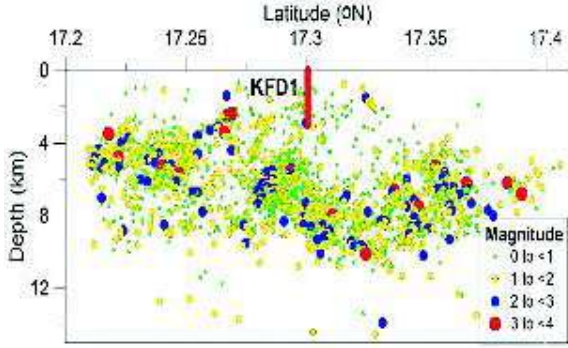
पश्चिमी महाराष्ट्र में कोयना-वारना क्षेत्र को जलाशय-प्रेरित भूकंपीयता का अध्ययन करने के लिए एक अद्वितीय प्राकृतिक प्रयोगशाला माना जाता है। शिवाजीसागर (कोयना) जलाशय के बंद होने के छह दशक बाद भी, इस क्षेत्र में ~20 किमी • 30 किमी क्षेत्र तक सीमित भूकंपीय गतिविधि का अनुभव जारी है। इस घटना का गहराई से पता लगाने के लिए, 2017 में MoES-BGRL द्वारा 3 किमी गहरा वैज्ञानिक बोरहोल (KFD1) ड्रिल किया गया था, जिसमें दबे हुए भ्रंश और उनकी विशेषताओं का पता चला। इसके बाद, जनवरी 2022 में KFD1 के 5-7 किमी के दायरे में MoES-BGRL द्वारा पॉच-स्टेशनों का भूकंपीय नेटवर्क स्थापित किया गया। इस नेटवर्क ने 13 अगस्त, 2024 तक लगभग 3125 भूकंपीय घटनाओं को दर्ज किया है, जिनकी तीव्रता 0 से 3.7 तक और गहराई 12 किमी से कम थी (चित्र 2.4.2.1.)।



चित्र 2.4.2.1. : BGRL भूकंपीय नेटवर्क द्वारा दर्ज कोयना क्षेत्र की भूकंपीयता (जनवरी 2022 से अगस्त 2024 तक)

इन घटनाओं का एक महत्वपूर्ण समूह, जो 5 से 10 किमी की गहराई के बीच केंद्रित है, डोनिचवाड़ी दरार क्षेत्र की स्ट्राइक डायरेक्शन के साथ संरेखित है। यह स्थानिक वितरण स्रोत क्षेत्र के भीतर चल रही गतिविधि को दर्शाता है। इसके अलावा, विश्लेषण से पता चलता है कि भ्रंश क्षेत्र KFD1 के 2-3 किमी के दायरे में बार-बार भूकंप उत्पन्न करता है। इस क्षेत्र ने पिछले 21 महीनों में 2 या उससे अधिक तीव्रता के 13 भूकंपों का अनुभव किया है (चित्र 2.4.2.2.)।

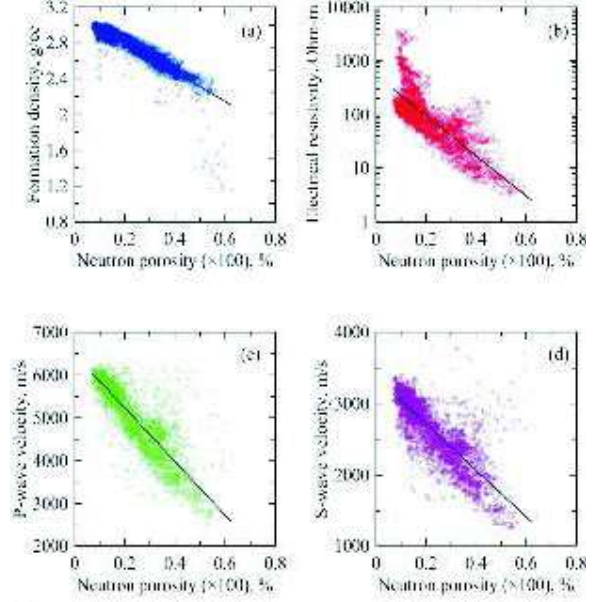
कोयना क्षेत्र के लिए घटनाओं की सूची की पूर्णता का परिमाण $M \sim 0.5$ होने का अनुमान है, और वर्तमान डेटा से गणना किया गया इ-मान ~ 1.0 है।



चित्र 2.4.2.2 : जनवरी 2022 से अगस्त 2024 तक की अवधि के दौरान कोयना क्षेत्र में भूकंपों की गहराई में भिन्नता। भूकंप वितरण को घटनाओं की तीव्रता के आधार पर चिह्नित किया गया है। कोयना पायलट बोरहोल KFD1 का स्थान लाल ऊर्ध्वाधर रेखा द्वारा दर्शाया गया है।

2.4.2.i. डेक्कन बेसाल्ट के पेट्रोफिजिकल गुण

डेक्कन बेसाल्ट (गहराई 500-1247 मीटर) के लगभग 750 मीटर लंबे, सतत ऊर्ध्वाधर खंड के स्वस्थाने पेट्रोफिजिकल गुणों को पश्चिमी भारत में कोयना पायलट बोरहोल केएफडी1 में प्राप्त उच्च-विभेदन भूभौतिकीय वेल लॉग डेटा के विश्लेषण से निर्धारित किया गया है। नेचुरल गामा, कैलीपर, विद्युत प्रतिरोधकता, स्व-क्षमता (एसपी), गठन घनत्व, न्यूट्रॉन सरंघता, ध्वनि वेग, तापमान, परमाणु चुंबकीय रिजोनेंस (एनएमआर) और वेलबोर छवि डेटा सहित वेल लॉग डेटा मानक 'लमबर्ग लॉगिंग टूल का उपयोग करके प्राप्त किया गया था। अध्ययन के मुख्य परिणाम इस प्रकार हैं। (i) अलग-अलग लावा प्रवाह के विशाल और गैर-विशाल (वेसिकुलर/एमिग्डालोइडल, फ्लो टॉप ब्रेशिया और रेड बोल क्षितिज सहित) भागों को विपरीत भौतिक गुणों द्वारा दर्शाया गया है। (ii) डेक्कन बेसाल्ट निर्माण के लिए घनत्व (ρ), विद्युत प्रतिरोधकता (R), P- और S- तरंग वेग (क्रमशः V_p और V_s) के लिए सरंघता (ϕ) के एक प्रकार्य के रूप में अनुभवजन्य संबंध निम्नानुसार प्रस्तावित किए गए हैं: (i) $\rho = -1.66 \times \phi + 3.14$, (ii) $\ln(R) = -8.66 \times \phi + 6.29$, (iii), $V_p = -6266.41 \times \phi + 6491$ and (iv) $V_s = -3255.48 \times \phi + 3367$ (iii) भूभौतिकीय वेल लॉग डेटासेट भूजल के गहरे रिसाव के लिए प्रमाण प्रदान करते हैं। जबकि लावा प्रवाह के गैर-विशाल हिस्से भूजल के भंडारण की सुविधा प्रदान करते हैं, बड़े बेसाल्ट खंडों में जल संतृप्त, पारगम्य दशर की उपस्थिति डेक्कन बेसाल्ट में गहरे हाइड्रोलॉजिकल नेटवर्क का होना दर्शाती है (चित्र 5.20)।



चित्र 2.4.2.i. न्यूट्रॉन सरंघता डेटा को (क) गठन घनत्व, (ख) विद्युत प्रतिरोधकता, (ग) पी-वेव वेग, और (घ) एस-वेव वेग के विरुद्ध प्लॉट किया गया है। सभी चार पैरामीटर न्यूट्रॉन सरंघता में वृद्धि के साथ घटते रुझान दिखाते हैं। सरंघता और अन्य मापदंडों के बीच अनुभवजन्य संबंध प्रत्येक प्लॉट में डेटा के लिए अल्पतम वर्ग फिट के माध्यम से प्राप्त किए गए हैं (पाठ देखें)।

2.4.2.ii. भूकंप प्रक्रियाओं को बाधित करने के लिए चट्टान घर्षण प्रयोग शुरू किए गए

भूकंप के नाभिकीकरण पर घर्षण नियंत्रण का अध्ययन करने के लिए प्रयोगशाला में चट्टान घर्षण प्रयोग शुरू किए गए। कोयना क्षेत्र में वैज्ञानिक वेधन के माध्यम से प्राप्त ग्रेनाइट-गनीस और भ्रंश गॉज, दोनों का परीक्षण गहराई पर स्वस्थाने स्थितियों के प्रतिनिधि सीमित दबाव और तापमान के तहत किया गया। प्रारंभिक निष्कर्ष बताते हैं कि (i) भ्रंश गॉज ग्रेनाइट-गनीस भ्रंश की तुलना में घर्षण के मामले में बहुत कमजोर है, और (ii) भ्रंश गॉज ग्रेनाइट-गनीस के विपरीत वेग सुदृढ़ीकरण व्यवहार दर्शाता है। आगे के अध्ययन और डेटा विश्लेषण प्रगति पर हैं।

2.4.2.3. BGRL में FE-SEM प्रयोगशाला

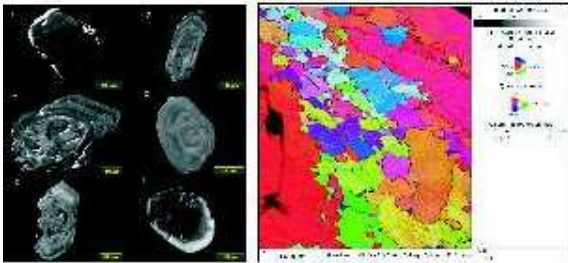
BGRL कराड में विश्लेषणात्मक सुविधाओं के विकास के एक भाग के रूप में एक फील्ड एमिशन स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप (FE-SEM) प्रयोगशाला स्थापित की गई है (चित्र 5.21)। फरवरी 2024 में स्थापित कर चालू की गई यह प्रणाली सेकेंडरी इलेक्ट्रॉन (SE), बैकस्कैटर इलेक्ट्रॉन

(BSE), कैथोडोल्यूमिनेसेंस (CL), एनर्जी डिस्पर्सिव एक्स-रे स्पेक्ट्रोस्कोपी (EDS), और इलेक्ट्रॉन बैकस्कैटर डिफ्रेक्शन (EBSD) सहित डिटेक्टरों से सुसज्जित है। उच्च गुणवत्ता वाले नमूने तैयार करने के लिए प्रयोगशाला वाइब्रेटरी पॉलिशर और स्पटर कोटर्स (कार्बन और प्लैटिनम) से सुसज्जित है।



चित्र 2.4.2.3.1. : BGRL में FE-SEM प्रयोगशाला

इस सुविधा का उपयोग जिरकोन (चित्र 5.22क) और कोयना बेसमेंट ग्रेनाइटॉइड्स से अन्य खनिजों की कैथोडोल्यूमिनेसेंस (सीएल) इमेजिंग करने के लिए किया गया है, जो कि एक पूर्ववर्ती भू-रासायनिक और भू-कालानुक्रमिक अध्ययन है। इसके अलावा, खनिज संरचना की जांच करने और बेसमेंट चट्टानों में विरूपण विशेषताओं और कोयना क्षेत्र में आवर्ती भूकंपीयता के साथ उनके संबंध को विहित करने के लिए ईडीएस और ईबीएसडी विश्लेषण किए गए। अध्ययन प्रगति पर हैं।



चित्र 2.4.2.3.2. : (क) भू-कालानुक्रमिक जांच के लिए बोरहोल KBH6 के बेसमेंट ग्रेनाइटॉइड से अलग किए गए जिरकोन दाने (ख) KBH5 से क्वार्ट्ज दाने में विरूपण पर EBSD मानचित्र। अलग-अलग रंग एकल क्वार्ट्ज दाने के भीतर उपदानों को दर्शाते हैं।

ईडीएस की मदद से द्वितीयक खनिजीकरण के भू-रासायनिक अध्ययन भी शुरू किए गए हैं। ईबीएसडी का उपयोग करके बेसमेंट नमूनों के विश्लेषण (चित्र 2.4.2.3.2.ख) के दौरान, क्वार्ट्ज के दानों के भीतर उप-दानों को देखा गया जो सूक्ष्म पैमाने पर विरूपण का

संकेत है। कोयना क्षेत्र की आवर्ती भूकंपीयता में इस विरूपण की भूमिका की जांच किए जाने की आवश्यकता है। कोयना क्षेत्र के नीचे बेसमेंट रॉक के मेटामॉर्फिक विकास और दक्षिण में क्रेटोनिक डोमेन के साथ इसके सहसंबंध पर अध्ययन शुरू किये गए हैं। फ्रैक्चर नेटवर्क का प्रभाव और इसके माध्यम से भूकंपीय गहराई तक पानी के रिसाव की भूमिका, और कोयना क्षेत्र में जलाशय से प्रेरित भूकंपीयता के लिए इसके निहितार्थ का निष्कर्ष निकाला गया है। इसके अलावा, ऑयल इंडिया लिमिटेड के सहयोग से कार्बन डाइऑक्साइड भंडारण के लिए एक संभावित संरचना के रूप में डेक्कन बेसाल्ट की व्यवहार्यता पर अध्ययन शुरू किया गया है।

2.4.3. भूवैज्ञानिक और भूभौतिकीय अध्ययन

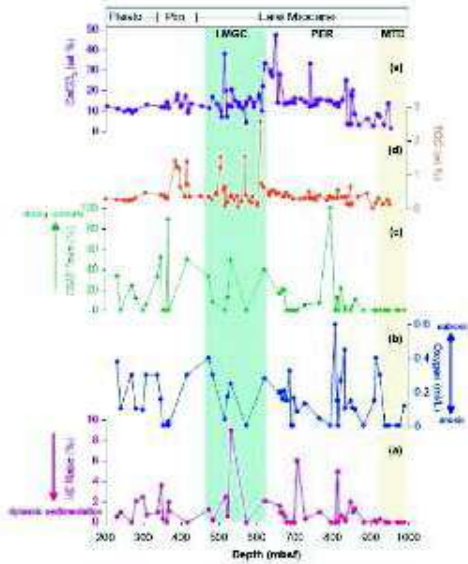
2.4.3.1. अंतर्राष्ट्रीय महासागर खोज कार्यक्रम (IODP) में भारतीय वैज्ञानिक प्रयास:

अंतर्राष्ट्रीय महासागर खोज कार्यक्रम (IODP) एक वैश्विक पहल है जो समुद्री तलछट और चट्टानों के माध्यम से पृथ्वी की संरचना, इतिहास और उप-समुद्र तल के वातावरण का अध्ययन करती है। IODP संघ के सहयोगी सदस्य के रूप में NCPOR गोवा, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और राष्ट्रीय विज्ञान फाउंडेशन, यूएसए के बीच एक समझौता ज्ञापन के तहत IODP-भारत के लिए नोडल एजेंसी के रूप में कार्य करता है। IODP-भारत कार्यक्रम में भारतीय गतिविधियों का समन्वय करता है, जिसमें 2009 से लगभग 59 युवा भारतीय वैज्ञानिक भाग ले रहे हैं। इस वर्ष, भारतीय वैज्ञानिक IODP-401 (भूमध्यसागरीय-अटलांटिक गेटवे एक्सचेंज), IODP-402 (टायरहेनियन महाद्वीप-महासागर संक्रमण), और IODP-403 (पूर्वी फ्रैम स्ट्रेट पैलियो-आर्काइव) अभियान में शामिल हुए।

अरब सागर के लक्ष्मी बेसिन में बड़े पैमाने पर परिवहन निक्षेप से प्रभावित तलछट में फोरामिनिफेरल प्रतिक्रिया और अनुकूलन

समुद्री परिस्थितियों में बड़े पैमाने पर तलछट परिवहन द्वारा निर्मित सबमरीन मास ट्रांसपोर्ट निक्षेप (एमटीडी) आईओडीपी अभियान 355 के दौरान लक्ष्मी बेसिन में पाए गए थे। कार्बोनेट ब्रेशिया और पुनःनिर्मित सिंधु सामग्री वाले बाद के मियोसीन निक्षेपों ने तलछटी लोडिंग और अस्थिरता का संकेत दिया। फोरामिनिफेरा विश्लेषण ने एमटीडी में विविधता में कमी और परिवर्तित प्रचुरता का पता लगाया, जो बड़े पैमाने पर परिवहन घटनाओं से दबाव का सुझाव देता है। सिबिसिडोइड्स और एपिस्टोमिनेला जैसी प्रजातियों को तलछट बनावट में बदलाव के कारण संघर्ष करना पड़ा (चित्र 2.4.3.1.)। ओएमजेड स्थितियों के विशिष्ट बेन्थिक

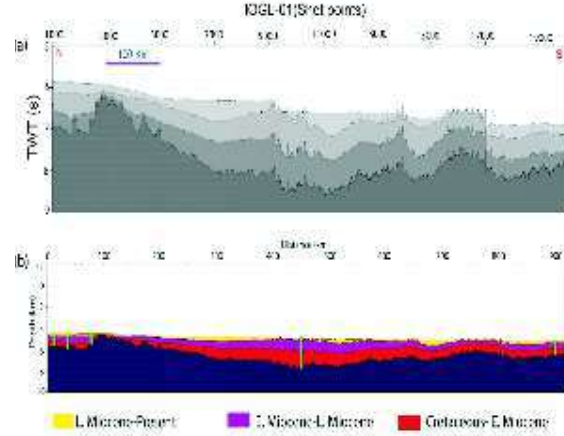
फोराभिनिफेरा दब गए, जिससे टुकड़े रह गए और समुदाय पुनर्गठन का संकेत मिला। विविधता सूचकांक में कमी देखी गई, जिसमें पायनियर्स ने डिऑक्सिक स्थितियों के तहत समुदाय स्थिरीकरण किया।



चित्र 2.4.3.1. आइआडापो यू1457 साइट से बान्थक फोराभिनिफेरा इनफैनल-एपिफैनल अनुपात (आई/ई), तल जल ऑक्सीजन, ओएमजेड टैक्सा प्रचुरता, टीओसी और CaCO₃ के साथ आईओडीपी अभियान 355 से एक तुलनात्मक प्लॉट।

2.4.3.2. मध्य भारतीय इंट्राप्लेट विरूपण क्षेत्र में दीर्घकालिक अवसादन:

मध्य भारतीय विरूपण क्षेत्र (CIDZ) महासागरीय इंट्रा-प्लेट सेटिंग्स में टेक्टोनिक-तलछटी अंतरक्रिया को समझने के लिए महत्वपूर्ण है। यह अध्ययन फ्लेक्सुरल बैक स्ट्रिपिंग और उच्च-विभेदन मल्टीचैनल सिस्मिक (MCS) डेटा का उपयोग करके दीर्घकालिक इंट्रा-प्लेट विरूपण को तलछट-संचालित अवतलन से जोड़ता है। भूकंपीय प्रोफाइल IOGL-01 और IOGL-02 के विश्लेषण से महत्वपूर्ण तलछट संचय में उतार-चढ़ाव का पता चलता है, विशेष रूप से प्रारंभिक से लेकर बाद के से मियोसीन के दौरान, जो टेक्टोनिक बलों द्वारा संचालित होता है (चित्र 2.4.3.2.)। निष्कर्ष बताते हैं कि इंट्रा-प्लेट विरूपण लगभग 17-18 मिलियन वर्ष पहले शुरू हुआ, जिसने समायोजन स्थान बनाया और बेसिन के संरचनात्मक और स्ट्रेटीग्राफिक ढांचे को आकार दिया। ये परिणाम CIDZ के भूवैज्ञानिक विकास को समझने में एकीकृत टेक्टोनिक और तलछटी विश्लेषण के मूल्य को रेखांकित करते हैं।



चित्र 2.4.3.2. (क) एन-एस उन्मुख भूकंपीय प्रोफाइल IOGL-01 का समय-प्रवासित स्टैक अनुभाग। (ख) लाइन IOGL-01 के लिए व्याख्या किया गया वर्तमान गहराई-रूपांतरित भूकंपीय अनुभाग, जिसमें हरे रंग की रेखाएं द्रव्यमान संचय दर विश्लेषण के लिए निर्मित छद्म कुओं के स्थानों को दर्शाती हैं।

2.4.4. हिंद महासागर में 18 महासागर तल भूकंपमापी (OBS) की चरण-II तैनाती

हिंद महासागर भूगर्भीय निम्न (IOGL, चरण-I) कार्यक्रम की सफलता के आधार पर, निष्क्रिय महासागर तल भूकंपमापी (OBS) की एक रैखिक सरणी की तैनाती ने गहरे मेंटल संरचनाओं की समझ को काफी उन्नत किया है। इसने IOGL क्षेत्र के नीचे एक विशाल, गर्म भूकंपीय विसंगति और मेंटल अपवेलिंग का खुलासा किया, जिससे भूकंपीय नेटवर्क के विस्तार का मार्ग प्रशस्त हुआ। अजीमुथल कवरेज और विभेदन को बढ़ाने के लिए, NCPOR ने अप्रैल से मई 2024 तक आयोजित क्रूज SN-189 के दौरान ORV सागर निधि पर 18 निष्क्रिय ब्रॉडबैंड OBS (IOGL-TREE सरणी) तैनात किए (चित्र 2.4.4.)। इस पहल का उद्देश्य गहरे मेंटल की उच्च-विभेदन 3D इमेजिंग को सक्षम करना और इंट्राप्लेट विरूपण प्रक्रियाओं में और अधिक जानकारी प्राप्त करना है। इसके अतिरिक्त, कार्यक्रम राष्ट्रीय विश्वविद्यालयों के छात्रों को जहाज पर वैज्ञानिक कार्यों में शामिल करके क्षमता निर्माण पर बल देता है। ओबीएस तैनाती में यह व्यावहारिक प्रशिक्षण प्रतिभागियों को पृथ्वी की गहरी संरचना के अन्वेषण के लिए इसके अनुप्रयोगों का व्यावहारिक कौशल और ज्ञान प्रदान करता है।



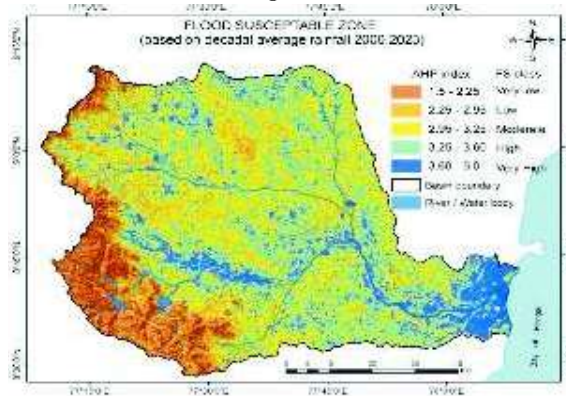
चित्र 2.4.4. ओआरवी सागर निधि, क्रूज एसएन-189 पर हिंद महासागर में ओबीएस सरणी की तैनाती के लिए वैज्ञानिक टीम, एनसीपीओआर (वैज्ञानिक, इंजीनियर और छात्र)।

2.4.5. प्रेक्षित गुरुत्वाकर्षण विसंगतियों से तलछटी बेसिनों की द्विआयामी बेसमेंट रिलीफ इमेजिंग के लिए डिस्क्रीट कोसाइन रूपांतरण डिस्क्रीएशन के साथ गहन शिक्षण आधारित व्युत्क्रम

तलछटी बेसिन, जो पृथ्वी के भूवैज्ञानिक इतिहास और ऊर्जा संसाधन अन्वेषण का अभिन्न अंग हैं, अवसादन, अवतलन और भूवैज्ञानिक प्रक्रियाओं द्वारा संचालित जटिल परिवर्तनों से गुजरती हैं। गुरुत्वाकर्षण विसंगति व्युत्क्रम एक महत्वपूर्ण तकनीक है जो उपसतह संरचनाओं और घनत्व भिन्नताओं में अंतर्दृष्टि प्रदान करती है। अध्ययन प्रेक्षित गुरुत्वाकर्षण विसंगतियों को उलटने के लिए गहरे तंत्रिका नेटवर्क का लाभ उठाकर जटिल उपसतह संरचना मूल्यांकन की चुनौती का समाधान करता है। अनुकूलन दृष्टिकोण पारंपरिक रूप से प्रेक्षित गुरुत्वाकर्षण विसंगतियों का उपयोग करके तलछटी बेसिनों में बेसमेंट गहराई को उलटने के लिए बोरहोल डेटा या भूवैज्ञानिक लॉगिंग से प्राप्त ज्ञात घनत्व वितरणों को शामिल करते हैं। अध्ययन तलछटी बेसिनों के सटीक वास्तुशिल्प मूल्यांकन में गहरे तंत्रिका नेटवर्क के

अनुप्रयोग की खोज करता है तथा खनिज और हाइड्रोकार्बन अन्वेषण में उनके महत्व को प्रदर्शित करता है। हाल के वर्षों में भूभौतिकी में मशीन लर्निंग के उपयोग में बढोतरी देखी गई है, जिसमें डीप लर्निंग मॉडल एक महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहे हैं। फीडफॉरवर्ड न्यूरल नेटवर्क जैसे डीप न्यूरल नेटवर्क को एकीकृत करने से उप सतह घनत्व वितरण और बेसमेंट गहराई अनुमान में क्रांति आई है। यह अध्ययन एक डीप न्यूरल नेटवर्क प्रस्तुत करता है जिसे तलछटी बेसिनों में द्विआयामी बेसमेंट रिलीफ स्थलाकृतियों का अनुमान लगाने के लिए देखी गई गुरुत्वाकर्षण विसंगतियों को उलटने के लिए विशेष रूप से तैयार किया गया है। कम्प्यूटेशनल दक्षता को बढ़ाने के लिए, एक-आयामी असतत कोसाइन रूपांतरण आधारित विवेकीकरण दृष्टिकोण का उपयोग किया गया है। नॉन-गॉसियन फ्रैक्टल का उपयोग करके सृजित सिंथेटिक डेटा, डीप न्यूरल नेटवर्क मॉडल को प्रशिक्षित करने के लिए वास्तविक डेटासेट की कमी की भरपाई करता है। एक कुशल और पारंपरिक वैश्विक अनुकूलन-आधारित दृष्टिकोण की तुलना में नॉइल इंद्रोडक्शन के माध्यम से एल्गोरिथ्म की मजबूती को मान्य किया जाता है। वास्तविक तलछटी बेसिनों की गुरुत्वाकर्षण विसंगतियाँ एल्गोरिदम की प्रभावकारिता को और अधिक मान्य करती हैं, इसे भूवैज्ञानिक अन्वेषण में सटीक और कुशल उप सतह इमेजिंग के लिए एक आशाजनक पद्धति के रूप में स्थापित करती हैं।

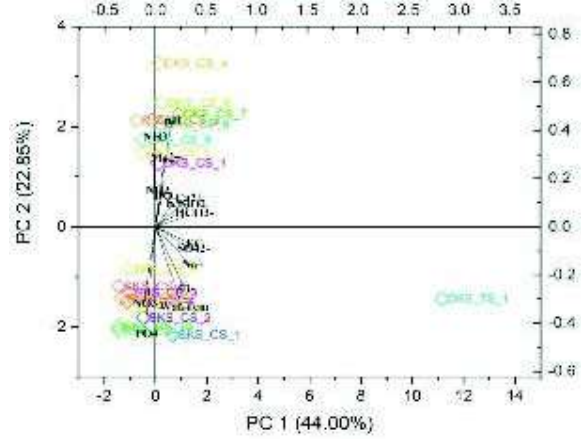
2.4.5.1. दक्षिण भारत के थामिराबरानी नदी बेसिन के लिए बाढ़ जोखिम क्षेत्र मानचित्रण और भविष्य के अनुमान: दशकीय वर्षा प्रवृत्तियों और जीआईएस-आधारित विश्लेषणात्मक पदानुक्रम प्रक्रिया तकनीक से अंतर्दृष्टि



चित्र 2.4.5.1. : 2000 से 2023 तक की वर्षा को ध्यान में रखते हुए एएचपी का उपयोग करके पहचाने गए बाढ़ संवेदनशील क्षेत्र

भारत के तमिलनाडु में थामिराबरानी नदी बेसिन (TRB), विशेष रूप से उत्तर-पूर्वी मानसून के दौरान, बाढ़ के प्रति तेजी से संवेदनशील हो रहा है। वर्तमान अध्ययन दशकीय औसत वर्षा (2000-2023), 2023 के लिए वार्षिक औसत वर्षा तथा 2023 के औसत से 5 सेमी और 10 सेमी स्तर पर वर्षा के रुझान का उपयोग करके TRB में बाढ़ जोखिम वाले क्षेत्रों की पहचान करता है। ढलान, ऊंचाई, भूमि उपयोग, मिट्टी की बनावट, वर्षा और धाराओं तथा बस्तियों से निकटता सहित अनेक भू-पर्यावरणीय मापदंडों पर एक जीआईएस-आधारित विश्लेषणात्मक पदानुक्रम प्रक्रिया लागू की गई थी। परिणाम बताते हैं कि TRB का 43% हिस्सा गंभीर बाढ़ जोखिम वाले क्षेत्र में, 34% मध्यम जोखिम वाले और 23% कम जोखिम वाले क्षेत्रों में, मुख्य रूप से ऊपरी इलाकों और पेडिप्लेन में है (चित्र 2.4.5.1.)। बढ़ती वर्षा प्रवृत्तियों के आधार पर पूर्वानुमानित भावी बाढ़ क्षेत्रों में गंभीर जोखिम वाले क्षेत्रों का विस्तार विशेष रूप से उपनगरीय और जलाशयों के पास कृषि भूमि वाले क्षेत्रों में 45-46% तक हो सकता है। अध्ययन में 2000 से 2023 तक भारी वर्षा की घटनाओं में वृद्धि के प्रभाव पर प्रकाश डाला गया है, जिससे खराब जल निकासी वाले निचले इलाकों में बाढ़ का खतरा बढ़ गया है। दिसंबर 2023 से सेंटिनल-1ए एसएआर डेटा के साथ वक्र विधि के तहत क्षेत्र का उपयोग करके क्रॉस-वैलिडेशन ने 0.899 की सटीकता दिखाई। बाढ़ आश्रयों और राहत शिविरों के लिए इष्टतम स्थानों की पहचान करने के लिए बहु-मानदंड निर्णय निर्माण का भी उपयोग किया गया था। अध्ययन में बाढ़ की तैयारी को बढ़ाने के लिए निरंतर निगरानी, टिकाऊ शहरी नियोजन और समुदाय-आधारित आपदा जोखिम में कमी की आवश्यकता पर बल दिया गया है। ये निष्कर्ष नीति निर्माताओं के लिए भविष्य में बाढ़ के प्रभावों को कम करने और टीआरबी में लचीलापन बढ़ाने के लिए प्रभावी रणनीति विकसित करने के लिए महत्वपूर्ण हैं।

2.4.5.2. भूवैज्ञानिक रूप से विविध भूभागों में स्रोत जल के जल-भू-रासायनिक संकेतरू दक्षिणी पश्चिमी घाट, भारत का एक केस अध्ययन

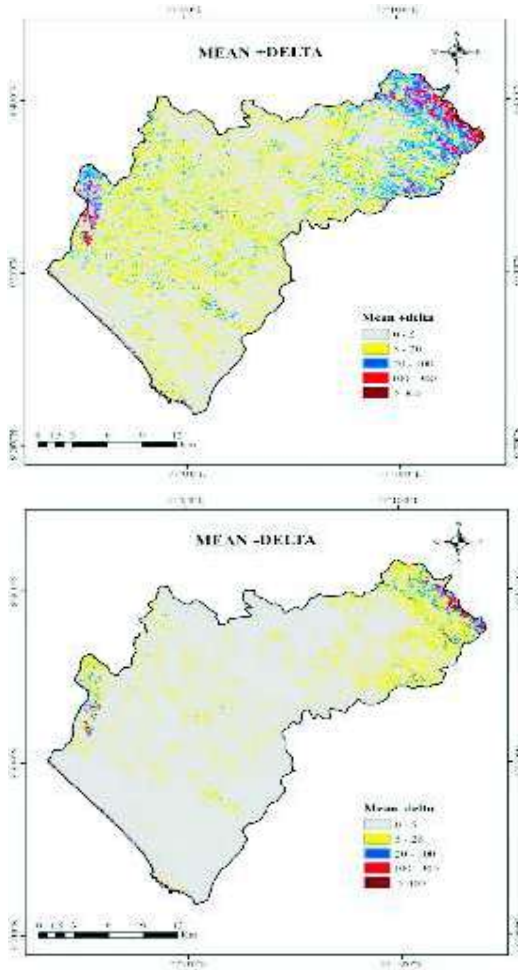


चित्र 2.4.5.2. : दक्षिण कन्नड़ सिप्रिंग्स (डीकेएस) और दक्षिण केरल सिप्रिंग्स (एसकेएस) में नमूनों के लिए प्रमुख घटक लोडिंग के स्थानिक पैटर्न को दर्शाने वाला स्कैटर प्लॉट।

5 मिलियन भारतीय सिप्रिंग जल प्रणालियों में से कुछ को जल रसायन विज्ञान और मीठे पानी की क्षमता के लिए चिह्नित किया गया था। वर्तमान अध्ययन भारत के दक्षिणी पश्चिमी घाट के दक्षिणी केरल सिप्रिंग्स (एसकेएस) और दक्षिणी कन्नड़ सिप्रिंग्स (डीकेएस) जैसे ठंडे और थर्मल सिप्रिंग क्लस्टरों के जल रसायन विज्ञान, रिसाव और पीने/सिंचाई के पानी की गुणवत्ता का विश्लेषण करने पर केंद्रित है। वर्तमान में, एसकेएस से ग्यारह सिप्रिंग्स और डीकेएस से दस सिप्रिंग्स जिनमें एक थर्मल सिप्रिंग (टीएस) शामिल है, जिसका तापमान 34 से 37 °C है, पर विचार किया गया। अध्ययन से पता चला है कि एसकेएस के ठंडे सिप्रिंग्स (सीएस) Na-Cl प्रकार के हैं, जबकि डीकेएस में थर्मल और ठंडे पानी के सिप्रिंग्स क्रमशः Na-HCO₃ और मिश्रण पानी के प्रकार के हैं। दो अलग-अलग सिप्रिंग्स की जल-रासायनिक संरचना को मुख्य रूप से परिभाषित करते हैं – एसकेएस वर्षा से प्रभावित होते हैं, जबकि डीकेएस संभवतः रासायनिक अपक्षय प्रक्रियाओं से प्रभावित होते हैं। थर्मल सिप्रिंग्स (टीएस) के प्रमुख आयनों और संतृप्ति सूचकांकों की तुलना करते समय, यह स्पष्ट है कि सिलिकेट खनिज मुख्य रूप से पानी की रासायनिक संरचना को प्रभावित करते हैं। CaCO₃- टीएस पानी में अति संतृप्त है और स्केल परत के रूप में अवक्षेपित होता है। पीसीए दर्शाता है कि भूगर्भीय और मानवजनित दोनों कारक जल रसायन विज्ञान को प्रभावित करते हैं। WQI ने दोनों समूहों में CS को TS की तुलना में "उत्कृष्ट" श्रेणी में वर्गीकृत किया है। सिंचाई जल की गुणवत्ता दर्शाती है कि ठंडे सिप्रिंग्स केवल सिंचाई के लिए उपयुक्त हैं। इसके अलावा, रिसाव से यह स्पष्ट है कि एसकेएस और डीकेएस दोनों ही प्रकृति में वर्षा आधारित थे (चित्र 2.4.5.2.)। रिसाव की

निगरानी से निर्धारित किया गया कि CS आस-पास के क्षेत्रों में पीने के पानी की आपूर्ति बढ़ा सकता है, जो भविष्य में मीठे पानी की कमी को देखते हुए संरक्षण और सतत उपयोग की आवश्यकता को दर्शाता है।

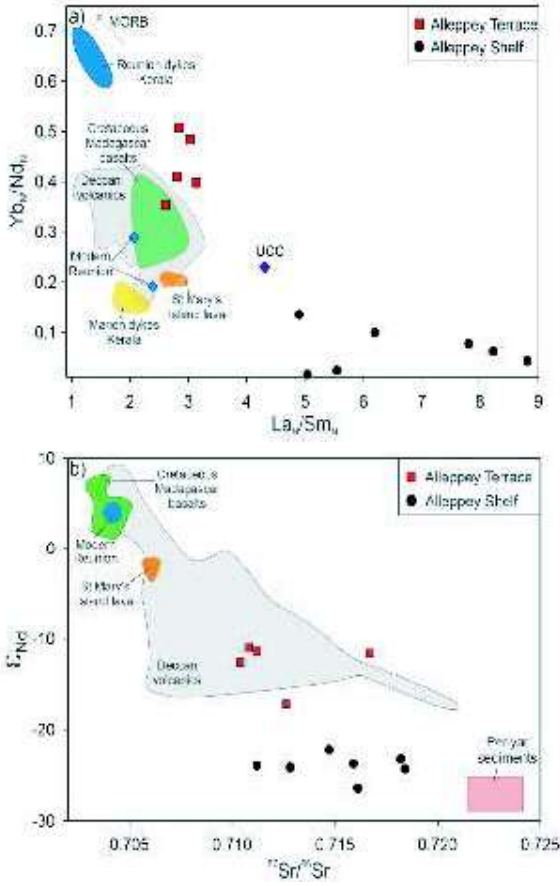
2.4.5.3. जीआईएस-आधारित आरयूएसएलई और एसडीआर मॉडलिंग का उपयोग करके वर्षा, भूमि उपयोग और भूमि कवर प्रभावों को शामिल करते हुए मृदा अपरदन और तलछट उपज समावेशन का गतिशील विश्लेषण: केरल, भारत के दक्षिणी पश्चिमी घाट के नदी बेसिन



चित्र 2.4.5.3.: वर्षा में परिवर्तन करके सकल मृदा अपरदन दर में स्थानिक परिवर्तन (क) वर्षा में एक मानक विचलन की वृद्धि और (ख) औसत वर्षा में एक मानक विचलन की कमी।

वैश्विक स्तर पर हो रहे बदलावों को देखते हुए प्रभावी मृदा संरक्षण और सतत विकास के लिए नदी बेसिन की मृदा अपरदन सूची महत्वपूर्ण है। वर्तमान अध्ययन में, संशोधित सार्वभौमिक मृदा क्षति समीकरण (RUSLE) का उपयोग करके दक्षिण भारत के करमना नदी बेसिन (KRB) नामक उष्णकटिबंधीय जलवायु में एक पहाड़ी नदी के लिए सकल मृदा अपरदन दर (I) का अनुमान लगाया गया है। RUSLE मॉडल 'A' की गणना पाँच चरों, वर्षा क्षरण (R), मृदा अपरदन (K), स्थलाकृतिक कारक (LS), फसल प्रबंधन कारक (C), और कटाव नियंत्रण अभ्यास कारक (P) के उत्पाद फंक्शन के रूप में करता है। इन पाँच मापदंडों की गणना करने के लिए, KRB से एकत्र किए गए मिट्टी के नमूनों के बनावट डेटा के साथ डिजिटल उन्नयन मॉडल, ढलान, सामान्यीकृत वनस्पति सूचकांक (NDVI), वर्षा और भूमि उपयोग/भूमि आवरण (LULC) का उपयोग किया जाता है। अनुमानित। मान 0 से 738.44 t ha⁻¹ वर्ष⁻¹ के बीच है, जिसका औसत 10.22 जी⁻¹ वर्ष⁻¹ है जबकि तलछट वितरण अनुपात (SDR) मॉडल का उपयोग करके अनुमानित तलछट उपज (SY) 0 से 246.68 t ha⁻¹ वर्ष⁻¹ के बीच है, जिसका औसत KRB के लिए 1.58 t ha⁻¹ वर्ष⁻¹ है। आगे के सत्यापन के लिए, विश्लेषणात्मक पदानुक्रम प्रक्रिया (AHP) के बाद भू-पर्यावरण विषयक मानचित्रों का उपयोग करके KRB के मिट्टी के कटाव-प्रवण क्षेत्रों की पहचान करने के लिए एक मृदा कटाव क्षमता सूचकांक (SEPI) मानचित्र विकसित किया गया है। अंत में, भारत के पश्चिमी तट पर चरम जलवायु घटनाओं (चक्रवात/अधिक वर्षा/बाढ़) के कारण वर्षा में हाल ही में हुए उल्लेखनीय बदलावों को ध्यान में रखते हुए, KRB के लिए मिट्टी के कटाव पर वर्षा के प्रभावों का मूल्यांकन और मात्रा निर्धारित की गई है (चित्र 2.4.5.3.)। इस अध्ययन के परिणाम से पता चलता है कि दीर्घकालिक औसत के एक मानक विचलन से वर्षा में वृद्धि से निम्न और मध्यम मृदा अपरदन वाले क्षेत्रों में उल्लेखनीय वृद्धि होती है।

2.4.5.4. अलेप्पी टेरेस, दक्षिण-पश्चिम भारतीय महाद्वीपीय सीमा पर ज्वालामुखीय गतिविधि के भू-रासायनिक और समस्थानिक साक्ष्य



चित्र 2.4.5.4. : क) YbN/NdN बनाम LaN/SmN का क्रॉस प्लॉट जिसमें एलेप्पी टेरेस के नमूनों की तुलना केरल के शेलफ तलछट, लेट क्रेटेशियस मैरियन और रीयूनियन डाइक, पूर्वी मेडागास्कर के बेसाल्ट, डेक्कन बेसाल्ट, सेंट मैरी द्वीप की चट्टानों और ऊपरी महाद्वीपीय क्रस्ट (UCC) से की गई है; ख) केरल के लेट क्रेटेशियस मैरियन और रीयूनियन डाइक, पूर्वी मेडागास्कर के बेसाल्ट, डेक्कन बेसाल्ट, सेंट मैरी द्वीप चट्टानों और वर्तमान रीयूनियन द्वीप चट्टानों की तुलना में εNd बनाम ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr प्लॉट एलेप्पी टेरेस और शेलफ तलछट।

अरब सागर में प्रमुख समुद्र के नीचे बाथिमेट्रिक उच्च बिंदु हैं, जिनकी उत्पत्ति को अक्सर 590-8 Ma मैरियन या भारतीय प्लेट पर 70-65 Ma रीयूनियन हॉट स्पॉट गतिविधि से संबंधित ज्वालामुखी के लिए जिम्मेदार ठहराया जाता है। रहस्यमय अलेप्पी टेरेस (AT) भारत के दक्षिण-पश्चिमी महाद्वीपीय मार्जिन में एक ऐसा ही महत्वपूर्ण बाथिमेट्रिक उच्च बिंदु है। अलेप्पी टेरेस और आसन्न शेलफ क्षेत्र पर जमा सिलिकैलास्टिक तलछट का प्रमुख/ट्रेस तत्व और Sr-Nd

आइसोटोप जियोकेमिस्ट्री का उपयोग करके उनके उद्गम और टेरेस की उत्पत्ति के लिए निष्कर्षों के निहितार्थ का अध्ययन किया गया था। भू-रासायनिक डेटा से पता चलता है कि एटी तलछट आसन्न शेलफ तलछट से रासायनिक रूप से अलग हैं, एटी तलछट में जुवेनाइल माफिक चट्टानों से और आसन्न शेलफ तलछट काफी पुरानी, फेलसिक महाद्वीपीय क्रस्टल चट्टानों से प्राप्त हुई हैं। यद्यपि वर्तमान में यह लगभग 300 मीटर की जल गहराई पर स्थित है, लेकिन एटी संभवतः अतीत में समुद्र तल से ऊपर रहा होगा तथा उपवायु अपक्षय और लैटेरिटाइजेशन से गुजरा होगा

एटी तलछट (-17.1 से -10.9) का εNd, जो शेलफ तलछट (-26.4 से -22.2) की तुलना में बहुत अधिक रेडियोजेनिक है, एक जुवेनाइल बेसाल्टिक घटक की महत्वपूर्ण उपस्थिति को दर्शाता है - जो संभवतः स्थानीय समुद्र तलछेसमेंट (चित्र 2.4.5.4.) के स्वस्थाने अपक्षय से उत्पन्न हुआ है। टेरेस और शेलफ तलछट दोनों में सामान्य घटक स्थानीय नदियों द्वारा पश्चिमी घाटों को बहाकर जमा किया गया स्थलीय प्रतीत होता है। डेक्कन ज्वालामुखी से समय और स्थान के अनुसार संबंधित ज्वालामुखी चट्टानों के साथ टेरेस तलछट के ट्रेस तत्व अनुपात और समस्थानिक संरचनाओं की स्पष्ट समानताएं यह दर्शाती हैं कि एटी में भारत उपमहाद्वीप पर अंतिम क्रेटेशियस रीयूनियन-डेक्कन प्लम/हॉटस्पॉट गतिविधि के निशान हो सकते हैं।

अनुसंधान शिक्षा प्रशिक्षण और आउटरीच (रीचआउट)

राष्ट्र को कुशल मौसम पूर्वानुमान और जलवायु सूचना, महासागर की स्थिति, भूकंप, सुनामी और पृथ्वी प्रणालियों से संबंधित अन्य घटनाओं में सर्वोत्तम संभव सेवाएँ प्रदान करने के मंत्रालय के प्राथमिक अधिदेश को पूरा करने के लिए, पृथ्वी प्रणाली के अलग-अलग घटकों (वायुमंडल, जलमंडल, भूमंडल, हिमांक मंडल और जीवमंडल) की वैज्ञानिक समझ के साथ-साथ उनके बीच की अंतःक्रियाओं और विभिन्न अनुसंधान एवं विकास कार्यक्रमों के माध्यम से प्राकृतिक तथा मानव-प्रेरित परिवर्तनों के प्रति उनकी प्रतिक्रिया को समग्र रूप से समझना आवश्यक है। अनुसंधान, शिक्षा और प्रशिक्षण आउटरीच (रीचआउट) कार्यक्रम जो उपर्युक्त गतिविधियों का ध्यान रखता है, में निम्नलिखित छह उप-कार्यक्रम शामिल हैं:

- पृथ्वी प्रणाली विज्ञान में अनुसंधान एवं विकास (RDESS)
- आउटरीच और जागरूकता
- बिम्स्टेक मौसम एवं जलवायु केंद्र (BCWC)
- प्रचालन समुद्र विज्ञान के लिए अंतर्राष्ट्रीय प्रशिक्षण केंद्र (ITCOOcean)
- पृथ्वी प्रणाली विज्ञान में कुशल जनशक्ति के विकास के लिए कार्यक्रम (DESK)
- ज्ञान संसाधन केंद्र नेटवर्क (KRCNET)

निम्नलिखित खण्ड रीचआउट कार्यक्रम के प्रत्येक उप-कार्यक्रम के अंतर्गत की गई गतिविधियों से संबंधित हैं।

2.5.1. पृथ्वी और वायुमंडलीय विज्ञान में अनुसंधान और विकास (आरडीईएसएस)

पृथ्वी प्रणाली विज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों में विभिन्न शैक्षणिक/शोध संगठनों और विश्वविद्यालयों के प्रस्तावों का समर्थन इस आशय से दिया जाता है कि इससे पृथ्वी प्रणाली के बारे में हमारी समझ को बेहतर बनाने में मदद मिलेगी। समर्थित गतिविधियों में राष्ट्रीय महत्व के क्षेत्रों में केंद्रित शोध, स्वदेशी विकास का निर्माण, उत्कृष्टता केंद्र खोलने के माध्यम से मानव संसाधन विकास, शैक्षणिक कार्यक्रमों की शुरुआत, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की पीठों की स्थापना, राष्ट्रीय सुविधाओं के रूप में विशेष प्रयोगशालाओं की स्थापना तथा राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय सहयोग, राष्ट्रीय समन्वित परियोजनाएँ और पृथ्वी विज्ञान और प्रौद्योगिकी प्रकोष्ठों (ईएसटीसी) की स्थापना शामिल हैं। चालू वित्त वर्ष के दौरान, कुल 20 प्रस्तावों को मंजूरी दी गई है जैसा कि नीचे दी गई तालिका में दर्शाया गया है:

वित्त वर्ष 2024-25 के दौरान	वायुमंडलीय विज्ञान	महासागर विज्ञान	भूविज्ञान और भूकंप विज्ञान	जल विज्ञान एवं हिमांक हिमांक
स्वीकृत नए प्रस्तावों की संख्या	1	12	2	5

पूरी हो चुकी/चल रही परियोजनाओं में कुछ प्रमुख उपलब्धियाँ इस प्रकार हैं:

2.5.1.1. महासागर विज्ञान

- श्री रामचंद्र उच्च शिक्षा एवं अनुसंधान संस्थान, चेन्नई द्वारा चेन्नई बंदरगाह के समुद्र से पृथक किए गए बैक्टीरिया से शक्तिशाली पायसीकारी का पृथक्करण एवं लक्षण-वर्णन।

लगभग 800 जीवाणुओं को अलग किया गया और हाइड्रोकार्बन-अपघटन क्षमताओं के लिए उनका परीक्षण किया गया, तथा पायसीकरण सूचकांक का परीक्षण किया गया। अलग-अलग प्रकार के हाइड्रोफोबिक पदार्थों, जैसे कि सीधी-श्रृंखला वाले हाइड्रोकार्बन की उपस्थिति में पायसीकरण सूचकांक (EI24) की गणना करके अलग-अलग जीवाणुओं की पायसीकरण क्षमताओं का मूल्यांकन किया गया। अलग किए गए स्यूडोमोनासगुगुआनेंसिस को हेक्साडेकेन और कच्चे तेल को विघटित करने के लिए एक शक्तिशाली पायसीकारक बनाने के लिए पाया गया। इस जीवाणु द्वारा उत्पादित पायसीकारक की पहचान हमने एक मोनोरहमनोलिपिड के रूप में की और रमनोलिपिड संश्लेषण करने वाले जीन, आरएचएलए, आरएचएलबी और आरएचएलसी के साथ-साथ आरएचएल ऑपेरॉन को प्रवर्धित, अनुक्रमित किया गया और इसने पी. गुगुआनेंसिस के साथ 100% समरूपता दिखाई। इन जीनों को अब pBBR1MCS-2 में पेश किया जा रहा है और उत्पादित उन्नत पायसीकारक की समजातीय अभिव्यक्ति चल रही है।

- सत्यभामा विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, चेन्नई द्वारा तमिलनाडु के पारिस्थितिकी तंत्रों में संवर्धित समुद्री माइक्रोमोनोस्पोरा का वितरण मैग्नोव राइजोस्फीयर तलछट के नमूनों से अलग-अलग तरीकों से शोधित आइसोलेशन मीडिया के विभिन्न संयोजनों का उपयोग करके लगभग 254 जीवाणु

कॉलोनियों को पुनर्प्राप्त किया गया। कुल आइसोलेट्स में से, 60 माइक्रोमोनोस्पोरा-जैसी प्रजातियों को रूपात्मक विशेषताओं और KOH स्ट्रिंग परीक्षण के आधार पर अल्पसूचीकृत किया गया। चयनित माइक्रोमोनोस्पोरा प्रजातियों का लक्षण वर्णन और एक्स-सीटू संरक्षण भी किया गया, और कुल 58 माइक्रोमोनोस्पोरा-जैसी उपभेदों को एक्स-सीटू संरक्षण के लिए चुना गया। 16s rRNA विश्लेषण के माध्यम से पहचान की गई प्रजातियों को भविष्य के शोध के लिए लाइओफिलाइज्ड स्टॉक के रूप में तीन प्रतियों में संरक्षित किया गया था।

2.5.1.2. वायुमंडलीय विज्ञान

- एनआईटी राउरकेला द्वारा भारत के पूर्वी राज्यों में भयंकर गर्ज के साथ तूफान की वर्षा के लक्षण-वर्णन पर शहरी प्रभावों की संख्यात्मक मॉडलिंग

यह परियोजना मुख्य रूप से भारत के पूर्वी राज्यों के शहरों में आंधी-तूफान की वर्षा की विशेषताओं को समझने और सुधारने से संबंधित थी। एक जलवायु विज्ञान संबंधी आंधी-तूफान डेटाबेस तैयार किया गया है जो उत्तर पूर्वी राज्यों में एक महत्वपूर्ण कमी की प्रवृत्ति के साथ उच्च आंधी-तूफान गतिविधि (घटनाएँ, अवधि और वर्षा) को प्रकट करता है। दक्षिणी राज्यों के लिए भी इसी तरह के परिणाम प्राप्त हुए हैं। पूर्वी राज्य, विशेष रूप से ओडिशा, छत्तीसगढ़, झारखंड और पश्चिम बंगाल, आंधी-तूफान गतिविधि में वृद्धि की प्रवृत्ति दिखाते हैं। शहरी क्षेत्रों में संवहनीय वर्षा पर भूमि उपयोग भूमि कवर (LULC) के प्रभाव का अध्ययन किया गया और यह देखा गया कि भुवनेश्वर में भौगोलिक निकटता के बावजूद कटक की तुलना में ~20% अधिक दैनिक वर्षा होती है। गर्ज के साथ-तूफान और वर्षा पर भौतिकी और मॉडल विभेदनों की संवेदनशीलता को समझने के लिए विभिन्न मॉडल विन्यासों पर ARW मॉडलिंग प्रणाली का उपयोग किया गया है। संवहनीय अनुमत विभेदन (2 किमी) पर एक नेस्टेड विन्यास ने एकल डोमेन (3 किमी) की तुलना में विभिन्न वर्षा सीमा के लिए बेहतर कौशल स्कोर और कम त्रुटियों के साथ मात्रात्मक वर्षा सिमुलेशन में सुधार किया। शहरी भौतिकी के साथ-साथ शहरी पैमाने का विभेदन शहर के पास आने पर गर्ज के साथ तूफान के द्विभाजन को प्रकट करता है। संख्यात्मक मॉडल में LULC को शामिल करने से गर्ज के साथ तूफान के साथ होने वाली वर्षा में

उल्लेखनीय सुधार हुआ है। वर्ल्ड अर्बन डेटाबेस एक्सेस पोर्टल टूल (WUDAPT) स्थानीय जलवायु क्षेत्र की सतह विशेषताओं का उपयोग करते समय गर्ज के साथ होने वाली वर्षा की विशेषताओं में और सुधार देखा गया है। ये परिणाम और डिलीवरेबल्स संवहनीय वर्षा पूर्वानुमानों के लिए प्रचालन मेसोस्केल मॉडल को अनुकूलित करने के लिए उपयोगी हो सकते हैं।

परियोजना अवधि के दौरान पांच शोध पत्र प्रकाशित किये गये तथा तीन जनशक्ति को प्रशिक्षित किया गया।

- आईआईटी भुवनेश्वर द्वारा सूचना सैद्धांतिक ढांचे में मौसम अनुसंधान और पूर्वानुमान मॉडल के साथ भू रडार डेटा का समावेश

इस परियोजना ने वॉल्यूम-मिलान दृष्टिकोण के साथ "संदर्भ मानक" के रूप में एक अंतरिक्ष-जनित उपकरण का उपयोग करके भू-रडार डेटा का गुणवत्ता नियंत्रण करने के लिए एक विधि विकसित की। सीटीसीजेड अभियान के हिस्से के रूप में 2013 ग्रीष्मकालीन मानसून ऋतु (जेजेएस) के दौरान नई दिल्ली में स्थित आईएमडी भू रडार (जीआर) द्वारा प्रेषित डेटा और टीआरएमएम के वर्षा रडार (पीआर) द्वारा अंतरिक्ष-जनित प्रेक्षणों का उपयोग इस उद्देश्य के लिए किया गया था। परिणाम दर्शाते हैं कि एएनएन-संशोधित उच्च-विभेदन जीआर परावर्तकता प्रेक्षणों में 3.98 डीबीजेड की एक मूल माध्य वर्ग (आरएमएस) त्रुटि है, जो 15.77 डीबीजेड के मूल्य से काफी कम है। आपसी सूचना दृष्टिकोण का उपयोग करके मौसम पूर्वानुमान में जीआर डेटा के प्रभाव को दिखाने के लिए कुछ केस अध्ययन किए गए। यह निष्कर्ष निकाला गया है कि जी.आर. प्रेषित वर्षा प्रोफाइल और डब्ल्यू.आर.एफ.-जी.आर.-ए.एन.एन. संयुक्त गैर-वर्षा प्रोफाइल का उपयोग करके, डेटा समाकलन के लिए उपयोग किए जाने पर, केवल भू रडार परावर्तकता प्रेक्षणों का उपयोग करने के बजाय, पूर्वानुमान सटीकता में महत्वपूर्ण रूप से सुधार किया जा सकता है।

इस परियोजना में तीन शोध पत्र प्रकाशित किये गये तथा दो कार्मिकों को प्रशिक्षित किया गया।

दक्षिणी केरल के तीन जिलों में पवित्र वृक्षों के कार्बन भंडारण और पुष्प संबंधी विविधता का मूल्यांकन, ईआरआरसी और आईआईआईटीएम-के, तिरुवनंतपुरम द्वारा प्रौद्योगिकी सहायता प्राप्त सूचना प्रबंधन द्वारा समर्थित

वनों और अन्य वनस्पतियुक्त परिदृश्यों द्वारा प्रदान की जाने

वाली पारिस्थितिक सेवाओं के आकलन में वायुमंडलीय कार्बन का फाइटो-सीक्वेश्रेशन अत्यंत महत्वपूर्ण हो जाता है। इस अध्ययन का उद्देश्य दक्षिणी केरल के अल्लपुझा, पथनामथिड्डा और कोट्टयम जिलों में पवित्र वृक्षों के कार्बन भंडारण मूल्य और पुष्प संबंधी विविधता के साथ-साथ परिदृश्य की अन्य पारिस्थितिक विशेषताओं जैसे स्थानिक वितरण, प्रजातियों का समूह/प्रभुत्व, स्थानिकता और दुर्लभता के बारे में प्रामाणिक जानकारी उत्पन्न करना और एक वेब जीआईएस एप्लिकेशन विकसित करना था, जो सार्वजनिक डोमेन में इन वैज्ञानिक तथ्यों के स्थानिक एकीकरण और पहुंच की अनुमति दे। अध्ययन क्षेत्र में कुल 738 पवित्र वृक्षों का जीपीएस सहायता प्राप्त सर्वेक्षण किया गया, जिनमें से पर्याप्त वनस्पति आवरण (5.0 सेंट और अधिक) वाले 422 वृक्षों के लिए विस्तृत पुष्प लक्षण वर्णन (गुणात्मक और मात्रात्मक दोनों) किया गया। प्रत्येक पवित्र वृक्ष के कार्बन भंडारण मूल्य की गणना कार्बन कैलकुलेटर का उपयोग करके की गई।

क्षेत्र में पवित्र वृक्षों में संरक्षण के लिए महत्वपूर्ण स्थानिक और दुर्लभ श्रेणी की प्रजातियों का उल्लेखनीय उत्थान दिखाई देता है। यह परियोजना केरल और अन्य जगहों पर पवित्र वृक्षों और अन्य वनस्पति परिदृश्यों की जैव विविधता और कार्बन भंडारण मूल्य पर वैज्ञानिक मूल्यांकन और प्रौद्योगिकी सहायता प्राप्त सूचना प्रबंधन के लिए एक मॉडल प्रदान कर सकती है। परियोजना के लिए एक वेब जीआईएस एप्लिकेशन डिजाइन और विकसित किया गया है, जो परियोजना से जुड़ी पूरी जानकारी (इंटरैक्टिव क्वेरी का समर्थन) के लिए वन-स्टॉप इंटरफेस है जो <http://gis-iiitmk-ac-in/dev/errc/> पर उपलब्ध है।

परियोजना के भाग के रूप में तीन कार्मिकों को प्रशिक्षित किया गया।

2.5.1.3. जल विज्ञान और हिमांक मंडल

- आईआईटी रुड़की द्वारा गैर-संपर्क हाइड्रोमेट्रिक मापन का उपयोग करके वास्तविक समय स्त्राव अनुमान

परियोजना के परिणामों में वास्तविक समय मापन स्थलों में स्त्राव अनुमान के अनुप्रयोग के लिए गैर-संपर्क वेग और जल स्तर मापन तकनीक शामिल हैं। दो स्थलों (भागीरथी पर ब्रिज गेज साइट और देवप्रयाग में गंगा पर ब्रिज गेज साइट) पर डेटा प्रेक्षण मार्च 2021 में शुरू हुआ और तब से लगातार एकत्र किया जा रहा है। डेटा प्रेक्षण प्रणालियों की स्थापना के साथ, नदी के स्तर, सतही जल वेग और स्त्राव की लगभग वास्तविक समय

की निगरानी अब उपलब्ध है। केंद्रीय जल आयोग (सीडब्ल्यूसी) इन नदी प्रणालियों में मौसम विज्ञान संबंधी घटनाओं के कारण नदी के स्तर और वेग तथा स्त्राव पर प्रभाव की लगभग वास्तविक समय की निगरानी के लिए प्रेक्षित डेटा का सक्रिय रूप से उपयोग करता है। इस परियोजना में प्राप्त अनुभव के आधार पर, सीडब्ल्यूसी अपने अन्य स्थलों पर भी इसी तरह के गेजिंग स्टेशन स्थापित कर रहा है। इसके अलावा, टिहरी हाइड्रो पावर कॉम्प्लेक्स (टीएचडीसी) और अन्य बांध प्राधिकरणों ने वास्तविक समय पर प्रेक्षित आंकड़ों के उपयोग में गहरी रुचि दिखाई है।

- आईआईटी खड़गपुर द्वारा गंगा नदी के डेल्टाई जलभृतों में भूजल भौतिक-रासायनिक विकास से लेकर बदलती जल विज्ञान व्यवस्था तक के लचीलेपन पर अध्ययन

इस परियोजना का उद्देश्य एक परिवर्तनशील घनत्व वाले भूजल समुद्री जल प्रवाह संपर्क मॉडल और प्रतिक्रियाशील परिवहन मॉडल विकसित करना और गंगा डेल्टा क्षेत्र के जलभृत क्षेत्र में जलवायु प्रभाव का अध्ययन करने के लिए क्षेत्रीय मापदंडों की पहचान करना था। महासागर (बंगाल की खाड़ी), नदी (भागीरथी- हुगली) और भूजल की अंतःक्रियाओं के मात्रात्मक चित्रण ने उथले और गहरे भूजल को समुद्री जल के साथ मिलाने के लिए स्थिर और रेडियो आइसोटोपिक अंतःक्रिया मॉडल विकसित करने में मदद की। इसके अलावा, वर्तमान और भविष्य के समय के लिए चरम जलवायु का अध्ययन करने के लिए भूजल प्रतिक्रिया और प्रदूषण क्षमता को शामिल करते हुए, परियोजना के परिणामस्वरूप भूजल संसाधन प्रबंधन के लिए एक एकीकृत प्रबंधन उपकरण विकसित किया गया और वर्तमान में राज्य सरकार द्वारा इसका उपयोग किया जा रहा है।

2.5.1.4. भूविज्ञान और भूकंप विज्ञान

- आईआईटी, रुड़की द्वारा विषम फाल्ट-स्लिप प्रेक्षणों से पैलियोस्ट्रेस तनाव स्थितियों का अनुमान

चूंकि प्राकृतिक फाल्ट-स्लिप प्रेक्षण सामान्यतः विषम होते हैं, इसलिए अध्ययन ने एक नया एकीकृत दृष्टिकोण विकसित किया है जो तनाव टेंसर को सीधे देता है। कुमाऊं क्षेत्र में उप-हिमालय और लघु हिमालय में फाल्ट-स्लिप प्रेक्षण मीटर-स्केल डोमेन में

विषम हैं। नियोजन शिवालिक समूह के विभिन्न डोमेन और मुख्य सीमा थ्रस्ट के पार अमृतपुर ग्रेनाइट और नागथत क्वार्टजाइट और रामगढ़ थ्रस्ट के पार रामगढ़ ग्रेनाइट के विभिन्न डोमेन में स्ट्रेटिएटेड फाल्ट डेटा एकत्र किए गए थे। 10 डोमेन से विषम डेटा सेट को 32 सजातीय सेटों में वर्गीकृत किया गया था। प्रत्येक सजातीय फाल्ट सेट का उपयोग पैलियोस्ट्रेस स्ट्रेस टेंसर का अनुमान लगाने के लिए किया गया था, जिसमें तीन प्रमुख तनाव अक्षों और एक आकार पैरामीटर या तनाव अनुपात के अभिविन्यास शामिल थे।

पैलियोस्ट्रेस स्ट्रेस के आकलन के लिए ग्राफिकल और इनवर्जन दोनों तरीकों का इस्तेमाल किया गया। परिणामों से पता चलता है कि हिमालयी ओरोजेनी के दौरान भंगुर विरूपण के लिए कई अलग-अलग कम तनाव वाले टेंसर जिम्मेदार थे। कम तनाव वाले टेंसर में इस परिवर्तनशीलता के बावजूद, मुख्य तनाव अभिविन्यास ने एक सापेक्ष स्थिरता बनाए रखी, जिसका अर्थ है कि NNE-NE निर्देशित अधिकतम संपीड़न और तेजी से गिरता हुआ न्यूनतम मुख्य तनाव। स्ट्रेटिएटेड फाल्ट्स से प्राप्त मुख्य तनाव अभिविन्यासों और कुमाऊं हिमालय में भूकंप फोकल तंत्र से प्राप्त हाल ही में प्रकाशित तनाव अभिविन्यासों की तुलना से उल्लेखनीय समानता का पता चलता है। परिणाम हिमालयी ओरोजेनी में डोमेन-स्केल पर तनाव की स्थिति में एक बड़ी भिन्नता दर्शाते हैं।

- भारतीय खनन विद्यालय, धनबाद द्वारा गुरुत्वाकर्षण डेटा के बायेसियन न्यूरल नेटवर्क व्युत्क्रमण के माध्यम से किशनगंज के आसपास ब्लाइंड फाल्ट्स और उसकी ज्यामिति का चित्रण

ईस्टर्न इंडियन शील्ड के किशनगंज क्षेत्र से सृजित गुरुत्वाकर्षण डेटा का विश्लेषण करने के लिए एआई आधारित स्पेक्ट्रल विधियों और भौतिकी-आधारित व्युत्क्रम जैसे कई कम्प्यूटेशनल दृष्टिकोणों का उपयोग किया गया। तीन विशिष्ट फाल्ट संरचनाओं अर्थात: मालदा-किशनगंज फॉल्ट (एमकेएफ), मुंगेर-सहरसारा रिज मार्जिनल फॉल्ट (एमएसआरएमएफ), और कटिहार फॉल्ट (केएफ) की पहचान की गई। इसलिए, इन निष्कर्षों ने किशनगंज के आसपास की अनुप्रस्थ संरचनाओं के मौजूदा ज्ञान में सुधार हुआ। इसके अतिरिक्त, क्रमशः 2.78 किमी, 8.2 किमी और 17.71 किमी की गहराई पर उथले, मध्यवर्ती और गहरे भूगर्भीय

स्तर का अनुमान लगाया गया और उनकी व्याख्या की गई।

- भारतीय खनन विद्यालय, धनबाद और एनजीआरआई, हैदराबाद द्वारा संयुक्त रूप से सिंहभूम क्रेटन के पूर्वोत्तर भाग में भूपर्पटी की उत्पत्ति और विकास : ग्रेनाइटॉइड्स के भू-रसायन विज्ञान और भू-कालक्रम से संबंधित बाधाएं अध्ययन

इस परियोजना ने उत्तरी सिंहभूम क्रेटन में गनीस और ग्रेनाइटॉइड के भू-रसायनिक और भू-कालानुक्रमिक अध्ययन का उपयोग करके मेसो पैलियोआर्कियन युगों (> 3000 Ma) के दौरान महाद्वीपीय क्रस्ट के विकास की खोज की। दो क्षेत्रों, अर्थात् उत्तर में गोविंदपुर-सरायकेला क्षेत्र और उत्तर-पूर्व में बहल्दा-राद्रंगा क्षेत्र का मानचित्रण किया गया, और गनीस और 7 प्रकार के ग्रेनाइटॉइड की उपस्थिति की पहचान की गई। इनका नमूना लिया गया है और प्रमुख, ट्रेस और त्म तत्वों का विश्लेषण किया गया है। REE भू-रसायन विज्ञान दर्शाता है कि ग्रेनाइटॉइड महासागरीय बेसाल्ट के आंशिक पिघलने से उत्पन्न हुए थे। ग्रेनाइटॉइड की U-Pb और Lu-Hf आयु 3000-3500 Ma के बीच निर्धारित की गई। ये आयु मेसोआर्कियन के दौरान सिंहभूम क्रेटन के इस हिस्से में महाद्वीपीय क्रस्ट के विकास की जानकारी देती हैं। टोनलाइट्स की दो पीढ़ियाँ, एक मेसोआर्कियन के अंत की ओर और दूसरी मेसोआर्कियन के आरंभिक काल में, प्रलेखित की गईं, जो यह संकेत देती हैं कि सभी टोनलाइट्स अधिक K-समृद्ध ग्रेनाइटॉइड्स के निर्माण से पहले के हो सकते हैं। दो पीएच.डी. छात्रों और 10 एम.एससी. तकनीकी छात्रों को भूवैज्ञानिक मानचित्रण और विश्लेषणात्मक अध्ययनों में प्रशिक्षित किया गया। 10 शोधपत्र अंतर्राष्ट्रीय पत्रिकाओं में प्रकाशित किए गए।

- बनारस हिंदू विश्वविद्यालय, वाराणसी द्वारा माइक्रोट्रेमर मापन का उपयोग करके उत्तर प्रदेश (भारत) के गोरखपुर शहर और उसके आसपास भूकंपीय खतरे के विश्लेषण के लिए साइट गुणों की जांच

साइट लक्षण वर्णन और मिट्टी के वर्गीकरण के लिए गोरखपुर शहर में माइक्रोट्रेमर मापन आयोजित किए

गए। गोरखपुर शहर और उसके आसपास 360 साइटों पर फील्ड सर्वेक्षण किया गया और सभी साइटों के लिए एच/वी स्पेक्ट्रल अनुपात वक्र तैयार किए गए। अधिकांश प्रमुख आवृत्ति 0.44 से 1.10 हर्ट्ज तक होती है जिसका औसत 0.47 ± 0.03 हर्ट्ज होता है और संबंधित प्रवर्धन 2.5 से 5.3 तक होता है। एचवी प्रमुख आवृत्ति मानचित्र अध्ययन क्षेत्र के दक्षिणी भाग की तुलना में उत्तरी भाग में कम प्रमुख आवृत्ति और उच्च प्रवर्धन दिखाता है। 1-डी शियर वेव वेग मॉडलों के अनुमान के लिए कई साइटों पर माइक्रोट्रेमर सरणी मापन भी किए गए। एससीआई पत्रिकाओं में पांच शोध पत्र प्रकाशित हुए हैं और दो छात्रों ने अपनी पीएच.डी. पूरी की है।

2.5.1.5. पीएएमसी – प्रौद्योगिकी

- सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई भावनगर, गुजरात द्वारा समुद्री जल से अपरंपरागत यूरेनियम खनन: संसाधन पुनर्प्राप्ति के लिए एक प्रगतिशील दृष्टिकोण, इस परियोजना का उद्देश्य उच्च चयनात्मकता, दक्षता, कम व्यय, संश्लेषण में आसानी और प्रयोज्यता की विशेषताओं का उपयोग करके समुद्री जल से यूरेनियम निष्कर्षण का प्रयोगशाला-स्तरीय प्रदर्शन स्थापित करना है। चूंकि यूरेनियम अक्षय ऊर्जा के सबसे महत्वपूर्ण संसाधनों में से एक है, इसलिए इस दूरदर्शी परियोजना में निकेल में कोबाल्ट की खोज की भी संभावना है।

2.5.2. बिम्स्टेक

बीसीडब्ल्यूसी प्रशिक्षण कार्यशाला 15-26 जुलाई 2024

बीसीडब्ल्यूसी और एनसीएमआरडब्ल्यूएफ ने बिम्स्टेक सदस्य देशों के छात्रों और युवा शोधकर्ताओं के लिए एक प्रशिक्षण कार्यशाला आयोजित की। दिसंबर 2023 में बीसीडब्ल्यूसी, नोएडा में आयोजित तीसरी जीबी और एसएसी बैठक के दौरान प्रशिक्षण कार्यशाला की योजना बनाई गई थी। एसएसी के सभी सदस्यों ने प्रशिक्षण कार्यशाला के लिए वैज्ञानिक विषयों की पहचान करने में गहरी रुचि दिखाई। इसके बाद के महीनों के दौरान, प्रशिक्षण सामग्री और प्रारूप को क्रिस्टलीकृत करने के लिए बीसीडब्ल्यूसी-एसएसी की विशेष ऑनलाइन बैठकें आयोजित की गईं। अंत में यह सहमति हुई कि प्रशिक्षण में व्याख्यान और व्यावहारिक सत्र शामिल होने चाहिए। यह भी निर्णय लिया गया कि व्याख्यान सत्र हाइब्रिड मोड में

आयोजित किए जाएंगे, जिससे सदस्य देशों के अन्य पूर्वानुमानकर्ता/वैज्ञानिक ऑनलाइन भाग ले सकेंगे।

तदनुसार, 15-26 जुलाई 2024 तक दो सप्ताह का प्रशिक्षण बीसीडब्ल्यूसी/एनसीएमआरडब्ल्यूएफ नोएडा में आयोजित किया गया। प्रशिक्षण कार्यशाला में छह बिम्स्टेक सदस्य देशों के 18 प्रतिभागियों ने भाग लिया। सभी प्रतिभागी राष्ट्रीय हाइड्रो-मेट सर्विसेज (एनएचएमएस) से थे। भागीदारी में युवा और अनुभवी पूर्वानुमानकर्ताओं/वैज्ञानिकों का अच्छा मिश्रण था। वे चक्रवात पूर्वानुमान, प्रचालन मौसम विज्ञान आदि जैसे कार्य अनुभव के विविध क्षेत्रों से भी संबंधित थे।

दो सप्ताह का प्रशिक्षण कार्यक्रम विभिन्न विषयों की व्यापक जानकारी और गहन समझ प्रदान करने के लिए तैयार किया गया था। कार्यशाला का उद्घाटन 15 जुलाई 2024 को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के अपर सचिव, श्री विश्वजीत सहाय ने किया। 15-19 जुलाई 2024 के पहले सप्ताह में, प्रशिक्षण में प्रतिभागियों को शुरू करने के लिए कुछ परिचयात्मक विषयों और उन्नत एनडब्ल्यूपी अवधारणाओं को शामिल किया गया। इसके बाद, प्रशिक्षण उच्च-विभेदन डब्ल्यूआरएफ मॉडलिंग और डेटा समावेशन पर केंद्रित था। सभी प्रतिभागी व्यावहारिक सत्रों के लिए एनसीएमआरडब्ल्यूएफ एचपीसी पर काम कर सकते थे। वे संबंधित देशों के लिए मॉडल सिमुलेशन कर सकते थे। व्याख्यान सत्रों के साथ-साथ डब्ल्यूआरएफ मॉडलिंग प्रणाली को चलाने और डेटा समावेशन अभ्यास से जुड़े व्यावहारिक सत्र भी थे। व्यावहारिक सत्रों के लिए एनसीएमआरडब्ल्यूएफ एचपीसी का प्रयोग किया गया। प्रत्येक बिम्स्टेक सदस्य देश को एचपीसी पर काम करने के लिए एक अलग यूजर आईडी दी गई। प्रतिभागियों को अपने-अपने देश की भौगोलिक स्थिति के अनुसार प्रयोगों को डिजाइन करने और अपने-अपने देशों के लिए विशिष्ट मौसम संबंधी गड़बड़ी के सिमुलेशन का चयन करने का अवसर मिला। प्रतिभागियों ने व्यावहारिक अभ्यास के लिए एचपीसी का उपयोग करते हुए उपयोगी अनुभव प्राप्त किया। सभी तकनीकी कठिनाइयों के लिए परियोजना वैज्ञानिकों और एनसीएमआरडब्ल्यूएफ के स्वयंसेवकों द्वारा सहायता प्रदान की गई।

प्रशिक्षण पाठ्यक्रम के दौरान 16 वक्ताओं ने व्याख्यान दिए। इसने भारत और अन्य बिम्स्टेक सदस्य देशों में प्रचालन प्रथाओं/चुनौतियों पर रोमांचक चर्चाओं का अवसर प्रदान किया। प्रशिक्षण में एनसीएमआरडब्ल्यूएफ एचपीसी का दौरा तथा मौसम और जलवायु में एचपीसी के उपयोग पर एक सत्र भी शामिल था।

अनुसंधान शिक्षा प्रशिक्षण और आउटरीच (रीचआउट)



व्यावहारिक सत्र के दौरान कार्यशाला प्रतिभागी



एनसीएमआरडब्ल्यूएफ एचपीसी (ऊपर) और भारत मौसम विज्ञान विभाग (नीचे) का दौरा करते हुए कार्यशाला प्रतिभागी

अनुसंधान शिक्षा प्रशिक्षण और आउटरीच (रीचआउट)

18 नवंबर 2024 को बीसीडब्ल्यूसी के शासी परिषद की चौथी बैठक

बिम्सटेक मौसम एवं जलवायु केंद्र (बीसीडब्ल्यूसी) की चौथी शासी परिषद (जीबी) बैठक 18 नवंबर 2024 को बीसीडब्ल्यूसी/एनसीएमआरडब्ल्यूएफ में आयोजित की गई। भूटान, बांग्लादेश, म्यांमार, थाईलैंड के सदस्यों के साथ-साथ बिम्सटेक सचिवालय के पदेन सदस्य व्यक्तिगत रूप से बैठक में शामिल हुए। श्रीलंका और नेपाल के प्रतिनिधियों ने ऑनलाइन बैठक में भाग लिया। भारत (डॉ. वीएस प्रसाद) को वर्ष 2024-25 के लिए जीबी का अध्यक्ष चुना गया है।

2.5.3. आईटीसीओओशन

प्रचालन समुद्र विज्ञान के लिए अंतर्राष्ट्रीय प्रशिक्षण केंद्र (आईटीसीओओसीएन) ने 13 प्रशिक्षण कार्यक्रम और 05 सेमिनार आयोजित किए। कुल 471 व्यक्तियों को प्रशिक्षित किया गया, जिनमें से 366 (पुरुष: 238, महिला: 128) भारत से हैं और 105 (पुरुष: 59, महिला: 46) अन्य हिंद महासागर रिम देशों से हैं। आईटीसीओओशन ने स्कूल ऑफ नेवल ओशनोलॉजी एंड मीटिरोलॉजी (एसएनओएम), कोचीन के अधिकारियों के एक बैच के लिए 4 महीने की अवधि का दूसरा अल्पकालिक प्रशिक्षण पाठ्यक्रम सफलतापूर्वक पूरा किया। केंद्र ने विदेश मंत्रालय, भारत सरकार के सहयोग से अपना पहला अंतर्राष्ट्रीय तकनीकी और आर्थिक सहयोग (आईटीईसी) प्रशिक्षण कार्यक्रम भी सफलतापूर्वक आयोजित किया।



चित्र : जनवरी 2024 के दौरान आईटीसीओओ में आयोजित पहले आईटीईसी प्रशिक्षण कार्यक्रम के प्रतिभागी।



2.5.4. डेस्क

डेस्क ने एमओईएस रिसर्च फेलोशिप प्रोग्राम (एमआरएफपी) कार्यक्रम को सफलतापूर्वक लागू किया है और वर्ष 2024 में 25 जेआरएफ के पांचवें बैच की भर्ती की गई। डेस्क द्वारा वर्तमान में निम्नलिखित विषयों के साथ 4 महीने का उनका प्रारंभिक ऑनलाइन प्रशिक्षण आयोजित किया जा रहा है: क) पृथ्वी प्रणाली विज्ञान का परिचय, ख) अनुसंधान पद्धति और ग) कंप्यूटर प्रोग्रामिंग और डेटा विश्लेषण/विजुअलाइजेशन।

बैच-III के सभी एमआरएफपी रिसर्च फेलो की वार्षिक प्रगति की समीक्षा नवंबर 2024 में एक विशेषज्ञ समिति के साथ की गई और उनकी सिफारिशों को सूचित किया गया। बैच-III के 6 अनुसंधान अध्येताओं ने पीएचडी के लिए पंजीकरण कराया है। बाकी बैचों की समीक्षा की जा रही है।

डेस्क ने 2024 में दो राष्ट्रीय कार्यशालाएं, एक अंतरराष्ट्रीय कार्यशाला और तीन प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित किए हैं।

कुल 29 एमआरएफपी अनुसंधान अध्येताओं ने विभिन्न अंतरराष्ट्रीय/राष्ट्रीय सम्मेलनों/कार्यशालाओं में भाग लिया।

2024 में एमआरएफपी अनुसंधान अध्येताओं द्वारा 21 सहकर्मी-समीक्षित शोध पत्र प्रकाशित/स्वीकृत किए गए हैं।

2.5.5. जागरूकता और आउटरीच कार्यक्रम

कार्यक्रम का उद्देश्य आम जनता, छात्रों और उपयोगकर्ता समुदायों के बीच मंत्रालय की विभिन्न गतिविधियों के बारे में जागरूकता पैदा करना है। यह राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय प्रदर्शनियों में भागीदारी और मंत्रालय के अधिदेश और योजनाओं के अनुरूप सेमिनार, कार्यशालाओं और संगोष्ठियों को प्रायोजित करके सुनिश्चित किया जाता है। हर वर्ष, मंत्रालय देश भर के शैक्षणिक संस्थानों (स्कूलों, कॉलेजों, विश्वविद्यालयों) में पृथ्वी दिवस और ओजोन दिवस जैसे कार्यक्रमों के उत्सव का समर्थन करता है। मंत्रालय सालाना आयोजित होने वाले राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान ओलंपियाड (NESO/IESO) का भी समर्थन करता है।

स्थापना दिवस

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES) ने 27 जुलाई, 2024 को अपने पृथ्वी भवन मुख्यालय में अपना 18वां स्थापना दिवस मनाया, जो पृथ्वी प्रणाली विज्ञान में लगभग दो दशकों के महत्वपूर्ण योगदान का प्रतीक है। स्थापना दिवस समारोह की शुरुआत एक उद्घाटन समारोह से हुई, जिसमें वरिष्ठ सरकारी अधिकारियों, वैज्ञानिकों, कर्मचारियों और प्रमुख हितधारकों सहित विशिष्ट अतिथियों ने भाग लिया। पृथ्वी

अनुसंधान शिक्षा प्रशिक्षण और आउटरीच (रीचआउट)

विज्ञान मंत्रालय ने निम्नलिखित जारी किये: क) आईएमडी द्वारा "भारत में चक्रवात की चेतावनी" पर मानक संचालन प्रक्रिया और 'उच्च प्रभाव वाले मौसम की घटनाओं की निगरानी और पूर्वानुमान के लिए सक्षमता ढांचा', ख) एनसीपीओआर द्वारा भारत के पहले शीतकालीन आर्कटिक अभियान (18 दिसंबर, 2023 को लॉन्च) सहित 14 वें भारतीय आर्कटिक अभियान (2023-24) पर एक समेकित रिपोर्ट, ग) सीएमएलआरई द्वारा भारतीय ईईजेड (अनन्य आर्थिक क्षेत्र) से एनोम्यूरन केकड़ों (पैगुरोइडिया, चिरोस्टाइलोइडिया और गैलाथियोइडिया) का वर्गीकरण और प्रणाली विज्ञान शीर्षक से एक सूची, और घ) पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के समाचार पत्र का पहला अंक। यूरोपियन सेंटर फॉर मीडियम-रेंज वेदर फोरकास्टिंग (ECMWF) के वरिष्ठ वैज्ञानिक, डॉ. एस्टिबालिज गैसकॉन द्वारा एक लोकप्रिय विज्ञान वार्ता आयोजित की गई, जिसका शीर्षक था 'ECMWF में डेस्टिनेशन अर्थ इनिशिएटिव: किलोमीटर-स्केल फोरकास्टिंग और जलवायु मॉडलों में क्रांतिकारी बदलाव: मूल्यांकन और निदान गतिविधियों से अंतर्दृष्टि'। इस कार्यक्रम का सीधा प्रसारण किया गया और इसे MoES YouTube चैनल पर आम लोगों के देखने के लिए उपलब्ध कराया गया।



चित्र. जुलाई 2024 में पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के स्थापना दिवस समारोह में गणमान्य व्यक्ति

स्वच्छ सागर सुरक्षित सागर 2024

मंत्रालय ने 21 सितंबर, 2024 को स्वच्छ सागर, सुरक्षित सागर 3.0 अभियान का सफलतापूर्वक समापन किया, जिसके तहत देश के तटों पर 80 से अधिक स्थानों पर समुद्र तट सफाई अभियान चलाया गया, जिसमें प्लास्टिक, धातु, कपड़ा, रबर और कागज और लकड़ी के मलबे सहित 60 टन से अधिक कचरे को हटाया गया। स्वच्छ सागर, सुरक्षित सागर 3.0 अभियान प्रधानमंत्री श्री नरेंद्र मोदी द्वारा परिकल्पित स्वच्छ भारत मिशन के तहत भारत सरकार की चल रही

स्वच्छता ही सेवा पहल के साथ जुड़ा हुआ है। इस कार्यक्रम में व्यापक स्वैच्छिक जन भागीदारी देखी गई, जिससे बड़े पैमाने पर उत्साह और जागरूकता पैदा हुई। MoES स्वच्छ सागर, सुरक्षित सागर 3.0 की मुख्य विशेषताओं में देश के तटीय क्षेत्रों में विभिन्न स्थानों पर जनता, अनेक छात्रों, गैर सरकारी संगठनों और सामुदायिक समूहों की भागीदारी शामिल थी।

स्वच्छ सागर, सुरक्षित सागर अभियान, 2022 और 2023 में सफल संस्करणों के साथ, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की एक प्रमुख पहल है जिसका उद्देश्य समुद्री प्रदूषण के बारे में जागरूकता बढ़ाना, तटीय क्षेत्रों का संरक्षण करना और महासागरों की रक्षा और समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र को संरक्षित करने के लिए स्वच्छता और धारणीय प्रथाओं को बढ़ावा देना है। यह अंतर्राष्ट्रीय तटीय सफाई दिवस के अनुपालन का भी प्रतीक है। यह आयोजन तटीय जैव विविधता पर समुद्री मलबे के प्रभाव को कम करने की दिशा में एक कदम है। यह कार्यक्रम समुदाय को पर्यावरण के अनुकूल आदतें अपनाने और सभी आयु समूहों के नागरिकों को शामिल करके समुद्री संरक्षण अधिवक्ता बनने के लिए प्रेरित करता है।



अनुसंधान शिक्षा प्रशिक्षण और आउटरीच (रीचआउट)



चित्र: सचिव, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने स्वच्छ सागर, सुरक्षित सागर 3.0 का नेतृत्व किया, और उनके साथ भारत में नॉर्वे के राजदूत, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के वरिष्ठ अधिकारी और कर्मचारी, छात्रों, गैर सरकारी संगठनों सहित स्वयंसेवक और चेन्नई के तिरुवनमियूर समुद्र तट पर आम लोग शामिल हुए।

पृथ्वी दिवस 2024

मंत्रालय ने देश भर में 119 स्थानों पर "प्लास्टिक बनाम ग्रह" थीम पर पृथ्वी दिवस समारोह का समर्थन किया, जिसमें स्कूल और कॉलेज शामिल थे, जिसमें पाँच हजार से अधिक प्रतिभागियों ने हिस्सा लिया। गतिविधियों में वृक्षारोपण अभियान, पेंटिंग और विज्ञ प्रतियोगिताएँ तथा छात्रों के लिए पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के वैज्ञानिकों द्वारा व्याख्यान शामिल थे।

अंतर्राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान ओलंपियाड (IESO) 2024

भारत 2007 से IESO में भाग ले रहा है, जिसका आयोजन पृथ्वी विज्ञान शिक्षा तथा वायुमंडलीय, महासागरीय और पृथ्वी विज्ञान तथा पृथ्वी संसाधनों की सततता में अवधारणाओं को बढ़ावा देने के लिए किया जाता है। मंत्रालय स्कूली छात्रों (IX&XII) के लिए भारतीय राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान ओलंपियाड (INESO) और अंतर्राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान ओलंपियाड (IESO) का समर्थन करता है।

17वां IESO बीजिंग में 08-16 अगस्त, 2024 तक आयोजित किया गया (पेकिंग विश्वविद्यालय और चीनी विज्ञान अकादमी विश्वविद्यालय द्वारा सह-मेजबानी की गई)। 34 देशों की छात्र टीमों ने अंतिम रूप से IESO में भाग लिया। गुजरात, केरल, छत्तीसगढ़ और राजस्थान के छात्रों वाली चार सदस्यीय भारतीय टीम ने तीन प्रतियोगिता श्रेणियों— थ्योरी और प्रैक्टिकल (व्यक्तिगत), अर्थ सिस्टम प्रोजेक्ट (ESP) और इंटरनेशनल टीम फील्ड इन्वेस्टिगेशन (ITFI) में तीन स्वर्ण और कांस्य पदक और दो रजत पदक जीते।



चित्र. चीन में आयोजित 17वें IESO (08-16 अगस्त, 2024) में पदक जीतने वाले भारतीय छात्रों की टीम और जूरी सदस्यों के साथ पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के अधिकारी।

ओजोन दिवस 2024

मंत्रालय ने 16 सितम्बर, 2024 को आठ स्थानों पर ओजोन दिवस मनाने का समर्थन किया, जिसमें 500 से अधिक छात्रों ने भाग लिया।

अनुसंधान शिक्षा प्रशिक्षण और आउटरीच (रीचआउट)



चित्र. पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा समर्थित ओजोन दिवस कार्यक्रम मनाते छात्र।

प्रदर्शनियां/ विज्ञान महोत्सव/ मेले

मंत्रालय ने जनता, विशेषकर युवाओं के लिए पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की सेवाओं, गतिविधियों और उपलब्धियों के बारे में जागरूकता फैलाने के लिए देश भर में सोलह प्रदर्शनियों में भाग लिया। मंत्रालय ने निम्नलिखित कार्यक्रमों में भाग लिया:

- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने 30 नवंबर से 03 दिसंबर, 2024 तक गुवाहाटी, असम में आयोजित भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव (आईआईएसएफ 2024) का सह-आयोजन/मेजबानी की, जिसका विषय था 'भारत को विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी से प्रेरित वैश्विक विनिर्माण केंद्र में बदलना'।
- 20-22 जुलाई, 2024 तक प्रगति मैदान, नई दिल्ली में सरकारी उपलब्धियों और योजनाओं का एक्सपो 2024
- साइंस सिटी, कोलकाता में 11 से 14 सितंबर, 2024 तक आयोजित 27वीं राष्ट्रीय विज्ञान प्रदर्शनी जिसका विषय था- "भारत: 2047 तक विकसित राष्ट्र"।
- 29-31 अगस्त, 2024 और 03-05 सितंबर, 2024 तक जम्मू, जम्मू और कश्मीर में "विज्ञान नवाचार और प्रौद्योगिकी एक्सपो: 'जम्मू और कश्मीर 2024 में वृद्धि'।
- 13-16 अक्टूबर, 2024 तक भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान मद्रास, चेन्नई में आयोजित 15 वां ISOPE&PACOMS 2024
- 16-18 अक्टूबर, 2024 को आबू रोड, जिला सिरोही, राजस्थान में आयोजित सशक्त राजस्थान 2024
- राजस्थान के उदयपुर में 26-28 सितंबर, 2024 तक इन्फ्रा-मेडी एक्सपो जिसमें पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सफर (वायु प्रदूषण निगरानी और पूर्वानुमान प्रणाली) का प्रदर्शन किया गया।

- 21-25 नवंबर, 2024 तक नासिक, महाराष्ट्र में आयोजित कृषिथॉन 2024 का 17 वां संस्करण – कृषि व्यापार मेला।



चित्र. पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की प्रदर्शनियों/एक्सपो में छात्रों और आम जनता ने बहुत रुचि प्रदर्शित की

2.5.6. नॉलेज रिसोर्सेस नेटवर्क (KRCNET)

2020 में शुरू की गई KRCNET (नॉलेज रिसोर्सेस नेटवर्क) पहल का उद्देश्य पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और इसके संस्थानों के वैज्ञानिकों और शोधकर्ताओं को STEM में नवीनतम विकास से अवगत कराना है। KRCNET डिजिटल अर्थ साइंसेज कंसोर्टियम (DERCON) के हिस्से के रूप में पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के संस्थानों के लिए डेटाबेस और सॉफ्टवेयर टूल जैसे ई-संसाधनों और ज्ञान उत्पादों की सदस्यता प्रदान करता है। 2023 से पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने सभी ई-संसाधनों की सदस्यता के लिए वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान परिषद-राष्ट्रीय विज्ञान संचार और नीति अनुसंधान संस्थान-राष्ट्रीय ज्ञान संसाधन संघ (CSIR-NIScPR NKRC) के साथ एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए हैं। 2024 के लिए इन संसाधनों का अनुमानित उपयोग लगभग 7.5 लाख है।

डीप ओशन मिशन (डोम)

पृष्ठभूमि: पृथ्वी की सतह का लगभग 70% भाग महासागर से आच्छादित है, परंतु फिर भी ज्यादातर संसाधन हमारी पहुँच से दूर हैं। भारत की तटरेखा लगभग 7500 किमी तक फैली हुई है, जिसमें एक विशाल अनन्य आर्थिक क्षेत्र है, जो कि सजीव एवं निर्जीव संसाधनों का खजाना है। समुद्र की गहराइयों को अच्छे से समझने तथा वहां से ऊर्जा, खनिज संसाधनों, जैव-विविधता, जलवायु पूर्वानुमान आदि का सदुपयोग करने के लिए उचित प्रौद्योगिकी का प्रयोग किया जाना बहुत महत्वपूर्ण है, क्योंकि समुद्र की सुदूर गहराइयों के चलते हम अनुसंधान के क्षेत्र में आगे बढ़ने के लिए प्रौद्योगिकियों पर बहुत अधिक निर्भर हैं। अतः, गहरे समुद्र तल पर करीब से नजर रखने के लिए अनुसंधानकर्ता विभिन्न श्रेणियों के मल्टी-वैरिएंट प्लेटफॉर्म का उत्तरोत्तर प्रयोग कर रहे हैं। देश के संवहनीय विकास के लिए समुद्र के महत्व पर विचार करते हुए पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES), भारत सरकार ने सितंबर 2021 में डीप ओशन मिशन लॉन्च किया है, जिसका लक्ष्य यह है कि गहरे समुद्र के संसाधनों का अन्वेषण एवं उनका टिकाऊ उपयोग करने के लिए प्रौद्योगिकियां विकसित की जाए, देश की समुद्री अर्थव्यवस्था में वृद्धि की जाए, तथा जलवायु परिवर्तन एवं प्रदूषण की समस्या का समाधान किया जाए। यह बहु-संस्थानात्मक मिशन संयुक्त राष्ट्र (UN) द्वारा प्रस्तावित सस्टेनेबल डेवलपमेंट गोल 14 (SDG 14) का फॉलो-अप है, जिसमें "जल के नीचे जीवन" एक प्रमुख विषय है, जिसके अंतर्गत पृथ्वी ग्रह पर जीवन एवं पर्यावरण को सुरक्षित बनाए रखने के लिए समुद्र के महत्व पर विशेष बल दिया गया है। इस आवश्यकता को पूरा करने के लिए, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा निम्नलिखित उद्देश्यों के साथ डीप ओशन मिशन (DOM) का कार्यान्वयन किया गया है:

1. समुद्री संसाधनों के अन्वेषण एवं दोहन हेतु डीप सी माइनिंग एवं मानवयुक्त पनडुब्बी, अंडरवॉटर वाहन एवं अंडरवॉटर रोबोटिक्स हेतु प्रौद्योगिकियों का विकास।
2. महासागर जलवायु परिवर्तन सलाहकार सेवाओं का विकास:
3. गहरे समुद्र में जैव विविधता की खोज और संरक्षण के लिए प्रौद्योगिकीगत नवप्रवर्तन:
4. डीप ओशन सर्वे एवं एक्सप्लोरेशन
5. महासागर से ऊर्जा और मीठापानी
6. समुद्री जीवविज्ञान हेतु एक उन्नत समुद्री स्टेशन।

इस मिशन की कुल लागत 4077.0 करोड़ रुपये है, जिसे चरणबद्ध तरीके से पांच वर्ष की अवधि में कार्यान्वित किया जाएगा। प्रथम चरण में तीन वर्षों (2021-2024) की अनुमानित लागत रु 2823.4 करोड़ होगी।

3.1. डीप सी माइनिंग, अंडरवॉटर वाहन एवं अंडरवॉटर रोबोटिक्स हेतु प्रौद्योगिकियों का विकास

3.1.1. 6000 मीटर गहराई वाली मानवयुक्त पनडुब्बी का डिजाइन और विकास

- समुद्री संसाधनों की अन्वेषण और दोहन, रक्षा, निगरानी आदि के लिए डीप ओशन मिशन के तहत पानी के अंदर चलने वाले वाहनों का विकास किया गया है। राष्ट्रीय महासागर प्रौद्योगिकी संस्थान (एनआईओटी), चेन्नई में गहरे पानी में मानवयुक्त पनडुब्बी मत्स्य 6000 को स्वदेशी रूप से डिजाइन और विकसित किया जा रहा है, ताकि 6000 मीटर पानी की गहराई तक वैज्ञानिक अन्वेषण किया जा सके। बैटरी-पॉवर्ड पनडुब्बी में सामान्य रूप से 12 घंटे तक तीन व्यक्तियों को ले जाने की क्षमता होगी तथा आपातकालीन अवधि के दौरान 96 घंटे तक सहायता प्रदान करने की क्षमता होगी। मत्स्य 6000 के सब-सिस्टम्स को 2.1 मीटर व्यास वाली गोलाकार पेंदी (कार्मिक क्षेत्र) के साथ चित्र 3.1.1.क में दर्शाया गया है।
- राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान (NIOT) चेन्नई द्वारा 6000 मीटर गहराई की रेटिंग वाली मानव पनडुब्बी (मत्स्य) के विकास के लिए विस्तृत सिस्टम इंजीनियरिंग और सब-कंपोनेंट्स डिजाइन का कार्य पूरा कर लिया गया है। इस वाहन में 6000 मीटर की गहराई तक में तीन व्यक्तियों को ले जाने की क्षमता होगी, तथा सिस्टम इंजीनियरिंग ह्यूमन-रेटेड वाहनों के लिए DNV नियमों, ह्यूमन-सेफ्टी क्रिटिकल सिस्टम्स के लिए IEC61508 मानकों, गहरे समुद्र में पनडुब्बियों से प्राप्त अनुभवों के आधार पर तथा सर्वोत्तम इंजीनियरिंग प्रथाओं को अपनाकर पूरी की गई है। 2-1 मीटर व्यास और 6000 डेप्थ-रेटेड टाइटेनियम एलॉय कार्मिक क्षेत्र का निर्माण राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान (NIOT), विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केंद्र और इसरो के लिविड प्रोपल्शन अंतरिक्ष केंद्र के समन्वित प्रयासों से प्रगतिधीन है। व्यूपोर्ट और हैच फ्लैंग्स के लिए फोर्जिंग का काम मेसर्स

मिथानी में पूरा कर लिया गया है, जबकि इंटरमीडिएट रिंग्स के लिए फोर्जिंग का कार्य एलएंडटी, हजीरा फैसिलिटी पूरा किया जा चुका है, तथा इसकी सब-असेम्बलियों के निर्माण का कार्य प्रगतिधीन है।

- ह्यूमन सपोर्ट एवं सेफ्टी सिस्टम (HSSS) तैयार किया गया और उसे शो वॉटर पर्सनल स्फेयर के अंदर स्थापित किया गया, तथा राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान (NIOT) में 3 चालक दल के साथ 2 घंटे के लिए कारखाना स्वीकृति परीक्षण पूरा किया गया (चित्र 3.1.1.ख और 3.1.1.ग)।
- मत्स्य के इलेक्ट्रिकल और इलेक्ट्रॉनिक्स सिस्टम का पर्यावरण परीक्षण, DNV नियमों का पालन करते हुए NABL मान्यता प्राप्त प्रयोगशाला में पूरा किया कर लिया गया है। कार्मिक क्षेत्र के अंदर पावर, नियंत्रण और निगरानी प्रणाली का एकीकरण DNV-अनुमोदित डिजाइन दिशानिर्देशों और ऑपरेशनल एर्गोनॉमिक्स के अनुसार पूरा कर लिया गया है और इसकी कार्यक्षमता के लिए परीक्षण कर लिया गया है (चित्र 3.1.1.घ)। नियंत्रण और निगरानी के लिए ग्राफिकल यूजर इंटरफेस स्क्रीन के साथ सॉफ्टवेयर तैयार किया गया है, और लेबोरेटरी एवं वॉटर टैंक फैसिलिटी में उप-समुद्री बैटरी, प्रोपल्जन, ध्वनिक टेलीमेट्री, नेविगेशन, इमेजिंग सिस्टम और वैज्ञानिक सेंसर के साथ इंटीग्रेटेड टेस्ट किए गए हैं (चित्र 3.1.1. ङ . और 3.1.1.च.)। इंटीग्रेटेड सॉफ्टवेयर टेस्टिंग और फेमिलियलाइजेशन के लिए बंदरगाह पर गीले परीक्षण के लिए मानवयुक्त पनडुब्बी का एकीकरण पूरा कर लिया गया है (चित्र 3.1.1.छ.)।



चित्र 3.1.1.ए. : मानवयुक्त पनडुब्बी (मत्स्य 6000) के घटकों का विवरण



चित्र 3.1.1.बी. : गोलाकार पेंदी के अंदर मानव सहायता प्रणाली (HSSS)



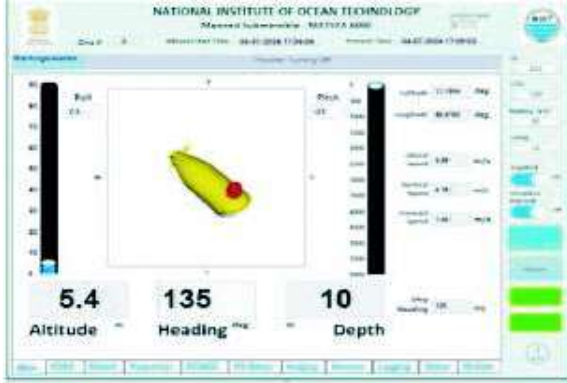
चित्र 3.1.1.सी. : गोलाकार पेंदी के अंदर नियंत्रण प्रणाली के साथ HSSS



चित्र 3.1.1.डी. : नियंत्रण हार्डवेयर के साथ गोलाकार पेंदी का आंतरिक दृश्य



चित्र 3.1.1.ई. : PDE, IDE, थ्रस्टर्स, कैमरा और लाइट के साथ इंटीग्रेटेड टेस्टिंग



चित्र 3.1.1.एफ. : मत्स्य के लिए विकसित मुख्य GUI



चित्र 3.1.1.जी. : मत्स्य का असेम्बलड दृश्य

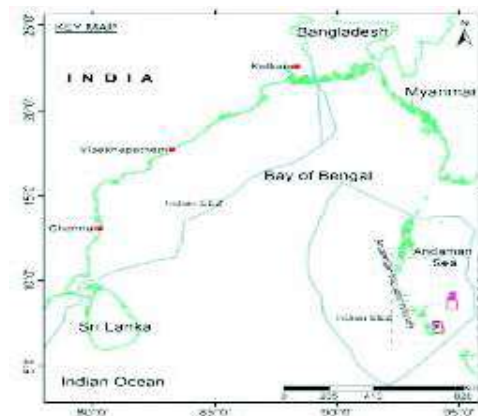
3.1.2. गहरे समुद्र में खनन प्रौद्योगिकी का विकास

गहरे समुद्र में खनन प्रौद्योगिकी के विकास में मुख्य रूप से 5500 मीटर तक की समुद्र की गहराई से पॉलीमेटेलिक नोड्यूल्स एकत्र करने के लिए एक इंटीग्रेटेड माइनिंग सिस्टम विकसित किया जाना शामिल है। परिकल्पित इंटीग्रेटेड माइनिंग सिस्टम (IMS) नोड्यूल कलेक्शन के लिए एक सेल्फ-प्रॉपेल्ड सीबेड माइनिंग सिस्टम है, जो एक डायनामिकली पोजीशन्ड सरफेस प्लेटफॉर्म के वर्टिकल स्लरी ट्रांसपोर्ट के लिए एक राइजर सिस्टम से कनेक्टेड है। इंटीग्रेटेड माइनिंग सिस्टम (IMS) का प्रायोगिक प्रदर्शन, अंतर्राष्ट्रीय समुद्रतल प्राधिकरण द्वारा सर्वेक्षण एवं अन्वेषण के लिए आर्बिट्रि क्षेत्र में मध्य हिंद महासागर में करने की योजना बनाई गई है।

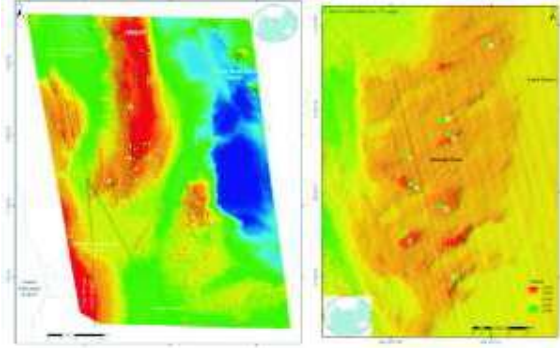
समुद्र की गहरी सतहों से नॉड्यूल्स का खनन करने हेतु संबद्ध ऑक्सिलरी सिस्टम्स युक्त एक सेल्फ-प्रॉपेड सीबेड माइनिंग सिस्टम विकसित की गई थी, जिसका नाम वराह नाम है। भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण (GSI) ने अंडमान सागर में ग्रेट निकोबार द्वीप की चोटियों और पठारों में कोबाल्ट आधारित नॉड्यूल्स के साथ कोबाल्ट क्रस्ट

संरचनाएं मौजूद होने की जानकारी दी है। सितंबर 2024 में भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण (GSI) द्वारा बताया गया तीन स्थानों पर उपयुक्त रूप से अनुकूलित समुद्रतल खनन मशीन, वराह-3 के साथ पश्चिमी सेवेल रिज और सेवेल राइज में अन्वेषणात्मक खनन परीक्षण किए गए। मशीन और सिस्टम, अर्थात् मुख्य रूप से लोकोमोशन तथा पॉवरिंग सिस्टम एवं नोड्यूल कलेक्टर, को गहरी सतहों में संचालन के लिए कस्टमाइज किया गया था, तथा अंडमान सागर में अधिक ठोस और रेतीले समुद्री सतह पर संचालित किया गया था। 1193 मीटर की गहराई से एकत्रित किए गए नॉड्यूल्स का आकार 60-120 मिमी. था, वे भारी थे तथा पूरी तरह गोलाकार नहीं पाए गए। गहरी सतहों से प्राप्त नोड्यूल कोर में समुद्री कार्बनिक जीवाश्म (जैसे शार्क के दांत, आदि) होने के विपरीत, अंडमान सागर से एकत्रित नोड्यूल कोर में बेसाल्ट चट्टान और नरम पदार्थ पाए गए। यह पाया गया कि नॉड्यूल्स वाला भूभाग रेतीला/चिकना है, जिसमें बीच-बीच में चट्टानें बनी हुई हैं तथा यह अत्यधिक असमान है, तथा ऊंचाई में भिन्नता है। खनन स्थान, समुद्र तल खनन मशीन और एकत्र किए गए नॉड्यूल्स की तस्वीरें चित्र 3.1.2.ए से एल में दी गई हैं।

सितम्बर 2025 में पम्पिंग द्वारा नोड्यूल-सी वॉटर स्लरी को सतह तक वर्टिकल ट्रांसपोर्ट करने और नोड्यूल कलेक्शन के डेमॉन्स्ट्रेशन टेस्ट्स की योजना बनाई गई है। इन डेमॉन्स्ट्रेशन ट्रायल से पहले अंडमान सागर में निर्दिष्ट स्थानों पर ऑटोनॉमस अंडरवॉटर वेहिकल से समुद्रतल का निकट सर्वेक्षण और फोटोग्राफी किए जाने की योजना है, ताकि उपयुक्त टेस्ट माइनिंग लोकेशन्स की पहचान की जा सके और खनन योग्य क्षेत्रों को चिन्हित किया जा सके।



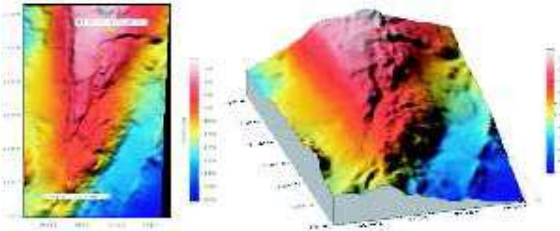
चित्र 3.1.2.ए. : टेस्ट माइनिंग लोकेशन ग्रेट निकोबार द्वीप के उत्तर पूर्व में, अंडमान सागर



चित्र 3.1.2.बी. : तथा 7.1.2.सी . वेस्ट सेवेल रिज और सेवेल राइज, अंडमान सागर के बाथिमेट्री स्नैपशॉट (जीएसआई से)



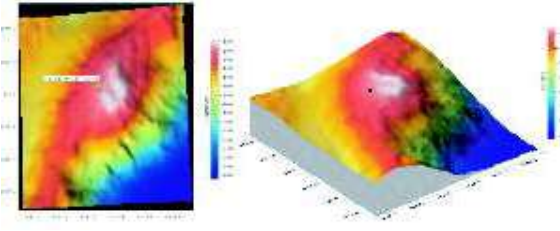
चित्र 3.1.2.जे. : सेवेल राइज पर सैंड एम्बेडेड नॉड्यूल्स और चट्टान के टुकड़े, जैसा कि वराह-3 द्वारा चित्र लिया गया है



चित्र 7.1.2.डी. : तथा 7.1.2.ई . वेस्ट सेवेल रिज स्थान 1 और 2 का बाथिमेट्री प्रक्षेपण (जीएसआई से)



चित्र 3.1.2.के. : वराह-3 द्वारा एकत्रित नॉड्यूल्स और चट्टानें



चित्र 3.1.2.एफ. : तथा 7.1.2.जी . सेवेल राइज स्थान 3 का बैथिमेट्री प्रक्षेपण (जीएसआई से)



चित्र 3.1.2.स. : सितंबर 2024 में अंडमान सागर में अन्वेषणात्मक खनन परीक्षणों पर राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान (NIOT) क्रूज टीम

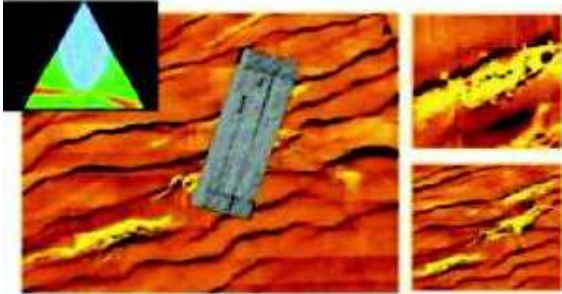


चित्र 3.1.2.एच. : तथा 7.1.2.आई . वराह-3 समुद्रतल खनन मशीन की तैनाती

3.1.3. ऑटोनॉमस अंडरवॉटर वेहिकल (ओशन मिनरल एक्सप्लोरर—OMe 6000) का उपयोग करके गैस हाइड्रेट स्थल पर अन्वेषण

गहरे समुद्र में अन्वेषण की आवश्यकता को पूरा करने के लिए

6000 मीटर गहराई तक अन्वेषण हेतु नॉर्वे के मेसर्स कोंग्सबर्ग मैरीटाइम से एक ऑटोनॉमस अंडरवॉटर वेहिकल (AUV) प्राप्त किया गया। इस वाहन में आवश्यक वैज्ञानिक पेलोड के अलावा स्थिर फोटोग्राफी के लिए 48 घंटे तक चलने वाला हाई-रिजॉल्यूशन एचडी-क्वालिटी वाला कैमरा होगा। OMe 6000 नामक ऑटोनॉमस अंडरवॉटर वेहिकल को समस्त पेलोड के साथ पूर्वनिर्धारित 2.8 किमी • 2.2 किमी क्षेत्र में 1790 मीटर की गहराई पर हाई-रिजॉल्यूशन सीफ्लोर मैपिंग के लिए बंगाल की खाड़ी में केजी बेसिन स्थल (अक्षांश 15°42'-56.2" उत्तर, देशांतर 81°58'-77.6" पूर्व) में सागर निधि में तैनात किया गया था। ऐसा पहली बार हुआ है, जब भारतीय समुद्र में 1750 मीटर की गहराई में कैमरा डिवाइसेज में सतह पर गैस हाइड्रेट की उपस्थिति की खोज मोटी बाईवॉल्व केमोसिंथेटिक असेम्बलेजेज के साथ हुई है (चित्र 3.1.3.क और 3.1.3.ख)। OMe 6000 नामक ऑटोनॉमस अंडरवॉटर वेहिकल ने कार्बोनेट समृद्ध मीथेनोजेनिक गैस हाइड्रेट स्थल पर सफलतापूर्वक काम करने की अपनी क्षमता का प्रदर्शन किया है और दिसंबर 2023 में किए गए अभियान में कई नई वैज्ञानिक खोजों की हैं और चेन्नई से दूर 3400 मीटर पानी की गहराई में भारतीय वायु सेना के विमान का मलबा खोजा है।



चित्र 3.1.3.ए. : गैस हाइड्रेट ऑक्युरेंट के पीले रिफ्लेक्शन के साथ HISAS इमेजेज



चित्र 3.1.3.बी. : 1790 मीटर की गहराई पर गैस हाइड्रेट्स की अंडरवॉटर इमेज

3.2. महासागर जलवायु परिवर्तन परामर्शी सेवाओं का विकास

महासागर जलवायु परिवर्तन परामर्श सेवाओं (OCCAS) के प्रमुख कार्य क्षेत्रों में समुद्र के स्तर में परिवर्तन, चक्रवात, तूफानी लहरों और लहरों की तीव्रता तथा अनुमानित जलवायु में तटीय कटाव और जलप्लावन पर उनके प्रभावों का आकलन करना शामिल है। रुचि का एक अन्य क्षेत्र, तटीय समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव का आकलन करना और हानिकारक शैवाल प्रस्फुटन की तीव्रता और प्रसार की संभावना पर परामर्श तैयार करना है, जो भविष्य में मछली पकड़ने वाले क्षेत्रों के संभावित प्रवास को प्रभावित कर सकता है और भारत की लंबी तटरेखा पर समुद्र आधारित अर्थव्यवस्था में योगदान कर सकता है। जलवायु आकलन के संदर्भ में सभी मॉड्यूलों के परिणाम इंटरैक्टिव जीआईएस-आधारित मैपिंग एप्लिकेशन के माध्यम से प्रदान किए जाएंगे, ताकि तटीय क्षेत्र प्रबंधन और नीतिगत निर्णयों के लिए उनका प्रभावी ढंग से उपयोग किया जा सके।

3.2.1. समुद्र जल स्तर का पूर्वानुमान

यह मॉड्यूल संभावित जलवायु परिवर्तन परिदृश्यों की स्थिति में भारतीय तट पर औसत समुद्र स्तर अनुमानों का एक डाउनस्केल एसेसमेंट प्रदान करता है। समुद्र तल की डाउनस्केलिंग एक ग्लोबल मॉडल के अंतर्गत निर्मित एक बहुत हाई-रिजॉल्यूशन हिंद महासागर क्षेत्रीय मॉडल पर आधारित होगी, तथा इसे सेलेक्टेड CMIP6 वायुमंडलीय फोर्सिंग फील्ड्स द्वारा इसे फोर्स किया जाएगा।

41 हाइब्रिड वर्टिकल लेयर्स युक्त 1/12° क्षैतिज रिजॉल्यूशन के साथ डिजाइन किया गया यह ग्लोबल मॉडल, इंटीग्रेशन के दस वर्ष पूरे होने के साथ एक महत्वपूर्ण माइलस्टोन तक पहुँच गया है। वैलिडेशन के प्रारंभिक चरण अभी चल रहे हैं, जो इसकी सटीकता और विश्वसनीयता सुनिश्चित करने की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है। इसके साथ ही, एक क्षेत्रीय हिंद महासागर मॉडल तैयार करने के प्रयास भी चल रहे हैं, जो सक्रिय रूप से प्रगति में है। डाउनस्केल प्रोजेक्शन्स की सुदृढ़ता बढ़ाने के लिए, CMIP6 मॉडलों के क्यूरेटेड सेलेक्शन से प्राप्त वायुमंडलीय फोर्सिंग को बायस-करेक्टेड किया गया है तथा उसका परीक्षण किया जा रहा है। इसके अतिरिक्त, स्थानीय थर्मोस्टैटिक और बैरीस्टैटिक समुद्र स्तर में परिवर्तन का आकलन और गणना जारी है, जिससे क्षेत्रीय समुद्र स्तर की डायनामिक्स को व्यापक रूप से समझने में मदद मिलेगी। यह देखते हुए कि ये डाउनस्केलिंग मॉडल सिमुलेशन वर्तमान में चल रहे हैं, वर्तमान में उपलब्ध ग्लोबल

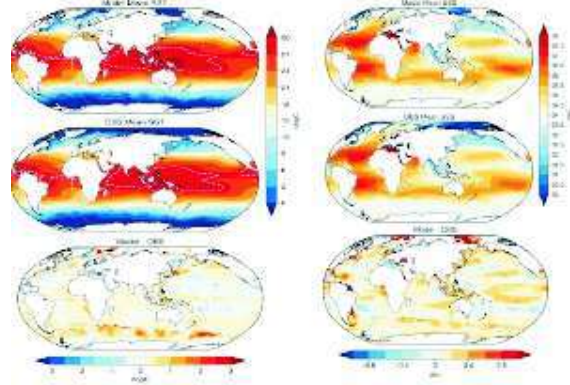
डेटासेट को भारतीय उपमहाद्वीप के तटों समेत कुछ द्वीप स्टेशनों में प्रोबैबलिस्टिक 100-इयर रिटर्न एक्स्ट्रीम सी लेवल (ESL) का अनुमान लगाने के लिए प्रयोग किया जाता है। यह आकलन उच्च उत्सर्जन, सामान्य स्थिति में पूर्वानुमानों के लिए किया गया है। इस अध्ययन पर आधारित एक ड्राफ्ट रिपोर्ट अभी तैयार की जा रही है।

WWIII V6-07 का उपयोग किया गया था, और मॉडल सेटअप में चार मोजेक ग्रिड हैं (वैश्विक (0°&360°, 80°S&70°N), हिंद महासागर (30°E&120° E, 60°S&30°N), उत्तरी हिंद महासागर (32°E&100°E, 5°S&29°N) और तटीय (68-5°E&89 °E, 3- 8 °N& 24 °N)) को नेस्टेड पैटर्न में दर्शाया गया है। क्षेत्रीय हिंद महासागर मॉडल का कॉन्फिगरेशन प्रगति पर है। ADCIRC मॉडल का उपयोग भारत के पूर्वी तट पर 100 वर्षों के लिए जनरेट किए गए सिंथेटिक चक्रवात ट्रैक के उपयोग के माध्यम से तूफानी लहर के पूर्वानुमानों का आकलन करने के लिए किया जाता है (चित्र 3.2 ख)। भविष्य में चक्रवाती गतिविधियों के आकलन के लिए, पिछले तीस वर्षों के मल्टी-रीएनालिसिस का उपयोग करते हुए, मानसून के बाद के मौसम के लिए बंगाल की खाड़ी के लिए एक नया जेनेसिस पोर्टैशियल इंडेक्स (GPI) विकसित किया गया है, जो वर्तमान में उपलब्ध GPI की तुलना में उच्च कौशल प्रदर्शित करता है।

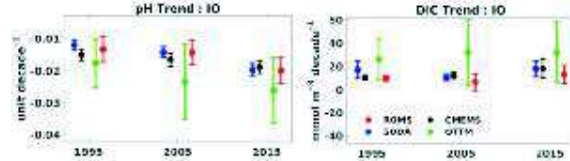
3.2.2. समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र पर प्रभाव

समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र सेवा के लिए, एक क्षेत्रीय महासागर मॉडलिंग प्रणाली (ROMS) मॉडल समेत एक पारिस्थितिकी तंत्र मॉडल को हिंद महासागर क्षेत्र के लिए ऐतिहासिक और भविष्य के अनुमान जनरेट करने के लिए उपयोग किया जाता है। मॉडल का होरीजॉन्टल रिजॉल्यूशन 1/12° है तथा इसमें 40 वर्टिकल सिग्मा कॉर्डिनेट्स हैं। ऐतिहासिक अवधि 1980 से 2014 तक ली गई है, जबकि भविष्य के अनुमान 2015 से 2100 तक हैं। वर्तमान में, मॉडल रन का काम चल रहा है। 1980-2019 तक के क्षेत्रीय हाई-रिजॉल्यूशन मॉडल सिमुलैटेड आउटपुट का उपयोग करके हिंद महासागर के अम्लीकरण की वर्तमान स्थिति और इसके मूल कारणों का व्यापक मूल्यांकन किया गया है। इस अध्ययन के प्रमुख निष्कर्ष हैं (i) वर्ष 1980-2019 के दौरान हिंद महासागर का 0.015 डेसी-1 की औसत दर से अम्लीकरण हुआ है, (ii) हाल के दशक (2010-2019) में, पिछले दशकों की तुलना में पूरे हिंद महासागर में सतह के अम्लीकरण की दर तेज हो गई है (चित्र 2), (iii) मानवजनित कारणों से CO₂ की वृद्धि महासागर में मिलने मुख्य रूप से हिंद महासागर में अम्लीकरण का ट्रेंड बढ़ा है और (iv) अल नीनो और

पॉजिटिव IOD जैसी जलवायु घटनाएं हिंद महासागर के अम्लीकरण को बढ़ाती हैं। संक्षेप में, यह शोध कार्य उपलब्ध फील्ड ऑब्जरवेशन, रिकंस्ट्रक्टेड डेटा सेट्स और मॉडल सिमुलेशन के आधार पर हिंद महासागर के अम्लीकरण के बारे में समझ के वर्तमान स्तर को समेकित करता है।



चित्र 3.2.1 : 2010-2022 की अवधि के लिए ग्लोबल 1/12° MOM6 सिमुलेशन और OISST ग्रिडेड ऑब्जरवेशन के बीच गणना किए गए औसत SST (बाएं) और SSS (दाएं) की तुलना।



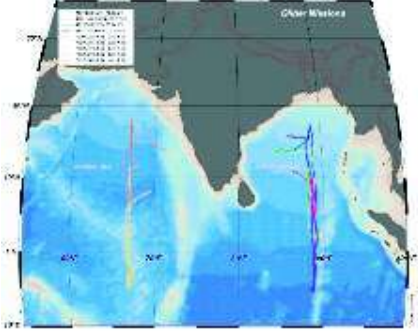
चित्र 3.2.2 : दो प्रेक्षण-आधारित उत्पादों (SODA और CMEMS) और दो महासागर मॉडल (ROMS और OTTM) के आधार पर हिंद महासागर में pH और DIC के दशकीय ट्रेंड्स। pH में कमी मुख्य रूप से DIC (CO₂ अवशोषण) की वृद्धि से जुड़ी है, तथा पिछले दशक में pH के ट्रेंड में तेजी आई है। चक्रवर्ती एट अल से लिया गया (2024)।

3.2.3. गहरे समुद्र में प्रेक्षण

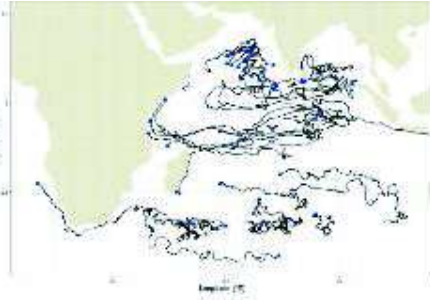
डीप सी ग्लाइडर्स, डीप प्रोफाइलिंग आर्गो फ्लोट, तथा डायरेक्शनल वेव स्पेक्ट्रा बैरोमेट्रिक ड्रिफ्टर्स (DWSBD) जैसी अत्याधुनिक प्रेक्षण प्रणालियों को तैनात करना, ताकि मेरिडियन ओवरटर्निंग सर्कुलेशन, क्रॉस-इक्वेटोरियल फ्लो तथा तटीय उत्तरी हिंद महासागर पर दक्षिणी महासागर की लहरों के प्रभाव को समझा जा सके।

10 डीप सी ग्लाइडर्स (निर्माता: स्लोकम और मॉडल: G3), 50 नग. आर्गोस (भौतिक और जैव-भू-रासायनिक) और 30 DWSBD लैंग्विजियन ड्रिफ्टिंग प्रयोगशाला से खरीदे गए। दोनों नियोजित ग्लाइडर ट्रैक (अरब सागर में (67°E और

बंगाल की खाड़ी में 890E) वर्तमान में ऑपरेशनल हैं। रिपोर्टिंग अवधि के दौरान, ग्लाइडर ट्रांसेक्ट को बनाए रखने के लिए तीन तैनाती और तीन रिकवरी की गईं। इसके अतिरिक्त, 27 DWSBD ड्रिफ्टर्स को उत्तरी हिंद महासागर में अवसर मिलने वाले विभिन्न जहाजों पर तैनात किया गया।



चित्र 3.2.3ए. : ग्लाइडर मिशन के ट्रांसेक्ट्स



चित्र 3.2.3बी. : दिशात्मक तरंग स्पेक्ट्रा बैरोमेट्रिक ड्रिफ्टर्स का स्थानिक वितरण

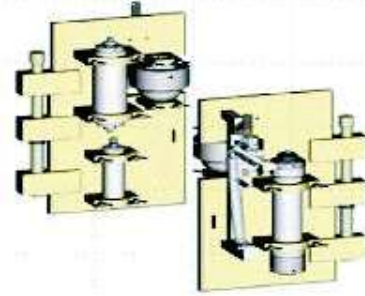
3.3. गहरे-समुद्र की जैवविविधता के अन्वेषण एवं परिरक्षण हेतु प्रौद्योगिकीगत नवप्रवर्तन

रिमोट चलित वाहनों का प्रयोग करते हुए सिस्टेमैटिक सैंपलिंग के माध्यम से उत्तरी हिंद महासागर के गहरे समुद्र वाले जीवों के नमूने, सूची तथा डीएनए बैंक तैयार किया जाना, डीप सी पाइजोटोलरेंट और पाइजोफिलिक सूक्ष्मजीवों के पृथक्करण के लिए प्रौद्योगिकी का विकास, कल्चर-आधारित और मेटाजेनोमिक दृष्टिकोण का उपयोग करके नवीन जैव अणुओं की जांच, और गहरे समुद्र में जीवन के अनुकूल मॉलीक्यूल्स और जीव घटकों के गठन की खोज।

3.3.1. हाई-प्रेसर रिटेनेबल सैंपलिंग और कल्चर सिस्टम का विकास:

हाई प्रेशर रिटेनेबल वॉटर सैंपलर सिस्टम (HPWS) की डिजाइन में चार 500 mL (600 प्रेशर बार रेटेड) हाई प्रेशर रिटेनेबल बॉटल शामिल हैं, जो पारंपरिक CTD केरॉजल में

फिट की गई हैं, और साथ ही आठ निस्कन वॉटर बॉटल हैं, जो बड़े पैमाने पर दबावयुक्त और गैर-दबावयुक्त नमूनों का एक साथ संग्रह करती हैं और सूक्ष्मजीवी और मेटाजेनोमिक अध्ययनों के लिए गहरे समुद्र से मल्टी-फिल्टर एरे के माध्यम से गहरे समुद्र के पानी की स्व-स्थाने सूक्ष्मजीवी सांद्रता को एकत्रित करती हैं, इसे अंतिम रूप दे दिया गया है और इसे पूरा किए जाने का कार्य प्रगति पर है। हाई-प्रेसर माइक्रोबियल कल्चर सिस्टम को पूरा किया जाना: 600 बार प्रेशर रेटेड तापमान नियंत्रित (25 से 120 डिग्री सेल्सियस हाइड्रोस्टैटिक नियंत्रित हाई-प्रेसर माइक्रोबियल कल्चर सिस्टम की डिजाइन को अंतिम रूप दिया गया है, जो 1 लीटर x 3 समानांतर दबाव वाहिकाओं के साथ काम करने में सक्षम है, जो मैग्नेटिक स्टिरर से सुसज्जित है, ट्रांसपोर्टेबल सैंपलिंग बॉटल युक्त ऑटोमैटिक सैंपलिंग, पाइजोफिलिक माइक्रोब्स के कल्चरेशन के लिए ऑटोमैटिक वेंट और गहरे समुद्र की स्थितियों में पाइजो टोलरेंट के परीक्षण को अंतिम रूप दिया गया है, और निर्माण कार्य प्रगति पर है।



चित्र 3.3.1.ए. : प्रेशर-रिटेनेबल वॉटर सैंपलर की डिजाइन



चित्र 3.3.1.बी. : हाई-प्रेसर माइक्रोबियल कल्चर सिस्टम की डिजाइन

3.3.2. गहरे समुद्र में सैंपल कलेक्शन और कल्चर आधारित जीवाणु विविधता प्रोफाइलिंग

- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के अनुसंधान जहाजों पर चार यात्राओं में भागीदारी के माध्यम से स्पैटियल डीप सी सैंपलिंग किया गया।

- अरब सागर, हिंद महासागर और बंगाल की खाड़ी से ORV-सागर मंजूषा, ORV-सागर निधि और FORV सागर संपदा पर सवार होकर 88 गहरे समुद्री जल और 18 तलछट के नमूने एकत्र किए गए तथा बैक्टीरिया, एक्टिनोबैक्टीरिया, यीस्ट और कवक को पृथक करने के लिए उनका प्रसंस्करण किया गया। पानी और तलछट की बैक्टीरियल प्रोफाइलिंग में CFU की रेंज क्रमशः $3.08 \times 10^3 - 5.01 \times 10^5$ CFU/ml तथा $7.63 \times 10^3 - 9.58 \times 10^6$ CFU/g, पायी गई।
- विभिन्न वृद्धि माध्यमों में जल और तलछट के नमूनों से क्रमशः कुल 404 और 397 रूपात्मक रूप से भिन्न जीवाणु उपभेदों को पृथक किया गया, जिनमें SA और ZMA माध्यमों ने सबसे अधिक CFU का समर्थन किया।
- 16S rRNA जीन के प्रवर्धन और अनुक्रमण से 38 परिवारों, 69 वंशों और 129 प्रजातियों के बैक्टीरिया और एक्टिनोबैक्टीरिया की पहचान की गई। बैक्टीरिया विविध थे, जिनमें एरोमोनाडेल्स, अल्टेरोमोनाडेल्स, बैसिलेल्स, बर्कहोल्डरियल्स, स्यूडोमोनाडेल्स, राइजोबियल्स और अन्य जैसे ऑर्डर में ग्राम-पॉजिटिव और ग्राम-नेगेटिव समूह शामिल थे। एक्टिनोबैक्टीरिया का संबंध एक्टिनोमाइसीटेल्स, स्ट्रेप्टोमाइसीटेल्स, माइकोबैक्टीरियल्स और अन्य ऑर्डर्स के साथ था।
- रूपात्मक और आणविक विश्लेषण को एकीकृत करने वाले बहुपक्षीय दृष्टिकोण का उपयोग करते हुए कवक प्रोफाइलिंग ने ITS अनुक्रमण के माध्यम से 101 कवक अलगावों की पहचान की, जो नौ परिवारों और दस पीढ़ी का प्रतिनिधित्व करते हैं, जिनमें एस्परगिलस वर्सीकोलर, पेनिसिलियम क्राइसोजेनम और फ्यूजेरियम इविवसेटी जैसी प्रजातियां शामिल हैं। आकृति विज्ञान और अनुक्रम विश्लेषण ने क्रमशः SAMA32 और SN192 क्रूज से 34 और 18 यीस्ट पृथक्करणों की पहचान की, जो कैंडिडा, मेयरोजाइमा और रोडोटोरुला जैसे वंशों से समानता दर्शाते हैं।
- संस्कृति-स्वतंत्र सूक्ष्मजीव विविधता प्रोफाइलिंग में भारतीय महासागर के नमूनों से 550 एकल सूक्ष्मजीव कोशिकाओं को अलग करने के लिए FACS का उपयोग किया गया, जिसके परिणामस्वरूप 150 एकल प्रवर्धित जीनोम (SAG) प्राप्त हुए, जिनमें 15 जीवाणु संघ, 14 वर्ग और 28 वंश शामिल थे, साथ ही आर्कियल समूह थर्मोप्रोटियोटा भी शामिल था। इल्युमिना नोवासेक 6000 पर 42 जल और 20 तलछट के नमूनों के

मेटाजीनोमिक अनुक्रमण से 3.8 बिलियन रीड्स प्राप्त हुए, जिससे जीवाणुओं की प्रधानता (जैसे, स्यूडोमोनाडेला, एक्टिनोबैक्टीरिया) का पता चला। कुल 1402 मेटाजीनोम-असेम्बल्ड जीनोम (MAGs) का निर्माण किया गया, जिनमें 332 उच्च-गुणवत्ता वाले और 594 मध्यम-गुणवत्ता वाले MAGs शामिल थे।

- अरब सागर, बंगाल की खाड़ी और हिंद महासागर के तलछट के नमूनों से प्राप्त लार्ज-इन्सर्ट मेटाजीनोमिक लाइब्रेरी से क्रमशः 26,165, 109,226 और 42,443 मेटाजीनोमिक क्लोन प्राप्त हुए, जिन्हें राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान (NIOT) के डीप-सी मेटाजीनोम क्लोन रिपोजिटरी में एकत्रित क्लोन के रूप में संग्रहित किया गया।

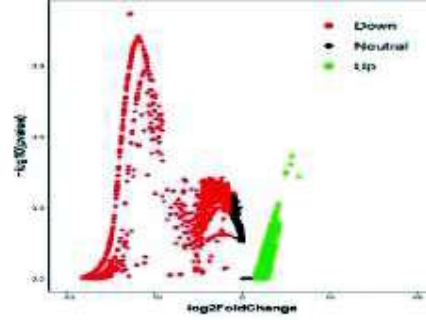


चित्र 3.3.3. : उत्तरी हिंद महासागर से एक्सेनिक गहरे समुद्री सूक्ष्मजीव और FACS एन्युमेरेशन

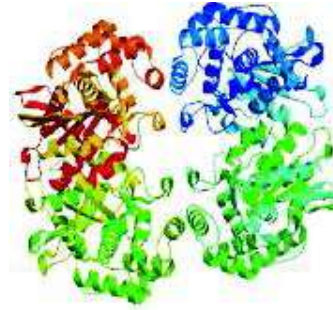
3.3.4. नवीन जैव-अणुओं के लिए समुद्री सूक्ष्मजीव और मेटाजेनोमिक क्लोनों की स्क्रीनिंग

- इल्युमिना हाईसेक 4000 प्लेटफॉर्म पर ब्रसेल्ला एंथ्रोपी IOW5 के ट्रांसक्रिप्टोमिक विश्लेषण से 10 और 20 MPa पर पाइरीन एक्सपोजर के तहत हाइड्रोकार्बन-डिग्रेडिंग जीनों के महत्वपूर्ण अप-रेगुलेशन का पता चला, जिसमें एनॉयल-सीओए हाइड्रेटस, एसिटाइलट्रांसफेरेज, एल्डिहाइड डिहाइड्रोजेनेज और परमिएज शामिल हैं, जो दबाव की स्थितियों में मजबूत चयापचय गतिविधि को प्रदर्शित करता है।
- ड्रॉपलेट डिजिटल PCR ने प्रमुख एरोमैटिक जैवनिम्नीकरण जीनों, जैसे कि एल्केन मोनोऑक्सीजिनेज (alk), 1,2-डाइऑक्सीजिनेज (acc), और कैटेचोल 2,3-डाइऑक्सीजिनेज (c23o) के लिए उच्च जीन प्रतिलिपि संख्या पर प्रकाश डाला। बैसिलस हेनेसी PG1 द्वारा बायोपॉलिमर प्रोडक्शन को pH 7.5, 30°C और 10% डिजॉल्व्ड ऑक्सीजन पर ऑप्टिमाइज्ड किया गया, जिससे 23-28 g/L बायोपॉलिमर प्राप्त हुआ।

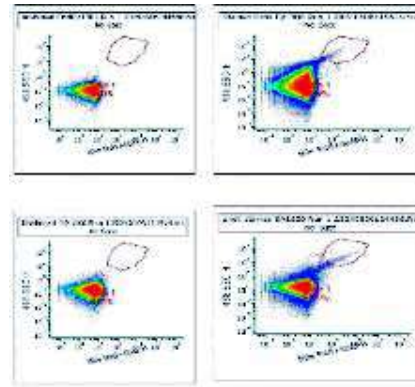
- अरब सागर में 850 मीटर की गहराई से एक नवीन पिगमेंट-प्रोड्यूसिंग पैराकोक्स प्रजाति (NIOT-M2S5SZ12) ने कैरोटीनॉयड पिगमेंट सिंथेसिस के लिए जीन तथा ज्ञात प्रजातियों से <95% समानता प्रदर्शित की। 801 जीवाणु प्रजातियों की जांच में 86% एमाइलेज, 76% जिलेटिनेज, 64% लाइपेज और 85% यूरिएज गतिविधि देखी गई, जिससे गहरे समुद्र के सूक्ष्मजीवों की एंजाइमेटिक विविधता का पता चला।
- बैसिलस सेफेंसिस से प्राप्त पुनः संयोजक एल-ग्लूटामिनेज (BSLG) को ई. कोली बीएल21 (DE3) में व्यक्त किया गया, जिसे 36 kDa के आणविक भार के साथ शुद्ध किया गया, तथा pH 7 पर अधिकतम सक्रियता दर्शाई गई, तथा pH 10 पर 95% सक्रियता बनी रही। यह क्षारीय pH (8-10) पर स्थिर था, pH 11 पर 65% सक्रियता थी। यह गतिविधि Cu^{2+} , Fe^{2+} , Co^{2+} , एवं Zn^{2+} द्वारा बाधित हुई, परंतु Mg^{2+} से अप्रभावित रही। काइनेटिक पैरामीटर्स $K_m = 185 \pm 11$ mM और $V_{ma} = 3675 \pm 167$ U/mg निर्धारित किए गए। स्विस-मॉडल का उपयोग करते हुए होमोलॉजी मॉडलिंग ने 1.40 Å के RMSD और -10.39 के ProSA z-स्कोर के साथ एक 3व संरचना की जानकारी दी, जो स्थिर फोल्डिंग की पुष्टि करता है। संरक्षित कार्यात्मक क्षेत्रों की पहचान की गई, और डॉकिंग विश्लेषण ने Tyr36, Gln72 और Asn125 जैसे सक्रिय साइट अवशेषों पर प्रकाश डाला।
- अरब सागर तलछट से लाइपेस की कार्यात्मक जांच से मेटाजेनोमिक क्लोन MASM2T20 (297.96 U/mg) और MASM2BL11 (278.05 U/mg) की पहचान की गई, जिनका उपयोग बायोडीजल उत्पादन में किया जा सकता है, जिसकी पुष्टि फ़ैटी एसिड एल्काइल एस्टर दिखाते हुए GC-MS विश्लेषण द्वारा की गई। बंगाल की खाड़ी और अरब सागर के तलछटों से मेटाजेनोमिक क्लोनों की उच्च-थ्रुपुट स्क्रीनिंग ने पॉलीहाइड्रॉक्सीएल्केनोएट (PHA) उत्पादन (62% और 63%) के साथ दो की पहचान की, जिसे, FT-IR और GC-MS द्वारा सत्यापित किया गया, जिससे बायोपॉलिमर उत्पादन में उनकी क्षमता की पुष्टि हुई।



चित्र 3.3.3.ए.: ब्रुसेल्ला प्रजाति का ट्रांसक्रिप्टोम विश्लेषण



चित्र 3.3.3.बी. : BSLG का होमोलॉजी मॉडल



चित्र 3.3.3. : सी. PHA क्लोनों का FACS

3.3.4. गहरे समुद्र के जीवों और समुद्री पर्वतों जैसे गहरे समुद्र के हॉटस्पॉटों की वनस्पतियों की सूची तैयार करना

- अंडरवॉटर वीडियो फुटेज के आधार पर जीवों की पहचान को YOLO 8 नामक विभाजन मॉडल का उपयोग करके विकसित किया गया था। इसे हिंद महासागर में पिछले अभियान के वीडियो फुटेज के आधार पर प्रशिक्षित किया गया था। उन्नत AI मॉडल विकास, 3D पुनर्निर्माण और जैव सूचना विज्ञान के लिए उच्च प्रदर्शन वाले GPU और CPU सर्वरों का निर्माण

किया गया। सभी नई प्रजातियों और रिकॉर्ड के 3डी मॉडल डिजिटल नमूनों के हिस्से के रूप में और एआई/एमएल के प्रशिक्षण के लिए तैयार किए जा रहे हैं।

- उन्नत अनुक्रमण और डेटा विश्लेषण के लिए पैकबायो सीक्वल II(e) के साथ एक जीनोमिक्स प्रयोगशाला की स्थापना की गई। जर्मप्लाज्म संसाधन और ऊतक बैंक के हिस्से के रूप में एक सेल कल्चर प्रयोगशाला स्थापित की गई है। गहरे समुद्र में रहने वाले जीवों से कोशिका रेखाएं विकसित करने के लिए प्रोटोकॉल को मानकीकृत किया गया, जिससे इन-विट्रो जैव विविधता मूल्यांकन और संरक्षण संभव हो सका।
- 19 समुद्री पर्वतों पर चार खोजपूर्ण यात्राएं की गईं तथा 183 प्रजातियों के 1,062 नमूने एकत्र किए गए। एक नई प्रजाति, एसिटोएक्सिसनस रविचंद्रानी, की खोज की गई।
- हिंद महासागर जैव विविधता सूचना प्रणाली (IndOBIS) पर एक राष्ट्रीय कार्यशाला का आयोजन किया गया, जिसमें 35 प्रतिभागियों को समुद्री जैव विविधता डेटा प्रबंधन और मानकीकरण का प्रशिक्षण दिया गया।



चित्र 3.3.4.ए. : नई प्रजातियों का रिकॉर्ड

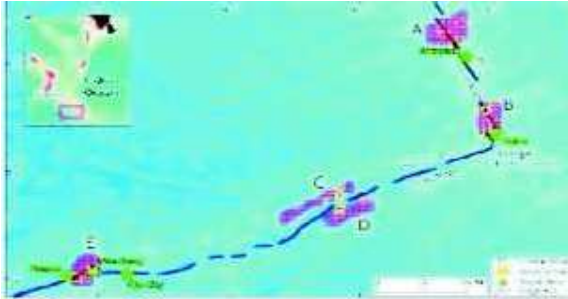


चित्र 3.3.4.बी. : FORV सागर संपदा पर ड्रॉप कैमरा प्रणाली की तैनाती

3.4. गहरे समुद्र में सर्वेक्षण और अन्वेषण

- भारत सरकार ने हिंद महासागर के सेंट्रल इंडियन रिज (CIR) और साउथवेस्ट इंडियन रिज (SWIR) क्षेत्रों के 1,00,000 किमी 2 बड़े क्षेत्र में पॉलीमेटेलिक सल्फाइड की खोज के लिए सितंबर 2016 में इंटरनेशनल सीबेड अथॉरिटी (ISA) के साथ 15 साल के अनुबंध पर हस्ताक्षर किए। मार्च 2024 में, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES) की टीम ने किंग्स्टन, जमैका में अंतरराष्ट्रीय समुद्र तल प्राधिकरण (ISA) के समक्ष प्रस्ताव प्रस्तुत किया, जिसमें दो नए क्षेत्रों के लिए अन्वेषण अधिकार की मांग की गई: PMS (पॉलीमेटेलिक सल्फाइड) और कोबाल्ट क्रस्ट। इस पहल में अंतरराष्ट्रीय नियमों और अंतरराष्ट्रीय समुद्र तल प्राधिकरण (ISA) के माध्यम से सहयोग के तहत अपने समुद्री अनुसंधान और संसाधन अन्वेषण गतिविधियों का विस्तार करने के भारत के प्रयासों पर प्रकाश डाला गया।
- मिड-ओशन रिजेज में हाइड्रोथर्मल सिस्टम्स में महत्वपूर्ण धातुओं (Cu, Zn) और उत्कृष्ट धातुओं (Au, Ag, Pd, Pt) से समृद्ध सल्फाइड खनिज भंडार मौजूद हैं। ये वेंट क्षेत्र अपनी जैविक विविधता के लिए महत्वपूर्ण हैं और ऑक्सीजन रहित वातावरण में जीवन के विकास के बारे में जानकारी प्रदान करते हैं। हिंद महासागर की मिड-ओशन रिजेज में ऐसे संसाधनों की संभावना मौजूद है। डीप ओशन मिशन के अंतर्गत सर्वेक्षण का उद्देश्य मल्टी-मेटल हाइड्रोथर्मल सल्फाइड खनिजीकरण का पता लगाना है। वर्ष 2016 में, भारत सरकार ने सेंट्रल इंडियन रिज (CRE) और साउथवेस्ट इंडियन रिज (SWIR) के 10,000 वर्ग किमी में अन्वेषण के लिए अंतरराष्ट्रीय समुद्र तल प्राधिकरण के साथ 15 साल के अनुबंध पर हस्ताक्षर किए। राष्ट्रीय ध्रुवीय एवं महासागर अनुसंधान केन्द्र (NCPOR) ने बहुविषयक सर्वेक्षण आयोजित कर 10 आशाजनक खनिजीकरण एवं निकास स्थलों की पहचान की है। मार्च से जून 2024 तक ऑटोनॉमस अंडरवॉटर वेहिकल (AUV) (चित्र 7.4.ख) का उपयोग करते हुए हाई-रिजॉल्यूशन वाले भूभौतिकीय सर्वेक्षणों में CRE में दो एक्टिव हाइड्रोथर्मल वेंट फील्ड्स और सल्फाइड डिपॉजिट्स का संकेत देने वाली विसंगतियों की पुष्टि हुई। रिमोटली ऑपरेटेड वेहिकल्स (ROV) का प्रयोग करने वाले भविष्य के अध्ययन में वेंट्स की इमेज ली जाएगी, डिपॉजिट्स के नमूने लिए जाएंगे तथा उनकी आर्थिक संभावनाओं का आकलन किया जाएगा।

- समुद्र तल के विशाल सल्फाइड के चित्रण के लिए ऑटोनॉमस अंडरवाटर वेहिकल (AUVs) का उपयोग करते हुए हाई-रिजोल्यूशन भूभौतिकीय सर्वेक्षण।
- सीआईआर और एसडब्ल्यूआईआर में संभावित स्थलों से ऑटोनॉमस अंडरवाटर वेहिकल (AUVs) का उपयोग करके विभिन्न प्रकार के हाई-रिजोल्यूशन वाले समुद्री भूभौतिकीय डेटा एकत्र किए जाएंगे। AUV-आधारित भूभौतिकीय डेटा अधिग्रहण में मल्टीबीम बाथमेट्री, साइड-स्कैन सोनार, सब-बॉटम प्रोफाइलर, इलेक्ट्रिक सेल्फ-पोटेंशियल, मैग्नेटिक और सीपलोर इमेजरी शामिल होंगे। भूभौतिकीय डेटा हाइड्रोथर्मल वेंट की पहचान करने और सल्फाइड डिपॉजिट्स वाले क्षेत्रों को चित्रित करने में सहायता करेगा। जनवरी 2024 के दौरान मेसर्स अरजियो सर्वे एएस, नॉर्वे के माध्यम से सेंट्रल इंडियन रिज और साउथ वेस्ट इंडियन रिज में 10 संभावित स्थलों से ऑटोनॉमस अंडरवाटर वेहिकल्स (AUVs) का उपयोग करके एक हाई-रिजोल्यूशन निकट-समुद्रीतट भूभौतिकीय सर्वेक्षण किया जाएगा, जिसमें 114 करोड़ रुपये की लागत आएगी।



चित्र 3.4.ए. : सेंट्रल इंडियन रिज और साउथ वेस्ट इंडियन रिज में संभावित खनिज वाले स्थल



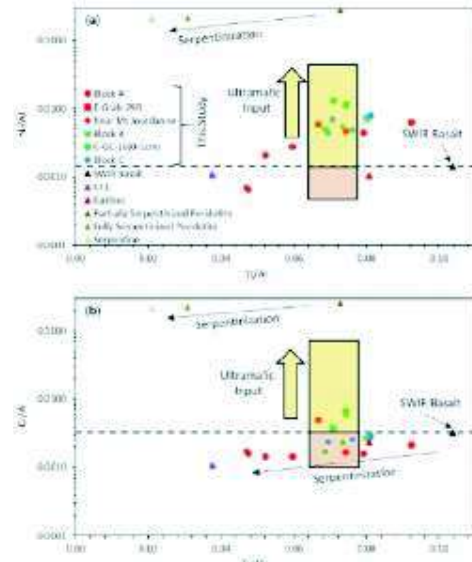
चित्र 3.4.बी. : अनुसंधान पोत अर्जीओ सर्वर और ह्यूगिन सुपीरियर AUV जहाज पर

3.4.1. समुद्री खनिज अध्ययन

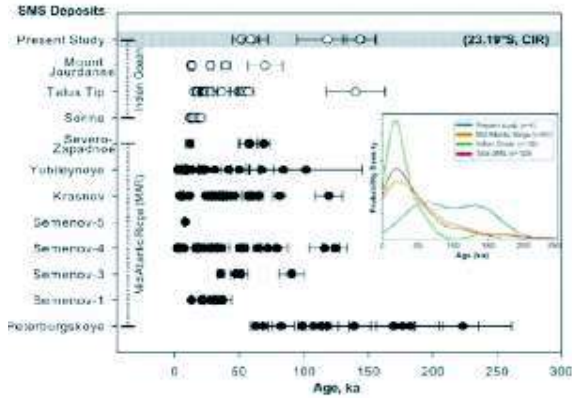
3.4.1.1. पूर्वी SWIR की सतही तलछटों और CIR से सबसे

पुराने समुद्रतल के विशाल सल्फाइड की जियोकेमिस्ट्री

- सेडिमेंटेशन प्रक्रियाओं को समझने के लिए 63°E और 69°E के बीच अत्यंत धीमी गति से फैलने वाले पूर्वी साउथवेस्ट इंडियन रिज (SWIR) के सरफेस सेडिमेंट्स का भू-रासायनिक विश्लेषण किया गया। तलछट के नमूने दो क्षेत्रों से एकत्र किये गए: ब्लॉक ए (63-5° पूर्व से 64-5° पूर्व) और ब्लॉक बी और सी (67° पूर्व से 68-5° पूर्व), क्रमशः रिज अक्ष के उत्तर और दक्षिण में स्थित हैं। ब्लॉक बी में, रिज अक्ष के पास गर्त से एकत्र किए गए नमूनों में अल्ट्रा मैफिक घटकों के संकेत मिले, जो उत्खनित अल्ट्रा मैफिक आउटकॉप की उपस्थिति का संकेत देते हैं। यह तलछट में उच्च Cr/Al और Ni/Al अनुपात द्वारा समर्थित है, जो अल्ट्रा मैफिक चट्टानों से संबंध दर्शाता है (चित्र 3.4.1.1.क)।
- हिंद महासागर में सबसे पुराना समुद्रतल विशाल सल्फाइड (SMS) भंडार 23.19°S पर सेंट्रल इंडियन रिज (CIR) में खोजा गया था। हाइड्रोथर्मल गतिविधि के माध्यम से निर्मित SMS की डेटिंग निर्धारित के लिए 230Th/U आइसोटोपिक क्रोमोमीटर का उपयोग किया गया था, जिससे 144 ± 11 ka से 52 ± 7 ka तक की आयु सीमा का पता चला (चित्र 3.4.1.1.ख). यह 144 ± 11 ka नमूना हिंद महासागर रिज प्रणालियों में सबसे पुराने SMS डिपॉजिट को दर्शाता है।



चित्र 3.4.1.1. : Ti/Al बनाम Ni/Al और (बी) अत्यंत धीमी गति से फैलने वाले पूर्वी साउथवेस्ट इंडियन रिज (63°E - 69°E) से सरफेस सेडिमेंट्स के Ti/Al बनाम Cr/Al।

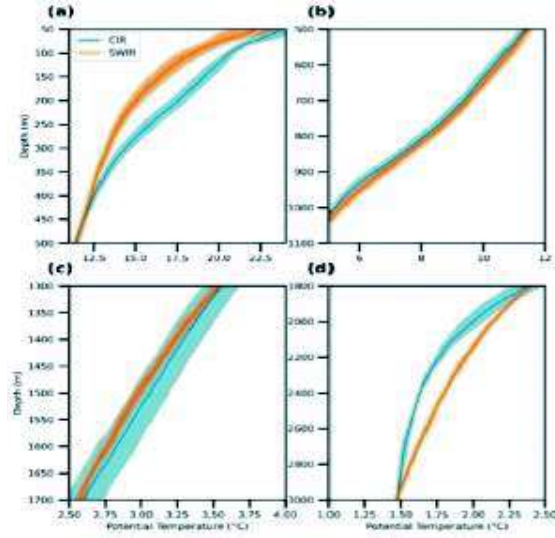


चित्र 3.4.1.1.बी. : मध्य अटलांटिक रिज और हिंद महासागर रिज प्रणालियों से जियोक्रोनोलॉजिकल डिस्ट्रीब्यूशन समुद्रतल विशाल सल्फाइड की तुलना।

3.4.1.2. मध्य और दक्षिण-पश्चिम भारतीय पर्वतमाला में पर्यावरणीय बेसलाइन अध्ययन

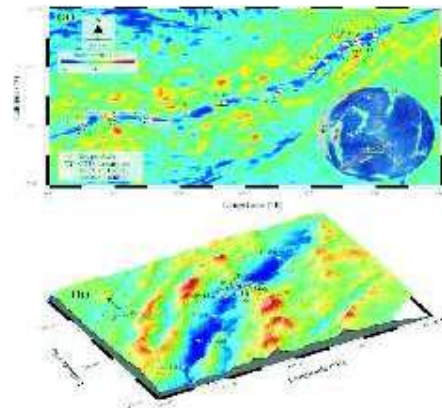
3.4.1.2. क. भौतिक समुद्रविज्ञान

वर्ष 2012 और 2020 के बीच सेंट्रल इंडियन रिज (CRE) और साउथवेस्ट इंडियन रिज (SWIR) से तापमान और लवणता प्रोफाइल सहित हाइड्रोग्राफिक डेटा एकत्र किया गया था। 50 मीटर से 3000 मीटर तक की गहराई में अलग-अलग तापमान पैटर्न देखे गए। ऊपरी जल स्तंभ (50-400 मीटर) में, सबट्रॉपिकल डाउनवेलिंग के कारण CIR, SWIR की तुलना में ~3°C अधिक गर्म है। मध्यवर्ती गहराई (500-1100 मीटर) पर, SWIR गर्म होती है, जो अगुलहास रिटर्न करंट (ARC) से प्रभावित होती है। CRE निचले जल स्तंभ (1300-1700 मीटर) में गर्म है, क्योंकि SWIR ठंडे अंटार्कटिक इंटरमीडिएट वॉटर (AAIW) से प्रभावित है। गहरे जल स्तंभ (1800-3000 मीटर) में, संशोधित नॉर्थ एटलांटिक डीप वॉटर (NADW) के कारण CRE के तापमान की तुलना में SWIR का तापमान अधिक है (चित्र 7.4.1.2. क)। ये अंतर महासागरीय धाराओं और जल द्रव्यमानों के बीच जटिल अंतःक्रिया पर प्रकाश डालते हैं, जो दोनों रिजेज की तापीय संरचना को आकार देते हैं।

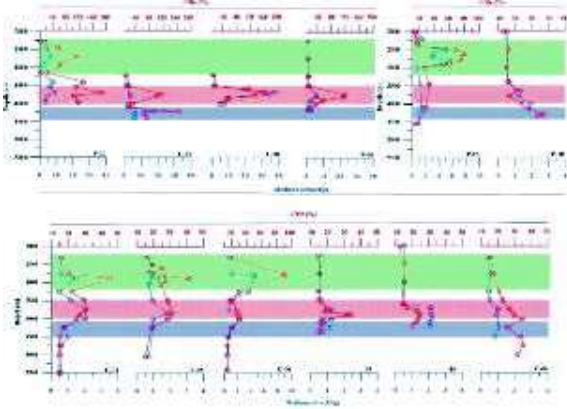


चित्र 3.4.1.2.क. : विभिन्न गहराइयों पर वर्टिकल टेंपरेचर प्रोफाइल: क) ऊपरी (50-1000 मीटर) ख) मध्यवर्ती (500-1100 मीटर) ग) निम्न (1300-1700 मीटर) घ) गहरा (1800-3000 मीटर). छायांकित क्षेत्र, वार्षिक मानक विचलन दर्शाते हैं।

67.72° पूर्व के निकट 2000 मीटर से नीचे गहरे पानी में घुली मीथेन और उसके स्थिर कार्बन समस्थानिक अनुपातय 26.57°S ने क्षेत्र के प्रथम जलतापीय क्षेत्र(क्षेत्रों) का साक्ष्य प्रदान किया (चित्र 7.4.1.2. बी i)। इन प्लूम्स में हीलियम समस्थानिक अध्ययनों में बहुत उच्च सांद्रता (7.4.1.2. बी. ii) दिखती है, जो SWIR के अक्षीय उच्च पर मेंटल डिग्रेसिंग का संकेत देता है।



चित्र 3.4.1.2.बी.i : SWIR में स्टेशन स्थानों को दर्शाने वाला त्रि-आयामी बैथिमेट्री मानचित्र।



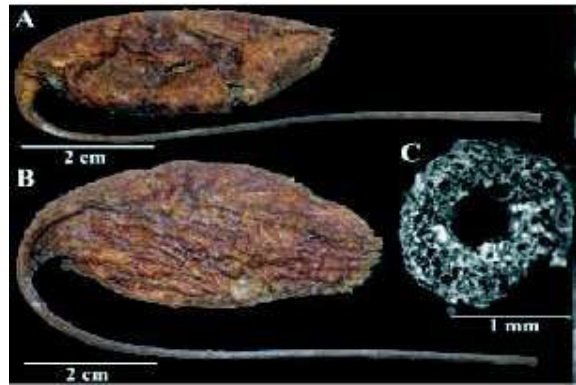
चित्र 3.4.1.2.बी.ii. : SWIR CTD स्टेशनों में मीथेन (nmol/kg) और हीलियम (%) की सांद्रता प्रोफाइल।

3.4.2. जैविक अध्ययन

- पॉलीमेटेलिक सल्फाइड (PMS), मध्य और दक्षिण-पश्चिम भारतीय रिज, हिंद महासागर के अन्वेषण के लिए भारतीय अनुबंध क्षेत्र में पर्यावरणीय आधारभूत अध्ययन किए जा रहे हैं। इसके एक भाग के रूप में, मार्च और मई 2024 के बीच किए गए सर्वेक्षणों के माध्यम से सतही फाइटोप्लांकटन समुदायों की प्रचुरता और विविधता का आकलन किया गया, जिसमें 147 प्रजातियां दर्ज की गईं। समुद्रतल की जैवविविधता के अन्वेषण से कई रोचक वर्गीकरण संबंधी निष्कर्ष सामने आए हैं।
- SWIR (2236 मी.) से एकत्रित एक गहरे समुद्र का स्पंज, व्यापक रूप से वितरित उत्तरी अटलांटिक प्रजाति जिओडिया बैरेटी बोवरबैंक, 1858 (चित्र 3.4.2.ए) के लगभग समान पाया गया। SWIR में लगभग समान प्रजातियों की खोज से यह संकेत मिलता है कि जी. बैरेटी का वितरण पहले की अपेक्षा कहीं अधिक व्यापक हो सकता है।
- गहरे समुद्र में पाये जाने वाले काले प्रवाल डेंड्रोबैथीपैथ्स आइसोक्रेडा ओप्रेसको, 2002 और एबीसोपैथ्स लिरिफोर्मिस ओप्रेसको, 2002 को पहली बार क्रमशः CRE (1920 मीटर) और SWIR (4007 मीटर) से रिपोर्ट किया गया। डीप-सी स्टाकड ट्यूनिकेट क्यूलियोलस सुहमी हर्डमैन (1881) को भी CRE (चित्र 3.4.2. बी) में एक सीमाउंट से एकत्र किया गया था।



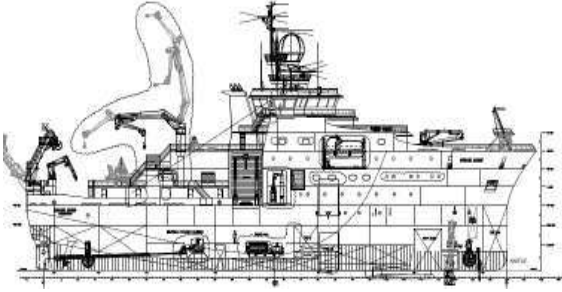
चित्र 3.4.2.ए. : डीप-सी स्पंज जिओडिया बैरेटी, जिसमें शरीर और स्पिक्यूल्स का एक भाग दिख रहा है



चित्र 3.4.2.बी. : स्टाकड ट्यूनिकेट क्यूलियोलस सुहमी

3.4.3. एक नए अनुसंधान पोत का अधिग्रहण

अनुसंधान क्षेत्रों में सक्रिय देशों के वैश्विक ढांचे में भारत के रणनीतिक हितों की सुरक्षा के लिए एक नया अनुसंधान पोत भारतीय समुद्र विज्ञान अनुसंधान समूह के लिए एक आदर्श मंच होगा। प्रस्तावित नया अनुसंधान पोत हिंद महासागर के मध्य-महासागरीय पर्वतमालाओं के साथ मल्टी-मेटल हाइड्रोथर्मल सल्फाइड खनिजकरण के संभावित स्थलों का पता लगाने और उनकी पहचान करने के लिए लगभग 30 वर्षों तक राष्ट्र को सेवाएं प्रदान करेगा। पोत भारत में पंजीकृत होगा और निर्माण और वितरण के समय लागू सभी वैधानिक और नियामक राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय आवश्यकताओं का पालन करेगा। रुपये 839.55 करोड़ की अनुमानित लागत पर मेसर्स गार्डन रीच शिपबिल्डर्स एंड इंजीनियर्स लिमिटेड, कोलकाता के माध्यम से एक भारतीय शिपयार्ड में एक नए सभी मौसम के अनुकूल बहु-विधात्मक अनुसंधान पोत का निर्माण किया जाएगा। निर्माण की अपेक्षित अवधि 36 महीने होने का अनुमान है (चित्र 3.4. बी)।



चित्र 3.4.3. : हिंद महासागर संचालन के लिए बहुविधात्मक अनुसंधान पोत

3.5. समुद्र से ऊर्जा और पेय जल

नवीकरणीय समुद्री ऊर्जा समय की मांग है। भारत चारों ओर से ऊर्ध्वशीय महासागरों से घिरा हुआ है, तथा पूरे वर्ष इसका तापमान 27 डिग्री सेल्सियस से लेकर 32 डिग्री सेल्सियस के बीच में रहता है, और लगभग 1000 मीटर की गहराई में लगभग 7 डिग्री सेल्सियस होता है। इस प्रकार, ऊर्जा उत्पन्न करने के लिए समुद्र में उचित थर्मल ग्रेडिएंट लगातार उपलब्ध रहता है। महासागर थर्मल ऊर्जा रूपांतरण (ओटीईसी) बिजली का एक बेस लोड स्रोत है और भविष्य में संवहनीय बिजली स्रोत हो सकता है। डीप ओशन मिशन में वर्टिकल-5 (महासागर से ऊर्जा और ताजा पानी) के तहत गतिविधियों में उच्च क्षमता वाले अपतटीय ओटीईसी संचालित अलवणीकरण संयंत्र के लिए विस्तृत इंजीनियरिंग डिजाइन की दिशा में व्यापक अध्ययन शामिल हैं। इसके अलावा, बड़े संयंत्र को कार्यान्वयन करने के लिए, स्केल अप करने से पहले एक मध्यवर्ती कदम के रूप में और जटिल अपतटीय घटकों के व्यवहार का अध्ययन करने के लिए, गहरे समुद्र में लंबे ठंडे पानी के नाली और मूरिंग सिस्टम के साथ एक स्केल्ड डाउनशोर ओटीईसी आधारित प्लेटफॉर्म का प्रदर्शन करने की योजना बनाई गई है।

3.5.1. उच्च क्षमता वाले अपतटीय प्लेटफॉर्म पर लगे ओटीईसी संचालित अलवणीकरण संयंत्र के लिए विस्तृत इंजीनियरिंग डिजाइन एवं अध्ययन।

क्लोज्ड साइकल ओटीईसी द्वारा संचालित सकल 5 मेगावाट के दो मॉड्यूल और ओपेन साइकल ओटीईसी द्वारा संचालित 2.5 एमएलडी के दो मॉड्यूल के लिए विस्तृत परियोजना रिपोर्ट की तैयारी के लिए प्रोसेस ईक्विपमेंट की डिजाइन का काम उन्नत चरण में है, और ऑफशोर प्लेटफॉर्म का लेआउट प्रगति पर है।

3.5.2. उपयुक्त ऑफशोर प्लेटफॉर्म पर 165

किलोवाट सकल क्लोज्ड साइकल ओटीईसी और 1 लाख लीटर/दिन ओपेन साइकल ओटीईसी संचालित विलवणीकरण संयंत्र के लिए प्रोसेस ईक्विपमेंट और ऑफशोर कंपोनेंट्स की डिजाइन।

पायलट-स्केल ऑफशोर फ्लोटिंग प्लेटफॉर्म-आधारित महासागर तापीय ऊर्जा रूपांतरण (ओटीईसी) और विलवणीकरण संयंत्र के लिए रुचि की अभिव्यक्ति (ईओआई) प्रकाशित की गई। एक सम्मेलन पूर्व बैठक आयोजित की गई, जिसमें 12 से अधिक कंपनियों ने भाग लिया। इसके पश्चात, चार कंसोर्टियमों ने प्रस्ताव प्रस्तुत किये हैं, जिनका अभी मूल्यांकन किया जा रहा है। इंजीनियरिंग, खरीद और निर्माण (EPC) मोड के तहत परियोजना के लिए मसौदा निविदा तैयार की जा रही है।

3.6. समुद्री जीव विज्ञान के लिए उन्नत समुद्री स्टेशन (AMSOB)

AMSOB को समुद्री जीव विज्ञान में अत्याधुनिक अनुसंधान करने के लिए एक अत्याधुनिक सुविधा के रूप में स्थापित करने की योजना है। इसके अतिरिक्त, AMSOB ने समुद्री जीव विज्ञान अनुसंधान में सक्रिय रूप से लगे भारतीय संस्थानों के साथ सहयोग करके भारत के तटीय राज्यों में कई "स्पोक" बनाने की योजना बनाई है। इस पहल का उद्देश्य ज्ञान के आदान-प्रदान, छात्र और वैज्ञानिक आदान-प्रदान, ट्रांसलेशनल रिसर्च सपोर्ट, अनुसंधान से उत्पाद विकास, इनक्यूबेशन सेंटर सपोर्ट और समुद्री संसाधनों के टिकाऊ उपयोग के माध्यम से ब्ल्यू इकोनॉमी को आगे बढ़ाना है। AMSOB के अधिदेश में महासागरीय जीव विज्ञान में अभूतपूर्व अनुसंधान करना, विद्वानों के लिए अंतःविषय पाठ्यक्रम और प्रशिक्षण मंच विकसित करना, तथा राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय अनुसंधान और शैक्षिक सहयोग के लिए एक केंद्र के रूप में कार्य करना शामिल है।

AMSOB समुद्री जीव विज्ञान से संबंधित गतिविधियों की एक विस्तृत श्रृंखला का समर्थन करने के लिए आवश्यक बुनियादी ढांचा और सुविधाएं प्रदान करेगा। इसमें निम्नलिखित प्रमुख घटकों को शामिल करने की योजना है: अत्याधुनिक इन-हाउस अनुसंधान प्रयोगशालाएँ, कक्षाएँ, पुस्तकालय और सूचना केंद्र, प्रशासनिक कार्यालय (खरीद, लेखा, सेंट्रल स्टोर, कंप्यूटर नेटवर्किंग), सम्मेलन कक्ष, बैठक कक्ष, छात्रावास, मल्टीमीडिया स्टूडियो, कर्टिंग से सुसज्जित विशेष सुविधाएँ—समुद्री विज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों में उन्नत अनुसंधान और शैक्षिक कार्यक्रमों का समर्थन करने के लिए अत्याधुनिक अनुसंधान उपकरण, उपकरण और प्रौद्योगिकी।

केंद्र उन शोधकर्ताओं और छात्रों के लिए आवास सुविधाएं भी प्रदान करता है जो कम या विस्तारित अवधि के लिए मुख्य केंद्र का दौरा कर सकते हैं, आउटरीच कार्यक्रमों के साथ-साथ केंद्रित अनुसंधान के लिए अनुकूल वातावरण सुनिश्चित करते हैं।

AMSOB ने महासागरीय जीव विज्ञान और इंजीनियरिंग शैक्षणिक पहलों पर ध्यान केंद्रित करते हुए एक व्यापक क्षमता निर्माण कार्यक्रम शुरू किया है, जिसे मजबूत आउटरीच प्रयासों और मानव संसाधन विकास गतिविधियों द्वारा पूरित किया गया है।

3.6.ए. डीप ओशन मिशन के अंतर्गत पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा प्रायोजित स्नातकोत्तर पाठ्यक्रम और छात्रवृत्तियाँ

AMSOB का एक प्रमुख उद्देश्य समुद्री जीव विज्ञान और संबंधित इंजीनियरिंग क्षेत्रों में स्नातकोत्तर पाठ्यक्रम, जूनियर रिसर्च फेलोशिप (JRF), सीनियर रिसर्च फेलोशिप (SRF), PhD कार्यक्रम और पोस्ट-डॉक्टरल फेलोशिप (PDF) सहित विभिन्न शैक्षिक कार्यक्रमों को प्रायोजित करके क्षमता निर्माण को बढ़ावा देना है। इस कार्यक्रम का उद्देश्य समुद्री जीव विज्ञान, इंजीनियरिंग, मत्स्य पालन और जलकृषि अनुसंधान में स्नातकोत्तर छात्रों और कुशल पेशेवरों को प्रशिक्षित करना है, तथा उन्हें शिक्षा और उद्योग दोनों में भूमिकाओं के लिए तैयार करना है। इस पहल के तहत, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा समर्थित AMSOB, तटीय राज्यों और संघ राज्य क्षेत्रों में स्थित भारतीय विश्वविद्यालयों में एमएससी समुद्री जीव विज्ञान और संबंधित इंजीनियरिंग पाठ्यक्रम को प्रायोजित करेगा।

क) समुद्री जीव विज्ञान में स्नातकोत्तर पाठ्यक्रम एम.एस.सी. पाठ्यक्रम की मेजबानी और प्रायोजन के लिए पांडिचेरी विश्वविद्यालय, एक केंद्रीय विश्वविद्यालय, के साथ एक करार ज्ञापन (MoA) पर हस्ताक्षर किए गए। अंडमान और निकोबार परिसर में समुद्री जीवविज्ञान पाठ्यक्रम, जो कि एक उष्णकटिबंधीय द्वीप पारिस्थितिकी तंत्र के भीतर रणनीतिक रूप से स्थित है। राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान (NIOT) गवर्निंग बोर्ड के अध्यक्ष और पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के मुख्यालय द्वारा कानूनी रूप से जांचा गया और अनुमोदित एमओए यह सुनिश्चित करता है:

- छात्र समर्थन: चयनित विद्यार्थियों को ट्यूशन फीस और अन्य खर्चों को कवर करने के लिए प्रति शैक्षणिक वर्ष 10 महीने तक ₹10,000 प्रति माह की फेलोशिप मिलेगी।

- विश्वविद्यालय इन्फ्रास्ट्रक्चर सपोर्ट: विश्वविद्यालय को प्रयोगशाला के बुनियादी ढांचे में वृद्धि, उपभोग्य सामग्रियों और पाठ्यक्रम वितरण के लिए ₹2 करोड़ तक प्राप्त होंगे।
- संकाय और तकनीकी सहायता: मौजूदा विभाग को सुदृढ़ बनाने के लिए टेक्निकल मैनेजमेंट के साथ-साथ समेकित वेतन के आधार पर न्यूनतम संख्या में अस्थायी संकाय सदस्यों को नियुक्त करने के लिए निधियों का प्रावधान।
- यह पहल समुद्री जीव विज्ञान में शिक्षा, प्रशिक्षण और अनुसंधान को आगे बढ़ाने के लिए AMSOB की प्रतिबद्धता को दर्शाती है, जो ब्ल्यू इकोनॉमी सेक्टर में कुशल कार्यबल के विकास में योगदान देती है।

ख) AMSOB वेबसाइट

- AMSOB वेबसाइट विकास और संबंधित अनुसंधान कार्यक्रमों में सहयोग के लिए सीडैक के साथ एक समझौता ज्ञापन (MoU) को अंतिम रूप दिया गया है। इस एग्रीमेंट की कानूनी रूप से जांच की गई है तथा गवर्निंग बोर्ड के अध्यक्ष द्वारा इसे अनुमोदित किया गया है। इस प्लेटफॉर्म पर स्कॉलर्स से प्राप्त आवेदनों की प्रोसेसिंग और प्रबंधन को सुव्यवस्थित किया जाएगा। इसके अतिरिक्त, इसमें डीप ओशन मिशन (WISDOM) पोर्टल के लिए वर्कगुप्स इंटरैक्शन सिस्टम की सुविधा भी होगी, जिसे प्रभावी ज्ञान साझाकरण और डेटा संगठन के लिए डिजाइन किया गया है।
- AMSOB वेबसाइट का शुभारंभ पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव डॉ. एम द्वारा दिनांक 09 नवंबर, 2024 को राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान (NIOT) के 31वें स्थापना दिवस समारोह के दौरान किया गया था। इस कार्यक्रम में सीडैक के महानिदेशक श्री ई. मगेश और विशेष रूप से आमंत्रित श्रीमती आर. गजलक्ष्मी, आईएएस, मत्स्य पालन एवं मछुआरा कल्याण निदेशक, तमिलनाडु सरकार समेत राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान (NIOT) के अन्य प्रतिष्ठित अधिकारी उपस्थित थे। AMSOB वेबसाइट <https://amsob-in/NIOT/HomePage> पर देखी जा सकती है।

ग) इनस्टेम (InStem), बेंगलुरु के साथ उन्नत प्रशिक्षण कार्यक्रम

इनस्टेम (InStem), बेंगलुरु के साथ सहयोगात्मक अनुसंधान कार्यक्रमों के लिए समझौता ज्ञापन को कानूनी रूप से जांचा गया है और राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान (NIOT) के

निदेशक और GB NIOT के अध्यक्ष द्वारा अनुमोदित किया गया है। इनस्टेम (InStem), बंगलुरु के सहयोग से ऊतक पुनर्जनन और घाव भरने के लिए समुद्री जैवसक्रिय यौगिकों पर केंद्रित एक प्रशिक्षण कार्यक्रम की योजना बनाई गई है।

घ) महासागर जीव विज्ञान में पोस्ट डॉक्टरल फेलोशिप

डीप ओशन मिशन में 100 पोस्ट-डॉक्टरल फेलोशिप और 150 पीएचडी फेलोशिप प्रदान की जाएगी। AMSOB ऑनलाइन प्लेटफॉर्म के माध्यम से महासागर जीव विज्ञान और समुद्री इंजीनियरिंग/ध्रौवीय/घातक में अनुसंधान प्रस्ताव आमंत्रित करके राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं और विश्वविद्यालयों में 50 पीडीएफ फेलोशिप की मेजबानी की प्रक्रिया शुरू की गई है।

ड) डॉक्टरल (PhD) फेलोशिप

AMSOB के महत्वपूर्ण क्षेत्रों से जुड़े जैविक अनुसंधान में पर्याप्त बुनियादी ढांचे और विशेषज्ञता वाले प्रतिष्ठित अनुसंधान संस्थानों और विश्वविद्यालयों के तहत पीएचडी कार्यक्रम के लिए प्रतिभाशाली युवा शोधकर्ताओं से अनुसंधान प्रस्ताव आमंत्रित किए जाते हैं।

च) भारत-फ्रांस अनुसंधान सहयोग

- भारत-फ्रांस अनुसंधान सहयोग बैठक दिनांक 24 अक्टूबर, 2024 को आयोजित की गई और इसकी अध्यक्षता राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान (NIOT) के निदेशक प्रोफेसर बालाजी रामकृष्णन ने की। सीएनआरएस इंडिया की निदेशक डॉ. श्रीनि कावेरी ने विभिन्न फ्रांसीसी अनुसंधान संगठनों, शैक्षणिक संस्थानों और उद्योगों के साथ समझौता ज्ञापन के माध्यम से संभावित साझेदारी एक्सप्लोर करने के लिए बैठक में भाग लिया, ताकि समुद्री जीव विज्ञान, समुद्री जैव प्रौद्योगिकी और उत्पाद विकास में सहयोग और फ्रांस के साथ कार्यशालाओं, प्रशिक्षण सत्रों, अनुसंधान परियोजनाओं और एक्सचेंज प्रोग्राम्स के माध्यम से क्षमता निर्माण किया जा सके।
- सोरबोन विश्वविद्यालय के रोस्कॉफ मरीन स्टेशन और CNRS के साथ दूसरी बैठक 13 नवंबर, 2024 को हाइब्रिड मोड में आयोजित की गई, जहाँ वैज्ञानिक और स्टूडेंट एक्सचेंज कार्यक्रमों के माध्यम से ज्ञान के आदान-प्रदान के अवसरों पर चर्चा की गई।

छ) भारत-जर्मनी अनुसंधान सहयोग

भारत-जर्मनी अनुसंधान सहयोग बैठक, समुद्री जीव विज्ञान

और जलवायु परिवर्तन प्रभाव जैसे क्षेत्रों में ज्ञान के आदान-प्रदान की संभावनाओं की खोज के लिए, जर्मनी के लीबनिज इंस्टीट्यूट डीएसएमजेड के साथ हाइब्रिड मोड में आयोजित की गई थी।



चित्र 3.6.ए. : AMSOB के लिए नेम्मेली में भूमि



चित्र 3.6.बी. : AMSOB वेबसाइट का शुभारंभ



चित्र 3.6.सी. : AMSOB वेबसाइट इंटरफेस

अध्याय-4 मिशन मौसम

मिशन मौसम मंत्रिमंडल की 11 सितंबर, 2024 को आयोजित बैठक में अनुमोदित की गई केंद्रीय क्षेत्र एक नई योजना है। इस मिशन का मुख्य उद्देश्य जलवायु परिवर्तन से प्रेरित चरम मौसम की घटनाओं के प्रभाव को कम करना और समुदायों के लचीलेपन को मजबूत करना है, जिसका अंतिम लक्ष्य भारत को 'मौसम के प्रति तैयार और जलवायु के प्रति स्मार्ट' राष्ट्र बनाना है। "मिशन मौसम" के उद्देश्यों में निम्नलिखित शामिल हैं:

- अत्याधुनिक मौसम निगरानी प्रौद्योगिकियां और प्रणालियाँ विकसित करना।
- बेहतर कालिक और स्थानिक नमूना संग्रह और कवरेज के साथ उच्च-विभेदन वायुमंडलीय प्रेक्षणों को लागू करना।
- उन्नत उपकरण पेलोड से सुसज्जित अगली पीढ़ी के रडारों, विंड प्रोफाइलरों और उपग्रहों को तैनात करना।
- उन्नत उच्च-निष्पादन कंप्यूटिंग (एचपीसी) प्रणालियों को कार्यान्वित करना।
- मौसम और जलवायु प्रक्रियाओं की हमारी समझ को बढ़ाना और पूर्वानुमान क्षमताओं में सुधार करना।
- एआईएमएल के उपयोग सहित उन्नत पृथ्वी प्रणाली मॉडलों और डेटा-संचालित विधियों का विकास करना।
- प्रभावी मौसम प्रबंधन के लिए प्रौद्योगिकियां और प्रोटोकॉल बनाना।
- अंतिम छोर तक पहुंच के लिए अत्याधुनिक निर्णय समर्थन प्रणाली (डीएसएस) और प्रसारण प्रणाली की स्थापना करना।
- क्षमता निर्माण और अनुसंधान सहयोग को मजबूत करना।

मिशन मौसम का उद्देश्य अधिक सटीकता और विभेदन के लिए उन्नत प्रेक्षण और कंप्यूटिंग प्रौद्योगिकियों का लाभ उठाकर भारत और आसपास के क्षेत्रों में मौसम की निगरानी और पूर्वानुमान को बढ़ाना है। इसे प्राप्त करने के लिए, कार्यक्रम के तहत नौ परस्पर संबंधित वर्टिकल स्थापित किए गए हैं, जिनमें से प्रत्येक के विशिष्ट उद्देश्य और डिलीवरेबल्स हैं। इन वर्टिकल को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के विभिन्न संस्थानों के माध्यम से एकीकृत

तरीके से लागू किया जाएगा, जिसमें प्रत्येक संस्थान को प्रभावी निष्पादन सुनिश्चित करने के लिए विशिष्ट भूमिकाएँ सौंपी जाएँगी। वास्तविक समय में विश्वसनीय मौसम और जलवायु सेवाएँ प्रदान करने के लिए इन वर्टिकल का सहयोगात्मक कार्यान्वयन आवश्यक है।

नौ वर्टिकल इस प्रकार हैं:

1. सब कुछ देखना (OBSERVE_All): तत्काल पूर्वानुमान, डेटा समावेशन, मॉडल विकास और निर्णय समर्थन के लिए व्यापक मौसम निगरानी और डेटा संग्रह। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सभी संस्थान।
2. विकास करना (DEVELOP): बेहतर पूर्वानुमानों के लिए अगली पीढ़ी के पृथ्वी प्रणाली मॉडलों (ESM) का विकास।
3. प्रभाव (IMPACT): उच्च प्रभाव वाले मौसम पूर्वानुमान और पूर्व चेतावनी प्रणालियों तथा संचालन के लिए अनुसंधान पर ध्यान केंद्रित करना।
4. फ्रंटियर (FRONTIER): मौसम प्रेक्षण और मापन के लिए उन्नत प्रौद्योगिकियों की स्थापना।
5. एटकंप (ATCOMP): प्रदूषण प्रबंधन के लिए वायु गुणवत्ता निगरानी और निर्णय समर्थन प्रणाली।
6. निर्णय करना (DECIDE): विभिन्न सेवा क्षेत्रों के लिए निर्णय समर्थन प्रणाली का विकास।
7. वैदर_एमओडी (Weather_MOD): बारिश बढ़ाने, ओलावृष्टि/कोहरे को कम करने सहित मौसम संशोधन कार्यनीतियों के लिए प्रोटोकॉल।
8. नेतृत्व (LEAD) (उन्नत निर्णयों के लिए अग्रणी प्रयास): मौसम सूचना प्रसारण में क्षमता निर्माण और नवाचार।
9. एनईएटी (NEAT) (वायुमंडलीय प्रौद्योगिकी के लिए राष्ट्रीय उद्यम): सार्वजनिक-निजी भागीदारी के माध्यम से एकीकृत प्रेक्षण दृष्टिकोण की स्थापना।

चूँकि इनमें से कई वर्टिकल व्यापक योजना पृथ्वी के तहत मौजूदा अक्रॉस उप-योजना में शामिल हैं और उसे मजबूत बनाते हैं, इसलिए अक्रॉस उप-योजना को नई मिशन मौसम योजना में मिला दिया जाएगा। मिशन मौसम को 2024-26 के दौरान लागू किया जाएगा और अगले वित्तीय चक्र में 2026-31 के दौरान जारी रखा जाएगा।

अध्याय-5 अंतरराष्ट्रीय सहयोग

5.1. भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केन्द्र (इंकोईस)

1.1 संयुक्त राष्ट्र महासागर दशक सम्मेलन 2024: दिनांक 8 से 12 अप्रैल, 2024 तक महासागर दशक सप्ताह के दौरान बार्सिलोना, स्पेन में आयोजित 2024 संयुक्त राष्ट्र महासागर दशक सम्मेलन में महत्वपूर्ण वैश्विक भागीदारी देखी गई, जिसमें पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव के नेतृत्व में एक भारतीय प्रतिनिधिमंडल और महासागर विज्ञान और प्रशासन के वरिष्ठ वैज्ञानिक शामिल थे। इस टीम ने संयुक्त राष्ट्र महासागर दशक के लिए भारत के योगदान और प्राथमिकताओं का प्रतिनिधित्व किया, तथा सतत महासागर प्रबंधन और विज्ञान को बेहतर बनाने के लिए वैश्विक सहयोग पर ध्यान केंद्रित किया।

5.1.2. हिंद महासागर क्षेत्र के लिए संयुक्त राष्ट्र दशक सहयोग केंद्र (डीसीसी-आईओआर): भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केन्द्र (INCOIS), हैदराबाद में हिंद महासागर क्षेत्र के लिए संयुक्त राष्ट्र दशक सहयोग केंद्र (DCC-IOR) ने "हिंद महासागर क्षेत्रीय दशक सम्मेलन 2024" का आयोजन किया: दिनांक 1-3 फरवरी 2024 के दौरान "ब्रिजिंग बिलियन्स टू बार्सिलोना" का आयोजन किया जाएगा, जो अप्रैल 2024 में बार्सिलोना, स्पेन में आईओसी-यूनेस्को द्वारा निर्धारित 2024 महासागर दशक सम्मेलन की आधिकारिक प्रस्तावना है। इस सम्मेलन में 28 (17 हिंद महासागर क्षेत्र) देशों के शोधकर्ताओं, आरंभिक करियर वाले लोग, नीति निर्माताओं, प्रशासकों, परोपकारी व्यक्तियों, उद्योग, शिक्षाविदों सहित 300 से अधिक विविध प्रतिनिधियों ने भाग लिया, जिसमें संयुक्त राष्ट्र महासागर दशक की 10 चुनौतियों पर केंद्रित चर्चा और विजन 2030 के कार्य समूहों द्वारा तैयार किए गए श्वेत पत्रों की समीक्षा की गई।

5.1.3. महासागर कार्रवाई संबंधी उच्च स्तरीय (HLEOA) : पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव डॉ. एम. रविचंद्रन के नेतृत्व में भारतीय प्रतिनिधिमंडल ने जून 2024 में सैन जोस, कोस्टा रिका में आयोजित सतत महासागर के लिए ज्ञान के एकीकरण (सीआईएसओ-24) और महासागर एक्शन संबंधी उच्च स्तरीय ईवेंट (HLEOA) के सम्मेलन की तैयारी बैठकों में भाग लिया। इस कार्यक्रम में अंतरराष्ट्रीय संगठनों, नागरिक समाज के नेताओं, मंत्रियों, महासागर विशेषज्ञों तथा राष्ट्राध्यक्षों और शासनाध्यक्षों ने भाग लिया। इसका लक्ष्य महासागर कार्रवाई संबंधी गति बनाए रखना

और श्रेष्ठ प्रथाओं एवं सफल अनुभवों का आदान-प्रदान करना था।



इस कार्यक्रम में निम्नलिखित विषयों पर आठ अंतरराष्ट्रीय पैनल शामिल थे: मत्स्य संसाधन, महासागर प्लास्टिक प्रदूषण, महासागर सफाई प्रौद्योगिकियों तक वैश्विक पहुंच, महासागर संरक्षण के लिए उपग्रह प्रौद्योगिकी और ब्ल्यू इकोनॉमी। बैठक के दौरान भारत और कोस्टा रिका ने ब्ल्यू इकोनॉमी सेक्टरों को मजबूत करने के लिए देशों के बीच संभावित सहयोग पर चर्चा की।

5.1.4. ग्लोबल ओशन ऑब्जर्विंग सिस्टम (GOOS) क्षेत्रीय गठबंधन (GRA) फोरम: ग्लोबल ओशन ऑब्जर्विंग सिस्टम (GOOS) क्षेत्रीय गठबंधन फोरम (GRF-XI) की ग्यारहवीं बैठक दिनांक 8-9 अप्रैल, 2024 को स्पेन के बार्सिलोना में वर्ल्ड ट्रेड सेंटर में हुई, जिसका मुख्य उद्देश्य GRA द्वारा की गई प्रगति और उनके सामने आने वाली चुनौतियों पर चर्चा करना था। INCOIS में IOGOOS सचिवालय के सचिव ने बैठक में भाग लिया और IOGOOS द्वारा की गई प्रगति और IOGOOS के सामने आने वाली बाधाओं को प्रस्तुत किया।

5.1.5. इंडियन ओशन ग्लोबल ओशन ऑब्जर्विंग सिस्टम (IOGOOS): इंडियन ओशन ग्लोबल ओशन ऑब्जर्विंग सिस्टम (IOGOOS) की एकीकृत बैठकें इंटरनेशनल इंडियन ओशन साइंस कॉन्फ्रेंस (IIOSC-2024)



के बैनर के अंतर्गत दिनांक 4-8 मार्च, 2024 के दौरान कावासन साइंस कुर्नाएन सुमादिहागा, बदन रिसेट डान इन्वैशन नैशनल (BRIN), लोम्बोक, इंडोनेशिया में आयोजित की गई, जिसमें IOGOOS की 19वीं वार्षिक बैठक, IIOE-2 अंतराष्ट्रीय संचालन समिति (IIOE-2 Sc7)



की सातवीं बैठक, हिंद महासागर क्षेत्रीय पैनल (IORP) की 20वीं बैठक, सस्टेंड इंडियन ओशन बायोजियोकेमिस्ट्री एंड ईकोसिस्टम रिसर्च (SIBER) की 15वीं बैठक, IndOOS रिसोर्स फोरम (IRF) की 18वीं बैठक और कोरिया-अमेरिका इंडियन ओशन साइंस (कुडोस) कार्यशाला आयोजित की गई।

5.1.6. महासागर निगरानी को उन्नत बनाना: सेशेल्स में वेव राइडर बुवॉय की तैनाती: दिनांक 10 मई, 2024 को, विज्ञान-आधारित सहयोग को मजबूत करने के प्रयासों के अंतर्गत, भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केन्द्र (INCOIS) और सेशेल्स मौसम विज्ञान प्राधिकरण ने उन्नत तकनीक से लैस एक वेव राइडर बुवॉय को सफलतापूर्वक तैनात किया। इस बुवॉय को महासागर स्थितियों पर नजर रखने के लिए डिजाइन किया गया है, जिसमें सेशेल्स के तट पर ऊंची लहरों और तरंगों पर विशेष ध्यान दिया गया है।

5.1.7. RIMES देशों के लिए महासागर पूर्वानुमान उत्पादों का अनुकूलन: दिनांक 20 से 24 मई, 2024 तक,



आईटीसीओशन पहल के अंतर्गत भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केन्द्र (INCOIS) ने RIMES साउथ एशिया हाइड्रोमेट फोरम में भाग लेने वाले देशों के लिए "महासागर पूर्वानुमान उत्पादों के कस्टमाइजेशन" पर एक विशेष प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित किया। इस कार्यशाला में बांग्लादेश, मालदीव, म्यांमार और श्रीलंका के 11 प्रतिनिधियों ने भाग लिया, जिसमें क्षेत्रीय आवश्यकताओं के अनुरूप महासागर पूर्वानुमान उत्पादों को तैयार करने में क्षमता निर्माण पर ध्यान केंद्रित किया गया। इस कार्यक्रम का उद्देश्य मौसम और आपदा प्रबंधन सेवाओं में बेहतर निर्णय लेने के लिए महासागर डेटा का उपयोग करने में इन देशों की परिचालन क्षमताओं को बढ़ाना था।

5.1.8. PCTWIN की शुरुआत और हितधारक बैठक: भारतीय तटीय रेखाओं के लिए जन-केंद्रित सुनामी पूर्व चेतावनी (PCTWIN) परियोजना की शुरुआत और पहली हितधारक बैठक दिनांक 28 से 30 मई, 2024 के दौरान भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केन्द्र (INCOIS) में हाइब्रिड फॉरमेट में सफलतापूर्वक संपन्न हुई। यह पहल भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केन्द्र (INCOIS) और यूनिवर्सिटी कॉलेज लंदन (UCL), यूके के बीच एक सहयोगात्मक प्रयास है। इस परियोजना का उद्देश्य समुदाय-केंद्रित दृष्टिकोण पर विशेष ध्यान देते हुए भारत के समुद्र तटों के लिए सुनामी पूर्व चेतावनी प्रणालियों को बेहतर बनाना है। इस बैठक में, संवेदनशील तटीय समुदायों की सुरक्षा के लिए सुनामी चेतावनियों की सटीकता, पहुंच और प्रभावशीलता में सुधार करने हेतु रणनीतियों और रूपरेखा पर चर्चा करने के लिए विशेषज्ञों और हितधारकों को एक साथ लाया गया।

5.1.9. आईओसी-यूनेस्को कार्यकारी परिषद के 57वें सत्र में भारतीय प्रतिनिधिमंडल: आईओसी-यूनेस्को कार्यकारी परिषद का 57वां सत्र दिनांक 24 से 28 जून 2024 तक यूनेस्को मुख्यालय, पेरिस, फ्रांस में आयोजित किया गया, जिसकी अतिरिक्त संबद्ध बैठकें 23 से 30 जून, 2024 के दौरान हुईं।



भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केन्द्र (INCOIS) के निदेशक और हिंद महासागर क्षेत्र के लिए संयुक्त राष्ट्र दशक सहयोग केंद्र (DCC-IOR) के प्रमुख डॉ. टी. श्रीनिवास कुमार ने आईओसी-यूनेस्को इलेक्टोरल ग्रुप IV के उपाध्यक्ष के रूप में भाग लिया और भारतीय प्रतिनिधिमंडल का नेतृत्व किया। प्रतिनिधिमंडल ने महासागर विज्ञान और प्रशासन में क्षेत्रीय और वैश्विक सहयोग को मजबूत करने संबंधी चर्चा में सक्रिय रूप से योगदान दिया।

5.1.10. डेटा बुवॉय सहयोग पैनल (DBCP): चालीसवें डेटा बुवॉय सहयोग पैनल (DBCP40) सत्र का आयोजन भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केंद्र (INCOIS) हैदराबाद, भारत द्वारा 22-25 अक्टूबर 2024 तक एक हाइब्रिड कार्यक्रम के रूप में किया गया। बैठक की शुरुआत डीबीसीपी कार्यकारी बोर्ड की बैठक से हुई, जिसके बाद "सभी के लिए प्रारंभिक चेतावनी (EW4ALL) में DBCP के योगदान के 40 वर्षों का जश्न" विषय पर विज्ञान और प्रौद्योगिकी (S-T) कार्यशाला आयोजित की गई। इस हाइब्रिड बैठक में 56 देशों के एक सौ पचास से अधिक प्रतिभागियों ने भाग लिया, जो महासागर प्रेक्षण नेटवर्क गतिविधियों, डेटा प्रबंधन, शोधकर्ताओं, बुवॉय निर्माताओं और उपग्रह संचार प्रदाताओं का प्रतिनिधित्व कर रहे थे।

5.1.11. CSSTEAP प्रतिभागियों के लिए परिचालन सेवा प्रशिक्षण: आईटीसीओओशन पहल के अंतर्गत भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केन्द्र (INCOIS) ने इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ रिमोट सेंसिंग (IIRS), देहरादून से संबद्ध सेंटर फॉर स्पेस साइंस एंड टेक्नोलॉजी एजुकेशन इन एशिया एंड पैसिफिक (CSSTEAP) के प्रतिभागियों के लिए परिचालन सेवा प्रशिक्षण का आयोजन किया। इसमें इंडोनेशिया, कजाकिस्तान, नेपाल, मंगोलिया, श्रीलंका, वियतनाम और भारत से प्रशिक्षु आये थे। इस प्रशिक्षण में प्रतिभागियों को भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केन्द्र (INCOIS) द्वारा विकसित परिचालन उत्पादों और सेवाओं से परिचय करवाया गया, जिसमें भारतीय सुनामी पूर्व चेतावनी सेवाएं और महासागर डेटा संग्रहण उपकरण शामिल थे। व्यावहारिक सत्र इस कार्यक्रम का अभिन्न अंग थे, जिनमें प्रतिभागियों को अपने-अपने देशों में महासागर-संबंधी सेवाओं में अपनी परिचालन क्षमताओं को बढ़ाने के लिए व्यावहारिक कौशल से सुसज्जित किया गया।

5.1.12. EKAMSAT-2024 - फर्स्ट लेग क्रूज: दिनांक 8 मई, 2024 को, भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केन्द्र (INCOIS), इसरो, नासा और कोलंबिया विश्वविद्यालय जलवायु स्कूल ने EKAMSAT-2024 पर सहयोग किया, जो

बंगाल की खाड़ी में अनुसंधान पोत आर/वी थॉम्पसन पर आधारित एक अग्रणी मॉनसून अध्ययन है, जो बायो-ऑप्टिक्स और मॉनसून डायनामिक्स पर केंद्रित है।

5.1.13. भारत-जर्मनी समझौता ज्ञापन (MoU): पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केंद्र (INCOIS) और हेल्महोल्ड्ट्ज सेंटर फॉर पॉट्सडैम GFZ जर्मन रिसर्च सेंटर फॉर जियोसाइंसेज ने दिनांक 16 अक्टूबर, 2024 को "सुनामी पूर्व चेतावनी के क्षेत्र में अनुसंधान सहयोग" के लिए एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए।

5.1.14 सुनामी, आपदा एवं जलवायु तैयारी के लिए यूनाइटेड नेशन्स इकोनॉमिक एंड सोशल कमीशन फॉर एशिया एंड पैसिफिक (UN ESCAP) ट्रस्ट फंड: वर्ष 2004 में हिंद महासागर सुनामी की घटनाओं के 20 वर्ष होने के अवसर पर भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केन्द्र (INCOIS) ने 4 दिनांक नवंबर, 2024 को हैदराबाद में सुनामी, आपदा एवं जलवायु तैयारी के लिए यूनाइटेड नेशन्स इकोनॉमिक एंड सोशल कमीशन फॉर एशिया एंड पैसिफिक (UN ESCAP) ट्रस्ट फंड की सलाहकार परिषद की 25वीं बैठक की मेजबानी की। UNESCAP के प्रतिनिधियों ने दिनांक 5 नवंबर, 2024 को ओडिशा राज्य में पुरी जिले के नरसिंहपटना के सुनामी रेडी गांव में आयोजित राष्ट्रीय स्तर के सुनामी मॉक ड्रिल कार्यक्रम में पर्यवेक्षक के रूप में भाग लिया है।

5.1.15. इंटरगवर्नमेंटल कॉर्डिनेशन ग्रुप फॉर इंडियन ओशन सुनामी वार्निंग एवं मिटिगेशन सिस्टम (ICG/IOTWMS): भारतीय प्रतिनिधिमंडल ने "द्वितीय यूनेस्को-आईओसी वैश्विक सुनामी संगोष्ठी" में भाग लिया: दिनांक 11-14 नवंबर, 2024 के दौरान बांदा आचेह, इंडोनेशिया में आयोजित "हिंद महासागर सुनामी 2004 के दो दशकों का आत्म-मंथन" और दिनांक 16-19 नवंबर, 2024 के दौरान जकार्ता, इंडोनेशिया में आयोजित यूनेस्को-आईओसी के इंडियन ओशन सुनामी वार्निंग एवं मिटिगेशन सिस्टम (ICG/IOTWMS&XIV) का 14वां सत्र आयोजित किया गया।

5.2. राष्ट्रीय ध्रुवीय एवं महासागर अनुसंधान केन्द्र (NCPOR)

5.2.1. भारत ने 46वीं ATCM और 26वीं CEP बैठक की मेजबानी की: अंटार्कटिक प्रशासन में एक ऐतिहासिक वैश्विक घटना:

46वीं अंटार्कटिक ट्रीटी कंसल्टेटिव मीटिंग (ATCM) और



26वीं पर्यावरण संरक्षण समिति (CEP) की मेजबानी भारत में दिनांक 20 से 30 मई, 2024 तक कोच्चि, केरल में की गई। इसका आयोजन पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES), भारत सरकार (GOI) द्वारा राष्ट्रीय ध्रुवीय एवं महासागर अनुसंधान केंद्र (NCPOR), गोवा के माध्यम से किया गया। इन बैठकों से अंटार्कटिका के शुद्ध पर्यावरण के संरक्षण पर वैश्विक सहयोग को बढ़ावा मिला। इस कार्यक्रम में 404 प्रतिनिधियों ने भाग लिया, जिनमें 328 व्यक्तिगत और 76 वर्चुअल प्रतिभागी थे, जो 56 देशों और आठ अंतर-सरकारी और गैर-सरकारी संगठनों का प्रतिनिधित्व कर रहे थे। यह दूसरी बार था जब भारत ने ATCM की मेजबानी की, पहली (30वीं ATCM) 2007 में नई दिल्ली में आयोजित की गई थी।

ATCM के दौरान, ध्रुवीय विज्ञान और संचालन में सहयोग बढ़ाने के लिए राष्ट्रीय ध्रुवीय एवं महासागर अनुसंधान केंद्र (NCPOR) और नॉर्वेजियन पोलर इंस्टीट्यूट के बीच एक समझौता ज्ञापन (MoU) पर हस्ताक्षर किए गए, जिससे महत्वपूर्ण शोध विषयों पर सहयोग को सुविधाजनक बनाया जा सके, जिससे ध्रुवीय क्षेत्रों के बारे में हमारी समझ बढ़े।



5.3. राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान (NIOT)

5.3.1. ISAPMN प्रशिक्षण कार्यक्रम

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES), भारत सरकार ने मध्य हिंद महासागर बेसिन में पॉलीमेटेलिक नोड्यूलस के अन्वेषण के लिए 2002 में अंतरराष्ट्रीय समुद्र तल प्राधिकरण (ISA) के साथ एक अनुबंध पर हस्ताक्षर किए। अनुबंध के प्रावधानों के अनुसार, भारत को 2024 के दौरान विकासशील देशों के 10 उम्मीदवारों को दो महीने की अवधि के लिए महासागर प्रशिक्षण देना है, जिनका चयन ISA द्वारा किया जाएगा। दो महीने का प्रशिक्षण कार्यक्रम दिनांक 8 सितंबर से 8 नवंबर, 2024 तक आयोजित किया गया है, जिसमें पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के विभिन्न संस्थान शामिल रहे हैं। इसमें केन्या, घाना, तंजानिया, नाइजीरिया और श्रीलंका जैसे देशों से कुल 10 अंतरराष्ट्रीय उम्मीदवारों का चयन किया गया। अंतरराष्ट्रीय उम्मीदवारों के अलावा, भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण से 02 और भारतीय खान ब्यूरो से 01 उम्मीदवार भी इस दो महीने के प्रशिक्षण कार्यक्रम का हिस्सा थे।

प्रशिक्षण कार्यक्रम में शामिल विभिन्न संस्थान इस प्रकार हैं:

- CSIR-राष्ट्रीय समुद्रविज्ञान संस्थान (NIO)
- भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केन्द्र (INCOIS), हैदराबाद
- CSIR-खनिज और सामग्री प्रौद्योगिकी संस्थान (IMMT), भुवनेश्वर एवं



महासागर विज्ञान और पर्यावरण के बारे में ऑनबोर्ड शिप प्रशिक्षण, खनन में प्रौद्योगिकी विकास, और निष्कर्षण धातु विज्ञान में प्रौद्योगिकी विकास।

इसका समापन समारोह पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय में आयोजित किया गया, जहां केंद्रीय विज्ञान और प्रौद्योगिकी राज्य मंत्री (स्वतंत्र प्रभार), पृथ्वी विज्ञान राज्य मंत्री (स्वतंत्र प्रभार) डॉ. जितेंद्र सिंह ने नाइजीरिया, केन्या, श्रीलंका, तंजानिया, घाना और जमैका सहित छह देशों के अंतरराष्ट्रीय प्रशिक्षुओं को सम्मानित किया, जिन्होंने महासागर अन्वेषण में विशेष प्रशिक्षण कार्यक्रम पूरा किया था।

5.4. राष्ट्रीय मध्यम अवधि मौसम पूर्वानुमान केन्द्र (NCMRWF)

5.4.1. BCWC प्रशिक्षण कार्यशाला, दिनांक 15-26 जुलाई 2024

- बिम्सटेक सेंटर फॉर वेदर एंड क्लाइमेट (BCWC) तथा राष्ट्रीय मध्यम अवधि मौसम पूर्वानुमान केन्द्र (NCMRWF) ने बिम्सटेक सदस्य देशों के छात्रों और युवा शोधकर्ताओं के लिए एक प्रशिक्षण कार्यशाला का आयोजन किया। दिनांक 15-26 जुलाई 2024 तक दो सप्ताह का प्रशिक्षण BCWC/राष्ट्रीय मध्यम अवधि



मौसम पूर्वानुमान केन्द्र (NCMRWF) नोएडा में आयोजित किया गया। इस प्रशिक्षण कार्यशाला में छह बिम्सटेक सदस्य देशों के 18 प्रतिभागियों ने भाग लिया। इसमें सभी प्रतिभागी राष्ट्रीय हाइड्रो-मेट सर्विसेज (NHMS) से थे। इसमें युवा और अनुभवी पूर्वानुमानकर्ताओं/वैज्ञानिकों का अच्छा मिश्रण था। वे चक्रवात पूर्वानुमान, परिचालन मौसम विज्ञान आदि जैसे विविध क्षेत्रों में कार्य अनुभव से भी जुड़े थे।

- प्रतिभागियों को अपने-अपने देश की भौगोलिक स्थिति के अनुरूप प्रयोगों को डिजाइन करने का अवसर मिला, तथा उन्हें अपने-अपने देशों के लिए मौसम संबंधी विक्षोभों के सिमुलेशन को चुनने का अवसर मिला। प्रतिभागियों ने व्यावहारिक अभ्यास के लिए HPC का उपयोग करते हुए उपयोगी अनुभव प्राप्त किया। सभी तकनीकी कठिनाइयों के लिए परियोजना वैज्ञानिकों और राष्ट्रीय मध्यम अवधि मौसम पूर्वानुमान केन्द्र (NCMRWF) वॉलंटियर्स द्वारा सहायता प्रदान की गई।
- इस प्रशिक्षण पाठ्यक्रम के दौरान 16 वक्ताओं ने व्याख्यान दिए। इसमें भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD) से तीन वक्ताओं को आमंत्रित किया गया था। इससे भारत और अन्य बिम्सटेक सदस्य देशों में परिचालन प्रथाओं/चुनौतियों पर सूचनाप्रद चर्चा का अवसर मिला। राष्ट्रीय मध्यम अवधि मौसम पूर्वानुमान केन्द्र (NCMRWF) डेटा का उपयोग करके अभ्यास या परियोजनाओं की योजना बनाना आदि।

5.4.2. 18 नवंबर 2024 को BCWC की चौथी GB बैठक

बिम्सटेक मौसम और जलवायु केंद्र (BCWC) की चौथी गवर्निंग बोर्ड (GB) बैठक दिनांक 18 नवंबर 2024 को BCWC/राष्ट्रीय मध्यम अवधि मौसम पूर्वानुमान केन्द्र (NCMRWF) में आयोजित की गई। BCWC की गवर्निंग बॉडी (GB), BCWC की गतिविधियों और भविष्य की योजनाओं की निगरानी और समीक्षा करने तथा उपयुक्त अनुशंसाएं करने के लिए प्रतिवर्ष बैठक करता है। ऊठ के सदस्यों में प्रत्येक सदस्य देश के NHMS के महानिदेशक (DG) या उनके नामित प्रतिनिधि होते हैं। भूटान, बांग्लादेश, म्यांमार, थाईलैंड के सदस्यों के साथ-साथ बिम्सटेक सचिवालय के पदेन सदस्य भी इस बैठक में उपस्थित थे। श्रीलंका और नेपाल के प्रतिनिधियों ने इस बैठक में ऑनलाइन भाग लिया। भारत (डॉ. वी.एस. प्रसाद) को वर्ष 2024-25 के लिए GB का अध्यक्ष चुना गया है।



5.5. राष्ट्रीय तटीय अनुसंधान केन्द्र (NCCR)

5.5.1. तटीय पर्यावास और पारिस्थितिकी तंत्र

पारिस्थितिकी तंत्र सेवाएं और मॉडलिंग कार्यक्रम में कोरिंगा मैंग्रोव और काकीनाडा खाड़ी में ब्लू कार्बन आकलन और पारिस्थितिकी तंत्र सेवा मूल्यांकन पर ध्यान केंद्रित किया गया, जिसमें सामाजिक-आर्थिक सर्वेक्षण के साथ-साथ कार्बन आकलन, मैंग्रोव मानचित्रण और जैव-रासायनिक मॉडलिंग शामिल है। यह कार्यक्रम ईकोसिस्टम सर्विसएज और अकाउंटिंग (INECO) परियोजना संबंधी भारत-नॉर्वेजियन सहयोग परियोजना में भी योगदान देता है, जो जलवायु परिवर्तन शमन के लिए महासागर लेखांकन और ब्लू कार्बन प्रबंधन का समर्थन करने के लिए कोरिंगा मैंग्रोव के लिए एक बुनियादी दस्तावेज तैयार करता है। राष्ट्रीय तटीय अनुसंधान केन्द्र (NCCR) और NIVA, नॉर्वे द्वारा संयुक्त रूप से आयोजित एक हितधारक बैठक का आयोजन दिनांक 25 नवंबर 2023 को काकीनाडा में किया गया। इस कार्यक्रम में 23 विभागों और संगठनों के 86 प्रतिभागियों ने भाग लिया, जिससे पारिस्थितिकी तंत्र प्रबंधन के लिए एक सहयोगात्मक मंच तैयार किया गया, चर्चाओं में कोरिंगा

मैंग्रोव को प्रभावित करने वाले दबावों, खतरों और तनावों पर प्रकाश डाला गया, जिसमें प्रकृति-आधारित समाधान (NBS) पर विशेष ध्यान दिया गया। इस बैठक में पारिस्थितिकी तंत्र सेवा मूल्यांकन के लिए SEEA ढांचे के एकीकरण की संभावना तलाशते हुए सामुदायिक भागीदारी और न्यायसंगत लाभ-साझाकरण तंत्र पर जोर दिया गया। सफल संरक्षण प्रयासों को दर्शाने के लिए केस स्टडीज और सर्वोत्तम प्रथाओं को साझा किया गया। संरक्षण लक्ष्यों को सामाजिक-आर्थिक लाभों और सतत प्रबंधन रणनीतियों के साथ संरेखित करने के लिए मसौदा रूपरेखा के लिए अनुशासन की गई।

5.5.2. एकीकृत तटीय क्षेत्र प्रबंधन

भारत-नॉर्वेजियन सहयोग के एक भाग के रूप में, राष्ट्रीय तटीय अनुसंधान केन्द्र (NCCR) पुडुचेरी और लक्षद्वीप के लिए मैरीन स्पैटियल प्लान्स (MSP) तैयार कर रहा है, जिसका अभी कार्यान्वयन चरण चल रहा है, जिसकी पहल पुडुचेरी सरकार द्वारा की जा रही है और हितधारक प्रशिक्षण कार्यक्रम द्वारा इसका समर्थन किया जा रहा है। मैरीन स्पैटियल प्लानिंग पर एक दिवसीय प्रशिक्षण नॉर्वे में साझेदार



संस्थानों के सहयोग से दिनांक 9 फरवरी 2024 को पुडुचेरी के सरकारी अधिकारियों के लिए (MSP) पोर्टल (SAHAV), महासागर घास, रिस्टोरेशन संबंधी कार्यशाला (6 जून 2024), बेन्थिक पर्यावास मानचित्रण (3 और 4 दिसंबर 2024), पुडुचेरी के लिए मैरीन स्पैटियल प्लानिंग का कार्यान्वयन (18-19 सितंबर 2024) आयोजित किया गया।



5.5.3. तटीय प्रदूषण—तटीय सफाई

अंतरराष्ट्रीय तटीय सफाई दिवस के अवसर पर, चेन्नई के बेसेंट नगर समुद्र तट पर समुद्र तट सफाई गतिविधि आयोजित की गई। सचिव, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, मे-एलिन स्टेनर, भारत में नॉर्वे की राजदूत, राष्ट्रीय तटीय अनुसंधान केन्द्र (NCCR) के निदेशक और अन्य सदस्यों ने भी सफाई गतिविधि में भाग लिया।



5.6. महासागर सजीव संसाधन और पारिस्थितिकी केंद्र (CMLRE)

5.6.1. नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ वॉटर एंड एटमॉस्फेरिक रिसर्च (NIWA), न्यूजीलैंड के साथ संयुक्त सहयोग

महासागर सजीव संसाधन और पारिस्थितिकी केंद्र (CMLRE) ने दक्षिणी महासागर में जैव विविधता अध्ययन से संबंधित प्रशिक्षण और क्षमता विकास के लिए न्यूजीलैंड के नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ वॉटर एंड एटमॉस्फेरिक रिसर्च (NIWA) के साथ संयुक्त सहयोग किया है। इस पहल में NIWA जहाजों पर संयुक्त क्रूज भागीदारी शामिल है, जो गहरे समुद्र के जीवों का व्यवस्थित दस्तावेजीकरण करने में भारत की वैज्ञानिक क्षमताओं को बढ़ाएगी। यह कार्य दक्षिणी महासागर रॉस सागर क्षेत्र में अनुसंधान और निगरानी प्रयासों में प्रत्यक्ष रूप से योगदान देगा, जिससे अंटार्कटिक महासागर सजीव संसाधन संरक्षण आयोग (CCAMLR) के प्रति भारत की प्रतिबद्धता पूरी होगी।

5.6.2. डॉ जीवीएम गुप्ता और डॉ. आर. सेंधिल कुमार ने दिनांक 13 से 25 अक्टूबर 2024 तक ऑस्ट्रेलिया के होबार्ट में आयोजित अंटार्कटिक महासागर सजीव संसाधनों के संरक्षण आयोग की 43वीं वार्षिक बैठक में भाग लिया।



5.7. भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM)

5.7.1. जलवायु परिवर्तन अनुसंधान केन्द्र (CCCR)

- विश्व जलवायु अनुसंधान कार्यक्रम: विश्व जलवायु अनुसंधान कार्यक्रम (WCRP) के दक्षिण एशिया में कपल्ड मॉडल इंटरकंपेरिजन प्रोजेक्ट (CMIP) और कॉर्डिनेटेड रीजनल क्लाइमेट एक्सपेरीमेंट (CORDEX) में योगदान दिया।
- JAMSTEC-जापान: तटीय समुद्र स्तर में उतार-चढ़ाव पर जापान-भारत संयुक्त अनुसंधान। इस परियोजना का समन्वयन भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM), भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केन्द्र (INCOIS), राष्ट्रीय तटीय अनुसंधान केन्द्र (NCCR) और JAMSTEC, जापान द्वारा किया गया।
- भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM), INPE ब्राजील और CAS, चीन के बीच ब्रिक्स परियोजना "ब्रिक्स में चरम जलवायु घटनाओं का पता लगाने की दिशा में कृत्रिम बुद्धिमत्ता और पृथ्वी प्रणाली मॉडलिंग"। इस परियोजना के अंतर्गत, ब्रिक्स में चरम घटनाओं का पता लगाने के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता और पृथ्वी प्रणाली मॉडलिंग पर ब्राजील-चीन-भारत संयुक्त ब्रिक्स परियोजना कार्यशाला और बैठक (AIESMx) दिनांक 7-14 अक्टूबर 2024 तक मनौस और INPE में आयोजित की गई थी। कार्यशाला में पीआई डॉ पाउलो नोब्रे (ब्राजील), प्रोफेसर झाहोई लिन (चीन) और डॉ अवतिका डे चौधरी के साथ भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) पुणे से डॉ स्वप्ना पनिकल ने भाग लिया। इस कार्यशाला में सहयोगी देशों द्वारा पृथ्वी प्रणाली मॉडलिंग में किए गए विकास पर चर्चा की गई।

भारत, चीन और ब्राजील में एरोसोल (प्राकृतिक और मानवजनित) और भूमि आवरण परिवर्तनों के प्रभाव पर ESM प्रयोगों के परिणाम भी प्रस्तुत किए गए। इस कार्यशाला में ब्रिक्स देशों में चरम घटनाओं की जांच के लिए ESM के साथ एआई एल्गोरिदम की इंटरफेसिंग की भी जांच की गई।

- **CMIP7 टास्क फोर्स, WCRP:** जलवायु मॉडलिंग केंद्र के रूप में CMIP7 टास्क फोर्स में योगदान देना। विभिन्न प्रॉक्सी का उपयोग करके जलवायु अनुसंधान पर ध्यान केंद्रित करने वाले कार्यक्रम नेशनल ताइवान यूनिवर्सिटी, ताइवान और यूनिवर्सिटी ऑफ क्वींसलैंड, ऑस्ट्रेलिया द्वारा शुरू किए गए हैं।
- कई अन्य परियोजना-आधारित सहयोग अंतरराष्ट्रीय संस्थानों जैसे फोर्सचुंगजेंट्रम जूलिच जीएमबीएच, IEK-7, जूलिच, जर्मनी के साथ किए गए हैं; स्कूल ऑफ अर्थ एंड एनवॉयर्नमेंट, लीड्स विश्वविद्यालय, लीड्स, यूके; मौसम विज्ञान विभाग, रीडिंग विश्वविद्यालय, रीडिंग, यूके; नेब्रास्का-लिनकन विश्वविद्यालय, कागावा विश्वविद्यालय, जापान और एमआरआई, जापान।
- CCCR, दक्षिण एशिया में जलवायु परिवर्तन विज्ञान और सेवाओं पर एक नए क्षेत्रीय फोरम के लिए यूके सहायता-वित्तपोषित एशिया रीजनल रिजाइलेंस टू ऐ चौलेजिंग क्लाइमेट (ARRCC) कार्यक्रम पर यूके मौसम कार्यालय टीम के साथ काम कर रहा है। इस मंच को प्रारंभ में अन्य प्रासंगिक पहलों के साथ साझेदारी में ARRCC कार्यक्रम के माध्यम से समर्थन दिया जाएगा, जिसका उद्देश्य क्षेत्र में अन्य नेटवर्क और मंचों जैसे SASCOF और WCRP गतिविधियों के साथ इंटरफेस करना है।
- **स्विट्जरलैंड के साथ नवीन सहयोग:** भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) और फिजिकैलिस मेटियरोलॉजिस ऑब्जर्वेटोरियम दावोस/वर्ल्ड रेडिएशन सेंटर (PMD/WRC), दावोस डॉर्फ, स्विट्जरलैंड ने स्ट्रेटोस्फेरिक एरोसोल इंजेक्शन, जलवायु प्रणाली पर सौर विकिरण प्रबंधन के प्रभाव, विशेष रूप से उष्णकटिबंधीय हाइड्रोक्लाइमेट, मॉनसून, स्ट्रेटोस्फेरिक गतिशीलता पर ध्यान केंद्रित करने के क्षेत्र में बेहतर समझ विकसित करने की दिशा में संयुक्त रूप से काम करने के लिए एक समझौता ज्ञापन (MoU) पर हस्ताक्षर किए हैं। समझौता ज्ञापन (MoU) पर दिनांक 11 सितंबर 2024 को भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) के निदेशक डॉ. आर. कृष्णन और PMOD/WRC के निदेशक

प्रोफेसर डॉ. लुईस हैरा द्वारा हस्ताक्षर किए गए थे। यह कार्य 'समताप मण्डलीय सौर भू-इंजीनियरिंग के लिए ठोस कणों के रासायनिक और जलवायु प्रभावों का अन्वेषण' परियोजना के अंतर्गत किया जाएगा। यह परियोजना SOCOL/WACCM/IITM-ESM का उपयोग करके दीर्घकालिक जलवायु सिमुलेशन आयोजित करके



ठोस कणों के जलवायु प्रभावों का पता लगाने के प्रयास को दर्शाती है। परियोजना के लिए आवश्यक कार्य पैकेज और नैतिक प्रथाओं की रूपरेखा पर चर्चा करने के लिए अंतरराष्ट्रीय सहयोगी साझेदार संगठनों के सदस्यों के बीच कई ऑनलाइन बैठकें आयोजित की गई हैं।

5.7.2. उष्णकटिबंधीय मेघों की भौतिकी एवं गतिकीय (PDTIC)

करश्रुहे प्रौद्योगिकी संस्थान के साथ एक सहयोगात्मक अनुसंधान कार्य शुरू किया गया है, जिसमें उनके आइस न्यूक्लियेशन स्पेक्ट्रोमीटर (INSKET) का उपयोग किया जाएगा, जो विसर्जन हिमीकरण मोड में एरोसोल कण नमूनों में बर्फ न्यूक्लियेशन कणों की मात्रा निर्धारित करने के लिए एक हिमीकरण परख है। वायुमंडल में मिश्रित-चरण बादलों के निर्माण और विकास के लिए इमर्जन फ्रीजिंग प्रक्रियाएं सुसंगत हैं।

5.7.3. वायु गुणवत्ता पूर्व चेतावनी प्रणाली

- 2015 के लिए WRF-केम का उपयोग करते हुए NH3 की मॉडलिंग, और एडगर NH3 उत्सर्जन और नए बॉटम-अप उत्सर्जन का उपयोग करके इसकी अंतर-तुलना।
- डेल्टा डेन्यूडर प्रणाली और अन्य MARGA मापों का उपयोग करके दिल्ली में NH3 मापों की अंतर-तुलना।
- कतर मीटियरोलॉजी डिपार्टमेंट कतर के लिए एक प्रायोगिक वायु गुणवत्ता पूर्वानुमान प्रणाली विकसित करने पर काम कर रहा है। कतर के लिए मौजूदा दैनिक वायु गुणवत्ता पूर्वानुमान प्रणालियों (AQEWS) में परिचालन सहायता प्रदान की गई है।

5.7.4. मॉनसून मिशन

- अंतरराष्ट्रीय मॉनसून परियोजना कार्यालय (IMPO):

IMPO ने दिनांक 11 जुलाई 2024 को जापान के साप्पोरो में 9वें GEWEX OSC के दौरान हाइब्रिड मोड में CLIVAR/GEWEX मॉनसून पैनल के छठे सत्र और मॉनसून पैनल और एशियाई ऑस्ट्रेलियाई मॉनसून पर कार्य समूह (WG-AAM) के बीच संयुक्त बैठक के आयोजन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई।



- IMPO ने दिनांक 10 जुलाई 2024 को जापान के साप्पोरो में 9वें GEWEX OSC में "मॉनसून : भारत मौसम विज्ञान विभाग के 150 वर्ष पूरे होने के उपलक्ष्य में विशेष सत्र" पर सत्र 10 के सफल आयोजन में CLIVAR/GEWEX मॉनसून पैनल का समर्थन किया।



5.7.5. मॉनसून मिशन

- पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय-JAMSTEC सहयोग: इस सहयोग के अंतर्गत, भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) में मौसमी पूर्वानुमान समूह (मॉनसून मिशन) मॉनसून के सक्रिय और विराम चरण जैसे अंतर-मौसमी परिवर्तनशीलता के पूर्वानुमान के लिए दोनों मॉडलों की क्षमता का पता लगा रहा है। इस दिशा में आवश्यक मॉडल सिमुलेशन के आदान-प्रदान के प्रयास शुरू किए गए हैं और मौसमी पूर्वानुमान समूह (MM) और JAMSTEC के वैज्ञानिकों के बीच निरंतर

सहयोग से विश्लेषण किया जा रहा है। JAMSTEC के डॉ. स्वाधीन बेहरा और डॉ. ताकेशी दोई ने भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) सीजनल प्रेडिक्शन ग्रुप के साथ SINTEX-F2 पूर्वानुमान सिमुलेशन साझा किया है और मॉनसून के इंटर-सीजनल ऑसिलेशन पर ध्यान केंद्रित करते हुए विश्लेषण किया जा रहा है।

5.7.6. मॉनसून परिवर्तनशीलता और पूर्वानुमान के लिए एकीकृत मॉडल ढांचा (UMVP)

- भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) ने ग्लोबल एनर्जी एंड वाटर एक्सचेंज (GEWEX)/ग्लोबल एटमॉस्फेरिक सिस्टम स्टडी (GASS) द्वारा शुरू की गई अंतरराष्ट्रीय परियोजना "प्रारंभिक भूमि सतह तापमान और हिमपात का उप-मौसमी से मौसमी पूर्वानुमान (LS4P) पर प्रभाव" में सहयोग किया। इस पहल में दुनिया भर के लगभग 40 समूहों ने भाग लिया है। LS4P-I का प्राथमिक उद्देश्य, मल्टी-मॉडल फ्रेमवर्क में, मई में तीसरे ध्रुव/तिब्बती पठार (TP) पर सतह और उप-सतही तापमान विसंगति के कारण एशिया में जून में होने वाली वर्षा पर पड़ने वाले प्रभावों को स्थापित करना था।
- समूह "मिशन मौसम" पहल के तहत भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM)-CFS/GFS मॉडल पर आधारित अगली पीढ़ी के "एकीकृत पृथ्वी प्रणाली मॉडल" को विकसित करने पर सक्रिय रूप से काम कर रहा है। भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM)-CFS में गैर-हाइड्रोस्टेटिक गतिशील कोर का कार्यान्वयन करने के प्रयास भी चल रहे हैं, साथ ही भूमि सतह, महासागर बर्फ और बादल प्रक्रियाओं सहित भौतिक पैरामीटराइजेशन में प्रगति भी की जा रही है।

5.7.7. जर्मनी के साथ भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) का सहयोग

भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) ने क्लाउड माइक्रो-फिजिक्स के लिए DNS और पार्सल मॉडल के अध्ययन के लिए म्यूनिख, जर्मनी स्थित लुडविग मैक्सिमिलियन विश्वविद्यालय मौसम विज्ञान संस्थान के डॉ. फैंबियन हॉफमैन के साथ सहयोग किया।

5.7.8. SHIPAIR फील्ड कैम्पेन 2024 में भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) की भागीदारी

- भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM)

'शहरी बंदरगाह क्षेत्र में वायु प्रदूषण में शिपिंग उत्सर्जन के योगदान (SHIPAIR)' फील्ड कैम्पेन में शामिल था, जो IMT नॉर्ड यूरोप, CERI EE, फ्रांस के सहयोग से इनकिर्क फ्रांस में चलाया गया था। इस कैम्पेन का उद्देश्य वायु गुणवत्ता और जलवायु पर शिपिंग उत्सर्जन के प्रभाव का आकलन करना है। इसमें जहाजों द्वारा उत्सर्जित विभिन्न रासायनिक यौगिकों की विशेषता का पता लगाना और रेगुलेटेड प्रदूषकों (SO₂) और नॉन-रेगुलेटेड प्रदूषकों जैसे NO_x, BC, CO, CO₂ और PM_{2.5} का मात्रात्मक और गुणात्मक रूप से पता लगाना शामिल था।

VOCs/IVOCs, धातु एवं सूक्ष्म कण संख्या। अध्ययन का उद्देश्य जहाजों से होने वाले उत्सर्जन पर एक व्यापक डेटासेट तैयार करना भी था। इन उद्देश्यों में सहायता के लिए, उत्तरी फ्रांस के सबसे बड़े जहाज बंदरगाह, इनकक, फ्रांस में एक मल्टी-एक्सिस डिफरेंशियल ऑप्टिकल एब्जॉर्प्शन स्पेक्ट्रोमीटर (MAX-DOAS) स्थापित किया गया। इन प्रेक्षणों से शिपिंग उत्सर्जन की निरंतर निगरानी संभव हो सकी। इसके आधार पर महाजन आदि के द्वारा एक प्रकाशन निकाला गया है। महासागर प्रदूषण बुलेटिन, 2024. (संदर्भ: महाजन, एएस, टिनेल, एल., रिफॉल्ट, वी., गुइलबॉड, एस., डी'अन्ना, बी., क्यूवास, सी., और सैज-लोपेज, ए. (2024)। उत्तरी सागर में जहाज उत्सर्जन के MAX-DOAS प्रेक्षण। महासागर प्रदूषण बुलेटिन, 206, 116761.

<https://doi-org/10.1016/j.marpolbul.2024.116761>).

- CCCR-भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) के वैज्ञानिक डॉ. अनूप एस महाजन ने दिनांक 20 मई से जुलाई 2024 के दौरान डुआइ फ्रांस में शिपएयर फील्ड कैम्पेन 2024 के दूसरे भाग में भाग लिया और 2022 में एक अंतरराष्ट्रीय फील्ड अभियान के दौरान प्राप्त आंकड़ों के विश्लेषण सहित वायु गुणवत्ता और जलवायु पर शिपिंग उत्सर्जन के प्रभाव पर काम को आगे बढ़ाने और भविष्य की परियोजनाओं के लिए



5.7.9. आईआईटीएम

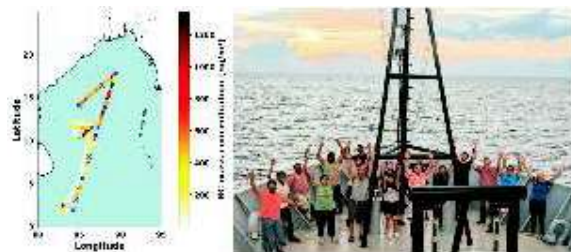
भारतीय आर्कटिक अभियानों में भागीदारी

CCCR-भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) के वैज्ञानिक चल रहे भारतीय आर्कटिक अभियानों में भाग ले रहे हैं। इस अभियान के एक भाग के रूप में, दीर्घकालिक प्रेक्षण के लिए भारतीय आर्कटिक स्टेशन, हिमाद्रि पर एक मल्टी-एक्सिस डिफरेंशियल ऑप्टिकल एब्जॉर्प्शन स्पेक्ट्रोमीटर (MAX-DOAS) स्थापित किया गया था।



5.7.10. एकमसैट क्रूज अभियान में भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) की भागीदारी

CAIPEEX समूह के वैज्ञानिकों ने दिनांक 26 अप्रैल 2024 से 14 जून 2024 तक बंगाल की खाड़ी (BoB) के ऊपर आर/वी थॉमस जी. थॉम्पसन के माध्यम से EKAMSAT (विज्ञान और उन्नत प्रशिक्षण के माध्यम से अरब सागर के महासागर पर्यावरण के ज्ञान को बढ़ाना) क्रूज अभियान में भाग लिया। इस अभियान का मुख्य उद्देश्य बादल निर्माण और ग्रीष्मकालीन मॉनसून में एरोसोल की परस्पर क्रिया पर प्रेक्षण-आधारित सीमितताओं की जानकारी एकत्र करना था। मुख्य उद्देश्य को पूरा करने के लिए, विभिन्न परिष्कृत उपकरण जैसे एथलोमीटर, स्कैनिंग मोबिलिटी पार्टिकल साइजर (SMPS), क्लाउड कंडेनसेशन न्यूक्ली (CCN) काउंटर आर/वी थॉमस जी. थॉम्पसन के अंदर एरोसोल सैंपलर, डस्ट कलेक्टर और रेन वॉटर कलेक्टर लगाए गए। सफल अभियान के बाद, दूरस्थ बंगाल की खाड़ी के ऊपर क्रूज ट्रेक (2 डिग्री उत्तरी अक्षांश से 17 डिग्री उत्तरी अक्षांश) के साथ एरोसोल के ऑनलाइन और ऑफलाइन नमूनों के अति महत्वपूर्ण डेटासेट एकत्र किए गए हैं।



5.7.11. स्ट्रेटोस्फीयर-ट्रोपोस्फीयर इंटरैक्शन और मॉनसून मौसम की चरम स्थितियों के पूर्वानुमान पर अंतराष्ट्रीय कार्यशाला (STIPMEX), दिनांक 02-07 जून 2024

- दिनांक 02-07 जून 2024 के दौरान भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM), पुणे, भारत में एक अंतराष्ट्रीय कार्यशाला "स्ट्रेटोस्फीयर-ट्रोपोस्फीयर इंटरैक्शन और मॉनसून मौसम की चरम स्थितियों की पूर्वानुमान (STIPMEX)" आयोजित की गई। कार्यशाला को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, भारत सरकार, WMO, WWRP, WCRP, APARC, ACAM, WGTMR द्वारा समर्थित किया गया था।

फोर्सचुंगजेट्टम जूलिच, जर्मनी, और SSIIRCA कार्यशाला का उद्देश्य समताप मंडल-क्षोभमंडल युग्मन प्रक्रियाओं और एशियाई ग्रीष्मकालीन मॉनसून से जुड़ी चरम मौसम घटनाओं के सभी प्रेक्षणध्मांडलिंग पहलुओं को बढ़ावा देना था। विश्व भर के कई विशेषज्ञों ने इन तथा संबंधित विषयों पर विचार-विमर्श किया, जिसके परिणामस्वरूप विश्व भर के विभिन्न संस्थानों में ज्ञान का आदान-प्रदान हुआ।

- छात्रों और शुरुआती करियर वाले वैज्ञानिकों/पेशेवरों को नवीनतम डेटा विश्लेषण तकनीकों पर एक दिवसीय पूर्व-कार्यशाला प्रशिक्षण सत्र दिया गया। इस अंतराष्ट्रीय कार्यशाला में भारत तथा एशियाई, यूरोपीय, अमेरिकी और अफ्रीकी महाद्वीपों के 14 विभिन्न देशों से लगभग 310 प्रतिभागियों ने भाग लिया। कार्यशाला के दौरान दो सार्वजनिक वार्ता आयोजित की गई, एक ऑक्सफोर्ड विश्वविद्यालय के प्रोफेसर टिमोथी पामर द्वारा "एनसेंबल मौसम और जलवायु पूर्वानुमान: उत्पत्ति से एआई तक" विषय पर, और दूसरा व्याख्यान दिनांक 3 जून 2024 को प्रोफेसर वी. रामास्वामी, निदेशक, एनओएए/जीएफडीएल और वायुमंडलीय और महासागरीय विज्ञान कार्यक्रम, प्रिंसटन यूनिवर्सिटी, प्रिंसटन, न्यू जर्सी द्वारा दिनांक 04 जून 2024 को "21वीं सदी की पृथ्वी ऊर्जा असंतुलन और जलवायु परिवर्तन" विषय पर दिया गया।



5.7.12. मेघ और वर्षण पर अंतराष्ट्रीय सम्मेलन (ICCP) भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM), भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD) और राष्ट्रीय मध्यम अवधि मौसम पूर्वानुमान केन्द्र (NCMRWF) के कई वैज्ञानिकों ने 8-12 जुलाई 2024 के दौरान जापान के साप्पोरो में आयोजित 9वें ग्लोबल वॉटर एंड एनर्जी एक्सचेंज (GEWEX) ओपन साइंस कॉन्फ्रेंस (OSC) में भाग लिया। भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) के निदेशक डॉ. आर. कृष्णन ने दिनांक 11 जुलाई 2024 को "बदलते जल चक्र और मॉनसून वर्षा की चरम सीमा: सीखे गए सबक और आगे का रास्ता" पर मुख्य व्याख्यान दिया।



5.8. राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान अध्ययन केन्द्र (NCESS)

5.8.1. UKRI कार्यक्रम शुभारंभ में भागीदारी

डॉ. के. श्रीलश, वैज्ञानिक डी, जलविज्ञान गुप, राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान अध्ययन केन्द्र (NCESS) ने दिनांक 22-23 अक्टूबर 2024 के दौरान यूनाइटेड किंगडम के एडिनबर्ग में आयोजित "भारत भर में भू-खतरनाक प्रक्रियाओं और उनके प्रभावों को समझना" कार्यक्रम लॉन्च समारोह में भाग लिया, जिसे यूके रिसर्च एंड इनोवेशन (UKRI) के तहत नेचुरल एनवायरनमेंट रिसर्च काउंसिल (NERC) द्वारा आयोजित किया गया था। डॉ. श्रीलश, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय-यूकेआरआई द्वारा वित्त पोषित द्विपक्षीय परियोजना के को-लीड हैं, जिसका शीर्षक है 'गढ़वाल हिमालय में बहु-संकट जल प्रपातों के लिए गतिकीय जोखिम पूर्वानुमान'।



5.8.2. अंतरराष्ट्रीय समुद्रतल प्राधिकरण के लिए प्रशिक्षण कार्यक्रम:

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES) और अंतरराष्ट्रीय समुद्र तल प्राधिकरण (ISA) अनुबंध के हिस्से के रूप में, राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान अध्ययन केन्द्र (NCESS) ने दिनांक 21-27 अक्टूबर 2024 के दौरान 5 अंतरराष्ट्रीय छात्रों के लिए एक प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित किया। सप्ताह भर चलने वाले प्रशिक्षण कार्यक्रम में पृथ्वी विज्ञान के क्षेत्र में विभिन्न विषयों पर प्रतिष्ठित वैज्ञानिकों द्वारा व्याख्यान दिए गए, साथ ही प्रयोगशाला भ्रमण और व्यावहारिक अनुप्रयोग प्रशिक्षण पर भी चर्चा की गई।

कार्यक्रम का समापन एक व्यापक क्षेत्रीय दौरे के साथ हुआ, जिससे प्रतिभागियों के समग्र शिक्षण अनुभव में उल्लेखनीय वृद्धि हुई। कार्यक्रम के एक भाग के रूप में – थिन सेक्शन, अयस्क खनिज विज्ञान, द्रव समावेशन, वैज्ञानिक उपकरणों आदि—पर 7 विशेषज्ञ व्याख्यान और व्यावहारिक प्रयोगशाला प्रशिक्षण आयोजित किए गए।



5.8.3. पुरस्कार और सम्मान:

डॉ. नीलांजना सोरकर, वैज्ञानिक डी, सॉलिड अर्थ रिसर्च ग्रुप। राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान अध्ययन केन्द्र (NCESS) को कोरिया के राष्ट्रीय अनुसंधान फाउंडेशन (NRF) द्वारा ब्रेन पूल कार्यक्रम आमंत्रित वैज्ञानिक के रूप में चुना गया। ये कोरिया पोलर इंस्टीट्यूट में दिनांक 01 जुलाई 2024 से 31 दिसंबर 2026 तक की अवधि के दौरान "रॉस ऑरोजेन, अंटार्कटिका के मेटामॉर्फिक इवोल्यूशन के इतिहास को सामने लाना और भूगतिकी पर इसके प्रभाव: एक बहुआयामी दृष्टिकोण" नामक परियोजना पर काम करेंगी।

5.9. अन्य अंतरराष्ट्रीय सहयोग गतिविधियाँ

5.9.1. पहली ब्लू टॉक्स बैठक

पहली ब्लू टॉक्स बैठक पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES) द्वारा 29 फरवरी, 2024 को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के मुख्यालय में फ्रांस और कोस्टा रिका के दूतावास के सहयोग से आयोजित की। इस बैठक का मुख्य उद्देश्य महासागर प्रशासन पर भारतीय हितधारकों की अनुशंसाएं एकत्र करना तथा महासागर संरक्षण और सतत विकास से संबंधित अच्छे तरीकों और सफल अनुभवों को साझा करना था। इसका उद्देश्य आगामी संयुक्त राष्ट्र महासागर सम्मेलन (UNOC3) की तैयारी में सहयोग के लिए विभिन्न हितधारकों से इनपुट और सुझाव एकत्र करना भी था।



बैठक में विभिन्न सरकारी और गैर-सरकारी संगठनों, भारत में महासागर मामलों से संबंधित वैज्ञानिक संस्थानों जैसे

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD), नीति आयोग, पर्यावरण, वन और जलवायु परिवर्तन मंत्रालय, जैव प्रौद्योगिकी विभाग, मत्स्य पालन, विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, विदेश मंत्रालय, सीएसआईआर संस्थान, शिक्षाविदों, थिंक टैंक और गैर सरकारी संगठनों का प्रतिनिधित्व करने वाले 50 से अधिक प्रतिभागियों ने भाग लिया।

सतत विकास के लिए ब्ल्यू इकोनॉमी पर टास्क फोर्स की छठवीं बैठक

सतत विकास के लिए ब्ल्यू इकोनॉमी पर टास्क फोर्स की छठवीं बैठक दिनांक 23 नवंबर 2023 को पृथ्वी भवन, नई दिल्ली स्थित पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के मुख्यालय में हाइब्रिड मोड में आयोजित की गई। इस बैठक की सह-अध्यक्षता पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव डॉ. एम. रविचंद्रन और नई दिल्ली स्थित रॉयल नॉर्वेजियन दूतावास में मिनिस्टर काउंसलर सुश्री मार्टिन आमदाल बोथेम ने की।



बैठक में अन्य भारतीय मंत्रालयों जैसे पर्यावरण, वन और जलवायु परिवर्तन मंत्रालय (MoEF-CC), विदेश मंत्रालय (MEA), मत्स्य पालन विभाग (DoF), बंदरगाह, जहाजरानी और जलमार्ग मंत्रालय (MoPSW), नवीन और नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय (MNRE), पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के संस्थान, कई नॉर्वेजियन एजेंसियां जैसे नॉर्वेजियन इंस्टीट्यूट फॉर वॉटर रिसर्च (NIVA), नॉर्वेजियन यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी (NTNU) ओशन्स ने भाग लिया। बैठक में भारत-नॉर्वे महासागर प्रदूषण पहल, एकीकृत महासागर प्रबंधन एवं अनुसंधान पहल, हरित महासागर नौवहन आदि पर चर्चा की गई।

5.9.2. भारत-नॉर्वे एकीकृत महासागर प्रबंधन और अनुसंधान पहल की चौथी परियोजना संचालन समिति (PSC) बैठक।

भारत-नॉर्वे एकीकृत महासागर प्रबंधन और अनुसंधान पहल

की चौथी परियोजना संचालन समिति (PSC) की बैठक दिनांक 20 सितंबर 2024 को चेन्नई में आयोजित की गई और इसमें दोनों देशों के PSC के सदस्यों, पर्यवेक्षकों और आमंत्रितों ने भाग लिया। परियोजना संचालन समिति की बैठक का उद्देश्य पिछले वर्ष किए गए कार्यों की समीक्षा करना तथा भारत-नॉर्वे एकीकृत महासागर प्रबंधन एवं अनुसंधान पहल के तहत आगे की योजना बनाना था।

बैठक की सह-अध्यक्षता पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सचिव और भारत में नॉर्वे की राजदूत महामहिम मे-एलिन स्टेनर ने की। भारत की ओर से, विभिन्न मंत्रालयों जैसे कि पर्यावरण, वन और जलवायु परिवर्तन मंत्रालय, वन एवं पर्यावरण मंत्रालय, तथा विभिन्न राज्यों और संघ राज्य क्षेत्रों यथा केरल, आंध्र प्रदेश, तमिलनाडु और पुडुचेरी के हितधारकों ने इसमें भाग लिया। नॉर्वे की ओर से नॉर्वेजियन इंस्टीट्यूट ऑफ वॉटर रिसर्च (NIVA) और नॉर्वेजियन एनवॉयर्नमेंटल एजेंसी (NEA) इस बैठक का हिस्सा हैं।



अध्याय-6

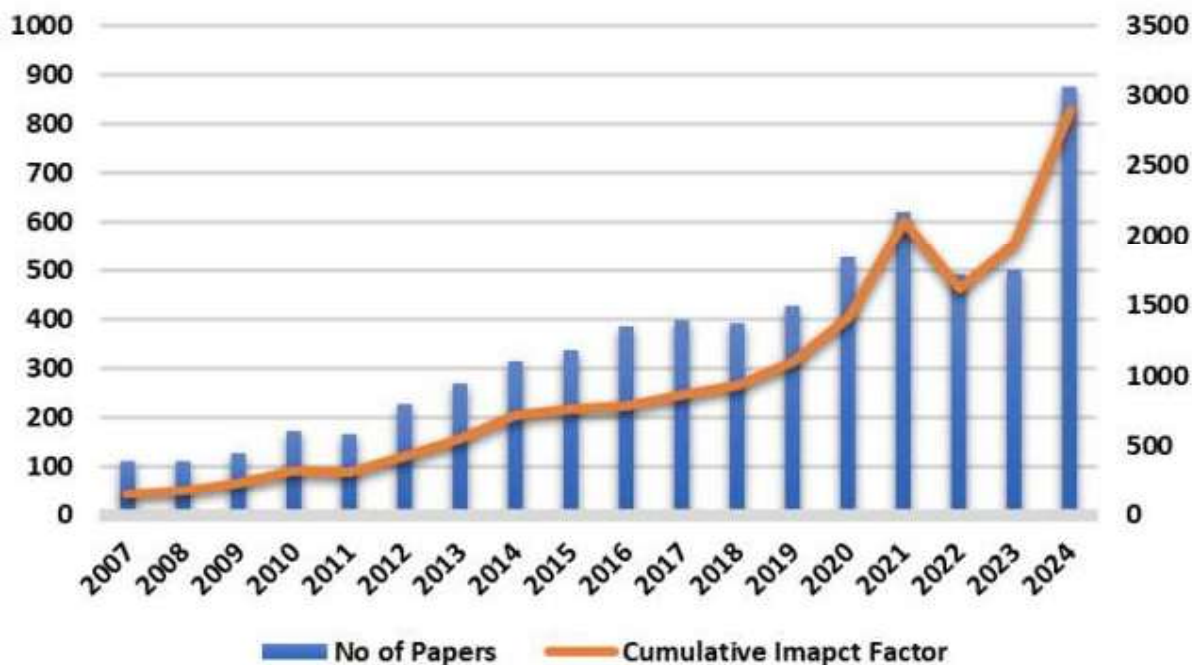
प्रकाशन, पेटेंट, पुरस्कार और सम्मान

6.1. प्रकाशन

2024 में पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के संस्थानों द्वारा कुल 800 शोध पत्र प्रकाशित किए गए, जिनका संचयी प्रभाव कारक 2882.04 था। शोध पत्रों का औसत प्रभाव कारक 3.60 था।

वर्ष	शोध पत्रों की संख्या	संचयी प्रभाव कारक	औसत प्रभाव कारक
2007	100	~100	~1.0
2008	100	~200	~2.0
2009	100	~300	~3.0
2010	150	~450	~3.0
2011	150	~600	~4.0
2012	200	~800	~4.0
2013	250	~1000	~4.0
2014	300	~1200	~4.0
2015	350	~1400	~4.0
2016	380	~1600	~4.2
2017	400	~1800	~4.5
2018	400	~2000	~5.0
2019	450	~2300	~5.1
2020	550	~2800	~5.1
2021	600	~3200	~5.3
2022	450	~3500	~5.3
2023	500	~3800	~5.6
2024	800	~4100	~5.1

तालिका 6.1 : पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय से संस्थानवार शोध पत्रों की संख्या



पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय से अनुसंधान पत्रों की वर्षवार संख्या और संचयी प्रभाव कारक।

6.2. पेटेंट

क्र. सं.	आविष्कारक	पेटेंट का शीर्षक	संदर्भ संख्या	देश
प्रदान किए गए पेटेंट				
1.	आर वेंकटेशन, एम अरुल मुथैया, जोसिया जोसेफ, पी मुरुगेश	चक्रवात के दौरान तीव्र गति संचरण के लिए एक	438396 12.07.2023 प्रणाली और विधि।	भारत
2.	कृपाकरण आर, तिरुपति के, रामश एनआर, आत्मानंद एमए	गहरे समुद्र में सूक्ष्मजीव संवर्धन के लिए उपकरण	423452 28.02.2023 और उसकी विधि।	भारत
3.	जीए रामदास, एस रमेश, डी सथियानारायणन, आर रमेश, जी हरिकृष्णन, ए वडिवेलन, एन वेदाचलम, एएन सुब्रमण्यम, ई चंद्रशेखरन, डी मुथुकुमारन, एम मुरुगेशन, एस एलंगोवन	एक ध्रुवीय सुदूर संचालित वाहन	201841045387 31.11.2018 427580 29.03.2023	भारत
4.	श्रीदेव डीएस, शिजो जकारिया, ढिल्शा राजपन, सिमु जैकब, आत्मानंद एम.ए	एक साथ डिजिटल डेटा प्रदान करने के लिए एक नेटवर्क योग्य हाइड्रोफोन सरणी	418913 23.01.2023	भारत
5	डी मुथुकुमारन, वी डॉस प्रकाश, ए वाडिवेलन, एस एलंगोवन, ई चंद्रशेखरन, एम मुरुगेशन, एम राधाकृष्णन	समुद्र विज्ञान अनुप्रयोगों के लिए एक जलरोधक एलईडी सरणी प्रकाश व्यवस्था प्रणाली	406787 16.09.2022	भारत
दायर किए गए पेटेंट				
1.	आर वेंकटेशन, एम अरुल मुथैया, बी केशवकुमार, के थिरुमुगन, जी वेंगटेशन, सी मुथुकुमार,	गहरे महासागर और उप-समुद्री वातावरण के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित स्वायत्त डाटा अधिग्रहण प्रणाली और विधि।	202241005052 31.01.2022	भारत

प्रकाशन, पेटेंट, पुरस्कार और सम्मान

2.	आर वेंकटेशन, एम अरुल मुथैया, बी केशवकुमार , जी वेंगेटसन , के रमेश	समुद्री अनुप्रयोगों और उसके तरीकों के लिए वास्तविक समय निगरानी और डेटा अधिग्रहण के लिए स्मार्ट स्वायत्त प्रणाली।	202241005053 31.03.2022	भारत
3.	आर वेंकटेशन, एम अरुल मुथैया, बी केशवकुमार , के थिरुमुगन , जी वेंगेटेशन , आर श्रीधर	महासागर प्रेक्षण के लिए मछली पकड़ने के जहाज-आधारित स्मार्ट नेटवर्क के लिए प्रणाली और विधि	20224102259 17.04.2022	भारत
4.	बिस्वजीत हलदर, बॉबी जॉर्ज, एमए आत्मानंद, के थिरुमुगन, एम अरुल मुथैया, टाटा सुधाकर	डेटा उत्प्लव में एकीकृत लोड सेल का उपयोग करके समुद्री धारा को समझने और मापने की प्रणाली और विधि	20234106300 19.09.2023	भारत

• उद्योगों को प्रौद्योगिकियों का हस्तांतरण स्वदेशी प्रौद्योगिकी विकास के भाग के रूप में अनेक महासागर प्रेक्षण उपकरण विकसित किये गये और उनके

परीक्षण किए गए हैं। इन प्रौद्योगिकियों को राष्ट्रीय अनुसंधान विकास निगम (NRDC) के माध्यम से व्यावसायीकरण के लिए उद्योगों को हस्तांतरित किया गया है।

मेट-ओशन उत्प्लव सिस्टम टाइप-1 (एमओबीएस-1)	मेसर्स नोरिको प्राइवेट लिमिटेड मुंबई	2022
समुद्री जल लालटेन (रोशिनी)	मेसर्स प्रिटले टेक्नोलॉजीज	2022
समुद्री सतह तापमान सेंसर (एसएसटी)	मेसर्स ट्राइडेल टेक्नोलॉजीज	2022
समुद्री जल लालटेन (रोशिनी)	मेसर्स पोरुनिमा वाटर टेक्नोलॉजीज	2023
मूर्ड उत्प्लव सिस्टम टाइप-1 के यांत्रिक घटक	मेसर्स जीआरपी इंडस्ट्रीज	2023
मूर्ड उत्प्लव सिस्टम टाइप-2 के यांत्रिक घटक	मेसर्स जीआरपी इंडस्ट्रीज	2023
मूर्ड उत्प्लव सिस्टम टाइप-1 और 2 के यांत्रिक घटक	मेसर्स नेक्स्टेंग एनवायरो प्राइवेट लिमिटेड	2023
स्वदेशी ध्वनिक उप तल प्रोफाइलर	मेसर्स बीईएल (भारत इलेक्ट्रॉनिक लिमिटेड)	2023

6.3. पुरस्कार और सम्मान

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और उसके संगठनों के अधिकारियों द्वारा प्राप्त पुरस्कार और सम्मान नीचे दिए गए हैं।

- इंकॉइस को जियोस्पेटियल वर्ल्ड फोरम (जीडब्ल्यूएफ2024), रॉटरडैम, नीदरलैंड के दौरान समुद्र मोबाइल ऐप (समुद्री डेटा संसाधनों और परामर्शिकाओं के लिए समुद्री उपयोगकर्ताओं तक स्मार्ट पहुंच) बनाने के लिए मई 2024 में समुद्री सेवाओं में जियोस्पेशियल वर्ल्ड एक्सीलेंस पुरस्कार से सम्मानित किया गया।
- इंकॉइस को अपने आंतरिक रूप से विकसित एसएआरएटी और एसएआरएटी-1 उपकरणों का उपयोग करके समुद्रवर्ती और वैमानिकी खोज और बचाव कार्यों में महत्वपूर्ण योगदान के लिए 2023-24 के लिए 'सर्व एंड रेस्क्यू अवार्ड फोर एशोर यूनिट' से सम्मानित किया गया। इन उपकरणों ने समुद्री एसएआर प्रयासों को बढ़ाया और बेहतर SARAT 2.0 को अगस्त 2024 में आरंभ किया गया। नवंबर 2024 में कोच्चि में राष्ट्रीय समुद्रवर्ती खोज और बचाव बोर्ड की 11वीं बैठक में रक्षा सचिव, श्री राजेश कुमार सिंह द्वारा यह पुरस्कार प्रदान किया गया।
- नवंबर 2024 में भारतीय उद्योग परिसंघ द्वारा आयोजित एक राष्ट्रीय स्तर के कार्यक्रम में इंकॉइस को "STEM में महिलाओं की उत्कृष्टता को बढ़ावा देने वाले शीर्ष 10 संस्थानों" के तहत मान्यता प्राप्त हुई।
- दिसंबर 2024 में IISER भोपाल में NASI के 94वें वार्षिक सत्र के दौरान IITM के निदेशक डॉ. आर कृष्णन को राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, भारत (NASI) का फेलो चुना गया।
- डॉ. राहुल मोहन, वैज्ञानिक एफ, एनसीपीओआर को राष्ट्रीय भूविज्ञान पुरस्कार 2023 प्राप्त हुआ। प्रतिष्ठित राष्ट्रीय भूविज्ञान पुरस्कार 2023 को भारत की माननीय राष्ट्रपति, श्रीमती द्रौपदी मुर्मू द्वारा अगस्त 2024 में राष्ट्रपति भवन, नई दिल्ली में प्रदान किया गया।
- आईआईटीएम पुणे के डॉ. रॉक्सी मैथ्यू कोल को 2024 के लिए पृथ्वी विज्ञान में राष्ट्रीय विज्ञान पुरस्कार: विज्ञान युवा शांति स्वरूप भटनागर पुरस्कार से सम्मानित किया गया।
- डॉ. राहुल मोहन, वैज्ञानिक एफ, एनसीपीओआर को नवंबर 2024 में जियोलॉजिकल सोसायटी ऑफ इंडिया

की वार्षिक आम बैठक में एल रामाराव जन्म शताब्दी पुरस्कार से सम्मानित किया गया।

- डॉ. शैलेन्द्र सेनी, वैज्ञानिक एफ, एनसीपीओआर, को 14-16 अगस्त, 2024 को ब्यूनस आयर्स, अर्जेटीना में आयोजित 36वीं वार्षिक आम बैठक के दौरान राष्ट्रीय अंटार्कटिक कार्यक्रम (सीओएनएपी) कार्यकारी समिति के प्रबंधकों की परिषद के उपाध्यक्षों में से एक के रूप में चुना गया।
- डॉ. एपी सिंह, वैज्ञानिक ई, बीजीआरएल को 2024 के लिए भारतीय भूभौतिकीय संघ से 'अन्नी तलवानी स्वर्ण पदक' प्राप्त हुआ।
- डॉ. दीपज्योति गोस्वामी, वैज्ञानिक डी, बीजीआरएल को जनवरी से जुलाई 2024 तक यूनाइटेड किंगडम के लिवरपूल विश्वविद्यालय में भूकंप भौतिकी में उन्नत अनुसंधान करने के लिए प्रतिष्ठित एसईआरबी-एसआईआरई फेलोशिप पुरस्कार प्राप्त हुआ।
- डॉ. नीलांजना सोरकर, वैज्ञानिक डी, एनसेस को कोरिया पोलर रिसर्च इंस्टीट्यूट में जुलाई 2024 से दिसंबर 2026 तक कोरिया के नेशनल रिसर्च फाउंडेशन (एनआरएफ) द्वारा ब्रेन पूल प्रोग्राम आमंत्रित वैज्ञानिक के रूप में चुना गया है।
- डॉ. पेरियासामी आर (परिवोजना वैज्ञानिक II, एनसीपीओआर) को जून 2024 में गहरे समुद्री अनुसंधानर्च में उत्कृष्टता के लिए पांचवां आईएसएम महासचिव का पुरस्कार प्राप्त हुआ।
- डॉ. प्रिंस प्रकाश जेबाकुमार को फरवरी 2024 में इंस्टीट्यूट ऑफ रिसर्चर्स से सर सीवी रमन पुरस्कार 2024 प्राप्त हुआ।
- डॉ. बालकृष्णन नायर टी.एम., वैज्ञानिक जी, इंकॉइस को मेटओशन आवश्यकताओं (ईटी-एमओआर) पर डब्ल्यूएमओ विशेषज्ञ टीम के उपाध्यक्ष सदस्य के रूप में चुना गया।
- डॉ. बालकृष्णन टी एम नायर, निदेशक (स्वतंत्र प्रभार), इंकॉइस को वैश्विक महासागर प्रेक्षण प्रणाली (जीओओएस) संचालन समिति का सह-अध्यक्ष चुना गया।
- श्री ई पट्टाभि रामा राव, वैज्ञानिक-जी, इंकॉइस को मेटओशन आवश्यकताओं (ईटी-एमओआर) पर डब्ल्यूएमओ विशेषज्ञ टीम के सदस्य के रूप में चुना गया।

- श्री ई पट्टाभि रामा राव, वैज्ञानिक जी, इंडोइस को इंडोनेशिया के जकार्ता में यूनेस्को-आईओसी (आईसीजी/आईओटीडब्ल्यूएमएस) के 14वें सत्र में इसका अध्यक्ष चुना गया।
- डॉ कमलजीत रे, वैज्ञानिक 'जी' को भारत मौसम विज्ञान सोसायटी (आईएमएस) फ़ेलोशिप 2023 से सम्मानित किया गया।
- डॉ. थारा प्रभाकरन, वैज्ञानिक जी, आईआईटीएम को भारत मौसम विज्ञान सोसायटी (आईएमएस) फ़ेलोशिप 2024 से सम्मानित किया गया।
- डॉ. सुस्मिता जोसेफ और डॉ. भूपेंद्र सिंह, आईआईटीएम को आईएमएस एसोसिएट फ़ेलो के रूप में सम्मानित किया गया।
- डॉ. संजीवा कुमार बलियारसिंह और डॉ. धन्या एम लाल, इंडोइस ने फरवरी 2024 में आईआईटी मद्रास रिसर्च पार्क, चेन्नई में आयोजित विश्व महासागर विज्ञान कांग्रेस-2024 में 'महासागर सेवाएं: क्या मौजूद है और क्या आवश्यक है' विषय के तहत सर्वश्रेष्ठ दस्तावेज का पुरस्कार जीता।
- सुश्री मर्सी वर्गीस, आईआईटीएम ने मॉनसून अनुसंधान में आईएमएस सर्वश्रेष्ठ दस्तावेज (पूर्व में बी एन देसाई पुरस्कार) प्राप्त किया।
- श्री अविनाश एन पर्डे, आईआईटीएम को मौसम और जलवायु सेवाओं पर आईएमएस सर्वश्रेष्ठ दस्तावेज पुरस्कार (पूर्व में भावनारायण पुरस्कार) प्रदान किया गया।

अध्याय-7
प्रशासनिक सहायता

7.1 नागरिक चार्टर

विजन

समाज के सामाजिक-आर्थिक लाभ के लिए पृथ्वी प्रणाली विज्ञान क्षेत्र में ज्ञान और प्रौद्योगिकी उद्यम के रूप में उत्कृष्टता प्राप्त करना।

उद्देश्य

मौसम, जलवायु, महासागर और तटीय स्थिति, जल विज्ञान, भूकंप विज्ञान और प्राकृतिक आपदाओं के लिए सेवाएं प्रदान करना; धारणीय तरीके से समुद्री सजीव और निर्जीव संसाधनों का अन्वेषण और दोहन करना तथा तीन ध्रुवों (आर्कटिक, अंटार्कटिक और हिमालय) का अन्वेषण करना।

हमारी प्रतिबद्धताएँ			
क्र.सं.	सेवाएँ / लेनदेन	सफलता के संकेतक	सेवा मानक
1.	मौसम पूर्वानुमान और चेतावनियाँ	आम जनता के लिए मौसम पूर्वानुमान और चेतावनी समय पर जारी करना तथा तीर्थयात्रा, पर्यटन, पर्वतीय अभियान, खेल आदि के लिए मौसम विज्ञान संबंधी सहायता प्रदान करना।	3 से 6 घंटे
2.	जिला स्तर पर कृषि-मौसम विज्ञान संबंधी परामर्शिकाएं उपलब्ध कराना	जिला स्तर पर किसानों को कृषि-मौसम विज्ञान संबंधी परामर्शिका उपलब्ध कराना	सप्ताह में दो बार
3.	नागरिक विमानन प्रयोजन के लिए मौसम विज्ञान संबंधी सहायता	नागरिक विमानन प्रयोजन के लिए मौसम विज्ञान संबंधी सहायता	30 मिनट
4.	वर्षा की निगरानी	वर्षा की निगरानी	1 दिन
5.	महासागर पूर्वानुमान	समय पर टूना मछली पकड़ने के लिए परामर्शिका जारी करना	24 घंटे
		समुद्र की स्थिति का पूर्वानुमान	
		i. सामान्य जनता	3-6 घंटे
		ii. मछुवारा समुदाय	3-6 घंटे
		iii. उद्योग	3-6 घंटे
		iv. रक्षा / सुरक्षा / शोधकर्ता	3-6 घंटे
6.	प्राकृतिक खतरों की पूर्व चेतावनी	(क) सुनामी बुलेटिन समय पर जारी करना	10 मिनट
		भूकंप बुलेटिन (भूकंप के बाद)	10 मिनट
		चक्रवात चेतावनी बुलेटिन	3 घंटे
7.	सेमिनार / संगोष्ठी के आयोजन के प्रस्तावों पर कार्रवाई	सेमिनार / संगोष्ठी प्रस्तावों का अनुमोदन	2 महीने
8.	पृथ्वी विज्ञान के क्षेत्र में विदेशी प्रस्तावों पर कार्रवाई	वैज्ञानिकों / वैज्ञानिक संस्थानों से प्राप्त प्रस्तावों पर समय पर कार्रवाई	6 महीने

9.	विक्रेताओं को भुगतान	बिल जमा करने पर विक्रेताओं को समय पर भुगतान	4 सप्ताह
10.	विभिन्न केन्द्रों से प्राप्त वैज्ञानिक पदों को भरने के अनुरोधों पर कार्रवाई	विभिन्न केन्द्रों से प्राप्त प्रस्तावों पर समय पर कार्रवाई	2 महीने
11.	शिकायत निवारण	शिकायतों का समय पर निवारण	
		a. पावती	7 दिन
		b. अंतिम जवाब	45 दिन
12.	पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के नियंत्रणाधीन दायित्व वाले केंद्रों को निधियां जारी करना	प्राप्त प्रस्तावों का समय पर कार्रवाई	30 दिन
13.	आरटीआई अधिनियम 2005 के अंतर्गत आवेदनों/अपीलों का निपटान	आवेदनों/अपीलों का समय पर निपटान	30/30 दिन

7.2 अल्पसंख्यक कल्याण पर 15 सूत्री कार्यक्रम का कार्यान्वयन

जहां भी आवश्यक हो, अल्पसंख्यक कल्याण पर 15 सूत्री कार्यक्रम पर उचित विचार किया जाता है।

7.3 बजट और लेखा

(करोड़ रुपए में)										
क्र. सं.	मुख्य लेखा शीर्ष	2022-23 वास्तविक			2023-24 बजट अनुमान			2023-24 वास्तविक		
		राजस्व	पूंजी	कुल	राजस्व	पूंजी	कुल	राजस्व	पूंजी	कुल
राजस्व खण्ड										
1.	3403- समुद्र विज्ञान अनुसंधान	545.05	0-00	545.05	1081.45	0-00	1081.45	722.09	0.00	722.09
2.	3425- अन्य वैज्ञानिक अनुसंधान	71.69	0-00	71.69	78.77	0.00	78.77	63.43	0.00	63.43
3.	3451- सचिवालय आर्थिक सेवाएं	41.76	0.00	41.76	527.08	0.00	527.08	536.89	0.00	536.89
4.	3455- मौसम विज्ञान	839.27	0.00	839.27	963.27	0.00	963.27	936.71	0.00	936.71
	कुल (राजस्व)	1497.77	0.00	1497.77	2650.57	0.00	2650.57	2259.12	0.00	2259.12
पूंजी खण्ड										
1.	5403- समुद्र विज्ञान अनुसंधान पर पूंजीगत परिव्यय	0.00	15.81	15.81	0.00	226.95	226.95	0.00	55.23	55.23
2.	5455- मौसम विज्ञान पर पूंजीगत व्यय	0.00	72.48	72.48	0.00	444.43	444.43	0.00	93.15	93.15
3.	5475- अन्य सामान्य आर्थिक सेवाओं पर पूंजीगत परिव्यय	0.00	0.00	0.00	0.00	2.43	2.43	0.00	1.95	1.95
	कुल (पूंजी)	0.00	88.29	88.29	0.00	673.81	673.81	0.00	150.33	150.33
	कुल योग	1497.77	88.29	1586.06	2650.57	673.81	3324.38	2259.12	150.33	2409.45

7.4 भारत के नियंत्रक एवं महालेखा परीक्षक की रिपोर्ट

भारत के नियंत्रक एवं महालेखा परीक्षक की रिपोर्ट						
आज की स्थिति के अनुसार पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के लिए विभिन्न नियंत्रक एवं महालेखा परीक्षक रिपोर्टों से लिए गए लंबित कार्रवाई नोटों (एटीएन) की संख्या निम्नलिखित तालिका में दी गई है:-						
क्र. सं.	वर्ष	पैरा/पीएसी रिपोर्टों की संख्या जिन पर एटीएन को लेखापरीक्षा द्वारा विधीक्षण के बाद निगरानी प्रकोष्ठ को प्रस्तुत किया गया है	नियंत्रक एवं महालेखा परीक्षक/पीएसी रिपोर्टों का विवरण जिन पर एटीएन लंबित हैं			
			मंत्रालय द्वारा पहली मंत्रालय द्वारा पहली बार भी नहीं भेजे गए एटीएन की संख्या	भेजे गए लेकिन टिप्पणी के साथ वापस किए गए एटीएन की संख्या जिनकी लेखापरीक्षा को मंत्रालय द्वारा पुनः प्रस्तुत किए जाने की प्रतीक्षा है	उन एटीएन की संख्या जिनकी अंतिम रूप से लेखापरीक्षा द्वारा जांच की गई है लेकिन मंत्रालय द्वारा पीएसी को प्रस्तुत नहीं किया गया है	लेखापरीक्षा के साथ एटीएन की संख्या
1.	2023	लेखापरीक्षा पैरा संख्या 4.16 2023 की रिपोर्ट संख्या 21 का पैरा 4.17- "लंबित उपयोग प्रमाणपत्र"	शून्य	शून्य	शून्य	C&AG के पास लंबित
2.	2023	2023 की रिपोर्ट संख्या 21 का लेखापरीक्षा पैरा संख्या 4.2.2 (अनुलग्नक-4.2 का क्रम संख्या-71) - "बचत-खंडवार विश्लेषण"	शून्य	शून्य	शून्य	C&AG के पास लंबित
3.	2023	2023 की रिपोर्ट संख्या 21 का लेखापरीक्षा पैरा संख्या 4.2.2.2 (अनुलग्नक-4.3ख का क्रम संख्या 26) - "लघु/उपशीर्ष स्तर पर 100 करोड़ रुपये या उससे अधिक की अन्य महत्वपूर्ण बचत"	शून्य	शून्य	शून्य	C&AG के पास लंबित
4.	2023	2023 की रिपोर्ट संख्या 21 का लेखा परीक्षा पैरा संख्या 4.3 (अनुलग्नक-4.4 का क्रम संख्या 15)- "अनावश्यक अनुपूरक प्रावधान"	शून्य	शून्य	शून्य	C&AG क पास लंबित
5.	2023	2023 की रिपोर्ट संख्या 21 का लेखापरीक्षा पैरा संख्या 4.3 (अनुलग्नक-4.4 का क्रम संख्या 16)- "अनावश्यक अनुपूरक प्रावधान"	शून्य	शून्य	शून्य	C&AG क पास लंबित
6.	2023	2023 की रिपोर्ट संख्या 21 का लेखापरीक्षा पैरा संख्या 4.6 (अनुलग्नक-4.7 का क्रम संख्या 10)- "वित्तीय वर्ष के अंतिम दिन बचत का समर्पण न करना और समर्पण करना"	शून्य	शून्य	शून्य	C&AG के पास लंबित

7.5 स्टाफ की संख्या

अधीनस्थ, संबद्ध और स्वायत्तशासी संस्थानों सहित पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की स्वीकृत संख्या

पद समूह	एमओईएस सीएमएलआरई एनसीसीआर	एनसीएमआर डब्ल्यूएफ	आईएमडी	एनआईओटी	एनसीपीओआर	इंकोईस	आईआईटीएम	एनसेस	कुल
समूह क	103+7+17+19=146	66	525	119	58	51	172	41	1178
ग्रुप ख	53+9+3=65	17	3806	67	17	29	79	29	4109
ग्रुप ग	55+13+4=72	14	2695	47	23	00	68	58	2977
कुल	283	97	7026	233	98	80	319	128	8264

- 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 समुद्री अनुसंधान केंद्र
 इंकोईस = भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केंद्र
 आईआईटीएम = भारतीय उष्ण देशीय मौसम विज्ञान संस्थान
 एनसेस = राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान अध्ययन केंद्र

प्रशासनिक सहायता – एमओईएस (मुख्यालय), सीएमएलआरई, एनसीसीआर

एनसीएस + कोयना परियोजना सहित मंत्रालय (मुख्यालय), सीएमएलआरई और एनसीसीआर की स्वीकृत क्षमता का विस्तृत विवरण

मंत्रालय/संबद्ध कार्यालय	वैज्ञानिक/तकनीकी पद	गैर-तकनीकी पद	कुल योग
एनसीएस + कोयना परियोजना सहित मंत्रालय (मुख्यालय)	69+15*	142+ 6**+ 24****	256
सीएमएलआरई	28+7***	11	46
एनसीसीआर	18	8	26
कुल	137	191	328

*69 (वैज्ञानिक) कोयना परियोजना और 3 (डीओएम) सहित) + 15 (कोयना परियोजना में तकनीकी कर्मचारी)

** जून 2024 से माननीय पृथ्वी विज्ञान मंत्री के निजी कक्ष की स्वीकृत संख्या 06

*** 7 डीओएम

****कोयना परियोजना में 24 गैर-तकनीकी कर्मचारी

सरकारी सेवाओं में दिव्यांग व्यक्तियों का प्रतिनिधित्व

सरकारी सेवाओं में दिव्यांग व्यक्तियों का प्रतिनिधित्व																		
समूह	कार्यालय	सीधी भर्ती								पदोन्नति								
		आरक्षित रिक्तियों की संख्या				की गई नियुक्तियों की संख्या				आरक्षित रिक्तियों की संख्या				की गई नियुक्तियों की संख्या				
		वीएच	ओएच	एचएच	कुल	गैर चिह्नित पद	वीएच	ओएच	एचएच	कुल	गैर चिह्नित पद	वीएच	ओएच	एचएच	कुल	गैर चिह्नित पद	वीएच	ओएच
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
क	एमओईएस	शून्य																
	एनसीएम आर डब्ल्यूएफ	शून्य																
	सीएमएल आरई	शून्य																
	एनसी सीआर	शून्य																
	इंकोईस	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	1	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य
	एनसीपीओ आर						शून्य											
	एनसेस	शून्य	1	शून्य	1	शून्य	शून्य	1	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य
	आईआईटीएम	शून्य	शून्य	शून्य	3	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य
	एनआईओटी	शून्य																
ख	एमओईएस	शून्य																
	एनसीएम आर डब्ल्यूएफ	शून्य																
	सीएमएल आरई	शून्य																
	एनसीसी आर	शून्य																
	इंकोईस	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	1	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	2	शून्य
	एनसीपीओ आर	1	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	1	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य
	एनसेस	शून्य	1	शून्य	1	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य
	आईआईटीएम	शून्य	शून्य	शून्य	1	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य
	एनआईओटी	शून्य																
ग	एमओईएस	शून्य																
	एनसीएम आर डब्ल्यूएफ	शून्य																
	सीएमएल आरई	शून्य																

एनसीसी आर	शून्य														
इंकोईस	शून्य														
एनसीपी ओआर	शून्य	1	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	1	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य	शून्य
एनसेस	शून्य														
आईआई टीएम	शून्य														
एनआई ओटी	शून्य														

मंत्रालय (मुख्यालय) के संबंध में सरकारी सेवाओं में अनुसूचित जाति/अनुसूचित जनजाति/अन्य पिछड़ा वर्ग का प्रतिनिधित्व

समूह	अनुसूचित जातियों/अनुसूचित जनजातियों/अन्य पिछड़ा वर्गों का प्रतिनिधित्व	कैलेंडर वर्ष 2023 के दौरान की गई नियुक्तियों की संख्या														
		सीधी भर्ती द्वारा				प्रमोशन द्वारा				प्रतिनियुक्ति द्वारा						
	कर्मचारियों की कुल संख्या	अनुसूचित जाति	अनुसूचित जनजातियों	ओ बी सी	कुल	अनुसूचित जाति	अनुसूचित जनजातियों	ओ बी सी	कुल	अनुसूचित जाति	अनुसूचित जनजातियों	ओ बी सी	कुल	अनुसूचित जाति	अनुसूचित जनजातियों	ओ बी सी
समूह क	69	4	2	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
समूह ख	39	2	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
एमटी एस सहित समूह ग	44	11	3	11	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

7.6 राजभाषा अधिनियम और नियम का प्रगामी प्रयोग

मंत्रालय का राजभाषा अनुभाग संयुक्त सचिव के मार्गदर्शन में काम कर रहा है और उनकी सहायता के लिए दो वरिष्ठ अनुवाद अधिकारी तथा एक कनिष्ठ अनुवाद अधिकारी के साथ 2 डेटा एंट्री ऑपरैटर हैं। राजभाषा अनुभाग का दायित्व संपूर्ण अनुवाद कार्य करने के साथ-साथ मंत्रालय, उसके संबद्ध और अधीनस्थ कार्यालयों और उनके क्षेत्रीय संगठनों में भारत सरकार की राजभाषा नीति को लागू करना है। वर्ष के दौरान किए गए प्रमुख कार्यकलाप इस प्रकार हैं:-

- वर्ष के दौरान राजभाषा अधिनियम के प्रावधानों और उसके तहत बनाए गए नियमों का कार्यान्वयन सुनिश्चित करने के लिए उपयुक्त कार्रवाई की गई।
- राजभाषा अधिनियम, 1963 के प्रावधानों और उसके तहत बनाए गए नियमों का कार्यान्वयन सुनिश्चित करने के लिए, मंत्रालय में जांच बिंदु निर्धारित किए गए हैं। इस जांच बिंदुओं के अनुपालन के लिए प्रभावी उपाय किए गए थे।
- संघ की राजभाषा नीति के कार्यान्वयन के लिए राजभाषा विभाग द्वारा जारी किए गए वर्ष 2024-2025 के वार्षिक

कार्यक्रम के साथ-साथ जारी किए गए अन्य आदेशों को मंत्रालय और सभी संबंध/अधीनस्थ कार्यालयों को अनुपालन हेतु परिचालित किया गया। अधीनस्थ कार्यालयों से प्राप्त त्रैमासिक रिपोर्टों के माध्यम से इस संबंध में की गई प्रगति की समीक्षा संयुक्त सचिव की अध्यक्षता में मंत्रालय की राजभाषा कार्यान्वयन समिति में की गई।

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के राजभाषा अनुभाग की महत्वपूर्ण गतिविधियां और उपलब्धियां:-

- राजभाषा विभाग द्वारा 14-15 सितंबर, 2024 को भारत मंडपम, नई दिल्ली में हिंदी दिवस समारोह 2024 एवं चतुर्थ अखिल भारतीय राजभाषा सम्मेलन आयोजित किया गया। मंत्रालय की ओर से श्रीमती सिम्मी नारनौलिया, उप सचिव, श्री बृजेश कुमार शर्मा, वरिष्ठ अनुवाद अधिकारी, श्री योगेश कुमार श्रीवास्तव, वरिष्ठ अनुवाद अधिकारी तथा श्री आशीष कुमार जायसवाल, कनिष्ठ अनुवाद अधिकारी ने सहभागिता की।
- मंत्रालय में 14 सितंबर से 29 सितंबर 2024 तक की अवधि में हिंदी पखवाड़ा आयोजित किया गया। इस

दौरान सभी श्रेणी के कार्मिकों के लिए हिंदी निबंध, हिंदी टिप्पण प्रारूपण, राजभाषा प्रश्नोत्तरी, हिंदी कविता पाठ, श्रुतलेखन, सामान्य हिंदी ज्ञान आदि की 8 प्रतियोगिताएं आयोजित की गईं।



दिनांक 14 से 29 सितंबर, 2024 के दौरान आयोजित की गईं प्रतियोगिताओं में भाग लेते हुए पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के कर्मचारी और अधिकारी

- वर्ष 2024 के दौरान संसदीय राजभाषा समिति की दूसरी उप-समिति द्वारा मंत्रालय के अधीनस्थ कार्यालय, भारत मौसम विज्ञान विभाग के मौसम विज्ञान केंद्र भुवनेश्वर और प्रादेशिक मौसम केन्द्र, गुवाहाटी का का राजभाषा निरीक्षण किया गया। इन निरीक्षणों में श्री डी. सेंथिल पांडियन, संयुक्त सचिव, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के नेतृत्व में पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और भारत मौसम विज्ञान विभाग के अधिकारियों का एक प्रतिनिधिमंडल उपस्थित था।



दिनांक 23.10.2024 को मौसम केन्द्र, भुवनेश्वर के संसदीय राजभाषा समिति के निरीक्षण के दौरान संयुक्त सचिव, श्री डी. सेंथिल पांडियन एवं अन्य अधिकारी

- मंत्रालय में दिनांक 28 अगस्त, 2024 को एक हिंदी कार्यशाला का आयोजन किया गया जिसमें आमंत्रित अतिथि वक्ता द्वारा राजभाषा संबंधी नियमों की जानकारी दी गई।
- भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD) द्वारा सितंबर, 2024 में विशाखापट्टनम में अखिल भारतीय अंतर मंत्रालय/अंतर विभागीय हिंदी संगोष्ठी का आयोजन किया गया।
- भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान संस्थान

(आईआईटीएम), पुणे में 'राजभाषा उत्सव-2024' (01-08-2024 से 30-09-2024) के अवसर पर दिनांक 13.09.2024 को हाइब्रिड मोड में "अतीत में हुए जलवायु परिवर्तन : एक आकलन" विषय पर एक राजभाषा वैज्ञानिक वेबिनार आयोजित की गई।

7.7 क्षमता निर्माण और मानव संसाधन विकास –

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

7.8 कैंट के निर्णयों/आदेशों का कार्यान्वयन –

माननीय कैंट या किसी अन्य न्यायालय के सभी निर्णयों/आदेशों को निर्धारित समयवधि के भीतर लागू किया गया या उचित मंच पर चुनौती दी गई।

7.9 सतर्कता गतिविधियाँ और उपलब्धियाँ

श्री डी सेंथिल पांडियन, आईएएस 01.01.2023 से मंत्रालय के मुख्य सतर्कता अधिकारी (सीवीओ) हैं। मुख्य सतर्कता अधिकारी की मंजूरी से मंत्रालय के संबद्ध अधीनस्थ कार्यालयों और स्वायत्तशासी निकायों में वरिष्ठ स्तर के अधिकारियों को सतर्कता अधिकारी (वीओ) के रूप में नामित किया गया है। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के तहत विभिन्न संस्थानों के मुख्य सतर्कता अधिकारी (सीवीओ) और सतर्कता अधिकारियों (वीओ) के माध्यम से निवारक और दंडात्मक सतर्कता निगरानी सख्ती से की जाती है। सीवीसी के दिशानिर्देशों के अनुसार 5 करोड़ रुपये से अधिक के अनुबंधों की निगरानी के लिए मंत्रालय द्वारा केंद्रीय सतर्कता आयोग (सीवीसी) की मंजूरी से स्वतंत्र बाहरी मॉनिटर (आईईएम) नियुक्त किए गए थे। "सत्यनिष्ठा की संस्कृति से राष्ट्र की समृद्धि" विषय पर 28 अक्टूबर, 2024 से 3 नवंबर, 2024 तक सतर्कता जागरूकता सप्ताह मनाया गया। सतर्कता जागरूकता सप्ताह के दौरान मंत्रालय के सभी अधिकारियों/कर्मचारियों के लिए अनुशासनात्मक कार्यवाही और निवारक सतर्कता उपायों पर एक कार्यशाला आयोजित की गई। इस मंत्रालय के अधिकारियों/कर्मचारियों के लिए सतर्कता मामलों पर एक प्रश्नोत्तरी प्रतियोगिता भी आयोजित की गई और विजेताओं को पुरस्कार प्रदान किए गए।

7.10 संसदीय मामले

संसद अनुभाग ने, जो संसद सचिवालयों के साथ पत्राचार करता है, वर्ष 2024 के दौरान लोक सभा (59 प्रश्न) और राज्य सभा (53 प्रश्न) के उत्तर दिए।

7.11 2024 की लेखापरीक्षा रिपोर्टों में मुद्रित महत्वपूर्ण लेखापरीक्षा बिंदु

2024 की लेखापरीक्षा रिपोर्ट में कोई महत्वपूर्ण लेखापरीक्षा बिंदु नहीं आया है।

अध्याय—8

आभार

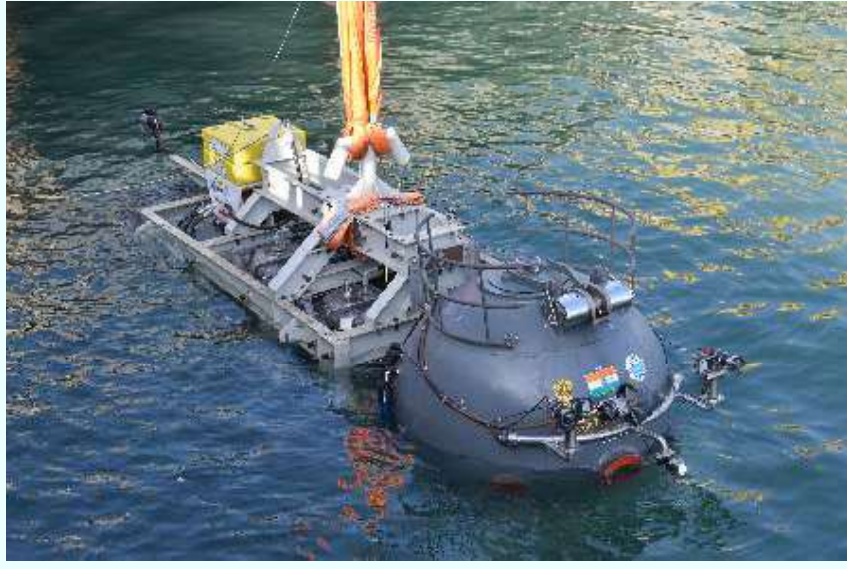
वर्ष के दौरान भारत एवं विदेशों के बहुत से वैज्ञानिकों एवं अकादमिकों ने पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की विभिन्न गतिविधियों एवं कार्यक्रमों में विभिन्न समितियों में बाह्य विशेषज्ञों के रूप में योगदान दिया है। प्रशासनिक एवं वैज्ञानिक मामलों में अतुलनीय समर्थन प्रदान करने वाले लोगों को मंत्रालय आभार व्यक्त करता है। पर्यावरण एवं वन, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संसदीय स्थायी समिति, तथा साथ ही संसदीय राजभाषा समिति के उनके निरंतर समर्थन, मार्गदर्शन एवं प्रोत्साहन के प्रति मंत्रालय अत्यधिक आभारी है तथा अपना धन्यवाद व्यक्त करता है।

मंत्रालय द्वारा गठित विभिन्न समितियां, जिन्होंने गतिविधियों एवं कार्यक्रमों में सहभागिता की, उनका विवरण नीचे दिया गया है। हम उनके मूल्यवान योगदानों के प्रति आभार व्यक्त करते हैं:

- माननीय पृथ्वी विज्ञान मंत्री डॉ. जितेंद्र सिंह ने डीप ओशन मिशन राष्ट्रीय संचालन समिति (MSC) की अध्यक्षता की।
- भारत सरकार के मुख्य वैज्ञानिक परामर्शदाता प्रो. अजय कुमार सूद ने डीप ओशन काउंसिल (DOC) की अध्यक्षता की।
- राष्ट्रीय प्रगत अध्ययन संस्थान (NIAS), बेंगलूर के निदेशक डॉ. शैलेश नायक ने डीप ओशन मिशन प्रोजेक्ट अप्रेजल एवं मॉनिटरिंग कमेटी (PAMC)—DOM की अध्यक्षता की।
- अत्रेय विश्वविद्यालय, बेंगलुरु के वाइस चांसलर डॉ. एम. राजीवन ने वायुमण्डलीय विज्ञान संबंधी प्रोग्राम एडवाइजरी एवं मॉनिटरिंग कमेटी (PAMC) की अध्यक्षता की।
- आईआईएसटी, तिरुवनंतपुरम के प्रोफेसर वाई.वी.एन. कृष्णमूर्ति ने समुद्र विज्ञान एवं संसाधन संबंधी PAMC की अध्यक्षता की।
- आईआईएससी, बेंगलुरु के प्रोफेसर अनिल कुलकर्णी ने जल विज्ञान एवं हिमांक मंडल संबंधी PAMC की अध्यक्षता की।
- आईआईटी मद्रास के प्रोफेसर सीवीआर मूर्ति ने भूगर्भ विज्ञान एवं भूकंप विज्ञान संबंधी PAMC की अध्यक्षता की।
- एनआईएस, बेंगलुरु के डॉ. पी.एस. गोयल ने पृथ्वी प्रणाली विज्ञान प्रौद्योगिकी हेतु प्रौद्योगिकी अनुसंधान बोर्ड की अध्यक्षता की।
- गोवा विश्वविद्यालय, गोवा के पूर्व वाइस चांसलर प्रोफेसर दिलीप देवबागकर ने समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र तथा जीव विज्ञान पर पृथ्वी विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी

प्रकोष्ठ (ESTC) हेतु वैज्ञानिक संचालन समिति की अध्यक्षता की।

- एवीएम (डॉ.) अजीत त्यागी, पूर्व डीजी, आईएमडी ने उपग्रह मौसम विज्ञान पर पृथ्वी विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी प्रकोष्ठ (ESTC) संबंधी वैज्ञानिक संचालन समिति की अध्यक्षता की।
- आईआईटी मद्रास के प्रो. वी सुंदर ने तटीय समुद्री प्रौद्योगिकी पर पृथ्वी विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी प्रकोष्ठ (ESTC) हेतु वैज्ञानिक संचालन समिति की अध्यक्षता की।
- डॉ. के.जे. रमेश, पूर्व डीजी, आईएमडी ने अंतर्विषयक पृथ्वी विज्ञान परियोजना (2) हेतु वैज्ञानिक संचालन समिति की अध्यक्षता की।
- डॉ. एल.एस. राठौर पूर्व डीजी, आईएमडी ने आईआईटीएम की अनुसंधान परामर्श समिति की अध्यक्षता की।
- आईआईएससी, बेंगलुरु के प्रोफेसर जे. श्रीनिवासन ने एनसीएमआरडब्ल्यूएफ की अनुसंधान परामर्श समिति की अध्यक्षता की।
- एनआईओ, गोवा के पूर्व निदेशक डॉ. सतीश शेटी ने इंकॉइस की अनुसंधान परामर्श समिति की अध्यक्षता की।
- एनआईएस, बेंगलुरु के डॉ. पी.एस. गोयल ने एनआईओटी की वैज्ञानिक परामर्श परिषद की अध्यक्षता की।
- एनआईएस, बेंगलूर के निदेशक डॉ. शैलेश नायक ने एनसीसीआर की समिति की अध्यक्षता की।
- चेटीनाड अनुसंधान एवं विज्ञान अकादमी, चेन्नई के वाइस चांसलर प्रोफेसर टी बालासुब्रमण्यम की ने सीएलएमआरई की अनुसंधान परामर्श समिति की अध्यक्षता की।
- एनआईएस, बेंगलूर के निदेशक डॉ. शैलेश नायक ने एनसीपीओआर की अनुसंधान परामर्श परिषद की अध्यक्षता की।
- कश्मीर विश्वविद्यालय के वाइस चांसलर प्रोफेसर तलत अहमद ने एनसीईएसएस की अनुसंधान परामर्श परिषद की अध्यक्षता की।
- आईआईएससी, बेंगलुरु के प्रोफेसर रवि नंजुदियाह ने वैज्ञानिक समीक्षा एवं मॉनिटरिंग समिति, मॉनसून मिशन की अध्यक्षता की।
- एनआईएस, बेंगलूर के निदेशक डॉ. शैलेश नायक ने बीजीआरएल की वैज्ञानिक परामर्श समिति की अध्यक्षता की।



सत्यमेव जयते

भारत सरकार
पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय