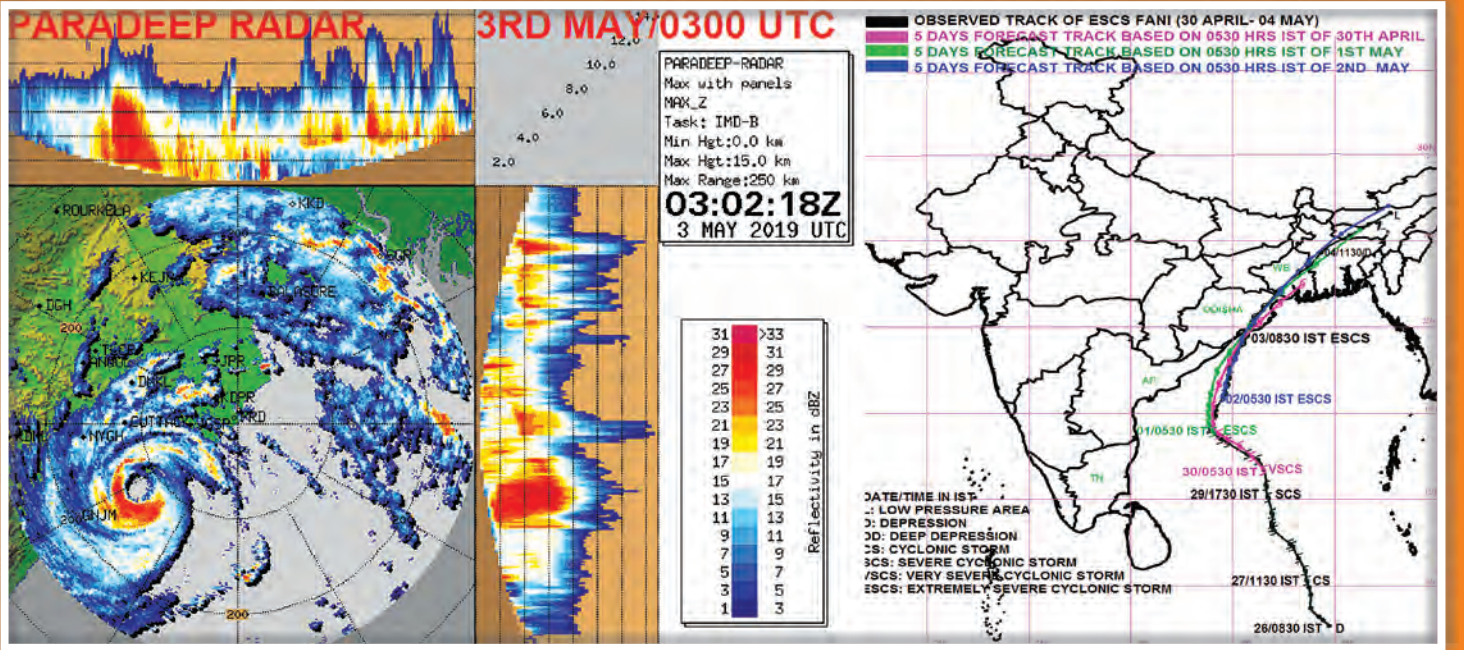


वार्षिक रिपोर्ट

2019 - 2020



तूफान फानी का पूर्वानुमान पथ



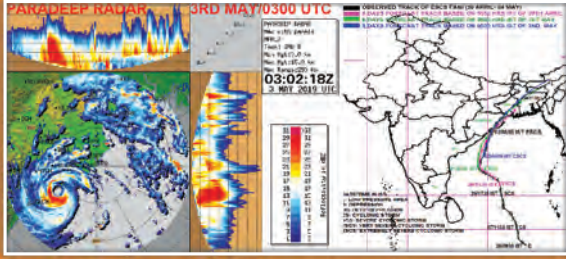
सत्यमेव जयते

भारत सरकार
पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय

मुखपृष्ठ चित्र :

वार्षिक रिपोर्ट

2019 - 2020



तूफान फानी का पूर्वानुमान पथ

अत्यधिक प्रंचड चक्रवाती तूफान फानी का पारादीप से राडार छवियों के साथ प्रेक्षित और पूर्वानुमान पथ



भारत सरकार
पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय

तटीय अनुसंधान जलयान सागर तारा और सागर अन्वेषिका जिन्हें हाल ही में पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के अनुसंधान जलयान बेड़े में शामिल किया गया।



कैपीक्स में क्लाउड सीडिंग प्रयोग के लिए उपयोग किया गया उपकरणयुक्त अनुसंधान वायुयान



भारत सरकार
पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय



सत्यमेव जयते

वार्षिक रिपोर्ट 2019-20

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय
भारत सरकार



अनुक्रम

1	सिंहावलोकन	1
2	वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण विज्ञान और सेवाएं (अक्रॉस)	7
3	समुद्रीसेवाएं, मॉडलिंग अनुप्रयोग, संसाधन और प्रौद्योगिकी (ओ-स्मार्ट)	28
4	ध्रुवीय और हिमांकमंडल अनुसंधान (पेसर)	51
5	भूकंप विज्ञान और भूविज्ञानी अनुसंधान (एसएजीई)	62
6	अनुसंधान, शिक्षा, प्रशिक्षण और आउटरीच (रीचआउट)	73
7	अंतर्राष्ट्रीय सहयोग	83
8	पुरस्कार, सम्मान और प्रकाशन	91
9	प्रशासनिक सहायता	133
10	आभार	143



अध्याय 1 | सिंहावलोकन

पृथ्वी प्रणाली विज्ञान पृथ्वी प्रणाली के सभी पांच घटकों, अर्थात् वायुमंडल, जलमंडल, हिमांकमंडल, स्थलमंडल और जैव-मंडल तथा उनकी जटिल परस्पर क्रियाओं पर ध्यान देता है। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय मौसम, जलवायु, महासागर, तटीय स्थिति, जल विज्ञान और भूकंप विज्ञान सेवाएं प्रदान करने के लिए समग्र रूप से पृथ्वी प्रणाली विज्ञान से संबंधित सभी पहलुओं पर ध्यान देता है। इन सेवाओं में उष्ण कटिबंधीय चक्रवात, तूफानी बाढ़, लहरें, लू, गरज के साथ तूफान एवं बिजली गिरने और भूकंप के जैसी विभिन्न प्राकृतिक आपदाओं के लिए पूर्वानुमान और चेतावनी देना शामिल हैं। इसके अलावा, मंत्रालय को सर्वेक्षण और सजीव और निर्जीव संसाधनों के लिए समुद्रों का सर्वेक्षण एवं अन्वेषण करने और सभी तीनों ध्रुवों (आर्कटिक, अंटार्कटिक और हिमालय) का अन्वेषण करने का अधिदेश प्राप्त है। मंत्रालय द्वारा प्रदान की जा रही सेवाओं का उपयोग भिन्न-भिन्न एजेंसियों और राज्य सरकारों द्वारा प्रभावी रूप से प्राकृतिक आपदाओं के कारण मानव जीवन को बचाने और नुकसान को कम करने के लिए किया जा रहा है। पिछले वर्ष के दौरान पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के पाँच प्रमुख कार्यक्रमों के तहत कुछ मुख्य उपलब्धियां हासिल की गई हैं, जिनका ब्योरा नीचे दिया गया है।

1.1 वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान, प्रेक्षण विज्ञान सेवाएं (एक्रॉस)

देश में मौसम विज्ञान प्रेक्षणात्मक नेटवर्क में निम्नलिखित को शामिल करके विस्तार किया गया है -

- (i) पूर्वोत्तर भारत पर बल देते हुए 13 अतिरिक्त जी.पी.एस आधारित आर.एस/आर.डब्ल्यू. स्टेशन शुरू किए गए हैं। जबलपुर, भुज, श्रीगंगानगर,

गोपालपुर, शिलांग, पासीधाट, दीमापुर, इम्फोल, आयजोल, कवाली, रामागुंडग, गडक और बांकुरा स्टेशन अब आर एस / आर डब्ल्यू प्रेक्षणात्मक नेटवर्क में शामिल हैं। जी-वी.एस रेडियों साउंडिंग नेटवर्क में अब दिन में दो आरोह/प्रेक्षण के साथ 56 स्टेशन शामिल हैं।

- (ii) पश्चिमी और मध्य हिमालय के लिए एकीकृत हिमालयन मौसम विज्ञान कार्यक्रम के तहत सोनमार्ग में मोबाइल प्लेटफॉर्म पर लगाए गए पोर्टबल एक्स बैट, डाप्लर वैदर राडार को शुरू करना।
- (iii) कोच्चल तिरुवनंतपुरम और भुवनेश्वर हवाई अड्डों पर 3 ट्रांसमीटर आर.वी.आर (ट्रिप्लि सिस्टम) शुरू करना।
- (iv) वेल्लौर, नैल्लौर, बेंगलुरु, विजयवाडा, हैदराबाद, अनंतापुररामू, श्रीवर्धन, रत्नगिरी, वेंगुरला, रांची, रायपुर, गोवा, पुडुचेरी, नैनीताल और मधुबनी में लाइटिंग लोकेशन नेटवर्क के लिए नए सेंसर लगाए गए हैं। इन सभी नए सेंसर को आई.आई.टी.एम, पुणे में लाइटनिंग डिटेक्टरों के केंद्रीय प्रोसेसर के साथ एकीकृत किया गया है।
- (v) मुम्बई महानगर क्षेत्र में स्वचालित वर्षा मापी नेटवर्क का नवीं विस्तार करके मुंबई और ठाणे क्षेत्र में लगभग 30 ए.आर.जी जोडे. गए हैं। मुम्बई महानगर क्षेत्र के ऊपर वर्षा डाटा के पुरालेखन एवं प्रचार-प्रसार के लिए एक वेब आधारित डाटा पोर्टल (mumbairain.tropmet.res.in) विकसित किया गया है।

गहण प्रेक्षणात्मक अवधियों (आई.ओ.पी) को कैपीक्स चरण IV के रूप में 1 अप्रैल, 2019 को भू-सुविधा के साथ सोल और तुलजापुर स्टेशन पर स्थापित

किया गया है जो विमान अभियान के लिए आवश्यक एरोसोल, बादल, वर्षा, बादल संघनन न्यूक्लि आइस न्यूक्लि और अन्य डायनामिकल और थर्मोडायनामिकल को पृष्ठभूमि डाटा का प्रलेखन कार्य कर रहे हैं। वायुवाहित परीक्षण क्लाउड सीडिंग और इसके वैज्ञानिक मूल्यांकन के लिए उपकरण युक्त अनुसंधान (बीचक्रफ्ट बी 200) और एक सीडर (बीचक्रफ्ट सी 90) क्राफ्ट के साथ 29 जुलाई, 2019 को सोलापुर में शुरू किया गया। इस परीक्षण में उड़ान भरते हुए वायुमान प्रेक्षण के 240 घंटे लगे और सीडिंग के बाद बादलों के याट्रेच्छिक और भौतिक मूल्यांकन की जांच की गई।

जी.ओ.ई.एस-16, जी.ओ.ई.एस-17 और एन.ओ.ए.ए.2. उपग्रहों से प्राप्त नए प्रकार के प्रेक्षण अर्थात् एटमोसफोरिक मोशन वेक्टर्स (ए.एम.वी) को डाटा सम्मिश्रण प्रणाली में सम्मिश्रित किया जा रहा है। एच.ए.ए-2 ए और एन.ओ.ए.ए-20 रेडियंस (ए.टी.एम और सीआर एल.एल) से जी के-2, ए एफ-वाई-2 जी, एफ.वाई.-2 एच स्कैटरमीटर पवन से ए.एम.वी के सम्मिश्रण के लिए क्षमताओं का विकास किया गया है।

मानसून मिशन चरण II के तहत, डब्ल्यू.आर.एफ में 'डायनेमिकल लाइडिंग पैरामीटराजेशन' (डी.एल.पी) का उपयोग करके गरज के साथ तूफान/बिजली गिरने के पूर्वानुमान के लिए मॉडलिंग ढांचा स्थापित किया गया है। वर्तमान में यह प्रणाली प्रतिदिन वास्तविक समय पूर्वानुमानों का सृजन कर रही है और इसे http://srf.tropmet.res.in/srf/tsprediction_system/index.php पर उपलब्ध करवाया गया है।

दिल्ली में अत्याधिक वायु-प्रदूषण की घटनाओं का पूर्वानुमान लगाने के लिए एक उच्च- विभेदन वायु गुणवत्ता पूर्व चेतावनी प्रणाली विकसित की गई जो ग्रेडिड रिसपांस एक्शन प्लान (जी.आर.ए.पी) के रूप में चेतावनियां देती है। डायनेमिकल डाउनस्केलिंग के साथ समेकित करके उपग्रह (3 कि.मी विभेदन) और सतह (43 निगरानी स्टेशनों के साथ शहर पैमाने पर) का उपयोग करके एक बहुत अधिक उच्च विभेदन (400 मीटर) प्रचालानात्मक वायुगुणवत्ता पूर्वानुमान रासायनिक डाटा सम्मिश्रण विकसित

किया गया है।

मध्य प्रदेश के सिंहोर जिले के शिखेडा गांव में एटमॉसफेरिक रिसर्च टैस्टप बैंड (ए.आर.टी) स्थापित करने के लिए दिल्ली में एक बहुत अधिक उच्च- विभेदन वायु गुणवत्ता पूर्व चेतावनी प्रणाली के लिए मध्यप्रदेश राज्य सरकार से लगभग 100 एकड़ की भूमि अधिग्रहित की गई है। ए.आर.टी कार्यक्रम बहुत अधिक केंद्रित प्रेक्षणात्मक और विश्लेषणात्मक अनुसंधान प्रयास है जो प्रेक्षणात्मक पद्धति और मानसून पूर्वानुमान दोनों में सुधारों को तेज करने के हित में प्रेक्षणों की मॉडल गणनाओं से तुलना करेगा।

एक नई वेबसाइट, <https://mausam.imd.gov.in/> भारत मौसम विज्ञान विभाग द्वारा 27 जुलाई 2019 को शुरू की गई थी। यह नई वेबसाइट आकर्षक और प्रयोक्ता अनुकूल रूप से सूचना का प्रसारण करने के लिए एक महत्वपूर्ण उपकरण है और आम जनता की आवश्यकताओं को पूरा करेगी। स्थानीय भाषा में देश भर में वास्तविक में समय स्थान विशिष्ट, फसल विशिष्ट और पशुधन विशिष्ट-मौसम आधारित कृषि परामर्शिकाएं प्रदान करने के लिए एक नया मोबाइल एप "मेघदूत" (भारत मौसम विज्ञान विभाग, भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान और भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद की एक संयुक्त पहल) को 27 जुलाई 2019 को शुरू किया गया था।

वर्ष के दौरान, कुल 102 नई जिला कृषि-मौसम विज्ञान फिल्ड यूनिट्स (डी.ए.एम.यू) स्थापित की गई। आई.एम.डी ने लगभग 1200 ब्लॉक के लिए प्रत्येक मंगलवार और शुक्रवार को क्षेत्रीय भाषा में प्रायोगिक ब्लॉक लेवल कृषि मौसम परामर्शी बुलेटिन शुरू किया है।

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

भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केंद्र (इंकाईस) ने गुजरात और उत्तरी आंध्र प्रदेश के लिए सभावित मत्स्य क्षेत्र पूर्वानुमान देना शुरू कर दिया है।

इंकाईस ने मछारों को आपदा चेतावनियां भेजने

के लिए गगन (जी.पी.एस समर्थित ऑगमेंटेड नेविगेशन) उपग्रह प्रणाली का उपयोग करने के लिए भारतीय विमानपत्तन प्राधिकरण के साथ सहयोग किया है। एक कम लागत वाला गगन सिस्टम एनेबल्ड जेमिनी (गगन एनेबल्डस मेरीबर इन्स्ट्रूमेंट फोर नेविगेशन एंड एनफोरमेशन) उपकरण भारत में इलेक्ट्रॉनिक रूप से तैयार और विनिर्मित किया गया है जिसका उद्घाटन 09 अक्टूबर 2019 को माननीय केंद्रीय मंत्री डॉ. हर्षवर्धन द्वारा किया गया।

चैन्ई के लिए तटीय बाढ़ चेतावनी प्रणाली (सी.एफ.एल ओ. डब्ल्यू. के चेन्नई) जिसे बहुसंस्थागत परियोजना के रूप में विकसित किया गया था, को 03 नवंबर 2019 को माननीय उप-राष्ट्रपति द्वारा 3 नवंबर 2019 को राष्ट्र को समर्पित किया गया। तमिलनाडु राज्य सरकार को प्रचालन उपयोग के लिए प्रणाली सौंप दी गई। अपने आपदा शमन कार्यों के लिए राज्य सरकार के अनुरोध पर तटीय मछुआरों की सुरक्षा और संरक्षा के लिए एक मोबाइल एप्प और डैस बोर्ड विकसित किया गया है। वर्तमान में मत्स्य विभाग द्वारा तमिलनाडु राज्य में थूनडिल और कोझिकोडे, केरल में कडाल छंगाय्यी के रूप में कार्यान्वित किया जा रहा है।

अन्तर्राष्ट्रीय तटीय स्वच्छता दिवस 21 सितंबर, 2019 को भारतीय तटीय राज्यों और संघ राज्य क्षेत्रों के साथ 34 स्थानों पर 6,984 स्वयं सेवकों सहित 26 समन्वयकों की सहायता के एक तटीय स्वच्छता अभियान का आयोजन किया गया। कार्यक्रम का मुख्य उद्देश्य समुद्री पर्यावरण के महत्व और तटीय धारणीयता का प्रबंध कैसे किया जाए, के बारे में जनता में जागरूकता पैदा करना है 2 घंटे की गतिविधियों में 35 टन कचरा और 2,39,095 गंदगी के टुकड़े एकत्रित किए गए।

वर्ष के दौरान, भारतीय महासागर में समुद्री जैव विविधता की खोज और उनको सूचीबद्ध करने के लिए पूर्वी अरब सागर और अंडमान सागर में एफ. ओ.आर. वी. सागर संपदा पर कुल 7 समुद्री यात्राएं की गईं। सर्वेक्षण से हिंद महासागर की जीवों की सूची में कई नई रिकॉर्ड और नई प्रजातियां शामिल हुई हैं। पुथुविपु, कोच्चि में सी.एम.एल.आर.आई के नए परिसर को

माननीय केंद्रीय मंत्री डॉ. हर्षवर्धन ने 23 फरवरी, 2019 को राष्ट्र को समर्पित किया। डॉ. एम. राजीवन, सचिव, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा दिनांक 1 नवंबर 2019 को 10 कमरे और कैंटिन सुविधाओं वाले ट्रांजिट होस्टल का उद्घाटन किया गया।

अप्रैल, 2019 के दौरान, 5,418 मीटर की गहराई पर सी.आई.ओ.एल. में पी.एम.एन खनन क्षेत्र में समुद्रतल मृदा मूल्यांकन के लिए स्व-स्थाने मृदा टेस्टर तैनात किया गया। नया खरीदा गया गहरा समुद्र विंच और 7000 एम. हाईब्रीड अरामिड केबल का उपयोग किया गया था। समुद्री तल का मूल्यांकन किया गया और मिट्टी गैर-दोमट पाई गई और पानी के नीचे की मृदा टेस्टर के (2.2 टन) वजन को आधार प्रदान करने के लिए काफी मजबूत थी।

देश में जलकृषि के प्रोत्साहन में तकनीकी भागेदारी को प्रोत्साहित करने के लिए एन.आई.ओ.टी और आई.सी.ए.आर- सी.आई.वी.ए. के बीच चेन्नई में एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए गए। वेब पॉवर्ड नेविगेशनल बाँय और ई-फैसिलिस मल्टीप्लैक्स पी.सी.आर डिटेक्शन किट के व्यावसायीकरण के लिए एन.सी.आर.डी.सी के माध्यम से प्रौद्योगिकी हस्तांतरण पर समझौतों पर हस्ताक्षर किए गए।

16 अगस्त, 2019 को सफल और संतोषजनक बदरगाह और समुद्री परीक्षणों के बाद नए तटीय अनुसंधान जलयान (सी.आ.वी) सागर तारा की पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के बेडे. में शामिल किया गया। सागर तारा ने एन.आई.ओ विभाग टीम के साथ अपनी पहली वैज्ञानिक समुद्री यात्रा पूरी की और एन.सी.सी.आर के समुद्री जल गुणवत्ता निगरानी (एस डब्ल्यू क्यू एम) कार्यक्रम के लिए पाराद्वीप से दूर नमूना और सर्वेक्षण कार्य सफलतापूर्वक पूरा किया। अन्य नये अनुसंधान जलयान सागर अन्वेषिका को 31 अगस्त, 2019 को मैसर्स टीटागढ़ वैगन लिमिटेड (टी डब्ल्यू. एल) शिपयार्ड में सफलतापूर्वक लाँच किया गया।

1.3 ध्रुवीय और हिमांकमंडल अनुसंधान (पेसर)

अंटार्कटिका के लिए 39 वें भारतीय अभियान के लिए 25 कर्मियों (वैज्ञानिक और लॉजिस्टिक सदस्यों) की एक समुद्री यात्रा टीम 24 दिसंबर, 2019 को केप टाउन, साउथ अफ्रीका से चार्टर्ड जहाज एम वी वासिली गोलोविन पर रवाना हुई। टीम में, भारतीय वन्य जीव संस्थान, देहरादून, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, नई दिल्ली, कोलकाता विश्वविद्यालय, अंतरिक्ष अनुप्रयोग केंद्र, अहमदाबाद, राष्ट्रीय जल सर्वेक्षण कार्यालय, गोवा, एन.सी.पी.ओ.आर., गोवा और भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मुंबई के वैज्ञानिक शामिल थे।

भारतीय अनुसंधान स्टेशन “हिमाद्रि” में मार्च 2019 से नवंबर, 2019 तक 150 से अधिक दिनों तक अनेक शोधकर्ताओं ने कार्य किया। (लगभग 40 शोधकर्ताओं ने स्टेशन का दौरा किया, 7 लोग आर.वी.लांस में मुआरिंग रिट्रीवल-डिल्लॉयमेंट के लिए रवाना हुए और 4 लोग 23 विभिन्न वैज्ञानिक परियोजनाओं के तहत स्वेल्ड कोस्टल क्रूज में आर.की क्लिनियन में रवाना हुए। वर्षा, बादल और एयरोसोल की निरंतर निगरानी के लिए गुरुवेबडेट वायुमंडलीय प्रयोगशाला एनवार्ड-एलेसुंड को भी रेडियोमीटर, प्रोफाइलर, सूक्ष्म, वर्षा राडार, एथलोमीटर, नेफेलोमीटर, नेट रेडियोमीटर और सनफोटोमीटर जैसे उपकरणों से लेस करके चालू किया गया।

ग्लोबल वार्मिंग के लिए अंटार्कटिका आइस शेल्फज की प्रतिक्रिया को समझने के लिए तटीय ड्रोनिंग मौड लैंड में 2000 किलोमीटर लंबे तट के साथ विभिन्न ग्लेशियोलॉजिकल और भू-भौतिकीय मापन किया गया। बदलती जलवायु पर हिमालयन हिमांकमंडल और इसके जल विज्ञानी प्रभावों की प्रतिक्रिया को समझने के उद्देश्य से हिमालय के ग्लेशियरों की व्यवस्थित दीर्घ ढाका, बताल बाराशिगरी, समुद्र टापू, गोपांग और कुजंम की उनके परिवर्तनों के लिए निगरानी की जा रही है।

1.4 भूकंप विज्ञान और भू विज्ञान अनुसंधान (सेज)

राष्ट्रीय भूकंप केंद्र (एन.सी.एम) की नई वेबसाइट (<https://seismo.gov.in> का 27 जुलाई, 2019 को शुभारंभ किया गया था। यह वेबसाइट जी.आई.एस आधारित है और इसमें कई प्रकार की विशेषताएं हैं जो व्यक्ति की आवश्यकतानुसार भूकंप की सूचना (सूची/तालिका, विभिन्न परतों के साथ नक्शे आदि) प्रदान करती है। भूकंप की जानकारी के लिए प्ले स्टोर (एंडरायड यूजर) और एप्प स्टोर (आई.ओ.एस यूजर) पर एक “राइजेक” मोबाइल एप्प भी लॉन्च किया था जो नवीनतम भूकंप सूचना भी प्रदान करता है।

चार चुनिंदा शहरों, नामतः चेन्नई, भुवनेश्वर, कोयमटूर और मैंगलोर के लिए भू-भौतिकी जांच से संबंधित भूकंपीय माइक्रोजोनेशन कार्य शुरू किया गया। चालू वर्ष के दौरान, 4 भारतीय वैज्ञानिकों ने विभिन्न अन्तरराष्ट्रीय महासागर खोज कार्यक्रम (आई.ओ.डी.पी) अभियान अर्थात आई.ओ.डी.पी 379 (पूर्वी अमुडंसेन सागर महाद्वीपीय शेल्फ), आई.ओ.डी पी 382 (आईसबर्ग एले और सब-अंटार्कटिक आइस), आई.ओ.डी.पी 383 (गुईमास बेसिन टेक्टोनिक्स और बायोस्फीयर) में भाग लिया तथा वैज्ञानिक महासागर बेसिन टेक्टोनिक्स और बायोस्फीयर में भाग लिया और वैज्ञानिक महासागर ड्रिलिंग में व्यावहारिक अनुभव प्राप्त किया। एन.सी.ई.एस.एस तिरुवन्तपुरम में स्व-स्थाने ट्रेस एलिमेंट जियोकैमिस्ट्री एंड जियोक्रोनोलॉजी के लिए एक नई अत्याधुनिक; (Laser-ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry लेजर अबलेशन इनडकटि वली कपल्ड प्लाज्मा मॉस स्पेक्ट्रोमीटरी) (एल.ए.आई.सी.पी.एम.एस) सुविधा स्थापित की गई थी।

तटीय जलभृतों (सबमरीन ग्राउंडवॉटर डिस्चार्ज-एस.जी.डी) के माध्यम से समुद्र में भू-जल के स्राव को जो भले ही छोटे रूप में हो, लेकिन पारिस्थितिक रूप से काफी महत्वपूर्ण है क्योंकि एस.जी.डी समुद्र में पोषक तत्वों, कार्बन और अन्य भू-रासायनिक घटकों का एक महत्वपूर्ण मार्ग है।

एन.सी.ई.एस.एस ने एस.जी.डी स्राव का निर्धारण

करने के लिए एक राष्ट्रीय कार्यक्रम शुरू किया है। इस राष्ट्रीय में चौदह संस्थान भाग ले रहे हैं।

1.5 रीचआउट

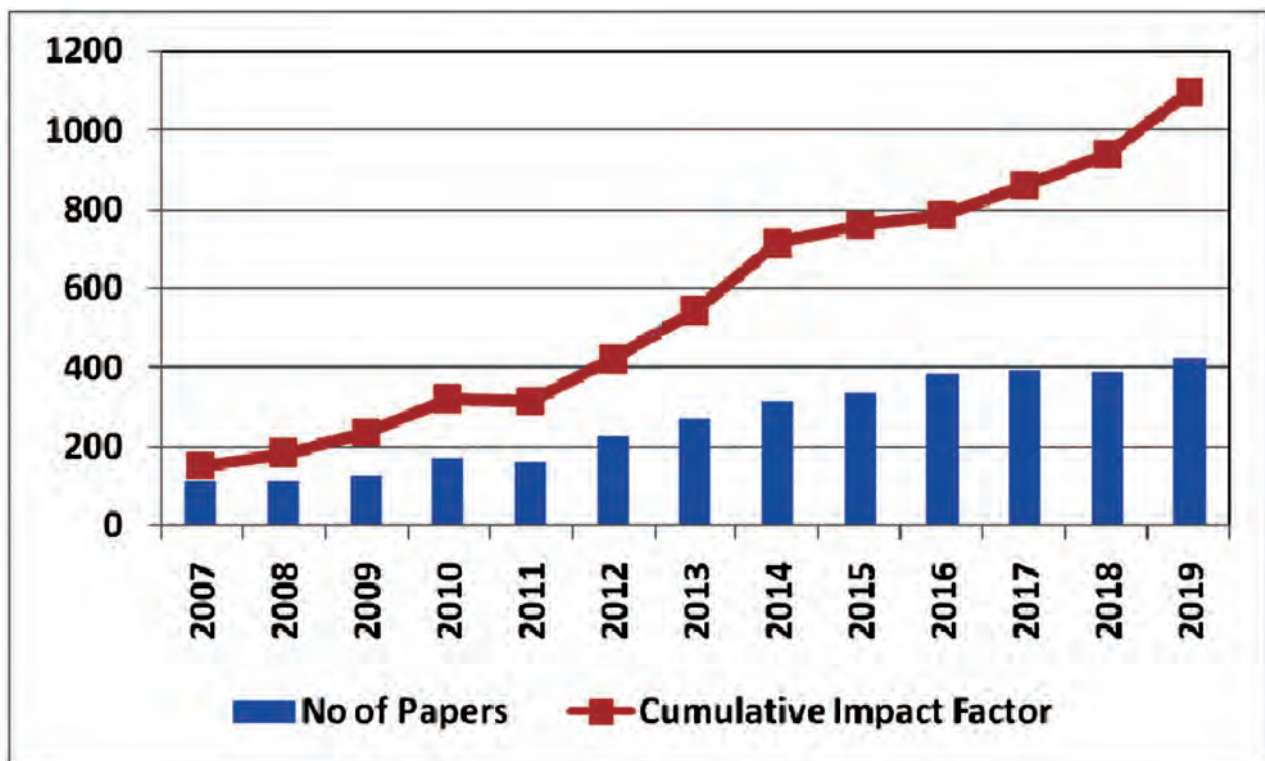
वर्तमान वर्ष के दौरान, थंडरस्टार्म और मेसो- स्केल प्रोसेस प्रीडिक्शन (थम्प) के लिए अनुसंधान प्रस्ताव मंगवाने के लिए विशिष्ट आग्रह किया गया था। उपर्युक्त आग्रह के उत्तर में कुल उन्नीस प्रस्ताव प्राप्त हुए, जिसमें से सात प्रस्तावों को वित्त पोषण के लिए अनुमोदित किया गया।

1.6 अंतर्राष्ट्रीय संवाद

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, अंतर्राष्ट्रीय संयुक्त परियोजनाओं और संयुक्त विकासत्मक कार्यों के माध्यम से अनुसंधान के दायरे को व्यापक बनाने के लिए पृथ्वी विज्ञान से संबंधित सभी क्षेत्रों में वैज्ञानिक सहयोग के लिए नियमित रूप से अंतर्राष्ट्रीय संस्थाओं के साथ भागीदारी करता है।

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और यू.के.नेट ऑफिस के बीच दिनांक 7 फरवरी, 2019 को सर्विस पार्टनरशीप इंडिया (डब्ल्यू.सी.एस.एसवी इंडिया) के लिए मौसम और जलवायु विज्ञान संबंधी कर्यान्वयन करार पर हस्ताक्षर किए गए थे। 3 वर्क पैकजों को शामिल करके एक विज्ञान योजना को अंतिम रूप दिया गया जिसका फोकस प्रतिरूपण उच्च प्रभाव मौसम और सेवाओं में हमारी क्षमताओं को बढ़ाना था जो मौसम और जलवायु प्रभावों को नष्ट करने वाले अपारवरण को कम करने में मदद करता है। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय का 1 जनवरी 2020 से शुरू होने वाले 3 वर्ष के कार्यकाल के लिए बेलमॉल्ट फोरम की संचालन समिति के सदस्य के रूप में चयन किया गया है। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और मिनिस्ट्री ऑफ एफेयर्स एंड वर्शिप ऑफ दि अर्जनटाइन रिपब्लिक के बीच 4 अप्रैल, 2019 को अंटार्कटिका के आपरेशन पर एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए गए।

हिमालयन साइंस काउंसिल (एच.एस.सी) संबंधी विशेषताओं की पहली कार्यशाला 05-06 दिसंबर 2019



चित्र 1.1 शोध पत्रों की संख्या और वर्ष वार संचयी प्रभाव कारक

को गोवा, भारत में भारत सरकार के आग्रह पर आयोजित की गई। कार्यशालाओं में पीपुल्स रिपब्लिक ऑफ बंगलादेश, किंगडम ऑफ भूटान, भारत गणराज्य, दि रिपब्लिक ऑफ दि यूनियन ऑफ म्यामार, नेपाल, दि डेमोक्रेटिक सोशलशिस्ट रिपब्लिक ऑफ श्रीलंका और किंगडम ऑफ थाइलैंड ने भाग लिया। विम्सटेक के तहत भारत द्वारा तैयार किए एच.एस.सी की स्थापना संबंधी संकल्पना पत्र पर चर्चा की गई और सभी सदस्यों ने सैद्धान्तिक रूप से एच.एस.सी. की स्थापना के लिए सहमति व्यक्त की थी।

1.7 वैज्ञानिक प्रकाशन

मंत्रालय के विभिन्न कार्यक्रमों के तहत पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के वैज्ञानिकों द्वारा वर्ष 2019 के दौरान कुल 426 शोध पत्र प्रकाशित किए गए। प्रकाशित किए गए शोध पत्रों की संख्या और कुल प्रभाव कारक (1098.4) पिछले वर्षों की तुलना में तुलनात्मक रूप से अधिक है।

1.9 बजट व्यय

वर्ष 2019-20 के लिए मंत्रालय का कुल परिव्यय 1901.76 करोड़ रुपए था जो संशोधित अनुमान स्तर पर घटक 1809.74 करोड़ हो गया। गत वर्षों के लिए व्यय प्रोफाइल निम्नतालिका में दिखाया 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	1340.26*

*As on 31/12/2019

अध्याय 2

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

परिचय

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय विभिन्न प्रयोक्ताओं को पूरे वर्ष और चौबीसों घंटे मौसम, जलवायु और जलविज्ञानी सेवाएं प्रदान करता है। इन सेवाओं के परिचालन और अनुसंधान दोनों पहलुओं को व्यापक कार्यक्रम (एम्ब्रेला) एक्रॉस के तहत कार्यान्वित किया जाता है।

वर्ष के दौरान, मौसम और जलवायु सेवाएं प्रदान करने के लिए कई महत्वपूर्ण उपलब्धियां प्राप्त की गईं। प्रेक्षण प्रणालियों और संख्यात्मक मॉडलों में डाटा सम्मिश्रण में कई बड़े सुधार भी किए गए हैं। प्रेक्षणात्मक अभियान भी शुरू किए गए क्योंकि विशेष वायुमंडलीय प्रेक्षण हमें मॉडलों की खामियों को समझने और मॉडलों की सटीकता में सुधार लाने में मदद करते हैं। एक्रॉस कार्यक्रम के तहत हासिल की गई महत्वपूर्ण उपलब्धियों का ब्यौरा नीचे दिया गया है।

2.1 प्रेक्षण प्रणालियां और फील्ड अभियान

2.1.1 मौसम पूर्वानुमानों के कौशल को बनाए रखने और उसमें सुधार लाने के लिए वायुमंडलीय प्रेक्षणात्मक नेटवर्क का अनुरक्षण और सुदृढ़ीकरण बहुत आवश्यक है। भारत मौसम विज्ञान विभाग पिछले कई वर्षों से अपनी प्रेक्षण प्रणाली नेटवर्क का संवर्धन कर रहा है। वर्ष 2019 के दौरान नेटवर्क में निम्नानुसार सुधार किया गया।

- (5) कृषि मौसम फिल्टर यूनिट्स (ए.एम.एफ.यू) रूड़की, भुवनेश्वर, जी उदयगिरी, पूसा और अगवानपुर में कृषि मौसम वेधशालाएं स्थापित की गई हैं।
- कोच्ची, तिरूवनन्तरपुरम और भुवनेश्वर में तीन (3) ट्रांसमिसोमीटर-आर वी आर (दृष्टि प्रणाली)

स्थापित किए गए। इनको मिलाकर एयरपोर्ट पर आर.वी.आर उपकरणों की कुल संख्या 44 हो गई।

- तेरह (13) अतिरिक्त जी. पी.एस आधारित आर एस/आर डब्ल्यू स्टेशन स्थापित किए जिससे आर एस/आर डब्ल्यू स्टेशनों की कुल संख्या बढ़कर 56 हो गई। पूर्वोत्तर भारत में नेटवर्क स्थापित करने पर विशेष बल दिया गया। जबलपुर, भुज, श्री गंगानगर, गोपालपुर, शिलांग, पासीघाट, दीमापुर, इम्फाल, आयजोल, कवाली, रामागुनडम और बंकुरा को अब आर. एस/आर डब्ल्यू प्रेक्षणात्मक नेटवर्क में शामिल किया गया है।
- पश्चिमी और मध्य हिमालय के लिए एकीकृत हिमालयी मौसम विज्ञान कार्यक्रम (आई.एच. एम.पी) के तहत सोनमार्ग में मोबाइल प्लेटफॉर्म पर एक पोर्टेबल एक्सबैंड डॉप्लर वेदर राडार स्थापित किया गया। (चित्र 2.1)
- भारत मौसम विज्ञान विभाग की जिला वर्षा निगरानी स्कीम में 341 नये वर्षामापी स्टेशन जोड़े गए। इसके अतिरिक्त, आई. आई. टी. एम., पुणे ने गहन प्रेक्षण अभियान चलाये हैं और प्रेक्षण नेटवर्क को निम्नानुसार सुदृढ़ किया है।
- एच ए सी पी एल, महाबलेश्वर में एक नई रसायन विज्ञान प्रयोगशाला स्थापित की गई, जिसमें पी टी आर टी ओ एफ-एफ एस (प्रोटॉन (प्रोटॉन ट्रांसफर रिएक्शन मॉस स्पेक्ट्रो मीटर, एच टी डी एम ए (हाइग्रो स्को-पिक टेंडम, डिफरेंशियल गोबिलीटी एनालाइजर) और लिक्विड सैम्पलर (पी आई एल एम) में कम आयन क्रोमोटोग्राफ शामिल हैं।
- विभिन्न वातावरणों में बारिश की बूंद के आकार को समझने के लिए डिसड्रोमीटर नेटवर्क आई आई टी



चित्र 2.1 सोनमार्ग में मोबाइल प्लेटफॉर्म पर एक पोर्टेबल एक्सबैंड डॉपलर वेदर राडार

एम पुणे, महाबलेश्वर, मुम्बई, चेरापूंजी, और चेन्नई में स्थापित किया गया है।

- वेल्लोर, निल्लोर, बेंगलुरु, विजयवाड़ा, हैदराबाद, अनंतपुरम, श्रीवर्धन, रत्नागिरी, वेंगुली, रांची, रायपुर, गोवा, पुडुचेरी, नैनीताल और मधुबनी में लाइटनिंग लोकेशन नेटवर्क के लिए नए सेंसर लगाए गए हैं।
- मुम्बई महानगर क्षेत्र में नवी मुंबई और ठाणे क्षेत्र में लगभग 30 स्वचालित वर्षा मापी जोड़कर स्वचालित वर्षा मापी नेटवर्क का विस्तार किया गया है।
- मुम्बई महानगर क्षेत्र में वर्षा के आकड़ों को संग्रहित और प्रसारित करने के लिए एक वेब आधारित डाटा पोर्टल (mumbairain.tropmet.res.in) विकसित किया गया। जनता और हित धारकों को वर्षा संबंधी आकड़ों का प्रसार करने के लिए एक मोबाइल एप्प (मुम्बई मौसम) और एक डाटा पोर्टल भी विकसित किया था।

2.1.2 मौसम पूर्वानुमान सेवाओं के लिए सैटेलाइट और रडार उत्पाद

भारत मौसम विज्ञान विभाग, मैसर्स अंतरिक्ष कोरपोरेशन लि. इसरो के सहयोग से इटसेट-3 डी, इनसेट-3डी आर और इनसेट-3डी एस के लिए मल्टी मिशन मेटेरोलॉजिकल डाटा रिसिविंग और प्रोसेसिंग सिस्टम

(एम एम डी आर पी एस) स्थापित करने के कार्य में बहुत आगे बढ चुका है, जिसके लिए 6 मार्च, 2017 को एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए गए थे। आई एम डी पी एस प्रणाली के सामानांतर इनसेट-3डी और इनसेट-3डी आर उपग्रहवत आकड़ों को प्राप्त और प्रसंस्कृत करने के लिए दिनांक 1 अक्टूबर, 2019 से एम एम आर डी पी एस प्रणाली का उपयोग किया जा रहा है।

संपूर्ण देश के लिए 1 किलोमीटर विभेदन पर राडार रिफ्लेक्टिविटी मोजेक विकसित किया गया है। इन उत्पादों को प्रत्येक 15 मिनट के अंतराल पर अपडेट किया जा रहा है ताकि गर्ज के साथ तूफान के आने की बारीकी से निगरानी की जा सके। ये उत्पाद <https://mausam.imd.gov.in/> पर उपलब्ध हैं।

अलग-अलग स्टेशनों और 4 किलोमीटर विभेदन पर राडार वर्षा के अखिल भारत मोजेक के लिए डॉपलर वेदर राडार वर्षा उत्पाद विकसित किए गए हैं। इन उत्पादों का उपयोग मॉडल पूर्वानुमान और डी डब्ल्यू आर वर्षा सम्मिश्रण के सत्यापन के लिए किया गया है।

2.1.3 मध्य भारत में वायुमंडलीय अनुसंधान परीक्षण सुविधा

आई आई टी एम को मध्य प्रदेश (भोपाल से लगभग 50 कि.मी. दूर) सीहोर जिले के शिखेड़ा गांव में वायुमंडलीय अनुसंधान परीक्षण सुविधा स्थापित करने के लिए मध्य प्रदेश राज्य सरकार से 100 एकड़ भूमि मिली है। 100 एकड़ के लिए भूमि अधिग्रहण डीड 20 नवंबर, 2019 को पंजीकृत करवाई है। वायुमंडलीय अनुसंधान परीक्षण सुविधा एक बहुत उच्च केंद्रित प्रक्षेणात्मक और विश्लेषणात्मक अनुसंधान प्रयास है जो प्रक्षेणात्मक पद्धति और मानसून पूर्वानुमान मॉडलों दोनों में सुधारको तेज करने के हित में प्रक्षेणों की मॉडल गणनाओं से तुलना करेगा।

2.1.4 कैपीक्सन चरण-IV क्लाउड सीडिंग प्रयोग

क्लाउड एयरोसोल इंटरएक्शन एंड प्रेसीपीटेशन एनहैंसमेंट एक्सपेरिमेंट (कैपीक्स) का उद्देश्य उष्ण कटिबंधी बदलों में बादल और वर्षा प्रक्रियाओं को समझना है। वर्ष 2019-20 (कैपीक्स चरण-IV) प्रेक्षणात्मक अभियान जून नवंबर, 2018 में संचालित प्रेक्षणात्मक अभियान के क्रम

में हैं जिसमें वर्षा छाया क्षेत्र के ऊपर क्लाउड सीडिंग के आकड़ों को सफलतापूर्वक एकत्रित किया था। तथापि, सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण परिणाम प्राप्त करने और क्षेत्र में वर्षा वृद्धि के लिए क्लाउड सीडिंग के लिए दिशानिर्देश तैयार करने के लिए कैपीक्स IV 2019 की शुरुआत की गई थी। कैपीक्स चरण-IV 2019 के रूप में गहण प्रक्षेपात्मक अवधि की शुरुआत सोलापुर और तुलजापुर स्टेशन पर ग्रिंडिड फेसिलिटी की स्थापना के साथ 1 अप्रैल, 2019 को हुई थी जहां पर एयरक्राफ्ट अभियान के लिए आवश्यक एयरोसोल बादल, वर्षा, बादल संघनन न्यूक्लि, आईसन्यूक्लि और अन्य डायनामिक और थर्मोडायनामिक डाटा के प्रलेखन का कार्य होता है। यह वायुवाहित प्रयोग सोलापुर में 29 जुलाई, 2019 को शुरू हुआ था। इस प्रयोग को क्लाउड सीडिंग और इसके वैज्ञानिक मूल्यांकन के लिए उपकरण युक्त अनुसंधान (बीच क्राफ्ट बी 200) और एक सीडर (बीचक्राफ्ट सी 90) एयरक्राफ्ट का उपयोग करके किया गया था। इस प्रयोग में उड़ान के दौरान हवाई, प्रेक्षण के 240 घंटे लगे और सीडिंग के बाद बादलों के यादृच्छिक और भौतिक मूल्यांकन की जांच की। कैपीक्स चरण-II हवाई प्रेक्षण अभियान 17 अक्टूबर, 2019 को सफलतापूर्वक सम्पन्न हुआ।

2.2 वैश्विक और क्षेत्रीय डाटा सम्मिश्रण

2.2.1 जी. एफ. एस. डाटा सम्मिश्रण-पूर्वानुमान प्रणाली

जीएफ मॉडल पूर्वानुमान के पूर्वाग्रह में सुधार के लिए अपेक्षित मॉडल जलवायु विज्ञान के सृजन 1999-2018 की अवधि के लिए जी. एफ. एस. प्रणाली (टी 1534L64; VI 4) का पूर्वव्यापी विश्लेषण और पुनः पूर्वानुमान रन किया गया।

भारतीय डॉपलर वेदर राडार प्रेक्षणों के सम्मिश्रण के साथ डब्ल्यू आर एफ कि मी मॉडल के लिए क्षेत्रीय जी एस आई को विकसित और संचालित किया गया। डीडब्ल्यू आर प्रेक्षणों के लिए गुणवत्ता नियंत्रण प्रक्रिया विकसित की गई है जिसमें क्षेत्र आधारित दृष्टिकोण का उपयोग करके रेडियल वेग के गुणवत्ता युक्त नियंत्रित किया

जाता है और स्पेकल गूज के लिए राडार रिफ्लेक्टिविटी में सुधार किया जाता है। उत्तरी हिंद महासागर क्षेत्र में उष्ण कटिबंधीय महासागरों के लिए एच वाई सी ओ एम आधारित एच डब्ल्यू आर एफ सम्मिश्रण पूर्वानुमान प्रणाली भी संचालित की गई है।

2.2.2 एनसीएमआरडब्ल्यूएफ एकीकृत मॉडलिंग और सम्मिश्रण प्रणाली (एनसीयूएम)

विभिन्न नये प्रकार के प्रेक्षणों अर्थात उपग्रहों जी ओ ई एस-16, जीओईएस-17 और एनओए-20 के पॉवर वैक्टर, सतह और सौंदे प्रेक्षणों को एनसीयूएम डाटा सम्मिश्रण प्रणाली में सम्मिश्रित किया जा रहा है। जी के-2, एफ वाई-2 जी, एफ वाई-2H के हवा संबन्धी आकड़े, एचवाई-2ए से स्कैटरोमीटर हवाएं और एनओए-20 रेडिएंस (एटीएमएस और सीआरएलएस) के स्कैटरोमीटर हवाओं के आंकड़ों के सम्मिश्रण के लिए क्षमताओं का विकास किया जा रहा है।

एन सी यू एम के लिए एक उन्नत प्रेक्षण पूर्व-प्रसस्करण और निगरानी प्रणाली विकसित की गई है जिसमें मौसम विज्ञान प्रेक्षणों को इनके सम्मिश्रण के लिए और अधिक विश्वसनीयता और कुशलता से प्रसस्करण करने की क्षमता है। एन सी यू एम प्रणाली में प्राप्त और सम्मिश्रित सभी उपग्रह रेडियंस प्रेक्षणों की संचालन निगरानी के लिए एक प्रेक्षण प्रणाली भी विकसित की गई है।

क्षेत्रीय एन सी यू एम के लिए मृदा नमी और तापमान के उच्च विभेदन क्षेत्रीय विश्लेषण प्रदान करने के लिए एक क्षेत्रीय भूमि डाटा सम्मिश्रण प्रणाली विकसित की गई है। पूर्वानुमान पर प्रेक्षणों के प्रभाव को समझने के लिए कई तरह के अध्ययन (ओ एस ई, ओ एस एस ई और एफ एस ओ) किए गए हैं। वैश्विक पूर्वानुमान पर प्रेक्षण प्रभाव की निरंतर निगरानी और मूल्यांकन के लिए प्रचलनात्मक एफ एस ओ (प्रेक्षणों के प्रति पूर्वानुमान संवेदनशीलता) प्रणाली का उपयोग किया जा रहा है।

मेट ऑफिस, यू के सहयोग से 40 वर्षों के डाटा का उपयोग करके भारतीय मानसून डाटा सम्मिश्रण और विश्लेषण के तहत एक उच्च विभेदन क्षेत्रीय पुनः विश्लेषण सृजित किया गया है। यह भारतीय मानसून क्षेत्र में उपलब्ध

उच्चतम विभेदन पुनः विश्लेषण है। इस डाटासेट का उपयोग करके कई तरह के अध्ययन किए जा रहे हैं और कुछ प्रारंभिक अध्ययनों के परिणाम प्रकाशन के लिए प्रस्तुत किए गए हैं। चित्र 2.21 में जून से सितंबर (जे जे ए एस) औसत आई एम डी ए ए (1979-2016) उसी अवधि के लिए प्रेक्षित वर्षा के साथ दर्शाया गया है।

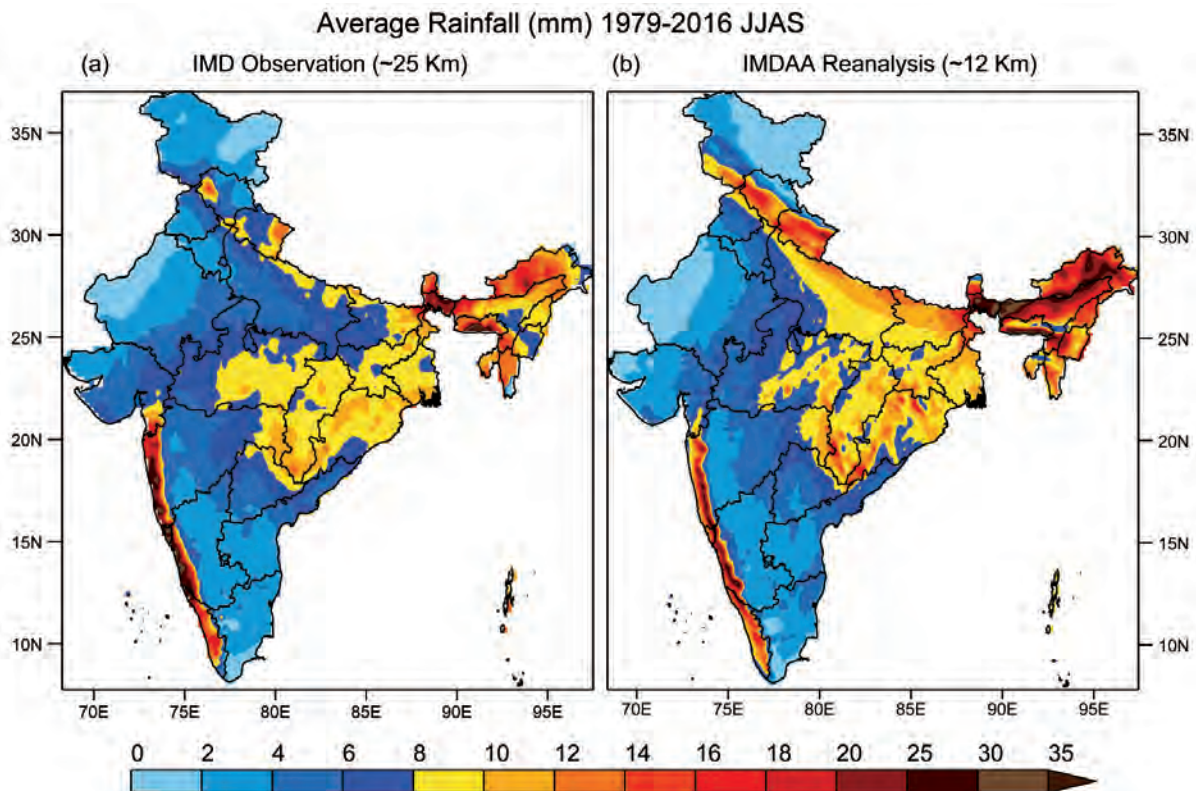
उच्च विभेदन मॉडल पूर्वानुमान जलवायु विज्ञान सृजित करने के लिए 2016-2018 की अवधि के लिए एन सी यू एम वैश्विक मॉडल का हिंडकास्ट रन बनाया गया है। प्रत्येक दिन चलने वाले पंचक दिन पद्धति का उपयोग करते हुए औसत दैनिक जलवायु विज्ञान सृजित होता है। 90वां, 95वां और 99वां प्रतिशत की संभावना के रूप में चरम मौसमी घटनाओं के सूचकांक सृजित करने के लिए इस जलवायु विज्ञान का उपयोग किया जाता है। हवा बारिश, तापमान और आर्द्र आदि विसंगतियों के साथ गंभीर मौसम सूचकांकों को वास्तविक समय में भारत में उत्पन्न किया गया है और परिचालनात्मक पूर्वानुमानों द्वारा

इसका उपयोग किया जा रहा है।

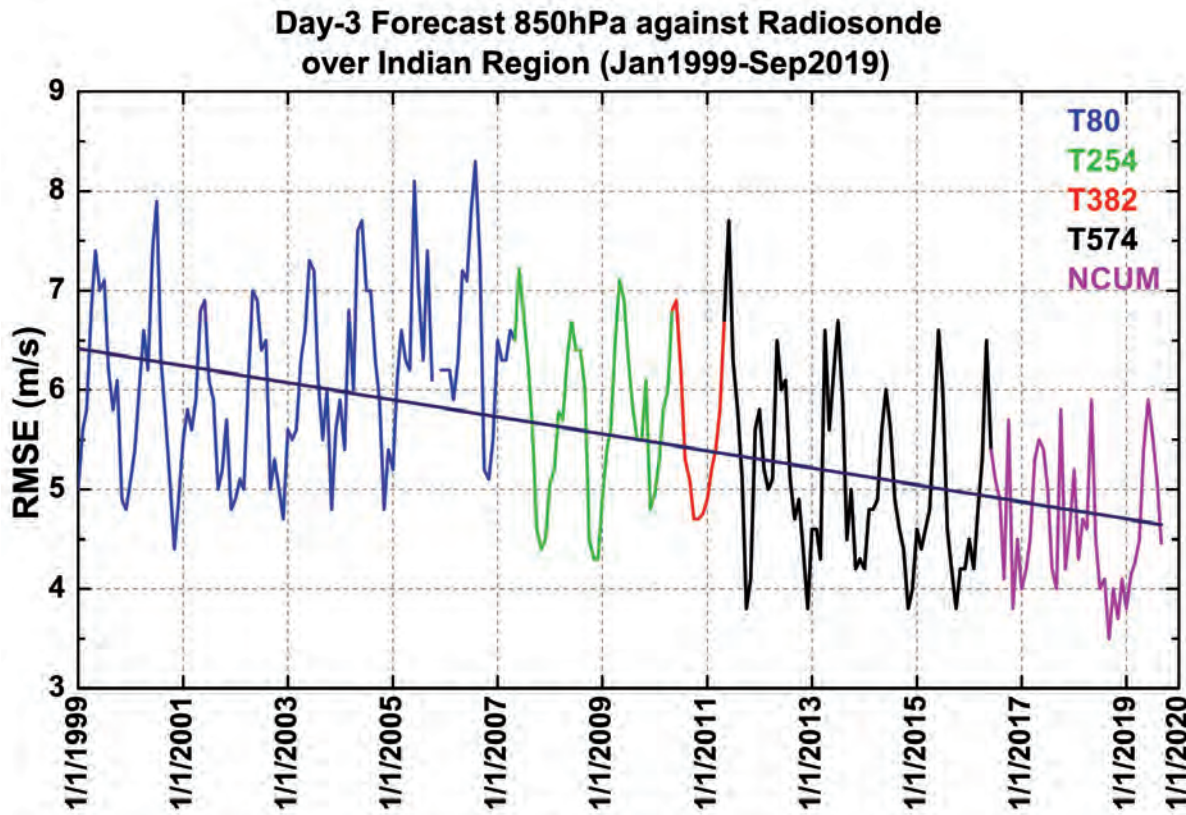
डब्ल्यू एम ओ द्वारा निर्दिष्ट और अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर अपनाई जाने वाली सर्वोत्तम परिपटियों के अनुसार एन सी एम आर डब्ल्यू एफ मॉडल के पूर्वानुमानों का सत्यापन किया गया है। मानक सत्यापन स्कोर/मैट्रिक्स का निर्धारणात्मक मॉडल पूर्वानुमान (अर्थात ई सी एम डब्ल्यू एफ) के लिए डब्ल्यू एम ओ लीड सैन्टर के साथ विनिमय किया गया था। चित्र 2.3 में जनवरी 1999 से सितंबर, 2019 तक प्रत्येक माह के लिए भारत में 850 एफ पी ए हवा पूर्वानुमान में मूल औसत वर्ग त्रुटि दिखाई गई है। मूल औसत वर्ग त्रुटि को घटते क्रम में दर्शाया गया है जो 2016 से पूर्वानुमान में सुझाए गए सुधारों के लिए महत्वपूर्ण है।

2.2.3 एन सी एम आर डब्ल्यू एफ समष्टि पूर्वानुमान प्रणालियां (एन ई पी एस)

भारत में प्रचंड मौसमी घटनाओं के सटीक और विश्वनीय संभावित पूर्वानुमानों के लिए 12 कि.मी. विभेदन



चित्र 2.2 जून से सितंबर (जे.जे.ए.एस) औसत आई एम डी ए ए वर्षा (1979-2016) और इसी अवधि में प्रेक्षित वर्षा



चित्र 2.3 एन सी एम आर डब्ल्यूएफ मॉडलों द्वारा जून 1999 से सितंबर, 2019 तक 850 एच पी ए स्तर पर भारतीय क्षेत्र में डे-3 हवा पूर्वानुमानों का मूल औसत वर्ग त्रुटि

पर एन सी यू एम आधारित 22 सदस्यीय वैश्विक पूर्वानुमान प्रणाली ((एनईपीएसजी) के अलावा, 12 सदस्यों (1 नियंत्रण+11 क्षुब्ध) वाली समष्टि पूर्वानुमान प्रणाली (एनईपीएसआर) के एक क्षेत्रीय संस्करण को जुलाई, 2019 में कार्यान्वित किया गया है। एनईपीएसआर की प्रारंभिक और सीमागत स्थितियां ग्लोबल एनईपीएस द्वारा प्रदान की जा रही हैं। चित्र: 2.4, में 4 अगस्त, 2019 के दौरान मुम्बई में भारी वर्षा की घटना के लिए एन ई पी एस आर से संभावित पूर्वानुमान को दर्शाया गया है।

इस प्रणाली में पूरे भारत को कवर करने में सक्षम क्षितिजीय डोमेन युक्त 4 किमी क्षैतिज रिज्यूलेशन और 38.5 किमी तक की ऊँचाई तक पहुंचते 80 वर्टिकल लेवल है।

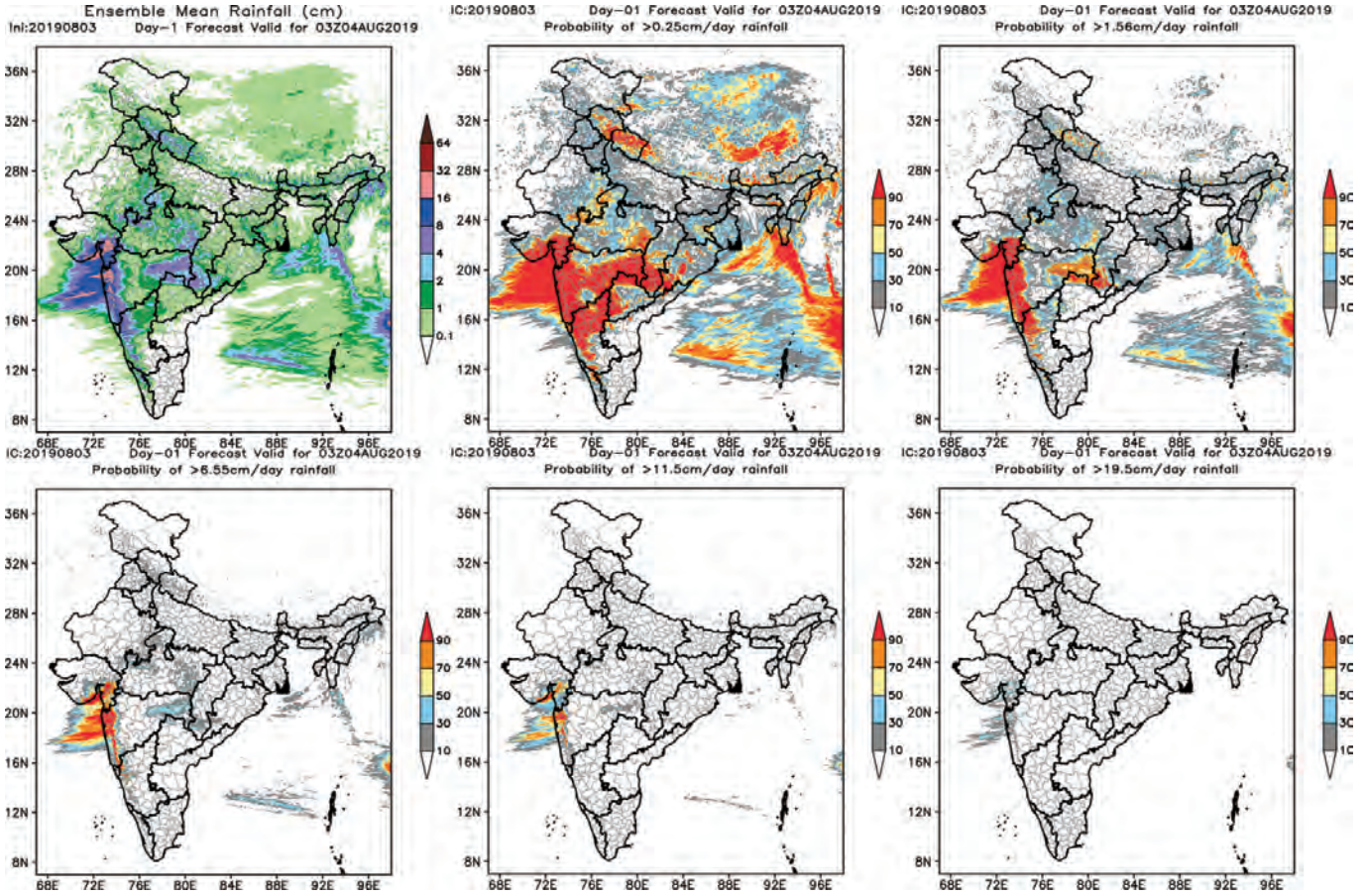
उपर्युक्त के अलावा, एनईपीएसजी की वैश्विक समष्टि प्रणाली उष्ण कटिबंधीय चक्रवात ट्रैक पूर्वानुमान को भी कार्यान्वित किया गया। उष्ण कटिबंधीय चक्रवात ट्रैकर में

एनईपीएसजी घटित होने से प्रत्येक सदस्य को चक्रवात ट्रैक का पूर्वानुमान मुहैया कराया जाता है, समष्टि का अर्थ है रास्ता, संभाव्यता और इसके रास्ते के साथ चक्रवात तीव्रता। एक ऐसा ही टी.सी ट्रैकर एनईपीएस आर के लिए साथ ही कार्यान्वित किया गया है।

4 अगस्त, 2019 के लिए वैध समष्टिगत औसत वर्षा सहित विभिन्न वर्षा श्रेणी के लिए मुंबई में भारी वर्षा का संभावित पूर्वानुमान।

2.2.4 एनसीएमआरडब्ल्यूएफ युग्मित मॉडल (सी एनसीयूएम)

एनईएमओ महासागर मॉडल पर आधारित महासागर डाटा सम्मिश्रण के साथ एक अत्याधुनिक वैश्विक महासागर वायुमंडलीय भू-सागर आइस मॉडल एनसीएमडब्ल्यूएफ में चलाया जा रहा है। यह पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय में चलाई जा रही पहली बेजोड़ मॉडलिंग प्रणाली है जिसमें घंटे से लेकर मौसम तक के पैमानों में जैसी एक गतिशील कोर



चित्र 2.4 विभिन्न वर्षा श्रेणियों के लिए मुम्बई के ऊपर भारी वर्षा का संभावित पूर्वानुमान और 4 अगस्त, 2019 के लिए मान्य समष्टिगत औसत वर्षा

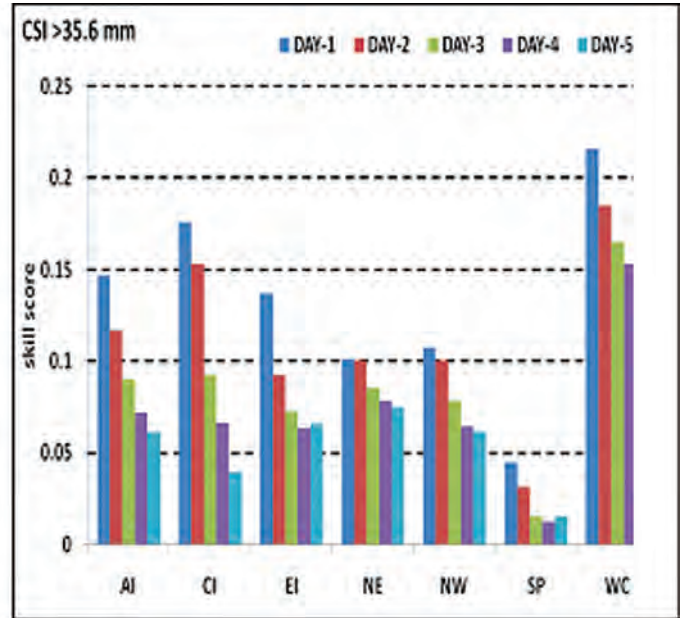
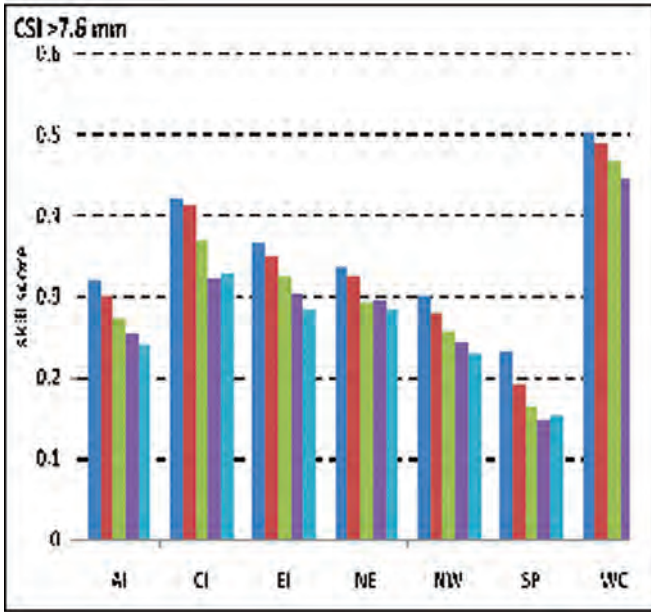
का उपयोग किया जाता है। उष्णकटिबंधीय चक्रवात ताप संभावना और अन्य महासागरीय विशेषताओं की निगरानी के लिए इस मॉडल को प्रतिदिन 15 दिन तक चलाया जाता है। इसी मॉडल को छः समष्टिगत सदस्यों के साथ सप्ताह में एक बार से लेकर चार सप्ताहों तक वास्तविक समय विस्तारित रेंज (बहु-सप्ताह) पूर्वानुमान देने के लिए चलाया जाता है। यह मॉडल मध्य (15 दिनों) और विस्तारित रेंज (4 सप्ताह) पर वास्तविक-समय, सागर-बर्फ पूर्वानुमान भी देता है और ध्रुवीय क्षेत्रों और अन्य अनुसंधान और विकास गतिविधियों पर भारतीय कार्यक्रमों के लिए इसका उपयोग किया जाता है और ध्रुवीय क्षेत्रों और अन्य अनुसंधान और विकास गतिविधियों पर भारतीय कार्यक्रमों के लिए इसका उपयोग किया जाता है। ऊपरी महासागर ऊष्मा स्रोत प्रदान करके उष्ण कटिबंधीय

चक्रवातों के निर्माण, गहनता और रखरखाव में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

2.2.5 वैश्विक पूर्वानुमान प्रणाली (जी एफ एस)

आईएमडी में 10 दिनों तक लघु से मध्यम रेंज में निर्धारणात्मक पूर्वानुमान देने के लिए वैश्विक पूर्वानुमान प्रणाली (जीएफएसटी 1534L64) मॉडल को एक दिन में चार बार (00.06.12.818 यूटीसी) चलाया गया था।

पूर्वानुमान मॉडल में क्षैतिज में लगभग 12 कि.मी. का विभेदन है और ऊर्ध्वाधर में 64 स्तर हैं। इस जी एफ एस मॉडल के लिए प्रारंभिक स्थितियां ग्रिड पाइंट स्टैटिस्टिकल इंटरपोलेशन (जी एस आई) बेस्ड हाइ ब्रिड ग्लोबल डाटा असिमिलेशन सिस्टिम पर निर्मित चार-आयामी (4डी) एनसेंबल वेरिएशनल डाटा असिमिलेशन सिस्टिम से सृजित की जाती हैं जिन्हें राष्ट्रीय मध्यम अवधि



चित्र 2.5 मानसून 2019 के दौरान 7.6 मि. (बाएँ पैनेल) और 35.6 मि. (दाएँ पैनेल) से अधिक वर्षा श्रेणी के लिए क्रिटिकल सस्सेस इंडेक्स (सी एस आई) अथवा खतरा स्कोर की डोमेन औसत मान।

मौसम पूर्वानुमान केंद्र (एन सी एम आर डब्ल्यू एफ) में हाई परफोरमेंस कम्प्यूटिंग सिस्टम पर चलाया गया है। वास्तविक समय जी एफ एस टी आई 534 L 64 मॉडल आउटपुट प्रतिदिन भारत मौसम विज्ञान विभाग में सृजित किए जाते हैं। इस 4डीईएनएसवी ए आर डाटा सम्मिश्रण प्रणाली में विभिन्न प्रारंपरिक और साथ ही उपग्रह प्रेक्षणों को शामिल करने की क्षमता है जिसमें विभिन्न ध्रुवीय ऑर्बिटिंग और जिओस्टेशनरी उपग्रहों के रेडियंस शामिल हैं। पूर्वानुमानकर्ता और विभिन्न प्रयोक्तुओं को वास्तविक समय आउटपुट आईएमडी की राष्ट्रीय वेबसाइट के जरिए प्रचालनात्मक मौसम उपलब्ध कराए जाते हैं।

2.2.6 डब्ल्यूआरएफ मॉडलिंग प्रणाली

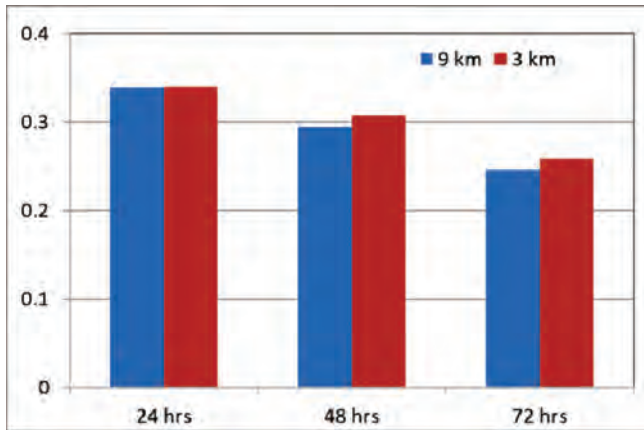
दक्षिण पश्चिम मानसून सीजन 2019 के दौरान, डबलनेस्टेड डब्ल्यू आरएफ मॉडल (एआरडब्ल्यू) ने 00 यूटीसी और 12 यूटीसी पर तीन दिनों तक दिन में दो बार पूर्वानुमान उपलब्ध कराया। डाटा सम्मिश्रण घटक, डब्ल्यूआरएफ डाटा सम्मिश्रण (डब्ल्यूआरएफडीए) वैश्विक जीएफएस विश्लेषण और अन्य पारंपरिक गुणवत्ता नियंत्रित प्रेक्षणों को इनपुट के रूप में लेता है और 9 किमी विभेदन के साथ मेसोस्केल विश्लेषण सृजित करता है। मॉडल मंद

डोमेन (09 किमी) ने क्षेत्रीय विशिष्ट मौसम विज्ञान केंद्र (आरएसएमसी), नई दिल्ली (23 दक्षिण से 46 उत्तर, 40° पूर्व से 12° पूर्व) के लिए उत्तरदायी क्षेत्र को कवर किया है। 3 किमी विभेदनवाला नेस्टेड डोमेन 22.5° उत्तर और 81.2° पूर्व तक केंद्रित है जो पूरे भारतीय क्षेत्र को कवर करने के लिए पूर्व-पश्चिम और उत्तर दक्षिण दोनों दिशाओं में लगभग 4000 किमी तक फैला हुआ है।

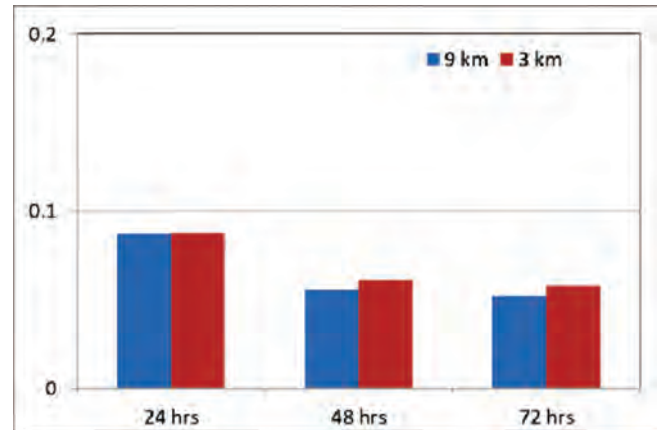
चित्र 2.6 मानसून ऋतु 2019 के दौरान संपूर्ण भारतीय क्षेत्र में औसतन माध्य श्रेणीकृत कौशल स्कोर को दर्शाता है।

2.2.7 एचडब्ल्यूआरएफ महासागर (पीओएम/एक वाई सी ओ एम) युग्मित मॉडल

2019 के मानसून से पहले और मानसून के बाद के चक्रवात ऋतु के दौरान 18 किमी 6 किमी और 2 किमी के क्षैतिज विभेदन वाले मुवेबल ट्रिपल नेस्टेड एचडब्ल्यूआरएफ ओशन (पीओएम/एचडब्ल्यूआरएफ युग्मित मॉडल ने उत्तरी हिंद महासागर पर बने उष्णकटिबंधीय चक्रवातों के लिए 00 यूटीसी 06 यूटीसी, 12 यूटीसी और 18 यूटीसी पर पाँच दिनों तक चार बार पूर्वानुमान सृजित किए। डाटा सम्मिश्रण घटक, क्षेत्रीय



(र)



(ख)

चित्र 2.6 मानसून ऋतु 2019 के पूरे भारत क्षेत्र में औसतन श्रेणीकृत कौशल स्कोर (क) और (ख) क्रमशः 6.5 मि.मि. और 64.5 मि.मि. से अधिक डब्ल्यू आरएफ पूर्वानुमान के साथ दो वर्षा श्रेणियों के लिए महत्वपूर्ण सफल सूचकांक

जीएसआई डाटा सम्मिश्रण, वैश्विक विश्लेषण और अन्य पारंपरिक गुणवत्ता नियंत्रित प्रेक्षणों को अपने इनपुट के रूप में लेता है और मध्यवर्ती और इनरमोस्ट नेस्ट के लिए मेसोस्केल विश्लेषण सृजित करता है जिसे बाद में तीन डोमेन के लिए सृजित विश्लेषण में मिला दिया जाता है। इनसैट रेडियंस को भी मानसून चक्रवात मौसम, 2019 के बाद शुरुआत से प्रचालानात्मक रूप से भी सम्मिश्रित कर दिया गया। मॉडल पेरंट डोमेन (18 एमएम) तूफान पर केंद्रित 800 X 800 के क्षेत्र को कवर करता है। 240 X 240 के छः कि.मी. विभेदन कवर क्षेत्र के साथ मुवेबल मध्यवर्ती डोमेन और 70 X 70 के क्षेत्र वाले मुवेबल इनर मोस्टा डोमेन तूफान केंद्र पर केंद्रित है।

2.3 मानसून मिशन

2.3.1 ऋतुकालिक पूर्वानुमान

आईआईटीएम, पुणे में विकसित मानसून मिशन जलवायु पूर्वानुमान प्रणाली का उपयोग करके दक्षिण पश्चिम मानसून 2019 का प्रचालानात्मक ऋतुकालिक पूर्वानुमान तैयार किया गया था। इस पूर्वानुमान को तैयार करने के लिए, वैश्विक वायुमंडल और मार्च, 2019 तक की महासागरीय प्रारंभिक स्थितियों का उपयोग किया गया जिसमें 47 एनसेंमबल सदस्य शामिल हैं। एमएमसीएफएस

मॉडल पर आधारित पूर्वानुमान से पता चलता है कि वर्ष 2019 के मानसून ऋतु (जून से सितंबर) के दौरान मानसून वर्षा पूरे देश में औसतन 94% होने की संभावना थी जो दीर्घावधि औसत (एलपीए) का $\pm 5\%$ थी।

सीएफएस V2 में नदी अपवाह को एकीकृत करके जल विज्ञान और कृषि में जलवायु अनुप्रयोग के लिए मॉडल विकसित किया जा रहा है। कृषि और जल विज्ञान जैसे अनुप्रयोगों के उच्च विभेदन मॉडल आउटपुट की आवश्यकता को पूरा करने के लिए ऋतुकालिक पूर्वानुमान मॉडलों की डायनैमिकल डाउन स्केलिंग का 38 कि.मी के विभेदन पर प्रयास किया गया है।

2.3.2 विस्तारित अवधि पूर्वानुमान

मॉडल विकास गतिविधियों पर मुख्य उपलब्धियों में शामिल हैं (क) गर्म हवाओं के वास्तविक समय विस्तारित अवधि पूर्वानुमान के लिए रणनीति का विकास (ख) विस्तारित अवधि पर वास्तविक समय में मैडेन-जूलियन दो का पूर्वानुमान लगाने के लिए एक पद्धति का विकास (ग) वास्तविक समय में चक्रवात उत्पत्ति का पूर्वानुमान लगाने के लिए कृषि और स्वास्थ्य क्षेत्र में परामर्शिका देने में एक उन्नत उत्पत्ति का व्यापक उपयोग किया जाता है।

विभिन्न प्रारंभिक स्थितियों पर आधारित अनुसंधान/ वैज्ञानिक उपयोग के लिए विस्तारित अवधि पूर्वानुमान

<http://www.tropmet.res.in/erpas/>. पर उपलब्ध हैं।

वर्षा, अधिकतम और न्यूनतम तापमान, लू, एम जे ओ पूर्वानुमान मृदा नमी (0-10एम), सापेक्षिक आद्रता और चक्रवात उत्पत्ति संबंधी पूर्वानुमान भी उसी लिंक पर उपलब्ध हैं।

2.3.3 गर्ज के साथ तूफान/बिजली गिरने की पूर्वानुमान प्रणाली

मानसून मिशन चरण-II के तहत, डब्ल्यू आर एफ मॉडल में डायनेमिकल लाइटनिंग पैरामीटराइजेशन (डी एल पी) का उपयोग करके गर्ज के साथ तूफान/बिजली गिरने के पूर्वानुमान के लिए मॉडलिंग ढांचे को स्थापित कर लिया है। वर्तमान में यह प्रणाली प्रतिदिन वास्तविक समय पूर्वानुमान सृजित कर रही है और यह एक समर्पित वेबसाइट पर उपलब्ध है। ये पूर्वानुमान और संबंधित सूचना <http://lsrf.tropmet.re.in/srf/tsprediction.sys-tem/index.php> पर उपलब्ध हैं।

2.3.4 लघु अवधि उच्च/ विभेदन एनसेंबल पूर्वानुमान

जीएफएस (12 किमी) मॉडल पर आधारित वर्षा का प्रतिशत आधार (90 वां और 95वां) विषम पूर्वानुमान विकसित करके परिचालित किया गया।

जीईएफएस के आधार पर भारत के सभी नदी घाटों के संभावित पूर्वानुमान विकसित करके सितंबर, 2019 से प्रचलित किया गया। भारत मौसम विज्ञान विभाग के बाढ़ निगरानी कार्यालयों द्वारा विभिन्न नदी बेसिनों के लिए इसका उपयोग किया जा रहा है।

जीईएफएस आधारित सूचकांक नामतः गर्ज के साथ तूफान, हवा झोंका और ओला के पूर्वानुमान के लिए सुपरसेल कम्पोजिट पैरामीटर (एससीपी), हवा झोंका सूचकांक, और ओला सूचकांक विकसित किया गया है। ये सभी उत्पाद 1 अप्रैल, 2019 से प्रचालन में है। एक नई वेबसाइट सिस्टम फॉर थंडरस्टॉर्म ऑब्जरवेशन, प्रिडक्शन और मॉनिटरिंग (स्टॉर्म) (<http://lsrf.tropmet.re.in/srf/tsprediction.system/index.php>) को जून, 2019 के बाद से चालू कर दिया गया है।

बायस करेक्टिड सौर और पवन पूर्वानुमान प्रायोगिक आधार पर राष्ट्रीय पवन ऊर्जा संस्थान के साथ साझा किए गए हैं। वर्षा और अन्य मौसम मापदंडों के जी एफ एस पूर्वानुमानों को महालनोबिस राष्ट्रीय फसल पूर्वानुमान केंद्र के कृषि और किसान मंत्रालय, भारत सरकार के साथ साझा किया गया है।

2.4 जलवायु परिवर्तन अनुसंधान केंद्र

आईआईटीएम पृथ्वी प्रणाली मॉडल

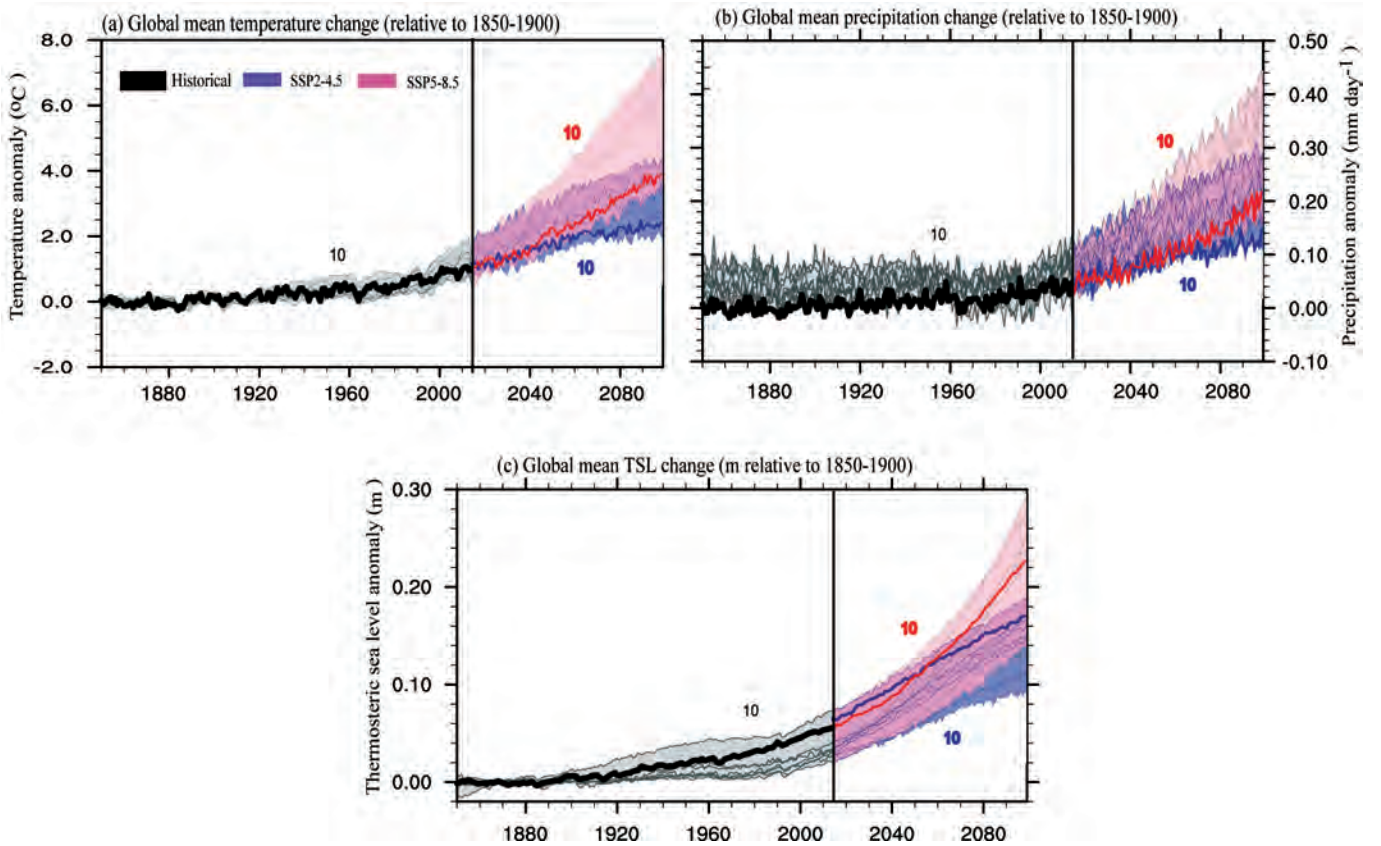
आईआईटीएम, पहली बार भारत से आईआईटीएम ईएसएम का उपयोग करके युग्मित मॉडल अंतर तुलना परियोजना (सीएमआईपी6) प्रयोगों और आईपीसीसीएआर 6 मूल्यांकन रिपोर्ट के लिए योगदान दे रहा है। आईआईटीएम ईएम का उपयोग करके निष्पादित पूर्व औद्योगिक और वर्तमान स्थितियों के अनुरूप सदी अनुरूपण से समय-माध्य वायुमंडल और महासागर को बड़े-पैमाने के परिसंचरण के मुख्य पहलुओं की कैप्चर करने में बड़े सुधार दिखाए हैं। आईआईटीएम ईएसएम का उपयोग करके सीएमआईपी 6 के डैक अनुरूपण का कार्य सफलतापूर्वक हो गया है। इनमें 300 वर्ष का स्पिन-अप और 500 वर्ष का पूर्व-औद्योगिक नियंत्रण (पीआई नियंत्रण) अनुरूपण हाल के पिछले वर्षों के एतिहासिक अनुरूपण (~150 वर्ष) एएमआईपी अनुरूपण, क्षणिकाएं CO_2 और अचानक CO_2 वृद्धि अनुरूपण शामिल हैं। एतिहासिक अनुरूपण ने वर्ष 1850-2014 तक की अवधि के समय-भिन्न एयरोसोल, भूमि उपयोग भू कवर परिवर्तन और सीएचजी सांद्रता, का उपयोग करके प्रदर्शन किया, वास्तविक रूप से वर्तमान दिन की जलवायु का अनुरूपण किया। हिंद महासागर मध्य दशा और परिवर्तनशीलता, हिंदी महासागर द्विध्रुवीय की मौलिक विशेषताओं और हिंद महासागर द्विध्रुवीय दूर संबंध का आईआईटीएम ईएसएम में बेहतर अनुरूपण किया जाता है। 21वीं सदी के अंत के लिए परिदृश्य का निष्पादन आईआईटीएम ईएसएम के साथ किया जाता है और सभी आकड़ों का आईआईटीएम (<http://cccr.tropmet.res.in/home/esgf-data.jsp>) पर स्थित ई एस जी एफ नोड का उपयोग करके सार्वजनिक रूप से प्रसारण किया जा रहा

है। आईआईटीएम-ईएसएम सीएमआईपी 6 डाटा को <http://esgf-data.dkrz.de/search/cmip6-dkrz/> से डाउनलोड किया जा सकता है।

आईआईटीएम-ईएसएम सीएमआईपी 6 ऐतिहासिक अनुरूपण और अन्य उपलब्ध सीएमआईपी 6 मॉडलों से 1900 से 2090 तक की अवधि के लिए वैश्विक औसत सतही तापमान (जीएमएसटी), वैश्विक औसत थर्मोस्टेरिक समुद्र स्तर (जीएमएसएस) सहित चुनिंदा वैश्विक संकेतकों के प्रारंभिक विश्लेषण चित्र 12 में दिखाए गए हैं। इनमें 1900-2014 की अवधि के ऐतिहासिक अनुरूपण और 2015 के बाद के अनुमान शामिल हैं। जीएमएसटी की समय-शृंखला 1951-2014 के दौरान 0.6° से अधिक वृद्धि देखी गई। (1961-1990 की आधार अवधि के संदर्भ में सीएमआईपी 6 मॉडल प्रेक्षित उष्ण

प्रवृत्ति का अनुरूपण करते हैं, हालांकि विशेष रूप 21वीं सदी (चित्र 2.7 क) के अंत में उष्ण स्तरों की व्यापक शृंखला प्रदर्शित करते हैं। ऐतिहासिक अवधि के लिए आईआईटीएम-ईएसएमकेजीएम एसटी बारीकी से प्रेक्षित उष्णता का अनुरूपण करता है और वैश्विक औसत तापमान वृद्धि उष्णता की सीमा में है जैसा कि ऐतिहासिक अवधि के दौरान अन्य सीएमआईपी 6 मॉडलों द्वारा दिखाया गया है। (चित्र 2.7 क)। आईआईटीएम-ईएसएम और सीएमआईपी 6 मॉडलों में तापमान में वृद्धि के साथ वैश्विक औसत वर्षा में वृद्धि दिखाई देती है, वृद्धि की उच्च दरें उष्णता के उच्चतर स्तर वाले मॉडलों में देखी जाती है (चित्र 2.7 ख)।

आईआईटीएम-ईएसएम और अन्य सीएमआईपी 6 मॉडलों से विशेष रूप से हॉल के दशकों में वैश्विक औसत



चित्र 2.7 सीएमआईपी 6 ऐतिहासिक अनुरूपणों और अनुमानों से वैश्विक माध्य वार्षिक औसत जलवायु संकेतकों की समय शृंखला। नीली वक्र रेखाएं आरसीपी 8.5 परिदृश्य को दिखाती हैं और लाल वक्र रेखाएं आरसीपी 8.5 परिदृश्य को दिखाती हैं। ठोस रेखा आईआईटीएम-ईएसएम सिमुलेशन का प्रतीक है। प्रत्येक चरण के लिए चुने गए मॉडल की संख्या को अंकों में दर्शाया गया है।

थर्मोस्टेरिक समुद्र स्तर में वृद्धि दिखाई देती है और जीएमएसटी वृद्धि के साथ वृद्धि होने का अनुमान है। (चित्र: 2.7 ग)

2.5 मानसून 2019

जून से सितंबर के दौरान दक्षिण-पश्चिम मानसून का प्रारंभ

देश में ही विकसित सांख्यिकी मॉडल के आधार पर, भारत मौसम विज्ञान विभाग ने 15 मई, 2019 को पूर्वानुमान लगाया कि केरल में मानसून का आगमन ± 4 दिनों की मॉडल त्रुटि के साथ 6 जून को होगा। केरल में वास्तव में मानसून का आगमन 8 जून को हुआ।

मानसून वर्षा का दीर्घावधि पूर्वानुमान

संपूर्ण देश के लिए ऋतु कलिक वर्षा (जून-सितंबर) के लिए पहला चरण पूर्वानुमान अप्रैल में जारी किया गया जो एलपीए की $\pm 5\%$ की मॉडल त्रुटि के साथ एलपीए का 96% था। इस पूर्वानुमान के लिए अपडेट जारी किया गया और यह एलपीए की $\pm 4\%$ मॉडल त्रुटि के साथ (एलपीए का 96%) था। समग्र देश के लिए वास्तविक ऋतुकालिक ऋतु वर्ष एलपीए की 110% थी, जो अप्रैल और मई के पूर्वानुमान की ऊपरी पूर्वानुमान सीमाओं से एलपीए 6% अधिक है। कुल 36 उप-मौसम उपखंडों में

से, 19 उपखंडों (देश के कुल क्षेत्र का 54%) में ऋतु कालीन (जून-सितंबर) वर्षा सामान्य थी और 10 उपखंडों, जो देश के कुल क्षेत्र का 22% है, में वर्षा अधिक थी और 2 उपखंडों में वर्षा बहुत अधिक थी जो देश के कुल क्षेत्र का 8% है। तथापि, 5 उपखंडों में ऋतु वर्षा कम थी जो देश के कुल क्षेत्र का 15% है।

नीचे दी गई तालिका 21 में दक्षिण-पश्चिमी मानसून 2019 के लिए जारी दीर्घावधि पूर्वानुमानों के सत्यापन का सार दिया गया है। चित्र 2.8 में दक्षिण पश्चिम मानसून रीजन के दौरान 36 मौसम उपखंडों के लिए प्रतिशत विचलन वर्षा दिखाया गया है।

पूर्वोत्तर मानसून

समग्र देश का वर्ष 2019 की पूर्वोत्तर मानसून ऋतु कालीन (अक्टूबर-दिसंबर) वर्षा के सामान्य (एलपीए का 129%) से अधिक थी।

दक्षिण प्रायद्वीप (5 उपखंडों सहित अर्थात तटीय आंध्र प्रदेश, रायलसीमा, तमिलनाडु और पुदुच्चेरी, दक्षिण आंतरिक कर्नाटक और केरल) के कोर क्षेत्र में पूर्वोत्तर मानसून ऋतु के दौरान ऋतु कालीन वर्षा, सामान्य (एनपीए का 109%) थी। कोर क्षेत्र के सभी पाँच उपखंडों में अधिक/सामान्य वर्षा हुई।

तालिका 2.1

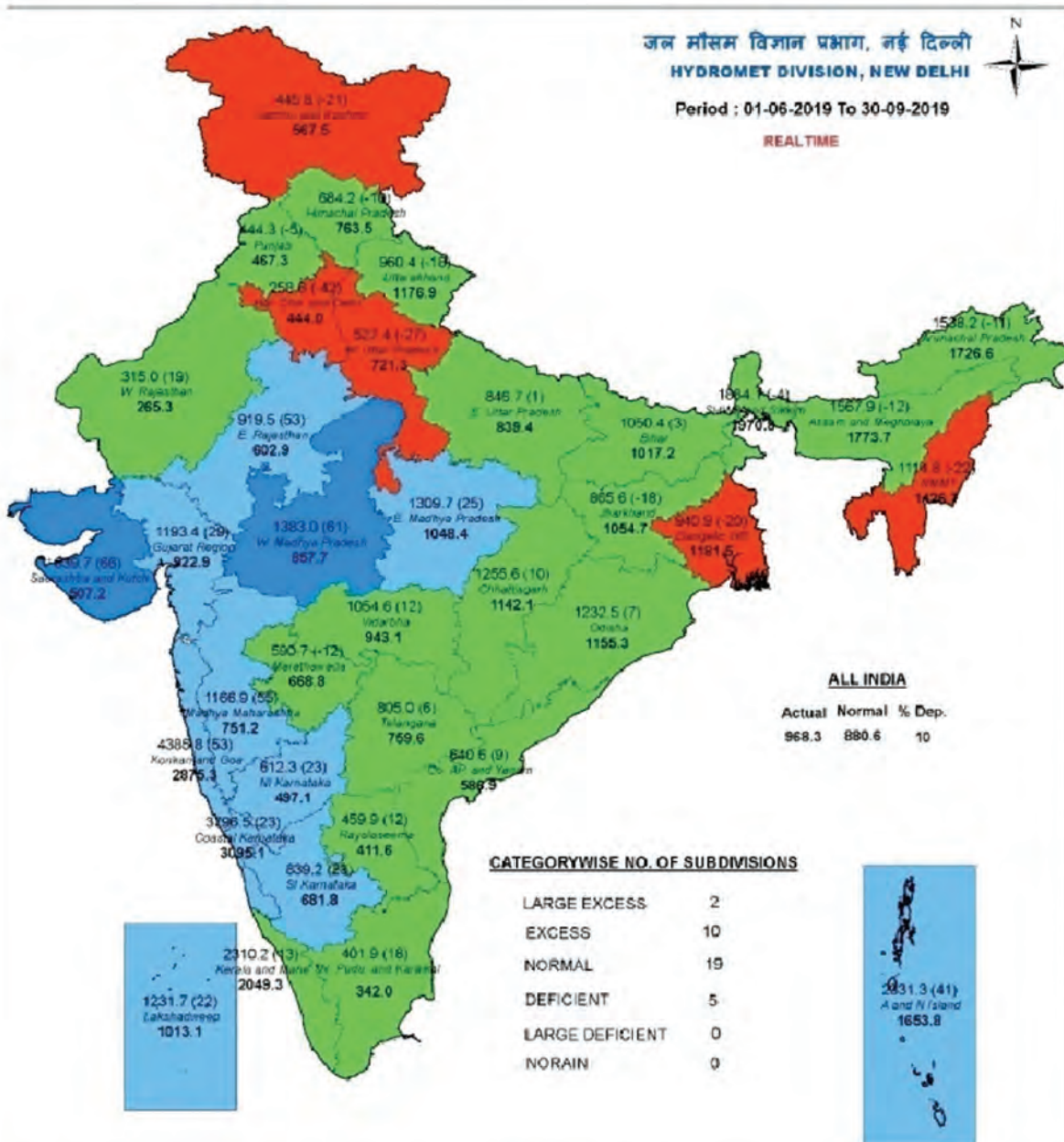
दक्षिण-पश्चिम मानसून 2019 के दीर्घावधि पूर्वानुमान का सत्यापन

क्षेत्र	अवधि	पूर्वानुमान (एलपीए का %)			वास्तविक वर्षा (एलपीए का %)
		15 अप्रैल	31 मई	1 अगस्त	
अखिल भारत	जून से सितंबर	96 \pm 5	96 \pm 4	96	110
उत्तर-पश्चिम	जून से सितंबर		94 \pm 8		98
मध्य भारत	जून से सितंबर		100 \pm 8		129
उत्तर पूर्वी भारत	जून से सितंबर		91 \pm 8		88
दक्षिण प्रायद्वीप	जून से सितंबर		97 \pm 8		116
अखिल भारतीय	जुलाई		95 \pm 9		105
अखिल भारतीय	अगस्त		99 \pm 9		115
अखिल भारतीय	अगस्त से सितंबर			100 \pm 8	130



भारत मौसम विज्ञान विभाग
INDIA METEOROLOGICAL DEPARTMENT

SUBDIVISION RAINFALL MAP



चित्र 2.8 जून से सितंबर, 2019 के दौरान उपखंडवार दक्षिण पश्चिम मानसून वर्षा

2.6 उष्णकटिबंधीय चक्रवात निगरानी और पूर्वानुमान 2019

वर्ष 2019 उत्तरी हिंदी महासागर के ऊपर अधिकांश और अतितीव्र होने वाले चक्रवातों के साथ होने वाली चक्रवात गतिविधि के संदर्भ में अपवादात्मक वर्ष था। बंगाल की खाड़ी की तुलना में अरब सागर पर गतिविधि अपेक्षाकृत अधिक था।

उत्तरी हिंद महासागर के ऊपर चक्रवाती गतिविधि की मुख्य विशेषताएं हैं -

उत्तरी हिंद महासागर पर प्रतिवर्ष आने वाले सामान्यतः 12 चक्रवाती विक्षोभों की तुलना में वर्ष 2019 के दौरान बंगाल की खाड़ी पर 4 और अरब सागर पर 8 चक्रवातों सहित उत्तरी हिंद महासागर पर 12 चक्रवाती विक्षोभ आए थे। वर्ष 2019 में 8 चक्रवात आए (3 बंगाल की खाड़ी में और 5 अरब सागर में और 4 अवदाब/गहन अवदाब (1 बंगाल की खाड़ी में और 3 अरब सागर में)। अरब सागर में आए 5 चक्रवातों में से 4 प्रचंड और अतितीव्र चक्रवात थे और बंगाल की खाड़ी में आए 3 चक्रवातों में से, 2 प्रचंड और अतितीव्र चक्रवात थे।

वर्ष 1902 के दौरान अरब सागर में आए 4 प्रचंड चक्रवातों सहित अधिकतम 5 चक्रवात आए। इस प्रकार, वर्ष 2019 के दौरान उत्तरी हिंद महासागर में आए चक्रवातों की आवृत्ति विगत में आए अधिकतम 10 चक्रवातों से अभी भी कम है। वर्ष 2019 के दौरान अरब सागर पर आए चक्रवातों और प्रचंड चक्रवातों की आवृत्ति के समतुल्य है।

वर्ष 2019 में उत्तरी हिंद महासागर में आए इन चक्रवाती विक्षोभों के ब्यौरे निम्न सूची में दिए गए हैं।

- (i) 04-08 जनवरी के दौरान अंडमान सागर पर चक्रवाती तूफान पबुक
- (ii) 26 अप्रैल-04 मई के दौरान बंगाल की खाड़ी पर अति प्रचंड चक्रवाती तूफान फणि
- (iii) 10-17 जून के दौरान अरब सागर अति प्रचंड चक्रवाती तूफान वायु

- (iv) 06-12 अगस्त के दौरान बंगाल की खाड़ी पर गहन अवदाब
- (v) 22-25 सितंबर के दौरान अरब सागर पर अतिप्रचंड चक्रवाती तूफान एचआईकेके।
- (vi) 29 सितंबर-01 अक्टूबर के दौरान अरब सागर में अवदाब
- (vii) 24 अक्टूबर, 02 नवंबर के दौरान पूर्वी मध्य अरब सागर पर सुपर चक्रवाती तूफान केवाईएआरआर।
- (viii) 30 अक्टूबर-07 नवंबर के दौरान अरब सागर पर अतिप्रचंड चक्रवाती तूफान माहा (एमएचए)
- (ix) 05-11 नवंबर के दौरान बंगाल की खाड़ी में अति प्रचंड चक्रवाती तूफान बुलबुल।
- (x) 02-07 दिसंबर के दौरान दक्षिण पश्चिम अरब सागर पर चक्रवाती तूफान पवन।
- (xi) 03-05 दिसंबर के दौरान पूर्वी मध्य अरब सागर में गहन अवदाब।
- (xii) 08-10 दिसंबर के दौरान दक्षिण पश्चिम अरब सागर में अवदाब।

प्रतिवर्ष सामान्य: 1.7 चक्रवाती विक्षोभों की तुलना में 8 चक्रवाती विक्षोभों के आने के साथ वर्ष 2019 के दौरान अरब सागर अति सक्रिय था। इस प्रकार, प्रति वर्ष आमतौर पर 1 चक्रवाती तूफान की तुलना में वर्ष 2019 के दौरान अरब सागर में 5 चक्रवाती तूफान आए। पिछले आकड़ों (189-2018) को देखते हुए, वर्ष 1998 में अरब सागर में 6 अधिकतम चक्रवाती विक्षोभ और 5 चक्रवात 1902 में आए।

वर्ष 2019 में अरब सागर में अति प्रचंड चक्रवाती तूफान आए, क्योंकि 5 चक्रवातों में से एक सुपर चक्रवाती तूफान केवाईएआरआर था, 1 अति प्रचंड चक्रवाती तूफान (महा) 2 अति प्रचंड चक्रवाती तूफान (वायु, हिक्का), और 1 चक्रवाती तूफान (पवन) 1 प्रतिवर्ष सामान्य: 4 तूफानों की तुलना में इस वर्ष बंगाल की खाड़ी में गतिविधि अरब सागर में आए केवल तीन तूफान (पबुक, फणि और बुलबुल) की तुलना में कम थी। प्रतिवर्ष आए सामान्य: 2 तूफानों की तुलना 2 अति प्रचंड चक्रवाती तूफान (फणि और बुलबुल थे) वर्ष 2019 में सुपर चक्रवाती तूफान

क्यार भी आए जो वर्ष 1965-2019 की अवधि के दौरान उत्तरी हिंद महासागर में आने वाला 7वां सुपर चक्रवाती तूफान था।

जून, 2007 में चक्रवात गोनू के बाद इस अवधि के दौरान अरब सागर में आने वाला यह दूसरा सुपर चक्रवाती तूफान था। हालांकि, गोनू ने ओमान तट को एक प्रचंड चक्रवाती तूफान के रूप में पार किया जबकि क्यार अरब सागर पर कमजोर हो गया। वर्ष 2019 में अरब सागर और बंगाल की खाड़ी में 24 अक्टूबर, 11 नवंबर के दौरान तीन लगातार चक्रवात नामतः क्यार (24 अक्टूबर-02 नवंबर), माहा (30 अक्टूबर-7 नवंबर) और बुलबुल (5-11 नवंबर) की चक्रवात आपत्ति के अभूतपूर्व 19 दिन भी देखे गए।

प्रारंभिक विश्लेषण के आधार पर, संवर्धित चक्रवाती गतिविधि निम्नलिखित कारणों से थी -

- (i) मानसून ऋतु के बाद ऊपरी और निचले क्षोभमंडल के बीच सामान्य समुद्री सतह तापमान से अधिक तापमान और अनुकूल ऊर्ध्वाधर पवन गति।
- (ii) भूमध्यरेखी हिंद महासागर (ईआईओ) पर सकारात्मक हिंद महासागर द्विध्रुवीयता अर्थात् सोमालीया तट के निकट पश्चिमी भूमध्य रेखीय हिंद महासागर पर गर्म समुद्री सतह तापमान और इंडोनेशिया के निकट पूर्वी भूमध्य रेखीय हिंद महासागर पर सापेक्षिक ठंडी समुद्री सतह तापमान। सकारात्मक हिंद महासागर द्विध्रुवीय गतिविधि संवहनी गतिविधि को बढ़ाने और अरब सागर पर हवाओंके निचले स्तर के अभिसरण के लिए अनुकूल है।
- (iii) पश्चिमी भूमध्यरेखीय महासागर और निकटवर्ती सागर पर संवहनी के बढ़े हुए चरण के साथ अनुकूल मैडेन जूलियन दोलन।
- (iv) ऋतु के दौरान सक्रिय उत्तर पश्चिम मानसून स्थितियों के कारण अब तक भारत में मौसमी अत्यधिक वर्षा हुई। सक्रिय उत्तर-पश्चिम मानसून स्थितियां अरब सागर पर नमी को मध्य क्षोभमंडल तक बढ़ाने में मदद करती है। साथ ही, ऐसी स्थिति के दौरान,

अरब सागर पर वायुमंडल अधिक अस्थिर हो जाता है।

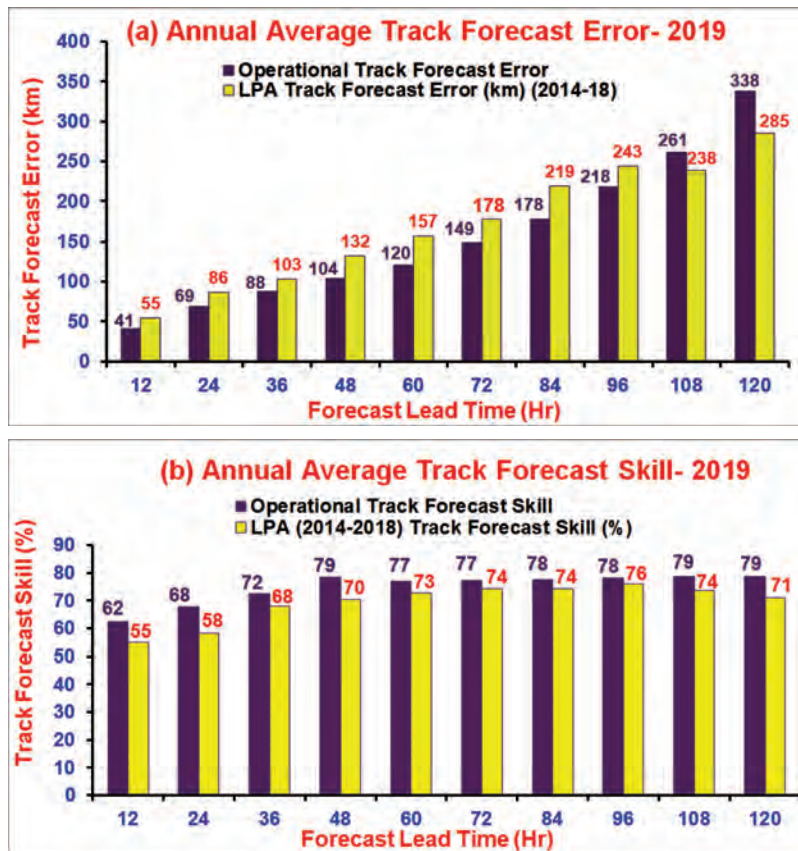
वर्ष 2019 के दौरान पूर्वानुमान प्रदर्शन

वर्ष 2019 में वार्षिक औसत पथ पूर्वानुमान त्रुटि वर्ष 2014-2018 के डाटा के आधार पर 86, 132 और 177 किमी. पिछले पाँच वर्ष की औसत त्रुटि की तुलना में क्रमशः 24, 48 और 72 घंटे के लिए 69 किमी., और 149 किमी. रही। 96 घंटे तक की सभी अग्रणी अवधियों के लिए औसत दीर्घावधि (2014-18) की तुलना में इस वर्ष में त्रुटियां काफी कम रही हैं।

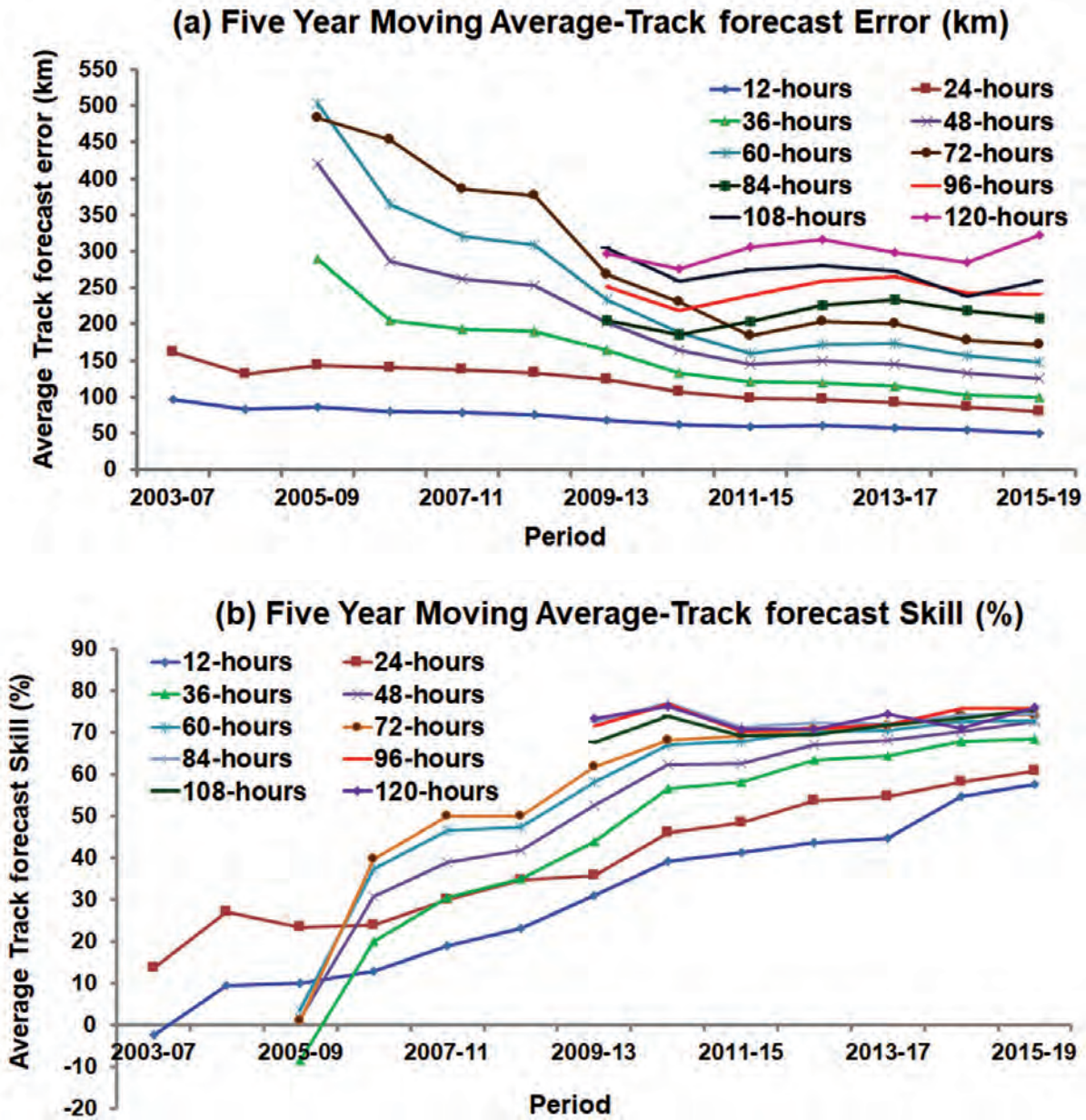
जलवायु विज्ञान और वर्तमान पूर्वानुमान की तुलना में ट्रेक पूर्वानुमान कौशल 24, 48 और 72 घंटे की लीड अवधि के लिए क्रमशः 68%, 79% और 77% है जो 2014-2018 की औसत दीर्घावधि (क्रमशः 58%, 70% और 74%) की तुलना में अधिक है। इसे चित्र 2.9 में देखा जा सकता है कि पिछले वर्षों में ट्रेक पूर्वानुमान त्रुटियों में कमी और कौशल में वृद्धि के साथ पूर्वानुमान सटीकता में निरंतर सुधार हुआ है। वर्ष 2015-19 के दौरान पाँच वर्षीय चल औसत ट्रेक पूर्वानुमान त्रुटियां वर्ष के दौरान 24, 48 और 72 घंटे के लिए क्रमशः 107, 165 और 230 किमी की तुलना में 24, 48 और 72 घंटे के लिए क्रमशः 81 किमी., 120 और 171 किमी. रही है। वर्ष 2015-19 के दौरान पंच वर्षीय चल औसत ट्रेक पूर्वानुमान वर्ष 2010-14 की अवधि के दौरान 24, 48 और 72 घंटे के लिए क्रमशः 46, 62 और 68% की तुलना में 24, 48 और 72 घंटे के लिए क्रमशः 61, 73 और 74% रहा है। वर्ष 2019 के दौरान ट्रेक पूर्वानुमान त्रुटिया और कौशल तालिका 2.2 और चित्र 2.9 में दिए गए हैं और वर्ष 2013 से पंच वर्षीय चल औसत ट्रेक पूर्वानुमान त्रुटिया और कौशल चित्र 2.10 में दिए गए हैं।

तालिका 2.2
ट्रेक पूर्वानुमान त्रुटि (किमी) और ट्रेक पूर्वानुमान कौशल (%)

लीड अवधि	सत्यापित किए गए प्रेक्षणों की संख्या	ट्रेक पूर्वानुमान त्रुटि (किमी.)			ट्रेक पूर्वानुमान कौशल %		
		2019	2014-18	सुधार (%)	2019	2014-18	सुधार (%)
12	168	41.0	54.7	25	62.4	54.8	8
24	150	68.6	86.1	20	67.6	58.2	9
36	136	87.8	102.7	14	72.4	67.9	5
48	123	103.7	132.3	22	78.5	70.3	8
60	109	120.4	156.8	23	77.1	72.6	4
72	89	148.6	177.7	16	77.3	74.1	3
84	66	177.7	219.2	19	77.6	74.1	3
96	55	217.8	243.4	11	78.1	76.0	2
108	46	261.3	238.0	-10	78.7	73.6	5
120	33	337.5	284.6	-19	78.8	71.1	8



चित्र 2.9 2014-18 की लंबी अवधि के औसत की तुलना में 2019 के दौरान वार्षिक औसत ट्रेक पूर्वानुमान (क) त्रुटि (किमी.) और (ख) कौशल (%)



चित्र 2.10 पंच वर्षीय चल औसत ट्रैक पूर्वानुमान त्रुटिया और कौशल (क) त्रुटि (किमी) (ख) कौशल (%)

2.7 Meteorological Services

2.7.1 महानगरीय वायु गुणवत्ता और मौसम सेवाएं

- दिल्ली सहित उत्तर-पश्चिम भारतीय क्षेत्र में चरम घटनाओं का पूर्वानुमान लगाने के लिए बड़े पैमाने में धूल तूफान और परिवहन मार्गों के लिए विभिन्न धूल योजनाओं के साथ एक उन्नत वर्जन फाइन डस्ट मॉडल सफर (एसएफएआर) फ्रेमवर्क में विकसित

और संवर्धित किया गया।

- पंजाब और हरियाणा, उत्तर भारतीय राज्यों के खरीफ कृषि अवशेषों की डायनिमिक ग्रीडिड एमिशन इवेंटरी तीन उपग्रह डाटा सेट (इनसेट३डी, इनसेट-३डी आर और एमओडीआईएस डाटा) और जमीन वास्तविकता की सहक्रियता से विकसित की गई। नये ढांचे के आधार पर, स्टबल जलने के कारण

दिल्ली के पीएम 2.5 के प्रतिशत को अक्टूबर, 2019 से दिन प्रतिदिन आधार पर उपलब्ध करवाया गया।

- **उत्सर्जन सूची का अभिभुखी कार्यक्रम, पुणे :** आईआईटीएम पर्यावरण सूचना प्रणाली द्वारा सावित्री बाई फूले, पुणे, विश्वविद्यालय के पर्यावरण विज्ञान विभाग, उत्कल विश्वविद्यालय और विभिन्न कॉलेजों के शोधकर्ताओं/विशेषज्ञों के सहयोग से 24 सितंबर, 2019 को पुणे में 150 छात्रों के साथ उत्सर्जन सूची अभियान चलाया गया।
- **पंजाब और हरियाणा में पराली जलाने की उत्सर्जन सूची का अभियान :** बायोमास के कारण पीएम 2.5 की डायनेमिक उत्सर्जन सूची विकसित की गई। सफर मोबाइल वैन को अक्टूबर, 2019 से दिसंबर, 2019 तक पंजाब और हरियाणा में विभिन्न जलाने वाले स्थानों पर सफर मोबाइल वैन तैनात किया गया था ताकि पराली जलाने से पहले जलने के दौरान और बाद में प्रदूषकों की लगातार निगरानी की जा सके और विभिन्न प्रदूषकों की समझ और परिवर्तनशीलता में सुधार किया जा सके।

2.7.2 दिल्ली के लिए वायु गुणवत्ता पूर्व चेतावनी प्रणाली

दिल्ली में अत्यधिक वायु प्रदूषण की घटनाओं का पूर्वानुमान लगाने और ग्रेडिड रेसपांस एक्शन प्लान (जीआरएपी) के अनुसार चेतावनी देने के लिए दिल्ली के लिए अपनी तरह की पहली उच्च विभेदन वायु गुणवत्ता पूर्व चेतावनी प्रणाली विकसित की गई। उपग्रह (3 किमी विभेदन) और सतह (43 निगरानी स्टेशनों के साथ शहर के पैमाने पर) दोनों का उपयोग करते हुए एक उच्च-विभेदन (400 मीटर) चलती हवा की गुणवत्ता का पूर्वानुमान डायनेमिक डाउनस्केलिंग के साथ एकीकृत रासायनिक डाटा एसिमिलेशन विकसित किया गया है जो आईआईटीएम को अग्रणी प्रचालन एजेंसियों ईसीएमडब्ल्यूएफ, एनसीएआर, यूएस-ईपीए, एनओएए, एनएएसए, यूके-मेट ऑफिस, सीएमए चाइना पर बढत देता है। चेतावनी प्रणाली में निम्नलिखित घटक शामिल हैं:

1. दिल्ली क्षेत्र में वायु गुणवत्ता (और दृश्यता) का

लगभग वास्तविक समय प्रेक्षण और धूल (धूल के तूफान से) आग की जानकारी, उपग्रह एयरोसोल ऑप्टिकल गहराई (एओडी) और पीबीएल, हाइट जैसे प्राकृतिक एयरोसोल के बारे में विवरण।

2. अत्याधुनिक वायुमंडलीय रसायन विज्ञान परिवहन मॉडल के आधार पर वायु प्रदूषकों का पूर्वानुमान।
3. चेतावनी संदेश, अलर्ट और बुलेटिन, और
4. दिल्ली की वायुगुणवत्ता में बाह्य अग्नि उत्सर्जनों के योगदान का पूर्वानुमान। चेतावनी प्रणाली भारत के उत्तरी क्षेत्र में कुछ और शहरों के वायु-गुणवत्ता पूर्वानुमान 10 किमी विभेदन पर भी प्रदान करती है। वायु-गुणवत्ता के पूर्वानुमान की जानकारी एक समर्पित वेब-साइट से ली जा सकती है। इस वेबसाइट पर दिल्ली के लिए दैनिक आधार पर पूर्वानुमान सत्यापन भी दर्शाया जाता है। उच्च विभेदन पूर्वानुमान दिल्ली में दिन प्रति-दिन की वायु-गुणवत्ता स्थितियों और वर्तमान वायु-गुणवत्ता आपातकालीन स्थितियों को लगभग प्रेक्षणों के निकट दर्ज करने में सक्षम है।

दिल्ली में वायु-गुणवत्ता पूर्वानुमान के प्रसार में सुधार करने के प्रयास में, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने वायुगुणवत्ता पूर्व चेतावनी की नई वेबसाइट शुरू की है जो अब जनता के लिए भी खुली है (<http://ews.tropmet.res.in>) चेतावनी प्रणाली में (1) दिल्ली क्षेत्र में वायु गुणवत्ता (और दृश्यता) के लगभग वास्तविक-समय प्रेक्षण और धूल (धूल की आंधी) जैसी प्राकृतिक एयरोसोल, बायोमास आग जानकारी, उपग्रह एयरोसोल ऑप्टिकल गहराई (एओडी) और पीबीएल ऊँचाई, (2) अत्याधुनिक वायुमंडलीय रसायन परिवहन मॉडलों पर आधारित वायु प्रदूषकों का पूर्वानुमान (3) आईएमडी द्वारा जारी किए गए चेतावनी संदेश और अलर्ट्स और बुलेटिन और दिल्ली में वायु गुणवत्ता में गैर-स्थानीय अग्नि धुएं के योगदान का पूर्वानुमान शामिल है।

2.7.3 फिनिश मौसम विज्ञान संस्थान के साथ परियोजना

फिनिश मौसम विज्ञान संस्थान के साथ परियोजना मोड समझौते के तहत दो वायु-गुणवत्ता पूर्वानुमान मॉडल (1) भारत के लिए सिस्टम फॉर इंटीग्रेटेड मॉडलिंग ऑफ

एटमॉसफेरिक कम्पोजिशन (एसआईएलएएम) (2) दिल्ली के लिए एक उच्च विभेदन शहर पैमाना वायु गुणवत्ता मॉडल एनवायरमेंटल इनफोरमेशन फूजन सर्विस (ईएनएफयूएसईआर) को कार्यान्वित किया जा रहा है। चालू मॉडलिंग प्रणाली शहरी वायुगुणवत्ता पर वास्तविक समय और पूर्वानुमानित दोनों, उच्च विभेदन जानकारी प्रदान करती है।

2.8 ग्रामीण कृषि मौसम सेवा के तहत कृषि-मौसम विज्ञान परामर्शी सेवाएं (एएस)

कृषि-मौसम विज्ञान परामर्शी सेवा बुलेटिन तैयार किए गए हैं और विभिन्न स्तरों पर प्रयोक्ताओं की आवश्यकताओं का पूरा करने के लिए जिला, राज्य स्तर पर प्रत्येक मंगलवार और शुक्रवार और राष्ट्रीय स्तर पर प्रत्येक शुक्रवार जारी किए जाते हैं। जिला स्तर पर कृषि-मौसम विज्ञान परामर्शी सेवा बुलेटिन तैयार किए गए हैं और राज्य कृषि विश्वविद्यालयों, आईसीएआर संस्थानों द्वारा, आईआईटी आदि में स्थित 130 कृषि मौसम फिल्ड इकाईयों द्वारा जारी किए जाते हैं। सीआरआईडीए के सहयोग से आईएमडी ने विस्तारित अवधि मौसम पूर्वानुमान के आधार पर प्रत्येक शुक्रवार प्रचालनात्मक कृषि मौसम विज्ञान परामर्शी सेवा बुलेटिन जारी किए ताकि किसान जलवायु जोखिमों और अनिश्चिताओं का मुकाबला कर सकें और प्रभावी ढंग से ऋतुकालिक पूर्वानुमानों और अर्द्धवार्षिक जलवायु पूर्वानुमानों का उपयोग कर सकें। आईएमडी ने एएमएफयू और डीएएमयू के साथ समन्वय स्थापित करके चुनिंदा 1389 ब्लॉक (83 डीए/एमयू द्वारा 577 ब्लॉक और 17 एएमएफयू द्वारा 151 जिलों में 812 ब्लॉक) के लिए प्रायोगिक ब्लॉक स्तर पर कृषि मौसम विज्ञान परामर्शिकाओं की तैयारी शुरू कर दी है।

आकाशवाणी और दूरदर्शन, निजी टी.वी. और रेडियों चैनल, समाचार पत्र और इंटरनेट, एमएमएस और आईवीआर (इंटरएक्टिव वॉयस रिस्पॉंस टैक्नोलॉजी) आदि जैसे विभिन्न, बहु-चैनलों के माध्यम किसानों का कृषि मौसम विज्ञान परामर्शिकाओं का प्रसार व्यापक स्तर पर किया जा रहा है। सार्वजनिक निजी सहभागिता (पीपीपी)

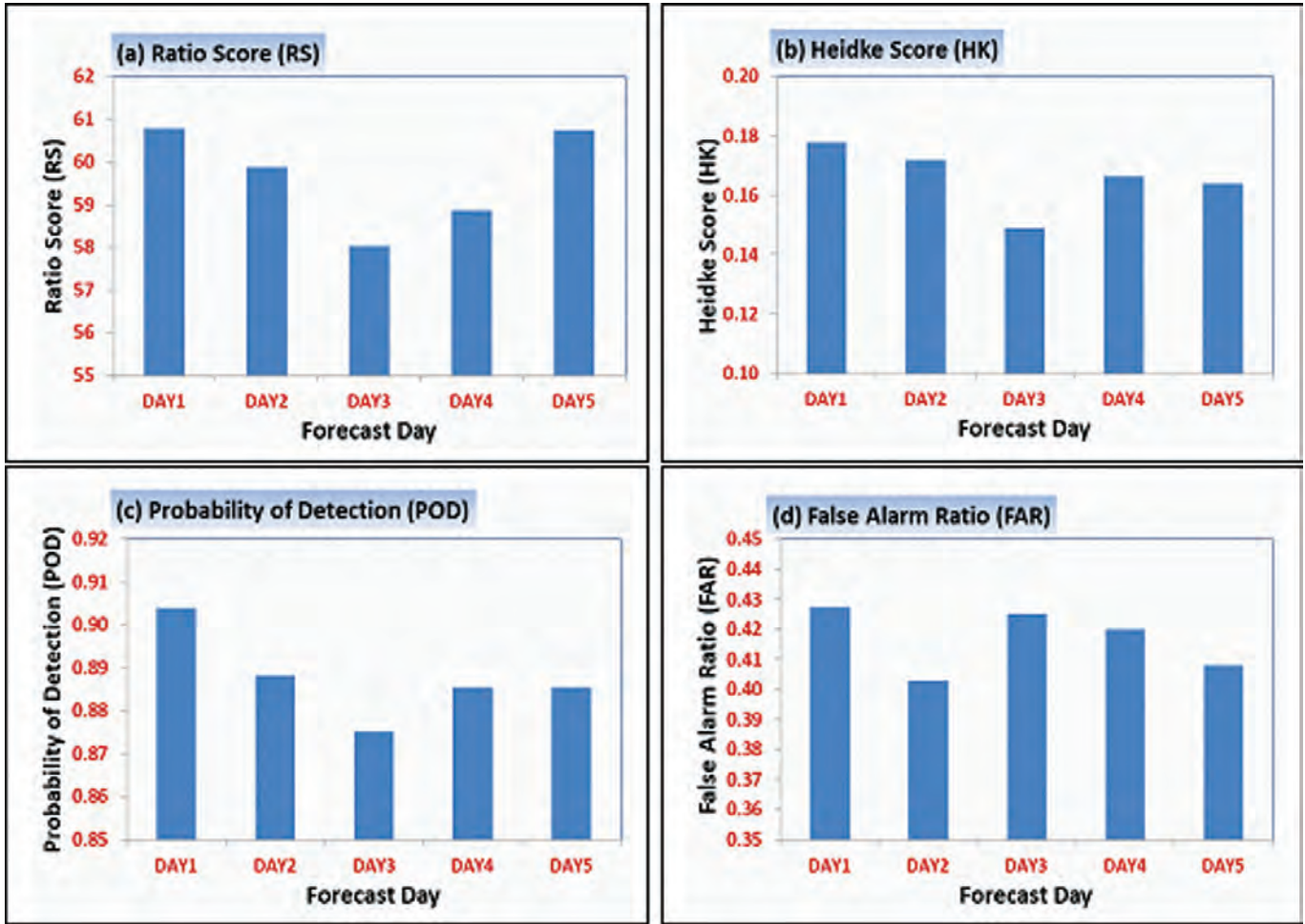
मोड के तहत रिलायंस फाउंडेशन, इफको किसान संचार लिमिटेड, महिंद्रा समृद्धि, किसान संचार आदि एसएमएस और आईपीआर फोरमेट में कृषि समुदाये को कृषि मौसम विज्ञान परामर्शिकाएं प्रसारित कर रही हैं। कृषि मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा शुरू किए गए “किसान एसएमएस” पोर्टल (<http://farmer.gov.in/advs/login.aspx>) के जरिए क्षेत्रीय और अंग्रेजी दोनों भाषाओं में कृषि मौसम विज्ञान परामर्शिकाएं प्रसारित की जा रही हैं। इनके अलावा, कृषि विकास केंद्रों के सहयोग से अनेक कृषि मौसम फिल्ड इकाईयां एसएमएस के जरिए कृषि मौसम परामर्शिकाएं भेज रही हैं। वर्तमान में 40.2 मिलियन किसान सीधे इस सेवा का एसएमएस के द्वारा लाभ प्राप्त कर रहे हैं। मौसम पूर्वानुमान और परामर्शिकाएं अलर्टस और चेतावनियां भी विषम मौसम घटनाओं के दौरान एसएमएस के जरिए जारी की जाती हैं जिससे किसानों को प्रतिकूल मौसम स्थितियों में फसल को कम से कम नुकसान हो, इसके लिए उपयुक्त फसलों की योजना बनाने में सक्षम बनाती है।

कृषि परामर्शिका के लिए जिला स्तरीय मूल्यवर्धित पूर्वानुमान को मानसून ऋतु के लिए सत्यापित कर लिया गया है जो निम्न तालिका में दिया गया है (चित्र 2.11)

2.9 जल-मौसम विज्ञान सेवाएं

भारत मौसम विज्ञान विभाग का बाढ़ मौसम विज्ञान कार्यालय (देशभर में 14 बाढ़ मौसम विज्ञान कार्यालय) केन्द्रीय जल आयोग के बाढ़ पूर्वानुमान प्रभागों (एफएफडी) को 153 नदी सब-बेसिनों के लिए मात्रात्मक वर्षा पूर्वानुमान के रूप में मौसम विज्ञान सहायता प्रदान करता है ताकि वे “बाढ़ चेतावनी/बाढ़ अलर्ट्स जारी कर सकें। हाइड्रोमेट बुलेटिनों के जरिए” मात्रात्मक वर्षा पूर्वानुमान (क्यूपीएफ) के संदर्भ में मौसम विज्ञानी सहायता प्रदान की जाती है। बाढ़ के मौसम विज्ञान सहायता प्रदान की जाती हैं। बाढ़ के मौसम के दौरान प्रतिदिन 7 दिनों के अग्रणी समय के लिए पूर्वानुमान (3 दिनों के लिए पूर्वानुमान और बाद के 4 दिनों के लिए आउटलुक) जारी किए जाते हैं।

डब्ल्यू आरएफ, एमएमई और जीएफएस मॉडलों पर



चित्र 2.11 जिला स्तरीय मूल्यसंवर्धित एग्रोमेट मौसम पूर्वानुमान
(क) आरएस (ख) एच के (ग) पीओडी और (घ) एफएआर का सत्यापन।

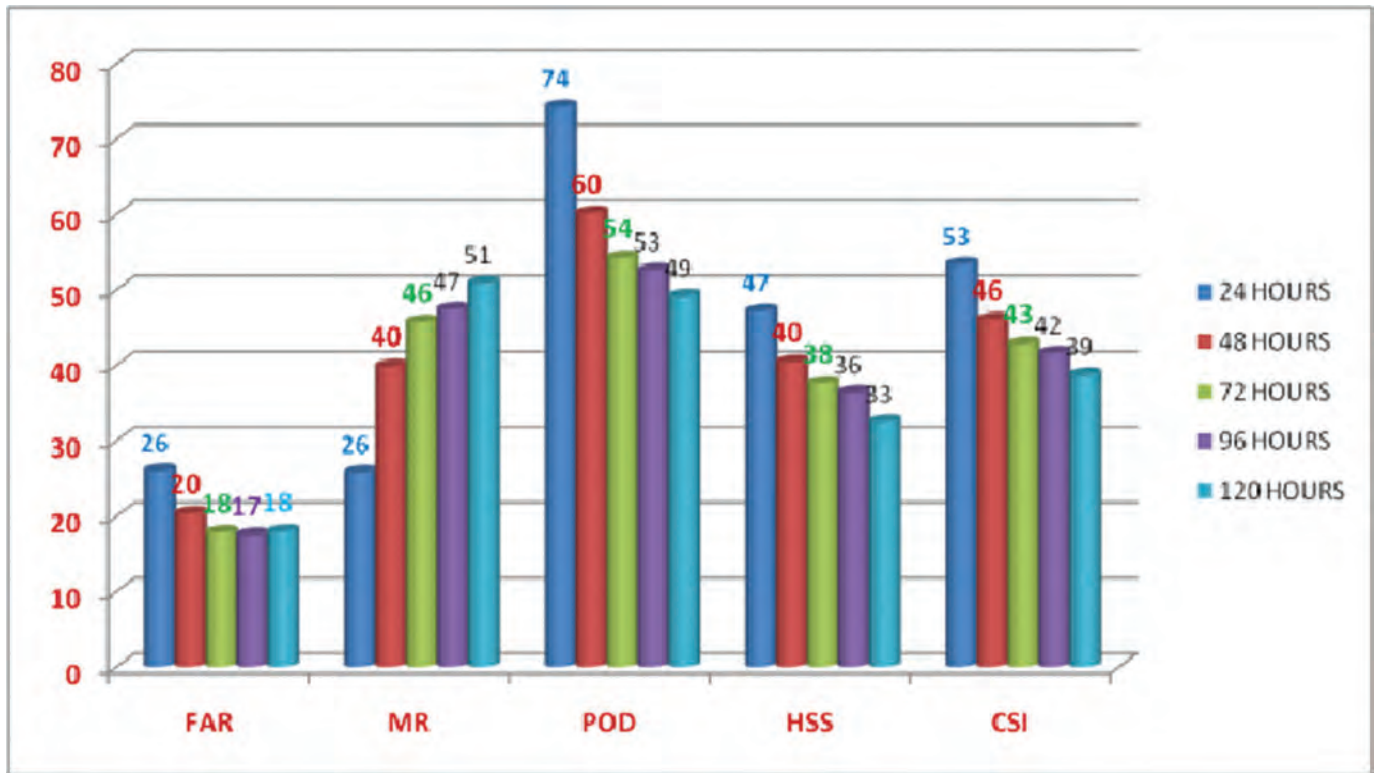
आधारित उप-बेसिन वार मात्रात्मक वर्षा अनुमान जारी कर दिए गए हैं और भारत मौसम विज्ञान विभाग की वेबसाइट पर अपलोड कर दिए गए हैं। गतिशील मॉडल जीईएफएस और एनईपीएस पर आधारित उप-बेसिन वार संभावित क्यूपीएफ को भी प्रायोगिक मोड पर आईएमडी की वेबसाइट में चालू कर दिया था।

2.10 विमानन मौसम विज्ञान सेवाएं

वर्ष 2018-19 में हवाई-अड्डे कोहरे की निगरानी और पूर्वानुमान प्रणाली का प्रदर्शन

कोहरा प्रमुख विमानन मौसम खतरों में से एक है। प्रत्येक सर्दी में, घने कोहरे के कारण उत्तर भारत के हवाई

अड्डे अत्याधिक असुरक्षित होते हैं। दिसंबर, 2018 जनवरी, 2019 सीजन में औसतन कुल 20-25 दिन घना कोहरा <200 मीटर प्रति दिन 6-7 घंटे था। दिल्ली बहुत अधिक प्रदूषित होने के कारण, यहां अन्य 5 हवाई अड्डों की तुलना में अधिक धुंध रिकॉर्ड की जाती है। कोहरे की घटनाओं की पूर्व चेतावनी और पूर्वानुमान विभिन्न हित धारकों द्वारा कोहरे के प्रभाव को कम करने के लिए सहकारी निर्णय लेने के लिए पहले से ही कोहरे की तैयारी करने में मदद करता है। वर्ष 2018-19 में, भारत मौसम विज्ञान विभाग ने अकेले उत्तर भारत में 17 एएमओ/एएमएस के साथ भारत के लगभग 90 नागरिक हवाई अड्डों के विमानन मौसम सेवाएं प्रदान की। प्रमुख



चित्र 2.12 मानसून ऋतु 2019 के दौरान भारी वर्षा के पूर्वानुमान का सत्यापन, दिन 1 से दिन 5 तक स्कोर (एफएआर, एमआर, पीओडी, एचएसएस और सीएसआई)

उपलब्धियों में से एक आईएमडी-आईआईटीए, डब्ल्यूआईएफई X2015-19 का सफल समापन था जिसके द्वारा इसने 20 मीटर फ्लक्स टावर के साथ इंदिरा गांधी अंतर्राष्ट्रीय हवाई अड्डे पर लगभग 31 प्रकार के उपकरणों को तैनात करके चार मौसमों का विश्वस्त रीय डाटा एकत्रित किया। इस क्षेत्र में ऐसी तेजी से हुए सभी विकास से उड़ान विघटन को कम करने में मदद मिल है और 2018-19 की सर्दी और वर्तमान मौसम 2019-20 के लिए बेहतर सुरक्षा अभ्यास में मदद मिली है।

नवंबर-दिसंबर 2018, जनवरी-फरवरी, 2019 अवधि में सम्पूर्ण भारत-गांगेय मैदानों में बहुत कम कोहरे की सूचना दी गई थी। इंदिरा गांधी अंतर्राष्ट्रीय हवाई अड्डे पर सीएटी-III आईएलएस गहरा कोहरा था, सभी कुल 12 दिनों के लिए क्रमशः कुल 0/0, 3/9, 5/24, और 4/17 दिन/घंटे और सामान्य 25 दिनों और 145 घंटों में से 50 घंटे गहरा कोहरा देखा गया।

2.11 अन्य पूर्वानुमान सत्यापन

मानसून ऋतु 2019 के दौरान भारी वर्षा (६५ एमएम/दिन) का सत्यापन)।

मानसून ऋतु 2019 के दौरान भारी वर्षा के पूर्वानुमान के सत्यापन ने सत्यापन स्कोर में उल्लेखनीय सुधारों को उजागर किया है। वर्ष 2019 के लिए 1 दिन से 5 दिन तक को पूर्वानुमान के लिए भारी वर्षा कौशल स्कोर चित्र 2.12 में दिया गया है।

2019 में भारी वर्षा के पूर्वानुमान कौशल पिछले वर्षों की तुलना में बहुत बेहतर था। यह मुख्य रूप से मॉडल उत्पादों, प्रेक्षणों और पूर्वानुमान उपकरणों में सुधार के कारण था।

लू की चेतावनी

ग्रीष्म ऋतु 2019 के दौरान सभी प्रमुख लू अवधियों का अच्छी तरह से पूर्वानुमान किया गया था और इसकी चेतावनी 3 से 5 दिन पहले दी गई थी। वर्ष

तालिका 2.3 लू चेतावनी संबंधी कौशल स्कोर

अखिल भारत	एफएआर			एमआर			सीएसआई			पीओडी		
	डी1	डी2	डी3	डी1	डी2	डी3	डी1	डी2	डी3	डी1	डी2	डी3
2017	.07	.06	.02	.33	.51	.77	.40	.32	.19	.67	.49	.23
2018	.03	.04	.02	.09	.28	.52	.54	.40	.32	.91	.72	.48
2019	.11	.10	.08	.08	.15	.38	.49	.47	.38	.92	.85	.62

डी1-दिन, डी2-दिन, डी3-दिन

एफएआर- False Alarm Rate, एमआर- Missing Rate, सीएसआई- Critical Success Index, पीओडी- Probability of Detection

2017-2018 और 2019 की लू चेतावनी संबंधी कौशल स्कोर तालिका 2.3 में दिया गया है जो वर्ष 2019 में संपूर्ण भारत में लू के पूर्वानुमान में उल्लेखनीय सुधार को दर्शाता है।

गरज के साथ तूफान नाऊकास्टी

वर्ष 2019 के दौरान, लगभग 259 स्टेशनों को गरज के साथ तूफान नाऊकास्ट सूची में जोड़ा गया। नाऊकास्ट (अगले-6 घंटे) को डॉप्लर वैदर राडार इमेज का उपयोग करके तैयार किए गए हैं। इस तरह, नाऊकास्ट के लिए स्टेशनों की कुल संख्या 2019 में 964 तक बढ़ गई है।

तालिका 2.4

स्टार्म अवधि-2019 के लिए, गरज के साथ तूफान सत्यापन के लिए कौशल स्कोर

24-घंटे टीएस सत्यापन एफडीपी-2019					
माह	रेटीयों स्कोर	पीओडी	एफएआर	सीएसआई	ईटीएस
मार्च	0.84	0.63	0.47	0.41	0.31
अप्रैल	0.74	0.75	0.35	0.53	0.31
मई	0.78	0.74	0.29	0.57	0.37
जून	0.61	0.53	0.30	0.43	0.14
औसत	0.74	0.65	0.33	0.49	0.29

गरज के साथ तूफान पूर्वानुमानों से संबंधित कौशल स्कोर नीचे तालिका में दिया है। 24-1 घंटे के पूर्वानुमानों में औसत 65% गरज के साथ तूफान पाये जाते। सामान्यतः नाऊकास्ट में कुछ सकारात्मक पूर्वानुमान कौशल देखा गया है।

2.12 पूर्वानुमानों का आउटरीच और प्रसारण

कृषि मौसम क्षेत्र इकाई (एफएमयू) हिसार और रहूरी ने कृषि मौसम परामर्शिकाएं प्रसारित करने के लिए मोबाइल एप अर्थात फूले (एएमएफयू, रहूरी) ई-मौसम एचएयू (एएमएफयू हिसार) विकसित किए हैं। बेहतर आउटरीच के लिए कई एएमएफयू ने भी किसानों को कृषि मौसम परामर्शिकाएं प्रसारित करने के लिए व्हाट्सएप एप का प्रयोग करना शुरू कर दिया है।

नैशनल जिओग्राफिक चैनल ने 7 अक्टूबर को “महाचक्रवात फानी” पर एक कहानी प्रसारित की। कहानी में चक्रवात फानी की निगरानी में आईएमडी भूमिका और फानी चक्रवात से जुड़ी आपदा को कम करने में ओडिशा राज्य सरकार की भूमिका पर प्रकाश डाला गया।

अध्याय 3

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

ओ-स्मार्ट कार्यक्रम का उद्देश्य समुद्री सूचना सेवाएं प्रदान करना, महासागरों और संसाधनों की खोज और सर्वेक्षण करना, सागरीय संसाधनों (दोनों जीवित और निर्जीव) के धारणीय उपयोग के लिए प्रौद्योगिकियों को विकसित करना और महासागर विज्ञान पर फ्रंट रैंकिंग अनुसंधान को बढ़ावा देना है। यह कार्यक्रम मंत्रालय के अधीन पांच अलग-अलग संस्थानों द्वारा कार्यान्वित किया जाता है।

वर्ष के दौरान ओ-स्मार्ट की प्रमुख उपलब्धियां नीचे दी गई हैं:

3.1 महासागर विज्ञान और सेवाएँ

3.1.1 सुनामी सेवाएँ

भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केंद्र (इंकाइस) पर भारतीय सुनामी पूर्व चेतावनी केंद्र (आईटीईडब्ल्यूसी) ने 01 जनवरी से 25 नवंबर, 2019 की अवधि के दौरान ≥ 6.5 के परिमाण के 24 भूकंपों (महासागर और निकट तट) की निगरानी की और इसके सभी क्षेत्रीय और राष्ट्रीय हितधारकों को बुलेटिन प्रसारित किए। 2019 में हिंद महासागर में सुनामी को ट्रिगर करने की क्षमता वाले तीन भूकंप आए। प्री-रन मॉडल परिदृश्यों और विश्लेषण के आधार पर आईटीईडब्ल्यूसी ने इन भूकंपों के लिए भारत और हिंद महासागर क्षेत्र की तटीय रेखा के लिए “नो थ्रेट” बुलेटिन जारी किया। सुनामी संबंधी चेतावनियों को जारी करने के लिए निर्णय समर्थन प्रणाली को नवीनतम टीएसपी (सुनामी सेवा प्रदाता) सेवा परिभाषा दस्तावेज़ के अनुसार अपग्रेड किया गया है। इसके साथ ही, भारतीय सुनामी चेतावनी केंद्र सुनामी सेवा में सुधार की दिशा में अंतर सरकारी समन्वय समूह के सेवा स्तर II के दिशानिर्देशों के अनुसार प्रचालनरत सुनामी

चेतावनी प्रदान करने के लिए प्रथम सुनामी सेवा प्रदाता बन गया है।

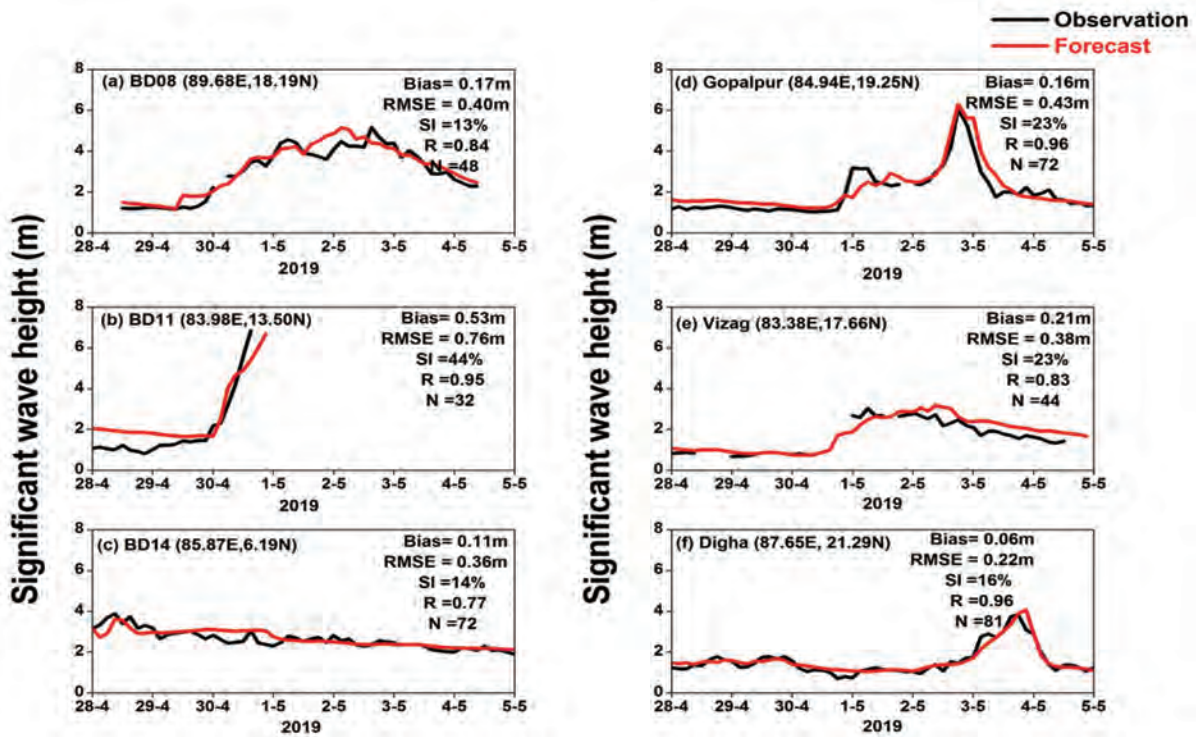
इंकाइस ने हिंद महासागर सुनामी चेतावनी और शमन प्रणाली के लिए अंतर सरकारी समन्वय समूह (आईसीजी-आईओटीडब्ल्यूएमएस) का समर्थन करने के लिए एक वेब आधारित एप्लिकेशन विकसित किया है जो प्रमुख निष्पादन संकेतकों (केपीआई) के अनुसार हिंद महासागर के सुनामी सेवा प्रदाता (टीएसपी) के प्रदर्शनों का मूल्यांकन सामान्य प्रारूप में करता है।

3.1.2 महासागर दशा पूर्वानुमान सेवाएँ

2019 के दौरान घटित होने वाले सभी चक्रवातों और निम्न दबाव प्रणालियों के गमन के दौरान महासागर दशा पूर्वानुमान जारी किए गए थे जिसमें अत्यंत गंभीर चक्रवाती तूफान फानी भी शामिल था। पूर्वानुमानों में संबद्ध महासागर दशा मापदंडों लहरों, वर्तमान गति और अन्य समुद्री मापदंडों की अपतटीय और निकट तटीय के बारे में जानकारी शामिल है। पैसठ इंकाइस-आईएमडी संयुक्त बुलेटिन चक्रवात ‘फानी’ के दौरान जारी किए गए थे और भारत के पूर्वी तट में और अंडमान और निकोबार द्वीप समूह के 378,773 पंजीकृत प्रयोक्ताओं को चेतावनी एसएमएस भेजा गया। इसरो के सहयोग से विकसित ओशन कम्युनिकेशन सिस्टम को सीधे उपग्रह आधारित नाविक के माध्यम से संयुक्त बुलेटिनों का प्रसार भी किया गया। इंकाइस ने ‘फानी’, ‘क्यार’, ‘बुलबुल’ और ‘वायु’ चक्रवातों के दौरान भारत मौसम विभाग (आईएमडी) को तूफानी लहरें परामर्शी निदेश भी दिए।

नेविगेशन और सूचना (जेमिनी) के लिए गगन इनेबल्ड मेरिनर इंस्ट्रूमेंट

इंकाइस ने एयरपोर्ट अथॉरिटी ऑफ इंडिया के सहयोग से समुद्र में मछुआरों के लिए दैनिक महासागर दशा



चित्र 3.1 इंकॉइस द्वारा जारी किए गए महत्वपूर्ण वेव हाइट के पूर्वानुमानों की तुलना फानी के दौरान विभिन्न स्थानों पर बुऑय डेटा के साथ की गई ।

पूर्वानुमान / हाई वेव अलर्ट / पोर्टेशियल फिशिंग जोन परामर्शिकाएं और सुनामी / चक्रवात अलर्ट देने के लिए जीपीएस एडेड जीईओ संवर्धित नेविगेशन (गगन) आधारित एक प्रसार प्रणाली विकसित की है। नई दिल्ली में 9 अक्टूबर 2019 को विज्ञान और प्रौद्योगिकी, पृथ्वी विज्ञान और स्वास्थ्य और परिवार कल्याण मंत्री डॉ. हर्षवर्धन द्वारा नेविगेशन और सूचना के लिए गगन इनेबलडग मेरिनर इंस्ट्रूमेंट (जेमिनी) का उद्घाटन किया गया।

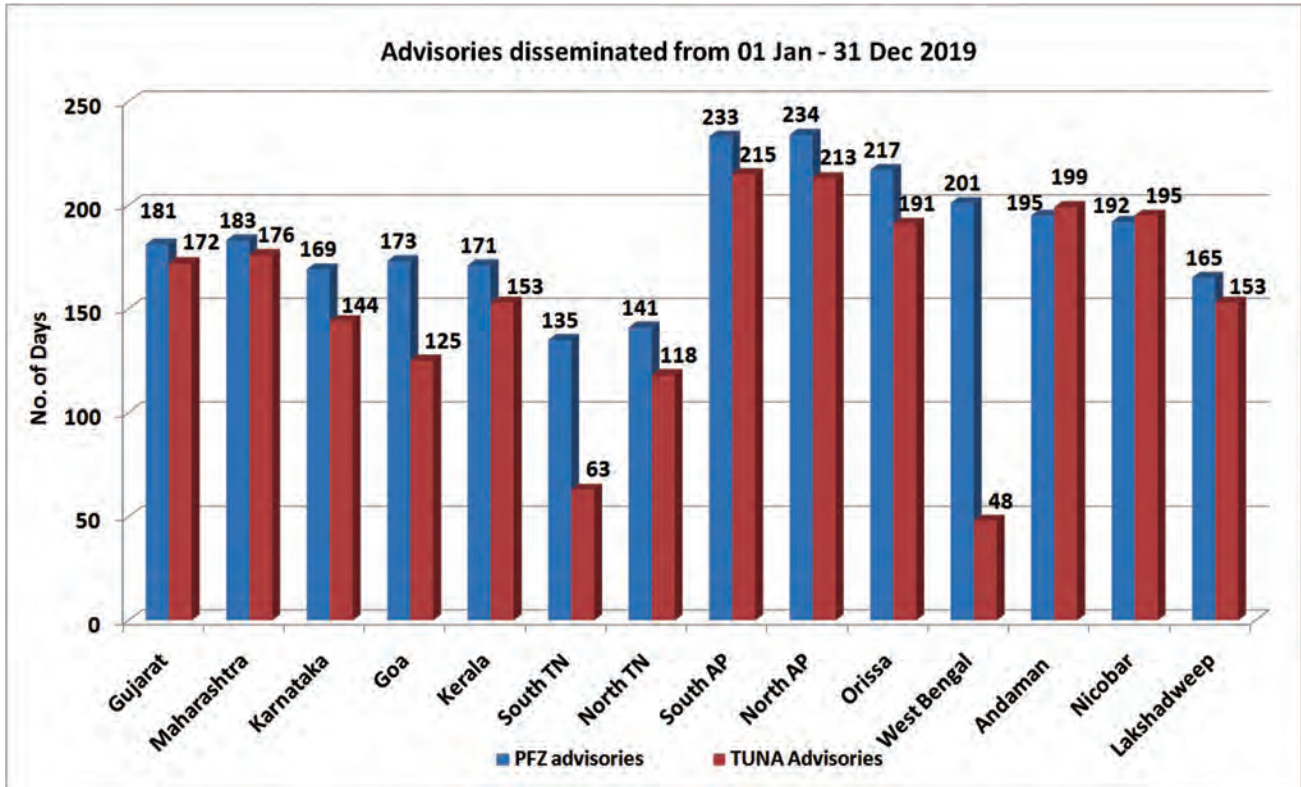
3.1.3 संभावित मत्स्य पालन क्षेत्र (पीएफजेड) और ट्यूना पीएफजेड परामर्शिकाएं

संभावित मत्स्य पालन क्षेत्र (पीएफजेड) परामर्शिकाएं, समुद्र सतह तापमान (एसएसटी), क्लोरोफिल संकेन्द्रण, जल एकत्रीकरण शुद्धता और समुद्र स्तर जैसे विभिन्न मापदंडों के उपग्रह डेटा का उपयोग कर समुद्र में मछली क्षेत्रों पर जानकारी देता है जिसे दैनिक आधार पर स्मार्ट मैप और टेक्स्ट प्रारूप में प्रचारित किया गया जो मछली पकड़ने की प्रतिबंधित अवधि और प्रतिकूल समुद्र-

अवस्था को छोड़कर उपग्रह डेटा उपलब्धता पर निर्भर करता है। 1 जनवरी - 24 नवंबर, 2019 के अवधि के दौरान बहुभाषी संभावित मत्स्य पालन क्षेत्र (पीएफजेड) परामर्शिकाएं एक या अधिक क्षेत्रों को 265 दिनों में प्रदान



चित्र 3.2 9 अक्टूबर 2019 को नई दिल्ली में विज्ञान और प्रौद्योगिकी, पृथ्वी विज्ञान और स्वास्थ्य और परिवार कल्याण मंत्री डॉ. हर्षवर्धन द्वारा जेमिनी का उद्घाटन।



चित्र 3.3 जनवरी - 24 नवंबर 2019 के दौरान जारी की गई पीएफजेड और टूना पीएफजेड परामर्शिकाओं की संख्या ।

की गई। इसी अवधि के दौरान येलोफिन ट्यूना के संभावित क्षेत्रों में विशिष्ट परामर्शिकाएं भी 239 दिनों तक जारी की गई जिसमें मछली पकड़ने की अधिकतम गहराई की जानकारी शामिल है।

3.1.4 डेटा सेवाएँ

इंकाईस, अंतर-सरकारी समुद्री आयोग के अंतर्राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान डेटा एक्सचेंज (आईओडीई) कार्यक्रम द्वारा नामित राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान केंद्र (एनओडीसी) है जो देश में समुद्री डेटा के लिए केंद्रीय भंडार के रूप में सेवा जारी रखे हुए है। इंकाईस डेटा सेंटर ने वास्तविक समय के डेटा रिसेप्शन, प्रसंस्करण और सतही मौसम विज्ञान का गुणवत्ता नियंत्रण और महासागर प्रेक्षण प्रणाली प्रेक्षण की विस्तृत विविधता जैसे कि आर्गो फ्लोट्स, मूर्ड ब्वायज़, ड्रिफ्टिंग ब्वायज़, वेव राइडर बॉयस, ज्वानर मापी, वेव हाइट मीटर, शिप माउंटेड ऑटोनॉमस वेदर स्टेशन और एचएफ राडार से समुद्र विज्ञान डेटा को बनाए रखा और मजबूत किया।

3.1.5 महासागर प्रेक्षण नेटवर्क और प्रक्रिया विशिष्ट प्रेक्षण ।

2019 के दौरान इंकाईस ने कई राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय एजेंसियों के सहयोग के साथ-साथ अपने दम पर भी कई महासागर प्रेक्षण प्लेटफार्मों को बनाए रखा। इन प्रेक्षण प्लेटफार्मों को हिंद महासागर से उच्च गुणवत्ता वाले डेटा एकत्र करने के लिए डिज़ाइन किया गया है। इन प्लेटफार्मों और रिसर्च कूज़ के डेटा से बुनियादी अनुसंधान को आगे बढ़ाने के साथ-साथ महासागर मॉडलिंग में सुधार करने में मदद मिलती है।

एर्गो कार्यक्रम

2019 के दौरान इंकाईस ने 20 कोर एर्गो फ्लोट्स (तापमान और लवणता सेंसर मात्र) और 08 बायो-फ्लोट्स (तापमान, लवणता, घुलित ऑक्सीजन, क्लोरोफिल और बैकस्कैटर सेंसर) तैनात किए। अंतर्राष्ट्रीय एर्गो कार्यक्रम में भारतीय योगदान नवंबर 2019 तक 482 फ्लोट्स पर स्थित है जिनमें से 149 वर्तमान में सक्रिय हैं।

अन्य देशों द्वारा तैनाती सहित हिंद महासागर में 834 फ्लोट्स सक्रिय हैं।

तटीय एडीसीपी और भूमध्यरेखीय धारा मीटर नेटवर्क

2019 के दौरान भारतीय तटीय क्षेत्रों के साथ 17 तटीय एडीसीपी नौबंध का रखरखाव किया गया। रिपोर्टिंग अवधि के दौरान ओखा से एक नए नौबंध की तैनाती के साथ भारतीय पश्चिमी तट पर ढलान नौबंध की संख्या बढ़कर सात हो गई है। ढलान पर छह नौबंध (मूरिंग) और भारतीय पूर्वी तट पर शेल्फ में चार मूरिंग हैं। वर्तमान में प्रत्येक तटीय दशा में कम से कम एक ढलान है जो लगभग 2.5-3 डिग्री के अंतर-मूरिंग स्पेस रखता है।

एक्सबीटी कार्यक्रम

रिपोर्टिंग अवधि के दौरान, चेन्नई-पोर्ट ब्लेयर, पोर्ट ब्लेयर-कोलकाता और कोच्चि-लक्षद्वीप के साथ 3 ट्रांसेक्सट किए गए और 42 एक्सबीटी डेटा एकत्र किए गए, 33 एक्ससीटीडी डेटा और 82 समुद्री पानी के नमूने लिए गए। इसके अतिरिक्त, अनुसंधान क्रूज में अवसरों का उपयोग करते हुए 7 क्रूजों से 119 एक्सबीटीडेटा, 38 एक्ससीटीडी डेटा और 386 पानी के नमूने एकत्र किए गए। 27 वर्षों में एक्सबीटी डेटा के संग्रह का उपयोग करते हुए चेन्नई-पोर्ट ब्लेयर खंड के साथ भू-स्थिर धाराओं का जलवायु विज्ञान ने अनुमान लगाया गया था जो प्रेक्षणों के साथ अच्छी तरह से मेल खाता है।

ड्रिफ्टर प्रोग्राम

ईएसएसओ-इंकाइस की फंडिंग के साथ, सीएसआईआर-राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान (एनआईओ) ने 2019 के दौरान हिंद महासागर में ड्रिफ्टर्स की तैनाती जारी रखी। 2019 में कुल 06 ड्रिफ्टर्स तैनात किए गए।

सुनामी ब्याँज

इंकाइस ने बंगाल की खाड़ी और अरब सागर में सुनामी स्रोत क्षेत्रों के करीब तैनात 4 सुनामी ब्याँज के एक नेटवर्क का रख रखाव जारी रखा। इसके अलावा, इंकाइस को राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान (एनआईओटी, चेन्नई) द्वारा तैनात और संरक्षित तीन भारतीय सुनामी ब्याँज (आईटीबीएस) से रियल-टाइम डेटा प्राप्त हुआ। ये उच्च

परिशुद्धता वाले ब्याँज 6 किमी तक पानी की गहराई पर 1 सेमी के बहुत ही मामूली जल स्तर परिवर्तनों का पता लगाने में सक्षम हैं।

ज्वार मापी

इंकाइस ने सुनामी लहरों की गति पर निगरानी रखने के लिए भारतीय मुख्य भूमि और द्वीपों के तटों के साथ सामरिक स्थानों पर स्थापित 35 ज्वार मापी के एक नेटवर्क का रख रखाव जारी रखा। वर्ष 2019 में, इंकाइस ने ओडिशा के धामरा में एक नया रडार-आधारित ज्वार मापी स्थापित किया। मॉडल परिणामों को मान्य बनाने के लिए ज्वार मापी से डेटा का भी उपयोग किया गया था। इसके अलावा, इंकाइस ने लगभग वास्तविक समय में लगभग 350 अन्तर्राष्ट्रीय ज्वार मापी से डेटा प्राप्त किया।

बढ़ती भंडारण और प्रसंस्करण आवश्यकताओं के कारण और डेटा रिसेप्शन और प्रसार को बढ़ाने के लिए तटीय स्टेशन का उन्नयन और तटीय संवर्धन कार्य पूरा किया गया और **सीओआरएनईए- सेंटर फॉर ओशन रियल-टाइम इनफार्मेशन व्यू और आर्काइव** की सुविधा एनआईओटी में स्थापित की गई। यह प्रारंभिक अलर्ट और चेतावनियों के लिए इंकाइस को चक्रवात और सुनामी जैसे महत्वपूर्ण डेटा के प्रसार के लिए तंत्रिका केंद्र के रूप में कार्य करता है।

इंकाइस ने अंडमान और निकोबार (एएन) द्वीपसमूह में 35 स्थानों पर विज्ञान वास्तविक समय वीएसएटी (वीसैट) कनेक्टिविटी के साथ सह-स्थित मजबूत गति संवेदक, जीएन एसएस रिसेवर और मौसम संबंधी सेंसर स्थापित करने के लिए एक परियोजना शुरू की है। जीएनएसएस रिसेवर और स्ट्रॉंग मोशन एक्सेलेरोमीटर की स्थापना 30 स्थानों पर पूरी हो चुकी है। इन सभी स्टेशनों को वीसैट कनेक्टिविटी प्रदान की गई है।

बंगाल की खाड़ी में इंकाइस फ्लक्स मूरिंग की तैनाती

बंगाल की खाड़ी (बीओबी) में वायु समुद्र अंतरक्रिया मीठे पानी की ऊपरी समुद्र प्रक्रियाओं और गतिकी को बेहतर ढंग से समझने और दस्तावेज करने के लिए इंकाइस ने एक मूरिंग (इंकाइस-फ्लक्स) तैनात किया जिसमें 23 मई, 2019 को डायरेक्ट कोवरियन फ्लक्स

सिस्टम (डीसीएफएस) को शामिल किया गया है।

हिंद महासागर में तैनात विभिन्न प्रेक्षण प्रणालियों की वर्तमान स्थिति

प्लेटफार्म का प्रकार	अप्रैल 2017- दिसंबर 2020 के दौरान शुरू किए प्रेक्षण
अर्गो फ्लोट्स	73
ड्रिफ्टर्स	5
नौबंध ब्याँज	19
ज्वार मापी	36
उच्च आवृत्ति (एचएफ) रडार	10
करेंट मीटर एरे	2
ध्वनिक डॉपलर करंट प्रोफाइलर (एडीसीपी)	20
सुनामी ब्याँज	7
वेव राइडर ब्याँज	16

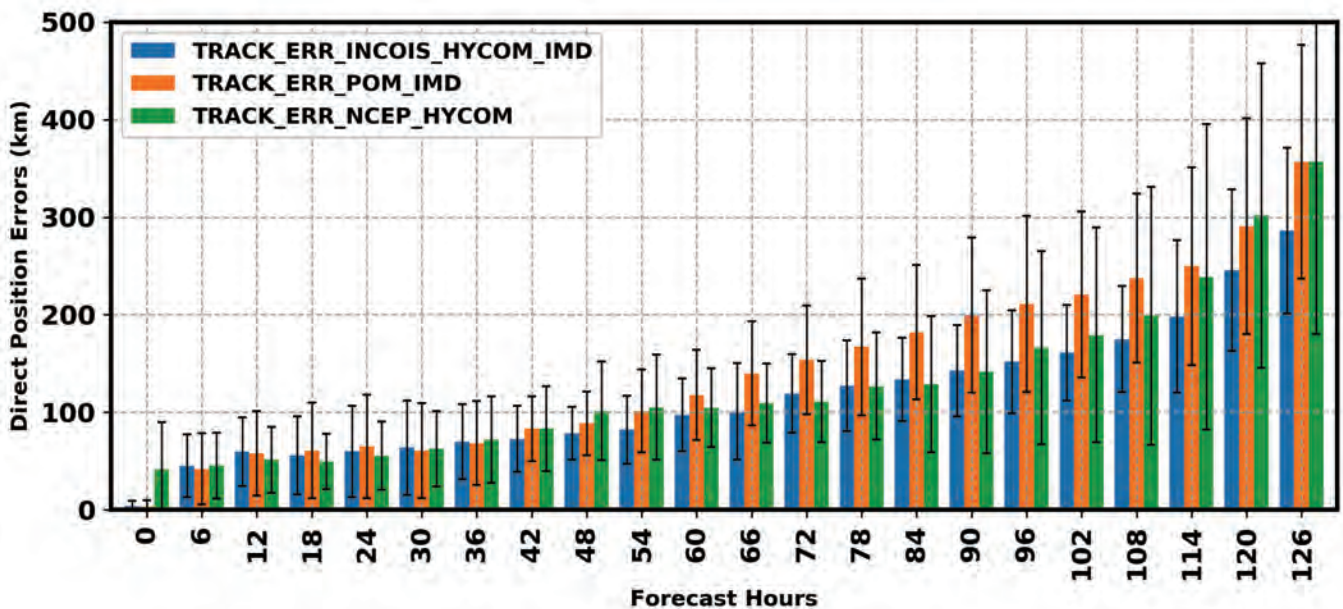
जोवुड्स होल ओशनोग्राफिक इंस्टीट्यूशन (डब्ल्यूएचओआई), यूएसए के 17.804° एन, 89.504° ई पर ओआरवी सागर निधि (एसएन-141) पर तैनात है।

डीसीएफएस के साथ यह प्रणाली सबसे पहले हिंद महासागर में तैनात की गई है। इंकॉइस और एनआईओटी के वैज्ञानिकों ने समर्थन डब्ल्यूएचओ आई, यूएसए में डिजाइन, असेंबली और परीक्षण के साथ-साथ इंकॉइस-फ्लक्स मूरिंग तैनात ओआरवी सागर निधि की तैनाती के दौरान व्यवहारिक प्रशिक्षण भी प्राप्त किया।

3.1.6 महासागर मॉडलिंग और डेटा सम्मिश्रण

ट्रॉपिकल चक्रवात फानी का इंकॉइस-एचवाईसीओएम-एचडब्ल्यूआरएफ युग्मित सिमुलेशन

मूविंग नेस्ट के साथ एचडब्ल्यूआरएफ-एचवाईसीओएम युग्मित प्रणाली को महासागर इनिशियल और 1/4th डिग्री ग्लोबल एचवाईसीओएम के लिए बनाए गए ऑपरेशनल हिंद महासागर एचवाईसीओएम के उच्च विभेदन (1/16⁰) से प्राप्त होने वाली सीमा की स्थिति के साथ लागू किया गया था। एनसीईपी ग्लोबल फोरकास्ट सिस्टम (जीएफएस) विश्लेषण का उपयोग एचडब्ल्यूआरएफ मूल डोमेन के लिए प्रारंभिक स्थितियों (आईसीएस) को उत्पन्न करने के लिए किया जाता है। वह इंकॉइस में एचवाईसीओएम मॉडल द्वारा सृजित ऑपरेशनल ओशन एनालिसिस को युग्मित प्रणाली के लिए ओशन इनिशियल



चित्र 3.4 एचडब्ल्यूआरएफ युग्मित एचवाईसीओएम, पीओएम और एनसीईपी रन से प्राप्त भिन्न-भिन्न पूर्वानुमान बताने वाले प्राप्त अग्रणी समय पर औसत डायरेक्ट स्थिति त्रुटियों की तुलना।

उपलब्ध कराने के लिए आवश्यक फॉर्मेट में बदल जाता है। इसके बाद, आईएमडी ने एचवाईसीओएम की प्रारंभिक और सीमा स्थितियों का उपयोग करके अप्रैल, 2019 के दौरान अन्य मॉडल के साथ एचडब्ल्यूआरएफ-एचवाईसीओएम युग्मित प्रणाली का उपयोग कर चक्रवात फानी के दौरान पहला परिचालन सम्बन्धी पूर्वानुमान बनाया।

संभावित मत्स्य पालन क्षेत्र पूर्वानुमान प्रणाली

इंकाइस द्वारा सृजित और प्रसारित परिचालन सम्बन्धी पोर्टेंशियल फिशिंग ज़ोन (पीएफजेड) परामर्शिकाएं, दूर के संवेदी समुद्र की सतह के तापमान (एसएसटी) और क्रमशः एनओए-एवीइचआरआर और एमओडीआईएस-एक्यूयूए और / या ओशन सैट-2 उपग्रहों से क्लोरोफिल-ए (सीएचएल-ए) डेटा पर क्लाउड कवर की स्थितियों के दौरान, उपग्रह की छवियों से एसएसटी / सीएचएल-ए डेटा पुनर्प्राप्त करना मुश्किल हो जाता है। इसके अलावा, वर्तमान पीएफजेड परामर्शिकाएं केवल अगले 24 घंटों के लिए वैध होती हैं। चूँकि निकटवर्ती तटीय क्षेत्रों में संसाधन कम हो रहे हैं इसलिए मछुआरों को गहरे समुद्र में मछली पकड़ने की गतिविधियों को प्रोत्साहित करना आवश्यक है जिसमें मछली पकड़ने के लिए कई दिन का समय लगता है इसलिए अगले 3 से 5 दिनों के लिए मछली उपलब्धता के क्षेत्रों पर सटीक पूर्वानुमान करना अधिक वांछनीय हो गया है। डेटा की अनुपलब्धता के कारण पीएफजेड परामर्शिकाएं सृजित करने में परिचालन संबंधी कठिनाइयों को दूर करने के लिए और पीएफजेड परामर्शिकाओं को पीएफजेड पूर्वानुमानों में बदलने के लिए क्षेत्रीय पैमाने में एक युग्मित भौतिक-जैव-रासायनिक मॉडल विकसित किया गया है। माननीय पृथ्वी, विज्ञान, विज्ञान और प्रौद्योगिकी और स्वास्थ्य एवं परिवार कल्याण मंत्री डॉ. हर्षवर्धन द्वारा यह प्रणाली 9 अक्टूबर, 2019 को राष्ट्र को समर्पित की गई।

हिन्द महासागर का क्षेत्रीय विश्लेषण

इंकाइस द्वारा विकसित हिन्द महासागर का क्षेत्रीय विश्लेषण (रेन), एक क्षेत्रीय महासागर विश्लेषण प्रणाली है जो लोकल एन्सेम्बल ट्रांसफॉर्म कलमन फ़िल्टर (एलईटीकेएफ) का उपयोग करके 9 किमी रिज़ॉल्यूशन

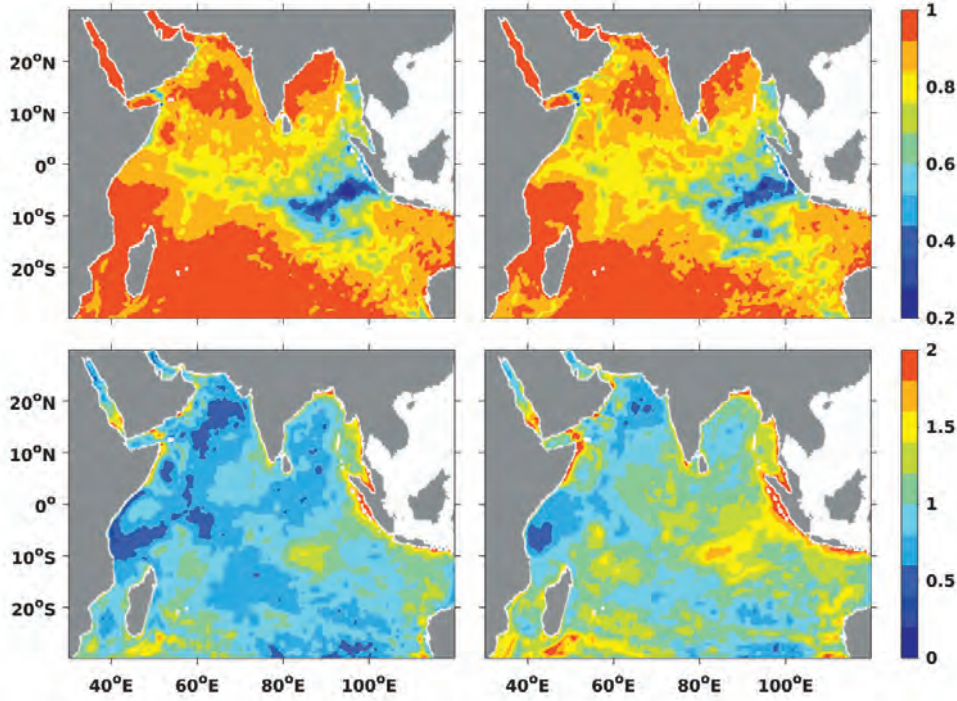


9 अक्टूबर, 2019 को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय में पीएफजेड पूर्वानुमान प्रणाली के उद्घाटन के दौरान डॉ. हर्षवर्धन, माननीय पृथ्वी विज्ञान मंत्री का संबोधन।

बेसिन-वाइड मॉडल रीजनल ओशन मॉडलिंग सिस्टम (आरओएमएस) में स्वस्थाने तापमान और लवणता प्रोफाइल और समुद्री सतह के तापमान (एसएसटी) के सैटेलाइट ट्रैक डेटा को आत्मसात करता है। यह प्रणाली अगस्त 2016 से आज तक हिंद महासागर का विश्लेषण प्रदान करती रही है और विश्लेषण को नियमित रूप से https://incois.gov.in/portal/rain/rains_about.jsp में अपडेट किए जाते हैं। महासागर सामान्य संचलन पूर्वानुमानों के परिचालन संबंधी पूर्वानुमान जारी करने के लिए मॉडल को एकीकृत करने हेतु यह प्रारंभिक और अंतिम स्थितियां आरएआईएन द्वारा प्रदान की जा रही हैं।

3.1.7 अंतर्राष्ट्रीय प्रचालनात्मक समुद्र विज्ञान प्रशिक्षण केंद्र (आईटीसीओ ओशन)

आईटीसीओओशन ने इंकाइस, हैदराबाद की अत्याधुनिक सुविधाओं का उपयोग करते हुए अपने कार्यों को जारी रखा। जनवरी के दौरान से अब तक 159 व्यक्तियों को प्रशिक्षित किया गया जिनमें से 121 भारत के हैं और 38 अन्य 19 देशों के हैं। संकाय छात्रों के लिए सुविधाओं के साथ नवनिर्मित आईटी सी ओ ओशन भवन, इंकाइस को सौंप दिया गया था और कक्षाओं की शुरुआत इस भवन में 2020 से होगी। कुल मिलाकर, इस अवधि के दौरान 12 अल्पकालीन पाठ्यक्रम आयोजित किए गए थे जो समुद्री फाइटोप्लांकटन के रिमोट सेंसिंग, खोज और परिचालन



चित्र 3.5 एवीएचआरआर एसएसटी और एसएसटी ऑफ रेन (आरएआईएन) (बाएं) और फ्री मॉडल (दाएं) के बीच सहसंबंध (शीर्ष) और रूट माध्य स्क्वार्ड त्रुटि (नीचे) के नक्शे।

संबंधी महासागर डेटा उत्पादों और सेवाओं का उपयोग, क्यूजीआईएस का उपयोग करके तटीय भेद्यता का अध्ययन, ओशन क्लर रिमोट सेंसिंग, आईओसीआई एनडीआईओ कार्यशालाएं आदि जैसे विभिन्न विषयों को कवर किया गया था। इसमें भारतीय तट रक्षकों और राष्ट्रीय जल सर्वेक्षण कार्यालय के अधिकारियों के लिए प्रशिक्षण सत्र शामिल थे। श्रेणी 2 केंद्र की शासी निकाय का गठन एमओईएस की मंजूरी के साथ किया जाता है और शासी निकाय की

पहली बैठक जनवरी, 2020 के पहले सप्ताह में आयोजित किए जाने की योजना है।

इंकाईस और एसआरटीएम विश्वविद्यालय के बीच अकादमिक सहयोग के लिए स्वामी रामानंद तीर्थ मराठवाड़ा (एसआरटीएम) विश्वविद्यालय, नांदेड़ महाराष्ट्र के साथ एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए गए। इस समझौता ज्ञापन के भाग के रूप में एसआरटीएम और आईटीसीओ ओशन ने “ऑपरेशनल ओशनोग्राफी” में



सर्टिफिकेट कोर्स शुरू करने के लिए सहमत हुए हैं। पहले प्रमाणपत्र कार्यक्रम की घोषणा अगले वर्ष की शुरुआत में 6 महीने की अवधि के लिए की जाएगी।

3.2 समुद्री सजीव संसाधन (एमएलआर) संबंधित अध्ययन

3.2.1 पूर्वी अरब सागर की समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र गतिशीलता (मेडस)

पूर्वी अरब सागर के लिए तटीय और अपतटीय सागरों में ग्रीष्म की अवधि के दौरान ऊर्ध्वाधर स्थिरता का मेरिडियन वितरण का अध्ययन सात तटीय ऑफशोर ट्रांसेक्ट्स और सीजनल प्रेक्षण (दिसंबर 17 से जनवरी 2018) के लिए 10 ट्रांसेक्ट्स के साथ 30-40 दिनों की आवृत्ति पर समय श्रृंखला प्रेक्षणों से किया गया था। केप और उत्तरी अरब सागर को छोड़कर एसईएस में दक्षिण-पश्चिम मानसून अवधि के दौरान तट के पास सतह का पानी का स्तंभ स्थिर पाया जाता है। विभिन्न जल द्रव्यमान के मिश्रण ने पानी के स्तंभ की स्थिरता को बदल दिया, यह मानसून के दौरान पूर्वोत्तर अरब सागर में स्पष्ट रूप से देखा जाता है जहां उपसतह गहराई में फारस की खाड़ी के पानी का प्रभाव होता है। अपतटीय क्षेत्र में

गर्मियों के दौरान अपतटीय क्षेत्र में पूर्वी अरब सागर के सतह के पानी के साथ तटस्थ स्थिरता (0-5 चक्र/घंटा) होती है और उपसतह पानी के साथ स्थिरता मूल्य 5-10 चक्र / घंटा के आसपास है।

3.2.2 गोवा से दूर माइक्रोजूप्लांकटन समुदाय की सीज़नलिटी

जनवरी से दिसंबर, 2018 के दौरान गोवा से दूर मौसमी प्रेक्षणों से सतह जल के माइक्रोजूप्लांकटन समुदाय में ऋतु निष्ठ प्रेक्षणों से पता चला कि गोवा पूर्वी अरब सागर के हाइड्रोग्राफिकल विशेषताओं में एक संक्रमणकालीन क्षेत्र के रूप में व्यवहार करता है और इस तरह माइक्रोजूप्लांकटन की समुदाय संरचना को प्रभावित करता है। मौसमों (स्प्रिंग-इंटर-मानसून: 65%; गर्मियों में मानसून: 47%; फॉल-इंटर-मानसून: 55%; शीतकालीन मानसून: 54%) के बीच माइक्रोजूप्लांकटन समुदाय में सिलिलिअट्स का सापेक्षिक योगदान अलग-अलग हुआ जिससे माइक्रोबियल फूड वेब में सिलिलिअट्स के महत्वों को इंगित किया गया।

3.2.3 उत्तर पूर्वी अरब सागर में उपसतह क्लोरोफिल मैक्सिमा : वार्मिंग के प्रभाव संबंधित सिमुलेशन

स्तरीकृत उष्णकटिबंधीय समुद्री प्रणालियाँ सामान्य रूप से उपसतह क्लोरोफिल मैक्सिमा (एससीएम) के साथ



कासगियासुधाकरी 2019



गोर्डनपिसब्रोस्टा 2019



होमोलोमीराजीवनी 2019

चित्र 3.6 क डीप सी क्रेब्स की नई प्रजातियां



चित्र 3.6 ख डीप सी फिश की नई प्रजातियां

देखी जाती हैं जिनकी पहचान शेड-लविंग पिको फाइटोप्लांकटन समूहों के हल्की अनुकूलन के रूप में की गई थी। हाल ही में प्रकाशित अध्ययन से पता चलता है कि फाइटोप्लांकटन की हल्की अनुकूलन रणनीतियों के अलावा विशेष रूप से परतों में फाइटो-प्लांकटन को रखे रहने के लिए पानी के द्रव्यमान के भौतिक गुणों की महत्वपूर्ण भूमिका है। अध्ययन सूक्ष्म नैनो फाइटोप्लांकटन समूहों के स्थापित वेग पर पानी के द्रव गुणों के प्रभाव पर सैद्धांतिक व्याख्या प्रदान करता है जो एससीएम में योगदान करते हैं।

3.2.4 संसाधन अन्वेषण और सूचिका प्रणाली (आरईआईएस)

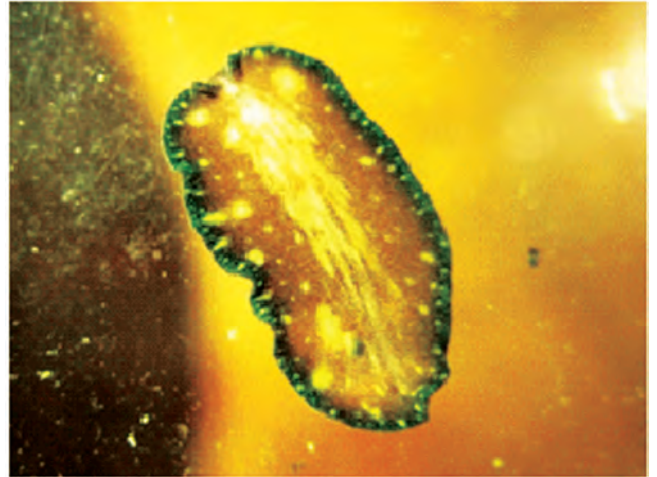
वर्ष 2019-20 के दौरान जल यात्राएं पूर्वी अरब सागर और अंडमान सागर में एफओआरवी सागर संपदा जहाज पर जल यात्राएं शुरू की गई ताकि भारतीय सागर की समुद्री जैव विविधता को पता लगाया जाए और सूचीबद्ध किया जा सके। सर्वेक्षण से हिंद महासागर के जीवों की सूची में कई नए रिकॉर्ड और नई प्रजातियां मिली हैं। अरब सागर, अंडमान सागर और मध्य हिंद महासागर में सागर सम्पदा सर्वेक्षण से 2019-20 की अवधि के दौरान कुल 6 नई प्रजातियों का वर्णन किया गया है। इनमें 1 गहरी समुद्री मछली, 2 पॉलीक्लाड्स और 3 गहरे समुद्री केकड़ा शामिल हैं। अन्य समूहों की कई नई प्रजातियों का वर्णन प्रक्रिया में हैं।

हिन्द महासागर के लिए रिपोर्ट किए गए नए रिकॉर्ड को गहरे समुद्र के क्रस्टेशियंस के लिए 21 के रूप में प्रस्तुत किया गया, 2 गहरे समुद्र की मछलियां, 2 ईकाइनोडर्म्स, 4 हेटरोब्रैन्च और 3 पॉलीक्लाड्स, अलग-अलग फिला के अधीन कुल 2, 326 वाउचर स्पेसिमेंन को इंडोबिस डेटा पोर्टल के माध्यम से दर्ज, रख रखाव और प्रसार किया गया है।

वर्ष 2019 के दौरान एफओआरवी सागर सम्पदा जहाज पर समुद्री स्तनधारियों के कुल 4 सर्वेक्षण किए गए। अरब सागर और बंगाल की खाड़ी जो लगभग 4946 एनएम है, में समुद्री स्तनधारियों के प्रेक्षण के लिए 56 दिनों में 398 घंटे के प्रयास किए गए। सबसे अधिक



स्यूडोसेरोस एगैटीएनसिस



स्यूडोसिरोस स्टेलेस

चित्र 3.6 ग लक्षद्वीप से पॉलीक्लैड्स की नई प्रजातियां

देखे जाने वाले स्तनधारियों में स्पिनर डॉल्फिन, चित्तीदार डॉल्फिन, बॉटलनोज़ डॉल्फिन, आम डॉल्फिन और रिसो की डॉल्फिन थे।

3.2.5 नया सीएमएलआरई भवन

सीएमएलआरई, पुथुवय्यू, कोच्चि के स्थायी परिसर को केंद्रीय मंत्री डॉ. हर्षवर्धन द्वारा दिनांक 23 फरवरी, 2019 को राष्ट्र को समर्पित कर दिया गया है। इसमें इंस्ट्रुमेंटेशन लैब, ड्राई केमिकल लैब, वेट लैब, प्लैंकटन एनालिटिकल लैब, फिशरी लैब, सीओएमएल लैब, प्लैंकटन वेट लैब, माइक्रोस्कोपिक लैब, रेफ़रल सेंटर, प्रोसेसिंग एंड कंप्यूटेशन लैब, कॉन्फ़्रेंस हॉल, लाइब्रेरी, एडमिनिस्ट्रेशन और



सीएमएलआरई स्थायी परिसर का उद्घाटन

अकाउंट डिजीजन, वैज्ञानिकों / तकनीकी कर्मचारियों के लिए बैठने की जगह जैसी विभिन्न प्रकार की सुविधाएं शामिल हैं। 10 कमरों और कैटीन सुविधाओं के साथ ट्रांजिट हॉस्टल डॉ. एम राजीवन, सचिव, एमओईएस द्वारा 1 नवंबर, 2019



पुथुवय्यूर, कोच्चि में सीएमएलआरई का नया भवन

को राष्ट्र को समर्पित किया गया है।

3.2.6 16 -20 सितंबर 2019, एमओईएस-एनओए द्विपक्षीय कार्यशाला (डब्ल्यूएस-8)

8वें कार्यशाला का आयोजन दक्षिण पूर्वी अरब सागर के ऑइल सारडाइन पर विशेष बल देने के साथ मत्स्य पालन पर भावी क्षमताओं में एमओईएस-एनओए (यूएसए) तकनीकी सहयोग के भाग के रूप में सीएमएलआरई कोच्चि में किया गया है। लैंडिंग डेटा और

पर्यावरण सहसंयोजकों पर आधारित एक सांख्यिकीय पूर्वानुमान मॉडल को एक सहयोगी प्रयास के रूप में विकसित किया गया है। सांख्यिकीय मॉडलिंग के विस्तार के रूप में मत्स्य विज्ञान समुद्र विज्ञान में पारिस्थितिकी तंत्र प्रक्रियाओं और पारिस्थितिक अवधारणाओं की भूमिका का वर्णन करने वाले विश्लेषण जो कि जलवायु विज्ञान / पुनर्विश्लेषण उत्पादों, उपग्रह माप, स्वस्थाने स्रोतों और मछली जीव विज्ञान आदि के स्रोत और माध्यमिक जानकारी आदि से दीर्घकालिक डेटा सेट के आधार पर सार्डिन लैंडिंग में अंतर-वार्षिक परिवर्तनशीलता को विनियमित करता है, प्रगति में है।

दो सीएमएलआरई वैज्ञानिकों ने 7 जुलाई से 19 अगस्त 2019 के दौरान न्यू पोर्ट से सैन डिएगो तक कैलिफोर्निया सागर में ध्विनिक ट्राउल बायोमास आकलन क्रूज तैनात एफआरवी रूबेन लैस्कर में तकनीकी सहयोग के रूप में भाग लिया।

3.3 तटीय अनुसंधान

3.3.1 भारतीय तट के साथ समुद्री जलगुणवत्ता निगरानी (एसडब्ल्यूक्यूएम)

भारतीय तट के साथ चयनित स्थानों पर समुद्री जल की गुणवत्ता में समय-समय पर होने वाले परिवर्तनों का पता लगाने के लिए समुद्री जल और तलछट के विभिन्न भौतिक-रासायनिक, जैविक और सूक्ष्म जीवविज्ञानी विशेषताओं के लिए मौसमी निगरानी की जाती है। तटीय

जल के स्वास्थ्य का आकलन करने के लिए, एसडब्ल्यू-क्यूएम कार्यक्रम के तहत सृजित आंकड़ों के आधार पर एक तटीय जल गुणवत्ता सूचकांक (सीडब्ल्यूक्यूआई) विकसित किया गया है। एसडब्ल्यूक्यूएम कार्यक्रम के तहत तैयार डेटा सेट संयुक्त राष्ट्र सतत विकास लक्ष्य-14 (एसडीजी 14-पानी के नीचे का जीवन) के लिए राष्ट्रीय संकेतक फ्रेमवर्क का समर्थन करता है। तमिलनाडु तट के लिए एक स्थानिक सीडब्ल्यूक्यूआई मानचित्र विकसित किया गया था। सीडब्ल्यूक्यूआई मानचित्र से पता चलता है कि मॉनिटर किए गए तमिलनाडु तट का 11% जल अच्छी स्थिति में है, इसके बाद 79% सामान्य और 18% खराब स्थिति में है।

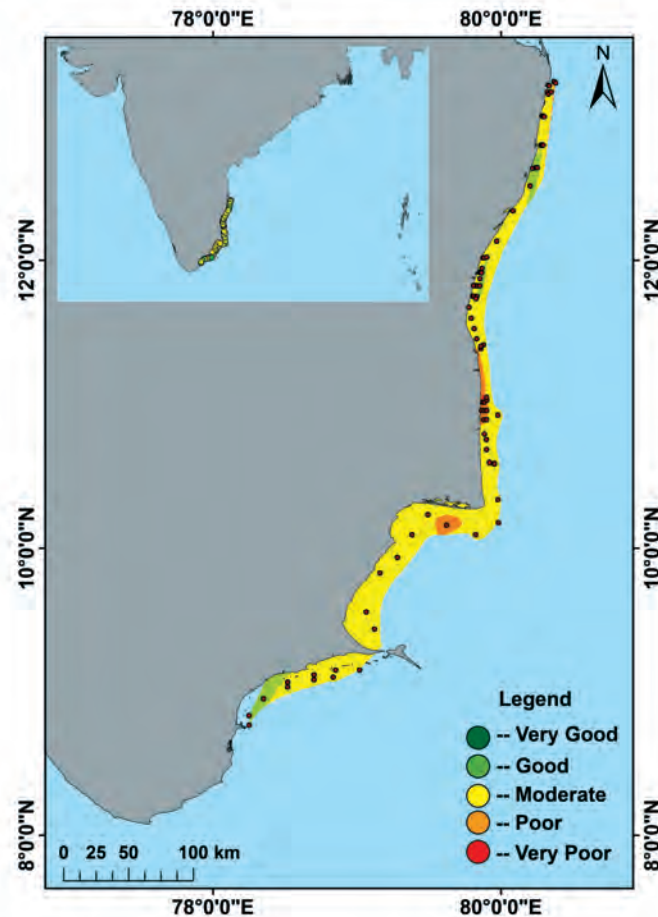
3.3.2 तटीय जल में समुद्री जल की गुणवत्ता का पूर्वानुमान

भारतीय तट के साथ कई स्थानों के लिए

दीर्घकालिक तटीय जल गुणवत्ता डेटा गंभीर प्रदूषण खतरे का संकेत देते हैं। समुद्री जल गुणवत्ता (पीडब्ल्यूक्यू) पूर्वानुमान कार्यक्रम को नदियों और जल निकायों से प्रदूषकों के समुद्री वातावरण में फैलाव और गमन को समझने और पानी की गुणवत्ता का पूर्वानुमान लगाने के लिए शुरू किया गया। यह कार्यक्रम चेन्नई के तटीय जल के लिए कार्यान्वित किया गया है जो सीवेज, कृषि अपवाह और औद्योगिक अपशिष्ट जल के अनियंत्रित निपटान के लिए है और बाद में इसे पुडुचेरी और पुरी-कोणार्क तटों तक विस्तारित किया गया।

3.3.3 समुद्री कचरा और माइक्रो प्लास्टिक

भारतीय तटीय राज्यों और संघ दशा क्षेत्रों के साथ 34 स्थानों पर 21 सितंबर, 2019 को अंतर्राष्ट्रीय तटीय सफाई दिवस के हिस्से के रूप में एक तटीय सफाई अभियान का आयोजन किया गया था, जिसमें 26 समन्वयकों की



चित्र 3.7 तमिलनाडु तट के लिए तटीय जल गुणवत्ता सूचकांक (सीडब्ल्यूक्यूआई) - 2019

सहायता से 6,984 स्वयंसेवकों को शामिल किया गया था ताकि एक स्वच्छ समुद्र वातावरण और तट का सतत प्रबंधन कैसे करें के बारे में जनता के बीच जागरूकता पैदा की जा सके। 2 घंटे की गतिविधियों के भीतर कुल 35 टन कचरा और 2,39,095 कूड़े के अलग अलग प्रकार के कचरे एकत्र किए गए।

समुद्री वातावरण में सूक्ष्म प्लास्टिक की गुणवत्ता के लिए भारत के पूर्वी तट के साथ मार्च और जुलाई 2019 के दौरान चेन्नई से पुदुचेरी तक तलछट और पानी के नमूने तलछट में माइक्रो प्लास्टिक के कण 12-290 कण किलो -1 ड्राई वेट (डीडब्ल्यू) तक होते हैं। समुद्री प्लास्टिक का अध्ययन मैरिना बीच के नजदीक फिश लैंडिंग केंद्र से

वार्षिक (2017-2018) तटरेखा परिवर्तन दर का विश्लेषण उपग्रह चित्रों का उपयोग करके किया जाता है। पूरे भारतीय तट के लिए मानक प्रोटोकॉल (1: 25000 पैमाना) का उपयोग करके 526 तटरेखा परिवर्तन मानचित्र तैयार किए गए थे। 1990-2018 की अवधि के लिए भूमि हानि / भूमि लाभ का अनुमान लगाया गया था (तालिका 3.1)

3.3.5 तटीय क्षेत्रों के प्रबंधन के लिए पारिस्थितिकी तंत्र आधारित सेवाएं

पूर्वी अरब सागर के समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र गतिशीलता (मेडस) परियोजना गतिविधियों के एक भाग

तालिका 3.1 संपूर्ण भारतीय तट का दशा-वार क्षरण और अभिवृद्धि पैटर्न (1990-2018)

तटीय राज्यों	लंबाई (किमी)	क्षरण		स्थिर		अभिवृद्धि	
		किमी	%	किमी	%	किमी	%
गुजरात, दमन और दीव	1701.78	447.98	26	920.64	54	333.16	20
महाराष्ट्र	739.57	162.02	22	503.49	68	74.06	10
गोवा	139.64	26.82	19	93.72	67	19.1	14
कर्नाटक	313.02	74.34	24	156.78	50	81.9	26
केरल	592.96	245.26	41	220.3	37	127.4	21
तमिलनाडु	991.47	402.94	41	370.39	37	218.14	22
पुदुचेरी	41.66	23.14	56	15.12	36	3.4	8
आंध्र प्रदेश	1027.58	289.36	28	250.22	24	488	48
ओडिशा	549.5	140.72	26	128.77	23	280.02	51
पश्चिम बंगाल	534.35	323.07	60	76.4	14	134.88	25
कुल	6631.53	2135.65	32	2735.83	41	1760.06	27

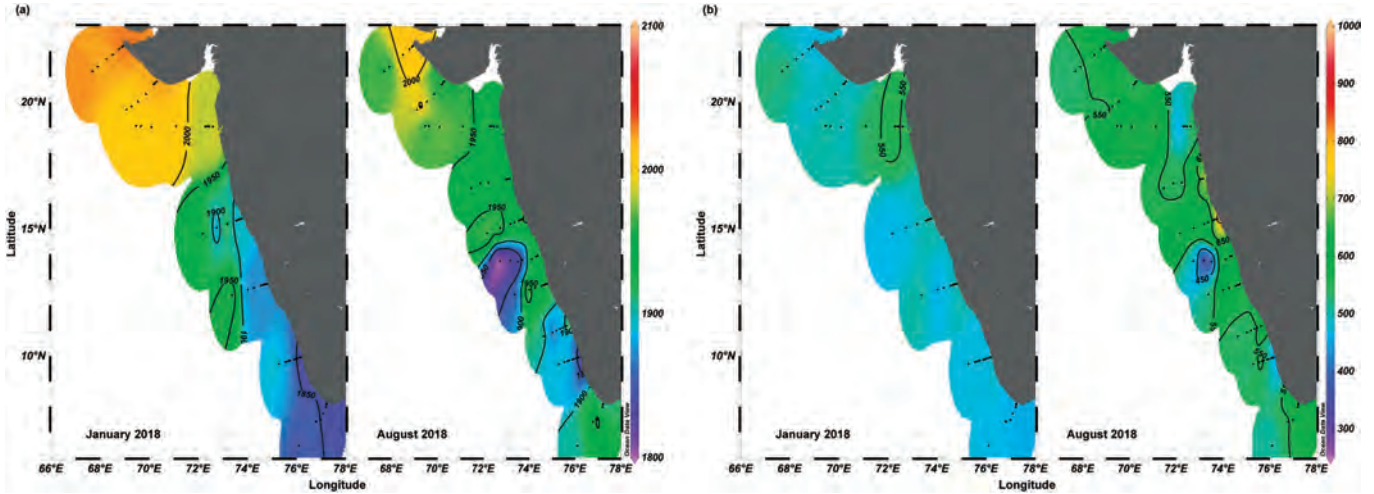
एकत्रित सात व्यावसायिक रूप से महत्वपूर्ण मछली प्रजातियों में किया गया।

3.3.4 तटरेखा प्रबंधन

तटीय संरक्षण के लिए भारतीय तट के साथ तटरेखा परिवर्तन और तलछट परिवहन का मानचित्रण

सम्पूर्ण भारतीय मुख्य भूमि के लिए दीर्घकालिक (1990-2018), अल्पकालिक (2012-2018) और

के रूप में, नवंबर 2017 के बाद से विभिन्न ट्रांसेक्ट्स पर एकत्र किए गए मासिक क्षेत्र डेटा को ग्रीन हाउस गैसों (जीएचजी), बेन्थिक प्रजाति विविधता और पश्चिमी तट (ओखा से कन्याकुमारी तक) पर समुद्री जीवों पर सूक्ष्म प्लास्टिक के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए विश्लेषण किया गया है। पूर्वोत्तर मानसून (जनवरी) के दौरान दक्षिण-पूर्वी अरब सागर (केप) के साथ निचली सतह के डीआईसी



चित्र 3.8 जनवरी 2018 (पूर्वोत्तर मानसून) और अगस्त 2018 (दक्षिण-पश्चिम मॉनसून) के दौरान क) सरफेस डीआईसी (μ मोल एल⁻¹) और ख) सर्फेस पी CO_2 (μ एटीएम) का स्थानिक वितरण।

(विघटित अकार्बनिक कार्बन) का प्रेक्षण किया गया, जो अरब सागर में बंगाल के खाड़ी के कम लवणता वाले पानी के अतिक्रमण के कारण था। इस विसंगति का कारण निकटवर्ती भारतीय मानसूनी नदियों से भारी वर्षा के परिणामस्वरूप मीठे पानी की अंतर्वाह के कारण है जिसके परिणामस्वरूप उथल-पुथल का दमन हो रहा है।

3.3.6 मन्नार की खाड़ी में प्रवाल भित्ति की निगरानी और पुनरुद्धार

प्रवाल की विविधता का मूल्यांकन करने, रीफ क्षेत्र में वर्तमान लाइव प्रवाल आवरण का अनुमान लगाने और मन्नार की खाड़ी के प्रवाल भित्तियों के लिए प्रमुख खतरों की पहचान करने के लिए मन्नार की खाड़ी और पाक की

खाड़ी में प्रवाल भित्तियों की निगरानी की गई। अगस्त 2018 से अक्टूबर 2019 के दौरान, प्रवाल भित्तियों के स्वास्थ्य का मूल्यांकन करने के लिए कुल 606 स्थानों का सर्वेक्षण किया गया था और जीवित और मृत प्रवाल आवरण के प्रतिशत का अनुमान लगाने के लिए प्रवाल भित्ति क्षेत्रों में 475 ट्रांजेक्ट्स रखे गए थे। मंडपम समूह में औसत जीवित प्रवाल आवरण अधिक पाया गया। कोरल प्रवाल भित्ति पुनरुद्धार का मुख्य लक्ष्य चट्टान पारिस्थितिकी तंत्र को बहाल करना है। पुनरुद्धार स्थलों में प्रवालों की वृद्धि और अस्तित्व का मूल्यांकन करने के लिए हरे द्वीप और मनोली और मनोलिपुति द्वीप में कुल 72 फ्रेम लगाए गए थे।



चित्र 3.9 चेन्नई के लिए तटीय बाढ़ चेतावनी प्रणाली (सीएफएलओडब्ल्यूएस-चेन्नई)

3.3.7 तटीय खतरे

चेन्नई के लिए तटीय बाढ़ चेतावनी चेन्नई (सीएफएलओडब्ल्यूएस-चेन्नई) प्रणालीप्रधान वैज्ञानिक परामर्शिकाएंकार (पीएसए) कार्यालय द्वारा शुरू की गई एक बहु संस्थागत परियोजना के रूप में विकसित किया गया था और नवंबर 2019 में इसे दशा सरकार को सौंप दिया गया।

तटीय मछुआरों की सुरक्षा और संरक्षा के लिए एक मोबाइल ऐप और डैशबोर्ड विकसित किया गया है और इसे तमिलनाडु दशा (थॉडिल) में मत्स्य पालन विभाग द्वारा कार्यान्वित किया गया है।

3.4 महासागर प्रौद्योगिकी

3.4.1 मानवयुक्त और मानवरहित अन्तर्जलीय वाहन का विकास

मानवयुक्त पनडुब्बी

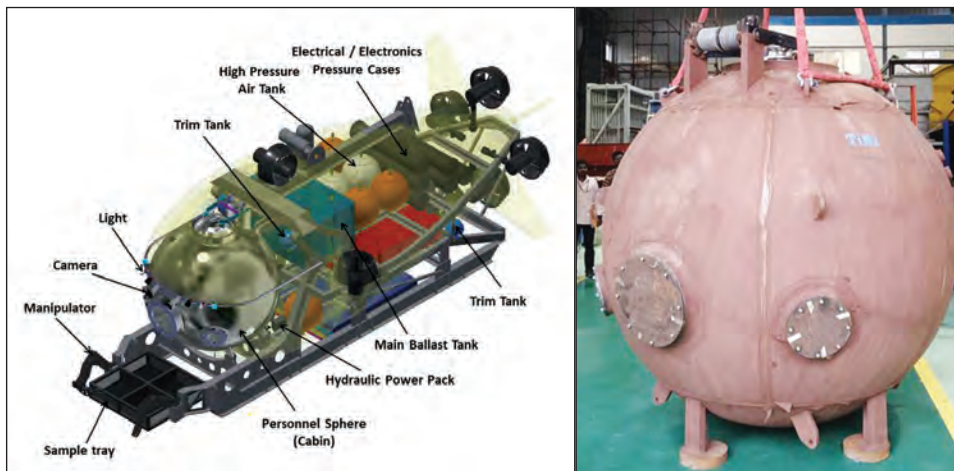
6000 मीटर डेप्थ रेटेड वैज्ञानिक अनुसंधान मानव निर्मित सबमर्सिबल का डिजाइन और विकास किया गया। सिस्टम की अवधारणा और प्रारंभिक प्रणाली के डिजाइन की समीक्षा की गई और कर्मियों के क्षेत्र / मानव कैप्सूल, जीवन समर्थन प्रणाली, ब्लास्ट प्रणाली, प्रणोदन प्रणाली, अन्तर्जलीय बैटरी, बिजली वितरण प्रणाली, सेंसर, नियंत्रण हार्डवेयर और नेविगेशन के विकास के लिए 6000 मीटर की गहराई पर 12 घंटे के संचालन की अवधि के साथ

3 व्यक्तियों को ले जाने और 72 घंटे के आपातकालीन सहनशीलता की क्षमताओं के साथ विनिर्देशनों को अंतिम रूप दिया गया। गहरे जल कर्मिक क्षेत्र के स्वदेशी विकास के लिए वीएसएससी-इसरो के साथ एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए गए। भारतीय उद्योग (चित्र 3.11) के साथ मृदु इस्पात सामग्री का उपयोग करके उथले पानी में प्रचालन के लिए सक्षम 25 मिमी शेल मोटाई में 2.1 मीटर व्यास के उथले पानी के गोलाकार पतवार को डिजाइन और विकसित किया गया था।

मानव रहित अन्तर्जलीय वाहन

300 मीटर की गहराई तक जैव-विविधता अध्ययन करने के लिए समुद्री सजीव संसाधन और पारिस्थितिकी केंद्र (सीएमएलआरई), कोचीन के लिए उथले पानी का आरओवी विकसित किया गया है। इन-हाउस डेटा टेलीमेट्री और कंट्रोल, पावर और मैकेनिकल सिस्टम विकसित किए गए थे। सबसिस्टम को प्रयोगशालाओं और ध्वनिक परीक्षण सुविधा (एटीएफ) में एकत्र और परीक्षण किया गया। जून 2019 के दौरान इन-हाउस वॉटर टैंक में सीएमएलआरई वैज्ञानिकों / इंजीनियरों को डेक पावर के साथ आरओवी ऑपरेशंस, कंट्रोल, लॉन्चिंग और रिट्रीवल सिस्टम के लिए व्यवहारिक प्रशिक्षण दिया गया।

एक अंडरवाटर इमेजिंग स्किड जिसमें हाई डैफिनशन कैमरे, एलईडी लाइटों और 100 मीटर लंबी अंडरवाटर केबल विकसित की गई थी और कल्पकम मद्रास परमाणु ऊर्जा



चित्र 3.10 मानवयुक्त पनडुब्बी और उथले पानी की गोलाकार पतवार की योजना



चित्र 3.11 ऑन-बोर्ड ओआरवीसागरनिधिपर विंचऔर गर्भनाल केबल का परीक्षण

स्टेशन (एमएपीएस) समुद्र के पानी के इंटेक सम्प में 52 मीटर गहराई तक अन्तर्जलीय निरीक्षण करने के लिए तैनात किया गया था। इसके परिणाम बहुत हद तक हरे मसल्स की घटना को सामने लाते हैं जिन्हें एमएपीएस द्वारा बताये जाने वाले उपचारी उपाय की आवश्यकता होती है।

3.4.2 गहरा समुद्र प्रौद्योगिकी /गहरा समुद्र खनन

एकीकृत खनन प्रणाली : कम सहन करने की क्षमता वाली सीबेड में सिंकेज से बचाने और प्रभावी नियंत्रण के लिए विभिन्न तंत्रों के साथ एक कम किए गए मॉडल के अन्डर्कैरिजपर प्रयोग किए गए। 7000 मीटर इलेक्ट्रो-ऑप्टिक गर्भनाल केबल (6000 मीटर गहराई रेटेड) के साथ नई गहरी समुद्री विंच जहाज सागर निधि पर स्थापित की गई और सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया। सिस्टम को साबित करने के लिए परीक्षण किए गए।

सीआईओबी में टेस्ट माइनिंग साइट में पिक-अप / कलेक्टर सिस्टम से लैस खनन मशीन के लोकोमोशन परीक्षणों की योजना बनाई गई थी। उछाल वाले पैक के साथ खनन मशीन का वजन हवा में 14.5 टी और पानी में 2.5 टी है। परीक्षण क्षेत्र में गहराई 5100-5400 मीटर थी। 26 अप्रैल और 4 मई, 2019 को दो तैनातियों का प्रयास किया गया। मध्य और उत्तरी हिंद महासागर में समवर्ती चक्रवातों के परिणामस्वरूप तेज लहरों और प्रतिकूल मौसम की स्थिति की वजह तैनातियों को मध्य में ही छोड़ना पड़ा था।

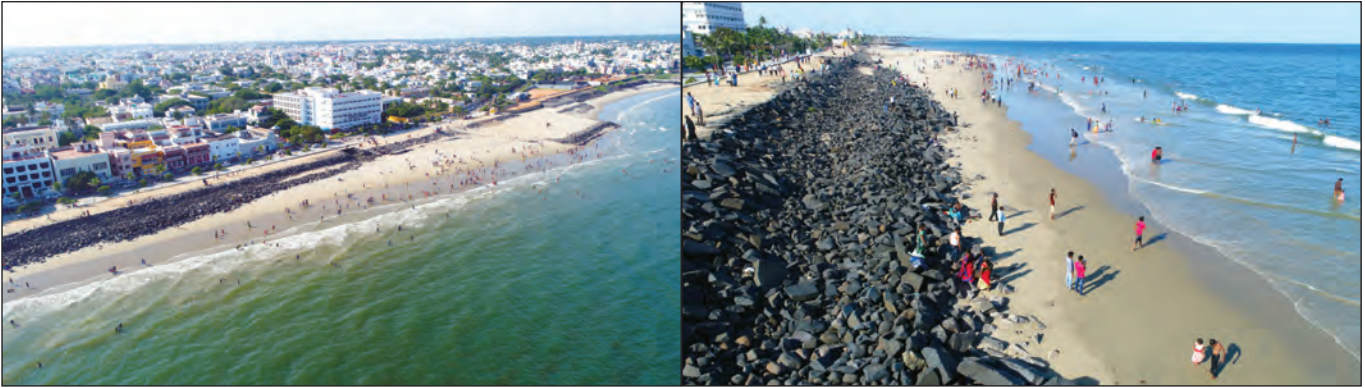
पॉलिमेटेलिक नोड्यूल माइनिंग साइट पर स्वस्थाने मृदा परीक्षक की तैनाती : अप्रैल 2019 के दौरान 5418 मीटर की गहराई पर सीआईओबी में पीएमएन खनन क्षेत्र में समुद्र तल मृदा के मूल्यांकन के लिए स्वस्थाने मृदा परीक्षक तैनात किया गया था। नये खरीद की गई समुद्री विंच और 7000 मी. की हाईब्रिड एरीमिड गर्भनाल केबल का उपयोग किया गया था। समुद्र तल मिट्टी का आकलन गैर-मिट्टी के रूप होने के लिए किया गया था और मिट्टी परीक्षक के अन्तर्जलीय वजन (2.2 टन) का सहायता करने के लिए काफी मजबूत था।

3.4.3 तटीय इंजीनियरिंग

संघ दशा क्षेत्र लक्षद्वीप द्वीप समूह में विलवणीकरण संयंत्रों की स्थापना

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान के माध्यम से लो टेम्प्रेचर थर्मल डीसैलिनैशन (एलटीटीडी) प्रौद्योगिकी पर आधारित 6 विलवणीकरण संयंत्रों का निर्माण कर रही है जिसकी क्षमता संघ दशा क्षेत्र लक्षद्वीप द्वीप समूह के अमीनी, अंद्रोथ, चेतलत, कलपेनी, किलतान और कदामत द्विपो पर 1.5 लाख प्रति दिन है। सभी विलवणीकरण संयंत्र 2020 के अंत तक पूरे होने वाले हैं। **पुडुचेरी में तटीय संरक्षण के लिए तटीय रेखा पोषण के साथ अपतटीय चट्टान का डिजाइन**

एनआईओटी ने मौजूदा सुरक्षा उपायों की स्थिति का मूल्यांकन किया है, उपग्रह डेटा का उपयोग करके दीर्घकालिक तटरेखा परिवर्तन का अध्ययन, विभिन्न मौसमों



चित्र 3.12 पदुचेरी में निर्मित समुद्र की वर्तमान स्थिति

और संख्यात्मक मॉडल के अध्ययन में प्रक्रिया आधारित माप किए गए हैं। इन अध्ययनों के आधार पर, पदुचेरी में खोए तटीय रेखा के पुनरुद्धार के लिए जीओपी को जलमग्न उत्तरी चट्टान, अपतटीय दक्षिण चट्टान और तटीय रेखा पोषण के साथ एक विस्तृत हाइब्रिड समाधान का सुझाव दिया गया था। उत्तर की चट्टान का सफलतापूर्वक पुनरुद्धार किया गया और इसके परिणामस्वरूप चौड़े तटीय रेखा का निर्माण हुआ। (चित्र 3.13) यह परियोजना माननीय पृथ्वी विज्ञान मंत्री डॉ. हर्षवर्धन द्वारा 24 जनवरी, 2019 को डॉ. किरण बेदी, पदुचेरी की माननीय राज्यपाल और श्री. वी. नारायणसामी, माननीय मुख्यमंत्री, पदुचेरी की उपस्थिति में लोगों को समर्पित की गई।

कदलुर जलमग्न डाइक परियोजना का निष्पादन मूल्यांकन

तमिलनाडु में कलपक्कम के पास कदलुर गाँवों में पर्यावरण के अनुकूल तट सुरक्षा उपाय का प्रदर्शन किया गया। क्षेत्र और उपग्रह प्रेक्षणों से पता चला है कि गाँवों के सामने तटीय रेखा की चौड़ाई बढ़ गई है। बाथमीट्री सर्वेक्षणों से डाइक सेगमेंट के पीछे तलछट निक्षेप का संकेत मिला।

3.4.4 ऊर्जा और स्वच्छ जल

कावारत्ती में ओटीईसी संचालित विलवणीकरण संयंत्र

प्रसार और अन्य अध्ययन किए गए और कावारत्ती में ओटीईसी (समुद्री तापीय ऊर्जा रूपांतरण) संचालित



चित्र 3.13 माननीय पृथ्वी विज्ञान मंत्री द्वारा कदलुर गाँवों में पुनरुद्धार किए गए तटीय रेखा का समर्पण

विलवणीकरण संयंत्र के पर्यावरणीय प्रभाव आकलन (ईआईए) रिपोर्ट लक्षद्वीप तटीय क्षेत्र प्रबंधन प्राधिकरण (एलसीजेडएमए) की समिति के समक्ष प्रस्तुत की गई थी। तकनीकी समिति ने किए गए अध्ययनों को स्वीकार किया और एलसीजेडएमए को इस परियोजना के लिए स्वीकृति देने और सहमति प्रदान करने की सिफारिश की। 22 जून, 2019 को अनापत्ति प्रमाणपत्र (एनओसी) जारी किया गया था। विभिन्न प्रक्रिया उपकरणों की प्रणाली और घटक स्तर के डिजाइन को समझने के लिए ओपन साइकिल ओटीईसी और एलटीटीडी प्रणाली के विभिन्न घटकों के निष्पादन के मूल्यांकन के लिए एनआईओटी में ओटीईसी विलवणीकरण प्रयोगशाला में कई प्रयोग किए गए।

लहर संचालित नेविगेशनल बाँय प्रदर्शन

कामराज पोर्ट लिमिटेड (केपीएल) के नेविगेशनल चैनल में लहर संचालित नेविगेशनल बाँय निरंतर कार्य कर रहा है और मापित समुद्र विज्ञान मापदंडों को जीएसएम संचार के माध्यम से बंदरगाह प्राधिकारियों को प्रति घंटा प्रसारित किया जा रहा है। उद्योग के लिए प्रौद्योगिकी के हस्तांतरण के प्रयासों के हिस्से के रूप में व्यावसायीकरण के लिए औद्योगिक साझेदारों के साथ प्रौद्योगिकी लाइसेंसिंग समझौते (टीएलए) पर हस्ताक्षर किए गए थे।

3.4.5 द्वीप समूह के लिए महासागर विज्ञान और प्रौद्योगिकी

द्वीप समूह के लिए महासागर विज्ञान और प्रौद्योगिकी (ओएसटीआई) का प्रमुख फोकस चार गतिविधियों अर्थात् मैरीनएल्लाल बायोटेक्नोलॉजी, मैरीन माइक्रोबियल बायोटेक्नोलॉजी, ओपन सी केज कल्चर, ब्लाजस्टी वाटर ट्रीटमेंट टेक्नोलॉजी की स्थापना - टेस्ट फैसिलिटी पर है।

समुद्री अल्लाल जैव प्रौद्योगिकी

समुद्री क्लोरेला से पौष्टिक-औषधीय उत्पादन के प्रदर्शन के लिए नेल्लोर तटीय रेखा सुविधा में रेसवे तालाबों में समुद्री क्लोरेला स्ट्रेन (क्लोरेला वल्लारिस-स्ट्रेन कोड-एनआईओटी-74) का मास कल्चर किया गया था। अंडमान सागर से दूर मरीन *स्पिरुलिना* को एफ 2, सुपरफॉस्फेट के साथ वाणिज्यिक उर्वरक, एनपीके और

सोडियम बाइकार्बोनेट के साथ संशोधित कार्बनिक माध्यम जैसे विभिन्न कल्चर मीडिया का उपयोग करके मास कल्चर के लिए अनुकूलित किया गया था और एक अधिकतम बायोमास (2.3 जी) 30 वें दिन प्राप्त किया गया था।

माइक्रोबियल जैव प्रौद्योगिकी

बहुप्रावस्थी लक्षण वर्णन अध्ययन से पता चला है कि *स्ट्रेप्टोमीस ओलिवेसस* एनआईओटी-सीएच-40 एक सक्रिय यौगिक प्यूरीसिडिन का उत्पादन करने वाले नए टैक्सा के रूप में 2000 एम तलछट नमूने से अलग किया गया है। यह यौगिक मोनोहाइड्रॉक्सीपाइरिडाइन्स के वर्ग का एक सदस्य है जो एक अपरिवर्तनीय माइटोकॉन्ड्रियल कॉम्प्लेक्स। अवरोधक के रूप में कार्य करता है जो एनएडीएच : नैनोमोलर पर युबिक्विनोनओक्सिडो रेदुक्टेज के माइटोकॉन्ड्रियल और बैक्टीरिया दोनों रूपों में युबिक्विनोन-बाइंडिंग साइटों के साथ दृढ़ता से संबद्ध करता है।

गहरे समुद्र के नमूनों से पृथक किए गए गहरे समुद्र के जीवाणु (502 न.) जिसे 3000एम-4500 एम (एसएन 134, अक्षांश: 1°एससे 4°एस; देशांतर 80° ईसे 87° ई) से एकत्र किए गए थे जिसे 88 रूपात्मक कालोनियों में वर्गीकृत किया गया था और बायोसेंसर स्ट्रेन, *सी वायलेसियम* सीवी 026 (वाइल्ड-टाइप स्ट्रेन का मिनी-टीएन 5 म्यूटेशन) जो ऑटोइंड्यूसर सिंथेज में कमी है का उपयोग करके *सीवायलेसियम* सीवी017 से विरोध करने वाले कोरम सेंसिंग जीन की जांच की।

खुला समुद्री पिंजरा संवर्धन

एनआईओटी की टीम ने संगुमल, धनुस्कोडी, कुंधुकल, मंडपम और वेथलाई में मिल्कफिश सीड की उपलब्धता पर एक सर्वेक्षण किया। विशेष रूप से डिजाइन किए गए जाल का उपयोग करके मिल्कफिश सीड का संग्रह किया गया। पिंजरा पद्धति शुरू करने के लिए रामेश्वरम के पास ओलिकुडा मछली पकड़ने के गांव के मछुआरों के स्वयं सहायता समूहों के साथ बैठकें आयोजित की गईं। ब्रूड स्टॉक विकास के एक भाग के रूप में *क्रैन्वसीग्रोबिलिस* का औसत शरीर का वजन 3.5 और सीबास, *लेटस्केल्करिफर* का औसत शरीर के वजन 205

किलो कोनार्थ बे, पोर्ट ब्लेयर में 9 मीटर विस्तृत खुले समुद्र पिंजरे में संग्रह किया गया। इन ब्रूड स्टॉक्स के ग्रोथ परफॉर्मेंस पर लगातार नजर रखी जा रही है। देश में एक्काकल्चर को बढ़ावा देने के लिए पिंजरे तकनीकी साझेदारी के लिए चेन्नई में एनआईओटी और आईसीएआर-सीआईबीए के बीच एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए गए।

ब्लास्ट जलशोधन प्रौद्योगिकी - परीक्षण सुविधा

मेसोकोस सुविधा का उपयोग करके प्रयोगशाला में प्रकाश और अंधेरे परिस्थितियों में ब्लास्ट वाटर टैंकों में रहने वाले जीवों के स्तरीकरण पर एक मेसोकोस्म अध्ययन किया गया था। पादप बुआयक की व्यवहार्यता का मूल्यांकन एसवाईटीओएक्स (साईटाक्स) ग्रीन का उपयोग करके किया गया था जिससे यह पता चला कि प्रकाश की स्थिति में इनक्यूबेट की गई टैंक की व्यवहार्यता की तुलना में अंधेरे मेसोकोस्म टैंक में व्यवहार्यता में क्रमिक कमी देखी गई। जजूप्लांकटन घनत्व और व्यवहार्यता (तटस्थ लाल अपटेक विधि) में भारी कमी देखी गई। भूमि आधारित बीडब्ल्यूटीटी-टीएफ में ब्लास्ट वाटर ट्रीटमेंट प्रणाली के परीक्षण और सत्यापन के लिए आईएमओ जी8 दिशानिर्देश के अनुसार इनलेट पानी की आवश्यकता को पूरा करने के लिए, तटीय जल के भौतिक-रासायनिक मापदंडों की निरंतर निगरानी की गई और खुले समुद्र उपयुक्त सरोगेट्स के अतिरिक्त सेवन पानी के स्रोत के रूप में उपयुक्त पाया गया।

3.4.6 समुद्री सेंसर, इलेक्ट्रॉनिक्स और ध्वनिक

समुद्री सेंसर

एनआईओटी अंडरवाटर ध्वनिक इमेजिंग सिस्टम, सेंसर और ध्वनिक ट्रांसड्यूसर के स्वदेशी विकास में भी शामिल है। पाइपलाइनों, फाइन रीजोलुशन के साथ जलमग्न वस्तुओं जैसे सब सीबेड वस्तुओं के 2 डी / 3 डी इमेजिंग के लिए ध्वनिक इमेजिंग सोनार को विकसित करने के लिए प्रस्तावित मिल्स क्रॉस एरे ट्रांसड्यूसर कॉन्फिगरेशन के साथ प्रायोगिक अध्ययन एनआईओटी की ध्वनिक परीक्षण सुविधा (एटीएफ) में किए गए हैं।

अत्याधुनिक कैलिब्रेशन टेस्ट फैसिलिटी (सीटीएफ) को सेंसर को कैलिब्रेट करने के लिए सफलतापूर्वक स्थापित किया गया था जो हवा के तापमान, हवा की नमी, वायुदाब, रेफरेंस इंस्ट्रुमेंट्स के साथ वर्षा को मापता है जिसे विश्व मौसम संगठन (डब्ल्यूएमओ) द्वारा क्षेत्रीय समुद्री उपकरण केंद्र (आरएमआईसी) प्रयोगशालाओं के लिए अनुशंसित किया गया है। संदर्भ उपकरणों में राष्ट्रीय मानक, यानी राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला नई दिल्ली के साथ पता लगाने की क्षमता हो रही है।

महासागर इलेक्ट्रॉनिक्स

इसका मुख्य उद्देश्य समुद्र संबंधी अनुप्रयोगों के लिए नई स्वायत्त महासागर प्रेक्षण प्रौद्योगिकियों और प्रणालियों को डिजाइन करना, विकसित करना और प्रदर्शित करना है। पहला प्रोटो टाइप यूनिट, 500 मी व्यावहारिक डीप सी ऑटोनोमस अंडरवाटर प्रोफाइलिंग डिफ्टर-1 (डीएयूपीडी) को 1000सीसी परिवर्तनशील उछाल इंजन का उपयोग कर इन-हाउस विकसित किया गया था। केरल के इडुक्की में अंडरवाटर ध्वनिक रिसर्च फैसिलिटी (यूएआरएफ) में लघु अवधि की तैनाती की गई और कुछ चक्रों के लिए प्रदर्शन किया गया। सिस्टम को 110 मीटर की गहराई तक संचालित किया गया था और प्रदर्शन संतोषजनक था। डीएयूपीडी-2 को बाद में बनाया गया था और परिवर्तनशील लवणता की स्थिति में प्रणाली के प्रदर्शन का अध्ययन करने के लिए बंगाल की खाड़ी में मिशन चक्र परीक्षण और क्षेत्र परीक्षण सहित आवश्यक कार्यक्षमता परीक्षण पहले ही किया जा चुका है।

महासागर ध्वनिक

निरंतर शोर मापन के लिए ध्रुवीय क्षेत्र और गहरे समुद्र क्षेत्रों के लिए निष्क्रिय ध्वनिक प्रणाली के विकास, तैनाती और संचालन एनआईओटी द्वारा किया गया था। डीप ओशन एम्बिएंट नॉइज़ मेजर सिस्टम (डीएएनएमएस) को ओमनी बॉय मूरिंग में सफलतापूर्वक शामिल किया गया था और इसे एडी 09 स्थान (अक्षांश एलएटी 8.14 एन देशांतर एलओएन 73.18 ई) अरब सागर में तैनात किया गया था। हर आधे घंटे में 12 मिनट की अवधि के लिए

32 किलो हर्ट्ज (केएचजेड) के नमूने पर डेटा प्राप्त किया जाता है। सिस्टम अरब सागर में चालू है। जुलाई 2017 में कोंग्सफजॉर्डन आर्कटिक में इंडअर्कमूरिंग के भाग के रूप में तैनात एक स्वायत्त एम्बिएंट नॉइज़ मेजर सिस्टम (एएनएमएस)को जुलाई 2019 में दो साल बाद सफलतापूर्वक पुनर्प्राप्त किया गया था।

समन्वित आर्कटिक ध्वनिक थर्मामीटर प्रयोग (सीएटीईएक्स) 2019

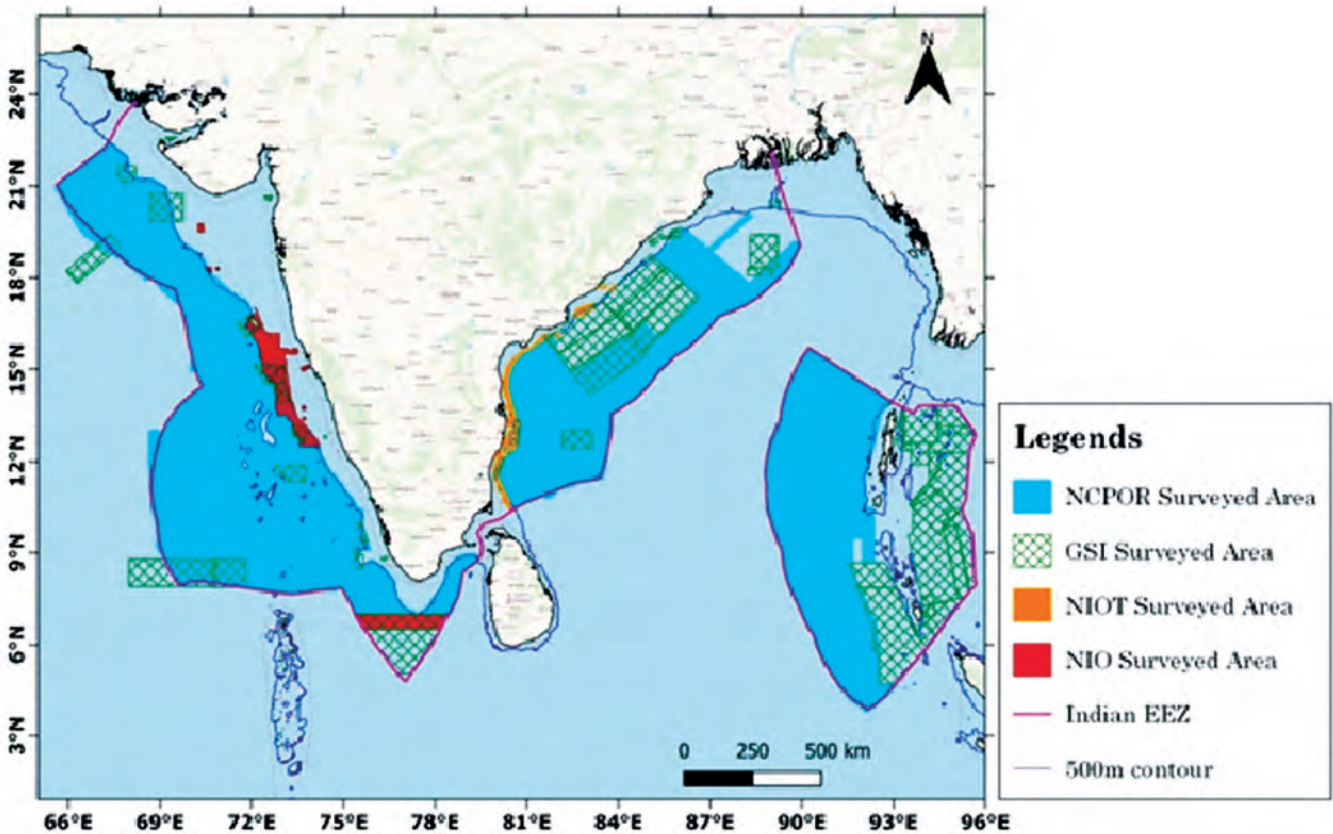
एनआईओटी ने सेंट्रल आर्कटिक महासागर में सीएटीईएक्स (कोर्डिनेटेड आर्कटिक अकॉस्टिक थर्मोमेट्री एक्सपेरिमेंट - 2019) प्रयोग में भाग लिया जो नॉर्वे, अमेरिका और कनाडा द्वारा संयुक्त रूप से किया गया था। सीएटीईएक्स प्रयोग का मुख्य उद्देश्य आर्कटिक महासागर की गर्मी सामग्री को मापने और जलवायु मॉडल के बेंचमार्क के लिए बेसिन स्केल ध्वनिक थर्मामीटर के माध्यम से केंद्रीय आर्कटिक महासागर में ध्वनिक स्रोतों

और रिसेवर को तैनात करना है।

3.5 महासागर सर्वेक्षण और खनिज संसाधन

3.5.1 अनन्य आर्थिक क्षेत्र (ईईजेड) का भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण

2019-20 के दौरान, पूर्वी अपतटीय क्षेत्र ओआरवी-सागर कन्या (वन क्रूज) और तैनात आरवी-एमजीएस सागर (चार क्रूज) में पांच सर्वेक्षण क्रूज किए गए। मल्टी बीम इको साउंडर (एमईबीईएस) और सब बॉटम प्रोफाइल (एसबीपी)सहित अंडरवे भूभौतिकीय डेटा का उपयोग कर लगभग कुल क्षेत्रफल 92,300 किमी² का सर्वेक्षण किया गया और गुरुत्वाकर्षण और ट्रैक के साथ लगभग 34,300 लाइन किलोमीटर के चुंबकीय डेटा भी इसके लिए प्राप्त हुए थे। 48 सीटीडी/ एसवीपी स्टेशन डेटा और 7 सफल ग्रेविटी कोर भी हासिल किए गए। डेटा प्रोसेसिंग, एकीकरण और मोज़ेकिंग मानकीकृत डेटा



चित्र 3.14 भारतीय ईईजेड में कुल कवरेज को प्रदर्शित करता हुआ मानचित्र

प्रसंस्करण प्रक्रियाओं का उपयोग करके किया गया था। विश्लेषण और भूवैज्ञानिक डेटासेट की एकीकृत व्याख्या किया गया ताकि विभिन्न समुद्र तल भू-आकृतिक सुविधाओं की पहचान कर सके और विभिन्न तलछटी प्रक्रियाओं, मूल, विकास और निर्माण-विज्ञान आदि सहित वैज्ञानिक मुद्दों को हल कर सके। पनडुब्बीसंबंधी खतरा संभावना की पहचान के एक हिस्से के रूप में, भारत के पश्चिमी महाद्वीपीय मार्जिन में विभिन्न संबद्ध विशेषताओं जैसे कि क्राउन क्रैक, ध्वस्त घाटी की दीवारों और मलबे के प्रवाह आदि के अलावा केरल अपतटीय क्षेत्र में एक मुख्य पनडुब्बी भूस्खलन की पहचान की गई है। भारत के पूर्वी महाद्वीपीय मार्जिन के साथ ध्रुवीय क्षेत्र में इसी प्रकार की एक पनडुब्बी खतरे वाले क्षेत्र की भी पहचान की गई है।

एनसीपीओआर ने निर्धारित लक्ष्यों को प्राप्त करने के लिए विशेषरूप से मल्टीबीम स्वाथ बाथमीट्री सर्वेक्षण के लिए अब तक 65 समुद्री जलयात्राओं को पूर्ण किया गया है और मुख्य भूमि और अंडमान द्वीप समूह क्षेत्र (चित्र 3.14) से दूर अनन्य आर्थिक क्षेत्र का 16,56,000 वर्ग किमी कुल क्षेत्र को कवर किया है। कवरेज में भारतीय अनन्य आर्थिक क्षेत्र में 500 मीटर से अधिक पानी की गहराई सहित ~88% गहरे पानी के ब्लॉक शामिल हैं।

3.5.2 भारत का महाद्वीपीय शेल्फ कार्यक्रम

भारतीय महाद्वीपीय शेल्फ परियोजना आवश्यक वैज्ञानिक और तकनीकी सूचना संग्रहित, विश्लेषण और जो समुद्री कानून संबन्धित संयुक्त राष्ट्र समझौता (UNCLOS) के प्रावधानों के अनुसार देश की विस्तारित शेल्फ सीमाओं को 200 M से अधिक परिभाषित करने में सहायता करेगी। भारत ने संयुक्त राष्ट्र को मई, 2019 प्रायद्वीपी शेल्फ के अपने पहले आंशिक दावे प्रस्तुत किया था। हाल ही में, पश्चिमी अपतटीय क्षेत्र के लिए भारत के आंशिक प्रस्तुति पर विचार करने के लिए CLCS द्वारा एक उप-आयोग की स्थापना की गई है। उप-आयोग की पहली बैठक 14-18 अक्टूबर, 2019 से आयोजित की गई जिसमें भारतीय प्रतिनिधिमंडल ने एक प्रस्तुति दी और उप-आयोग के साथ विभिन्न तकनीकी प्रश्नों को स्पष्ट करते हुए

विचार-विमर्श में भाग लिया। इसके अलावा, उप-आयोग ने भारत से फरवरी, 2020 तक उनकी प्रेक्षणों के संबंध में तकनीकी जानकारी मांगी।

3.5.3 हाइड्रोथर्मल सल्फाइड संबंधी अध्ययन

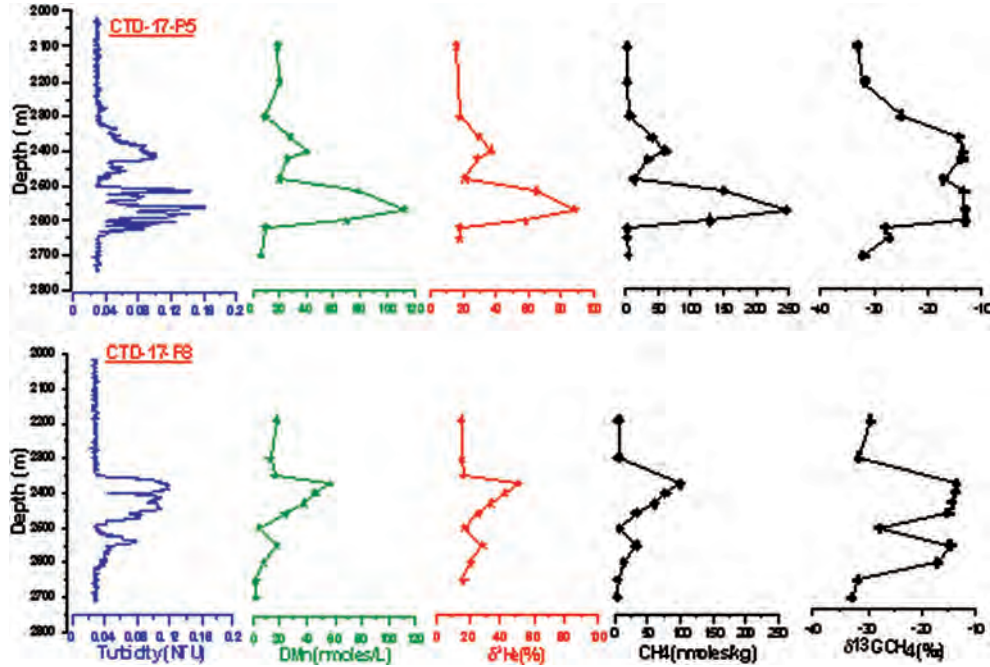
चिन्हित हाइड्रोथर्मल प्लम सिग्रेचर के स्रोतों को कम करने के लिए नए हाइड्रोथर्मल प्लम का पता लगाने और पर्यावरणीय बेसलाइन डेटा तैयार करने हेतु, अनुबंध क्षेत्र में दो खंडों में 15 मार्च, 2019 और 24 मई, 2019 में सर्वेक्षण और अन्वेषण जलयात्राएं की गईं।

अध्ययन की महत्वपूर्ण उपलब्धियां हैं :

- चिन्हित किए गए टर्बिड परतों से पानी के एकत्रित नमूनों का विश्लेषण हाइड्रोथर्मल प्लम की पुष्टि हेतु किया गया था। हीलियम, मीथेन और मैंगनीज की सांद्रता बहुत अधिक हैं। प्लम की परतें हीलियम में 3 संस्थानिक ($\delta^3\text{He}$ in %) से समृद्ध होती हैं और 14-88% तक हैं यह CTD-17-P5 स्टेशन के निकट CIR में उच्च तापमान हाइड्रोथर्मल वायु निकास हेतु साक्ष्य प्रदान करता है।
- एकीकृत बाथिमेट्रिक, पेटोलॉजिकल और सूक्ष्म संरचनागत साक्ष्यों से एक उलटी समुद्री क्रस्ट-मेंटल चट्टान क्रम का प्रमाण मिलता है और शियर के उत्तरी प्लैंक के लगभग 67.30 E के शियर जॉन से जुड़ा है और साक्ष्यों पर आधारित है। अनुमान लगाया जाता है कि SWIR की 67.30 E साइट ओसिनिक कोर काम्प्लेक्स (OCC) का SWIR और संबंधित हाइड्रोथर्मल खनिज का संभावित स्थल है।
- CIR के तलछटों में बैथिक माइक्रोफोन विभिन्न अर्थात् साइनोगोनेडा (समुद्री-मकड़ी) प्रजाति हाइड्रोजोआन नीमैटेड (गोल कृमि) प्रजाति और उनमें टाइनेडियन प्रजाति की उपस्थिति प्रदर्शित होती है।

3.5.4 अंतर्राष्ट्रीय सीबेड अथॉरिटी प्रशिक्षण कार्यक्रम

के साथ पॉलीमेटलीक-सल्फाइड के अन्वेषण के लिए (ISA) और MoES के अनुबंध के अनुसार 3 दिसंबर, 2018-25 जनवरी, 2019 के दौरान NCPOR



चित्र 3.15 टर्बिडिटी, विघटित मैंगनीज, हीलियम ($\delta^3\text{He}$), विघटित मिथेन सान्द्रण (813c) और दो CTD स्टेशनों CTD-17-P5 और CTD-17-P8 के $\delta^{13}\text{C}$ (‰)।

द्वारा विभिन्न राष्ट्रीय संस्थानों CMLRE, INCOIS, NCESS, NIOT के सहयोग से आठ-सप्ताह का प्रशिक्षण आयोजित किया गया था। विभिन्न देशों मॉरीशस, सोमालिया, ब्राजील, श्रीलंका और कैमरून का प्रतिनिधित्व करने वाले पांच प्रतिभागी प्रशिक्षण कार्यक्रम में शामिल हुए।

3.5.5 पॉलिमेटेलिक नोड्यूल संबंधी अध्ययन

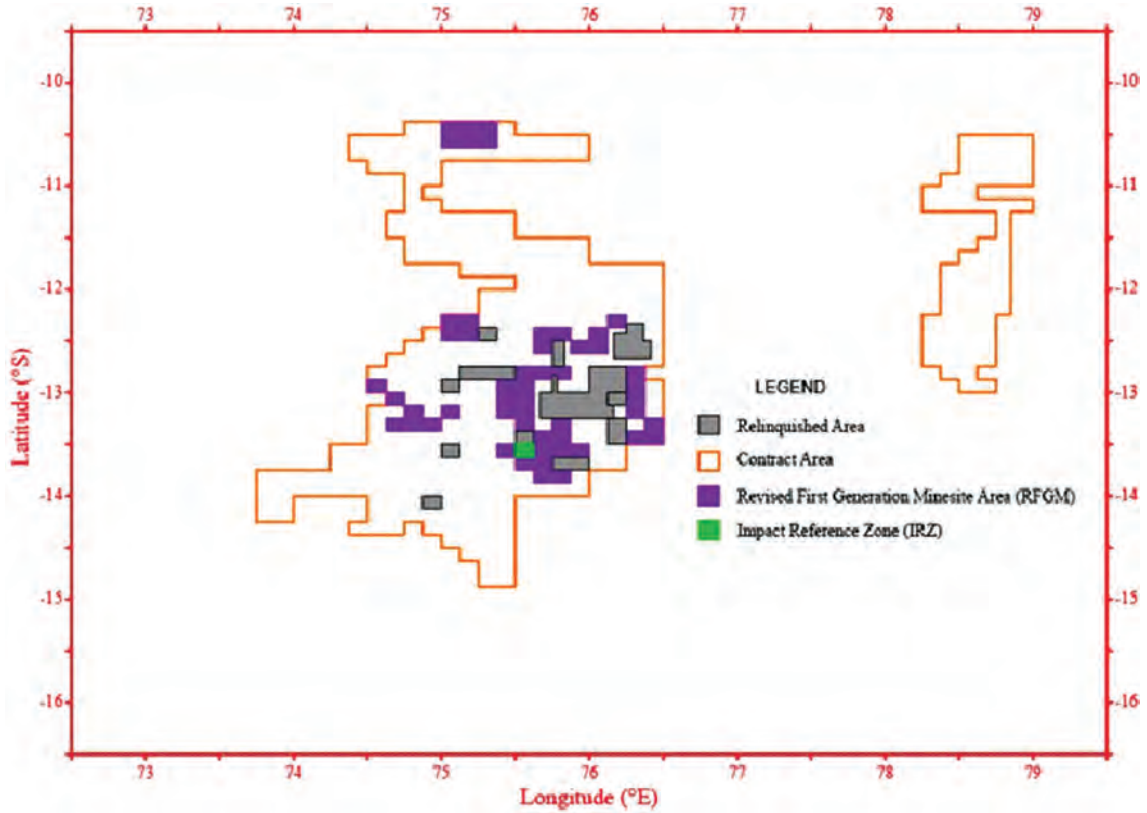
अनुबंध क्षेत्र में संशोधित प्रथम खदान स्थल (RFMS) की पहचान की गई थी। FGM की पहचान के पहले अभ्यास की ब्लॉकों की समीपता से अनुकूलित किया गया था। यह आवश्यकता अनावश्यक और प्रतिबंधात्मक प्रतीत होती है। परिणामस्वरूप सर्वश्रेष्ठ ब्लॉकों का चयन पिछले मानदंडों के आधार पर किया जाता है किन्तु एफजीएम एकल संगणित नोड्यूल क्षेत्र के अतिरिक्त अनेक नोड्यूल क्षेत्र का समूह हो सकते हैं। संशोधित FGM (RFGM) का चयन अद्यतन ब्लॉकवार संसाधन अनुमानों पर आधारित है। RFGM का कुल क्षेत्रफल जो अनुबंध क्षेत्र में पहचाना गया था लगभग 9929 km² (अनुबंध क्षेत्र का 13%) है। RFGM क्षेत्र में 0.125° x 0.125° ओ आकार के 53 ब्लॉक होते हैं।

अनुबंध क्षेत्र के विभिन्न भागों में बिखरे हुए ब्लॉकों के लगभग 6 क्लस्टर हैं (चित्र 3.17)। RFGM के 53 ब्लॉकों में से कुल 6 ब्लॉकों को 6.25 किमी x 6.25 किमी ग्रिड स्पेस, CSIR-NIO पोत आरवी सिंधु साधना पर नमूना लिया गया था।

मध्य हिंद महासागर बेसिन में उपलब्ध आंकड़ों के आधार पर खनन के पर्यावरणीय प्रभाव का आकलन करने के लिए विवरण तैयार किया जा रहा है। अनुसंधान और विकास प्रयास को खनिज और सामग्री प्रौद्योगिकी संस्थान (IMMT), भुवनेश्वर में नोड्यूल से धातुओं के निष्कर्षण की प्रक्रिया जारी थी। खनन में प्रौद्योगिकी विकास से संबंधित घटनाक्रम पहले भी बताए गए हैं।

3.6 अनुसंधान पोत

मंत्रालय अनुसंधान पोतों अर्थात ओशनोग्राफिक अनुसंधान पोत (ORV) सागर कन्या, फिशरीज ओशनोग्राफिक अनुसंधान पोत (FORV), सागर सम्पदा, टेक्नोलॉजी डिमॉन्स्ट्रेशन वेसल (TCV), सागर निधि, बुआय टेंडर वेसल (BTV) सागर मंजुषा और तटीय



चित्र 3.16 मध्य हिंद महासागर बेसिन (CIOB) में अनुबंधित क्षेत्र के भीतर संशोधित प्रथम पीढ़ी की खान स्थल क्षेत्र (RFGM) और प्रभाव संदर्भ क्षेत्र (IRZ)।

अनुसंधान पोत (CRV), सागर पुरवी की सहायता से विभिन्न कार्यक्रमों को कार्यान्वित करता है।।

अनुसंधान पोतों द्वारा किए गए कार्यों की विशेषताएं निम्नानुसार है :

- FORV सागर सम्पदा ने संसाधन खोज और सूची प्रणाली (REIS), पूर्वी अरब सागर के समुद्री पारिस्थितिक तंत्र गतिशीलता (मेडास), पोर्ट ब्लेयर जैव अन्वेषण और स्वच्छता ही सेवा जागरूकता कार्यक्रम, पोर्ट भंडेर, ओखा, करवार- में दक्षिणी गोवा और कोच्चि में आयोजित किया गया।
- “स्वच्छता ही सेवा” के भाग के रूप में, समुद्री जीव संसाधन और पारिस्थितिकी केंद्र (CMLRE), पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES), कोच्चि ने समुद्री प्लास्टिक प्रदूषण पर जागरूकता फैलाने के लिए विशेषकर स्कूली छात्रों और तटीय समुदाय के लिए 21 सितंबर से 2 अक्टूबर, 2019 तक एक विशेष

अभियान का आयोजन किया है। FORV सागर संपदा ‘पोरबंदर से पुथुवाइप’ अभियान की रीढ़ था जो गुजरात के ओखा से केरल के कोच्चि तक यात्रा के दौरान कई बंदरगाहों पर है। रूकता इस आयोजन में स्कूलों और विभिन्न विश्वविद्यालयों के छात्रों और आम जनता ने सागर सम्पदा पर यात्रा जहाँ उन्होंने वैज्ञानिकों के साथ विचार-विमर्श किया और इस क्षेत्र में चल रहे अनुसंधानों के बारे में जानकारी प्राप्त की।

- ओआरवी सागर कन्या को अरब सागर में महासागर प्रेक्षणों के लिए तैनात किया गया था अरब सागर में बोय संचालन, हिंद महासागर में महासागरतल भूकंपीयमीटर के माध्यम से (Geoid Low) अध्ययन, बंगाल की खाड़ी में ईईजेड के भूवैज्ञानिक अध्ययन, समुद्री भूवैज्ञानिक, अरब सागर में भारत के एसडब्ल्यू शेल्फ के समुद्री अन्वेषण और



चित्र 3.17 FORV सागर सम्पदा की यात्रा के बाद SBS प्राथमिक विद्यालय, पोरबंदर के छात्र

एनसीपीओआर अनुसंधान अध्येताओं और गोवा विश्वविद्यालय के छात्रों का प्रशिक्षण अनुकूलन और अरब सागर में समुद्र तलछट का नमूना।

- सागर निधि ने भारतीय नौसेना / भारतीय तटरक्षक / समुद्री पुलिस के साथ एक तटीय सुरक्षा अभ्यास 'सागर कवच' में भाग लिया। लक्ष द्वीप समूह के छह द्वीपों में विलवणीकरण संयंत्रों के निर्माण के लिए उपयुक्त स्थानों के चयन के लिए मल्टीबीम बाथीमीट्री सर्वेक्षण, नमूनीकरण और डेटा प्रसंस्करण कार्य पूरा किया गया।
- NIOT और PMEL-NOAA के बीच सहयोगी परियोजना के लिए RAMA नौबंध की पुनर्प्राप्ति और तैनाती सफलतापूर्वक की गई। इसके बाद, सागर निधि में भूमध्यरेखीय भारतीय क्षेत्र में एक जैविक अध्ययन किया गया।
- सागर मंजूषा पर नए टो फिश विंच प्रणाली की सफल स्थापना और परीक्षण/कार्य पूरा किया गया।

नए तटीय अनुसंधान पोत का अधिग्रहण:

बढ़ती तटवर्ती गतिविधियों और पुराने तटवर्ती अनुसंधान पोतों को ध्यान में रखते हुए मंत्रालय ने दो तटीय अनुसंधान पोत, सागर तारा और सागर अन्वेषिका का अधिग्रहण किया है जो TWL शिपयार्ड कोलकाता में निर्मित किए गए थे।

सागर तारा 16 अगस्त, 2019 को बंदरगाह और समुद्री के सफल और संतोष जनक परीक्षणों के बाद एमओईएस बेड़े में शामिल हो गया। जहाज के मशीनरी और वैज्ञानिक उपकरणों का समुद्र में संतोषजनक रूप से परीक्षण किया गया। सागर तारा NIO-Vizag टीम के साथ अपने पहले वैज्ञानिक क्रूज के लिए TWL शिपयार्ड से रवाना हुआ और पारद्वीप से दूर सफलतापूर्वक नमूने एकत्रित किए और सर्वेक्षण कार्य पूर्ण किया। अन्य तटीय अनुसंधान पोत (CRV), सागर अन्वेषिका का मैसर्स TWL शिपयार्ड में 1 अगस्त, 2019 को सफलतापूर्वक जलावतरण किया गया।

अध्याय 4 | ध्रुवीय और हिमांकमंडल अनुसंधान (पेसर)

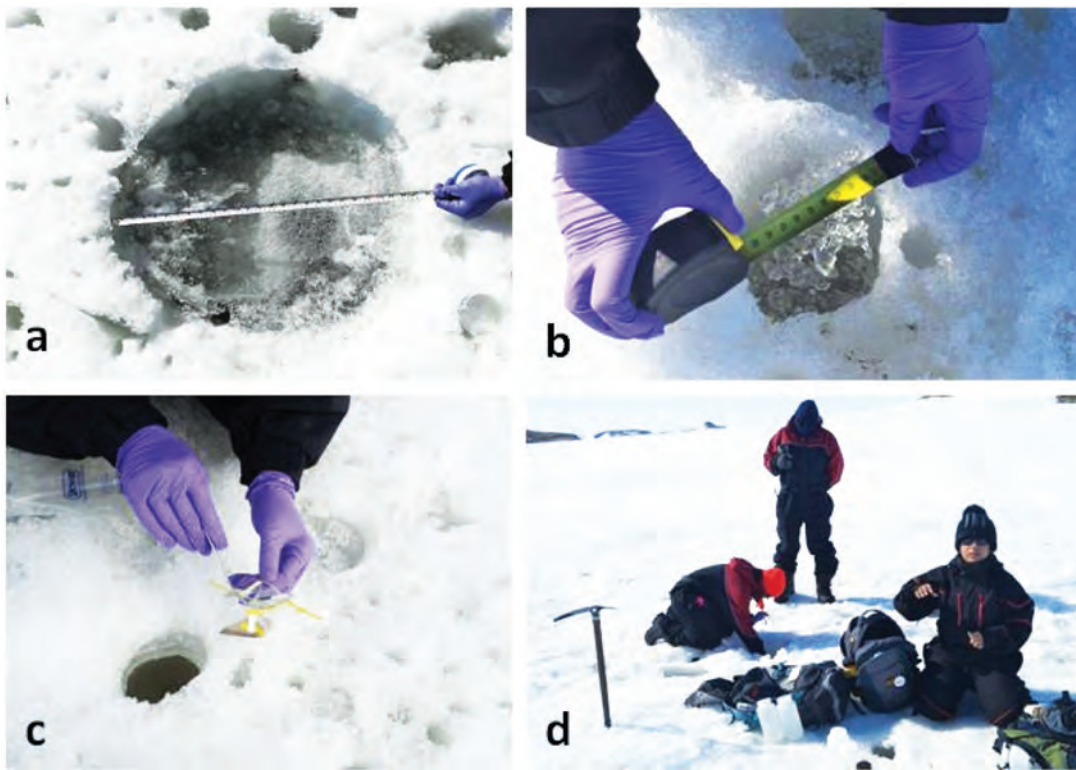
4.1 अंटार्कटिका में वैज्ञानिक अध्ययन

4.1.1 ध्रुवीय हिमांक मंडल और आइस कोर अध्ययन

वैश्विक तापमान के प्रति अंटार्कटिक बर्फ की सिल्लियों के प्रभाव को समझने के लिए 2000 किलोमीटर लंबे तटीय ड्रॉनिंग माउड लैंड (सीडएमएल) के तट के साथ विभिन्न ग्लेशियोलॉजिकल और भूभौतिकीय माप किए गए थे। सुपराग्लासियल वातावरण में जैव-रासायनिक प्रक्रिया को बेहतर तरीके से समझने के लिए लासेमन पहाड़ियों, पूर्वी अंटार्कटिका में क्षेत्र आधारित फोटोकैमिकल प्रयोगों के साथ बर्फ / क्रायोकोनाइट होल का नमूना लिया गया था (चित्र 4.1)।

औद्योगिक युग से अंटार्कटिक तापमान पर ईएनएसओ (ENSO) का बढ़ता प्रभाव

पश्चिम और पूर्व अंटार्कटिका से अनेक ऑक्सीजन रिकॉर्ड की जांच की गई है और पिछले तापमान के आंकड़े जुटाए गए। औद्योगिक रिकॉर्ड के बाद से तापमान रिकॉर्ड में एल नीनो / दक्षिणी दोलन (ENSO) बैंड में बढ़ते और प्रशांत डेकाडल दोलन (PDO) बैंड में घटते रुझान का पता चलता है। इसके अतिरिक्त, ग्रीनहाउस गैस (जीएचजी) फोर्सिंग मॉडल सिमुलेशन के परिणामों में औद्योगिक युग के बाद से पीएसए (PSA) गतिविधि में बढ़ती हुई प्रवृत्ति को दिखाते हैं। ये प्रेक्षण पूर्व की बढ़ती हुई ENSO गतिविधि के आधार पर व उष्णकटिबंधीय और

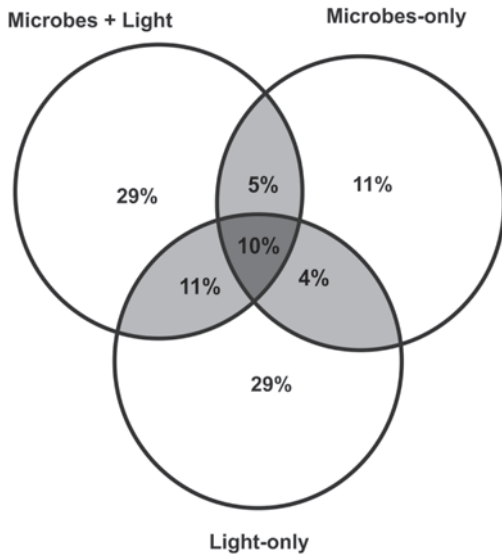


चित्र 4.1 लासेमन हिल्स, पूर्वी अंटार्कटिका (क और ख) और फील्ड सैंपलिंग (ग और घ) में क्रायोकोनाइट के होल।

उपोष्णकटिबंधीय वृक्षों के वलय के रिकॉर्ड के अनुरूप भी हैं।

सतह के बर्फ पर विघटित कार्बनिक पदार्थों का फोटोकैमिकल और माइक्रोबियल रूपान्तरण

विघटित कार्बनिक पदार्थ (डीओएम) के फोटोकैमिकल और माइक्रोबियल (फोटो-बायोकेमिकल) अपकर्षण के चलते ग्लेशियर की सतह और उसके प्राप्तकर्ता तटीय पारिस्थितिक तंत्र के भविष्य का निर्धारण होगा। तटवर्ती अंटार्कटिक साइट में डोम (DOM) के फोटो-बायोकेमिकल एकांतरण के आणविक छापों को समझने के लिए स्वस्थान (*in situ*) पर 35 दिनों से अधिक की अवधि तक प्रयोग किए गये और अल्ट्रा-रेजोल्यूशन ड्रव्हीमान स्पेक्ट्रोमेट्री का उपयोग करके डोम का आणविक रूप से (वर्गीकृत) किया गया। DOM की जैव-भू-रासायन को अत्यधिक जटिल और माइक्रोबियल और फोटोकैमिकल की प्रक्रिया से वैयक्तिक या सामूहिक रूप से परिचालन के साथ पूर्णरूप से जुड़ा हुआ पाया गया है (चित्र 4.2)। फोटो-जैव रासायनिक प्रक्रियाओं के



चित्र 4.2 लाइट-ओनली, माइक्रोब-ओनली और लाइट + माइक्रोब के उपचार का वेन आरेख। अतिच्छादित क्षेत्र आणविक फ़ार्मुलों के प्रतिशत हैं जो दोनों या सभी तीन प्रकार के उपचार बिंदुओं पर पाए जाते हैं। बिना अतिच्छादन वाले क्षेत्रों के प्रतिशत आणविक फ़ार्मुलों को प्रदर्शित करते हैं जो वैयक्तिक उपचार के लिए अद्वितीय हैं।

परिणामस्वरूप डोम के विषय सामग्री जैसे-नाइट्रोजन, सल्फर और फॉस्फोरस में बदलाव हुआ।

4.1.2 अंटार्कटिक झीलों की पुराजीवीविज्ञान और जैव-भू-रासायन

उत्तर चतुर्थ महाकल्प के दौरान अंटार्कटिक जलवायु का प्रभाव : शिरमचर पहाड़ियां, पूर्वी अंटार्कटिका अभिलेखागार से जब झील के अवसाद के रेकार्ड

शिरमचर ओएसिस, पूर्व अंटार्कटिका के पेरी-हिमनदीय झील से प्राप्त 79 सेंटीमीटर लंबी रेडियोकार्बन डेटेड अवसाद कोर का प्राथमिक (Corg%, Norg%), समस्थानिक ($\delta^{13}C_{org}$, $\delta^{15}N_{org}$) और कण के आकार (रेत, गाद, मिट्टी) के लिहाज से विश्लेषण किया गया। अवसाद कोर का विस्तार 43 Kyr. तक है। कार्बनिक अवसादी डाटा से पता चलता है कि ओएम दो अंत सदस्यों के बीच भिन्न होता है जैसे- ऑटोक्थोनस (जलीय शैवाल) और एलोक्थोनस (लाइकेन और काई)। C / Natomic अनुपात और ratio ^{13}C टाइम-सीरीज़ से पता चलता है कि LGS पर पहले (आइस कवर/बर्फ की स्थिति) का प्रभुत्व है जबकि होलोसीन दोनों झील के अनुभव का सुझाव देते हुए अंतिम-सदस्यों (बिना बर्फ की स्थिति) का मिश्रण है जो बर्फ है। भयावह गर्मी के दौरान लगातार (ठंडी) गर्म स्थितियों के कारण होलोसीन (हिमनद) के दौरान मुक्त (बर्फ से ढकी) स्थिति। बहु-प्रॉक्सी रिकॉर्ड में अधिकतम अंटार्कटिक समस्थानिक (एआईएम) और अंटार्कटिक उष्णता घटना (-1) परिलक्षित होती है।

4.1.3 भारतीय अंटार्कटिक स्टेशनों का परिचालन और प्रबंधन

28 जनवरी, 2018 को केपटाउन से चार्टर्ड अभियान पोत एमवी वासिली गोलोवनिन 28 अभियान सदस्यों सहित समुद्री यात्रा पर निकला और भारती और मैत्री केन्द्रों पर परिचालन के बाद पोत ने 27 मार्च, 2019 को केपटाउन के लिए प्रस्थान किया और 26 भारतीय अभियान सदस्यों सहित 05 मई, 2019 को केप टाउन पहुंचा (चित्र 4.3)।



चित्र 4.3 अभियान पोत- एमवी वासिली गोलोवनिन; फरवरी 2019 में भारतीय केंद्र के निकट (बायाँ) और लगभग 2 हफ्ते बाद मैत्री के निकट भारतीय बैरियर पहुंचते हुए (दाएं)।

4.2 आर्कटिक में वैज्ञानिक अध्ययन

4.2.1 ध्रुवीय वतिलयन (एरोसोल) की विशेषता

आर्कटिक के ऊपर ब्लैक कार्बन एरोसोल

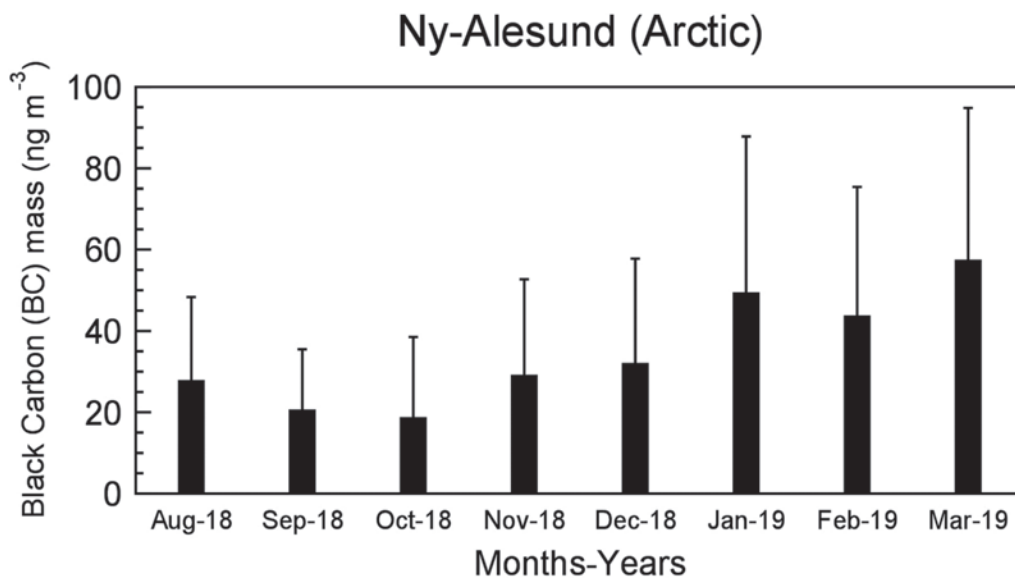
नाइ-एलसंड में ग्रूवेबदत (Gruvebadat) एरोसोल मानीटरिंग प्रयोगशाला में पाया गया कि ग्रीष्म-शरद ऋतु (अगस्त-सितंबर-अक्टूबर) ($<30 \text{ ng m}^{-3}$) की तुलना में ब्लैक कार्बन (BC) का द्रव्यमान शीत-वसंत ऋतु (जनवरी-फरवरी-मार्च) में अधिक ($>40 \text{ ng m}^{-3}$) था (चित्र 4.4)। शीत-वसंत ऋतु के दौरान अधिक ब्लैक कार्बन को मध्य-अक्षांश क्षेत्रों से ले जाया जा सकता है,

जबकि ग्रीष्म-शरद ऋतु में ब्लैक कार्बन की वजह से आद्र अपमार्जक निम्न मूल्यमान प्राप्त हो सकता है।

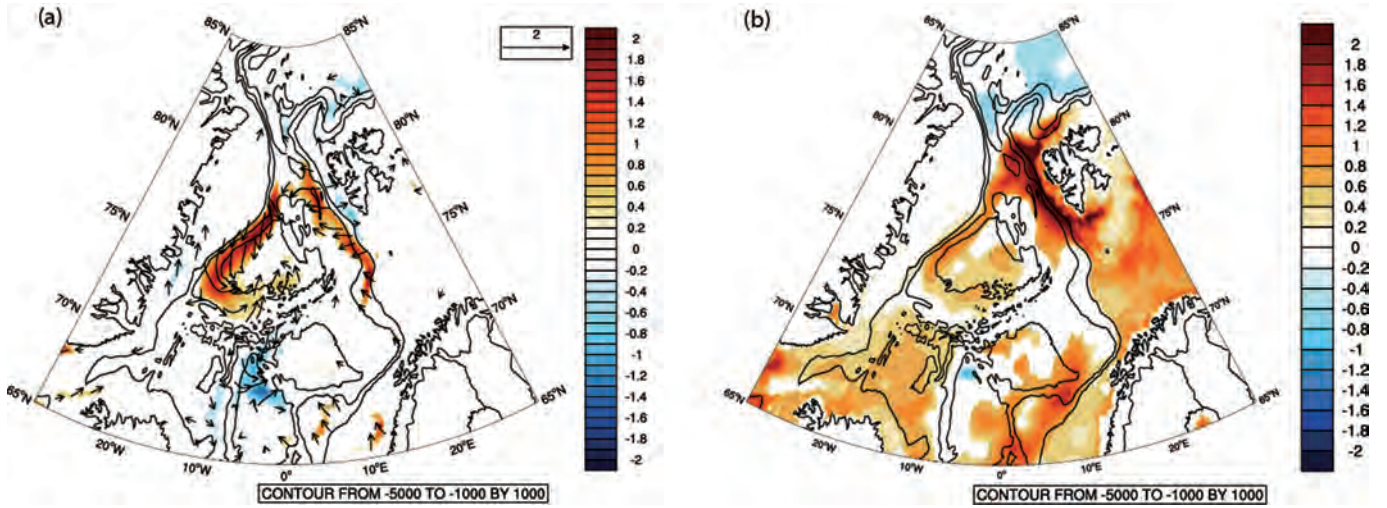
4.2.2 कॉस्मफजॉर्डेन का जल सर्वेक्षण

अटलांटिक जल तापमान भिन्नता से संबंधित ग्रीनलैंड सागर पूर्णन संचरण की भूमिका

फ्राम स्ट्रैट में अटलांटिक जल के तापमान को निर्धारित करने के लिए ग्रीनलैंड सागर के पूर्णन गतिकी अटलांटिक महासागर तापमान के एक तंत्र के रूप में पहचान की गई थी। घूर्णन की प्रतिक्रिया वायुमंडलीय दबाव नॉर्डिक समुद्रों में अटलांटिक महासागर के प्रवाह को बदलकर उष्णता



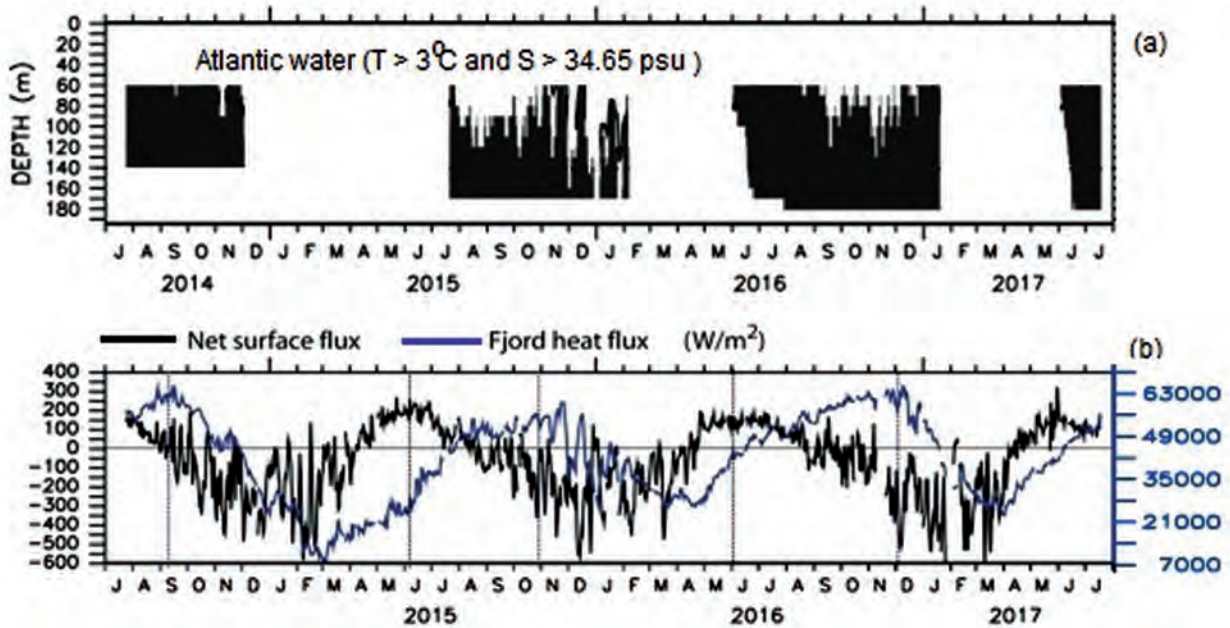
चित्र 4.4 पर अगस्त 2018 से मार्च 2019 के दौरान ब्लैक कार्बन द्रव्यमान से संबंधित नाइ- एलसंड का मासिक औसत अंतराल।



चित्र 4.5 (क) फ्राम स्ट्रेट में अटलांटिक महासागर के तापमान पर 700 मीटर की गहराई में एकीकृत प्रवाह गति विसंगति (cm s^{-1}) का प्रतिगमन। छाया, प्रवाह की गति के परिमाण को प्रदर्शित करता है। (ख) फ्राम स्ट्रेट में अटलांटिक महासागर के तापमान पर 2°C के सापेक्ष 700 मीटर की गहराई पर औसतन महासागरीय ताप सामग्री (10^9 J m^{-2}) का प्रतिगमन। 99% आत्मविश्वास स्तर के लिए केवल महत्वपूर्ण प्रतिगमन गुणांक दिखाए गए हैं।

को रुपांतरित कर सकती है जो आर्कटिक महासागर से होते हुए फ्रामस्थ तक पहुंचती है (चित्र 4.5)। चक्रवाती वायुमंडलीय संचरण की उपस्थिति में घूर्णन परिसंचरण को बल मिलता है जिसकी वजह से वेस्टर्न स्पिट्सबर्गेन करंट

(WSC) द्वारा अटलांटिक महासागर का प्रवाह बढ़ जाता है। चूंकि चौड़ी और धीमी धारा की तुलना में संकीर्ण और तीव्र धारा में ऊष्मा का क्षरण कम होता है, इसलिए वेस्टर्न स्पिट्सबर्गेन करंट के समानांतर अटलांटिक महासागर का



चित्र 4.6 (क) (ग्रे शेड) दैनिक तापमान से निरूपण (टी) -लवणता (एस) $T > 3^{\circ}\text{C}$ 60 और मीटर गहराई से निम्नतम $S > 34.65\text{psu}$ डेटा मानदंड का उपयोग करते हुए नीचे अटलांटिक जल (ख) नौकाबन्ध क्षेत्र में शुद्ध सतही ऊष्मा प्रवाह और कुल ऊष्मा प्रवाह की दैनिक समय श्रृंखला।

गर्म व लवणीय जल फ्राम स्ट्रेट पहुंचने तक गर्म रहता है। जलडमरूमध्य पहुंचने तक गर्म रहता है।

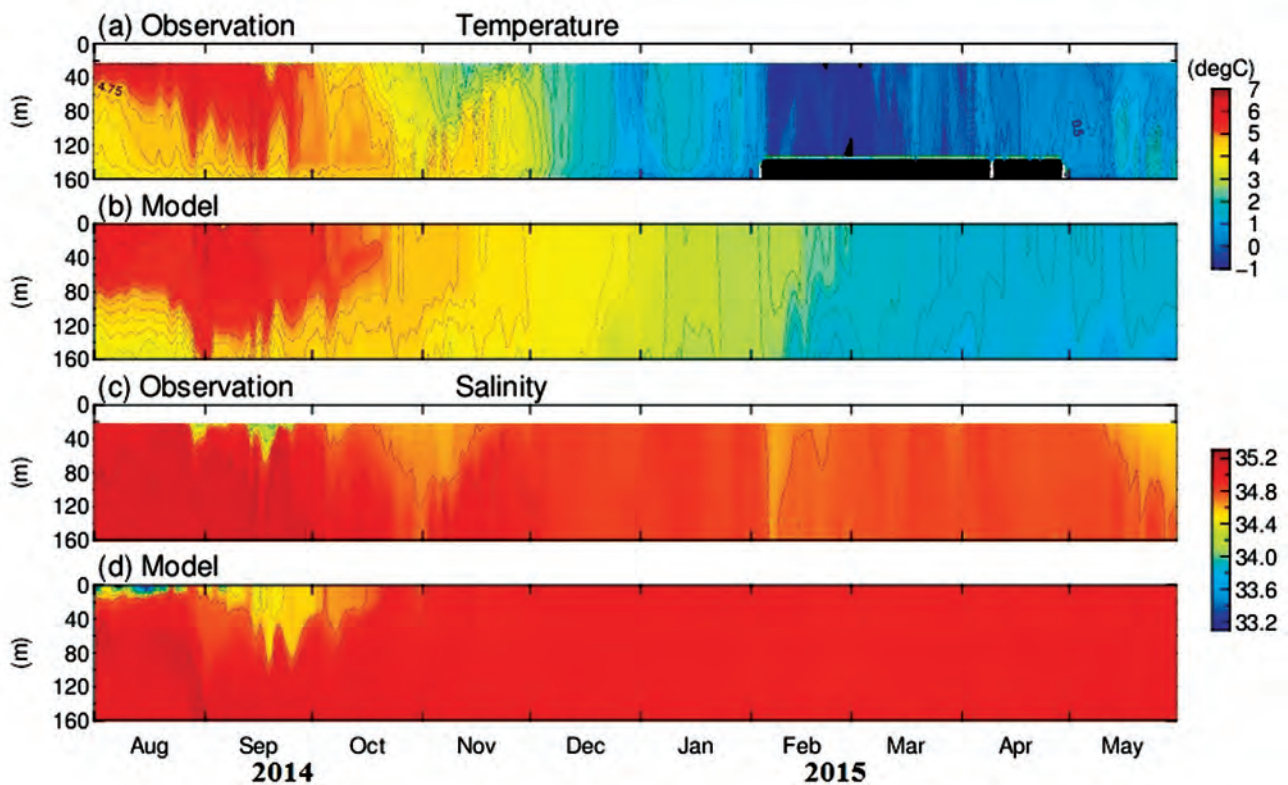
कॉस्फजॉर्डेन ऊष्मागतिकी में अटलांटिक जल मिश्रित ऊष्मा संवहन की भूमिका

जुलाई 2014 से जुलाई 2017 (चित्र 4.6 क) के मध्य कॉस्फजॉर्डेन में अटलांटिक महासागर की अवधि और गहराई में पानी के नीचे की वेधशाला (IndARC यूरिंग) द्वारा यूरिंग डाटा का उपयोग करते हुए यह पाया गया कि उपलब्ध सतही ऊष्मा प्रवाह की तुलना में सम्पूर्ण ऊष्मा प्रवाह अधिक है, जिससे फोर्ड (fjord) में अतिरिक्त आंतरिक ऊष्मा की आपूर्ति ज्ञात होती है (चित्र 4.6 ख)।

फोर्ड के अंदर अटलांटिक महासागर के स्थित रहने की अवधि अधिकतम ऊष्मा प्रवाह के अनुरूप है जिससे विनिमय तत्वों द्वारा फोर्ड में प्रवाहित ऊष्मा में अटलांटिक धाराओं की भूमिका उजागर होती है।

कॉस्फजॉर्डेन का संख्यात्मक मॉडलिंग

कॉस्फजॉर्डेन, क्रासजॉर्डेन आसन्न शेल्फ क्षेत्र और WSC को कवर करते हुए एक उच्च-रिज़ॉल्यूशन त्रि विमीय (3D) द्रवस्थितिकी पुरातन 3 समतुल्य मॉडल स्थापित किया गया। मॉडल की बेथीमेट्री शटल रेडार टोपोग्राफी मिशन (SRTM) 30 प्लस से प्राप्त की गई। क्षैतिज रिज़ॉल्यूशन 1 / 48° (~2 किमी) पर स्थापित किया गया। फोर्सिंग क्षेत्रों को मॉडल ग्रिड में अंतर्वेशित किया जाता है और 2013-2017 के लिए मॉडल का एकीकरण किया गया। हमने भारतीय नौकाबन्ध अवलोकनों से हाइड्रोग्राफी डेटा के साथ मॉडल सिमुलेशन की तुलना की (चित्र 4.7)। मॉडल में फोर्ड के जल सर्वेक्षण के ऋतुवार उद्भव और लम्बवत वितरण दोनों की प्रतिलिपि तैयार की जाती है। शीत ऋतु में फोर्ड अच्छी तरह से मिश्रित होता है। तथापि, दिसंबर से जनवरी तक सिमुलेशन तापमान ~1-2° सेंटीग्रेड प्रेक्षणों की तुलना में अधिक गर्म था।



चित्र 4.7 2014-2015 के दौरान प्रेक्षणों और सिमुलेशन से तापमान और लवणता का विकास। ऊपरी 25 मीटर डाटा प्रेक्षण में उपलब्ध नहीं है।

ग्रीष्म ऋतु के दौरान ताजा जल के निर्वहन के साथ जुड़े ऊपरी स्तंभ में अटलांटिक महासागर के प्रवेश का समय, उपसतह अधिकतम तापमान, कम खारे जल को मॉडल अलग करता है।

इंडआर्क मूरिंग का उपयोग करके कोस्जार्डन में पादपप्लावक बौर की ऋतुजैविकी

बौर ऋतुजैविकी का अर्थ बौर के विकास घूर्णन व पर्यावरणीय कारकों में मौसमी व अंतर-वार्षिक परिवर्तनों के अंतर्गत बौर के विकास चक्र और इसके उद्भव के अध्ययन से है। इंडआर्क मूरिंग से प्राप्त हुई -टेंपोरल रेजोल्यूशन आंकड़ों का उपयोग फिजिको-जैव रासायनिक मापदंडों व फोर्ड में बौर ऋतुजैविकी का अध्ययन करने के लिए किया गया था। शीत ऋतु (नवंबर-अप्रैल) में उच्च नाइट्रेट सांद्रता $13.3\mu\text{M}$ एवं लगभग शून्य क्लोरोफिल का स्तर देखा गया। मध्य-अप्रैल से मई की अवधि के दौरान, 24m पर $7.2\mu\text{g/L}$ एवं 34m पर $4.8\mu\text{g/L}$ तक के वर्धित क्लोरोफिल मान से स्प्रिंग बौर के बारे में पता चला। बौर के दौरान, क्लोरोफिल एक प्रकार का फ्लोरोसेंट का नाइट्रेट के साथ नकारात्मक संबंध दिखाई दिया।

विगत 60 वर्षों के दौरान क्रासजार्डन सबलबार्ड में महासागर की सप्ताह का गर्म होना

इस अध्ययन में विगत 60 वर्षों (1953-2014) के दौरान क्रासजार्डन की समुद्री सतह की स्थितियों में परिवर्तन को दर्शाया गया है। फोर्ड से एकत्रित की गई 32 सेंटीमीटर की मल्टी-कोर से डायटम माइक्रोफॉसिल आधारित पुनर्निर्माण का उपयोग करके अगस्त में समुद्री सतह (एसएसटी) एवं समुद्री बर्फ के विस्तार (एसआईई) को पुनर्गठित किया गया है। पुनर्निर्मित एसएसटी (1953-2014) से 0.10 C के ताप की प्रवृत्ति प्रदर्शित करता है। वर्धित एसएसटी के समान प्रेक्षण अवधि के दौरान एसएसआई में गिरावट का रुख देखा गया है। कोर से कारक का विश्लेषण करने से पूरी समान अवधि में आर्कटिक जल निकायों (water masses) के डायटम की प्रचुरता एवं समुद्र में अधिकतम वर्ष की अवधि के दौरान

समुद्री बर्फ डायटम संचय में दशकीय परिवर्तन का पता चलता है। वर्धित एसएसटी के साथ-साथ आर्कटिक जल डायटम की प्रचुरता से इस क्षेत्र में खुले जल की स्थितियों व समुद्री बर्फ के तेजी से पिघलने का पता चलता है। सतही वायु के तापमान एसटी व समुद्री बर्फ के परिवर्तनों आइस कोर रिकॉर्ड जैसे अन्य सहायक उपयोगी व प्रोक्सी रिकॉर्ड की तुलना में पुनर्गठित रिकॉर्ड से यह पता चलता है कि क्रासजार्डन में महासागर का सतही ताप आर्कटिक क्षेत्र में सामान्य पृष्ठभूमि के अनुरूप है।

4.2.3 सूक्ष्म जीवविज्ञानी अध्ययन

नाई-एलसड आर्कटिक में ग्लेशियर-समुद्री प्रणाली में जीवाणुओं की विविधता

ग्लेशियर हिम, बर्फ पिघले हुए पानी एवं जार्ड जल में बैक्टीरिया कम्युनिटी बड़ा परिवर्तन देखा गया। विशेष रूप से, ग्लेशियर हिम बर्फ व पिघले हुए जल की धाराओं में वीटा-प्रोटीओबैक्टीरिया अधिक थे जबकि फोर्ड जल में अल्फा-प्रोटीओबैक्टीरिया एवं वरकामाइक्रोबी अधिक थे। पिघले हुए जल कम्युनिटी से हिमनद पारिस्थिति तंत्र का पता चलता है जबकि फोर्ड समुदाय का प्रतिनिधित्व अधिकांश रूप से हेट्रोट्रॉफिक समुद्री टैक्सा करते हैं जो पादप प्लावक बौर डायनैमिक्स व अटलांटिक के गर्म जल से प्रभावित थे।

कोस्फोर्डन में प्लैक्टोमाइसीट्स की विविधता एवं वितरण

कोस्फोर्डन की सतही गादों में 16 एस आरएएनए के साथ-साथ प्लैक्टोमाइसीट्स का अध्ययन किया गया। प्रमुख प्रेक्षित फाईला में प्लैक्टोमाइसीट्स (20%) वैरूको माइक्रोविया (15%) क्लैमेडिया (2%) लेटसीवैक्टिरिया (7%) शामिल थे।

4.2.4 हिमांक मंडल का अध्ययन

वर्ष 2017-2018 के दौरान नाई-एलसड, सबलबार्ड में द्रव्यमान ऊर्जा संतुलन टर्मिनल निगरानी, ग्लेशियर प्रवाह, बर्फ का प्रवाह हिम व जल रसायन के लिहाज से बैस्टर ग्लेशियर की निगरानी की जा रही थी। बैस्टर ब्रोगरब्रीन का शीत एवं ग्रीष्म संतुलन प्रमोशन क्रमशः $0.31 \pm 0.06\text{ m w.e.}$ व $-1.13 \pm 0.31\text{ m w.e.}$ था।

शीत संतुलन पिछले वर्ष (0.51 ± 0.1 m w.e.) से काफी कम (25%) था। बैस्टर ब्रोगरब्रीन ग्लेशियर का समग्र निवल वार्षिक सतही द्रव्यमान संतुलन नकारात्मक (-0.86 ± 0.16 m w.e.) एवं पूरे ग्लेशियर में 4.03×10^6 टन ग्लेशियर बर्फ की हानि हुई।

4.2.5 आर्कटिक में प्रचालन और प्रबंधन

मार्च 2018 से नवंबर 2019 तक भारतीय अनुसंधान केंद्र हिमाद्रि पर 150 दिनों से अधिक दिनों तक कार्मिक तैनात रहे। 40 से भी अधिक अनुसंधानकर्ताओं ने अनुसंधान केंद्र का दौरा किया, 7 अनुसंधानकर्ताओं ने मूरिंग-रिट्रीवल-डिप्लोयमेंट हेतु आर वी लांस में जल यात्रा की एवं 23 विभिन्न वैज्ञानिक परियोजनाओं के अंतर्गत सबलबार्ड तटीय क्रूज पर आर वी प्लेयर में चार अनुसंधानकर्ताओं ने यात्रा की। वर्षण बादल व एयरोसोल की लगातार निगरानी के लिए ग्रुवबैडेट एट-स्फियरिक प्रयोगशाला नाइ-एल्संड भी प्रचलित की गई है एवं इसमें रेडियोमीटर प्रोफाइलर, माइक्रो रेन रडार, एथेलोमीटर, नैफेलोमीटर, नेट, रेडियोमीटर व सनफोटोमीटर जैसे उपकरण भी उपलब्ध हैं। इंडआर्क-4 (2017-18-19) को दोबारा शुरू किया गया एवं जुलाई 2019 में इंडआर्क-5 स्थापित किया गया।

4.3 हिमालय का अध्ययन

चंद्रा नदी घाटी, पश्चिमी हिमालय में ग्लेशियर का अध्ययन

हिमालई ग्लेशियरों की पद्धतिपरक दीर्घवाचिक वैज्ञानिक जांच की गई है जिसका लक्ष्य “बदलती जलवायु एवं जलविज्ञानीय प्रभावों के प्रति हिमालयी हिमांक मंडल की अनुक्रिया को समझना है”। चंद्रा नदी घाटी, पश्चिमी हिमालय चयनित बेंचमार्क ग्लेशियर (सूत्रीढाका, बटल, बारा, शिग्री, समुद्री वायु, गेयंग व कुंजम) की निगरानी की गई है। हिमालय में ग्लेशियर का अध्ययन करने के लिए सभी प्रचलनात्मक क्रियाकलापों के लिए बेस के रूप में ‘हिमांश’ केंद्र का उपयोग किया जाता है। रिसाव जलस्तर, बर्फ संचयन और अपक्षरण जैसे विभिन्न प्रेक्षणों के लिए जून-अक्टूबर 2019 तक क्षेत्र के दौरे किए गए हैं।

द्रव्यमान संतुलन अध्ययन

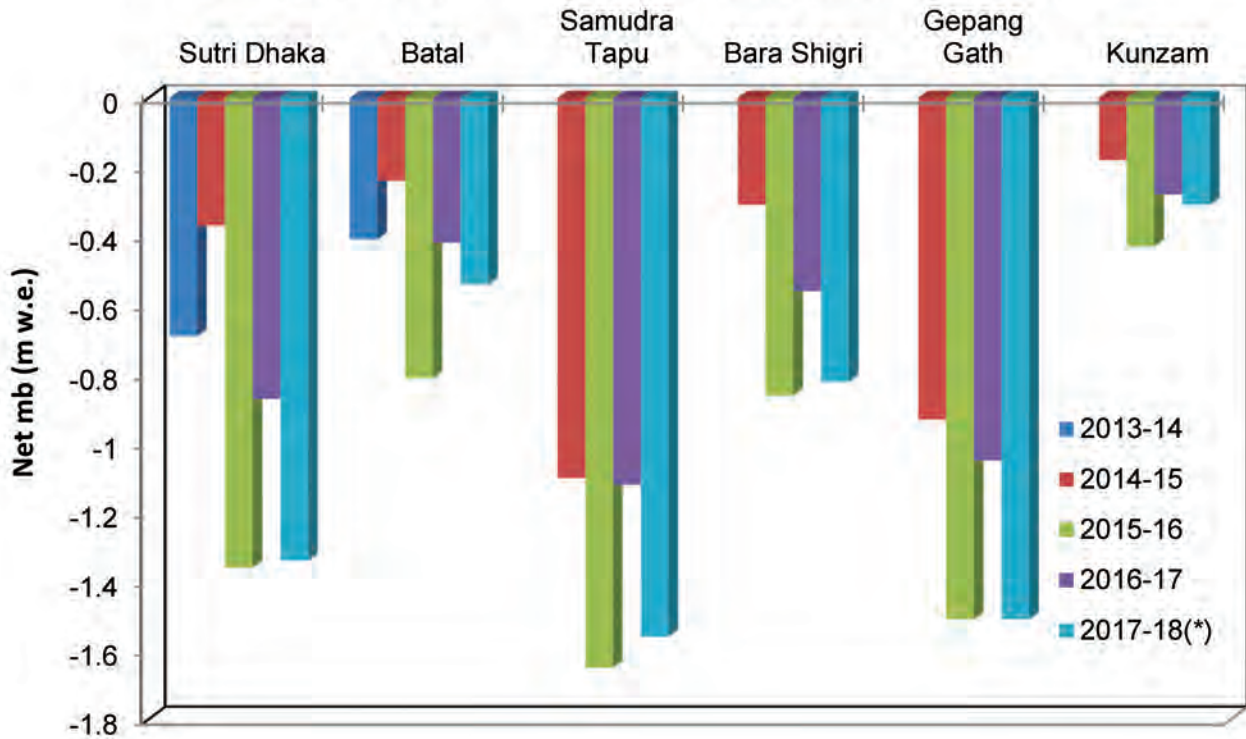
अध्ययन किए गए ग्लेशियर में द्रव्यमान संतुलन माप से स्थानिक व अल्पकालिक परिवर्तनशीलता का पता चलता है जिसमें 300 वर्ग किलोमीटर से अधिक क्षेत्र शामिल थे। वर्ष 2017-2018 के दौरान चंद्रा नदी घाटी के ग्लेशियर का समग्र नकारात्मक औसत द्रव्य मान संतुलन (सूत्री ढाका- Sutri Dhaka -1.34 ± 0.26 m we, बटल -0.54 ± 0.11 m we, समुद्री टापू- 1.56 ± 0.31 m we, बारा शिग्री -0.82 ± 0.16 m we, गेयंग गाठ -1.51 ± 0.30 m और कुंजम- 0.31 ± 0.06 m we) 2017-18 (चित्र 4.8) था।

वर्ष 2017-2018 हेतु सूत्री ढाका ग्लेशियर की संतुलन लाइन ऊंचाई (ईएलए) व एक्यूमुलेशन क्षेत्र अनुपात (एएआर) क्रमशः 5375 व 36% के निकट था।

स्थायी समस्थानिक (आइसोटोप) प्रणालियों के आधार पर तीन घटक वाला हाइड्रोग्राफ नदी प्रवाह में आइस मेल्ट (बर्फ पिघलना) का प्रमुख योगदान है जिसके बाद स्नोपैक (15%+-9) व ताजा हिम (20+-5%) का स्थान है। इसके अतिरिक्त अध्ययन क्षेत्र में नमी के प्रमुख स्रोत (70%) शीत (अक्टूबर-मई) के दौरान से पश्चिमी विक्षोभ द्वारा मैडेरेरियन क्षेत्र है और ग्रीष्म मौसम (जून-सितंबर) के दौरान भारतीय ग्रीष्म मानसून (आईएसएम) इसमें नगव्य (<20%) योगदान देता है। पिछले सत्रह वर्षों के दौरान आर्कटिक व हिमालय में जलवायु के प्रति ग्लेशियर की प्रतिक्रिया: सबलबार्ड, आर्कटिक व चंद्रा नदी घाटी, हिमालय के बारे में अध्ययन

आंकड़ों से पता चलता है कि इस क्षेत्र में ग्लेशियर के पिघलने की उच्च दर के कारण बीसवीं सदी के दौरान सबलबार्ड ग्लेशियर की औसत वार्षिक द्रव्यमान क्षति में 16-26% की वृद्धि हुई है। इसी प्रकार, हिमालय की चंद्रा नदी घाटी में औसत वार्षिक शेष संतुलन में भारी कमी आई है एवं यह अधिक नकारात्मक हो गया है। सकारात्मक द्रव्यमान संतुलन के महत्वपूर्ण वर्षों (25%) के बावजूद 2000-2017 की अवधि के दौरान इन ग्लेशियर के द्रव्यमान की बड़ी हानि हुई है। वर्ष 2000

Annual net smb of studied glaciers of Chandra basin



चित्र 4.8 पिछले 5 वर्षों (2013-18) के दौरान चंद्रा नदी घाटी, पश्चिमी हिमालय के छः प्रतिनिधित्व करने वाले ग्लेशियर नदी घाटी पश्चिमी हिमालय के वर्षा व हाइड्रोग्राफ के नमी स्रोत।

से पूर्व चंद्रा नदी घाटी ग्लेशियर की औसत वार्षिक द्रव्यमान क्षति -0.21 m w.e. थी जो वर्ष 2000 के बाद से बढ़कर 0.56 m w.e. हो गई।

पश्चिमी हिमालय में पृष्ठभूमि स्थल (~4 km a.s.l.) पर एरोसॉल के फिजिको-रासायनिक व आप्टिकल गुण

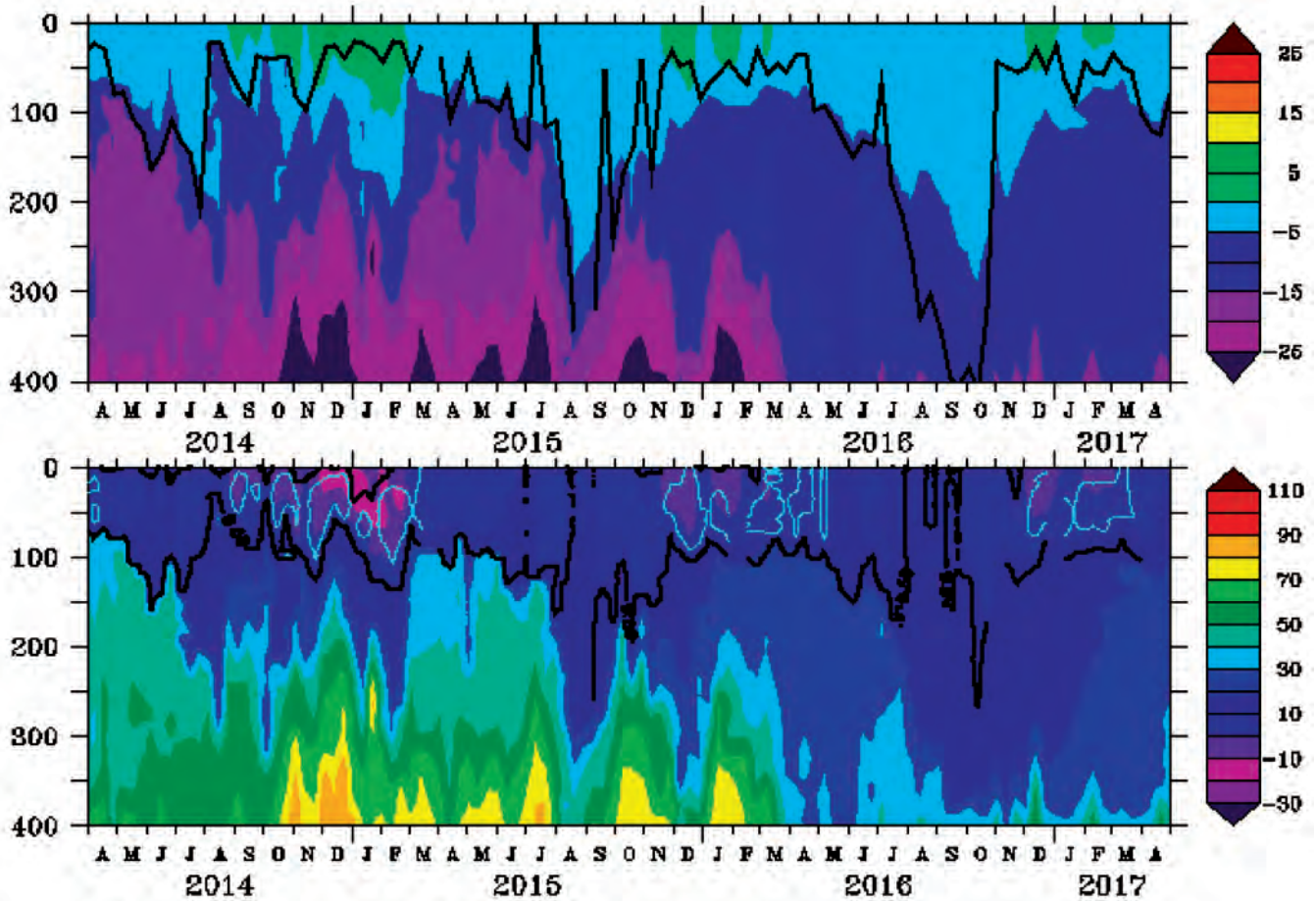
अगस्त-अक्टूबर, 2017 के दौरान चंद्रा नदी घाटी, पश्चिमी हिमालय में द्रव्यमान सान्द्रण व आकार वितरण, उनकी रासायनिक विशेषताओं व काल्यूर एयरोसोल आप्टिकल डेप्थ (एओडी) जैसी एयरोसोल गुणों पर किए गए अध्ययन में काल्यूर एओडी (औसत 0.07) का निम्नतम दर्शाया गया है जिसमें सतह के नजदीक मिश्रित एयरोसोल द्रव्यमान ब्लैक कार्बन का 4% योगदान (औसत ब्लैक कार्बन 168 ng m^{-3}) था। कुल सस्पेंडिड पार्टिक्यूलेट (टीएसपी) मैटर में $5\mu\text{g m}^{-3}$ व $40\mu\text{g m}^{-3}$ के बीच बड़ा परिवर्तन देखा गया, जिसमें पूर्ण अध्ययन

अवधि के दौरान खनिज धूल घटक (~67%)की प्रमुखता थी। एलेमेंटल कार्बन की तुलना में ऑर्गेनिक कार्बन का अनुपात 7.8 से 18.9 की व्यापक रेंज में था एवं औसत मान 12.5 ± 2.95 था।

4.4 दक्षिणी महासागर के अध्ययन

प्रिज खाड़ी (Prydz Bay) में जल सर्वेक्षण व जल द्रव्यमान की परिवर्तनशीलता

वर्ष 2017-2018 के आस्ट्रल ग्रीष्म के दौरान प्रिज खाड़ी (पीबी) में जल द्रव्यमान (जल द्रव्यमान) की परिवर्तनशीलता का अध्ययन किया गया। वर्ष 2017 के दौरान पीबी का एसएसटी गर्म ($>1^{\circ}\text{C}$) था जबकि वर्ष 2018 में यह 0°C से कम था। पीबी के बाहरी क्षेत्रों में सुविकसित डाइकोथर्मल लेयर (परत) देखी गई व साथ ही इन वर्षों में विपरीत परिवर्तन भी देखे गए। इन वर्षों के



चित्र 4.9 मौसमी घुली हुई ऑक्सीजन संतृप्ति (ऊपरी विंडो) व ऑक्सीजन उपयोग (एओयू) (निचली विंडो)

दौरान जल द्रव्य मान के वितरण में भी बड़ा परिवर्तन देखा गया। अध्ययन से यह पता चला कि दक्षिणी एनुयलर माड के कारण वायुमंडल परिवर्तन प्रिज खाड़ी की डायनामिक्स में अहम भूमिका निभाते हैं।

बायो-अर्गो अध्ययन : दक्षिणी महासागर के भारतीय क्षेत्र में पादपप्लावक बौर

एसओ फ्रंटल क्षेत्र के भारतीय क्षेत्र में वर्ष 2014 में दो बायो-अर्गो फ्लोटस द्वारा आंकड़ों के आधार पर महासागर में घुली हुई ऑक्सीजन (डीओ) के मौसमी घूर्णन व ऑक्सीजन के उपयोग (एओयू) का अध्ययन किया गया जो वैश्विक जैव-भू-रासायनिक घूर्णन को समझने के लिए महत्वपूर्ण है। एक फ्लोट के लिए मौसमी घुली हुई ऑक्सीजन (डीओ) की संतृप्ति व एओयू को चित्र 4.9

में दर्शाया गया है। ग्रीष्म मौसम के दौरान सकारात्मक डीओ संतृप्ति विसंगति देखी गई। ध्यान देने योग्य सकारात्मक डीओ नमी विसंगति को ग्रीष्म ऋतु के दौरान देखा गया था। सकारात्मक डीओ नमी विसंगति और नकारात्मक एओयू ग्रीष्म ऋतु के दौरान उच्च क्लोरोफिल से दिखाई दी।

माड राइज, दक्षिणी महासागर पर एक बड़े खुले महासागरीय पोलीनिया की पुनरावृत्ति

पोलीनिया, एलवीडो, ऊष्मा, वायु ताजे जल, कार्बन के वायु-समुद्री आदान-प्रदान एवं महासागरीय वायुमंडलीय परिचालन को व्यवस्थित करके पृथ्वी की जलवायु प्रणाली में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। उपग्रह प्रेक्षणों से यह पता चलता है कि वर्ष 1970 के दौरान

बार-बार माड राइज़ पोलोनिया की घटना हो रही थी। इसके बाद पहली बार 14 सितंबर 2017 को वृहद व सर्वाधिक माड राइज़ पोलोनिया (लाजवार सागर) में देखा गया। दिनांक 14 सितंबर, 2017 को पौलोनिया का वायु विस्तार $\sim 9.3 \times 10^3$ किमी² था जो दिनांक 1 दिसंबर 2017 को बढ़कर अधिकतम $\sim 298.1 \times 10^3$ किमी² हो गया एवं 79 दिनों तक चला। (i) सीमाउंट (इसमें थर्मोक्लाइन का स्थानीय उत्थान होता है) जैसी भूगर्भविज्ञानीय विशेषताओं, (ii) थर्मोक्लाइन (विशाल घूर्णनवातीय महासागर एडी व नकारात्मक वायु दबाव कर्ल से संवाहित) से ऊपरी महासागर में गर्म पानी की वृद्धि), एवं वृहद स्तर पर वायुमंडल तापन के मिश्रित प्रभाव के कारण पोलोनिया का निर्माण हुआ।

माड राइज़, दक्षिणी महासागर पर अभूतपूर्व पादप्लावक बौर

सेटेलाइट क्लोरोफिल एक सांद्रण है जिसका कारण माड राइज़ पोलोनिया दक्षिणी, महासागर में अभूतपूर्व पादप्लावक बौर देखे गए व क्लोरोफिल का स्तर 4.67 mg m⁻³ तक पहुंच गया। बहु-उपग्रहों से प्राप्त आंकड़ों से पता चलता है कि पूर्ण मिशन रिकॉर्ड में पहली बार बौर देखा गया जिसकी शुरुआत 1978 में हुई थी। बौर की घटना इकमैन अपवैलिंग के औसतम से ऊपरी महासागर में पोषक तत्वों की आपूर्ति से जुड़ी हुई थी व प्रकाश की स्थिति में 61.9 आइनस्टाइन m⁻² day⁻¹ का सुधार हुआ। सेटेलाइट प्रेक्षणों से निवल प्राथमिक उत्पादन से क्या पता चलता है कि माड राइज़ पोलोनिया आर्कटिक तटीय पोलोनिया जितनी ही उत्पादक थी एवं कार्बन निर्धारण दरें 415.08 mg C m⁻² दिवस⁻¹ के स्तर तक पहुंच गई।

दक्षिणी महासागर की समुद्री बर्फ व भारतीय ग्रीष्मकालीन मानसून वर्षा के बीच संभावित संपर्क

पैसिव माइक्रोवेव सेटेलाइट आंकड़ों (1979-2017) के टाइम सीरीज विश्लेषण से पता चला है कि दक्षिण महासागर की समुद्री बर्फ (एसओएसआई) में 14615 ± 5.1 किमी² वर्ष⁻¹ की औसत दर पर मध्यम वृद्धि हुई है। उपग्रह से प्राप्त दक्षिणी महासागर सी-आइस

आंकड़ों का उपयोग करके एसओएसआई क्षेत्र व भारतीय ग्रीष्मकालीन मानसून वर्षा (आईएसएमआर) परिवर्तन के बीच संबंध को मूल्यांकित किया गया। विभिन्न लीड-लेग टाइम स्केल के साथ क्रॉस-सहसंबंध का परिकलन वर्ष 1979 से 2016 की अवधि हेतु आईएसएमआर व समग्र एसओएसआई क्षेत्र व इसके विभिन्न क्षेत्रों में व्याप्त विसंगतियों के बीच की गई है।

परिणामों से यह पता चलता है कि आस्ट्रल-ग्रीष्मकालीन सी-आइस विसंगति का महत्वपूर्ण प्रतिलोम संबंध ($r = -0.4, p < 0.05$) है जिसमें आईएसएमआर ने एसओएसआई क्षेत्र को पीछे छोड़ दिया। इस संबंध में प्रमुख योगदान रास समुद्री क्षेत्र का था। इसी प्रकार आस्ट्रल ऑटम के दौरान मध्यम प्रतिलोम सहसंबंध देखा गया एवं इसमें महत्वपूर्ण योगदान ($r = -0.5, p < 0.05$) बेलिङ्गशौसेन समुद्री क्षेत्र का था। जबकि आईएसएमआर भारतीय महासागरीय क्षेत्र में समुद्री बर्फ के विस्तार से अधिक है एवं आस्ट्रल समर ($r = 0.55, p < 0.05$) व औस्ट्रल आटम ($r = 0.6, p < 0.05$) के दौरान इसका काफी सकारात्मक संबंध है।

दक्षिणी महासागर में लौह-संवर्धित पादप्लावक बौर संक्षिप्त समीक्षा

दक्षिण महासागर में नौ आयरन फर्टिलाइजेशन प्रयोग किए गए जिसमें से सात प्रयोग कृत्रिम फर्टिलाइजेशन एवं दो प्राकृतिक फर्टिलाइजेशन (उर्वण) प्रयोग थे। एसओ में पादप्लावक बौर में मासिक विकास का पता लगाने के लिए सेटेलाइट-आधारित क्लोरोफिल (सान्द्रण 2002-2016) का उपयोग किया जाता है।

परिणामों से यह पता चलता है कि जुलाई (आस्ट्रल-विंटर) व जनवरी (आस्ट्रल समर) के दौरान बौर का एरियल विस्तार क्रमशः 1.1 से 18.1 मिलियन वर्ग किमी था। कुल मिलाकर क्रम एसओ दिसंबर व जनवरी (आस्ट्रल समर) के दौरान वैश्विक महासागरीय पादप्लावक बौर में 60% तक का योगदान देता है एवं बौर का प्रमुख क्षेत्र एसओ अटलांटिक क्षेत्र में स्थित है जो पैटागोनिया से लौह-संवर्धित डस्ट पदार्थों क्षेत्रीय भौतिक प्रक्रियाओं के कारण संभव है।

4.5 राष्ट्रीय ध्रुवीय विज्ञान सम्मेलन (एनसीपीएस)

एनसीपीओआर में 20 से 22 अगस्त, 2019 तक राष्ट्रीय ध्रुवीय विज्ञान सम्मेलन 2019 आयोजित किया गया। तीन दिवसीय समारोह में यंग पोलर साइंटिस्ट मीट (वाईपीएसएम) तथा सम्मेलन शामिल था जिसमें लगभग 69 मौखिक व 108 पोस्टर प्रेजेंटेशन एवं तीन पूर्ण सत्र शामिल थे। की नोट वार्ता के सात विषय थे। जिनमें दक्षिणी महासागर के ध्रुवीय क्षेत्रों के अध्ययन को शामिल किया गया था। इस समारोह में पूरे भारत के 250 से अधिक वैज्ञानिकों व अनुसंधानकर्ताओं ने भाग लिया।



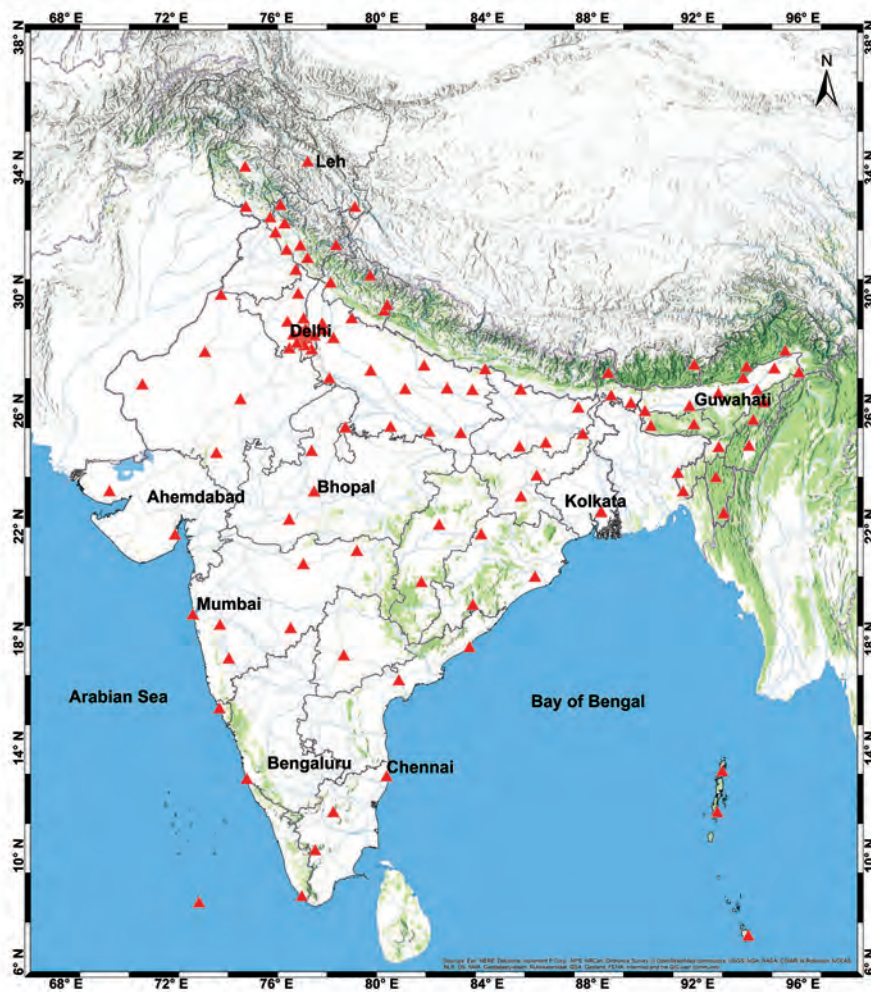
अध्याय 5 | भूकंप विज्ञान और भू-विज्ञान अनुसंधान (सेज)

5.1 प्रेक्षण परक भूकंप विज्ञान, भूकंप निगरानी और सेवाएं

पूरे देश में फैले 115 वेधशालाओं वाला राष्ट्रीय भूकंपीय नेटवर्क सुचारू रूप से काम कर रहा है। प्रत्येक वेधशाला में अत्याधुनिक ब्रॉडबैंड भूकंप और एक्सेलोग्राफ रखा गया है। फिल्ड स्टेशनों (चित्र 5.1) में दर्ज किए गए ग्राउंड मोशन डेटा को वास्तविक समय पर वीएसएटी संचार प्रणालियों के माध्यम से राष्ट्रीय भूकंप विज्ञान केंद्र

(एनसीएस), नई दिल्ली में स्थित सेंट्रल रिसीविंग स्टेशन (सीआरएस) को प्रेषित किया जाता है। राज्य और केंद्र सरकार सहित विभिन्न संबंधित उपयोगकर्ता एजेंसियों को डेटा संग्रह, प्रसंस्करण और भूकंप की सूचना के प्रसारण के लिए आधुनिक सुविधाओं सहित चौबीसों घंटे के आधार पर केंद्रीय सुविधा (सीएफ) नई दिल्ली में चल रही है।

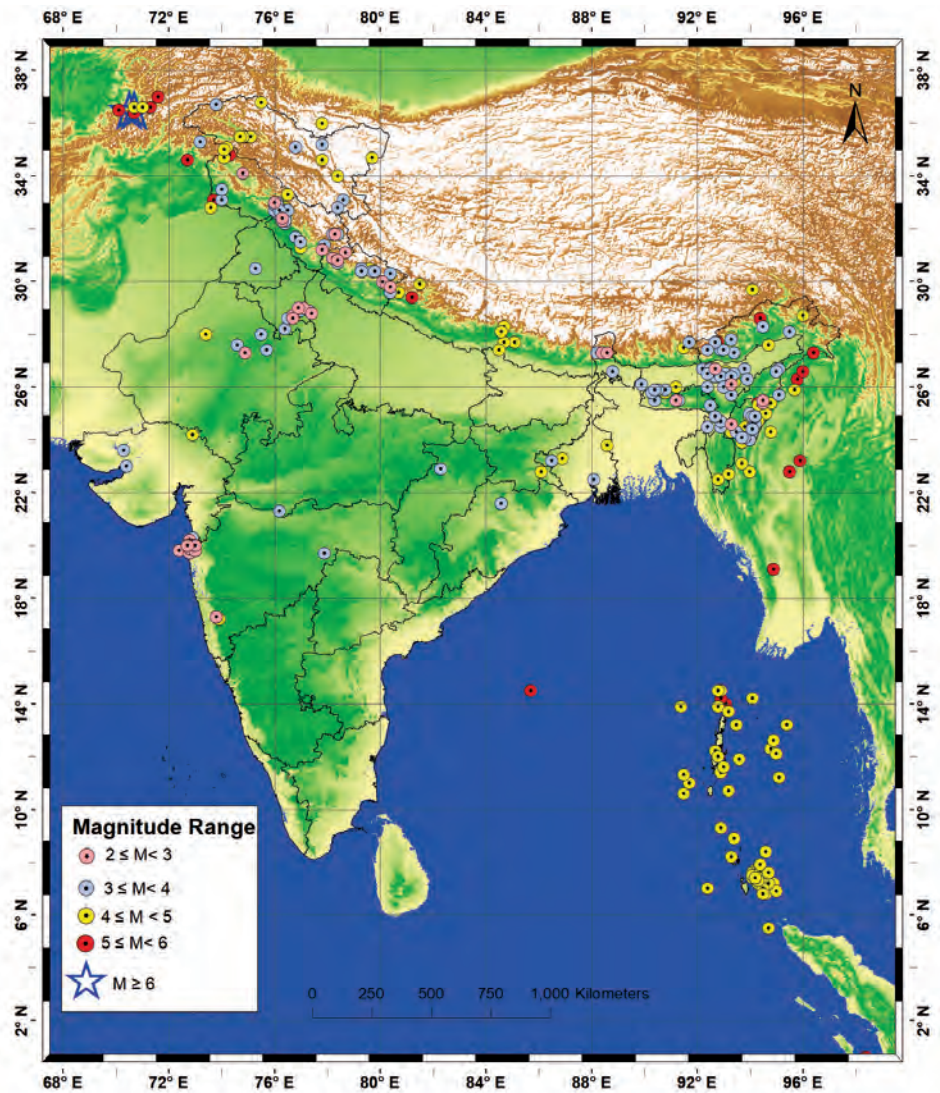
पिछले 11 महीनों (जनवरी-नवंबर 2019) के



चित्र 5.1 115 स्टेशनों के राष्ट्रीय भूकंप विज्ञानी नेटवर्क (एनएसएन)

दौरान 321 बार भूकंपों की स्थिति और उनकी रिपोर्ट दी गई। जबकि अधिकांश घटनाएं 5 और उससे नीचे के परिमाण की थीं, लगभग 15% अर्थात् 47 घटनाएं 5.1-6.1 परिमाण (चित्र 5.2) के दायरे में आती हैं। महत्वपूर्ण संबंधित घटनाओं की सूचना सभी संबंधित राज्य और केंद्र सरकार की एजेंसियों को प्रदान की गई, जो संचार के विभिन्न माध्यमों से क्षेत्र में राहत और बचाव कार्यों से संबंधित हैं और एनसीएस की वेबसाइट (www.seismo.gov.in) पर मूल्यवर्धित उत्पादों के साथ प्रकाशित की गई हैं।

हाल ही में, सूचना प्रसार प्रणाली को एनसीएस (चित्र 5.3) की नई वेबसाइट के साथ अपग्रेड किया गया है। वेबसाइट विभिन्न विशेषताओं सहित जीआईएस पर आधारित है जो व्यक्ति की आवश्यकता के अनुसार भूकंप की जानकारी प्रदान करती है (सूची / तालिका, मानचित्र के रूप में, विभिन्न परतों आदि सहित ओवरलेड)। किसी भी प्रकार के भूकंप के बारे में विस्तृत सूचना, जैसे- तीव्रता का मानचित्र, डिड यू फील इट (डीवाईएफआई) प्रतिक्रियाएं, पास की भूकंपीयता, महत्वपूर्ण भूकंपों के मोमेंट टेन्सर के समाधान को समर्पित पृष्ठ के माध्यम से



चित्र 5.2 जनवरी से नवंबर, 2019 के दौरान आए भूकम्पों का परिमाण सहित भूकंप केन्द्रों का वर्गीकरण मानचित्र।



चित्र 5.3 एनसीएस की नई वेबसाइट (<https://seismo.gov.in>) का एक स्नैपशॉट।

प्रकाशित किया जाता है। वेबसाइट के साइट का संवर्धन करते हुए भूकंप की सूचना प्रदान करने के लिए प्ले स्टोर में "RISEQ" नाम का (एंड्रॉयड उपयोगकर्ता) के लिए और ऐप स्टोर (आई ओ एस उपयोगकर्ता) के लिए एक आधिकारिक मोबाइल ऐप भी लॉन्च किया गया है जो भूकंप की नवीनतम जानकारी प्रदान करता है।

5.1.1 महाराष्ट्र के पालघर जिले में श्रेणी-वार भूकंप की गतिविधि

11 नवंबर 2018 को पालघर जिले में शुरू हुए छोटे परिमाण वाले भूकंप (एमएल ≤ 3.8) का क्रम अभी भी जारी है। राष्ट्रीय नेटवर्क और स्थानीय नेटवर्क ने 30 नवंबर, 2019 तक 42 भूकंप दर्ज किए हैं। इनमें से अधिकांश भूकंप उथलीफोकल गहराई (≤ 6 किमी) के साथ परिमाण सीमा 3-3.8 में आते हैं। भूकंपीय क्रियाएँ धुंदलवाड़ी गांव के आसपास 6 x 12 वर्ग किलोमीटर के एक छोटे से क्षेत्र में होती हैं जो मुंबई के उत्तर में ~120 किमी. तक और पालघर के 40 किमी एनएनडब्ल्यू में स्थित है। वर्तमान में भूकंप की क्रियाओं की स्पष्ट निगरानी के लिए क्षेत्र में पांच अस्थायी क्षेत्र वेधशालाएं चल रही

हैं। क्षेत्रीय दौरों के दौरान, एन.सी.एस और आईएमडी, भारत मौसम विज्ञान विभाग के अधिकारियों ने भूकंप प्रभावित क्षेत्र के स्थानीय लोगों से बातचीत की और उन्हें भूकंप आने की स्थिति में क्या करना चाहिए और क्या नहीं करना चाहिए, की सलाह दी।

आंकड़ों के विश्लेषण से पता चलता है कि भूकंप की गतिविधि समय बदले बिना सामान्य गति से स्थिति महसूस होती है। प्रारंभिक जांच से यह पता चलता है कि द्रव गति और गुहा पतन जैसी क्रियाएँ उथले उप-सतह के मुख्य कारण हैं। तथापि निष्कर्ष निकालने से पहले विस्तृत विश्लेषण आवश्यक है।

5.1.2 चयनित शहरों का भूकंपीय माइक्रोजोनेशन

चार शहरों नामतः चेन्नई, भुवनेश्वर, कोयम्बटूर और मैंगलोर के लिए भूभौतिकीय जांच से संबंधित भूकंपीय माइक्रोजोनेशन का कार्य किया गया है। सूक्ष्म-कंपन सर्वेक्षण, माइक्रोजोनेशन अध्ययन के घटकों में से एक है प्रमुख आवृत्ति और अधिक प्रवर्धन जैसे मापदंडों के आकलन हेतु साइट विशिष्ट भूकंपीय शोर डेटा प्राप्त करने के लिए प्रत्येक 500 मीटर x 500 मीटर ग्रिड पर सर्वेक्षण

किया गया है। मैंगलोर (578 साइट) और कोयंबटूर (500 साइट) के लिए सर्वेक्षण पहले ही पूर्ण हो चुका है जबकि चेन्नई (1684 साइट) और भुवनेश्वर (1910 साइट) के लिए पूर्ण होने की अवस्था में है। सूक्ष्म-कंपन डेटा के विश्लेषण के आधार पर इन शहरों में बोरहोल की ड्रिलिंग के लिए स्थानों की पहचान कर ली गई है।

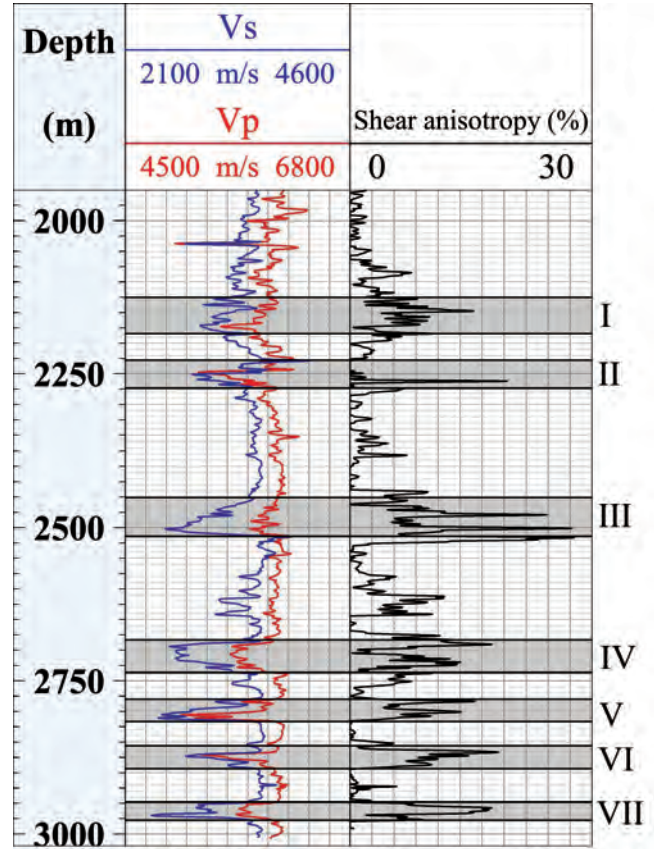
5.2 कोयना इंटरप्लेट भूकंपीय क्षेत्र में वैज्ञानिक डीप ड्रिलिंग, महाराष्ट्र

5.2.1 बोरहोल भूकंपीय निगरानी के लिए लक्ष्य क्षेत्र

परिकल्पनात्मक गहराई की भौतिक और रासायनिक गुणों में सह-भूकंपीय परिवर्तनों को मापने के लिए प्रस्तावित फॉल्ट ज़ोन वेधशाला की स्थापना और 7 किमी तक गहरी ड्रिलिंग के लिए कोयना क्षेत्र में शैल सम्पदा और फॉल्ट ज़ोन मापदंडों का एप्रीओरी ज्ञान की आवश्यकता होती है। इन मापदंडों को प्राप्त करने के लिए एक पायलट बोरहोल को डाउनहोल भूभौतिकीय माप और संभावित भूकंपीय निगरानी के लिए भूकंपीय क्षेत्र में 3 कि.मी. गहराई तक ड्रिल किया गया था।

2100 मीटर और 3000 मीटर गहराई के बीच कम प्रतिरोधकता, कम घनत्व, कम पी - और एस - तरंग वेग, उच्च सरंध्रता, कम यंग मापांक और उच्च पोशन के अनुपात में आसन्न बरकरार चट्टान के साथ तुलना की जाती है तो भू-भौतिकीय लॉग का विश्लेषण कुछ असमान्य जोनों का चित्रण करता है। द्रव्यमान (चित्र 5.4)। उच्च तनाव-प्रेरित एनिसोट्रॉपी वाले इन क्षेत्रों के संघ, तेज ध्रुवीकृत कतरनी लहर एजिमथ और बोरहोल ब्रेक आउट्स के महत्वपूर्ण रोटेशन से संकेत मिलता है कि ये क्षेत्र या तो दोष क्षति क्षेत्र हैं या पास के फाल्टब क्षेत्र (एस) के सहायक हैं।

ड्रिलिंग के दौरान निकली हुई गैस और विश्लेषण से असंगत गैसों का गठन CO₂ (1200ppmv तक), CH₄ (186ppmv तक), H₂ (139ppmv तक) और हीलियम (12.8ppm तक) की उपस्थिति दिखाई दी। समृद्ध क्षेत्र ज्यादातर 2100 मीटर गहराई से नीचे हैं, 5.24 पीपीएमवी के वायुमंडलीय मूल्य से ऊपर (4.6-7.6 पीपीएमवी) की



चित्र 5.4 कोयना पायलट बोरहोल में बेसमेंट सेक्शन 2,000-3,000 मीटर के बेसमेंट में क्रॉस-डिपोल सोनिक लॉग्स से वी.पी, वी.एस. और शीयर तरंग एनिसोट्रॉफी की गहराई प्रोफाइल। विसंगतिपूर्ण भौतिक और यांत्रिक गुणों के क्षेत्र को VII (ग्रे शेडिंग) के माध्यम से गणना की जाती है।

महत्वपूर्ण वृद्धि के साथ है। आइसोटोप अध्ययनों से पता चलता है कि हीलियम गैस मुख्य रूप से क्रस्टल मूल की है। सम्पन्न हीलियम वाले क्षेत्र भू-आकृतिक लॉग से अधिक गहराइयों पर चित्रित किए गए फॉल्ट डैमेज जोन से सही ताल-मेल बैठते हैं। 2100 मीटर गहराई से नीचे चित्रित किए गए फॉल्ट डैमेज जोन क्षेत्र में फॉल्ट मापदंडों को निर्धारित करने हेतु बोरहोल भूकंपीय निगरानी को सुनिश्चित करने के लिए संभावित लक्ष्य हैं।

वैज्ञानिक ड्रिलिंग प्रयोग की एक महत्वपूर्ण शाखा है गहरे, गर्म (80°C), आग्नेय जीवमंडल और कार्बन और अन्य तत्व के चक्र में भूमिका के अंतर्गत सूक्ष्मजीव जीवन की खोज है। यह अध्ययन जीवन के उद्भव और इस ग्रह

और उससे परे के उनके कार्यों में अंतर्दृष्टि प्रदान करता है।

5.3 भूवैज्ञानिक और भूभौतिकीय अध्ययन

5.3.1 अंतर्राष्ट्रीय महासागर अनुसंधान कार्यक्रम (IODP) में भारतीय वैज्ञानिक प्रयास

अंतर्राष्ट्रीय महासागर खोज कार्यक्रम (IODP) 26 राष्ट्रों का एक अंतर्राष्ट्रीय समुद्री अनुसंधान संघ है। भारत IODP का सहयोगी सदस्य है। अपनी सदस्यता के आधार पर अब तक 45 से अधिक भारतीय युवा वैज्ञानिकों ने दुनिया भर में विभिन्न IODP अभियानों में हिस्सा लिया है। वर्तमान वर्ष के दौरान, 4 भारतीय वैज्ञानिकों ने विभिन्न IODP अभियानों जैसे- (IODP 379 (पूर्वी अमुंडसेन सागर महाद्वीपीय शेल्फ), IODP 382 (हिमशैल एली और उप-अंटार्कटिक बर्फ), IODP 383 (प्रशांत अंटार्कटिक परिध्रुवीय धारा की गतिशीलता) और IODP 385 में भाग लिया; (गुड्मास बेसिन विवर्तनिकी और जैवमंडल) और वैज्ञानिक महासागर ड्रिलिंग में अद्वितीय अनुभव रहा।

5.3.1.1 टेक्टोनो-क्लाइमैटिक परिवर्तन और हिमालयी पर्वतन के मध्य संबंधों को जानने के लिए अरब सागर में वैज्ञानिक ड्रिलिंग

हिमालयी पर्वतन और भारतीय मानसून के बीच संभावित टेक्टो-क्लाइमैटिक संबंधों के साथ क्रस्ट की प्रकृति को समझने के उद्देश्य से एक प्रमुख परियोजना 2015 में IODP-355 के माध्यम से अरब सागर ड्रिलिंग के माध्यम से एनसीपीओआर द्वारा कार्यान्वित की गई। अभियान के दौरान लक्ष्मी घाटी, अरब सागर, हिंद महासागर में पोत JOIDES रेज्युलोशन की सहायता से दो बोरहोल ड्रिल किए गए। कुल मिलाकर 1700 मीटर सेडिमेंट और सेडिमेंटरी चट्टान और 17 मीटर आग्नेय आधारी चट्टान को ड्रिल किया गया था।

द्विविमीय फ्लेक्सुरल बैक स्ट्रिपपिंग और तापीय नामुनीकरण अरब सागर में लक्ष्मी बेसिन से क्षेत्रीय गहराई से परिवर्तित भूकंपीय प्रोफाइल सहित उपयोग किया गया जिसके विगत विस्तृत चरण के दौरान और बाद के पर्पटी

जियोडायनामिक्स की प्रतिक्रिया में अत्यकसाधिक ब्रेसिन-विस्तादर धसकन का पता चलता है।

5.3.1.2 अरब सागर में जीवाश्म सबडकशन घटना की खोज

अरब सागर में IODP-355 अभियान ने वैज्ञानिकों को यह पता लगाने में भी सक्षम बनाया है लगभग 70 मिलियन साल पहले एक अल्पकालिक सबडकशन की घटना ने कैसे आधुनिक पश्चिमी भारतीय महाद्वीपीय किनारे को आकार देने में महत्वपूर्ण भूमिका अदा की है। नए परिणाम व्यापक समुद्रीय-यात्रा अध्ययन पर आधारित हैं। आग्नेय चट्टान का एक विशिष्ट भू-रासायनिक चिह्न तब पाया गया जब भारतीय प्लेट ने दिशा बदल दी और लगभग 70 मिलियन साल पहले लक्ष्मी बेसिन में नवोदित समुद्री पर्पटी के नीचे पुराने क्रस्ट डूबने लगे।

परिणाम से गोंडवानालैंड के समग्र विभिन्न विवर्तनिक के बीच सबसे पहले संसृत प्लेट की गति की निर्णायक झलक पता चलता है जिसमें भारत से मेडागास्कर और सिसली को अलग कर दिया।

5.3.1.3 अंडमान और आसपास की भारतीय सीमाओं में महासागर ड्रिलिंग से संबन्धित कार्यशाला

सितंबर 17-18, 2018 के दौरान छउझजठ गोवा में, IODP-India ने अंडमान और आस-पास के क्षेत्रों के कई भूवैज्ञानिक विरोधाभासों को समझने और पहचानने और सुधारने के लिए अंडमान और आसपास के क्षेत्रों में वैज्ञानिक ड्रिलिंग हेतु एक अंतर्राष्ट्रीय कार्यशाला का आयोजन किया, अनुवर्ती कार्रवाई के रूप में मौजूदा भूकंपीय आंकड़ों पर विचार-विमर्श करने के लिए भारत, अमेरिका और ECORD के वैज्ञानिकों ने 15-17 जनवरी, 2019 के दौरान दिल्ली में मुलाकात की ताकि पुरा जलवायुवीय/ पुरा-समुद्री ड्रिलिंग प्रस्तावों को लिखा जा सके। भारतीय सीमा के साथ वैज्ञानिक ड्रिलिंग हेतु उपयुक्त वैज्ञानिक उद्देश्यों को पूरा करने के लिए 25 संभावित लक्ष्यों की पहचान की गई। विचार -विमर्श पर आधारित, एक सामूहिक साइट सर्वेक्षण प्रस्ताव "पश्चिमी भारतीय सीमां और भारत के टिप के साथ भारतीय मानसून का

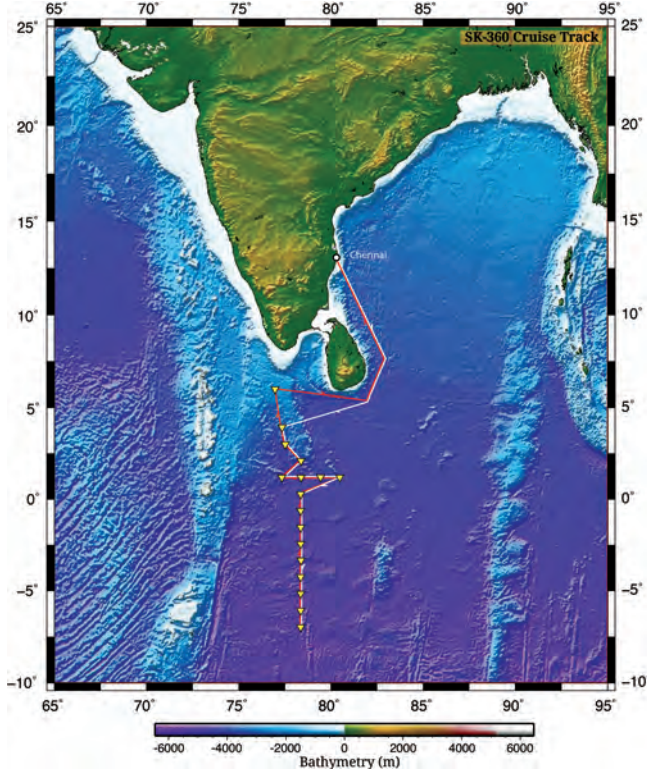
विकास” (WInTip) जर्मन आर / वी सोन के अनुरोध के लिए विकसित और प्रस्तुत किया गया है - जो अपर, सेकंड, तलछट कवर, चित्रण, और पिस्टन कोरिंग का उच्च-विभेदन इमेजिंग के लिए सक्षम हैं।

5.3.2 पृथ्वी पर सबसे बड़े भू-क्षेत्र की खोज (IOGL)

जियोइड को विशिष्ट रूप से काल्पनिक समविभव सतह के रूप में माना जाता है जो पृथ्वी की ज्यामितीय अनियमितताओं की व्याख्या करता है। यह औसत समुद्र स्तर के निकट है और एक आदर्श हाइड्रोस्टैटिक दीर्घवृत्त से जियोइड के विचलन को जियोइड विसंगतियों के रूप में जाना जाता है। पृथ्वी के आंतरिक भाग में विषम द्रव्यमान वितरण मुख्य रूप से उच्च (सकारात्मक) और अधस्तर (नकारात्मक) के संदर्भ में एक स्थान से दूसरे स्थान पर भू-विविधता के लिए उत्तरदायी है। IOGL, श्रीलंका के दक्षिण के पास केंद्रित है, जो विश्व में सबसे अधिक जियोइड अधस्तर हैं और IOGL के निरीक्षण से पृथ्वी के आंतरिक भाग की गतिशीलता को समझने में

सहायता मिलने की संभावना होती है। इस कार्यक्रम का मुख्य उद्देश्य असाधारण संरचनाओं और संबंधित तंत्रों को समझने में एक निर्णायक बिंदु का पता लगाना है जो कि सबसे अधिक जियोइड निम्नता, IOGL के लिए उत्तरदायी है।

अंतर्निहित कार्यप्रणाली की सीमाओं और इस क्षेत्र में अधिकांशतः कोई अपतट भूकंपीय प्रेक्षण नही होने के कारण, इस अस्पष्ट विसंगति के रहस्य अनसुलझे हैं। इस कार्यक्रम के तहत इस क्षेत्र में भू-विसंगतियों की प्रकृति, स्रोत और कारण के बारे में व्यापक समझ प्राप्त करने की योजना बनाई गई है। हाल ही में जुलाई-अगस्त 2019 में समाप्त ऑनबोर्ड ओआरवी सागर कन्या महासागर अभियान के दौरान 17 ओबीएस उपकरणों को सफलतापूर्वक पुनः प्राप्त किया गया है जो 2018 में हिंद महासागर (चित्र 5.5) में तैनात किए गए थे। एरे मे 14 महीनों से अधिक अवधि के लिए सतत रूप से समुद्री भूकंपीय डेटा दर्ज किया गया। पुनः प्राप्त किए गए उपकरण



चित्र 5.5 SK-360 का कूज़ ट्रैक:

हिंद महासागर में जड़ पुनर्प्राप्ति और पुनः तैनाती ठोस इनवर्टेड पीले त्रिकोण ओबीएस स्थानों को प्रदर्शित करते हैं।

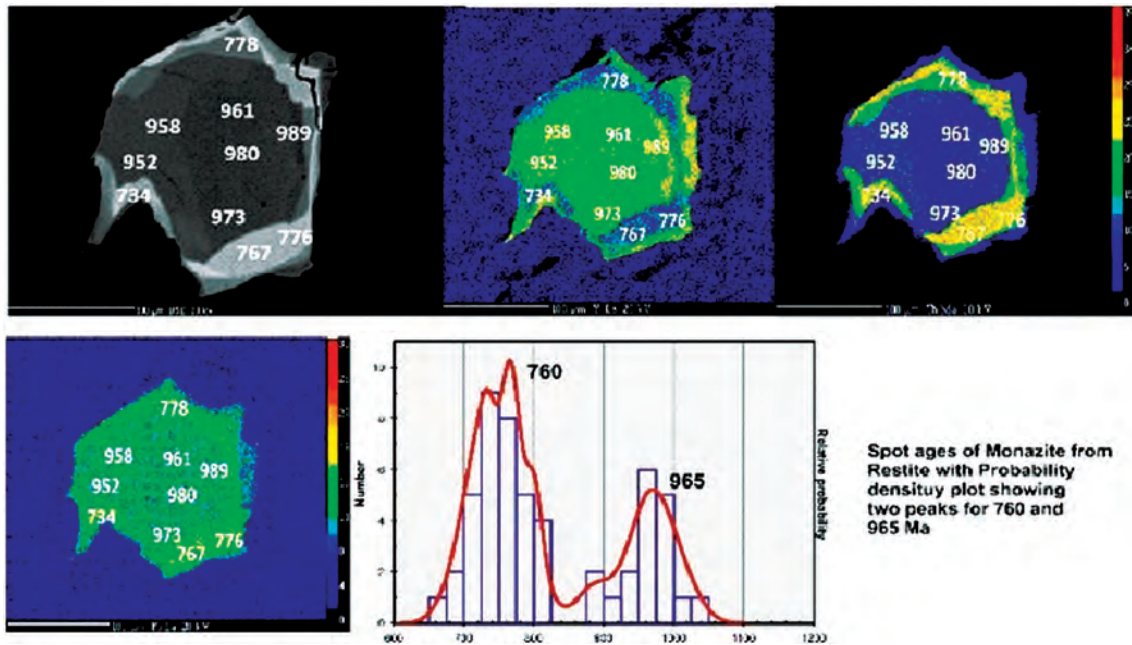
अच्छी गुणवत्ता के थे। इन आंकड़ों का उपयोग पृथ्वी के मेंटल संरचना का चित्र लेने और सतह के नीचे की सामग्री की गतिशीलता और हिंद महासागर जियोइड के भू-विसंगति के रूप में इसको सतह की व्याख्या करने के बीच अंतर को समझने और कम करने के लिए किया जाता है। विसंगतियों को बेहतर समझने के लिए उप-सतह चित्र के विभेदन को बेहतर बनाने के लिए एनसीपीओआर में जुलाई-अगस्त 2019 में वर्तमान स्थान पर सभी 17 ओबीएस को पुनः आगामी एक वर्ष की घटनाओं का पता लगाने के लिए लगाया गया है।

5.3.3 ग्रैनुलाईट अध्ययन : रूपांतरित, पिघलने और पर्पटी का विकास

ग्रैनुलाईट से संबन्धित अध्ययन जिसका उद्देश्य महाद्वीपीय क्रस्ट (वर्तमान में आर्कियन) के विकास को समझने और उच्च तापमान (एचटी) / अल्ट्रा-उच्च तापमान (यूएचटी) मेटामोर्फिज्म में पिघलते हुए निम्न क्रस्टल को आर्कियन क्रेटन, दक्षिणी ग्रैनुलाईट क्षेत्र (SGT), पूर्वी घाट बेल्ट (EGB) और हिमालय का चित्रण करना है की शुरुआत NCESS, तिरुवनंतपुरम द्वारा की गई थी। केरल खोंडालिट बेल्ट (केकेबी) के चारों ओर किया

गया अध्ययन जिरकोन और मोनाजाइट से भूसमकालिक विश्लेषण सहित चरण संतुलन मॉडलिंग का उपयोग करके निचले पर्पटी में आंशिकरूप से पिघलने की प्रक्रिया से यह पता चलता है कि 900 डिग्री सेल्सियस तापमान पर किए गए अध्ययन जेनिस के कायान्तरण के दौरान अधिकतम 35% पिघले ग्रेनाइट का उत्पादन किया जा सकता है। मोनोजाइट्स से रासायनिक युगों और इन-सीटू यू-पीबी जिरकोन समस्थानिक अध्ययनों से नियो प्रोटोरोज़ोइक युग की प्रचुरता के जटिल विवर्तनिक-कायांतरित विकास का पता चलता है।

बुंदेलखंड ग्रैनिटोइड्स से अध्ययनित उभयचरों के खनिज और संरचना संबंधी गुणों का पता चलता है कि टोनालाईट ट्रान्सेजेमाइट ग्रैनोडोराइट्स (टीटीजी) और हाई-के ग्रैनोडायरे राइट ग्रैनिटोपड्स (KGGs) के लिए समान प्रोटोलिथ है। पुरा-आर्कियन के दौरान, टीटीजी न्यूनतम सामग्री के साथ होते हैं, जो अत्यधिक मोटीपपड़ी में जलीय बेसाल्ट के आंशिक पिघलने से बनते हैं। बाद में इसी क्षीण बेसाल्ट से के-रिच मैल्ट का निर्माण होता है और इससे ध्रुवण के क्रिस्टलीकरण की प्रक्रिया का मार्ग प्रशस्त होता है।



चित्र 5.6 टेक्सचरली कन्सचट्रेन्डम मोनाज़ाइट्स का अमिश्रित युग

चिल्का ग्रैनुलाइट कॉम्प्लेक्स, पूर्वी घाट बेल्ट की चट्टानों की पेट्रोग्राफिक अवलोकनों से यह पता चलता है कि सिलिमेनाइट के न होने पर मेलेनोसोम संभवतः यूएचटी ग्रैनुलिट्स के प्रतिरोधक घटक का प्रतिनिधित्व कर रहे हैं। इसके अलावा, मोटे बायोटाइट के साथ-साथ पोरफाइरोब्लास्टिक ऑर्थोपॉक्सिन / गार्नेट / कॉर्डिएराइट और मेलानोसोमस में प्लेगियोक्लेज़ की प्रचुरता भी एक आरामदायक उपस्थिति प्रदान करती है। पाठ्येतर रूप से समिति मठों के अमिश्रित रासायनिक युग (~40 धब्बे) क्रमशः ~965 Ma और ~760 Ma नामक दो प्रमुख आयु समूहों को दिखाते हैं; इस प्रकार, पूर्वी ईजीबी, भारत (पूर्वी 5.6) के पूर्वी हिस्सों में नियोप्रोटेरोज़ोइक ऑर्गेनी के होने का पता चलता है। मोनाजाइट केमिस्ट्री को मेटामॉर्फिक घटना को सीमित करने के लिए व्याख्या की जा रही है।

एनसीईएस में इन-सीटू ट्रेस एलिमेंट जियोकेमिस्ट्री और जियो सिंक्रोनोलॉजी (चित्र 5.7) के लिए एक नया अत्याधुनिक लेजर एब्लेशन इंडक्शनली कपल प्लाज्मा मास स्पेक्ट्रोमेट्री (एलए-आईसीपीएमएस) सुविधा स्थापित की गई थी। LA-ICPMS की स्थापना सफलतापूर्वक की गई और विभिन्न आंतरिक और बाह्य संदर्भ मानकों के साथ अंशांकन और ट्यूनिंग की जा रही है।

5.3.4 उष्णकटिबंधीय तटीय स्टेशन में सतह और रडार प्रेक्षण पर आधारित वर्षा प्रकारों का वर्गीकरण और मौसमी वितरण

तिरुवनंतपुरम में वर्षा रडार प्रेक्षण का उपयोग करके मासिक वर्षा की तीव्रता की भिन्नता का अध्ययन किया गया था। अध्ययन से सभी चार ऋतुओं में चार प्रकार की वर्षा से तरल जल के योगदान का पता चलता है जिससे पता चलता है कि स्ट्रेटफॉर्म की अवधि सबसे अधिक थी और सर्दी को छोड़कर संवहन उच्चतम जल योगदानकर्ता था। पानी की महत्वपूर्ण मात्रा संक्रमण और मिश्रित प्रकार की थी। अधिकतम वर्षा का योगदान ग्रीष्मकालीन मानसून की वर्षा अवधि के दौरान और संचित जल (वर्षा)का था और बाद के मानसून की ऋतुओं का बहुत कम योगदान रहता है। वर्षा होने की अवधि और संचित (जल की दिन-रात की भिन्नता का विश्लेषण करने से पता चलता है कि रात की वर्षा दिन की वर्षा की तुलना में अधिक तीव्र थी। इसके अलावा, मौसमी भिन्नता के साथ दिन-रात की वर्षा अवधि के दौरान वर्षा होने और संचित जल के बीच प्रतिकूल संबंध पाया गया।

चित्र 5.8 वर्षा और इसकी अवधि की प्रतिशतता और घटनाओं को जो कि मिनटों और घटनाओं की वास्तविक अवधि का प्रतिनिधित्व करने वाली संख्याओं के



चित्र 5.7 LA-ICPMS प्रयोगशाला का सनैपशॉट

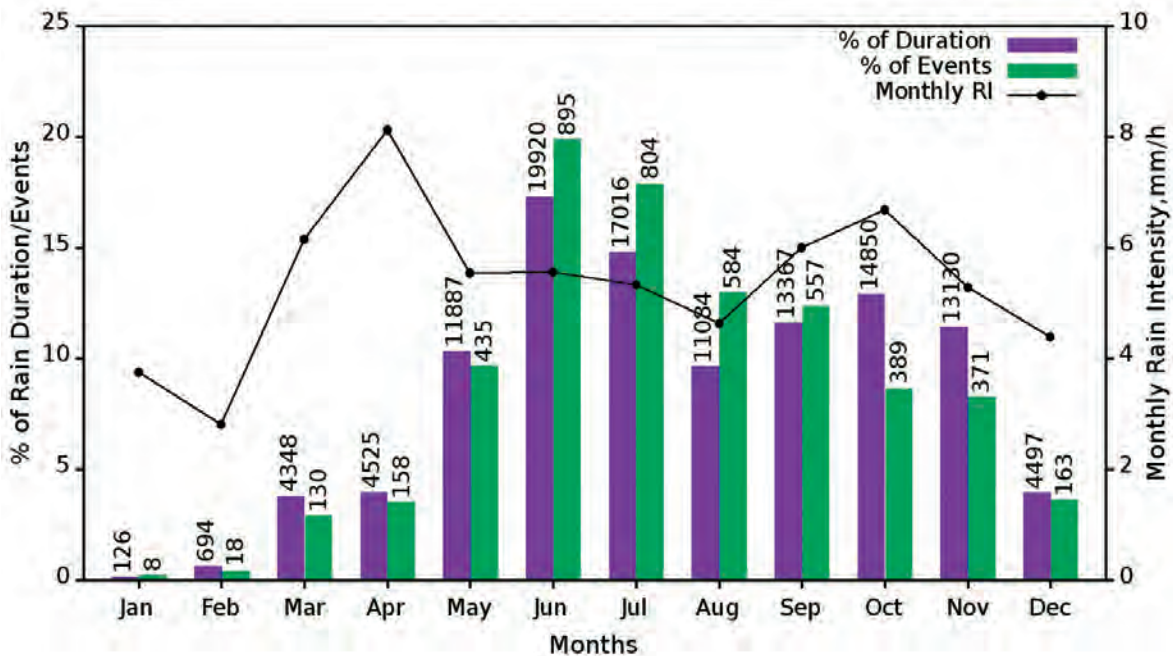
साथ बार के रूप में प्लॉट किए जाते हैं, को वार्षिक आधार पर चित्रित करता है। औसत मासिक वर्षा की तीव्रता (RI) की गणना मासिक संचित जल और कुल वर्षा अवधि से की जाती थी। इस अध्ययन के लिए तीन उपकरणों जैसे: जॉस-वाल्डवोगल डिसड्रोमिटर (JWD), एक सूक्ष्म रेन रडार (MRR) और एक वायुमंडलीय इलेक्ट्रिक फील्ड मिल (EFM) के कुल 8 साल वर्षों (2005-2013) के डेटा का उपयोग किया गया था। यदि वर्षा की तीव्रता 10 मिमी एच-1 से लगातार दस मिनट अथवा वर्षा की अधिक घटनाओं से अधिक (कम) थी तो घटना के इस निरंतर भाग को संवहनी (स्ट्रेटफॉर्म) प्रकार की वर्षा के रूप में वर्गीकृत किया गया था। वर्षा घटना के शेष भाग (यदि कोई हो तो) को संक्रमण वर्षा के प्रकार के रूप में वर्गीकृत किया गया था।

5.3.5 प्रोटेरोज़ोइक और फानेरोज़ोइक इग्नेश यूनिट का पेलियोमैग्नेटिज्म और भू-रसायन

ग्वालियर और बिजावर आग्नेय इकाई : ग्वालियर और बिजावर अवसादी बेसिनों में माफिक आग्नेय यूनिटों की पेलियोमैग्नेटिक और भू-रसायन जांच की जा चुकी है। प्राकृतिक अवशेष मैग्नेटाइजेशन (NRM) मापन और

चरण-वार वैकल्पिक क्षेत्र के ट्रैप्स डीमैग्नेटाइजेशन प्रयोगों को विगत 5 स्थलों से 23 नमूनों पर हाल ही में कराया गया और ग्वालियर पॉश के एक नए स्थल से 10 नमूनों का परीक्षण किया गया था। चुंबकीय संवेदनशीलता मापन, समतापी अवशेष मैग्नेटाइजेशन, पारगम्यता और थर्मोमैग्नेटिक विश्लेषण (संवेदनशीलता बनाम तापमान) की स्पष्टता सहित नियमित रॉक-चुंबकीय गुणों का अनुमान किया गया था। ग्वालियर ट्रैप्स के 8 स्थलों (70 नमूनों) और बिजावर आग्नेय इकाइयों के 6 स्थलों (40 नमूनों) से विस्तृत पालियोमैग्नेटिक परिणाम उपलब्ध हैं। विस्तृत विश्लेषण और डेटा की व्याख्या प्रगति पर है।

कोयना ड्रिल कोर में डेक्कन बेसाल्ट : कोयना क्षेत्र से 1250 मीटर ड्रिल-छेद सहित डेक्कन स्ट्रेटिग्राफिक अनुक्रम के संबंध में विशेषता अवशेष मैग्नेटाइजेशन झुकाव और पुरा-तीव्रता निर्धारण और भू-रसायन जांच का विश्लेषण और संश्लेषण किया गया। भू-रसायन कार्य एक्सआरएफ और आईसीपीएमएस विधियों का उपयोग करके प्रमुख और ट्रेस तत्व (दुर्लभ पृथ्वीतत्व सहित) सहित विश्लेषण करते हैं। सभी नमूने संयोजन में अधिक लौह युक्त उप-क्षारीय थियोलिटिक बेसाल्ट है। चयनित तत्वों की गहराई से



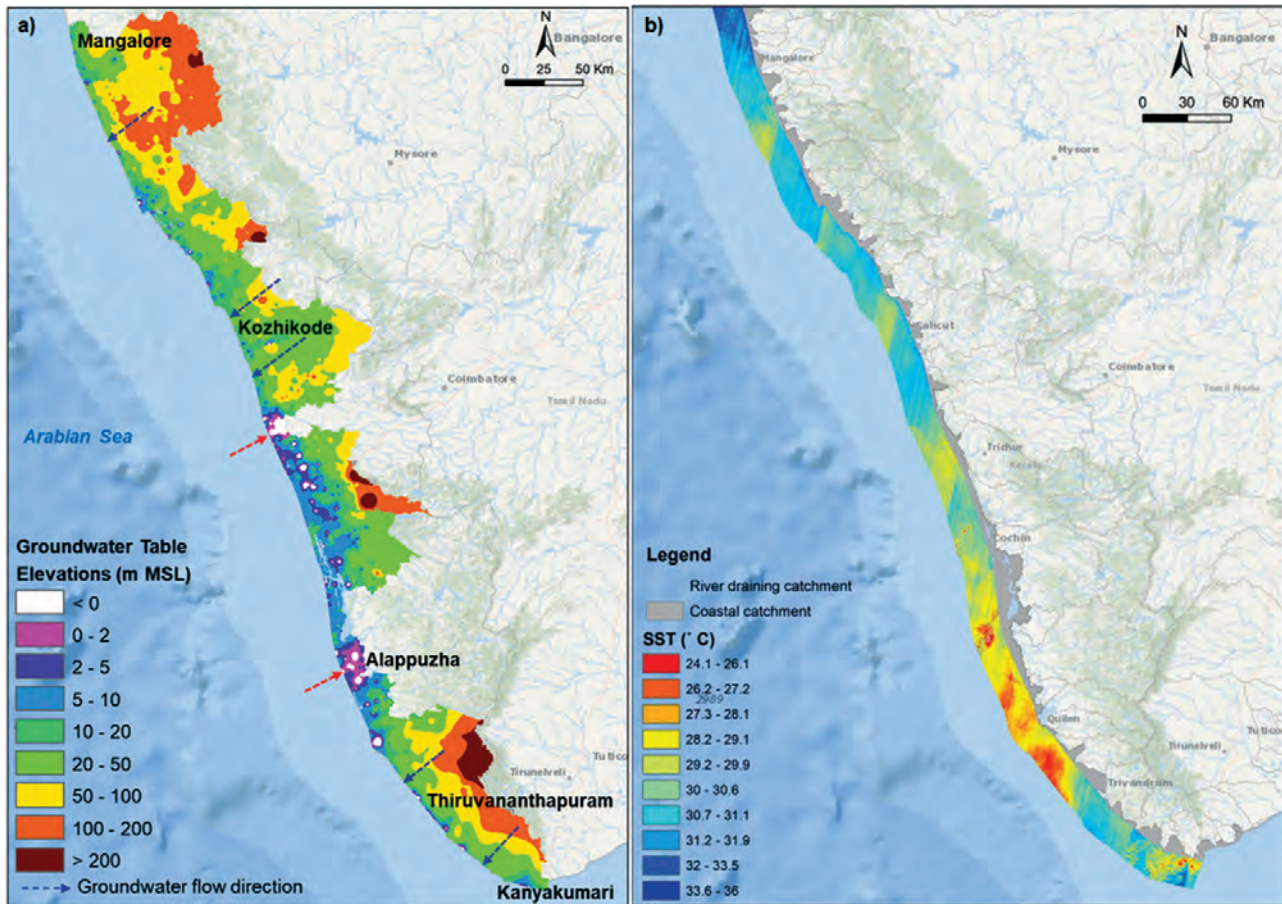
चित्र 5.8 वर्षा अवधि प्रतिशत में वर्षा की घटनाओं की संख्या और औसत आरआई (मिमी एच-1) का मासिक विवरण। अवधि (मिनट) और वर्षा की संख्या से संबंधित बार को प्रदर्शित करते हुए घटनाओं की संख्या।

भिन्नताएं कुछ सूक्ष्म भिन्नताएं दिखाती है और जो स्ट्रेटिग्राफिक संरचनाओं को परिभाषित कर सकती हैं। अधिक विस्तृत विश्लेषण और डेटा की प्रगति पर है।

ज्वालामुखी, महाद्वीपीय सीमांत के साथ तंत्र, कालानुक्रमिक क्रम और ज्वालामुखी, उत्थान और विस्तार/दरार के बीच संबंधों को समझाने के लिए मौजूदा भूवैज्ञानिक और भूभौतिकीय परिणामों को साथ जोड़ा गया था। अध्ययन से पता चलता है कि (क) पश्चिमी घाट में प्रारंभिक एपिरोजेनिक उत्थान का कारण आग्नेय अंडरप्लेटिंग था (ख) ज्वालामुखी के तुरंत बाद विस्तार / दरारें आती हैं और (ग) शीसली-भारत के अलग होने के बाद सामान्य तापमान में आने पर तेजी से उष्णता में कमी और घटाव के कारण बेसाल्ट बेसमेंट समुद्र तल से नीचे जाने का कारण बना।

5.3.6 भारत में पनडुब्बी भूजल डिस्चार्ज (SGD) क्षेत्रों को खोजना - प्रायोगिक अध्ययन

तटीय जलभृतों (पनडुब्बी भूजल डिस्चार्ज - SGD) के माध्यम से समुद्र में भूजल के निर्वहन की छोटे रूप में पहचान की गई है किन्तु पारिस्थितिक रूप से यह काफी महत्वपूर्ण है क्योंकि एस जी डी समुद्र में पोषक तत्वों, कार्बन और अन्य जियोकेमिकल घटक का एक महत्वपूर्ण मार्ग प्रदान करता है। SGD की प्रकृति का ज्ञान हमें पीने योग्य भूजल के इष्टतम निष्कर्षण स्तरों का अनुमान लगाने और तटीय क्षेत्रों में संभव अपशिष्ट निपटान स्थलों पर जानकारी प्रदान करने की अनुमति देता है। यह अध्ययन कथित तौर पर पहला है जो NCESS द्वारा राष्ट्रीय स्तर पर विश्व में SGD के फ्लक्स निर्धारण के लिए किया जा रहा है। इसके अलावा इसके आगे, जल चक्र के इस घटक



चित्र 5.8 क) केंद्रीय भूजल बोर्ड पास उपलब्ध भूजल निगरानी कुओं के स्थानों को प्रदर्शित करते हुए मानचित्र और ख) अभिलेखीय डेटा द्वारा तटीय भूजल गतिशीलता का संकेत।

की व्यापक समझ बदलते जलवायु के कारण काफी हद तक प्रासंगिक है जो तटीय जल विज्ञान को काफी हद तक प्रभावित करता है। अध्ययन के मुख्य उद्देश्य हैं (i) तटीय क्षेत्र सहित एसजी डी और खारे पानी के प्रवेश (एसडब्ल्यूआई) की पहचान और (ii) पनडुब्बी भूजल डिस्चार्ज के माध्यम से इंटेक्स फ्लक्स के साथ-साथ कार्बन और पोषक तत्वों के भार की गणना करना।

प्रायोगिक परियोजना क्षेत्र में भूजल की गतिशीलता की जांच करने के लिए केरल के तट पर स्थित केंद्रीय भूजल बोर्ड (CGWB) की निगरानी वाले कुओं के अभिलेखीय डेटा का उपयोग औसत समुद्री जल स्तर से ऊपर के भूजल स्तर का मानचित्र बनाने के लिए किया गया था। स्थलाकृति की लहरदार प्रकृति जल तालिका में प्रदर्शित होती है। आंकड़ों से पता चलता है कि दक्षिणी पक्ष की तुलना में उत्तरी केरल तट की तरफ ऊंची जल टेबल की स्थिति देखी जाती है। तटरेखा की तरफ उच्च हाइड्रोलिक प्रवणता ऐसे खंडों में समुद्र में भूजल डिस्चार्ज

संबन्धित प्रमाण प्रदान करता है। वैकल्पिक रूप से, समुद्री जल प्रवेश के संभावित क्षेत्र भी दिखाई देते हैं (चित्र 5.8)।

सेटेलाइट थर्मल इंफ्रारेड इमेजिंग का उपयोग वर्ष के कुछ निश्चित समय पर विशेष रूप से गर्मियों में सतही जल और भूजल के बीच तापमान के अंतर का उपयोग करके एस.जी.डी. की स्थानिक परिवर्तनशीलता की पहचान करने के लिए किया गया है। उपग्रह की इमेजिंग ने 22.9 डिग्री सेल्सियस तापमान से 24.06 डिग्री सेल्सियस तापमान सहित ताजे जल के प्लूम के बहिर्वाह से संबंधित अनेकों विसंगतियों के चित्रण किए हैं जो न्यूनतम समुद्रीजल के तापमान (25-33 डिग्री सेल्सियस) से कम है जो सामान्यतः क्षेत्र के लिए दर्ज किया जाता है। इमेज स्पष्ट रूप से समुद्रतट के साथ एस.जी.डी. में स्थानिक परिवर्तनशीलता को प्रदर्शित करता है यह सूचना उपयुक्त क्षेत्रीय नमूना अभियानों को डिजाइन करने में अत्यंत महत्वपूर्ण है।



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

मंत्रालय के प्राथमिक अधिदेश को पूरा करने के लिए, पृथ्वी प्रणाली (वायुमंडल, महासागर, ठोस पृथ्वी, जैवमंडल) के अलग-अलग घटकों की वैज्ञानिक समझ और उनके मध्य परस्पर संपर्क तथा विभिन्न अनुसंधान और विकास कार्यक्रमों के माध्यम से प्राकृतिक और मानव प्रेरित परिवर्तनों के प्रति उनकी प्रतिक्रिया को समग्र रूप से जानना अनिवार्य है। इसके लिए वायुमंडलीय, महासागरीय और भू-विज्ञान की जानकारी रखने वाली बड़ी संख्या में प्रशिक्षित जनशक्ति की आवश्यकता होती है जिसे देश के अनुसंधान एवं विकास और प्रचालनात्मक संगठनों में शामिल किया जा सकता है। अनुसंधान, शिक्षा और प्रशिक्षण (आउटरीच (रीचआउट) कार्यक्रम में निम्नलिखित पाँच उप-कार्यक्रम हैं जो उपर्युक्त गतिविधियों का ध्यान रखते हैं।

- (i) पृथ्वी प्रणाली विज्ञान में अनुसंधान एवं विकास (आर.डी.ई.एस.एस.)
- (ii) आउटरीच और जागरूकता
- (iii) मौसम और जलवायु के लिए बिम्सटैक केंद्र (बीसीडब्ल्यूसी)
- (iv) प्रचालनात्मक समुद्र विज्ञान के लिए अन्तर्राष्ट्रीय प्रशिक्षण केंद्र (आई. टी. सी. ओ. को ओशन)
- (v) पृथ्वी प्रणाली विज्ञान में कुशल श्रमशक्ति के विकास के लिए कार्यक्रम (डी.ई.एस.के)
- (vi) एम.ओ.ई.एस. नॉलेज रिसर्च सेंटर नेटवर्क (के आर सी नेट)

6.1 पृथ्वी और वायुमंडलीय विज्ञान में अनुसंधान और विकास (आर.डी ई एस.एस)

पृथ्वी प्रणाली विज्ञान के अलग-अलग क्षेत्रों में विभिन्न शैक्षणिक/ अनुसंधान संगठनों और विश्वविद्यालयों के प्रस्तावों को इस आशय से सहायता दी जाती है कि इनसे पृथ्वी प्रणाली के संबंध में हमारी समझ को बेहतर बनाने में मदद मिलेगी। वर्तमान वर्ष के दौरान कुल 39 प्रस्तावों को मंजूरी दी गई है, जैसा नीचे तालिका में दिखाया गया है-

चल रही कुछ परियोजनाओं की प्रगति का वर्णन नीचे दिया गया है-

- जी बी पंत हिमालयी पर्यावरण और विकास संस्थान, अल्मोड़ा द्वारा हिमालय के जटिल मैदानी क्षेत्रों के वैकल्पिक वायुमंडलीय परत पैभावा की विशेषताओं की जाँच। परियोजना का लक्ष्य दो पर्वतीय स्थलों पर वायुमंडलीय ऊपरी परत के विशुद्ध आर्वात आकार वितरण का आकलन एवं तुलना करना है। अध्ययन के लिए तीसरे समतल स्थल (वाराणसी) के डाटा का भी उपयोग किया गया। इस परियोजना के चार शोध पत्र भी प्रकाशित किए गए और एक छात्र की जूनियर रिसर्च फेलो के रूप में नियुक्ति की गई।
- उत्तरी अरब सागर पर क्षोभमंडल और निम्नतर समताप मंडल प्रक्रियाएं और राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान, गोवा द्वारा भारतीय ग्रीष्मकालीन मानसून

	वायुमंडलीय विज्ञान	महासागर विज्ञान	भू-विज्ञान	भूकंप विज्ञान	हिमांकमंडल और जल विज्ञान
प्रस्तावों की संख्या	1	4	16	7	5

की परिवर्तनशीलता पर उनका प्रभाव।

- उपर्युक्त प्रस्ताव का मुख्य उद्देश्य मानसून की शुरूवात और सक्रियता/ विराम चरण के दौरान सतह के वायु-समुद्री संपर्क प्रक्रियाओं पर क्षोभमंडल-समताप मंडल अन्तर क्रिया और उनके प्रभाव को समझना था। परियोजना के तहत 5 शोध पत्र प्रकाशित हुए और एक छात्र को पीएच.डी. की उपाधि से सम्मानित किया गया।
- क्रटन-पूर्वी घाट बेल्ट संपर्क में क्रस्टल अभिवृद्धि, विकास और संबंधित खनिज के भू-आकृति विज्ञान: आई.आई.टी. खडगपुर द्वारा एक एकीकृत भू वैज्ञानिक और भूकंपीय जांच-पूर्ण।
इस परियोजना के तहत, पूर्वीघाट मोबाइल बेल्ट (ई जी एम बी) और दक्षिणी-पूर्वी भारत में आस-पास के आर्कियन क्रेटन संपर्क संघटन संधि क्षेत्रों की भूकंपीय और भू-वैज्ञानिक मापदंडों के लिए जांच की गई थी ताकि क्षेत्र के प्रमुख भूपटल और लिथोस्फेरिक संरचना का पता लगाया जा सके। क्रेटन और पूर्वी घाट संपर्क सीमाओं को कवर करने के लिए दो अलग-अलग प्रोफाइल के साथ स्थापित 27 ब्रॉडबैंड भूकंपीय स्टेशनो की सहायता से उच्च विभेदन के भूकंपीय चित्र प्राप्त किए गए। इस परियोजना के तहत एक छात्र को पीएच.डी. से सम्मानित किया गया।

पश्चिमी और केंद्रीय अरूणाचल हिमालय के उत्खनन और अनाच्छादन इतिहास -

आई.आई.टी., बॉम्बे द्वारा कम तापमान थर्मोकोलॉजी जांच पूर्ण अध्ययन क्षेत्र से लिए गए 197 नमूनों पर आधारित पहले स्वास्थ्यने थर्मोकोलॉजी जांच से अध्ययन क्षेत्र से पूर्वी हिमालय के विकास के चरणों का पता चलता है। सियांग घाटी के नमूनों से थर्मोक्रोमेट्रिक युगो, डुपलक्स निर्माण के समय पर अवरोध प्रदान करता है और घाटी के समतल क्षेत्र में एक टैक्टोनिक-क्षरण प्रतिक्रिया के विकास के साथ-साथ अति-जोरदार चादरों

के निष्क्रिय थ्रस्टिंग भी होता है। मिशमी पहाड़ियों के डाटा क्षेत्र से थर्मोक्रोमेट्रिक युग की बाधाओं की पहली रिपोर्ट है। इस परियोजना के तहत 4 एम.एस.सी. शोध-प्रबंध, 6 एम-टेक शोध प्रबंध और पीएच.डी. प्रदान की गई।

आर्कियन-प्रोटरोजोइक सक्रमण के दौरान जैव-भू रसायनिक और वायुमंडलीय परिवर्तन : एन.जी आर.आई. हैदराबाद द्वारा धारवाड़ क्रेटन और कडप्पा बेसिन के ग्रीन स्टोन बेल्ट से जियोकैमिकल और आइसोटोपिक अध्ययन-पूर्ण।

पीकेम्ब्रियन जैव-रासायनिक प्रक्रियाओं का अध्ययन पुरातन और वायुमंडलीय परिवर्तनों को समझने के लिए आर्कियन और प्रोटरोजोइक स्ट्रो मैटीलिटिक कार्बोनेट के भू-रासायनिक और समस्थानिक संकेतों के माध्यम से किया गया था धारवाड़ क्रेटन के तीन ग्रीन स्टोन बेल्ट और कडप्पा बेसिन के दो क्षेत्रों को क्रमशः आर्कियन और प्रोटरोजोइक स्टोरमेटे लाइट्स के अध्ययन के लिए चुना गया था इस परियोजना के तहत दो पीएच.डी. प्रदान की गई।

- **लद्दाख का एक 100 गलेशियन डीगलेशिएशन इतिहास सतलुज घाटी के साथ इसकी तुलना और दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली द्वारा उत्तर-पश्चिम भारत के जलोढ़ मैदानों के संकेत।**

इस परियोजना का उद्देश्य थार मरूस्थल के उत्तरी भाग में जल निकासी परिदृश्य मूल्यांकन के अलावा परिदृश्य विकास पर हिमालय की जलवायु की अंतिम तिमाही स्तरित शैल विज्ञान, हिमस्खलन के प्रभाव के कालानुक्रमिक स्तरीकरण, कालानुक्रमिक विज्ञान को प्रभावित करता है। तुलनात्मक जल-निकासी मूल्यांकन और विलुप्त सरस्वती नदी के लिए देर से जल निकासी कार्य किया गया और राखी गढ़ी (हरियाणा) से रेडियों कार्बन तिथियां इसके मध्य हडप्पा युग के होने को बताती है।

- **राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की द्वारा अल्प हिमालय में वाष्पोत्सर्जन और अन्य वाष्पोत्सर्जन प्रक्रियाओं की माप और मॉडलिंग**
इस परियोजना का उद्देश्य निचले हिमालीय क्षेत्र के

लिए ईडी कोपरियंश टॉवर और ईटी मॉडलिंग का उपयोग करके वाष्पोत्सर्जन की निगरानी करना है। इस परियोजना के तहत अल्प हिमालय के अन्दर विभिन्न जल विद्युत बलों को जलसंतुलन अध्ययन द्वारा जल-ग्रहण प्रतिक्रिया का मूल्यांकन किया गया। निचले हिमालयी जल-ग्रहण क्षेत्र और बदलती जलवायु के तहत भावी हाइड्रोलॉजिकल प्रतिक्रिया जलवायु हाइड्रोलॉजिकल इंटरैक्शन के बेहतर मूल्यांकन के लिए हाइड्रोलॉजिकल मॉडलिंग का अध्ययन किया गया।

● **भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान (आई.आई.टी) मंडी द्वारा पोरस मीडियम के जरिए विलेय परिवहन पैरामीटरों का अध्ययन।**

यह परियोजना पोरस मीडिया के माध्यम से रासायनिक परिवहन को अध्ययन से संबंधित है। विभिन्न समीकरणों के संख्यात्मक कोडो से लिनियर सोर्प्शन इसोथर्म और स्केनल डिपैडेट डिस्पर्सन कॉफीशियट को विकसित किया गया है। मृदा फ्लोराइड के लिए बैंच सोखने के अध्ययन किए गए हैं। और समाधान चरण से फ्लोराइड निकालने के मोमबत्ती की कालिख के प्रयोगों का पता लगाया जा रहा है।

भारतीय विज्ञान शिक्षा और अनुसंधान संस्थान, भोपाल द्वारा हिमालयी भूमि में गंगा और ब्रह्मपुत्र नदियों के जल प्रवाह की समय श्रृंखला के तेजी से पुननिर्माण के लिए रिमोटसेंसिंग आधारित पद्धति का विकास।

इस कार्य का उद्देश्य फील्ड माप के आधार पर गंगा ब्रह्मपुत्र नदियों के लिए एक चौडाई-निर्वहन क्षेत्र संबंध स्थापित करना है और इसके बाद चैनल चौडाई मापन से उनके निर्वहन का आकलन करना। नदी चैनल के हाइड्रोलिक ज्यामिति को मापने के लिए ध्वनिक डॉपलर करंट प्रोफाइल का उपयोग किया गया था। चैनल की गहराई और प्रवाह वेग के एक चैनल भाग में नियमित अंतरालों पर मापा

गया था।

जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय (जे.एन.यू.) दिल्ली द्वारा जी.पी.आर. और रिमोट सेंसिंग पद्धतियों का उपयोग करके भागा बेसिन, पश्चिमी हिमालय में ग्लेशियरों के संतुलन का आकलन।

यह परियोजना कई तकनीकों का उपयोग करते हुए भागा बेसिन में कुल ग्लेशियर द्रव्यमान संतुलन की गणना करने का लक्ष्य रखती है और भारतीय पश्चिमी हिमालय के ग्लेशियरों पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव के बारे में विस्तार से बताएगी।

ग्लेशियर से जल संचयन और अपवाह का अध्ययन किया गया ताकि उपनल जल निकासी प्रणाली के विकास को निरूपित किया जा सके। इस प्रकार यह अध्ययन उच्च बीहड़ हिमालयी क्षेत्र में मददगार होगा जहां निरंतर क्षेत्र की निगरानी कठिन समय लेने वाली और आर्थिक रूप से व्यवहार्य है।

● **आई. आई. टी., बाम्बे द्वारा उत्तर पश्चिमी भारत का वेग मॉडल।**

इस परियोजना के तहत, उत्तर पश्चिमी भारत में अरावती तह बेल्ड से सटे मलानी आग्नेय प्रांत (एम.आई.पी.) के नीचे लिथोस्फेरिक संरचना की छवि बनाने के लिए सतह तरंग और बॉडी वेब टोमोग्राफी की गई थी। वर्ष 2011-2017 की अवधि के दौरान एम.आई.पी. में 300 x 300 वर्ग किलोमीटर के क्षेत्र में चरणों में तैनात ब्रॉडबैंड स्टेशनों के नेटवर्क द्वारा प्रयुक्त क्षेत्रीय और टेलीसिस्मिक डेटा को अधिकृत किया गया।

◆ एम.एस. विश्वविद्यालय, बड़ौदा द्वारा कच्छ और सौराष्ट्र में विभिन्न दोष प्रणालियों की रूपरेखा और चित्रण। कच्छ और सौराष्ट्र में सक्रिय दोषों के नियोटेक्टोनिक्स विकास पर एक अध्ययन किया गया था। परिणाम बताते हैं कि कच्छ में नियोटेक्टोनिक्स विकृति में दवाबों के कारण ईडब्ल्यू ट्रेडिंग के साथ ऊर्ध्वाधर हलचलें प्रमुख रूप से व्याप्त हैं।

- हालांकि भविष्य के भूकंप न्यूक्लियेशन प्रायः उन क्षेत्रों में होते हैं जहां पर ई-डब्ल्यू ट्रेडिंग फाल्ट ट्रांसवर्स फॉल्ट को प्रतिच्छेद करते हैं।
- ◆ कुमाँऊ विश्वविद्यालय, नैनीताल द्वारा कुमाँऊ हिमालय, उत्तराखंड में कोसी और रामगंगा के जल संभरों में सक्रिय फॉल्ट का चरित्र-चित्रण।
कोसी के जल संभरों में कुल 28 उप बेसिनों और रामगंगा जलसंग्रहण क्षेत्र में 4034 बेसिनों की पहचान डिजिटल उन्नयन मॉडल से जलनिकासी पैटर्न की रूपरेखा के बाद तुलनात्मक विश्लेषण के लिए की गई है। मोरफोटोकटोनिकस विश्लेषण एक्टिव-टैक्टोनिकस और इसके भू-आकृति विज्ञानी छापों के बीच संबंधों के बीच बेहतर समझ स्थापित करने के लिए की गई है, जिसकी पुष्टि व्यापक कार्यक्षेत्र विशेष तौर पर चयनित परिच्छेदों द्वारा की गई है।

आई.एस.आर गांधी नगर द्वारा भुज शहर (कच्छ), गुजरात का भूकंपीय माइक्रोजेनेशन

- ◆ भुज शहर (क्षेत्र 56 किमी²) के भूकंपीय माइक्रोजेनेशन को भूकंपीय, भू-भौतिकीय, भू वैज्ञानिक और भू-तकनीकी मापदंडों को देखते हुए पूरा किया गया। 19 स्थलों पर सतही तरंगों का मल्टी चैनल विश्लेषण सर्वेक्षण और 42 स्थलों पर माइक्रोट्रेमर सर्वेक्षण किया गया। 3 से 21 मीटर की गहराई तक 28 बोरहोलो की ड्रिलिंग के साथ जियोतकनीकी पहलू कवर किया गया भुज शहर के भू-विज्ञान और विवर्तनिक मानचित्र (स्केल 1:2000) सहित विभिन्न मानचित्र तैयार किए गए थे और सतह की मजबूत भू-गति का अनुमान लगाया गया था।
- ◆ आई.आई.टी. रूडकी द्वारा गढ़वाल-कुमाँऊ

हिमालय और दिल्ली क्षेत्र के स्थल चित्र-चित्रण और क्षीणन वर्णन।

- ◆ इस परियोजना के तहत उत्तराखंड और पश्चिमी उत्तर प्रदेश में स्थित 54 मजबूत गति स्टेशनों और दिल्ली के 19 मजबूत गति स्टेशनों के स्थलों पर स्थानीय स्थल प्रभावों का वर्णन और अध्ययन कार्य पूरा किया गया। क्षेत्र परीक्षणों, संख्यात्मक अध्ययनों और भूकंप डाटा से एकत्र किए गए डाटा का उपयोग करके क्षेत्र के लिए एक भू-गति पूर्वानुमान समीकरण तैयार किया गया। मौजूदा मॉडलों की तुलना में विकसित नए भू-गति पूर्वानुमान सभी को अच्छा प्रदर्शन करते पाया गया है।
- ◆ पुडुचेरी विश्व विद्यालय द्वारा तमिलनाडु में मुथुपेट भारत के पूर्वी तट में उच्च समुद्री कवच उपनिवेश घटक मैनागाँव पौधे सब्स ट्राटा की जैव सूची का कार्य पूरा किया गया।
- ◆ इस परियोजना के तहत समुद्री कवक की 78 प्रजातियों को दर्ज किया गया। अध्ययन से 4 नई जेनरा और 24 नई प्रजातियों की खोज की गई। तेईस समुद्री कवक सर्वधन को राष्ट्रीय कवक सर्वधन संग्रह केंद्र ए. आर. आई. पुणे में जमा किया गया। इस परियोजना के तहत 7 पत्रों को पहले ही प्रकाशित किया जा चुका था।
- ◆ भारतीदासन विश्वविद्यालय तिरुचिरापल्ली द्वारा तमिलनाडु के पूर्वतट मुथुपेट्टई मेंग्रोव इको सिस्टम के समुद्री खाद्यजाल में भारी धातु का प्रवाह कार्य पूर्ण किया गया।
- ◆ इस परियोजना के तहत, मुथुपेट मैंग्रोव में भारी धातुओं (सी.यू.सी.डी.पी.बी और जेड.एन) की सांद्रता का अध्ययन बायोटिक (सभी जैविक जीवों) और अजैविक घटकों (जल और तलछट) दोनों में किया गया

अध्ययन अवधि के दौरान भारी धातु सांद्रता की मौसमी भिन्नता देखी गई। उनमें जेड एन.सी.यू. और सी.डी. के बाद पारिस्थितिकी तंत्र में पी बी मुख्य प्रदूषक था। कुल 4 कागजात प्रकाशित किए गए थे और एक पीएच.डी. पूर्ण हुई थी।

6.1.1 पृथ्वी प्रणाली विज्ञान और प्रौद्योगिकी सेल (ई.एस.टी.सी.)

वर्तमान में पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के संस्थानों की सक्रिय भागीदारी के साथ निम्नलिखित तीन ई.एस.टी.सी. पर काम किया जा रहा है।

(क) **उपग्रह मौसम विज्ञान पर ई.एस.टी.सी.** : बैक स्कैटरिंग गुणांक और विलुप्त होने वाले गुणांक प्राप्त करने के लिए लिडार इनवरसन एल्गोरिदम को विकसित किया गया था। वायुमंडलीय एरोसोल (बैकस्कैटरिंग गुणांक, विलुप्त होने वाले गुणांक और विधुव्रीकरण अनुपात) वायुमंडलीय सीमा परत की ऊंचाई और बादलों के ऊर्ध्वाधर बादल वितरण को 2016-2015 की अवधि में सृजित किया गया। इसके अलावा, एम.पी.एल. और जी.पी.एस.आरओ के बीच ए.बी.एल. ऊंचाई की तुलना 2016-2018 की अवधि के लिए की गई। कुल मिलाकर 25 एक साथ जी.पी.एस.आर.ओ. और एम.पी.एल. प्रेक्षण $05^\circ \times 0.5^\circ$ अक्षांश नोर्वेयन देशांतर प्राप्त किया गया।

(ख) तटीय और महासागर प्रौद्योगिकी संबंधी ई.एस.टी.सी. सैद्धांतिक सूत्रों (गोदा सिनफ्लू) की तुलना में परीक्षण मॉडल पर काम करने वाले शुद्ध क्षैतिज बलों के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए प्रायोगिक जांच की गई। यह देखा गया कि “गोडा” सूत्र लहर की ताकतों को कम आँकता है जबकि ‘सेनफ्लो’ प्रायोगिक मूल्यों की लहर की ताकतों को अधिक आँकता है।

(ग) **समुद्री जैव-प्रौद्योगिकीय अध्ययनों पर ई.एस.टी.सी.** जलीय पशुस्वास्थ्य में इजिनियर्ड नैनोपार्टिकल के

निहितार्थ, एंटीफ्लिंग और एंटीकोर्सियन अनुप्रयोगों के लिए सतह संशोधन नैनो ट्रेक्रोलॉजिकल दृष्टिकोण बायो मेडिकल अनुप्रयोगों के लिए समुद्री माइक्रोबियल उप-उत्पादों का संवर्धन; समुद्री जैव उत्पादों का उपयोग करते हुए एंटी कैंसर अनुप्रयोगों के लिए जैव संश्लेषण नैनोकणों; सफेद-स्पॉट सिंड्रोम वायरस नियंत्रण के लिए समुद्री स्पंज से जैव सक्रिय यौगिकों का अलगाव और पहचान पर कार्य किया जा रहा है।

6.1.2 मानव संसाधन विकास और क्षमता निर्माण

- आई.आई.टी. मद्रास में महासागर प्रौद्योगिकी पर उपयोगकर्ता उन्मुख एम.टैक. कार्यक्रम को जारी रखने के लिए समझौता ज्ञापन को 5 वर्षों के लिए बढ़ाया गया था।
- आई.आई.टी. दिल्ली में वायुमंडलीय महासागर विज्ञान और प्रौद्योगिकी में एम.टेक. और पीएच.डी. छात्रों के प्रायोजन के माध्यम से मानव संसाधन विकास को जारी रखने के लिए समझौता ज्ञापन का नवीनीकरण किया गया।
- नोर्वेयन धुव्रीय संस्थान और राष्ट्रीय धुव्रीय और महासागर अनुसंधान केंद्र के बीच हुए समझौता ज्ञापन को भारत- नोर्वेयन फेलोशिप कार्यक्रम द्वारा समर्थित किया गया। दो नये चयनित किए गए छात्र आर्कटिक महासागर मॉडलिंग और अंटार्कटिक ग्लेशियोलॉजिकल अध्ययन के क्षेत्र में कार्य करेंगे। छात्रों की संयुक्त रूप से निगरानी एन.पी.आई.एन. सी.पी.ओ.आर. और नोर्वे में अनुमोदित विश्वविद्यालय के शोधकर्ताओं द्वारा की जाएगी, जहां छात्रों को पीएच.डी. के लिए पंजीकृत किया जाएगा।

6.2 पुरस्कार और आऊटरीच कार्यक्रम

कार्यक्रम का उद्देश्य जनता, छात्र और उपयोगकर्ता समुदायों के बीच मंत्रालय की गतिविधियों के बारे में प्रसार और जागरूकता पैदा करना है। यह मंत्रालय के कार्यक्रम

से संबंधित क्षेत्र में राष्ट्रीय और अन्तरराष्ट्रीय प्रदर्शनियों में भागेदारी सेमिनार संगोष्ठी कार्यशाला प्रयोजित करने के माध्यम से सुनिश्चित किया जाता है। इसके अतिरिक्त “पृथ्वी दिवस” और ओजन दिवस, स्कूल, कॉलेज और विश्वविद्यालयों के छात्रों की भागीदारी के साथ मनाया जाता है। मंत्रालय राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान ओलंपियाड का भी समर्थन करता है।

6.2.1 प्रदर्शनियां

वर्ष के दौरान, मंत्रालय ने 21 प्रदर्शनियों में भाग लिया। भारतीय विज्ञान कांग्रेस -2019 में मंत्रालय के मंडप को “अधिकतम क्रियाशील” घोषित किया गया है। भारतीय अन्तरराष्ट्रीय व्यापार मेला 2019 में मंत्रालय के

मंडप को प्रदर्शन में उत्कृष्टता के लिए प्रथम घोषित किया और स्वर्ण पदक से सम्मानित किया गया।

6.2.2 पृथ्वी दिवस समारोह – 2019

दिनांक 22 अप्रैल 2019 को “पृथ्वी दिवस” समारोह का विषय “हमारी प्रजातियों की रक्षा” था विद्यालयों, कॉलेजों और विश्वविद्यालयों सहित देश भर के 43 केंद्रों पर विभिन्न आयु समूहों के लिए ड्राइंग और पेंटिंग, वाद-विवाद निबंध, लेखन आदि जैसी विभिन्न प्रतियोगिताओं का आयोजन किया गया। पृथ्वी विज्ञान संबंधी विषयों पर प्रख्यात वैज्ञानिकों / स्थानीय विद्वानों द्वारा लोकप्रिय व्याख्यान भी दिए गए। इन आयोजनों में लगभग 6000 बच्चों ने भाग लिया। मंत्रालय के स्थापना



भारतीय विज्ञान कांग्रेस 2019 में पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय का मंडप



भारतीय विज्ञान कांग्रेस 2019 में मंत्रालय के मंडप को अधिकतम ‘क्रियाशील’ घोषित किया गया।



भारतीय अंतर्राष्ट्रीय व्यापार मेला, 2019 नई दिल्ली में पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय का मंडप

दिवस पर राष्ट्रीय स्तर के पुरस्कार वितरित किए गए।

6.2.3 अन्तर्राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान आलंपियाड में भागीदारी

मंत्रालय ने डेगू, कोरिया गणराज्य में दिनांक 26 अगस्त से 3 सितंबर, 2019 के दौरान आयोजित 13 वें

अन्तर्राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान ओलंपियाड में भारतीय दल की भागेदारी को प्रायोजित किया। इस आयोजन में 41 देशों और 43 दलों ने भाग लिया।



दिनांक 22 अप्रैल 2019 को आयोजित किए गए 'पृथ्वी दिवस' समारोह के लिए प्रतियोगिताएं



भारतीय दल ने दस पदक (स्वर्ण पदक-3, रजत पदक-4 और कांस्य पदक-3) जीते।

डेगू, कोरिया गणराज्य में 13वें अन्तर्राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान ओलंपियाड में परामर्शदाताओं और पर्यवेक्षकों के साथ भारतीय दल।

6.2.4 संगोष्ठी, सम्मेलन और कार्यशाला आदि को सहायता

पृथ्वी प्रणाली विज्ञान के विभिन्न पहलुओं पर बातचीत और चर्चा करने के लिए वैज्ञानिकों, इंजीनियरों, प्रौद्योगिकीविदों, विशेषज्ञों, सामाजिक वैज्ञानिक और उपयोगकर्ता समुदायों को एक मंच प्रदान करने के लिए 91 संगोष्ठी / सम्मेलन आदि का आयोजन किया गया। ये आयोजन जलवायु परिवर्तन और स्वास्थ्य की पर प्रभाव; तटीय गतिशीलता; जलकृषि; पर्यावरण प्रदूषण तथा कृषि और मानव स्वास्थ्य पर इसके प्रभाव; समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र, आपदा प्रबंधन; कृषि-मौसम विज्ञान सेवाएं; अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी और अनुप्रयोग; भूवैज्ञानिक विज्ञान; वर्ष और हिमस्खलन प्रक्रिया; गणितीय मॉडलिंग और सिमुलेशन आदि आयोजित किए गए।

6.2.5 पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय स्थापना दिवस

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने दिनांक 27 जुलाई, 2019 को विज्ञान भवन नई दिल्ली में अपना स्थापना दिवस मनाया। डॉ. हर्षवर्धन, माननीय केंद्रीय विज्ञान और प्रौद्योगिकी, पृथ्वी विज्ञान और स्वास्थ्य और परिवार कल्याण मंत्री मुख्य अतिथि थे। डॉ. पीटर मोल्नर, प्रतिष्ठित प्रोफेसर, भू वैज्ञानिक विज्ञान, कोलोरोडो विश्व विद्यालय, संयुक्त राज्य अमेरिका ने स्थापना दिवस पर व्याख्यान भाषण दिया।

सचिव, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और डॉ. पीटर मोल्नर संयुक्त राज्य अमेरिका, प्रतिष्ठित प्रोफेसर, भू वैज्ञानिक

विज्ञान, कोलोरोडो विश्वविद्यालय संयुक्त अमेरिका ने पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के स्थापना दिवस पर उपस्थित सभा को संबोधित किया। इस वर्ष जलवायु विज्ञान में व्यापक योगदान देने के लिए प्रो. जे. श्रीनिवासन को लाइफ टाइम उत्कृष्टता पुरस्कार से सम्मानित किया गया। महासागर विज्ञान और प्रौद्योगिकी के लिए राष्ट्रीय पुरस्कार डॉ. दोराईस्वामी शंकर एन.आई.ओ., गोवा को प्रदान किया गया।



डॉ. हर्षवर्धन, माननीय केंद्रीय विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्री पृथ्वी विज्ञान और स्वास्थ्य और कल्याण मंत्री मुख्य अतिथि थे और उन्होंने दीप प्रज्वलित कर आयोजन का उद्घाटन किया।

प्रो. एस. के. सतीश, आई.आई.एस.सी., बेंगलौर को वायुमंडलीय विज्ञान और प्रौद्योगिकी के लिए राष्ट्रीय पुरस्कार दिया गया। प्रो. जी. वी. आर. प्रसाद, दिल्ली विश्वविद्यालय को भू-विज्ञान और प्रौद्योगिकी के लिए राष्ट्रीय पुरस्कार दिया गया। डॉ. सी. मणिकयम्बा,



सचिव, एमओईएस और डॉ. पीटर मोल्नर ख्याति प्राप्त प्राध्यापक, भू विज्ञान, कोलंबो विश्वविद्यालय, यूएसए, एमओईएस के स्थापना दिवस पर जनसमूह को संबोधित करते हुए।

एन.जी.आर.आई., हैदराबाद को महिला वैज्ञानिक के लिए राष्ट्रीय पुरस्कार दिया गया। युवा शोधकर्ता पुरस्कार, डॉ. रूमा एटेनी, एन.सी.पी.ओ.आर., गोवा, डॉ. अभिषेक साहा, एन.आई.ओ. गोवा, डॉ. प्रशांत कुमार, एस.ए.सी, इसरो, अहमदाबाद को पृथ्वी विज्ञान और प्रौद्योगिकी में उनके उत्कृष्ट कार्य के लिए प्रदान किया गया। इसके अलावा, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के विभिन्न संस्थानों के वैज्ञानिकों को योग्यता प्रमाण-पत्र भी प्रदान किए गए। समारोह के दौरान 12वें अन्तर्राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान ओलंपियाड (आई.ई.एस.ओ) के रजत पदक और कास्य पदक विजेताओं और पृथ्वी दिवस चित्र प्रतियोगिता के विजेताओं को समारोह के दौरान सम्मानित किया गया।

6.3 बिम्सटेक- मौसम और जलवायु केंद्र (बी.सी.डब्ल्यू.सी.) बी.सी.डब्ल्यू.सी. की स्थापना एन.सी.आर.डब्ल्यू.एफ. में पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, भारत, और बिम्सटेक (बंगाल की खाड़ी में बहु-क्षेत्रीय तकनीकी और आर्थिक सहयोग) के सदस्य देशों के बीच एक समझौता ज्ञापन के बाद की गई। बी.सी.डब्ल्यू.सी. की गतिविधियों में शामिल है।

- (i) क्षेत्र के लिए परिचालात्मक पूर्वानुमान उत्पाद
- (ii) प्रशिक्षण कार्यशालाएं क्षमता निर्माण और (iii) प्रक्रिया

समझ और पूर्वानुमान कौशल सुधार दोनों के लिए बिम्स टेक क्षेत्र के लिए प्रेक्षण प्रणाली का संवर्धन। राष्ट्रीय जल विज्ञान और मौसम विज्ञान केंद्र तथा कृषि अनुसंधान और विकास केंद्र, भूटान के चार वैज्ञानिकों ने मॉडल आऊटपुट पर प्रशिक्षण देने के लिए 12-26 दिसंबर 2019 के दौरान दो सप्ताह के लिए मौसम और जलवायु के लिए (बी.सी.डब्ल्यू.सी.), एन.सी.एम.आर.डब्ल्यू.एफ. के लिए बिम्सटेक केंद्र का दौरा किया और भूटान क्षेत्र के लिए मौसम और कृषि अनुप्रयोगों के लिए मॉडल आधारित उत्पाद विकास पर भी चर्चा की। प्रशिक्षण और चर्चा का लक्ष्य मौसम, कृषि, योजना और निर्णय समर्थन के मध्यम और विस्तारित रेंज पूर्वानुमान में मॉडल उत्पादों के उपयोग में आगंतुक के ज्ञान को उन्नत करना था। प्रशिक्षण के दौरान मॉडलिंग और डाटा आत्मसारकरण के बेसिक को भी कवर किया गया है।

6.4 प्रचालनात्मक समुद्र विज्ञान के लिए अन्तर्राष्ट्रीय प्रशिक्षण केंद्र।

प्रचालनात्मक समुद्र विज्ञान के लिए अन्तर्राष्ट्रीय प्रशिक्षण केंद्र ने इंकाईस हैदराबाद की अत्याधुनिक सुविधाओं का उपयोग करते हुए अपने कार्यों को जारी रखा। जनवरी के दौरान अब तक 159 व्यक्तियों को प्रशिक्षित किया गया जिसमें से 121 भारत के और 38 अन्य 19 देशों के हैं। संकाय छात्रों के लिए सुविधाओं



के साथ नवनिर्मित आई.टी.ओ.सिचन भवन इंकॉइस को सौंप दिया गया और वर्ष 2020 से इस भवन में कक्षाएं शुरू होंगी।

कुलमिलाकर इस अवधि के दौरान 12 पाठ्यक्रम संचालित किए गए जिसमें समुद्री फाइटोप्लांकटन की सुदूर संवेदन, प्रचालानात्मक महासागर डाटा उत्पादों और सेवाओं की खोज और उपयोग, क्यू.जी.आई.एस. का उपयोग करते हुए तटीय संवेदनशलीता, महासागर रंग सुदूर संवेदन, आई.ओ.सी.आई.एन.डी.आई.ओ. कार्यशाला आदि जैसे विषय शामिल हैं। इस वर्ष 3 पाठ्यक्रम स्वनिधि आधार पर संचालित किए गए इन पाठ्यक्रमों के लिए अच्छी प्रतिक्रिया मिली। इसके अलावा भारतीय तट रक्षक और राष्ट्रीय जल विज्ञान कार्यालय के अधिकारियों के लिए प्रशिक्षण सत्र संचालित किए गए। श्रेणी 2 केंद्र की शासी निकाय का गठन पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के अनुमोदन के साथ किया और शासी निकाय की पहली बैठक जनवरी 2020 के प्रथम सप्ताह में आयोजित की जानी है।

6.5 पृथ्वी प्रणाली विज्ञान में कौशल जनशक्ति का विकास (डैस्क)

पृथ्वी प्रणाली विज्ञान में कौशल जन शक्ति का विकास देश में प्रशिक्षित और समर्पित बहु विषयक पृथ्वी प्रणाली और जलवायु अनुसंधान जनशक्ति के बड़े पूल का निर्माण शुरू किया गया था। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के अनुसंधान फैलो कार्यक्रम (एम.आर.एफ.पी.) के पहले बैच के 27 जूनियर रिसर्च फैलो (जे.आर.एफ.) ने 16 सितंबर 2019 को कार्यभार ग्रहण किया और आई.आई.टी.एम. में प्रारंभिक छः माह का अनिवार्य प्रशिक्षण ले रहे हैं। इसके अलावा, देश में लगभग 16 लघु और मध्यम अवधि के पाठ्यक्रम / कार्यशालाएं और व्याख्यान कौशल जनशक्ति विकास के साथ-साथ शिक्षा, अनुसंधान और प्रचालानात्मक संगठनों के विशिष्ट अथवा लक्षित क्षेत्रों पर आयोजित किए गए।

अध्याय 7 | अंतर्राष्ट्रीय सहयोग

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ट्रांस-नेशनल संयुक्त परियोजनाओं और संयुक्त विकासात्मक कार्यों के माध्यम से अनुसंधान के दायरे को व्यापक बनाने के लिए पृथ्वी विज्ञान से संबंधित सभी क्षेत्रों में वैज्ञानिक सहयोग के लिए राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय संस्थानों के साथ नियमित रूप से भागीदारी करता है। अंतर्राष्ट्रीय सहयोग न केवल सामाजिक लाभ के लिए उच्च अंत अनुसंधान के वितरण में मदद करता है, बल्कि बुनियादी ढांचे, डाटा और जनशक्ति संसाधनों का इष्टतम उपयोग भी सुनिश्चित करता है।

7.1 नेशनल ओशन एंड एट्मोस्फेरिक एडमिनिस्ट्रेशन, संयुक्त राज्य अमेरिका के साथ सहयोग

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और नेशनल ओशन एंड एट्मोस्फेरिक एडमिनिस्ट्रेशन के बीच 2008 में अर्थ साइंस एंड ऑब्जर्वेशन पर एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए गए। इसके तहत, कार्यान्वयन करारों के रूप में 10 संयुक्त अनुसंधान और विकास गतिविधियां शुरू की गई हैं। एनओए-एमओईएस तकनीकी सहयोग के तहत “समुद्री मछलियों और शिकारी मछलियों पर हानिकारक क्षमताओं का विकास” पर सहयोग के इरादे को 16 अगस्त 2019 से 15 अगस्त 2022 तक आगे के तीन वर्षों के लिए विस्तार दिया गया था। मूरेड मुअरेड डेटा एनालिसिस पर 02 से 05 जुलाई, 2019 तक एनआईओटी, चेन्नई में इंडो-यूएस साइंस वर्कशॉप आयोजित की गई। भारत और विदेशों के प्रमुख संस्थानों के पंद्रह मेंटर्स और पंद्रह संस्थानों के तीस छात्रों ने कार्यशाला में भाग लिया।

एनओए के साथ सहयोग के कुछ महत्वपूर्ण परिणाम नीचे दिए गए हैं -

- अफ्रीकी-एशियाई-ऑस्ट्रेलियाई मानसून विश्लेषण

और पूर्वानुमान (RAMA) के लिए अनुसंधान नौबंध ऐरे दलित सरणी : RAMA कार्यान्वयन समझौते के तहत किए गए क्षेत्र कार्य और अनुसंधान ने क्षेत्रीय और वैश्विक जलवायु प्रणाली में हिंद महासागर के महत्व को समझने में हमें बहुत योगदान दिया है। समीक्षाधीन अवधि के दौरान, 11166 एनएम को कवर करते हुए 84 दिनों के लिए 3 RAMA-जलयात्राएं की गई हैं जिसमें 46 तैनाती, 19 रिट्रीवल और 10 CTD संचालन शामिल हैं।

- भारतीय ग्रीष्मकालीन मानसून वर्षा के लिए गतिकीय अल्पावधि, विस्तारित अवधि और ऋतुकालिक पूर्वानुमान के अध्ययन के लिए तकनीकी सहयोग - इस कार्यान्वयन समझौते के तहत, मौसमी परिवर्तनशीलता पर विशेष जोर देने के लिए मौसमी, विस्तारित-रेंज और शॉर्ट रेंज डायनेमिक पूर्वानुमान के लिए गतिशील पूर्वानुमान प्रणाली स्थापित की हैं। जलवायु परिवर्तन अध्ययन के लिए इसी मॉडलिंग प्रणाली का एक संशोधित संस्करण भी उपयोग किया जाता है और यह सीएमआईपी 6 अंतर-तुलना अभ्यास में भारतीय प्रविष्टि के लिए आधार होगा। 2019 के दौरान मानसून डेस्क ने कई मॉडल विकास गतिविधियों में तकनीकी सहायता प्रदान की।

- हिंद महासागर के ऊपर उष्णकटिबंधीय चक्रवात की पूर्वानुमान में सुधार, इस कार्यान्वयन समझौते के तहत, 2012 में भारत मौसम विज्ञान विभाग में उच्च-रिज़ॉल्यूशन ऑपरेशनल HWRF को लागू किया गया था। भारत में भारत मौसम विज्ञान विभाग और अन्य संस्थानों ने HWAAF सिस्टम को और बेहतर बनाने के लिए NOAA के साथ निकट समन्वय में काम किया है। उत्तरी हिंद महासागर के

ऊपर उष्णकटिबंधीय चक्रवातों के वास्तविक समय के पूर्वानुमान के लिए दो अलग-अलग महासागर मॉडल POM (प्रिंसटन महासागर मॉडल) और HYCOM (हाइब्रिड कॉऑर्डिनेट डिनेटओशन मॉडल) के साथ तूफान WRF (HWRF) के युग्मित संस्करण को 2019 में लागू किया गया है।

7.2 संयुक्त राज्य भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण (यूएसजीएस) के साथ सहयोग

1 नवंबर 2018 को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और यूएसजीएस के बीच हस्ताक्षरित समझौता ज्ञापन में, संयुक्त सहयोग के लिए संभावित विषयों / परियोजनाओं की एक सूची यूएसजीएस के साथ जून 2019 में साझा की गई है, जिसमें सुनामी मॉडलिंग और तटीय प्रक्रियाएं शामिल हैं। ये विषय पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और यूएसजीएस दोनों के चल रहे कार्यक्रमों के अनुरूप तकनीकी जानकारी का आदान-प्रदान, विज्ञित, प्रशिक्षण और सहकारी अनुसंधान जैसे विभिन्न मोड के माध्यम से प्रारंभ किए जाएंगे।

7.3 यूसीएआर के साथ सहयोग

समझौता ज्ञापन में उल्लिखित संयुक्त गतिविधियों के अनुरूप, कुछ अमेरिकी वैज्ञानिकों ने दिल्ली के लिए वायु प्रदूषण पूर्वानुमान प्रणालियों को विकसित करने की क्षमता निर्माण के लिए राष्ट्रीय वायुमंडलीय अनुसंधान केंद्र (NCAR) से IITM पुणे का दौरा किया। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और यूसीएआर के बीच संयुक्त सहयोग से दिल्ली में वायु गुणवत्ता के लिए एक प्रारंभिक चेतावनी प्रणाली का विकास हुआ है, जिसे 15 अक्टूबर 2018 को लॉन्च किया गया था। दिल्ली के लिए हाई-रिज़ॉल्यूशन एयर क्वालिटी अर्ली वार्निंग सिस्टम चालू किया गया है। चेतावनी प्रणाली भारत के उत्तरी क्षेत्र में कुछ और शहरों के लिए 1 किमी के विभेदन पर एक वायु गुणवत्ता पूर्वानुमान भी प्रदान करती है।

7.4 यूके मेट ऑफिस (यूकेएमओ) के साथ सहयोग

7.4.1 कंसोर्टियम समझौता

मौसम और जलवायु पूर्वानुमान के लिए UKMO के

प्रमुख साझेदारों के साथ 2016 में हस्ताक्षरित कंसोर्टियम समझौते का 2024 तक 5 वर्षों के लिए नवीकरण किया गया था। UM भागीदारों ने वेलिंगटन, न्यूजीलैंड 2019 में 5 मार्च 2019 को “पिछले 5 वर्षों से यूएम से पार्टनर्स विज्ञान और सेवा वितरण समारोह” में भाग लिया। वेलिंगटन, न्यूजीलैंड में 5-6 मार्च 2019 के दौरान यूनिफाइड मॉडल पार्टनरशिप की दो बैठकें, “मौसम और जलवायु से जोखिमों को कम करना” : वैश्विक एकीकृत मॉडल साझेदारी और यूएम पार्टनर बोर्ड की बैठक आयोजित की गई। यूएम पार्टनर बोर्ड की बैठक के विशेष सत्र के दौरान नेक्स्ट जनरेशन मॉडलिंग सिस्टम और जीसी टेलीकनेक्शन की कार्यशाला 24-26 जून 2019 के दौरान लंदन में 19-20 जून 2019 के दौरान आयोजित की गई। NCMWWF ने सभी स्काई रेडियंस एसीमिलेशन क्षमताओं से लेस यूएम आधारित हाइब्रिड 4 डी-वार वैश्विक डेटा आत्मसात प्रणाली विकसित और कार्यान्वित की है। अमेरिकी वायु सेना और NCAR के सहयोग से UM भागीदारी ने 28-31 जनवरी 2020 के दौरान NCAR, बोल्डर में 4 वें संवहन स्केल मॉडलिंग कार्यशाला का आयोजन किया है। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की विभिन्न इकाइयों के छह वैज्ञानिकों ने कार्यशाला में भाग लिया है।

7.4.2 यूके मौसम कार्यालय के साथ समझौता ज्ञापन

जलवायु सेवाओं की कुशल डिलीवरी के लिए मौसम और जलवायु विज्ञान को संयुक्त रूप से विकसित करने के लिए पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और मौसम कार्यालय, यूनाइटेड किंगडम के बीच हस्ताक्षरित आशय विवरण को 22 मार्च 2018 को मौसम और जलवायु विज्ञान में सहयोग पर पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और मौसम कार्यालय, यूनाइटेड किंगडम के बीच एक समझौता ज्ञापन में परिवर्तित किया गया था। समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर करने के बाद, सेवा भागीदार भारत (डब्ल्यूसीएसएसपी इंडिया) के लिए मौसम और जलवायु विज्ञान पर 7 फरवरी 2019 को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और यूके के मौसम कार्यालय के बीच एक कार्यान्वयन समझौते पर हस्ताक्षर किए गए हैं। 3 कार्य पैकेजों वाली एक विज्ञान योजना को अंतिम रूप दिया गया था जिसमें उच्च प्रभाव वाले मौसम की मॉडलिंग में हमारी

क्षमताओं को बढ़ाने और दक्षिण एशियाई ग्रीष्म मानसून, बिजली और भूस्खलन के दौरान बाढ़ जैसे हानिकारक मौसम और जलवायु प्रभावों के संपर्क को कम करने में मदद करने वाली सेवाओं को सूचित करने; उष्णकटिबंधीय चक्रवात, भारी बारिश, तूफान / बाढ़ और तेज़ हवाएँ; सूखे; ओलावृष्टि और धूल भरी आंधी पर फोकस किया गया था।

भारत और ब्रिटेन में इस क्षेत्र के भीतर किए जा रहे वर्तमान शोध का सिंहावलोकन प्रदान करने के उद्देश्य से 29-30 नवंबर 2019-20 के दौरान IITM पुणे में एक “प्रभाव आधारित पूर्वानुमान” कार्यशाला का आयोजन किया गया था। 23-24 सितंबर 2019 के दौरान लंदन में व्यवसाय, ऊर्जा और औद्योगिक रणनीति विभाग द्वारा WCSSP कार्यक्रम विज्ञान कार्यशाला की मेज़बानी की गई थी, जिसका उद्देश्य डब्ल्यूसीएसएसपी के सहयोगियों को पूरे कार्यक्रम के दौरान वैज्ञानिक प्रगति पर वैज्ञानिक हाइलाइट्स साझा करने, ज्ञान साझा करने की सुविधा और लाभों को अधिकतम करने के तरीकों की खोज करना है।

7.5 प्राकृतिक पर्यावरण अनुसंधान परिषद (एनईआरसी) के साथ सहयोग

पृथ्वी विज्ञान में सहयोग पर समझौता ज्ञापन : पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और एनईआरसी के बीच फरवरी 2013 में हस्ताक्षरित समझौता ज्ञापन का अगस्त 2018 में पांच साल की एक और अवधि तक विस्तार किया गया है। इस समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए गए तीन कार्यान्वयन समझौतों पर प्रगति निम्नानुसार है।

7.5.1 “भारतीय मेगासिटी में वायुमंडलीय प्रदूषण और मानव स्वास्थ्य” पर कार्यान्वयन समझौते

एपीएचएच-इंडिया कार्यक्रम वायुमंडलीय प्रदूषण और भारतीय मेगासिटी में मानव स्वास्थ्य में 5 भलीभांति समन्वित और क्रॉस-कटिंग अनुसंधान परियोजनाएं शामिल हैं, जिसमें 4 साल की अवधि के साथ यूके और भारत की 4 एजेंसियां शामिल हैं, और इसके साथ ही मुख्य रूप से महानगर दिल्ली पर ध्यान केंद्रित किया गया है। हालांकि पर्यवेक्षणीय भाग ज्यादातर पूरा हो चुका है, कुछ प्रयोगशाला विश्लेषण कार्य पूरा होना बाकी है। मार्च

2020 में विभिन्न हितधारकों के साथ एक अंतरराष्ट्रीय कार्यशाला की योजना बनाई गई है ताकि प्राप्त परिणामों को संश्लेषित किया जा सके।

7.5.2 भारत में “खाद्य, ऊर्जा और पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं के लिए सतत जल संसाधन” पर कार्यान्वयन समझौता

भारत के तीन मुख्य भौगोलिक क्षेत्रों : हिमालय, भारत-गंगेय के मैदान और प्रायद्वीपीय भारत को कवर करने वाली तीन परियोजनाओं को वित्तपोषित किया गया है। प्रायद्वीपीय भारत में “प्रायद्वीपीय भारत (यूपीएससीएपीई) में स्थायी जल प्रबंधन के लिए अप-स्केलिंग कैचमेंट प्रक्रिया” परियोजना का उद्देश्य कावेरी नदी घाटी में बड़े पैमाने पर जल विज्ञान और जल संसाधनों पर नदी बेसिन में छोटे पैमाने पर हस्तक्षेप के प्रभावों की समझ प्रदान करना है। भारत-गंगेय के मैदान में अनिश्चितता के तहत जल प्रबंधन के लिए 2 परियोजना “युग्मित मानव और प्राकृतिक प्रणाली पर्यावरण (CHANSE)” का उद्देश्य वर्तमान और भविष्य की जलवायु और मानवजनित दबाव का मुकाबला करने के लिए भारत-गंगेय के मैदान (IGP) के “युग्मित मानव-प्राकृतिक प्रणाली की हाइड्रोलॉजिकल प्रतिक्रिया की समझ विकसित करना है। तीसरी परियोजना में बदलती जलवायु (सुसही-वाट) में हिमालयी जल संसाधन को बनाए रखने की परिकल्पना है कि उत्तरी भारत में हिमालयी नदी प्रणाली (ब्यास और सतलुज कैचमेंट) से पानी का संग्रहण और दैनिक से दशक तक के समय-पैमानों में उसका प्रवाह कैसे किया जाता है। परिणामस्वरूप संपूर्ण प्रणाली के एक मजबूत मॉडल के विकास और परीक्षण के लिए अंतर्दृष्टि का उपयोग किया जाता है जिससे क्षेत्र के जल संसाधनों के सतत विकास और प्रबंधन का समर्थन करने के लिए वर्तमान और भविष्य के निर्णय को सूचित करने के लिए उपयोग किया जा सकता है।

7.5.3 भारत-यूके वर्चुअल ज्वाइंट सेंटर ऑन वॉटर सिक्वोरिटी (IUKWC)

“भारत-यूके वर्चुअल ज्वाइंट सेंटर ऑन वॉटर सिक्वोरिटी” (IUKWC) की प्रगति की समीक्षा 17 मई

2019 को आयोजित संचालन समूह की 4 वीं बैठक में की गई थी। केंद्र ने अपनी स्थापना के बाद से चार विज्ञान कार्यशालाएँ आयोजित की हैं; तेरह शोधकर्ता एक्सचेंज (आठ जूनियर वैज्ञानिकों और पांच वरिष्ठ वैज्ञानिकों) का समर्थन किया; तीन पंप प्राइमिंग परियोजनाओं को वित्तपोषित किया; वन यूजर एंगेजमेंट इनिशिएटिव (UEI) का आयोजन किया; और दो ग्रासरूट फील्ड एक्सपोजर सत्र (जीएफईएस) चलाएँ। IUKWC ने छह वाटर ब्रीफ और आठ गतिविधि रिपोर्ट तैयार की हैं। नेटवर्क की सदस्यता 3 वर्षों में बढ़कर 800 से अधिक हो गई है।

7.6 बेलमॉन्ट फोरम देशों के साथ सहयोग

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय बेलमॉन्ट फोरम का सदस्य है जो वैश्विक पर्यावरण परिवर्तन अनुसंधान और अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान परिषदों के विश्व के प्रमुख और उभरते फंडर्स का एक समूह है। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने फरवरी 2013 में सामाजिक रूप से प्रासंगिक वैश्विक पर्यावरण परिवर्तन चुनौतियों में संयुक्त कॉल के माध्यम से अंतर्राष्ट्रीय सहयोगात्मक अनुसंधान के लिए भारतीय वैज्ञानिकों का समर्थन करने के लिए एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए। लंदन में आयोजित 13वीं पूर्ण बैठक के दौरान, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय स्वीडन द्वारा प्रस्तावित “ट्रांसडिसिप्लिनरी रिसर्च फॉर ओशन सस्टेनेबिलिटी” पर सहयोगात्मक अनुसंधान कार्रवाई (CRA) में भाग लेने के लिए सहमत हुए। पैनल ऑफ एक्सपर्ट्स की दो बैठकों में कुल 11 प्रस्तावों में से पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा फंडिंग के लिए भारतीय पीआई के साथ 2 प्रस्तावों का चयन किया गया। 14वीं प्लेनरी बैठक 23-25 अक्टूबर 2019 के दौरान ताइपेई, ताइवान में आयोजित की गई। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय को 1 जनवरी 2020 से शुरू होने वाले 3 साल के कार्यकाल के लिए बेलमॉन्ट फोरम की स्टीयरिंग कमेटी सदस्य के रूप में चुना गया। इससे पहले, बेलमॉन्ट फोरम ने 25 से अधिक सदस्य देशों की भागीदारी के साथ ताइपेई, ताइवान में 21-22 अक्टूबर 2019 के दौरान अपनी 10 वीं वर्षगांठ मनाई थी।

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

NCMRWF द्वारा 30-31 जुलाई 2018 के दौरान आयोजित BIMSTEC वेदर एंड क्लाइमेट केंद्र में आयोजित पहली गवर्निंग बोर्ड बैठक और भारत के पहले कार्यकाल के लिए गवर्निंग बोर्ड का अध्यक्ष घोषित किए जाने के बाद, कई NIMSTEC राष्ट्रों ने मौसम और जलवायु उत्पादों और क्षमता निर्माण के लिए NCMRWF से संपर्क किया। बीसीडब्ल्यूसी ने कृषि नियोजन और निर्णय समर्थन के लिए मध्यम श्रेणी के पूर्वानुमान में अपने ज्ञान को अपग्रेड करने के उद्देश्य से भूटान के नेशनल सेंटर फॉर हाइड्रोलॉजी एंड मौसम विज्ञान से तीन वैज्ञानिकों का क्षमता निर्माण किया है। पहली बिम्सटेक- आपदा प्रबंधन पर अंतर-सरकारी विशेषज्ञ समूह की बैठक राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन प्राधिकरण द्वारा 14 फरवरी 2020 को पुरी, ओडिशा में आयोजित की जाएगी।

7.8 नॉर्वे के साथ सहयोग

फरवरी 2015 में RCN नॉर्वे के साथ संयुक्त आह्वान के बाद, ध्रुवीय क्षेत्रों में जलवायु प्रणाली के तहत 5 परियोजनाएं और भू-खतरों के विषय के तहत 3 परियोजनाओं को अक्टूबर 2015 में सहायता दी गई है। ये परियोजनाएं कार्यान्वयन के विभिन्न चरणों में हैं। परियोजनाओं में प्रमुख प्रगति में शामिल हैं (i) एनसीपीओआर-एनपीआई की टीम ने अंटार्कटिका में 2017-18 में क्षेत्र के मौसम के दौरान भूभौतिकीय सर्वेक्षण किया और तटीय अंटार्कटिका में लेनिनग्रादकोलिस बर्फ की वृद्धि के शिखर पर 153 मीटर का बर्फ कोर भी गिराया। भूभौतिकीय डाटा और बर्फ कोर को संसाधित और विश्लेषण किया जा रहा है। (ii) मध्य-प्लियोसीन गर्म अवधि के दौरान आर्कटिक जलवायु परिवर्तनशीलता का अध्ययन आर्कटिक महासागर और पूर्वी अरब सागर में विभिन्न IODP अभियानों से एकत्र किए गए तलछट के नमूनों में विभिन्न प्रॉक्सी का उपयोग करके किया गया था। समझौता ज्ञापन, जिसने अक्टूबर 2019 में अपना

कार्यकाल पूरा किया था, की अवधि का अब 5 साल तक विस्तार किया गया है।

7.9 यूरोपीय संघ के साथ सहयोग : क्षितिज 2020

भारत-यूरोपीय संघ विज्ञान और प्रौद्योगिकी सहयोग समझौते के ढांचे के तहत, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और यूरोपीय आयोग ने जलवायु परिवर्तन और ध्रुवीय अनुसंधान पर परियोजनाओं का समर्थन करने के लिए एक सह-वित्तपोषण तंत्र (सीएफएम) की स्थापना की है।

कॉल LC-CLA-08-2018 के तहत, एक परियोजना अर्थात्, पृथ्वी प्रणाली में हमारा सामान्य भविष्य का महासागर - टिपिंग पॉइंट्स के संबंध में सुरक्षित ऑपरेटिंग स्थानों को निर्धारित करने और प्राप्त करने के लिए कार्बन, ऑक्सीजन, और पोषक तत्वों के युग्मित चक्रों की मात्रा निर्धारित करना (COMFORT): फंडिंग के लिए चुना गया है और इसे भारतीय भागीदार के रूप में NANSEN पर्यावरण अनुसंधान केंद्र (इंडिया) लिमिटेड द्वारा कार्यान्वित किया जाएगा।

7.10 यूनेस्को / आईओसी के साथ सहयोग

7.10.1 इंटरनेशनल ट्रेनिंग सेंटर फॉर ऑपरेशनल ओशनोग्राफी (ITCOcean) को मई 2018 में इनकॉइस, हैदराबाद में अत्याधुनिक सुविधाओं के साथ UNESCO श्रेणी 2 केंद्र (C2C) में अपग्रेड किया गया था। अब तक भारत के 844 सहित 1104 और 38 अन्य देशों के 260 से अधिक वैज्ञानिक इस केंद्र में परिचालन समुद्र विज्ञान के विभिन्न पहलुओं का प्रशिक्षण ले चुके हैं। तटीय वलनरेबिलिटी मैपिंग और जीआईएस और क्यूजीआईएस तकनीकों का उपयोग करते हुए विश्लेषण पर अंतर्राष्ट्रीय प्रशिक्षण पाठ्यक्रम इनकॉइस में ITCOcean में 26 से 30 अगस्त 2019 के दौरान सफलतापूर्वक आयोजित किया गया था। 11 देशों के 13 अंतर्राष्ट्रीय प्रतिभागियों सहित सैंतीस प्रतिभागियों ने भाग लिया। ITCOcean द्वारा 17 से 21 जून 2019 के

दौरान मरीन मेटेरियोलॉजी एंड ऑपरेशनल ओशन स्टेट फोरकास्टिंग पर प्रशिक्षण पाठ्यक्रम आयोजित किया गया था।

7.10.2 पृथ्वी और विज्ञान में आपदा जोखिम और क्षमता निर्माण को कम करने के लिए सहयोग पर भारत और यूनेस्को के बीच एलओएल

25 नवंबर 2014 को हस्ताक्षरित समझौते के अनुसार, भारत ने पहला अंतर्राष्ट्रीय हिंद महासागर अभियान-2 (HIOE-2) दिसंबर 2015 में लॉन्च किया था। इनकॉइस, हैदराबाद में एक संयुक्त परियोजना कार्यालय स्थापित किया गया था। कई गतिविधियाँ शुरू की गई हैं जिनमें हिंद महासागर में सक्रिय वैज्ञानिकों के विचारों का आदान-प्रदान शामिल है। इस अवधि के दौरान HIOE-2 के तहत वैज्ञानिक उपलब्धियों को उजागर करने के लिए 05-20 मार्च को HIOE-2 के आयोजन के लिए गोवा में 16-20 मार्च 2020 के दौरान एक अंतर्राष्ट्रीय हिंद महासागर विज्ञान सम्मेलन-2020 (HIOESC-2020) का आयोजन किए जाने का प्रस्ताव है।

7.11 अंतर्राष्ट्रीय समुद्रीतल प्राधिकरण (आईएसए) के साथ सहयोग

7.11.1 पॉलिमेटेलिक नॉड्यूलस के निष्कर्षण पर आईएसए के साथ अनुबंध

अन्वेषण अनुबंध के तहत, भू-सांख्यिकीय मूल्यांकन पूरा हो गया है और समीक्षा की जा रही है। अधिग्रहित डेटा के आधार पर पर्यावरणीय प्रभाव आकलन विवरण तैयार किया जा रहा है। निष्कर्षण धातु विज्ञान में अनुसंधान और विकास जारी है। लक्ष्य धातुओं की निकासी हेतु खनन प्रणाली विकसित करने के लिए चरणबद्ध तरीके से काम जारी है। उदयपुर में कॉपर, निकेल, कोबाल्ट को अर्ध निरंतर पायलट प्लांट में प्रदर्शित किया गया है। निष्कर्षण धातु विज्ञान में अनुसंधान और विकास जारी है। भारत ने 17 जुलाई, 2019 को किंग्स्टन, जमैका में अंतर्राष्ट्रीय सीबेड अथॉरिटी के 25वें सत्र के दौरान एक साइड इवेंट का आयोजन किया और पिछले चार दशकों में पॉलीमेटेलिक नॉड्यूलस सहित गहरे

समुद्र के खनिजों की खोज से संबंधित कार्य किए गए।

7.11.2 पॉलीमेटालिक सल्फाइड के निष्कर्षण पर आईएसए के साथ अनुबंध

सितंबर, 2016 में पॉलीमेटालिक सल्फाइड पर अन्वेषण के लिए आईएसए के साथ भारत सरकार के 15 साल के अनुबंध के तहत, जलतापीय सल्फाइड की खोज पर काम जारी है। समुद्री भूभौतिकीय सर्वेक्षण किए गए हैं और पर्यावरणीय आधार रेखा पर काम किया जा रहा है। हाइड्रोथर्मल वेंट्स के क्षेत्रों का पता लगाने के लिए भारत को आवंटित क्षेत्र में रॉड्रिक्स ट्रिपल जंक्शन बिंदु के पास सेंट्रल इंडियन रिज में परिभ्रमण किए गए हैं। चट्टान के नमूनों के साथ भूभौतिकीय और समुद्र संबंधी डेटा एकत्र किए जा रहे हैं।

7.12 जापान के साथ सहयोग

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और जापान एजेंसी फॉर मरीन अर्थ साइंस एंड टेक्नोलॉजी (J-MSTEC), जापान के बीच 11 नवंबर 2016 को सहयोग ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए गए। 2018 में एक संयुक्त कार्यशाला के बाद, मानसून का पूर्वानुमान, उत्तर हिंद महासागर की बायोजियो केमिस्ट्री को समझने, मानसून और दक्षिणी महासागर (अंटार्कटिक के आसपास समुद्री बर्फ सहित) की जैव-रसायन विज्ञान, और महासागर प्रेक्षणों के लिए आपसी हितों की सहयोगात्मक परियोजनाओं पर चर्चा की गई। जैमस्टेक और आईआईएम मॉडल से प्राप्त मॉडल परिणाम हिंद महासागर डिपोल, ENSO, मानसून की पूर्वानुमान को समझने और उनके बीच बातचीत के लिए जैमस्टेक और आईआईटीएम के बीच तुलना के लिए अंतर-मॉडल का आदान-प्रदान किया गया था।

7.13 अंतर्राष्ट्रीय महाद्वीपीय वैज्ञानिक ड्रिलिंग कार्यक्रम (ICDP), जर्मनी के साथ सहयोग

अंतर्राष्ट्रीय महाद्वीपीय वैज्ञानिक ड्रिलिंग कार्यक्रम के साथ पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की सदस्यता से कोयना क्षेत्र में वैज्ञानिक गहन ड्रिलिंग और संबंधित जांच को पूरा करने के लिए ICDP से अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर प्रसिद्ध विशेषज्ञों की

तैनाती की सुविधा मिल रही है। सदस्यता समझौते के एक भाग के रूप में, ICDP तकनीकी / परिचालन सहायता प्रदान करता है, प्रमुख वैज्ञानिक क्षेत्रों में जनशक्ति प्रशिक्षण के संदर्भ में क्षमता निर्माण की सुविधा प्रदान करता है। ICDP के दो पटलों अर्थात् गवर्नर्स की विधानसभा और कार्यकारी समिति में भारत का प्रतिनिधित्व किया जाता है। चालू वर्ष (i) के दौरान कोयना पायलट बोरहोल में तरल पदार्थ / गैसों के निर्माण पर अध्ययन के परिणामों को ICDP के साथ संयुक्त रूप से अंतिम रूप दिया गया है, और सितंबर 2019 में अंतर्राष्ट्रीय पत्रिका जियोफ्लुइड्स में प्रकाशित किया गया है (ii) लंबे समय तक निगरानी के लिए कोयना पायलट बोरहोल का इंस्ट्रुमेंटेशन ICDP के तकनीकी समर्थन के साथ योजना बनाई गई है।

7.14 अंतर्राष्ट्रीय महासागर डिस्कवरी कार्यक्रम (IODP), संयुक्त राज्य अमेरिका के साथ सहयोग

पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय नेशनल साइंस फाउंडेशन (एनएसएफ), यूएसए के साथ समझौता ज्ञापन के माध्यम से 2009 में इंटरनेशनल ओशन डिस्कवरी प्रोग्राम (आईओडीपी) संघ में एसोसिएटेड सदस्य के रूप में शामिल हुआ। यह 1 अक्टूबर 2013 से 30 सितंबर 2019 तक 5 वर्षों के लिए लागू किया गया था। समझौता ज्ञापन को 30 सितंबर 2023 तक चार वर्षों की अवधि के लिए विस्तार दिया गया है। समझौता ज्ञापन के भाग के रूप में, भारतीय वैज्ञानिक विभिन्न आईओडीपी अभियानों में भाग ले रहे हैं। विभिन्न अभियानों पर रवाना हुए कुल 40 भारतीय वैज्ञानिकों ने दुनिया भर में अब तक विभिन्न प्रकार की भूवैज्ञानिक सेटिंग्स में वैज्ञानिक ड्रिलिंग के पहलुओं को उजागर किया है। इसके अलावा, आईओडीपी के सदस्य होने के नाते, भारत को आईओडीपी के तीन पैनेलों - JOIDES संकल्प सुविधा गवर्निंग बोर्ड, IODP फोरम और विज्ञान मूल्यांकन पैनेल पर दर्शाया गया है। वर्तमान वर्ष के दौरान, IODP के 3 अभियानों में 3 भारतीय वैज्ञानिकों ने भाग लिया। अंतर्राष्ट्रीय वैज्ञानिकों के सहयोग से “आईओडीपी ड्रिलिंग ऑन दी सादर्न-वेस्टर्न इंडियन मार्जिन फोर नियोजीन-

क्वार्टनेरी रिकॉर्ड्स ऑफ मानसून क्लाइमेट” नामक एक साइट सर्वेक्षण प्रस्ताव तैयार करके IODP को प्रस्तुत किया गया था। इस सहयोगी साइट सर्वेक्षण के प्रस्ताव की हाल ही में बहुत उच्च से उत्कृष्ट रैंकिंग के साथ समीक्षा की गई है।

7.15 अफ्रीका और एशिया के लिए क्षेत्रीय एकीकृत बहु-खतरा प्रारंभिक चेतावनी प्रणाली के साथ सहयोग (RIMES)

आरआईएमईएस एक अंतर्राष्ट्रीय और अंतर सरकारी संस्था है, जिसका स्वामित्व एवं प्रबंधन इसके सदस्य देशों द्वारा किया जाता है, जो पीढ़ी की क्षमता और प्रारंभिक चेतावनी की जानकारी के अनुप्रयोग के निर्माण में सक्षम है। वर्तमान में, 48 देश RIMES के तहत सहयोग करते हैं। नेपाल और सोमालिया 2019 के दौरान रिम्स सहयोग समझौते पर हस्ताक्षर करके क्रमशः 21वें और 22वें सदस्य देश बन गए। रिम्स (RIMES) के तहत सहयोग करने वाले छब्बीस अन्य देश समझौते पर हस्ताक्षर करने की औपचारिकता को पूरा करने की प्रक्रिया में हैं। RIMES ने 22-23 अप्रैल 2019 को काठमांडू और 23-25 सितंबर 2019 के दौरान में तिरुवनंतपुरम में क्रमशः 14वें और 15 वें दक्षिण एशिया जलवायु आउटलुक मंचों (एसएएससीओएफ) के आयोजन की सुविधा प्रदान की। RIMES ने चालू वर्ष के दौरान म्यांमार, पापुआ न्यू गिनी, कंबोडिया, तिमोर लेस्ते, श्रीलंका, नेपाल, बांग्लादेश और भूटान में मॉनसून फोरम के संचालन की सुविधा प्रदान की।

7.16 अर्जेंटीना के साथ सहयोग

4 अप्रैल 2019 को पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और अर्जेंटीना गणराज्य के विदेश मंत्रालय और वर्शिप के बीच “अंटार्कटिक सहयोग” पर एक समझौता ज्ञापन (एमओयू) पर हस्ताक्षर किए गए। 1-11 जुलाई 2019 के दौरान प्राग, चेक गणराज्य में आयोजित अंटार्कटिक संधि परामर्श बैठक के दौरान अर्जेंटीना के प्रतिनिधिमंडल के साथ समझौता ज्ञापन के तहत वैज्ञानिक और तार्किक सहयोग के संभावित क्षेत्रों पर चर्चा की गई।

7.17 चीन के साथ सहयोग

7.17.1

दिसंबर 2015 में, विशेष रूप से ध्रुवीय अनुसंधान, समुद्री विज्ञान, समुद्री प्रेक्षणों के क्षेत्र में सहयोग के क्षेत्रों की पहचान करने के लिए गुआंगज़ौ में एक संयुक्त एसओए-एमओईएस कार्यशाला आयोजित की गई थी। तदनुसार, कार्यान्वयन की समीक्षा करने और वार्षिक / छमाही आधार पर संयुक्त परियोजना प्रस्तावों की स्क्रीनिंग के लिए गठित, पहली संयुक्त समिति की बैठक 17 मई 16 को बीजिंग, चीन में आयोजित की गई थी। चीन और भारत के बीच दीर्घकालिक स्थायी सहयोग के लिए JCM ने 8 परियोजनाओं के एक सेट को मंजूरी दी।

7.17.2 भारत और चीन के बीच भूकंप विज्ञान और भूकंप इंजीनियरिंग के क्षेत्र में सहयोग के बारे में समझौता ज्ञापन

भारत और चीन के बीच 15 मई 2015 को 5 वर्षों की अवधि के लिए समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए गए थे। पहली संयुक्त भारत-चीन समिति की बैठक जनवरी 2016 में नई दिल्ली में आयोजित की गई थी। विशिष्ट विषयों को कवर करने वाले प्रस्ताव के लिए एक संयुक्त आह्वान पर सहमति हुई थी। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा भेजे गए ड्राफ्ट कार्यान्वयन तंत्र पर चीन भूकंप प्रशासन (CEA) द्वारा सहमति व्यक्त की गई है। सीईए, चीन ने संयुक्त परियोजनाओं के निर्माण और कार्यान्वयन के लिए रणनीति पर चर्चा हेतु परस्पर बातचीत के लिए पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय से अनुरोध किया है।

7.18 स्वीडन के साथ सहयोग

भारत और स्वीडन के बीच पोलर एंड ओशन रिसर्च में पारस्परिक सहयोग पर एनसीपीओआर और स्वीडिश इंस्टीट्यूट ऑफ स्पेस फिजिक्स (आईआरएफ) के बीच 1 जून 2015 को वायुमंडलीय अनुसंधान पर सहयोग के लिए अंटार्कटिका में लेटर ऑफ इंटेन्ट पर हस्ताक्षर किए गए थे। इस सहयोग के तहत, अंटार्कटिका के लिए चलता-फिरता वायुमंडलीय रडार स्थापित किया गया था और वर्तमान में

मैत्री स्टेशन पर कार्य कर रहा है। मैत्री स्टेशन, अंटार्कटिका पर वायुमंडलीय सीमा परत प्रक्रियाओं का अध्ययन करने के लिए चलते-फिरते वायुमंडलीय रडार से प्राप्त डाटा का विश्लेषण किया जा रहा है। भारत के स्वीडन देश के महामहिम सम्राट की भारत यात्रा के दौरान 2 दिसंबर 2019 को स्वीडन के राज्य के शिक्षा और अनुसंधान मंत्रालय के साथ ध्रुवीय विज्ञान में सहयोग पर एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए गए। समझौता ज्ञापन में ध्रुवीय अनुसंधान में वैज्ञानिक, तकनीकी और ढांचागत सहयोग शामिल है।

7.19 बिम्स्टेक के तहत हिमालयन विज्ञान परिषद् की बैठक

21 मार्च 2017 को भारत में आयोजित BIMSTEC राष्ट्रीय सुरक्षा प्रमुखों की पहली बैठक में हिमालयी विज्ञान परिषद् की स्थापना के संबंध में एक संकल्पना पत्र और कार्य योजना तैयार करने के लिए BIMSTEC विशेषज्ञ समूह की स्थापना करने का निर्णय लिया गया था। तदनुसार, भारत ने एक संकल्पना पत्र तैयार किया और सभी सदस्य देशों को प्रसारित किया।

भारत सरकार के निमंत्रण पर हिमालयन विज्ञान परिषद् के विशेषज्ञों की पहली कार्यशाला गोवा, भारत में 05-06 दिसंबर 2019 के दौरान आयोजित की गई थी। निदेशक, एनसीपीओआर ने बैठक की अध्यक्षता की। कार्यशाला में पीपुल्स रिपब्लिक ऑफ बांग्लादेश, भूटान साम्राज्य, भारत गणराज्य, नेपाल गणराज्य, म्यांमार गणराज्य, डेमोक्रेटिक सोशलिस्ट रिपब्लिक ऑफ नेपाल और थाईलैंड राज्य से प्रतिनिधिमंडल शामिल हुए। हिमालयन विज्ञान परिषद् के तहत ली जाने वाली वैज्ञानिक गतिविधियों को उजागर करने के लिए, ग्लेशियोलॉजी और हाइड्रोलॉजी, जियोसाइंस एंड हैज़र्ड, ओशनोग्राफी एंड एनवायरनमेंटल स्टडीज़, मौसम विज्ञान और वायुमंडलीय विज्ञान जैसे विभिन्न विषयों पर कई आमंत्रित वार्ताएँ की गईं। कार्यशाला में भारत द्वारा तैयार किए गए BIMSTEC

के तहत हिमालयन विज्ञान परिषद् की स्थापना पर कॉन्सेप्ट पेपर पर भी चर्चा की गई और 23 मार्च 2017 को सचिवालय द्वारा परिचालित किया गया। सभी सदस्य देश हिमालयन विज्ञान परिषद् की स्थापना के लिए सिद्धांत रूप में सहमत हुए।

7.20 प्रशांत द्वीप देशों के साथ सहयोग

फिजी / पापुआ न्यू गिनी में प्रशांत महासागर और समुद्र अनुसंधान के लिए संस्थान की स्थापना भारत प्रशांत द्वीप समूह सहयोग (एफआईपीआईसी) के लिए फोरम का एक हिस्सा है।

नेशनल सेंटर फॉर कोस्टल रिसर्च (NCCR), सेंटर फॉर मरीन लिविंग रिसोर्सेज एंड इकोलॉजी (CMLRE) और पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय भारत सरकार के विषय विशेषज्ञों के साथ एक प्रतिनिधिमंडल ने, आवश्यकताओं, स्थान और उपयुक्त भागीदारों की पहचान, प्रस्तावित देशों में सुविधाओं / बुनियादी ढांचे की स्थापना के लिए विदेश मंत्रालय के आग्रह पर 22 से 26 जुलाई 2019 तक स्कूपिंग मिशन पर फिजी और पापुआ न्यू गिनी (PNG) का दौरा किया। भारतीय प्रतिनिधिमंडल ने समुद्र और तटीय अनुसंधान के विभिन्न पहलुओं पर चर्चा की और फिजी / पापुआ न्यू गिनी में अनुसंधान, संभावित साझेदारों, सुविधाओं की स्थापना / अवसंरचना और जनशक्ति की क्षमता निर्माण के कुछ अंतराल क्षेत्रों की पहचान की जो सभी सदस्य देशों की सेवा करेंगे। प्रशांत / समुद्री संसाधनों और अनुसंधान के स्थायी प्रबंधन के लिए प्रशांत द्वीप देश। स्कूपिंग मिशन ने मंत्रियों और वरिष्ठ सरकारी अधिकारियों के साथ चर्चा, क्षेत्र की यात्रा और बातचीत के आधार पर, सतत तटीय और समुद्र अनुसंधान संस्थान स्थापित करने की सिफारिश की है। प्रस्तावित संस्थान की विस्तृत संगठनात्मक संरचना, सहायता के वित्तीय मॉडल और जनशक्ति अपेक्षाओं का व्योरा विदेश मंत्रालय और उच्च आयोगों के साथ मिलकर फिजी और PNG में तैयार किया जा रहा है।

अध्याय 8 | प्रकाशन, पुरस्कार और सम्मान

	एक्रॉस	ओ-स्मार्ट	पेसर	सेज	कुल
प्रकाशनों की कुल संख्या	258	97	40	34	429
संचयी प्रभाव कारक	702.7	189.1	123.3	107.8	1122.9

एक्रॉस

(IITM+IMD+NCMRWF)

1. आस डब्ल्यू., मोर्टियर ए., बोसोक्स वी., चेरियन आर., फालुवेगी जी., फागर्ली एच., हैंड जे., क्लिमेंट जेड, गैली-लैकॉक्स सी., लेहमन सी.एम.बी, माइहे सीएल, मायहे जी., ओलिवी डी., सतो के., क्रास जे., राव पी.एस.पी., एट.एल, 2019, Global and regional trends of atmospheric sulfur, **साइंटिफिक रिपोर्ट**, 9:953, डीओआई:10. 1038/s41598-018-37304-0, 1-11
2. अभिलाष एस., कृष्णकुमार ई.के., विजय कुमार पी., सहाय ए.के., बी. चक्रपाणि बी., गोपीनाथ जी., 2019, Changing characteristics of droughts over Kerala, India: Inter-annual variability and trend, **एशिया-पेसिफिक जर्नल ऑफ एटमॉस्फेरिक साइंस**, 55, डीओआई:10. 1007/s13143-018-0060-9, 1-17
3. आचार्य आर. चट्टोपाध्याय एस., 2019, OMNI (Ocean Moored buoy Network for northern Indian Ocean Buoy System - A critical component of ocean observational programme of ESSO Earth System Science Organization, Ministry of Earth Sciences, Government of India, **जर्नल ऑफ इंडियन जियोफिजिकल यूनिन**, 23, 1, 101-105.
4. अली के., अचर्जा पी., त्रिवेदी डी.के., कुलकर्णी आर., पिठानी पी., सफई पी.डी., चाटे डी.एम., घुदे एस., जेनामनी आर.के., राजीवन एम., 2019, Characterization and source identification of PM2.5 and its chemical and carbonaceous constituents during Winter Fog Experiment 2015-16 at Indira Gandhi International Airport, Delhi, **साइंस ऑफ द टोटल एनवायरनमेंट**, 662, डीओआई: 10.1016/j.scitotenv.2019.01.285, 687-696
5. अली के., त्रिवेदी डीके, चाटे डी.एम., बेग जी, अचारजा पी., ट्रिम्बेक एचके, 2019, PM2.5, PM10 and surface ozone over Lumbini Protected Zone, Nepal, during monsoon season of 2012, **जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस**, 128:88, डीओआई:10.1007/s12040-019-1118-5, 1-13
6. आनंद वी., कोरहेल एन., राठौड़ ए., बेग जी., 2019, On processes controlling fine particulate matters in four Indian megacities, **एनवायरनमेंटल पॉल्यूशन**, 254:113026, डीओआई:10.1016/j.envpol. 2019.113026, 1-5
7. एंड्रिया आई फ्लॉसमैन., मंटन माइकल, अली अब्शाव, ब्रूटजेस रोलोफ, मुराकामी मस्टक, प्रभाकरन तारा, याओ झान्यू, 2019, Review of Advances in Precipitation Enhancement Research,

- बुलेटिन ऑफ द एमेरिकन मीटियोलॉजिकल सोसाइटी, 100, डीओआई: 10.1175/BAMS-D-18-0160.1, 1465-1480
8. अनिल कुमार वी., पंडितुराई जी., कुलकर्णी जी., हाजरा ए., पाटिल एस.एस., दुधम्बे एस.डी., पाटिल आर.डी., चैन जे.पी., निरंजन के., 2019, Atmospheric ice nuclei concentration measurements over a high altitude-station in the Western Ghats, India, **एट्मॉस्फेरिक रिसर्च**, ऑनलाइन, डीओआई: 10.1016/j.atmosres.2019.104795, 1-12
 9. अरुजो प्रदेरे ई., वेदरहेड ई., डैडेनॉल्ट पी.बी., बिलिट्ज़ा डी., विल्किंसन पी., कोकर सी., अकमाव आर., बेग जी., एट.एल. 2019, Critical Issues in Ionospheric Data Quality and Implications for Scientific Studies, **रेडियो साइंस**, 54, डीओआई:10.1029/2018RS006686, 1-15
 10. अट्टादा आर., दसारी एच.पी., चौधरी जे.एस., यादव आर.के., नियो ओ., होटीट आई., 2019, Surface air temperature variability over the Arabian Peninsula and its links to circulation patterns, **इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ क्लाइमेटोलॉजी**, 39, डीओआई:10.1002/joc.5821, 445-464
 11. अट्टादा आर., पारेख ए., रवि कुमार के., नागराजू सी., चौधरी जे.एस., राव नागार्जुन डी., 2019, Evaluation of Upper Tropospheric Humidity in WRF Model during Indian Summer Monsoon, **एशिया-पैसिफिक जर्नल ऑफ़ एट्मॉस्फेरिक साइंसेज**, 55, डीओआई:10.1007/s13143-018-0090-3, 575-588
 12. अट्टादा आर., यादव आर.के., कुंचला आर.के., दसारी एच.पी., नियो ओ., होटीट आई., 2018, Prominent mode of summer surface air temperature variability and associated circulation anomalies over the Arabian Peninsula, **एट्मॉस्फेरिक साइंस लेटर्स**, 19:श860, डीओआई:10.1002/asl.860, 1-7
 13. बजाज के., थॉमस आर., यादव ए., दाते ए., चक्रवर्ती एस., 2019, Hydrological linkages between different water resources from two contrasting ecosystems of western peninsular India: a stable isotope perspective, **आइसोटोप्स इन एन्वायरन्मेंटल एण्ड हैल्थ स्टडीज़**, ऑनलाइन, डीओआई: 10.1080/10256016.2019.1666121, 1-19
 14. बाल पी.के., मित्रा ए.के., 2019, Summer Monsoon Climate Simulations over BIMSTEC Countries Using Reg CM4 Regional Climate Model, **जर्नल ऑफ़ अर्थ सिस्टम साइंस**, 128:173
 15. बालाकृष्णन के., डे एस., गुप्ता टी., धालीवाल आर.एस., ब्राँयर एम., कोहेन ए.जे., स्टेनवे जे.डी., बेग जी. 2019, India State-Level Disease Burden Initiative Air Pollution Collaborators, Impact of air pollution on deaths, disease burden, and life expectancy across the states of India: ग्लोबल बर्डन ऑफ़ डिजीज स्टडी 2017, **लैंसेट**, 3, डीओआई:10.1016/S2542-5196(18)30261-4, श26-e39
 16. बनर्जी पी., सतीश एस.के., कृष्णामूर्ति के., नंजुंदैया आर.एस., नायर वी.एस., 2019, Long-range transport of mineral dust to the Northeast Indian Ocean: Regional versus remote sources and the implications, **जर्नल ऑफ़ क्लाइमेट**, 32, डीओआई:10.1175/JCLI-D-18-0403.1, 1525 -1549
 17. बार्टन ई.जे., टेलर सी.एम., पार्कर डी.जे., टर्नर ए.जी., बेल्यूजिक डी., बोइंग एस.जे., ब्रुक जे.के., हैरो आर.सी., हैरिस पी.पी., हंट के., जयकुमार ए., मित्रा ए.के., 2019, A case study of land - Atmosphere coupling during monsoon onset in Northern India, **क्वार्टरली जर्नल ऑफ़ द रॉयल मीटियोलॉजिकल सोसायटी**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1002/qj.3538.
 18. बेग जी., श्रीनिवास आर., पारखी एन.एस., कारमाइकल जी.आर., सिंह एस., साहू एस.के.,

- राठौड़ ए., माजी सुजीत, 2019, Anatomy of the winter 2017 air quality emergency in Delhi, साइंस ऑफ द टोटल एनवायरनमेंट, 681, डीओआई:10.1016/j.scitotenv.2019.04.347, 305-311
19. बेरा एस., प्रभा टी. वी., 2019, Parameterization of entrainment rate and mass flux in continental cumulus clouds: Inference from large eddy simulation, जर्नल ऑफ जियोफिजिकल रिसर्च: एटॉमॉस्फियर, ऑनलाइन, डीओआई:10.1029/2019JD031078, 1-13
20. बिककिना एस., एंडरसन ए., किरिलोवा ई. एन., होल्मस्ट्रैंड एच., तिवारी सुरेश, श्रीवास्तव ए.के., बिष्ट डी.एस., गुस्ताफसन ए., 2019, Air quality in megacity Delhi affected by countryside biomass burning, नेचर सस्टेनेबिलिटी, 2, डीओआई:10.1038/s41893-019-0219-0, 200-205
21. बिस्वास एम.एस., घुदे एस.डी., गुरनैल डी., तारा प्रभाकरन, महाजन ए.एस., 2019, Simultaneous observations of nitrogen dioxide, formaldehyde and ozone in the Indo-Gangetic Plain, एयरोसोल एंड एयर क्वालिटी रिसर्च, 19, डीओआई:10.4209/aaqr.2018.12.0484, 1749-1764
22. ब्रूनमॉटी एस., फ्यूजेर एल., जोर्ज टी., पोलेटेरा वाई., ओलेस्नर पी., मीयर एस., डर्कस्कन आर., नजा एम., फडनवीस एस., कार्मचार्य जे., वीनहोल्ड एफ.जी., लुओ बी.पी., वर्नली एच., पीटर टी., 2019, Water vapor in the Asian summer monsoon anticyclone: Comparison of balloon-borne measurements and ECMWF data, जर्नल ऑफ जियोफिजिकल रिसर्च: एटॉमॉस्फियर, 124, जुलाई 2019, डीओआई:10.1029/2018JD030000, 7053-7068
23. ब्रूनमॉटी एस., जोर्ज टी., ओलेस्नर पी., हनुमन्तु एस., सिंह बी.बी., रवि कुमार के., सोनबवने एस., मीयर एस., सिंह दीपक., वीनहोल्ड एफ.जी., लुओ बी.पी., बोएचर, एम. पोलेटेरा वाई., जौहिनेन एच., कायस्थ आर., करमाचार्य जे., डर्कसेन आर., नाज़ा एम., रेक्स एम., फडनवीस एस., पीटर टी., 2018, Balloon-borne measurements of temperature, water vapor, ozone and aerosol backscatter on the southern slopes of the Himalayas during Strato Clim 2016-2017, एटॉमॉस्फेरिक केमिस्ट्री एंड फिज़िक्स, 18, डीओआई:10.5194/acp-18-15937-2018, 15937-19957
24. बुचुंडे पी., सफाई पी.डी., मुखर्जी एस., लीना पी.पी., सिंघ डी., मीना जी.एस., पंडितुरई जी., 2019, Characterisation of particulate matter at a high-altitude site in southwest India: Impact of dust episodes, जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस, 128:237, डीओआई:10.1007/s12040-019-1265-8, 1-18
25. बुशहर एम. टी., प्रशांत कुमार, गरोला आर.एम., 2019, Evaluation and assimilation of various satellite-derived rainfall products over India, इंटरनेशनल जर्नल ऑफ रिमोट सेंसिंग, 40, 14, 5315-5338.
26. चांस आर.जे., टिनल एल., शेरेवेन टी., बेकर ए.आर., बेल टी., ब्रिंडल जे., कैपोस एम.एल.ए.एम, क्रोट पी., डकलो एच., पेंग हे, हॉपकिंस एफ., हुगैकल बी., ह्यूजेस सी., जिकल्स टी.डी., लोएड्स डी., मकाया डी.ए.आर., महाजन ए.एस, मालिन जी., फिलिप्स डी., रॉबर्ट्स आई., रॉय आर., सरकार ए., सिन्हा ए.के., सोंग एक्स., विंकेलबॉयर एच., वुटिंग के., यांग एम., पेंग जेड, बढई डग, 2019, Global sea-surface iodide observations, 1967–2018, साइंटिफिक डेटा, 6:286, डीओआई:10.1038/s41597-019-0288-y, 1-8
27. चट्टोपाध्याय एन., सहाय ए.के., गुहाठाकुरता पी., दत्ता एस., श्रीवास्तव ए.के., अत्री एस.डी., बालासुब्रमण्यम आर., मलाथी के., चंद्रस एस., 2019, Impact of observed climate change on the classification of agroclimatic zones in

- India, **करेंट साइंस**, 117, डीओआई: 10.18520/cs/v117/i3/480-486, 480-486
28. चट्टोपाध्याय आर., जोसेफ एस., अभिलाष एस., मंडल आर., डी. ए., फनी आर., गणेश एस., कौर एम., पट्टनायक डी.आर., सहाय ए.के., 2019, Understanding the intraseasonal variability over Indian region and development of an operational extended range prediction system, **मौसम**, 70, 31-56
29. चट्टोपाध्याय आर., दीक्षित एस.ए., गोस्वामी बी.एन., 2019, Modal Rendition of ENSO Diversity, **साइंटिफिक रिपोर्ट्स**, 9:14014, डीओआई:10.1038/s41598-019-50409-4, 1-11
30. चौधरी बी.ए., साहा सुबोध कुमार, कोंवर एम., सुजीत के., देशमुख ए., 2019, Rapid drying of Northeast India in the last three decades: Climate change or natural variability?, **जर्नल ऑफ जियोफिजिकल रिसर्च**, 124, डीओआई: 10.1029/2018JD029625, 227-237
31. चौधरी जे.एस., हू के, श्रीनिवास जी., कोसाका वाई., वांग एल., कोटेश्वर राव के. 2019, Eurasian jet streams as conduits for East Asian monsoon variability, **करेंट क्लाइमेट चेंज रिपोर्ट्स**, 5, डीओआई: 10.1007/s40641-019-00134-x, 233-244
32. चौधरी जे.एस., पाटेकर डी., श्रीनिवास जी., ज्ञानसेलेन सी., पारेख ए., 2019, Impact of the Indo Western Pacific Ocean Capacitor mode on South Asian summer monsoon rainfall, **क्लाइमेट डायनैमिक्स**, 53, अगस्त 2019, डीओआई:10.1007/s00382-019-04850-w, 2327-2338
33. चौधरी एस., देब बर्मन पी.के., 2019, Representation of the Reynolds stress tensor through quadrant analysis for a near-neutral atmospheric surface layer flow, **एनवायरेन्मेंटल फ्लूइड मैकेनिक्स, ऑनलाइन**, डीओआई के लिए:10.1007/s10652-019-09689-7, 1-25
34. चौधरी सुभारती, मैकनॉटन के.जी., प्रभा टी.वी., 2019, Empirical scaling analysis of heat and momentum cospectra above the surface friction layer in a convective boundary layer, **बाउंडरी लेयर मीटियोरोलॉजी**, 170, डीओआई: 10.1007/s10546-018-0397-8, 257-284
35. चौधरी सुभारती, प्रभा टी.वी., 2019, Evaluation of the dissimilarity in heat and momentum transport through quadrant analysis for an unstable atmospheric surface layer flow, **एनवायरेन्मेंटल फ्लूइड मैकेनिक्स**, 19, डीओआई: 10.1007/s10652-018-9636-2, 513-542
36. कर्तनी जे.बी., लेंगलाडे एस., सैम्पसन सी.आर., कन्नफ जे.ए., बरखाई टी., बरलो एस., कोटल एस.डी., क्रिएट टी.,ली. डब्लू, पास आर., शिमदा यू., 2019, Operational Perspectives on Tropical Cyclone Intensity Change Part-1 Recent Advances in intensity guidance, **ट्रॉपिकल साइक्लोन रिसर्च एंड रिव्यू**, 8, 3, 123-133.
37. दंडापत एस., ज्ञानसेलान सी., पारेख ए., 2019, Impact of excess and deficit river runoff on Bay of Bengal upper ocean characteristics using an ocean general circulation model, **डीप सी रिसर्च पार्ट II, ऑनलाइन**, डीओआई का उपयोग कर 10.1016/j.dsr2.2019.104714, 1-14
38. दर्शन पी., चौधरी जे.एस., ज्ञानसेलेन सी., पारेख ए., श्रीनिवास जी., दिसंबर 2019, Interdecadal modulation of the Indo-western Pacific Ocean Capacitor mode and its influence on Indian summer monsoon rainfall, **क्लाइमेट डायनैमिक्स, ऑनलाइन**, डीओआई: 10.1007/s00382-019-05085-5, 1-17
39. दास ए.के., कुंडू पी.के., भौमिक एस. के.आर., राथे एम., 2019, Performance evaluation of WRF model with different cumulus

- parameterizations in forecasting monsoon depressions, **मौसम**, 70, 3, 501-522.
40. दास एस.के., कोल्टे वाई., मुरली कृष्णा यू.वी., देशपांडे एस.एम., झा ए.के., पंडितुरई जी., 2019, Estimation of layer-averaged rain rate from zenith pointing Ka-band radar measurements using attenuation method, **आई.ई.ई.ई. जर्नल ऑफ सेलेक्टेड टॉपिक्स इन एप्लाइड अर्थ ऑब्जर्वेशंस एंड रिमोट सेंसिंग**, 12, डीओआई:10.1109/JSTARS.2019.2929327, 3178 - 3183
41. दास एस.एस., सुनीत के.वी., रत्नम एम.वी., जिराच आई.ए., दास सुब्रत कुमार, 2019, Upper tropospheric ozone transport from the sub-tropics to tropics over the Indian region during Asian summer monsoon, **क्लाइमेट डायनेमिक्स**, 52, डीओआई: 10.1007/s00382-018-4418-6, 4567-4581
42. दसारी एस., एंडर्सन ए., बीकिना एस., होल्मस्ट्रैंड एच., बुधवंत के., सतेश एस., अस्मी ई., केटी जे., बैकमैन जे., सलाम ए., बिष्ट डी.एस., तिवारी एस., हमीद जेड, गुस्ताफसन ओ. ज., 2019, Photochemical degradation affects the light absorption of water-soluble brown carbon in the South Asian outflow, **साइंस एडवांसेज़**, 5, डीओआई:10.1126/sciadv.aau8066, 1-11
43. डी.एस., सहाय ए.के., 2019, Was the earliest documented account of tornado dynamics published by an Indian scientist in an Indian journal, **वेदर**, 10:1002, डीओआई:10.1002/wea.3485, 1-4
44. देब बर्मन पी.के., सरमा डी., मॉरिसन आर., करिपोट ए., चक्रवर्ती एस., 2019, Seasonal variation of evapotranspiration and its effect on the surface energy budget closure at a tropical forest over north-east India, **जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस**, 128:127, डीओआई: 10.1007/s12040-019-1158-x, 1-21
45. देब बर्मन पी.के., शूरपाली एन.जे., चौधरी एस., करिपोट ए., चक्रवर्ती एस., लिंड एस.ई., मार्टिकेनन पी.जे., चेल्लप्पन एस., अरोला ए., तिवारी वाई.के., मुरुगावेल पी., गुरुनुल डी., टोडेकर के., प्रभा. टी.वी., 2020, Eddy covariance measurements of CO₂ exchange from agro-ecosystems located in subtropical (India) and boreal (Finland) climatic conditions, **जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस**, ऑनलाइन, डीओआई: 10.1007/s12040-019-1305-4, 1-18
46. देब बर्मन पी.के., सरमा डी., चक्रवर्ती एस., करिपोट ए., जैन ए., 2020, The effect of Indian summer monsoon on the seasonal variation of carbon sequestration by a forest ecosystem over North-East India, **एसएन एप्लाइड साइंसेज़**, 2:154, डीओआई:10.1007/s42452-019-1934-x, 1-16
47. देब बर्मन पी.के., शूरपाली एन.जे., चौधरी एस., करिपोट ए., चक्रवर्ती एस., लिंड एस.ई., मार्टिकेनन पी.जे., चेल्लप्पन एस., अरोला ए., तिवारी वाई.के., मुरुगावेल पी., गुरुनुल डी., टोडेकर के., प्रभा. टी.वी., 2020, Eddy covariance measurements of CO₂ exchange from agro-ecosystems located in subtropical (India) and boreal (Finland) climatic conditions, **जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस**, ऑनलाइन, डीओआई: 10.1007/s12040-019-1305-4, 1-18
48. देबनाथ जी.सी., दास जी.के., देवी एस.एस., सिंह सी., 2019, Summer monsoon onset over Andaman & Nicobar Islands Objective criteria for operational forecaster, **मौसम**, 70, 1, 121-132.
49. दीप ए., पांडे सी.पी., नंदन एच., पुरोहित के.डी., सिंह एन., सिंह जे., श्रीवास्तव ए.के., ओझा एन., 2019, Evaluation of ambient air quality in Dehradun city during 2011-2014, **जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस**, 128:96, डीओआई:10.1007/s12040-019-1092-y, 1-14

50. दीपा जे.एस., ज्ञानसेलेन सी., महापात्र एस., चौधरी जे.एस., कर्मकार ए., काकातकर आर., पारेख ए., 2019, Tropical Indian Ocean decadal sea level response to the Pacific Decadal Oscillation forcing, **क्लाइमेट डायनेमिक्स**, 52, डीओआई:10.1007/s00382-018-4431-9, 5045-5058
51. देवारा पीसीएस, विजयकुमार के., सफई पी.डी., 2020, Multi-spectral nephelometer characterization of urban aerosols, **मेज़रमेंट**, 154:107471, डीओआई:10.1016/j.measurement.2020. 107471, 1-8
52. देवारा पी.सी.एस., विजयकुमार के., सोनबवन एस.एम., गाइल्स डी.एम., होलबेन बी.एन., राव एस.वी.बी., जयशंकर सी.के., 2019, Study of aerosols over Indian subcontinent during El Nino and La Nina events: Inferring land-air-sea interaction, **इंटरनेशनल जर्नल ऑफ एनवायरनमेन्टल साइंसेज़ एंड नेचुरल रिसोर्सेज़**, 16:555948, डीओआई: 10.19080/IJESNR. 2019.16.555948
53. देवराज एस., तिवारी एस., रामाराजू एच.के., दुमका यू.सी., सतेश एम., परमिता पी., शिवशंकर जी.पी., 2019, Spatial and temporal variation of atmospheric particulate matter in Bangalore: A technology-intensive region in India, **आर्काइव्स ऑफ एनवायरनमेंटल कंटेमिनेशन एंड टॉक्सिकोलॉजी**, 77, डीओआई:10. 1007/s00244-019-00643-8, 214-222
54. डेविसेट्टी एच.के., झा ए.के., दास एस.के., देशपांडे एस.एम., मुरली कृष्ण यू.वी., प्रसाद एम.के., पंडितुरई जी., 2019, A case study on bright band transition from very light to heavy rain using simultaneous observations of collocated X- and Ka-band radars, **जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस**, 128:136, डीओआई: 10.1007/s12040-019-1171-0, 1-10
55. डे अविजित, चट्टोपाध्याय आर., सहाय ए.के., मंडल आर., जोसेफ एस., फनी आर., अभिलाष एस., 2019, Operational tracking method for the MJO using Extended Empirical Orthogonal Functions, **प्योर एंड एप्लाइड जियोफिज़िक्स**, 176, डीओआई:10.1007/s00024-018-2066-8, 2697-2717
56. धनगर एन., व्यास एस.एस., गुहाठाकुरता पी., मुकीम एस., बालासुब्रमण्यम आर., चट्टोपाध्याय एन., 2019, Drought monitoring over India using multi-scalar standardized precipitation evapotranspiration index, **मौसम**, 70, 4, 833-840.
57. धार आर.बी., चक्रवर्ती एस., चट्टोपाध्याय आर., सिकंदर पी.के., 2019, Impact of land-use/land-cover change on land surface temperature using satellite data: A case study of Rajarhat Block, North 24-Parganas District, West Bengal, **इंडियन सोसाइटी ऑफ रिमोट सेंसिंग**, 47, डीओआई: 10.1007/s12524-019-00939-1, 331-348
58. डिकैपुआ जी., क्रेट्स्चमर एम., रनगे जे., एलेसेट्टी ए., डोनर आर.वी., वैन डेन हर्क बी., वेल्लोर आर.के., कृष्णन आर., कौमो डी., 2019, Long-lead statistical forecasts of the Indian summer monsoon rainfall based on causal precursors, **वेदर एंड फोरकास्टिंग**, 34, डीओआई: 10.11.75/WAF-D-19-0002. s1, 1377-1394
59. दुमका यू.सी., कासकौटिस महानिदेशक, देवारा पी.सी.एस., कुमार आर., कुमार एस., तिवारी एस., गेरासोपोलोस ई., मिहलोपोलोस एन., 2019, Year-long variability of the fossil fuel and wood burning black carbon components at a rural site in southern Delhi outskirts, **एटमॉस्फेरिक रिसर्च**, 216, डीओआई:10.1016/j.atmosres.2018.09. 016, 11-25
60. दत्ता डी., राउत्रे ए., प्रवीण कुमार डी., जॉर्ज जे. पी., 2019, Regional data assimilation with the NCMRWF Unified Model (NCUM): Impact of doppler weather radar radial wind,

- जर्नल ऑफ एटमॉस्फेरिक रिसर्च, 176, डीओआई:10.1007/s00024-019-021597, 4575-4597.
61. दत्ता एस., संधू जी., नखेंडकर एस जी, देवी सुनीता, 2018, Environmental energetics aspects of anomalous cyclogenesis over Indian Ocean during 2013, **जर्नल ऑफ एटमॉस्फेरिक साइंस रिसर्च**, 1, डीओआई:10.30564/jasr.v1i1.267, 27-35
 62. दत्ता एस., संधू जी., नखेंडकर एस जी, देवी सुनीता, 2019, Climatology of energetics of cyclones over Indian seas, **जर्नल ऑफ एटमॉस्फेरिक साइंस रिसर्च**, 2, डीओआई: 10.30564/jasr.v2i1.266, 1-9
 63. फडणवीस एस., मुलर आर., कलिता जी., रोलिसन एम., रैप ए., ली जेएल.एफ., गैसपणी बी., लाकोसो ए., 2019, Impact of recent changes in Asian anthropogenic emissions of SO₂ on sulfate loading in the upper troposphere and lower stratosphere and the associated radiative changes, **एटमॉस्फेरिक केमिस्ट्री एंड फिज़िक्स**, 19, डीओआई:10.5194/acp-19-9989-2019, 9989-10008
 64. फडणवीस एस., साबिन टी.पी., रॉय सी., रोवलिनसन एम., रैप ए., वर्नियर जे.पी., सियोरिस सी.ई., 2019, Elevated aerosol layer over South Asia worsens the Indian droughts, **साइंटिफिक रिपोर्ट्स**, 9:10268, डीओआई: 10.1038/s41598-019-46704-9, 1-11
 65. फ्लेचर जे., पार्कर डी.जे., टर्नर ए.जी., मेनन ए., मार्टिन जी.एम., बर्च सी.ई., मित्रा ए.के., मृदुला जी., हंट के.एम., टेलर सी.एम., हौज़े आर.ए., ब्रोडज़िक एस.आर., भट जी.एस., 2019, The dynamic and thermodynamic structure of the monsoon over southern India: new observations from the INCOMPASS IOP, **क्वार्टरली जर्नल ऑफ द रॉयल मीटियोरोलॉजिकल सोसाइटी**, डीओआई:10. 1002/qj.3439.
 66. गाडगिल एस., राजेंद्रन के., पै डी. एस., 2019, A new rain-based index for the Indian summer monsoon rainfall, **मौसम**, 70, 3, 485-500.
 67. गणाई एम., मुखोपाध्याय पी., फणी मुरली कृष्णा आर., एस.एस., हाल्दर एम., 2019, Revised cloud and convective parameterization in CFSv2 improve the underlying processes for northward propagation of Intraseasonal oscillations as proposed by the observation-based study, **क्लाइमेट डायनमिक्स**, 53, डीओआई:10.1007/s00382-019-04657-9, 2793-2805
 68. गनाई, एम., कृष्णा आर.पी.एम., तिकी, एस., मुखोपाध्याय, पी., महाकुर, एम., और हान, जे.वाई., 2019, Impact of modified fractional cloud condensate to precipitation conversion parameter in revised simplified Arakawa Schubert convection parameterization scheme on the simulation of Indian summer Monsoon and its forecast application on an extreme rainfall event over Mumbai, **जर्नल ऑफ जियोफिजिकल रिसर्च**, 10.1029, डीओआई: 10. 1029/2019JD030278
 69. गणेश एस.एस., अभिलाष एस., सहाय ए.के., जोसेफ एस., चट्टोपाध्याय आर., मंडल आर., डे ए., फनी आर., 2019, Genesis and track prediction of pre monsoon cyclonic storms over North Indian Ocean in a multi model ensemble framework, **नेचुरल हैज़र्ड्स**, 95, डीओआई:10.1007/s11069-018-3522-6, 823-843
 70. गंगोपाध्याय ए., कानसे आर., मोहन जी., हलधर एम., देशपांडे एम., मुखोपाध्याय पी., श्रीनिवासन जे., 2019, Use of a weather forecast model to identify suitable sites for new wind power plants in Karnataka, **करेंट साइंस**, 117,

- डीओआई:10.18520/cs/v117/i8/1345-1347, 1347-1353
71. गाओ एम., बेग जी., सोंग एस., झांग एच., हू जे., यिंग क्यू., लिआंग एफ., लियू वाई., वांग एच., लू एक्स., झू टी., कार्मिकेल जीआर, नीलसन सीपी, मॅकलरॉय एम.बी., 2018, Impact of power generation emissions on ambient PM2.5 pollution and human health in China and India, **एनवायरनमेंट इंटरनेशनल**, 121, डीओआई: 10.1016/j. envint.2018.09.015, 250-259
72. गरग आर., चक्रवर्ती एस., झांग एच., गोखले एस., जू क्यू., कोटा एसएच, 2019, Influence of anthropogenic emissions on wet deposition of pollutants and rainwater acidity in Guwahati, a UNESCO heritage city in Northeast India, **एटमॉस्फेरिक रिसर्च. ऑनलाइन**, डीओआई:10.1016/j.atmosres. 2019.104683, 1-9
73. गावाने आर.डी., राव पी.एस.पी. , बुधवंत के., मेश्राम डी.सी., सफाई पी.डी., 2019, Anthropogenic fine aerosols dominate over the Pune region, Southwest India, **मीटियोरोलॉजी एंड एटमॉस्फेरिक फिज़िक्स**, 131, डीओआई पर हावी हैं: 10.1007/s00703-018-0653-y, 1497–1508
74. घाणेकर एस.पी., बंसोड़ एस.डी., नखेंडकर एस जी, कुलकर्णी अश्विनी, 2019, Variability of Indian summer monsoon onset over Kerala during 1971-2018, **थ्योरेटिकल एंड एप्लाइड क्लाइमेटोलॉजी**, 138, डीओआई: 10.1007/s00704-019-02853-5, 729-742
75. घोड़पेज आर.एन., तोरी ए., गुरव ओ.बी., पाटिल पी.टी., गुरूबरण एस., सिंघाड., नानीवाडेकर जी.पी., 2019, Observation of mesospheric wave using collocated OH airglow temperature and radar wind measurements over Indian low latitude, **एड्वांसेज़ इन स्पेस रिसर्च**, 64, डीओआई:10. 1016/j.asr.2019.04.029, 1865-1875
76. घोष एस., भटला आर., मॉल आर.के., श्रीवास्तव पी.के., सहाय ए.के., 2019, Aspect of ECMWF downscaled Regional Climate Modeling in simulating Indian summer monsoon rainfall and dependencies on lateral boundary conditions, **थ्योरेटिकल एंड एप्लाइड क्लाइमेटोलॉजी**, 135, डीओआई:10. 1007/s00704-018-2432-6, 1559-1581
77. जियोर्जिया डि कैपुआ जी.डी., क्रेट्सचमर एम., डोनर आर.वी., हर्क बी.वी.एन., वेल्लोर आर., कृष्णन आर., कूपम डी., 2019, Tropical and mid-latitude teleconnections interacting with the Indian summer monsoon rainfall: A Theory-Guided Causal Effect Network approach, **अर्थ सिस्टम डायनेमिक्स डिस्काशनस, ऑनलाइन**, डीओआई:10.5194/esd-2019-11
78. ज्ञानमूर्ति पी., सेल्वम वी., रामसुब्रमण्यम आर., चक्रवर्ती एस., प्रमित डी., करिपोट ए., 2019, Soil organic carbon stock in natural and restored mangrove forests in Pichavaram south-east coast of India, **इंडियन जर्नल ऑफ़ जियो-मरीन साइंस**, 48, 801-808
79. ज्ञानमूर्ति पी., सेल्वम वी., रामसुब्रमण्यम आर., नागराजन आर., चक्रवर्ती एस., देब बर्मन पीके, करिपोट ए., 2019, Diurnal and seasonal patterns of soil CO₂ efflux from the Pichavaram mangroves, India, **एनवायरनमेंटल मॉनिटरिंग एंड एसेसमेंट**, 191: 258, डीओआई:10.1007/s10661-019-7407-2, 1-12
80. ज्ञानसिलान सी., चौधरी जे.एस., 2019, The Indo-Western Pacific climate variability and the impacts on Indian summer monsoon: Two decades of advancement in India, **मौसम**, 70, 731-752
81. गोवर्धन जी., सतेश एस.के., कृष्णा मूरति के., नंजुंदैया आर., 2019, Simulations of black carbon over the Indian region: improvements and implications of diurnality in

- emissions, **एट्मॉस्फेरिक केमिस्ट्री एंड फिज़िक्स**, 19, डीओआई:10.5194/acp-19-8229-2019, 8229-8241
82. हकीम जेडक्यू, आर्चर-निकोल्स एस., बेग जी., फोल्बर्थ जी.ए., सूदो के., अब्राहम एन.एल., घुदे एस., हेन्ज डी., 2019, Evaluation of tropospheric ozone and ozone precursors in simulations from the HTAPII and CCM1 model intercomparisons – a focus on the Indian Subcontinent, **एट्मॉस्फेरिक केमिस्ट्री एंड फिज़िक्स**, 19, डीओआई:0.5194/acp-19-6437-2019, 6437-6458
83. हाजरा ए., चौधरी एच.एस., साहा एस.के., पोखरेल एस., दत्ता यू., गोस्वामी बी.एन., 2019, Role of cloud microphysics in improved simulation of the Asian monsoon quasi-biweekly mode (QBM), **क्लाइमेट डायनामेटिक्स**, ऑनलाइन, डीओआई: 10.1007/s00382-019-05015-5, 1-16
84. हेमीज़ जे.सी., मासूमोटो वाई., बील एल.एम., रॉक्सी एम.के., वायलार्ड जे. और सह-लेखक, 2019, Sustained ocean observing system in the Indian Ocean for climate related scientific knowledge and societal needs, **फ्रंटियर्स इन मरीन साइंस**, 6:355, डीओआई:10.3389/fmars.2019.00355, 1-21
85. जैन शिप्रा, जैन ए.आर., मंडल टी.के., 2019, Appearance of the persistently low tropopause temperature and ozone over the Bay of Bengal region, **मीटियोरोलॉजी एंड एट्मॉस्फेरिक फिज़िक्स**, 131, 1, 81-88.
86. जयकुमार ए., सेथुनाद जे., फ्रांसिस टी., मोहनदास एस., राजगोपाल ई.एन., 2019, Impact of Cartosat-1 orography in 330 m Unified Model forecast, **करेंट साइंस**, 116, 5, 816-822.
87. जॉनी सी. जे., सिंह एस. के., प्रसाद वी.एस., 2019, Validation and impact of SCATSAT-1 Scattrometer winds, **प्योर एंड एप्लाइड जियोफिज़िक्स**, डीओआई:10.1007/s00024-019-02096-5.
88. जोसेफ जे., घोष एस., पथका ए., सहाय ए.के., 2018, Hydrologic impacts of climate change: Comparisons between hydrological parameter uncertainty and climate model uncertainty, **जर्नल ऑफ हाइड्रोलॉजी**, 566, डीओआई:10.1016/j.jhydrol.2018.08.080, 1-22
89. जोशी मयंक, राजप्पन एस., राजन पी.पी., मथाई जे., संकेत जी., नंदकुमार वी., अनिल कुमार वी., 2018, Weathering controlled landslide in deccan traps: Insight from Mahabaleshwar, Maharashtra, **जर्नल ऑफ द जियोलॉजिकल सोसायटी ऑफ इंडिया**, 92, डीओआई:10.1007/s12594-018-1067-7, 555-561
90. ज्योति जे., स्वप्ना पी., कृष्णन आर., नायडू सी.वी., 2019, Pacific modulation of accelerated south Indian Ocean sea level rise during the early 21st Century, **क्लाइमेट डायनेमिक्स**, 53, डीओआई:10.1007/s00382-019-04795-0, 4413-4432
91. काकाटकर आर., ज्ञानसिलान सी., चौधरी जे.एस., पारेख ए., दीपा जे.एस., 2018, Indian summer monsoon rainfall variability during 2014 and 2015 and associated Indo-Pacific upper ocean temperature patterns, **थ्योरेटिकल एंड एप्लाइड क्लाइमेटोलॉजी**, 131, डीओआई: 10.1007/s00704-017-2046-4, 1235-1247
92. कलापुरेड्डी एम.सी.आर., देशपांडे एस., आनंद ए., दास एस.के., चक्रवर्ती के., सोनबावने एस.एम., महेश कुमार आर.एस., दानी के.के., राज पी.ई., 2018, Investigation of tropical Indian precipitating cloud systems using a Mobile X-band Scanning Polarimetric Radar: Initial Results, **जर्नल ऑफ न्यूट्रल एट्मॉस्फियर**, 1, 59-81

93. कार एस. सी., 2019, On the reliability of medium-range probabilistic rainfall predictions over river basins in India, **मौसम**, 70, 2, 215-232
94. कर्मकार एन., चक्रवर्ती ए., नंजुंदैया आर.एस., 2019, Influence of global sea surface temperature on ultra-low frequency variability in the Indian summer monsoon rainfall, **क्वार्टर्ली जर्नल ऑफ रॉयल मीटियोरोलॉजिकल सोसाइटी**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1002/qj.3715, 1-15
95. केडिया एस., दास सुब्रत कुमार, इस्लाम एस., हाजरा ए., कुमार नवीन, 2019, Aerosols impact on the convective and non-convective rain distribution over the Indian region: Results from WRF-Chem simulation, **एट्मॉस्फेरिक एनवायरनेमेंट**, 202, डीओआई से परिणाम:10.1016/j.atmosenv.2019.01.020, 64-74
96. किम आई, प्रभु ए., ओह जे., कृपलानी आर.एच., 2019, Combined impact of Greenland sea ice, Eurasian snow, and El Niño-Southern Oscillation on Indian and Korean summer monsoons, **इंटरनेशनल जर्नल ऑफ क्लाइमेटोलॉजी**, ऑनलाइन, 1-21
97. किमोथी एस., कुमार ए., थपलियाल ए., ओझा एन., सोनी वी.के., सिंह नरेंद्र, 2019, Climate predictability in the Himalayan foothills using fractals, **मौसम**, 70, 2, 357-362.
98. किशोर एन., श्रीवास्तव ए.के., नंदन एच., पांडे सी.पी., अग्रवाल एस., सिंह एन., सोनी वी.के., बिष्ट डी.एस., 2019, Tiwari Suresh, Srivastava M. K, Long-term (2005–2012) measurements of near-surface air pollutants at an urban location in the Indo-Gangetic Basin, **जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस**, 128, डीओआई:10.1007/s12040-019-1070-4, 55:1-13
99. कोल्हे ए.आर., एहेर जी.आर., रालेगांकर एस.डी., सफाई पी.डी., 2018, Investigation of aerosol black carbon over semi-urban and urban locations in south-western India, **एट्मॉस्फेरिक पॉल्यूशन रिसर्च**, 9, डीओआई: 10.1016/j.apr.2018.04.010, 1111-1130
100. कोल्हे ए.आर., रालेगांकर एस.डी., सफाई पी.डी., एहेर जी.आर., 2019, Absorption properties of black carbon aerosols over environmentally distinct locations in south-western India: Temporal, spectral characterization and source apportionment, **जर्नल ऑफ एट्मॉस्फेरिक एंड सोलर टेरैस्ट्रियल फिज़िक्स**, 189, डीओआई:10.1016/j.jastp.2019.03.010, 1-17
101. कृष्णा के.आर., बेग जी., 2018, Influence of Meteorology on Particulate Matter (PM) and Vice-Versa over Two Indian Metropolitan Cities, **ओपन जर्नल ऑफ एयर पॉल्यूशन**, 7, डीओआई:10.4236/ojap.2018.73012, 244-262
102. कृष्णा आर.के., घुड एस., कुमार राजेश, बेग जी., कुलकर्णी रचना, निवडंगे एस., चेटे डी., 2019, Surface PM2.5 estimate using satellite-derived Aerosol Optical Depth over India, **एयरोज़ॉल एंड एयर क्वालिटी रिसर्च**, 19, डीओआई: 10.4209/aaqr.2017.12.0568, 25-37
103. कृष्णा आर.पी.एम., राव एस.ए., श्रीवास्तव ए., कोट्टू एच.पी., प्रधान एम., पिळ्ळई पी., दांडी आर.ए., सबेरेली सी.टी., 2019, Impact of convective parameterization on the seasonal prediction skill of Indian summer monsoon, **क्लाइमेट डायनेमिक्स**, 53, डीओआई:10.1007/s00382-019-04921-y, 6227-6243
104. कृष्णन आर., साबिन टी.पी., मधुरा आर.के., वेल्लोर आर.के., मुजुमदार एम., संजय जे., नायक एस., राजीवन एम., 2019, Non-monsoonal precipitation response over the Western Himalayas to climate change, **क्लाइमेट**

- डायनेमिक्स, 52, डीओआई: 10.1007/s00382-018-4357-2,4091-4109
105. कुलकर्णी जे.आर., मोरवाल एस.बी., देशपांडे एन.आर., 2019, Rainfall enhancement in Karnataka state cloud seeding program Varshadhare 2017, *एट्मॉस्फेरिक रिसर्च*, 219, डीओआई:10.1016/j.atmosres.2018.12.020, 65-76
106. कुलकर्णी आर., जेनामनी आर.के., पिथानी पी., कोंवर एम., निगम एन., घुदे एस.डी., 2019, Loss to Aviation Economy Due to Winter Fog in New Delhi during the Winter of 2011-2016, *एट्मॉस्फेरिक*, 10:198, डीओआई: 10.3390/atmos10040198, 1-10
107. कुमार अमित, सिंह वीरेंद्र, मुखर्जी सुनील, सिंह रणधीर, 2019, Quality assessment of Outgoing Longwave Radiation (OLR derived from INSAT-3D Imager Impact of GSICS correction, *मौसम*, 70, 2, 309-320.0.278
108. कुमार बिपिन, भौमिक मौमिता, नंजुंदैया आर.एस., 2018, Clouds, micro-physical processes and small-scale simulations, *करंट साइंस*, 115, 1636-1637
109. कुमार बिपिन, गोदृज़फ्रीड पी., सुरेश एन., शूमाकर जे., शाँ आर.ए., 2018, Scale dependence of cloud microphysical response to turbulent entrainment and mixing, *जर्नल ऑफ़ एडवांसेज़ इन मॉडलिंग अर्थ सिस्टम्स*, 10, डीओआई: 10.1029/2018MS001487, 2777-2785
110. कुमार दक्ष, कुमारी वर्षा, कुमारी अंजनी, मयूर मोहित, सिंह हरेंद्र प्रसाद, महापात्र एस., 2018, Drought risk assessment in Vidarbha region of Maharashtra, India, using standardized precipitation index, *इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ इनोवेटिव नॉलेज कॉन्सेप्ट्स*, 6, डीओआई:11.25835/IJIK-277, 13-23
111. कुमार एस., श्रीवास्तव एके, पाठक वी., बिष्ट डीएस, तिवारी एस., 2019, Surface solar radiation and its association with aerosol characteristics at an urban station in the Indo-Gangetic Basin: Implication to radiative effect, *जर्नल ऑफ़ एट्मॉस्फेरिक एंड सोलर टेरैस्ट्रियल फिज़िक्स*, 193: 105061, डीओआई: 10.1016/j.jastp.2019.105061, 1-9
112. कुमारी आर., मयूर एम., महापात्रा एस., परी पीके, सिंह एच.पी., 2019, Estimation of Rainfall-Runoff Relationship And Correlation of Runoff with Infiltration Capacity and Temperature over East Singhbhum District of Jharkhand, *इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ इंजीनियरिंग एंड एडवांस्ड टेक्नोलॉजी*, 9, डीओआई: 10.35940/ijrte.B3216.129219, 461-466
113. लीना पी.पी., पंडितुरै जी., गायत्री के., मुरुगवेल पी., रुचिथ आर.डी., सखाराम एस., दानी के.के., पाटिल सी., धर्मराज टी., पाटिल एम.एन., थारा प्रभाकरण, 2019, Analysing the characteristic features of a pre-monsoon thunderstorm event over Pune, India, using ground-based observations and WRF model, *जर्नल ऑफ़ अर्थ सिस्टम साइंस*, 128:108, डीओआई: 10.1007/s12040-019-1136-3, 1-15
114. लिमये वी.एस., नोवल्सन के., सरकार एस., गांगुली पी.एस., पिंगल एस., दत्ता पी., सतीश एल.एम., तिवारी ए., सोलंकी बी., शाह सी., रावल जी., कक्कड़ के., बेग जी., पाखी एन., जायसवाल ए., मावलंकर डी. 2018, Development of Ahmedabad's air information and response (AIR plan to protect public health, *इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ एन्वायर्नमेंटल रिसर्च एंड पब्लिक हेल्थ*, 15, 1460, डीओआई:10.3390/ijerph15071460, 1-28
115. महाजन ए.एस., टिनल एल., हुल्सवर एस., कुएवास सी.ए., वांग एस., घुदे एस., नाइक आर.के., मिश्रा आर.के., साबू पी., सरकार ए., अनिल कुमार एन., लोपा ए.एस., 2019, Observations of iodine oxide in the Indian Ocean marine boundary layer: A transect from the

- tropics to the high latitudes, **एटमॉस्फेरिक एनवायरेनमेंट: द**, 1, डीओआई:10.1016/j.aeaoa.2019.100016, 1-10
116. महाजन ए.एस., टिनल एल., सरकार ए., चांस आर., बढई एल.जे., हुलवर एस., माली पी., प्रकाश एस., विनयचंद्रन पी.एन., 2019, Understanding Iodine Chemistry over the Northern and Equatorial Indian Ocean, **जर्नल ऑफ जियोफिजिकल रिसर्च : एटमॉस्फेरिक्स**, 124, डीओआई: 10.1029/2018JD029063, 8104-8118
117. मंडल आर., जोसेफ एस., सहाय ए.के., फनी आर., डी. ए., चट्टोपाध्याय आर., पट्टनायक डी.आर., 2019, Real time extended range prediction of heat waves over India, **साइंटिफिक रिपोर्ट्स**, 9, डीओआई: 10.1038/s41598-019-45430-6, 1-11
118. मार्टिन जी.एम., ब्रूक्स एम.ई., जॉनसन बी., मिल्टन एस.एफ., वेबस्टर एस., जयकुमार ए., मित्रा ए.के., राजन डी., हंट के.एम.आर., 2019, Forecasting the monsoon on daily to seasonal timescales in support of a field campaign, **क्वार्टर्ली जर्नल ऑफ द रॉयल मीटियोलॉजिकल सोसाइटी**, डीओआई:10.1002/qj.3620.
119. मैथ्यू एस., नत्सन यू., लता जी., वेंकटेशन आर., राव आर.आर., रविचंद्रन एम., 2018, Observed warming of sea surface temperature in response to tropical cyclone Thane in the Bay of Bengal, **करेंट साइंस**, 114, डीओआई: 10.18520/cs/v114/i07/1407-1413, 1407-1413
120. मयूर एम., कुमारी ए., महापात्रा एस., पन्ही पी.के., सिंह एच.पी., 2018, Comparison of four precipitation based drought indices in Marathwada region of Maharashtra India, **इंटरनेशनल जर्नल ऑफ एडवांस एंड इनोवेटिव रिसर्च**, 5, डीओआई:10.13140/RG.2.2.15707.41768, 60-70
121. मित्तल आर., तिवारी एम., राधाकृष्णन सी., रे. पी., सिंह टी., निकर्सन ए.के., 2019, Response of tropical cyclone Phailin (2013) in the Bay of Bengal to climate perturbations, **क्लाइमेट डायनेमिक्स**, डीओआई:10.1007/s00382-019-04761-w.
122. मोहंती यू.सी., सिन्हा पी., मोहंती एम. आर., मौर्य आर.के., नागेश्वर राव एम.एम., पट्टनायक डी. आर., 2019, A review on the monthly and seasonal forecast of the Indian summer monsoon, **मौसम**, 70, 3, 425-442.
123. महापात्रा एम., 2019, Cyclone warning systems in India A review, **मौसम**, 70, 4, 635-666.0.278
124. मोमिन आई. एम., मित्रा ए.के., वाटर्स जे., मार्टिन एम. जे., राजगोपाल ई. एन., 2019, Impact of Altika Sea level anomaly data on a variational assimilation system, **जर्नल ऑफ कोस्टल रिसर्च**, डीओआई पर:10.2112/S189-0xx.1.
125. मोरवाल एस.बी., पद्मकुमारी बी., नखेंडकर एस.जी., रेड्डी वाई.के., महेश कुमार आर.एस., पंडितुराई जी., कुलकर्णी जे.आर., 2019, Statistical characteristics of the cloud cells in the categories of pre-convective, convective-initiation and convective-enhancement in the contrasting monsoon seasons over the rain-shadow region of peninsular India, **क्लाइमेट डायनेमिक्स**, 53, डीओआई:10.1007/s00382-019-04857-3, 2355-
126. मौनेश, पाटिल सी. एस., 2019, Hypsometric analysis of the Ghataparabha Sub Basin of Krishna River Basin, Karnataka, India, **इंटरनेशनल जर्नल फॉर रिसर्च इन एप्लाइड साइंस एंड इंजीनियरिंग टैक्नोलॉजी**, 7, वी, 2288-2293.
127. मुखर्जी एस., हज़रा ए., कुमार, कीरेट कुमार, नंदी एस.के., ध्यानी पी.पी., 2019, Simulated projection of ISMR over Indian Himalayan region: assessment from CSIRO-CORDEX South Asia experiments, **मीटियोलॉजी एंड**

- एटमॉस्फेरिक फिज़िक्स, 131, डीओआई: 10.1007/s00703-017-0547-4, 63-79
128. मुखोपाध्याय पी., प्रसाद वी.एस., कृष्णा आर.पी.एम, देशपांडे एम., गनई एम., तिर्की एस., सरकार एस., गोस्वामी टी., जॉनी सी.जे., रॉय के., महाकुर एम., दुरई वी.आर., एम राजीवन, 2019, Performance of a very high-resolution global forecast system model (GFS T1534) at 12.5 km over the Indian region during the 2016–2017 monsoon seasons, **जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस**, 128, डीओआई:10.1007/s12040-019-1186-6, 1-18
129. मंक्सगार्ड एन.सी., कुरिता एन., सैंशेज़-मुरिलो आर., अहमद एन., एरागॉस एल., बालाशू डी.एल., बर्ड एम.आई., चक्रवर्ती एस., एट एल., 2019, Data Descriptor: Daily observations of stable isotope ratios of rainfall in the tropics, **साइंटिफिक रिपोर्ट**, 9:14419, डीओआई: 10.1038/s41598-019-50973-9, 1-7
130. मुरली कृष्ण यू.वी., दास एस.के., उमा के.एन., पंडिथुरई जी., 2019, Retrieval of convective available potential energy from INSAT-3D measurements: comparison with radiosonde data and its spatial-temporal variations, **एटमॉस्फेरिक मेज़रमेंट टेक्निक्स**, 12, डीओआई: 10.5194/amt-2018-203, 777-790
131. मूर्ति बी.एस, लता आर., तिवारी ए., राठौड़ ए., सिंह एस., बेग जी., 2019, इम्पैक्ट ऑफ मिक्सिंग लेयर हाइट ऑन एयर क्वालिटी इन विंटर, **जर्नल ऑफ एटमॉस्फेरिक एंड सोलर टेरैस्ट्रियल फिज़िक्स**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1016/j.jastp.2019.105157, 1-10
132. नाडी डी.पी., पोटदार एस.एस., पवार आर.पी., माने एस.टी., चंद्र एस., तोरी ए., सिंह डी., 2019, Total column ozone, precipitable water content and aerosol optical thickness over Atigre village, a tropical station: First observations, **एमएपीएन- जर्नल ऑफ**
- मीटियोरोलॉजी सोसायटी ऑफ इंडिया, ऑनलाइन, डीओआई:10.1007/s12647-019-00314-y
133. नागेश्वरराव एम.एम., सिन्हा पी., मोहंती यू.सी., मिश्रा एस., 2019, Occurrence of more heat waves over the central east coast of India in the recent warming era, **प्योर एंड एप्लाइड जियोफिज़िक्स**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1007/s00024-019-02304-2, 1-13
134. नागेश्वरराव एम.एम., सिन्हा पी., मोहंती यू.सी., पांडा आर.के., डैश जी.पी., 2019, Evaluation of district level Rainfall characteristics over Odisha using High-resolution gridded dataset (1901–2013), **एस.एन. एप्लाइड साइंसेज़**, 1:1211, डीओआई:10.1007/s42452-019-1234-5
135. नलिनी के., सिजिकुमार एस., वलसला वी., तिवारी वार्ड.के., रामचंद्रन आर., 2019, Designing surface CO₂ monitoring network to constrain the Indian land fluxes, **एटमॉस्फेरिक एनवायरेनमेंट**, 218:117003, डीओआई: 10.1016/j.atmosenv.2019.117003, 1-11
136. नंदनकर पी.के., 2019, Air quantity impact assessment due to Koradi thermal power plant, **मौसम**, 70, 1, 171-174.
137. नंदागी एस.एस., अमन के. 2018, Precipitation concentration changes over India during 1951-2015, **साइंटिफिक रिसर्च एंड एस्सेज़**, 13, डीओआई: 10.5897/SRE2017.6540, 14-26
138. नंदागी एस.एस., बर्मन के. 2018, Analysis of trends and variability in rainfall over West Bengal, **इंटरनेशनल जर्नल ऑफ करेंट एडवांस्ड रिसर्च**, 7, डीओआई:10.24327/ijcar.2018.14229.2570, 14223-14229
139. नंदागी एस.एस., गुप्ता वी.के., 2018, Spatial and temporal distribution of rainfall and rainy days over the Goa State, **जर्नल ऑफ एनर्जी रिसोर्सेज़ एंड कंवर्जन्स**, 1, 1-17

140. नील आर., रॉबिंस जे., डेंकर्स आर., मित्रा आशीस के., जयकुमार ए., राजगोपाल ई. एन., एडम्सन जी., 2019, Deriving optimal weather pattern definitions of the representation of precipitation variability over India, *इंटरनेशनल जर्नल ऑफ क्लाइमेटोलॉजी*, डीओआई: 10.1002/joc.6215.
141. निकुम्भ ए., पद्मकुमारी बी., सुनील स्नेहा, 2019, Cloud fraction retrieval and its variability during daytime from ground-based sky imagery over a tropical station in India, *जर्नल ऑफ एट्मॉस्फेरिक एंड सोलर टेरैस्ट्रियल फिज़िक्स*, 190, डीओआई: 10.1016/j.jastp.2019.05.002, 74–83
142. औलकर एस., सिंहिंग डी., साहा यू., कामरा ए.के., 2019, Distribution of lightning in relation to topography and vegetation cover over the dry and moist regions in the Himalayas, *जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस*, 128:180, डीओआई:10.1007/s12040-019-1203-9, 1-17
143. पाल्वे एस.एन., नेमेड पी.डी., घुदे एस.डी., 2018, MOPITT carbon monoxide its source distributions, interannual variability and transport pathways over India during 2005-2015, *इंटरनेशनल जर्नल ऑफ रिमोट सेंसिंग*, 39, डीओआई:10.1080/01431161.2018.1452076, 5952-5964
144. पनिकर ए.एस., संदीप के., गौतम ए.एस., गांधी एन., बेग जी., नैनवाल एच.सी., राव पी.एस.पी., सफाई पी.डी., दास एस., वाघमारे वी., 2019, Chemical composition and isotopic signatures of ice and snow over a Himalayan Glacier (Satopanth) in India, *एस.एन. एप्लाइड साइंसेज*, 1:1166, डीओआई: 10.1007/s42452-019-0966-6, 1-7
145. पणिकर ए.एस., संदीप के., नेगी आर.एस., गौतम ए.एस., भिष्ट डी.एस., बेग जी., मूर्ति बी.एस., लता आर., सिंह एस., दास एस., 2019, Estimates of carbonaceous aerosol radiative forcing over a semiurban environment in Garhwal Himalayas, *प्योर एंड एप्लाइड जियोफिज़िक्स*, 176, नवंबर 2019, डीओआई:10.1007/s00024-019-02248-7, 5069-5078
146. परडे ए.एन., घुदे एस.डी. पीठानी, पी धनकर, एन.जी., निवडांगे एस., कृष्णा जी., लाल डी.एम., जेनामनी आर., सिंह पी., जेना सी करुमरु आर, सेफई पी.डी., चाटे डी.एम., 2019, Estimation of surface particulate matter (PM 2.5 and PM 10) mass concentrations from ceilometer backscattered profiles, *एयरोसोल एंड एयर क्वालिटी रिसर्च*, ऑनलाइन, डीओआई:10. 4209/aaqr.2019.08.0371, 1-10
147. पाटाडे एस., कुलकर्णी जी., पाटाडे एस., देशमुख ए., डंगट पी., अक्सिसा डी., फैन जे., प्रदीप कुमार पी., प्रभा टी.वी., 2019, Role of liquid phase in the development of ice phase in monsoon clouds: Aircraft observations and numerical simulations, *एट्मॉस्फेरिक रिसर्च*, 229, डीओआई:10.1016/j.atmosres.2019.06.022, 157-174
148. पटेल एन., शर्मा एस., जोशी वी., कुमार पी., ओझा एन., कुमार के.एन, चंद्र एच., बेग जी., 2019, Observations of middle atmospheric seasonal variations and study of atmospheric oscillations at equatorial regions, *जर्नल ऑफ एट्मॉस्फेरिक एंड सोलर टेरैस्ट्रियल फिज़िक्स*, 193:105066, डीओआई: 10.1016/j.jastp.2019.105066, 1-9
149. पाठक एच.एस., सतीश एस.के., नंजुनदयाह आर.एस., मूर्ति के.के., लक्ष्मीवर्धन एस., बाबू एस.एन.एस., 2019, Assessment of regional aerosol radiative effects under the SWAAMI campaign – Part 1: Quality-enhanced estimation of columnar

- aerosol extinction and absorption over the Indian subcontinent, **एट्मॉस्फेरिक केमिस्ट्री एंड फिज़िक्स**, 19, डीओआई:10.5194/acp-19-11865-2019, 11865–11886
150. पट्टनायक डी.आर., सहाय ए.के., मंडल आर., मुरलीकृष्ण आर.पी., डे ए., चट्टोपाध्याय आर., जोसेफ एस., तिवारी ई., मिश्रा वी., 2019, Evolution of operational extended range forecast system of IMD : Prospects of its applications in different sectors, **मौसम**, 70, 233-264
151. पिह्लई पी.ए., नायर आर.सी., विधान सी.वी., 2019, Recent changes in the prominent modes of Indian Ocean dipole in response to the tropical Pacific Ocean SST patterns, **थ्योरेटिकल एंड एप्लाइड क्लाइमेटोलॉजी**, 138, डीओआई: 10.1007/s00704-019-02875-z, 941-951
152. पिह्लई पी.ए., राव एस.ए., रामू डी.ए., प्रधान एम., जॉर्ज जी., 2018, Seasonal prediction skill of Indian summer monsoon rainfall in NMME models and monsoon mission CFSv2, **इंटरनेशनल जर्नल ऑफ क्लाइमेटोलॉजी**, 38, डीओआई:10.1002/joc.5413, e847-e861
153. पिठानी पी., घुदे एस.डी., चेनू वी.एन., कुलकर्णी आर.जी., स्टेनेवेल्ड जी.जे., शर्मा ए., थारा पी., चाटे डी.एम., गुल्लेपे आई, जेनामनी आर.के., माधवन आर., 2019, WRF model prediction of a dense fog event occurred during the winter fog experiment (WIFEX), **प्योर एंड एप्लाइड जियोफिज़िक्स**, 176, डीओआई:10.1007/s00024-018-2053-0, 1827–1846
154. पोटदार एस.एस., नाद डी.पी., पवार आर.पी., विकटर एन.जे., निकेत एस.एस., चव्हाण जी.ए., ताओरी ए., सिंह डी., 2018, Statistical analysis of total column ozone during three recent solar cycles over India, **जर्नल ऑफ एट्मॉस्फेरिक एंड सोलर टैरेस्ट्रियल फिज़िक्स**, 181, डीओआई:10.1016/j.jastp.2018.10.015, 44-54
155. प्रभु ए., पंडितुराई जी., 2018, ISCCP observed large-scale cloud features over the Indo-Pacific, Southern Annular Mode and Indian summer monsoon, **पोलर साइंस**, 18, डीओआई: 10.1016/j.polar.2018.04.008, 167-175
156. प्रकाश एस., महापात्रा एस., 2018, Flood susceptibility pattern mapping along Visakhapatnam coastal zone of India, using multi-influencing-factor (MIF) technique in conjunction with remote sensing data, **इंटरनेशनल जर्नल ऑफ एडवांस एंड इन्वेस्टिव रिसर्च**, 5, 21-33
157. प्रसन्ना के., सिंह पी., चौधरी जे.एस., नायडू सी.वी., पारेख ए., ज्ञानसिलान सी., रामू दांडी, 2019, Northeast monsoon rainfall variability over the southern Peninsular India associated with multiyear La Niña events, **क्लाइमेट डायनेमिक्स**, 53, डीओआई: 10.1007/s00382-019-04927-6, 6265-6291
158. प्रीति बी., राम्या आर., पटवर्धन एस.के., मुजुमदार एम., कृपलानी आर.एच., 2019, Variability of Indian summer monsoon droughts in CMIP5 climate models, **क्लाइमेट डायनेमिक्स**, 53, अगस्त 2019, डीओआई:10.1007/s00382-019-04752-x, 1937-1962
159. पूर्णदुर्ग जी., लक्ष्मी कुमार टी.वी., कोटेश्वर राव के., बारबोसा एच., मॉल आर.के., 2019, Evaluation of evapotranspiration estimates from observed and reanalysis data sets over Indian region, **इंटरनेशनल जर्नल ऑफ क्लाइमेटोलॉजी**, ऑनलाइन, डीओआई: 10.1002/joc.6189, 1-10
160. राय ए., साहा सुबोध के., सुजीत के., 2019, Implementation of snow albedo schemes of varying complexity and their

- performances in offline Noah and Noah coupled with NCEP CFSv2, **क्लाइमेट डायनेमिक्स**, 53, डीओआई:10.1007/s00382-019-04632-4, 1261-1276
161. राज दीपक एस.एन. , चौधरी जे.एस. , दांडी रामू ए., श्रीनिवास जी., पारेख ए., ज्ञानसिलान सी., यादव आर.के., 2019, Impact of multiyear La Niña events on the South and East Asian summer monsoon rainfall in observations and CMIP5 models, **क्लाइमेट डायनेमिक्स**, 52, डीओआई:10.1007/s00382-018-4561-0, 6989-7011
162. राजा बी., महेश कुमार आर.एस., पद्मकुमारी बी., 2019, System driven changes in aerosol-cloud interactions and its impact on the life-cycle of a monsoon depression, **एटमॉस्फेरिक रिसर्च**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1016/j.atmosres.2019.104765, 1-13
163. राजावेल एम., खरे प्रकाश, साहू एम.एल., प्रसाद जे.आर., 2019, District level weather forecast verification in Chhattisgarh, **मौसम**, 70, 4, 841-852.0.278
164. राजपूत ए.एस.डी., 2019, India aims for national policy on scientific social responsibility, **नेचर**, 574, डीओआई: 10.1038/d41586-019-03294-w, 634
165. राजपूत ए.एस.डी., 2019, Scientific Writing: The predicament of weather and climate scientists in India, **बुलेटिन ऑफ द एमेरिकन मीटियोलॉजिकल सोसाइटी**, 100, डीओआई: 10.1175/BAMS-D-17-0072.1, 399-402
166. राजपूत ए.एस.डी., India's Scientific Social Responsibility Policy, **करेंट साइंस**, 117, नवंबर 2019, 1562
167. राणा एम., मित्तल एस.के, बेग जी. 2019, Enhanced ozone production in ambient air at Patiala semi-urban site during crop residue burning events, **एम.ए.पी.ए.एन-जर्नल ऑफ मीटियोलॉजी सोसाइटी ऑफ इंडिया**, 34, डीओआई:10.1007/s12647-019-00315-x, 273-288
168. राणा एम., मित्तल एस.के, बेग जी., राणा पी., 2019, Impact of crop residue burning (CRB) on the diurnal and seasonal variability of the ozone and PM levels at a semi-urban site in the north-western Indo-Gangetic plain, **जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस**, 128:166, डीओआई:10.1007/s12040-019-1164-z, 1-16
169. रानी एस.आई, टेलर आर., शर्मा पी., बुशहर एम.टी., जांगिड़ बी.पी., जॉर्ज जे.पी., राजगोपाल ई.एन., 2019, Assimilation of INSTAD-3D imager water vapour clear sky brightness temperature in the NCMRWF's assimilation and forecast system, **जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस**, डीओआई:10.1007/s12040-019-1230-6.
170. राव एस.ए., गोस्वामी बी.एन., सहाय ए.के., राजगोपाल एन., मुखोपाध्याय पी., राजीवन एम., नायक एस., राठौर एल.एस., शेनोई एस.एस.सी., रमेश के.जे., नंजुंदैया आर.एस., रविचंद्रन एम., मित्र ए.के., पै डी.एस., भौमिक एस.के.आर., हज़रा ए., महापात्रा एस., साहा एस.के., चौधरी एच.एस., जोसेफ एस., पेंटाकोटा एस., पोखरेल एस., पिल्लई पी.ए., चट्टोपाध्याय आर., देशपांडे एम., कृष्णा आर.पी.एम., सिद्धार्थ रेणु, प्रशांत वी.एस., अभिलाष एस., पाणि, 2019, Monsoon Mission : A targeted activity to improve monsoon prediction across scales, **बुलेटिन ऑफ द एमेरिकन मीटियोलॉजिकल सोसाइटी**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1175/BAMS-D-17-0330.1
171. राव सूर्यचंद्र ए., पिल्लई पी.ए., प्रधान एम., श्रीवास्तव ए., 2019, Seasonal prediction of Indian summer monsoon in India: The past, the present and the future, **मौसम**, 70, 265-276

172. रवि कुमार के., अट्टादा आर., दसारी एच.पी., वेल्लोर आर.के., अबुलनाजा वाई.ओ., अशोक के., होइटिट आई., 2019, On the Recent Amplification of Dust Over the Arabian Peninsula During 2002–2012, **जर्नल ऑफ जियोफिजिकल रिसर्च: एट्मॉस्फेयर्स**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1029/2019JD030695, 1-10
173. रेड्डी एम.वी., मित्रा आशीस के., मोमिन आई.एम., मित्रा आशिम के., पै डी.एस., 2019, Evaluation and inter-comparison of high-resolution multi-satellite rainfall products over India for the southwest monsoon period, **इंटरनेशनल जर्नल ऑफ रिमोट सेंसिंग**, 40, 12, 4577-4603.
174. रेमी ई.ए., मुरुगवेल पी., गर्नुले दिनेश, बालाजी बी., लीना पी.पी., वर्गीज मर्सी, नायर सथी, चौधुरी सुभारती, तिवारी वाई., करिपोट ए., तारा प्रभाकरन, 2019, Observed diurnal and intra-seasonal variations in boundary layer winds over Ganges valley, **जर्नल ऑफ एट्मॉस्फेरिक एंड सोलर टेरैस्ट्रियल फिज़िक्स**, 188, डीओआई: 10.1016/j.jastp.2019.03.012, 11-25
175. रॉबर्टसन ए. डब्ल्यू., मोरोन वी., विगोद एन., आचार्य एन., ग्रीन ए.एम., पै डी.एस., 2019, Multi-scale variability and predictability of Indian summer monsoon rainfall, **मौसम**, 70, 2, 277-292.0.278
176. रोहिणी पी., राजीवन एम., मुखोपाध्याय पी., 2019, Future projections of heat waves over India from CMIP5 models, **क्लाइमेट डायनेमिक्स**, 53, डीओआई:10.1007/s00382-019-04700-9, 975-988
177. रॉक्सी एम.के., दासगुप्ता पी., मैकफेडन एम.जे., सुमत्सु टी., झांग सी., किम डी., Twofold expansion of the Indo-Pacific warm pool warps the MJO life cycle, **नेचर**, 575, नवंबर 2019, डीओआई:10.1038/s41586-019-1764-4, 647-651
178. रॉय कुमार, मुखोपाध्याय पी., कृष्णा आर.पी.एम., गनार्ई एम., महाकुर एम., राव टी.एन., नायर ए.के.एम., रामकृष्ण एस.एस.वी.एस, 2019, Sensitivity of climate models in relation to the “pool of inhibited cloudiness” over South of the Bay of Bengal, **इंटरनेशनल जर्नल ऑफ क्लाइमेटोलॉजी**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1002/joc.6423, 1-17
179. रॉय एस. एस., महापात्र एम., त्यागी ए., भौमिक एस. के. आर., 2019, A review of Nowcasting of convective weather over the Indian region, **मौसम**, 70, 3, 465-484.0.278
180. सगू जी.एस., मित्तल एस.के., अग्रवाल आर., बेग जी., 2018, Epidemiological study on respiratory health of school children of rural sites of Malwa region (India during post-harvest stubble burning events, **एम.ए.पी.ए.एन- जर्नल ऑफ मीटियोरोलॉजी सोसायटी ऑफ इंडिया**, 33, डीओआई:10.1007/s12647-018-0259-3, 281-295
181. साहा एम., नंजुंदैया आर.एस., 2019, Prediction of ENSO and EQUINOO Indices during June to September using Deep Learning Method, **मीटियोरोलॉजिकल एप्लिकेशन्स**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1002/met.1826
182. साहा सुबोध के., हज़रा ए., पोखरेल एस., चौधरी एच.एस., सुजीत के., राय ए., रहमान एच., गोस्वामी बी.एन., 2019, Unraveling the mystery of Indian Summer Monsoon prediction: Improved estimate of predictability limit, **जर्नल ऑफ जियोफिजिकल रिसर्च: एट्मॉस्फेयर**, 124, डीओआई:10.1029/2018JD030082, 1962-1974
183. साहू एम. एल., देवांगन पी.एल., 2019, Case study on severe thunderstorm activity over Chhattisgarh on 21st May, 2016, **मौसम**, 70, 2, 363-370.
184. साहू आर.के., परवेज एस., चाउ जे.सी., वॉटसन जे.जी., तिवारी सुरेश, पनिकर अभिलाष एस.,

- चक्रवर्ती आर.के., परवेज़ वाई.एफ., 2018, Temporal and spatial variations of PM2.5 organic and elemental carbon in Central India, **एनवायरेन्मेंटल जियोकेमिस्ट्री एंड हेल्थ**, 40, डीओआई: 10.1007/s10653-018-0093-0, 2205-2222
185. साहू एस.के., त्यागी बी., प्रधान सी., बेग जी., 2019, Evaluating the variability, transport and periodicity of particulate matter over smart city Bhubaneswar, a tropical coastal station of eastern India, **एस.एन. एप्लाइड साइंसेज**, 1:383, डीओआई:10.1007/s42452-019-0427-2, 1-12
186. सामंता एस., कुलकर्णी जी., मुरुगवेल पी., बालाजी बी., मलाप एन., जया राव वाई., देशपांडे एस.एम., सोनबवन एस.एम., सुनीता पी., प्रभा टी.वी., 2019, Case study of a convective cluster over the rain shadow region of Western Ghats using Multi-platform Observations and WRF Model, **प्योर एंड एप्लाइड जियोफिज़िक्स**, ऑनलाइन, डीओआई: 10.1007/s00024-019-02360-8, 1-27
187. संदीप एस., अजयमोहन आर.एस., बूस डब्ल्यू.आर., सबिन टी.पी., प्रवीण बी., 2018, Decline and poleward shift in Indian summer monsoon synoptic activity in a warming climate, **प्रोसीडिंग्स ऑफ द नेशनल एकेडमी ऑफ साइंसेज**, 115, डीओआई:10.1073/pnas.1709031115, 2681-2686
188. सरकार आर., 2019, Meso Analysis and Nowcasting of Severe Local Storms with Squall at Kolkata (Alipore that occurred in 2013), **पेरीपेक्स- इंडियन जर्नल ऑफ रिसर्च**, 8, 9, 122-126.
189. सरमा डी., बरुआ के.के., चक्रवर्ती एस., करिपोट ए., बरुआ आर., 2019, Impact of eco-system respiration on carbon balance in a semi-evergreen forest of Northeast India, **करेंट साइंस**, 116, डीओआई: 10.18520/cs/v116/i5/751-757, 751-757
190. सासेन एस.ए., जाधव ए.एस., बारिक आर., कृष्ण कुमार के.जी., राघवस्वामी वी., 2019, Application of spatial technology in malaria information infrastructure mapping with climate change perspective in Maharashtra, India, **मौसम**, 70, 4, 787-806.
191. सतीश एम., सोनी वी. के., राजू पी.वी.एस., प्रसाद वी.एस., 2019, Analysis of absorption characteristics and source apportionment of carbonaceous aerosol in arid region of western India, **अर्थ सिस्टम एंड एनवायरनमेंट**, डीओआई:10.1007/s41748-019-00122-z.
192. सवाईसरजी जी.के., खरे पी., चौधरी एच.एस., पुण्यरासन एन., रानालकर एम.आर., 2019, Easterly wave activity and associated heavy rainfall during the pre-monsoon season of 2005, **मीटियोरोलॉजी एंड एट्मॉस्फेरिक फिज़िक्स**, 131, डीओआई:10.1007/s00703-017-0575-0, 313-327
193. सीता सी.जे., वारिकोडेन एच., बाबू सी.ए., कुट्टिपुरथ जे., 2019, Significant changes in the ENSO-monsoon relationship and associated circulation features on multi-decadal timescale, **क्लाइमेट डायनेमिक्स**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1007/s00382-019-05071-x, डीओआई:10.1038/s41598-019-55583-z, 1-16
194. सेथुनाथ जे., जयकुमार ए., मोहनदास एस., राजगोपाल ई.एन., नागुलु ए.एस., 2019, Impact of Cartosat-1 orography on weather prediction in the high resolution NCMRWF Unified Model, **जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस**, 128, 110, डीओआई: 10.1007/s12040-019-1133-6.

195. शाही एन.के., राय एस., सहाय ए.के., अभिलाष एस., 2018, Intra-seasonal variability of the South Asian monsoon and its relationship with the Indo-Pacific sea-surface temperature in the NCEP CFSv2, *इंटरनेशनल जर्नल ऑफ क्लाइमेटोलॉजी*, 38 (Suppl.1), डीओआई:10.1002/joc.5349, e28-e47
196. शर्मा ए., ओझा एन., पॉज़्ज़ेर ए., बेग जी., गुंथे एस.एस., 2019, Revisiting the crop yield loss in India attributable to ozone, *एट्मॉस्फेरिक एनवायरनमेंट: एक्स*, 1:100008, डीओआई:10.1016/j.aeaoa.2019.100008, 1-8
197. शेखर एस., कुमारसन एस., चक्रवर्ती एस., सुंदरमणिकम ए., बालचंद्र के., 2019, Total organic carbon profile in water and sediment in coral reef ecosystem of Agatti Island, Lakshadweep Sea, *इंडियन जर्नल ऑफ जियो-मरीन साइंस*, 48, 936-942
198. सिंह ए., गांधी एन., रमेश आर., 2019, Surplus supply of bioavailable nitrogen through N₂ fixation to primary producers in the eastern Arabian Sea during autumn, *कॉन्टिनेंटल शेल्फ रिसर्च*, 181, डीओआई:10.1016/j.csr.2019.05.012, 103-110
199. सिंह सी., दास एस., एकरे आर., 2019, Unprecedented extremely heavy rainfall over Gujarat during 20-26 June, 2015, *मौसम*, 70, 3, 581-588.
200. सिंह दीप्ति, घोष एस., रॉक्सी एम.के., मैकडर्मिड एस., 2019, Indian summer monsoon: Extreme events, historical changes, and role of anthropogenic forcings, *डब्ल्यू. आई. आर. ईज़ क्लाइमेट चेंज*, 10:e571, डीओआई:10.1002/wcc.571, 1-35
201. सिंह आर.पी., कुमार सरवन, सिंह अभय के. 2018, Elevated black carbon concentrations and atmospheric pollution around Singrauli Coal-Fired Thermal Power Plants (India using ground and satellite data), *इंटरनेशनल जर्नल ऑफ एनवायरनमेंटल रिसर्च एंड पब्लिक हेल्थ*, 15, डीओआई: 10.3390/ijerph15112472, 2472:1-17
202. सिंह रणधीर, ओझा पी.एस., पूर्वसन एन., सिंह वीरेंद्र, 2019, Impact of GNSS Signal Delay Assimilation on Short Range Weather Forecasts Over the Indian Region, *जर्नल ऑफ जियोफिजिकल रिसर्च – एट्मॉस्फेरिस*, 124, 17-18, 9855-9873.
203. सिंह एस., वलसला वी., प्रजेश ए.जी., बालासुब्रमण्यन एस., 2019, On the variability of Arabian Sea mixing and its energetics, *जर्नल ऑफ जियोफिजिकल रिसर्च: ओशनस*, ऑनलाइन, डीओआई:10.1029/2019JC015334, 1-20
204. सिंह शिखा, वलसला वी., 2018, Subsurface ocean biases in climate models and its implications in the simulated inter-annual variability: A case study for Indian Ocean, *डायनेमिक्स ऑफ एट्मॉस्फेरिस एंड ओशनस*, 84, डीओआई:10.1016/j.dynatmoce.2018.10.001, 55-74
205. सिंह वी.पी., खेड़ीकर एस., वर्मा आई.जे., 2019, Improved yield estimation technique for rice and wheat in Uttar Pradesh, Madhya Pradesh and Maharashtra States in India, *मौसम*, 70, 3, 541-550.
206. सिंगला वी., मुखर्जी एस., पंडितुरई जी., दानी के.के., सर्फई पी.डी., 2019, Evidence of organonitrate formation at a high altitude site, Mahabaleshwar, during the pre-monsoon season, *एयरोल एंड एयर क्वालिटी रिसर्च*, 19, डीओआई:10.4209/aaqr.2018.03.0110, 1241-1251
207. सिंगला वी., मुखर्जी सुब्रत, काशीकर ए.एस., सर्फई पीडी, पंडितुरई जी., 2019, Black carbon:

- source apportionment and its implications on CCN activity over a rural region in Western Ghats, India, **एनवायरन्मेंटल साइंस एंड पॉल्यूशन रिसर्च**, 26, डीओआई:10.1007/s11356-019-04162-w, 7071-7081
208. सिन्हा ए., कुमारी ए., महापात्रा एस., सिंह एचपी, भारती बी., 2019, Temporal Rainfall Variability and its Correlation with Temperature over Ranchi, Jharkhand, **इंटरनेशनल जर्नल ऑफ इंजीनियरिंग एंड एडवांस्ड टेक्नोलॉजी**, 9, डीओआई: 10.35940/ijeat.B3429.129219, 1099-1104
209. सिन्हा ए., चक्रवर्ती एस., 2019, Isotopic interaction and source moisture control on the isotopic composition of rainfall over the Bay of Bengal, **एट्मॉस्फेरिक रिसर्च**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1016/j.atmosres.2019.104760, 1-11
210. सिन्हा ए., चक्रवर्ती एस., चट्टोपाध्याय आर., गोस्वामी बीएन, मोहन पीएम, परुआ डीके, सरमा डी., दात्य ए., सेनगुप्ता एस., बेरा एस., बरुआ केके, 2019, Isotopic investigation of the moisture transport processes over the Bay of Bengal, **जर्नल ऑफ हाइड्रोलॉजी एक्स**, 2, डीओआई:10.1016/j.hydroa.2019.100021, 100021:1-12
211. सिन्हा ए., चक्रवर्ती एस., मोहन पीएम, 2019, Modern rain-isotope data from Indian island and the mainland on the daily scale for the summer monsoon season, **डेटा इन ब्रीफ**, 23:103793, डीओआई:10.1016/j.dib.2019.103793, 1-8
212. सिन्हा ए., चट्टोपाध्याय आर., चक्रवर्ती एस., 2019, Bay of Bengal branch of Indian Summer Monsoon and its association with spatial distribution of rainfall patterns over India, **थ्योरेटिकल एंड एप्लाइड क्लाइमेटोलॉजी**, 137, डीओआई:10.1007/s00704-018-2709-9, 1895-1907
213. सोबेल एच, ली सी., केमारगो एसजे, मंडली केटी, इमानुएल केए, मुखोपाध्याय पी., महाकुर एम., 2019, Tropical cyclone hazard to Mumbai in the recent historical climate, **मंथली वेदर रिव्यू**, 147, डीओआई:10.1175/MWR-D-18-0419.1, 2355-2366
214. सोमारू राम, सिंह एचएन, यादव आरके, नंदागी एसएस, श्रीवास्तव एमके, 2019, Reconstruction of potential evapo-transpiration over western Himalaya in India based on tree ring-width records, **क्वार्टरनरी इंटरनेशनल**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1016/j.quaint.2019.05.005, 1-7
215. सोमारू राम, सिंह एच. एन., यादव आर.के., श्रीवास्तव एम.के., दिसंबर 2019, Tree rings-width study of western Himalaya and its linkage with boreal spring vapor pressure and wet-day frequency, **जर्नल ऑफ इंडियन एकेडमी ऑफ वुड साइंस**, 16, डीओआई: 10.1007/s13196-019-00243-y, 103-109
216. सोमारू राम, सिंह एचएन, यादव आरके, वारिकोडेन एच., नंदागी एसएस, श्रीवास्तव एमके, 2020, Variations in vapor pressure and standardized precipitation evapo-transpiration index since AD 1861 over the western Himalaya in India: inference from tree ring-width records, **थ्योरेटिकल एंड एप्लाइड क्लाइमेटोलॉजी**, ऑनलाइन, डीओआई: 10.1007/s00704-019-03075-5, 1-10
217. सोमारू राम, यादव आर.के., सिंह एच. एन., श्रीवास्तव एम.के., 2019, Tree ring-width study from North Sikkim region of India in relation to heat and moisture index: A case study, **जर्नल ऑफ इंडियन जियोफिजिकल यूनिशन**, 23, 271-278
218. सोनाली पी., नंजुंदैया आर.एस., नागेश कुमार डी., 2018, Detection and attribution of climate change signals in South India maximum and minimum temperatures,

- क्लाइमेट रिसर्च, 76, डीओआई:10.3354/cr01530, 145-160
219. सोनवणे के., पटानाटिक डी. आर., पै डी.एस., 2019, Inter-annual variability of Indian monsoon rainfall in the JMA's seasonal ensemble prediction system in relation to ENSO and IOD, **मौसम**, 70, 4, 767-780.
220. श्रीकांत टीएस, वरिक्टोडेन एच., मोहन कुमार जी., रेसमी ईए, 2019, Microphysical features of rain and rain events during different seasons over a tropical mountain location using an optical disdrometer, **साइंटिफिक रिपोर्ट्स**, 9:19083, डीओआई:10.1038/s41598-019-55583-z, 1-15
221. श्रीकांत टीएस, वरिक्टोडेन हमजा, रेशमी ईए, मोहन कुमार जी., 2019, Classification and seasonal distribution of rain types based on surface and radar observations over a tropical coastal station, **एट्मॉस्फेरिक रिसर्च**, 128, डीओआई: 10.1016/j.atmosres.2018.11.012, 90-98
222. श्रीश एमजी, वलसाला वी., संतनु एच., पेंटाकोटा एस., प्रसाद केवीएसआर, नायडू सीवी, मुर्तगुडे आर., 2019, Biological production in the Indian Ocean upwelling zones-Part 2: Data based estimates of variable compensation depth for ocean carbon models via cyclo-stationary Bayesian Inversion, **डीप सी रिसर्च पार्ट II ऑनलाइन**, डीओआई:10.1016/j.dsr2.2019.07.007, 1-17
223. श्रीनिवास जी., चौधरी जेएस, ज्ञानसिलान सी., पारेख ए., दांडी रामू, शिवा राम प्रसाद केवी, नायडू सीवी, 2019, Impact of differences in the decaying phase of El Nino on South and East Asia summer monsoon in CMIP5 models, **इंटरनेशनल जर्नल ऑफ क्लाइमेटोलॉजी**, 39, डीओआई: 10.1002/joc.6168, 5503-5521
224. श्रीवास्तव ए.के., रेवडेकर जे.वी., राजीवन एम., 2019, State of the Climate in 2018 : South Asia, **बुलेटिन ऑफ द अमेरिकन मीटियोलॉजिकल सोसाइटी**, 100, S236-S237
225. श्रीवास्तव अंकुर, प्रधान एम., गोस्वामी बीएन, राव सूर्यचंद्र ए., 2019, Regime shift of Indian summer monsoon rainfall to a persistent arid state: external forcing versus internal variability, **मीटियोलॉजी एंड एट्मॉस्फेरिक फिजिक्स**, 131, डीओआई: 10.1007/s00703-017-0565-2, 211-224
226. श्रीवास्तव जी., चक्रवर्ती ए., नंजुंदैया आरएस, 2019, Multidecadal see-saw of the impact of ENSO on Indian and West African summer monsoon rainfall, **क्लाइमेट डायनेमिक्स**, 52, डीओआई:10.1007/s00382-018-4535-2, 6633-6649
227. श्रीवास्तव पी., डे सग्रिक, श्रीवास्तव एके, सिंह सच्चिदानंद, तिवारी सुरेश, 2019, Suppression of aerosol-induced atmospheric warming by clouds in the Indo-Gangetic Basin, northern India, **थ्योरेटिकल एंड एप्लाइड क्लाइमेटोलॉजी**, 137, डीओआई:10. 1007/s00704-019-02768-1, 2731-2741
228. स्टैमर डी., ब्रैको ए., अच्युता राव के., बीयल एल., बिंडॉफ एन.एल., ब्रैकोनॉट पी., कई डब्ल्यू., चैन डी., कॉल्लिस एम., डंगाबसोग्लु जी., डेविट बी., फरनेटी आर., फॉक्स-केम्पर बी., फ्येफ जे., ग्रिफ़ीज़ एस.एम., जेने एसआर, लज़ार ए., लेंग्रेजी एम., लिन एक्स., मार्सलैंड एस., मिनोबो एस., मॉटेइरो पीएमएस, रॉबिन्सन डब्ल्यू., रॉक्सी एम.के., रेकजज़स्की आरआर, स्पीच एस. स्मिथ खग, सोलोमन ए., स्टॉर्टो ए., ताकाहाशी के., टोनियाज़ो टी., वायलार्ड जे., 2019, Ocean climate observing requirements in support of climate research and climate information, **फ्रंटियर्स इन मरीम साइंस**, 6:444, डीओआई:10.3389/fmars.2019.00444, 1-18

229. सुब्रमण्यन एसी, बालामासदा एमए, सेंचुरियन एल., चट्टोपाध्याय आर., कोर्नुएल बीडी, डीमोट सी., फ्लोट्ट एम., फुजि वाई, गिलियो डी., गिल एसटी, हैमोन टीएम, हेंडन एच, होइटिट आई, कुमार ए, ली जेएचएच, लुकास ए जे, महादेवन ए, मात्सुएदा एम, नाम एस, पट्टरी एस, पेनी एसजी, रिडेक ए, सन आर, टेकाय वाई, टंडन ए, टोड आरई, विटार्ट एफ, युआन डी और झांग सी., 2019, Ocean observations to improve our understanding, modeling, and forecasting of subseasonal-to-seasonal variability, *फ्रंटियर्स इन मरीन साइंस*, 6:427, डीओआई:10.3389/fmars.2019.00427
230. सुजीत के., साहा सुबोध के., राय ए., पोखरेल एस., चौधरी एच.एस., हाजरा ए., मुर्तुगुडे आर., गोस्वामी बीएन, 2019, Effects of a multilayer snow scheme on the global teleconnections of the Indian summer monsoon, *क्वार्टर्ली जर्नल ऑफ रॉयल मीटियोरोलॉजिकल सोसायटी*, 145, डीओआई:10.1002/qj.3480, 1102-1117
231. सुकन्या पी., कलापुरेड्डी एम. सी. आर., 2019, Cloud microphysical profile differences pertinent to monsoon phases: inferences from a cloud radar, *मीटियोरोलॉजी एंड एट्मॉस्फेरिक फिज़िक्स*, ऑनलाइन, डीओआई:10.1007/s00703-019-00666-9, 1-16
232. सुमेश आरके, रेसमी ईए, उन्नीकृष्णन सीके, जश डी., श्रीकांत टीएस, मोल रेसमी एमसी, राजीवन के., नीता एस., रामचंद्रन केके, 2019, Micro-physical aspects of tropical rainfall during bright band events at mid and high-altitude regions over southern Western Ghats, India, *एट्मॉस्फेरिक रिसर्च*, 227, डीओआई:10.1016/j.atmosres.2019.05.002, 178-197.
233. सन क्यू, डू वाई, झांग वाई., फेंग एम., चौधरी जेएस, ची जे., किउ एस., यू डब्लू., 2019, Evolution of sea surface salinity anomalies in the south-western tropical Indian Ocean during 2010-2011 influenced by a negative IOD event, *जियोफिजिकल रिसर्च-ओचेस जर्नल*, 124, डीओआई:10.1029/2018JC014580, 3428-3445
234. सुनीलकुमार के., यतागाई ए., मसुदा एम., 2019, Preliminary evaluation of GPM-IMERG rainfall estimates over three distinct climate zones with APHRODITE, *अर्थ एंड स्पेस साइंस*, 6, डीओआई:10.1029/2018EA000503, 1321-1335
235. सुथिनकुमार पी. एस., बाबू सी. ए., वारिकोडेन एच., 2019, Spatial Distribution of Extreme Rainfall Events during 2017 Southwest Monsoon over Indian Subcontinent, *प्योर एंड एप्लाइड जियोफिज़िक्स*, ऑनलाइन, डीओआई: 10.1007/s00024-019-02282-5, 1-13
236. तेजावत सीटी, अशोक के., चक्रवर्ती एस., रमेश आर., 2019, PMIP3 narrative of modulation of ENSO teleconnections to the Indian summer monsoon by background changes in the Last Millennium, *क्लाइमेट डायनेमिक्स*, 53, डीओआई:10.1007/s00382-019-04718-z, 3445-3461
237. ठाकुर एमके, लक्ष्मी कुमार टीवी, कोटेश्वर राव के., बारबोसा एच., ब्रह्मानंद राव वी., 2019, New perspective in understanding rainfall from satellites over a complex topographic region of India, *साइंटिफिक रिपोर्ट्स*, 9:15610, डीओआई:10.1038/s41598-019-52075-y, 1-10
238. टिनमेकर एम.आय.आर., घुदे एस.डी., चाटे डी.एम., 2019, Land-sea contrasts for climatic lightning activity over Indian region, *थ्योरिटिकल एंड एप्लाइड क्लाइमेटोलॉजी*, 138, डीओआई:10.1007/s00704-019-02862-4, 931-940
239. तिकी एस., मुखोपाध्याय पी., कृष्णा आरपीएम, धकाते ए., सालुंके के., 2019, Simulations of monsoon intraseasonal oscillation using Climate Forecast System Version 2:

- Insight for horizontal resolution and moist processes parameterization, **एट्मॉस्फेयर**, 10:429, डीओआई:10.3390/atmos10080429, 1-20
240. ट्रॉट सीबी, सुब्रह्मण्यम बी., रोमन-स्टॉर्क एचएल, मर्ती वीएसएन, ज्ञानसिलान सी., 2019, Variability of intraseasonal oscillations and synoptic signals in sea surface salinity in the Bay of Bengal, **जर्नल ऑफ क्लाइमेट**, 32, डीओआई: 10.1175/JCLI-D-19-0178.1, 6703-6728
241. टर्नर एजी, भट जीएस, मार्टिन जीएम, पार्कर डीजे, टेलर सीएम, मित्रा एके, त्रिपाठी एसएन, मिल्टन एस., राजगोपाल एन, इवांस जेजी, मॉरिसन आर., पटनाइक एस., शेखर एम., भट्टाचार्य बीके, मदन आर. गोविंदकुट्टी एम., फ्लेचर जेके, विलेट्स पीडी, मेनन ए., मार्शम जेएच, आईएनकामपस टीम, हंट केएमआर, चक्रवर्ती टी., जॉर्ज जी., कृष्णन एम., सारंगी सी., बेलुसी डी., ग्रेसिया काररेस एल., ब्रूक्स एम., वेबस्टर एस., ब्रुक जेके, फॉक्स सी., हाल्लो आरसी, लैंगरिज जेएम, जयकुमार ए., बोइंग एसजे, हॉलिडे ओ., बोल्स जे. केंट जे. ओ'सुल्लिवन डी. विल्सन ए. वुड्स सी., रोजर्स एस., स्मोट. डे आर., टिडमैन डी., देसाई डी., नीगम आर., पैलेरी एस., स्मिथ एएसएम, एंडरसन डी., बौगिट्टे एस., कारलिंग आर., चैन सी., देवरेड. एस., ग्रैटन जी., मैकलियोड डी., नॉट जी., पिकरिंग एम., प्राइस एच., रैस्टाल एस., रीड सी., ट्रामेबथ जे., वूले ए., वोर्लॉन्टे ए., न्यू बी., 2019, New interaction of convective organisation with monsoon precipitation, atmosphere, surface and sea: the 2016 INCOMPASS field campaign in India, **क्वार्टरली जर्नल ऑफ द रॉयल मीटियोरोलॉजिकल सोसायटी**, डीओआई:10.1002/qj.3633.
242. उमा के.एन., दास एस.के., 2019, Do the stability indices indicate the formation of deep convection?, **मीटियोरोलॉजी एंड एट्मॉस्फेरिक फिज़िक्स**, 131, डीओआई:10.1007/s00703-017-0550-9, 1-10
243. उमाकांत यू., वेल्लोर आरके, कृष्णन आर., चौधरी एडी., बिष्ट जेएसएच, डि कैपुआ जी., कौमॉउ डी., डोनर आरवी, 2019, Meridionally extending anomalous wave train over Asia during breaks in the Indian summer monsoon, **अर्थ सिस्टम्स एंड एनवायरनमेंट**, 3, डीओआई: 10.1007/s41748-019-00119-8, 353-366
244. उत्सव बी, देशपांडे एसएम, दास सुब्रत के., पंडिथुराई जी. नियोगी डी., 2019, Observed vertical structure of convection during dry and wet summer monsoon epochs over the Western Ghats, **जर्नल ऑफ जियोग्रिकल रिसर्च**, 124, डीओआई:10.1029/2018JD028960, 1352-1369
245. वर्गीज एम., प्रभा तारा वी., मुरुगवेल पी., अनु एस, रेसमी ईए, दिनेश जी., जया राव वाई., नागारे बी., सफ़ाई पीडी, नायर सथी, के. नंदकुमार, विष्णु आर., भवानी कुमार वाई., 2019, Aerosol and cloud droplet characteristics over Ganges Valley during break phase of monsoon: A case study, **एट्मॉस्फेरिक रिसर्च**, 220, डीओआई: 10.1016/j.atmosres.2019.01.013, 125-140
246. वेरीकोदेन एच., रेवाडेकर जे.वी., 2019, On the extreme rainfall events during the southwest monsoon season in northeast regions of the Indian subcontinent, **मीटियोरोलॉजिकल एप्लिकेशन्स**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1002/met.1822, 1-13
247. वीरांजनेयुलु च., देव ए.ए., 2019, Study of upper ocean parameters during passage of tropical cyclones over Indian seas, **इंटरनेशनल जर्नल ऑफ रिमोट सेंसिंग**, 40, डीओआई: 10.1080/01431161.2019.1573336, 4683-4723
248. वेल्लोर आरके, बिष्ट जेएस, कृष्णन आर., उमाकांत यू., कैपुआ जीडी, कॉमऊ डी., नवंबर 2019, Sub-synoptic circulation variability in the Himalayan extreme precipitation event

- during June 2013, **मीटियोरोलॉजी एंड एट्मॉस्फेरिक फिज़िक्स**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1007/s00703-019-00713-5, 1-35
249. विक्र एनजे, सिंघ डी., पन्निरसेल्वम सी., एलंगो पी., सैमी वीएस, 2019, Fair-weather potential gradient and its coupling with ionospheric potential from three Antarctic stations: Case studies, **जर्नल ऑफ एट्मॉस्फेरिक एंड सोलर टेरैस्ट्रियल फिज़िक्स**, 184, डीओआई:10.1016/j.jastp.2019.01.004, 5-17
250. विक्र एनजे, सिंघ डी., सिंघ आरपी, सिंघ आर., कामरा एके, 2019, Diurnal and seasonal variations of radon (²²²Rn) and their dependence on soil moisture and vertical stability of the lower atmosphere at Pune, India, **जर्नल ऑफ एट्मॉस्फेरिक एंड सोलर टेरैस्ट्रियल फिज़िक्स**, 195:105118, डीओआई: 10.1016/j.jastp. 2019.105118, 1-14
251. विनायचंद्रन पीएन, दास यू., शंकर डी., जेफर एस., बेहेरा ए., नायर टीएमबी, भट जीएस, Maintenance of the southern Bay of Bengal cold pool, **डीप-सी रिसर्च पार्ट II**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1016/j.dsr2.2019.07.012.
252. यादव आर., साहू एल., बेग जी., त्रिपाठी एन., जाफरी एसएनए, माजी एस., 2019, Role of local meteorology on ambient particulate and gaseous species at an urban site of western India, **अर्बन क्लाइमेट**, 28, डीओआई:10.1016/j.uclim.2019.01.003, 100449
253. यादव आर., साहू एल.के., त्रिपाठी एन., पाल डी., बेग जी., जाफरी एसएनए, 2019, Investigation of emission characteristics of NMVOCs over urban site of western India, **एनवायरनमेंटल पॉल्यूशन**, 252, डीओआई:10.1016/j.envpol.2019.05.089, 245-255
254. यादव आर.के., रॉक्सी एम.के., 2019, On the relationship between north India summer monsoon rainfall and east equatorial Indian Ocean warming, **ग्लोबल एंड प्लैनेटरी चेंज**, 179, डीओआई: 10.1016/j.gloplacha.2019.05.001, 23-32
255. यादव सीमा, भट्टाचार्य पी., श्रीवास्तव कुलदीप, 2019, Analysing long term seasonal and annual trends for precipitation and temperature in Central India, **मौसम**, 70, 3, 523-532.
256. यांग एल., मुखर्जी एस., पंडित्युराई जी., वाघमारे वी., सफाई पीडी, 2019, Influence of dust and sea-salt sandwich effect on precipitation chemistry over the Western Ghats during summer monsoon, **साइंटिफिक रिपोर्ट**, 9:19171, डीओआई:10.1038/s41598-019-55245-0, 1-13
257. यांग एल., पंडित्युराई जी., चाटे डीएम, राव पीएसपी, वाघमारे वी., अय्यर यू., 2019, Evidence of precedent wind role on controlling PM1 wet scavenging of aerosols during monsoon rain events, **एट्मॉस्फेरिक एनवायरनमेंट** 201, डीओआई:10.1016/j.atmosenv.2018.12.041, 265-277
258. जचारिया जे., बाबू सी. ए., वारिकोडेन एच., 2019, Dynamics of westward propagation and intensification of Lakshadweep low in the southern Arabian Sea, **ओशन डायनेमिक्स**, 69, डीओआई:10.1007/s10236-019-01263-5, 519-528

अन्य प्रकाशन

- विभिन्न सूक्ष्म - वातावरण में पटना के वायु गुणवत्ता का मूल्यांकन, 2018, आपदा प्रबंधन विहार राज्य प्राधिकरण (बीएसडीएमए), के लिए पर्यावरण, ऊर्जा और जलवायु परिवर्तन केंद्र के सहयोग से आईआईटीएम द्वारा रिपोर्ट तैयार की गई।

- बी एल.एम.वियालार्ड जे., रॉक्सी एम.के.एट अल., 2019, Executive Summary, इन्दू-2: A roadmap to sustained observations of the Indian Ocean for 2020-2030, CLIVAR-4/2019, डीओआई:10.36071/clivar.rp.4-1.2019, I-VIII
- वेग जी,साहू एस.के.,धोटे एम., टिकल एस.,मनगरज पी., मण्डल., धोले एस., दास एस., कोरहले एन., राठोड ए., पवार पी., रामा कृष्णा के., बानो एस., कोरी पी., शिंदे जी., सिंह, एस., 2018, Safar-High resolution emission inventory of mega city Delhi-2018, विशेष वैज्ञानिक रिपोर्ट, सफर-दिल्ली-2018-A, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (भारत सरकार)
- चौधरी जे.एस, हूके., श्रीनिवास जी., कोसक वाई., वांगएल, कोटेश्वर राव के., 2019, यूरोशियन जेट स्ट्रीम्स एज कनडूइटस फार इस्ट एशियन मानसून वेरिविलिटी, करेण्ट क्लायमेट चेन्ज रिपोर्ट, डीओआई:10.1007/s40641-019-00134-x, 1-12
- डेविड ए. रेण्डल, जे. श्रीनिवासन, रवि एस. ननजूण्ड एण्ड पी. मुख्योपाध्याय, 2019, **Current Trends in the Representation of Physical Processes in Weather and Climate Models**, Nature Springer, ISBN 978-981-13-3395-8, <https://doi.org/10.1007/978-981-13-3396-5>
 - ◆ गोस्वामी बी.बी., खोउदर बी., फनी आर., मुख्योपाध्याय पी., माजदा ए.,जे., Stochastic Multi-cloud Model (SMCM) Convective Parameterization in the CFSv2: Scopes and Opportunities, https://doi.org/10.1007/978-981-13-3396-5_8, 157-181
 - ◆ मुख्योपाध्याय पी., फनीमुरली कृष्णना आर., अभिक एस., गनी एम., कुमार राय, Challenges of Improving the Stratiform Processes in a Coupled Climate Model with Indian Monsoon Perspective, https://doi.org/10.1007/978-981-13-3396-5_12, 219-229
- ◆ राजगोपाल इ.एन., मित्रा ए.के., गुप्ता एम.डी., जार्ज जे.पी., आश्रित आर., सरकार ए. जयकुमार.,ए., करेण्ट एण्ड फ्यूचर एक्टिविटीज इन यूनिफाइड मॉडलिंग एण्ड, डाटा एसिमिलेशन एट एनसीएमआरडब्ल्यूएफ, 231-251.
- कौर एम., फनी आर., जेसफ एस., साही ए.के., मण्डल आर., डे ए., चट्टोपाध्याय आर., वायस करेक्शन एण्ड डायनामिकल डाउनस्केलिंग स्ट्रेटजी टू इम्प्रूव प्रेडिक्शन ऑफ एक्सट्रीम वेदर इवेन्ट्स आन एक्स्टण्डेड रेंज, **IITM Research Report, RR-145, ESSO/IITM/SERP/SR/01(2019)/196**, जनवरी 2019
- कुलकर्णी ए.ए., रेखा एन., गुहाथाकूर्ता पी., पटवर्धन एस.के. गदगिल एस., 2019, **Report on Delineation of the Meteorological Subdivisions of the states of the Indian peninsula**
- कुमार बी., मानप्रगदा एम., सुरेश एन., 2019, हाईलेवल फाइल सिस्टम एण्ड पैरलेल एन.ओ आप्टुमाइजेशन आफ डी एन एस कोड., इन., मजूमदार ए., अरोरा आर., **Software Challenges to Exascale Computing**, Springer Nature, Communications in Computer and Information Science Series, Vol 964, pp.21-31 doi.org/10.1007/978-981-13-7729-7_2.
- महापात्रा एस., 2018, Activities of ICMPO and its recent initiative to collaborate with IMS, **Bulletin of IMSP (BIMSP)**, 17, 5, 4-7.
- मुख्योपाध्याय पी., प्रसाद वी.एस., कृष्णा आर.पी.देशपाण्डे एम., गनी एम., टिकी एस., सरकार एस., गोस्वामी टी., जानी सी.जे., कुमार राय, महाकुर एम., दुराई वी.आर., राजीवन एम., 2019, Performance of Very High Resolution Global Forecast System Model (GFS

- T1534) at 12. 5km over Indian Region during 2016-2017 Monsoon Seasons, **IITM Research Report, RR-146**, ISSN: 0252-1075, ESSO/IITM/MM/SR/02 (2019)/197.
- प्रभु ए., मैण्डेक एस.के., 2019, Indian rainfall and Eurasian snow climatology in CMIP5 historical simulations, **WCRP- CAS/ JSC Working group on Numerical Experimentation Blue Book**, <http://wgne.meteoinfo.ru/publications/wgne-blue-book/>, 9-13
 - प्रभु ए., मैण्डेक एस.के., 2019, Future change of annual cycle of Indian rainfall and Eurasian snow in the CMIP5 models, **WCRP-CAS/JSC Working group on Numerical Experimentation Blue Book**, <http://wgne.meteoinfo.ru/publications/wgne-blue-book/>, 7-11
 - रॉक्सी एम.के., चैत्रा एस.टी., 2018, Impacts of Climate Change on the Indian Summer Monsoon, Book Chapter in Mishra V., Bhatt J. R. (eds), **Climate Change and Water Resources in India**, ISBN:978-81-933131-6-9, 21-37
 - सबिन टी.पी., 2019, Climate Change and the Indian Monsoon, **Geography and You**, 19(18), 4-9
 - सहाय ए.के., 2019, Chattopadhyay R., Joseph S., Extended Range Forecast, **Geography and You**, 19, 18, 16-21
 - श्रीवास्तव ए.के., विष्ट डी.एस., तिवारी एस., 2019, Aerosol Characteristics in the UTLS over the Indian Summer Monsoon Region: A Potential Connection with Boundary Layer Pollution, Book Chapter in Gautam A. S., Kandari T. (eds) **Advancement in Basic and Applied Sciences**, Ed., ISBN:978-93-84866-90-7, 1-20
 - विक्टर एन.जे., चन्द्रा एस., सिंह डी., 2019, Lightning, global electric circuit and climate, Book Chapter in Srivastava P. K., Singh S. K., Mohanty U. C., Murty T. (eds.), **Techniques for Disaster Risk Management and Mitigation**, Geophysical Monograph Series, Vol. 244, American Geophysical Union, John Wiley & Sons, Inc., 109-123.
- ओस्मार्ट**
(NIOT + INCOIS + NCCR + CMLRE)
1. अमोल पी., विनयचंद्रन पीएन, शंकर डी., तुषारा वी., विजिथ वी., चटर्जी ए., कांकोंकर ए., 2019, Effect of freshwater advection and winds on the vertical structure of chlorophyll in the northern Bay of Bengal, **डीप-सी रिसर्च पार्ट II: ट्रोपिकल स्टडीज़ इन ओशेनोग्राफ**, डीओआई:10.1016/j.dsr2. 2019.07.010
 2. अन्बुराजन एल., मीना बी., विनीथकुमार एन.वी., किरुबगरन आर., धरणी जी. 2019, Functional characterization of a major compatible solute in Deep Sea halophilic eubacteria of active volcanic Barren Island, Andaman and Nicobar Islands, India, **जेनेटिक्स एंड एवोल्युशन**, 73, 261-265.
 3. अनीश कुमार केवी, सिलेश एम., राजेशकुमार सांसद, बिनेश केके, हाशिम एम., सरवनाने एन., सुधाकर एम., फ्रिके आर., 2019, New record of *Bembradium Magnoculum* (Actinopterygii : Scorpaeniformes: Plectrogoniidae) from the north-eastern Indian Ocean, **एक्टा इक्विथोलॉजिका एट पिस्कैटोरिया**, 49, 3, डीओआई:10.3750/AIEP/02573, 269-274
 4. अरुणराज केएस, जेना बीके, सुसीनथरन वी., राजकुमार जे., 2018, Variability in eddy distribution associated with East India

- Coastal Current from high-frequency radar observations along southeast coast of India, **जर्नल ऑफ जियो-फिज़िकल रिसर्च: ओशनस**, 123, डीओआई:10.1029/2018JC014041, 9101-9118.
5. अशीन के., गिरीशकुमार एम.एस., सुप्रीत के., थंगाप्रकाश वी.पी., 2019, Observed Upper Ocean Seasonal and Intraseasonal Variability in the Andaman Sea, **जर्नल ऑफ जियो-फिज़िकल रिसर्च: ओशनस**, 124, 10, 6760-6786.
 6. बंदरु बी., पॉल बी., बनर्जी डी.एस., संनिकोम एस., पॉल ए., 2019, Ensemble based regional ocean data assimilation system for the Indian Ocean: Implementation and evaluation, **ओशन मॉडलिंग**, 143:101470.
 7. बर्धन एस., एल्डहोस एम., जैकब एस., जकारिया एस., राजेश्वरी पीएम, आत्मानंद एमए, 2018, Signal Processing aspects of an indigenous buried object detection sonar, **जर्नल ऑफ एकोस्टिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया**, 45, 3, 121-130.
 8. बिटिंग एचसी, मौरर टीएल, प्लांट जेएन, वोंग एपी, श्मेचिंग सी., क्लास्ट्रे एच., टुल टीड, भास्कर टीवीएसयू, बॉस ई., डल्ल'ओल्मो जी., ऑर्गेनेलि ई. पोटेउ ए, जॉनसन केएस, हेंस्टीन सी., लेयमेरी ई., ले रेस्ते एसएल, रिसर एससी, रूपन एआर, टेलैंडियर वी., थिएरी वी., जिंग एक्स, 2019, A BGC-Argo guide: Planning, deployment, data handling and usage, **फ्रंटियर्स इन मरीन साइंसेस**, 6:502.
 9. बुसिरेड्डी एन.के.आर., अंकुर के., ऑसुरी के.के., सिवारेड्डी एस., नियोगी डी., 2019, The response of ocean parameters to tropical cyclones in the Bay of Bengal, **क्वार्टर्ली जर्नल ऑफ द रॉयल मीटियोरोलॉजिकल सोसाइटी**, डीओआई:10.1002/qj.3622
 10. चक्रवर्ती के., कुमार एन., गिरीशकुमार एमएस, गुप्ता जीवीएम, घोष जे., उदय भास्कर टीवीएस, थंगाप्रकाश वीपी, 2019, Assessment of the impact of spatial resolution on ROMS simulated upper-ocean biogeochemistry of the Arabian Sea from an operational perspective, **जर्नल ऑफ ऑपरेशनल ओशनोग्राफी**, 12, 2, 116-142.
 11. चक्रवर्ती के., लोटलीकर एए, मजुमदार एस., सामंता ए., बलिराजसिंह एस.के., घोष जे., माधुरी पीपी, सरवनकुमार ए., सरमा एनएस, राव बीएस, शनमुगम पी., 2019, Assessment of model-simulated upper ocean biogeochemical dynamics of the Bay of Bengal, **जर्नल ऑफ सी रिसर्च**, 146, 63-76.
 12. चक्रवर्ती के., मैटी एस., लोटलीकर एए, सामंता ए., घोष जे., मसुलुरी एन., स्वेता एन., ब्राइट आरपी, 2019, Modelling of marine ecosystem in regional scale for short term prediction of satellite-aided operational fishery advisories, **जर्नल ऑफ ऑपरेशनल ओशनोग्राफी**, 12, Sup.2, S157-S175.
 13. चक्रवर्ती के., निमित कुमार, गिरीशकुमार एमएस, गुप्ता जीवीएम, घोष जे., उदय भास्कर टीवीएस, थंगाप्रकाश वीपी, 2019, Assessment of the impact of spatial resolution on ROMS simulated upper-ocean biogeo-chemistry of the Arabian Sea from operational perspective, **जर्नल ऑफ ऑपरेशनल ओशनोग्राफी**, 12, 2, 116-142.
 14. चटर्जी ए., प्रवीण कुमार बी., प्रकाश एस., सिंह पी., 2019, Annihilation of the Somali upwelling system during summer monsoon, **साइंटिफिक रिपोर्ट्स**, 9:7598
 15. चेंथमिल सेलवन एस., ककारा आरएस, प्रभु के., राजन बी., 2019, Shoreline change along Kerala, south-west coast of India, using Geospatial techniques and field

- measurement, नेचुरल हैज़र्ड्स, ऑनलाइन, डीओआई:10.1007/s11069-019-03790-2
16. चित्रा के., टाटा सुधाकर, आत्मानंद एम. ए., 2018, Performance analysis of coding techniques in Underwater Acoustic communication, *जर्नल ऑफ एकोस्टिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया*, 45, 3, 150-158.
17. दानिश एम. त्रिपाठी जीआर, पंचांग आर., गांधी एन., प्रकाश एस., 2019, Dissolved boron in a brackish-water lagoon system (Chilika lagoon, India): Spatial distribution and coastal behaviour, *मरीन केमिस्ट्री*, 214:103663, डीओआई:10.1016/j.marchem.2019.103663, 1-13
18. दास आय., हज़रा एस., दास एस., गिरी एस., मैटी एस., घोष एस., 2019, Present Status of the Sustainable Fishing Limits for Hilsa Shad in the northern Bay of Bengal, India, *प्रोसीडिंग्स ऑफ द नेशनल एकेडमी ऑफ साइंसेज़ इंडिया सेक्शन बी- बायोलॉजिकल साइंसेज़*, 89, 2, 525-532.
19. डी'आसारो ई., अल्टबेट एम., कुमार एनएस, रविचंद्रन एम., 2019, Structure of the Bay of Bengal oxygen deficient zone, *डीप-सी रिसर्च पार्ट II: ट्रॉपिकल स्टडीज़ इन ओशेनोग्राफी*, ऑनलाइन, 104650, डीओआई:10.1016/j.dsr2.2019.104650.
20. दीपा केपी, अनीश कुमार केवी, ऑक्सोना के., निक्की आर., बिनेश केके, हाशिम एम., सरवनाने एन., सुधाकर एम., 2019, Population variations of Opal fish, *Bembrops caudimacula* Steindachner, 1876 from Arabian Sea and Andaman Sea: evidence from otolith morphometry, *रीजनल स्टडीज़ इन मरीन साइंसेज़*, 25, <https://doi.org/10.1016j.rsma.2018.100466>
21. धनलक्ष्मी एस., ककारा आर.एस., 2019, Assessment on shoreline retreat in response to sea level rise - Chennai coast, *जर्नल ऑफ कोस्टल रिसर्च*, Special Issue No. 89
22. धनलक्ष्मी एस., ककारा आर.एस., चेंथमिल सेल्वन एस., 2019, Impact assessment of sea level rise over coastal landforms a case study of Cuddalore coast, south-east coast of India, *एनवायरनेमेंटल अर्थ साइंसेज़*, 78: 494.
23. दीक्षित एस., बयाना एस., हाशिम एम., सरवनाने एन., सुधाकर एम., 2019, Polyclad fauna of Agatti Island, Lakshadweep, India: new records and description of two new species, *ज़ूटाक्सा*, 4657, 2, डीओआई:<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4657.2.2>
24. डॉस प्रकाश वी., वेदाचलम एन., रमेश आर., उदय प्रसाद पी., रमेश एस., मुरुगेसन एम., मूर्ति केएनवीवी, रामदास जीए, 2019 Assessment of the effectiveness of the subsea optical wireless communication system in the Arabian sea using field data, *मरीन टेक्नोलॉजी सोसाइटी जर्नल*, 53, 1, डीओआई:10.4031/MTSJ.53.1.3, 9-19
25. गायत्री आर., भास्करन पी.के., मूर्ति पी.एल.एन., 2019, River-tide-storm surge interaction characteristics for the Hooghly estuary, East coast of India, *जर्नल ऑफ हाइड्रोलिक इंजीनियरिंग*, डीओआई: 10.1080/09715010.2019.1601036, 1-13.
26. घोष एस., करमाकर एस., साहा ए., मोहंती सांसद, अली एस., राजू एस.के., कृष्णकुमार वी., सेबेस्टियन एम., बेहरा एमआर, आश्रित आर., मूर्ति पीएलएन, श्रीनिवास के., नरसिम्हन बी., उषा टी., रमण मूर्ति एमवी, थिरुवेंगदम पी., इंदु जे. थिरुमलाइवासन डी., जॉर्ज जेपी, गेडम एस., इनामदार एबी, मूर्ति बीएस, मुजूमदार पीपी, मोहपात्र एम., भारद्वाज ए, बसु एस, नायक एस. 2019, Development of India's first integrated expert urban flood forecasting system for Chennai, *करेंट साइंसेज़*, 117, 5, 741-745.

27. गिरि एस., हाजरा एस., घोष पी., घोष ए., दास एस., चंदा ए., दास आई., चक्रवर्ती के., मुखोपाध्याय ए., मैटी एस., 2019, Role of lunar phases, rainfall, and wind in predicting Hilsa shad (Tenulosa ilisha) catch in the northern Bay of Bengal, **फिशरीज़ ओशेनोग्राफी**, 28, 5, 567-575.
28. गिरीशकुमार एमएस, थंगाप्रकाश वीपी, उदय भास्कर टीवीएस, सुप्रीत के., सुरेशकुमार एन., बालीरसिंह एसके, जोफिया जे., पंत वी., विष्णु एस., जॉर्ज जी., अभिलाष केआर, शिवप्रसाद, एस., 2019 Quantifying Tropical Cyclone's Effect on the Biogeochemical Processes Using Profiling Float Observations in the Bay of Bengal, **जर्नल ऑफ जियोफिजिकल रिसर्च**: 124, 3, 1945-1963.
29. गोनी जीजे, स्प्रींटल जे., ब्रेज़ास एफ., चेंग एल., साइनो एम., डोंग एस., डोमिंग्यूज आर., गोज़ एम., लोपेज़ एच., मॉरो आर., रिवरो यू., रॉस्बी टी., टोड आरई. ट्रिनेस जे., ज़िल्बर्मन एन., बैरिंगर एम., बॉयर टी., काउली आर., डोमिंग्स सीएम, हचिसन के., क्रैम्प एम., माता एमएम, रेसेगेटी एफ., सूर्य सी., उमा भास्कर टीवीएस, वोल्कोव. डी., 2019, More than 50 years of successful continuous temperature section measurements by the global expendable bathy-thermograph network, its integrability, societal benefits, and future, **फ्रंटियर्स इन मरीन साइंस**, 6:452.
30. हरिकुमार आर., 2019, Discernment of near-oceanic precipitating clouds into convective or stratiform based on Z-R model over an Asian monsoon tropical site, **मीटियोरोलॉजी एंड एट्मॉस्फेरिक फिज़िक्स**, डीओआई:10.1007/s00703-019-00696-3, 1-14.
31. हेमीज़ जे. सी., नवनीत के. एन., वेंकटेशन आर., एट., 2019, Sustained ocean observing system in the indian ocean for climate related scientific knowledge and societal needs, **फ्रंटियर्स इन मरीन साइंस**, 6, 355.
32. जम्पना वी., रविचंद्रन एम., कांथा एल., रहमान एच., 2019, Modeling slippery layers in the northern Bay of Bengal, **डीप-सी रिसर्च पार्ट II: ट्रोपिकल स्टडीज़ इन ओशेनोग्राफ**, डीओआई:10.1016/j.dsr2.2019. 07.004.
33. जांगिड़ बी., स्वैन डी., घोष एसके, गोयल आर., उदय भास्कर टीवीएस, 2019, Inter-comparison of model, satellite and in situ tropical cyclone heat potential in the North Indian Ocean, **नेचुरल हैज़र्ड्स**, डीओआई: 10.1007/s11069-019-03756-4, 1-18
34. जयराम सी., उदय भास्कर टीवीएस, कुमार जेपी, स्वैन डी., 2019, Cyclone Enhanced Chlorophyll in the Bay of Bengal as Evidenced from Satellite and BGC-Argo Float Observations, **जर्नल ऑफ द इंडियन सोसाइटी ऑफ रिमोट सेंसिंग**, 47, 11, 1875-1882.
35. जेना बी.के., अरुणराज के.एस., सुसीनथरन वी., कुकड़िया तुषार, कार्तिकेयन टी., 2019, Indian coastal ocean radar network, **करंट साइंस**, 116, 3, 373-378
36. झा डीके, रत्नम., राजगुरु एस., धरनी जी., प्रशांति देवी एम., किरुबगरन आर., 2019, Evaluation of trace metals quality in seawater and sediments of Nellore, south-east coast of India, by using multivariate and ecological tool, **मरीन पॉल्युशन बुलेटिन**, 146, डीओआई:10.1016/j.marpolbul.2019.05. 044 1-10.
37. ज्योति एल., जोसेफ एस., सुनीता पी., 2019, Surface and Sub? surface Ocean Response to Tropical Cyclone Phailin: Role of Preexisting Oceanic Features, **जर्नल जियोफिजिकल रिसर्च ओशनस**, 124, 9, 6515-6530.

38. कांथा एल., वेलर आरए, फरार जेटी, रहमान एच., जम्पना वी., 2019, A note on modeling mixing in the upper layers of the Bay of Bengal: Importance of water type, water column structure and precipitation, **डीप-सी रिसर्च पार्ट II: ट्रोपिकल स्टडीज़ इन ओशनोग्राफी**, 168:104643, डीओआई: 10.1016/j.dsr2.2019.104643.
39. कराती के.के., आशादेवी सी.आर., रशीद के., विनीता जी., स्मिता बी.आर. विमलकुमार के.जी. सरी मोल सी.एन., सुधाकर एम., 2019, Influence of the coastal circulation and water-mass characteristics in structuring the zooplankton community of the eastern Arabian Sea, **रीजनल स्टडीज़ ऑफ मरीन साइंस**, 31:100761.
40. कार्तिकेयन पी., मारीगौदर एस. आर., नागार्जुन ए., शर्मा के.वी., 2019, Toxicity assessment of cobalt and selenium on marine diatoms and copepods, **एनवायरनमेंटल केमिस्ट्री एंड इकोटॉक्सिकोलॉजी**, 1, 36-42.
41. कौशिक एस., रमेश सीएच., शनमुगराज टी., रमना मूर्ति एमवी, 2019, Assessment on recruitment density of branching corals *Montipora digitata* (Scleractinia: Acroporidae) in Talairi Island, Gulf of Mannar, **इंटरनेशनल जर्नल ऑफ फॉना एंड बायोलॉजिकल स्टडीज़**, 6, 4, 38-41
42. कौशिक एस., रमेश सीएच., शनमुगराज टी., रमना मूर्ति एमवी., 2019, In Situ Observation on the mass aggregation of edible sea urchin *Stomopneustes variolaris* in Shingle Island, Gulf of Mannar, **जर्नल ऑफ लाइफ साइंसेज़ रिसर्च**, 6, 1, 5-8.
43. कृष्णमोहन केएस, वायलार्ड जे., लेंग्रेस एम., मासोन एस., सैमसन जी., पौस एस., नीतू एस., डूरंड एफ., शेनोई एसएससी, मैडेक जी., 2019, Is there an effect of Bay of Bengal salinity on the northern Indian Ocean climatological rainfall?, **डीप सी रिसर्च पार्ट II: टोपिकल स्टडीस इन ओशनोग्राफी**, 166, 19-33.
44. कुमार बीपी, डी'आसारो ई., सुरेश कुमार एन., रविचंद्रन एम., 2019, Widespread cooling of the Bay of Bengal by tropical storm Roanu, **डीप सी रिसर्च पार्ट II: टोपिकल स्टडीस इन ओशनोग्राफी**, 168:104652, डीओआई:10.1016/j.dsr2.2019.104652.
45. महन्ती एम.एम., लता जी, दुर्ई पी.ई., 2019, Impact of tropical cyclone Vardah on the fish chorus in shallow waters of Southwest Bay of Bengal, **इकोलोजिकल इंडिकेटर्स**, 96, 288-292.
46. मजुमदार एस., बालकृष्णन नायर टी. एम., किरण कुमार एन., 2019, Reconstruction of the state space figure of indian ocean dipole, **एडवानसेस इन इंटेल्लिजेंट सिस्टम्स**, 816, 471-482.
47. मजुमदार एस., कांजीलाल पी.पी., 2019, Application of Singular Spectrum Analysis for Investigating Chaos in Sea Surface Temperature, **प्योर एंड अपलाइड जिओफिजिक्स**, 176(8), pp.3769-3786.
48. मीना बी., अन्बुराजन एल., सतीश टी., दास ए.के., विनीथकुमार एन.वी., किरुबगरन आर., धरनी जी., 2019, Studies on diversity of *Vibrio* sp. and prevalence of hapA, tcpl, st, rtx A&C, acfB, hlyA, ctxA, ompU and toxR genes in environmental strains of *Vibrio cholerae* from Port Blair bays of South Andaman, India, **मरीन पौल्यूशन बुलेटिन**, 144, 105-116.
49. मीना बी., अन्बुराजन एल., विनीथकुमार एनवी, किरुबगरन आर., धरणी जी, 2019, Biodiversity and antibacterial potential of cultivable halophilic actinobacteria from the deep sea sediments of active volcanic Barren Island, **माइक्रोबियल पैथोजेनेसिस**, 132,

- डीओआई:10.1016/j.micpath.2019.04.043, 129-136.
50. मिथुनशाह एच., स्मिता बी.आर, मोहम्मद हथा ए.ए., सुधाकर एम., 2019, Subsurface chlorophyll Maxima in the North Eastern Arabian sea: Simulation on impact of warming, **इकोलोजिकल इंडीकेटर्स**, 110, 105858.
51. मिश्रा एस.के., नायक आर.के., महंती पी.सी., शेषसाई एम.वी.आर., दधवाल वी. के., 2019, Tidal Circulation in the Hooghly Estuary and Adjacent Coastal Oceans, **जर्नल ऑफ द इंडियन सोसाइटी ऑफ रिमोट सेन्सिंग**, 47, 4, 705-714.
52. मोहम्मद नौशाद बी., इदरीस बाबू केके, परमेस्वरन यूवी, सुरेशकुमार एस., 2019, A new record of sea star *Nardoa frianti* Koehler, 1910 (Echinodermata: Asteroidea: Ophidiasteridae) from the Arabian Sea, Western Indian Ocean, **जर्नल ऑफ द मरीन बायोलॉजिकल एसोसिएशन ऑफ इंडिया**, 60, 2, डीओआई:10.6024/jmbai.2018.60.2.2056-14, 18-22.
53. मोहंती पीसी, पंडितराव एस., महेंद्र आरएस, कुमार एचएस, भारद्वाज एसपी, नायक आरके, रामाराव ईपी, 2019, Geospatial Assessment of Flood Hazard Along the Tamil Nadu Coast, **जर्नल ऑफ द इंडियन सोसाइटी ऑफ रिमोट सेन्सिंग**, 47, 10, 1657-1669.
54. मुखर्जी ए., कलिता बी. के., 2019, Signature of La Niña in interannual variations of the East India Coastal Current during spring, **क्लाइमेट डायनेमिक्स**, 53, 1-2, 551-568.
55. मुखर्जी ए., चटर्जी ए., फ्रांसिस पी. ए., 2019, Role of Andaman and Nicobar Islands in eddy formation along western boundary of the Bay of Bengal, **नेचर साइंटिफिक रिपोर्ट्स**, 9:10152.
56. नागार्जुन ए., कार्तिकेयन पी., मैरीगौदर एस. आर., शर्मा के.वी., 2019, Effect of sublethal gradient concentrations of nickel on postlarvae of *Penaeus monodon*, *Perna viridis* and *Terapon jarbua*: Enzyme activities and histopathological changes, **केमोस्फेयर**, 237, 124428.
57. नवनीत के. एन., मार्टिन एम. वी., जोसिया जोसेफ के., वेंकटेशन आर., 2019, Contrasting Upper Ocean Response of Two Intense Cyclones in Bay of Bengal, **डीप सी रिसर्च-पार्ट 1**, 147, 65-78.
58. नौजस वी., ककारा आर.एस., 2019, Shoreline Evolution along Vengurla, South Maharashtra Coast Using a Numerical Model, **जर्नल ऑफ कोस्टल रिसर्च**, Special Issue No. 89.
59. नौजस वी., ककारा आर.एस., चेंथमिल सेलवन एस. 2019, Shoreline management plan for embayed beaches: A case study at Vengurla, west coast of India, **ओशन एंड कोस्टल मैनेजमेंट**, 170, 51-59.
60. ऑक्सोना के., अनीश कुमार केवी, सिलेश एम., निक्की आर., राजेश कुमार एमपी., हाशिम एम., सुधाकर एम., 2019, New record of *Owstonia kamoharai* Endo, Liao and Matsuura, 2015 (Perciformes: Cepolidae) from the northeastern Indian Ocean, **रीजनल स्टडीज़ इन मरीन साइंस**, 13:100946.
61. पडाटे वी.पी., हाशिम एम., एन्जी पी.के.एल., 2019, Kasagia sudhakari, a new species of deep-sea spider crab (Crustacea: Brachyura: Majidae) from the southeastern Arabian Sea, **मरीन बायोलॉजी रिसर्च**, 15, 3, 290-296.
62. प्रसाद एसजी., फ्रान्सिस पीए., बालाकृष्णन नायर टीएम., शेनोई एस.एस.सी., विजयालक्ष्मी टी., 2019, Oil spill trajectory prediction with high-resolution ocean currents, **जर्नल ऑफ**

- ऑपरेशनल ओशनोग्राफी, डीओआई: 10.1080/1755876X.2019.1606691, 1-17.
63. प्रेरणा एस., चटर्जी ए., मुखर्जी ए., रविचंद्रन एम., शेनोई एस.एस.सी., 2019, Wyrтки Jets: Role of intraseasonal forcing, *जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस*, 128:21.
64. प्रियंका एस, किरुबगरन आर., मैरी लीमा जेट, 2019, Statistical optimization of BG-11 medium for enhanced zeaxanthin productivity in *Synechococcus marinus* (NIOT-208), *इंटरनेशनल जर्नल ऑफ फार्मा एंड बायो साइंसेज*, 10, 3, डीओआई:10.22376/ijpbs.2019.10.3.b58-70, 58-70.
65. रहमान एच., भरत राज जी. एन., रविचंद्रन एम., 2019, Coupled ocean-atmosphere summer intraseasonal oscillation over the Bay of Bengal, *प्योर एंड अपलाइड जिओफिजिक्स*, डीओआई: 10.1007/s00024-019-02275-4
66. रहमान एच., वेणुगोपाल टी., पेनी एस.जी., बेहिंगर डी.डब्ल्यू., रविचंद्रन एम., राजू जे.वी.एस., सेनगुप्ता डी., 2019, Improved ocean analysis for the indian ocean. *जर्नल ऑफ ऑपरेशनल ओशनोग्राफी*, 12, 1, 16-33.
67. रहमान एच., श्रीनिवासु यू., स्वपन पी., दुर्गादू जेवी, ग्रिफिज़ एसएम, रविचंद्रन एम., बोज़ेक ए, चेरची ए., वोल्डोएर ए., सिदोरेन्की डी., चेसिग्रेट ईपी, दानबासोग्लू जी, त्सुकिनो एच., गेट्ज़लाफ़ेफ़. के., इलिकैक एम., बेंटसन एम., लॉन्ग एमसी, फोगली पीजी, फरनेटी आर., डेनिलोव एस., मार्सलैंड एसजे, वाल्के एस., येजर एसजी, वांग क्यू., 2019, Assessment of the Indian Ocean mean state and seasonal cycle in a suite of interannual CORE-II simula-tions, *ओशन मॉडलिंग*, ऑनलाइन, डीओआई: 10.1016/j.ocemod.2019.101503, 1-45
68. राजेश कुमार एम.पी., बिनेश के के, हाशिम एम., क्यूबेलियो एसएस, सुधाकर एम., 2019, New Geographical Record of *Chaunax penicillatus* McCulloch, 1915 (Chaunacoidei: Chaunacidae) from the Eastern Indian Ocean, *थलासस-इंटरनेशनल जर्नल ऑफ मरीन साइंसेज*, ऑनलाइन, डीओआई:10.1007/s41208-019-00183-x, 1-5
69. राजेश्वरी पी.एम., राजपन डी, एल्डहोस एम, कार्तिकेयन ए, 2018, Target detection of Buried object scanning SONAR images using artificial Bee colony based Tsallis entropy method, *जर्नल ऑफ अकाउंटिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया*, 45, 3, 131-140.
70. रमेश सी एच., कौशिक एस., शनमुगराज टी., मूर्ति एमवीआर, 2019, Impact of toxic Cyanobacteria *Lyngbya majuscula* and green algae *Ulva reticulata* blooms in coral reefs of Gulf of Mannar, *इंटरनेशनल जर्नल ऑफ रीसेंट साइंटिफिक रीसर्च*, 10, 9A, 34581-34583.
71. रमेश सीएच., कौशिक एस., शनमुगराज टी., मूर्ति एमवीआर, 2019, Infestation of Corallivorous gastropod, *Drupella cornus* (Gastropoda: Muricidae) on corals of Mandapam group of Islands, Gulf of Mannar, India, *जर्नल ऑफ टेरिस्ट्रियल एंड मरीन रीसर्च*, 3, 1, 1-3.
72. रमेश सीएच., कौशिक एस., शनमुगराज टी., रामाना मूर्ति एमवी, 2019, Baseline survey on coral diseases, stress factors and new threats in coral reefs of Gulf of Mannar marine biosphere, *रीसर्च जर्नल ऑफ मरीन साइंस*, 1, 1, 31-48
73. रमेश सीएच., कौशिक एस., शनमुगराज टी., रमना मूर्ति एम.वी., 2019, Enhancement of Reef diversity using plastic waste: A Nobel way to reduce plastic pollution, *बायोलॉजिकल फोरम*, 11, 1, 194-198

74. रमेश सीएच., कौशिक एस., शनमुगराज टी., रमना मूर्ति एम.वी., 2019, Factors Affecting Coral Reefs in Mandapam Group of Islands in Gulf of Mannar, India, **जर्नल ऑफ वाइल्डलाइफ रिसर्च**, 7, 2, 16-22
75. रमेश सीएच., कौशिक एस., शनमुगराज टी., रमना मूर्ति एमवी, 2019, Mortality of sea turtles *Chelonia mydas* and *Lepidochelys olivacea* due to entanglement in fishing nets, in Mandapam region, **इंटरनैशनल जर्नल ऑफ करेंट रिसर्च**, 11, 5, 3660-3662.
76. रमेश सीएच., कौशिक एस., शनमुगराज टी., रमना मूर्ति एमवी, 2019, Occurrence of unusual swarm of soldier crab, *Dotilla myctiroides* (H. Milne Edwards, 1852) in Gulf of Mannar, Southeast Coast of India, **एमजेंट लाइफ साइंस रिसर्च**, 7, 2, 63-66
77. रोएमीच डी., अल्फोर्ड एमएच, क्लास्ट्रे एच., जॉनसन केएस, किंग बी., मौम जे., ओके पीआर, ओवेन्स डब्ल्यूबी, पॉल्लिकेन एस., पुर्की एस., स्कैंडेबर्ग एम., सुगा टी., विजफेल्स एसई, ज़िल्बर्मन एन., बकेर डी., बैरिंजर एमओ, बेलबॉच एम., बिटिंग एचसी, बांस ई., कैलिल पी., कारसे एफ., कार्वाल टी., चाय एफ., कोंचुहैर डीओ, डी'ऑर्टेज़ियो एफ, डैल'ओल्मो जी., डेसब्रुग्रेस डी., फेनेल के., फेर आई., फेरारी आर., फॉरगेट जी., फ्रीलैंड एच., फुजिकी टी., गेहलेन एम., ग्रीनन बी., हॉलबर्ग आर., हिबिया टी., होसोदा एस., जेने एस., जोचुम एम., जॉनसन जीसी, कांग के. आर., कोलोडिज़िजकज एन., कोएट्टिज़गर ए., ले ट्रेन पी.वाई., लेनन वाई.-डी., भूलभुलैया जी., मॉर्क केए, मॉरिस टी., नागई टी., नैश जे., गारबेटो एएन, ओल्सेन ए., पट्टाभि आरआर, प्रकाश एस., रिसर एस., श्मेचिग सी., श्रायर ई., स्टर्ल ए., सटन पी., टैली एल., तन्हुआ टी., थियरी वी., थॉमला एस., टोल जे., ट्रॉसी ए., टुल टी., टरटन जेडी, वेलेज-बेल्ची पीजे, वाल्कोव्स्की डब्ल्यू., वांग एच., वन्निन्कोहोफ आर., वाटरहाउस ए., वॉटसन ए., विल्सन सी., वोंग एपी, जू जे, यसुदा आई., 2019, On the future of Argo: A global, full-depth, multi-disciplinary array, **फ्रंटियर्स इन मरीन साइंस**, 6:439.
78. रोहित बी., पॉल ए., डूरंड एफ., टेस्टुत एल., प्रेरणा एस., अफ़रोज़ा एम., रामकृष्ण एसएसवीएस, शेनोई एसएससी, 2019, Basin-wide sea level coherency in the tropical Indian Ocean driven by Madden-Julian Oscillation, **नेचर कौम्यूनिकेशंस**, 10:1257.
79. सेबास्टियन एम., बेहेरा एम. आर., मर्ट, पी.एल.एन., 2019, Storm surge hydrodynamics at a concave coast due to varying approach angles of cyclone, **ओशन इंजीनीयरिंग**, 191:106437.
80. शन्मुगा प्रिया एस., रमेश एस., रामदास जी. ए., 2019, Retrieval of Water Quality Parameters of South Andaman Coral Islands using Remotely Operated Underwater Vehicle, **वाटर साइंस**, 33, डीओआई: 10.1080/11104929.2019. 1662649.
81. सीरीशा पी, रेम्या पी.जी., मोदी ए, त्रिपाठी आर.आर., बालकृष्णन नायर टी.एम., वेंकटेश्वर राव इ., 2019, Evaluation of the impact of high-resolution winds on the coastal waves, **जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस**, 128:226.
82. श्रीदेव डीएस, राजपन डी., जैकब एस., जकारिया एस., अरुमुगम के., राजेश्वरी पीएम., आत्मानंद एम. ए., 2018, Compact FPGA based instrumentation for a buried object detection sonar, **जर्नल ऑफ अकौस्टिकल सोसिसिटी ऑफ इंडिया**, 45, 3, 111-120.
83. श्रीचंदन एस., बलीरसिंह एसके, प्रकाश एस., लोटलीकर एए, परिधि सी., साहू केसी, 2019, Seasonal dynamics of phytoplankton in response to environmental variables in contrasting coastal ecosystems, **एनवायरमेंटल साइंस एंड पोल्युशन रिसर्च**, 26, 12, 12025-12041.

84. श्रीनिवासन आर., राजेंद्रन वी., जचारिया एस., टाटा सुधाकर, 2019, A study of Ocean parameters in Bay of Bengal (BoB) using Indigenized drifting buoys, **जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस**, 128:196, डीओआई:10.1007/s12040-019-1242-2.
85. सुलोचना जी., फ्रांसिस पी. ए., विनयचंद्रन पी.एन., 2019, Summer monsoon of 2019: understanding the performance so far and speculating about the rest of the season, **करंट साइंस**, 117, 5, 783-793.
86. सुमोद के.एस., हिबिन वाई., हाशिम एम., संजीवन वी.एन., 2019, Description of a new species of deep-water snake eel, *Ophichthus mcoskeri* (Ophichthidae: Ophichthinae) from Andaman Sea, India, **जूटाक्सा**, 4686, 1.
87. उधाबा डोरा जी., कंकारा आर.एस., रशीद के., 2019, Evaluation of the reanalysis wind over the Indian Ocean across the seasonal reversing wind pattern, **जर्नल ऑफ जिओमरीन साइन्सेस**, 48, 1, 75-84.
88. उधाबा डोरा जी., रशीद के., ककारा आर.एस., 2018, Impact of seasonal monsoon on coastal weather condition: a case study at Vengurla, west coast of India, **इंडियन जर्नल ऑफ जिओमरीन साइन्सेस**, 47, 12, 2382-2389.
89. उमेश पी. ए., भास्करन पी. के., संध्या के. जी., बालकृष्णन नायर टी. एम., 2019, Numerical simulation and preliminary analysis of spectral slope and tail characteristics using nested WAM-SWAN in a shallow water application off Visakhapatnam, **ओशन इंजीनियरिंग**, 173, 268-283.
90. उमेश पी. ए., भास्करन पी. के., संध्या के.जी., नायर टी.एम.बी., 2019, Spectral Modelling on the Characteristics of High Frequency Tail in Shallow Water Wave Spectra at Coastal Puducherry, East Coast of India, **प्योर एंड अपलाइड जीयोफिजिक्स**, 176, 1, 501-524
91. वेद एम., रिज़वान अहम्मद बी., 2019, Big data analytics in telecommunication using state-of-the-art big data framework in a distributed computing environment: A case study, **प्रोसीडिंग्स – इंटरनेशनल कम्प्यूटर सॉफ्टवेयर एंड एप्लीकेशन्स कॉन्फरेंस**, 1: 8754071, 411-416.
92. वेंकटेशन आर., अरुल मुथैया एम., वेंगतेसन जी., केशवकुमार बी., वेदाचलम एन., 2019, Best Practices for increasing data return: Case study from indian ocean observation network, **मरीन टेक्नोलोजी सोसाइटी जर्नल**, 53, 5, 30-42, डीओआई: 10. 4031/MTSJ.53.5.17.
93. वेंकटेशन आर., रमेश के., अरुल मुथैया एम., थिरुमुर्गन के., आत्मानंद एमए., 2019, Analysis of drt characteristic in conductivity and temperature sensors used in moored buoy system, **ओशन इंजीनियरिंग**, 171, 151-156, डीओआई:10.1016/j. oceaneng.2018. 10.033.
94. विजय पी., गिरीशकुमार एमएस, मर्तुगुडे आर., अशोक के., रविचंद्रन एम., 2019, On the relation between boreal spring position of Atlantic Inter-tropical Convergence Zone and Atlantic Zonal Mode, **जर्नल ऑफ क्लाइमेट**, 32, 4767-4781.
95. विनयचंद्रन पीएन, दास यू., शंकर डी., जेफर एस., बेहारा ए., बालकृष्णन नायर टीएम, भट जीएस., 2019, Maintenance of the southern Bay of Bengal cold pool, **डीप सी रीसर्च पार्ट II: टैपिकल स्टडीस इन ओशनोग्राफी**, ऑनलाइन, 104624, डीओआई:10.1016/j.dsr2.2019. 07.012,
96. विष्णु एस., फ्रांसिस पी. ए., रामकृष्ण एस.एस.वी., शेनोई एस.एस.सी., 2019, On the relationship between the Indian summer monsoon

rainfall and the EQUINOO in the CFSv2, *क्लाइमेट डायनामिक्स*, 52, 1-2, 1263-1281.

97. वेल्हार आर ए, फरार जेटी, एसईओ एच, प्रेंड सी, सेनगुप्ता डी, लेख जेएस, रविचंद्रन एम, वेंकटसेन आर., 2019, Moored observations of the surface meteorology and air-sea fluxes in the northern Bay of Bengal in 2015, *जर्नल ऑफ क्लाइमेट*, 32, 549-573, डीओआई:10.1175/JCLI-D-18-0413.1

अन्य प्रकाशन

1. कल्याणी एम., किरन ए.एस., रविचन्द्रन वी., सुसीनथरन वी., जेना बी.के., रमन मूर्ति एम.वी. 2019, Wave Transformation Around Submerged Breakwaters Made of Rubble Mound and Those Made of Geosynthetic Tubes—A Com-parison Study for Kadalur Periyakuppam Coast. In: Murali K., Sriram V., Samad A., Saha N. (eds) **Proceedings of the Fourth International Conference in Ocean Engineering (ICOE2018)**, Lecture Notes in Civil Engineering, vol 23. Springer, Singapore, डीओआई:https://doi.org/10.1007/978-981-13-3134-3_25
2. सुधाकर एम, परमेश्वरन यू.वी., अनीश कुमार के.वी. हाशिम, एम. सरवणने एन, 2019, **Taxonomic Discoveries from the Northern Indian Ocean**, Ministry of Earth Sciences, New Delhi.
3. सुधाकर एम., रमिया एन., 2019, **CMLRE's Compilation of Recent First Reports and New Species**, E-book, CMLRE, Kochi.

पेसर

(NCPOR)

1. अग्रवाल डीके, रॉय पी., प्रकाश एलएस, कुरियन पीजे, 2019, Hydrothermal signatures in sediments from eastern Southwest

Indian ridge 63°E to 68°E, *मरीन केमिस्ट्री*, ऑनलाइन, डीओआई:10.1016/j.marchem.2019.103732, 1-16.

2. अरुण बीएस, अश्विनी एआर, गोगोई एमएम, हेगड़े पी., कोमपल्ली एसके, शर्मा पी., सुरेश बाबू एस., 2019, Physico-chemical and optical properties of aerosols at a background site (~4 km a.s.l. in the western Himalayas, *एटमोस्फेरिक एनवायरमेंट*, 218:117017, डीओआई:10.1016/j.atmosenv.2019.117017.
3. बाल्टर एफ., बेयर बी., बेडनर्स एनके, डेपेलर एस., एस्क्रबानो आर., गोंजालेज सीई, हंसमैन आरएल, मिश्रा आरके, मोरन एमए, रेपेटा डीजे, रॉबिन्सन सी., सिंटेस ई., तम्बुरिनी सी., वैलेंटाइन ले., Hernd G.J.L., 2019, Towards integrating evolution, metabolism and climate change studies of marine ecosystems, *ट्रेंड्स इन एकोलोजी एंड एवोल्यूशन*, 34, डीओआई:1016.tree.2019.07.003, 1022-1033.
4. चांस आरजे, टिनल एल., शेरेवेन टी., बेकर एआर, बेल टी., ब्रिंडल जे., कैपोस एमएलएएम, क्रोट पी., डकलो एच., पेंग हे, हॉपकिंस एफ., हुगैकल बी., ह्यूजेस सी., जिकल्स टीडी, लोएड्स डी., मकाया डीएआर, महाजन एएस, मालिन जी., फिलिप्स डी., रॉबर्ट्स आई., रॉय आर., सरकार ए., सिन्हा एके, सोंग एक्स., विंकलबॉयर एच., वुटिंग के., यांग एम., पेंग जेड, कारपेंटर एलजे, 2019, Global sea-surface iodide observations, 1967-2018, *साइन्टीफिक डाटा*, 6:286, डीओआई:10.1038/s41597-019-0288-y, 1-8.
5. डी'कोस्टा पीएम, कुनकोलिनकर आरएसएस, नाइक एजी, नाइक आरके, रॉय आर., 2019, The response of *Prorocentrum sigmoides* and its associated culturable bacteria to metals and organic pollutants, *जर्नल ऑफ बेसिक माइक्रोबायोलोजी*, 59, 10, 979-991.
6. डी'आसारो ई., अल्टबेट एम., कुमार एनएस, रविचंद्रन., 2019, Structure of the Bay of

- Bengal oxygen deficient zone, **डीप सी रीसर्च पार्ट II**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1016/j.dsr2.2019.104650, 1-5
7. गुरुवयूरप्पन एच., मिट्टीनन ए., डिवाइन डीवी, मोरोस एम., ओरमे एलसी, मोहन आर., 2019, Ocean surface warming in Krossfjorden, Svalbard, during the last 60 years, **आक्टॉस**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1007/s41063-019-00071-x, 1-13
 8. गदाम वीके, कुलकर्णी एवी, ब्योर्नसन एच., गुलापल्ली एस., बलिना एम., 2019, Applications of SPOT-7 tri-stereo imagery in deriving the surface topography and mass changes of glaciers in Indian Himalaya, **जीओकारटो इंटरनैशनल**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1080/10106049.2019.1648567, 1-22.
 9. गोपाल वी., कृष्णमूर्ति आरआर, चक्रवर्ती पी., मगेश एनएस, जयप्रकाश एम., 2019, Trace element contamination in marine sediments along the southeast Indian shelf following Cyclone Gaja, **मरीन पोल्युशन बुलेटिन**, 149:110520, डीओआई: 10.1016/j.marpolbul.2019.110520
 10. हलबेक एल., विहताकारी एम., डुर्ट पी., एवरेट ए., ग्रेन्सकोग एमए, हॉप एच., काको एचएम, क्रिस्टियनसेन एस., मायहे पीआई, पावलोव एके, प्रमाणिक ए., टाटस्क ए., टॉर्सविक टी., Wiktor J. M., Wold A., Wulff A., Steen H., Assmy P., 2019, Tidewater glaciers and bedrock characteristics control the phytoplankton growth environment in a Fjord in the Arctic, **फ्रंटियर्स इन मरीन साइंस**, डीओआई:10.3389/fmars.2019.00254.
 11. हसुम के., होवे जेए, बाल्टज़र ए., फोरविक एम., जेन्सेन एम., जेर्नस पी., कोर्सन एस., मिट्टिनन ए., मोहन आर., मोरिगी सी., प्रिन्स एम., स्क्रिबैंक के. बी, बूओस एम, दिज्क्स ट्रेलस्ट्रा एस, 2019, The marine sedimentary environments of the Kongsfjorden, Svalbard: an archive of polar environmental change, **पोलर रीसर्च**, 38, 3380, डीओआई:10.33265/polar.v38.3380.
 12. जम्पना वी., रविचंद्रन एम. कांठ एल., रहमान एच., 2019, Modeling slippery layers in the northern Bay of Bengal, **डीप सी रीसर्च पार्ट II**, डीओआई:10.1016/j.dsr2.2019.07.004.
 13. जावेद एसडी, कुमार एस., लुइस ए जे, पंडित पीएच, वानखेड़े एस., 2019, Seasonal glacier surface velocity fluctuation and contribution of the eastern and western tributary glaciers in Amery Ice Shelf, East Antarctica, **चेक पोलर रिपोर्ट**, 9, 1, 49-60.
 14. जावाक एसडी, लुइस ए जे, फ्रेटवेल पी., कॉनवे पी., दुरैराजन यू., 2019, Semiautomated detection and mapping of vegetation distribution in the antarctic environment using spatial-spectral characteristics of world view-2 imagery, **रिमोट सेन्सिंग**, 11, 16, 1909, डीओआई:10.3390/rs11161909.
 15. जावेद एस.डी., वानखेड़े एस.एफ., लुइस ए.जे., 2019, Explorative study on mapping surface facies of selected glaciers from Chandra basin, Himalaya using World View-2 data, **रिमोट सेन्सिंग**, 11, 10, 1207.
 16. जेना बी., रविचंद्रन एम., टर्नर जे., 2019, Recent reoccurrence of large open? ocean polynya on the Maud Rise seamount, **जीओफिजिकल रीसर्च लैटर्स**, 46, 4320-4329. डीओआई:10.1029/2018GL081482.
 17. केरकर ए.यू., वेंकटरमण वी., त्रिपाठी एस.सी., 2019, Morphometric estimation of copepod carbon biomass in coastal Antarctica: a case study in Prydz Bay, **जर्नल ऑफ क्रस्टेशियन बायोलॉजी**, डीओआई:10.1093/jcbiol/ruz077, 1-9.
 18. कुमार ए., दत्त एस., सारस्वत, आर., गुप्ता एके, क्लिफ्ट पीडी, पांडे डीके, यू जेड, कुल्हानेक डीके,

- 2019, A late Pleistocene sedimentation in the Indus Fan, Arabian Sea, IODP Site U1457, **जीओलोजिकल मैगजीन**, डीओआई:10.1017/S0016756819000396.
19. कुमार बी.पी., डीएसरो ई., कुमार एन.एस., रविचंद्रन., 2019, Widespread cooling of the Bay of Bengal by tropical storm Roanu, **डीप सी रिसर्च पार्ट II**, डीओआई:10.1016/j.dsr2.2019.104652
 20. लसिथा एस., ट्रिंकल डी., कुरियन जेपी, हरिकृष्ण पीआर, 2019, Geophysical evidence for marine prolongation of the Palghat-Cauvery Shear System into the off-shore Cauvery Basin, eastern continental margin of India, **जर्नल ऑफ एशियन अर्थ साइंसेस**, 184:103981.
 21. लिंडबेक के., मोहल्ट जी., निकोल्स केडब्ल्यू, हेटरमैन टी., प्रताप बी., थंबन एम., मत्सुओका के., 2019, Spatial and temporal variations in basal melting at Nivlisen ice shelf, East Antarctica, derived from phase-sensitive radars, **द क्रायोस्फेयर**, 13, 2579-2595.
 22. मिश्रा आरके, सेंगा, वाई., नाकाटा के. मिश्रा एस., साहू बीके, 2019, Spatio-temporal variation of Prochlorococcus and phytoplankton community between the Shimizu coast and Suruga bay, Northwest Pacific Ocean, **रीजनल स्टडीस इन मरीन साइंस**, 33:100890, डीओआई:10.1016/j.rsma.2019.100890
 23. नाइक आरके, नाइक एमएम, डीकोस्टा पीएम, शेख एफ., 2019, Microplastics in ballast water as an emerging source and vector for harmful chemicals, antibiotics, metals, bacterial pathogens and HAB species: a potential risk to the marine environment and human health, **मरीन पोल्युशन बुलेटीन**, 149:110525, डीओआई: 10.1016/j.marpolbul.2019.110525
 24. नायर ए., मोहन आर., क्रॉस्टा एक्स., मनोज एमसी, थम्बन एम., मारियू वी., 2019, Southern Ocean sea ice and frontal changes during the late Quaternary and their linkages to Asian summer monsoon, **क्राटनरी साइंस रिव्यूज**, 213, 93-104.
 25. निथ्या सीएन., श्रीनिवास वाई., मगेश एनएस, कलिराज एस., 2019, Assessment of ground-water potential zones in Chittar basin, Southern India using GIS based AHP technique, **रिमोट सेन्सिंग एप्लीकेशन्स :सोसाइटी एंड एनवायरमेंट**, 15:100248, <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.100248>.
 26. पांडे डी.के., पांडे ए., व्हाटम एस.ए., 2019, Relict subduction initiation along a passive margin in the northwest Indian Ocean, **नेचर कम्यूनिकेशंस**, 10:2248, डीओआई: 10.1038/s41467-019-10227-8. 11.878
 27. पटेल एल.के., शर्मा पी., थंबन एम., 2019, Spatio-temporal variability of snow water equivalent over the Vestre Broggerbreen and Feiringbreen glaciers, Ny-Ålesund, Svalbard, **जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंसेस**, 128:183, डीओआई:10.1007/s12040-019-1224-4.
 28. पाटिल एस., मोहन आर., जाफर एसए, गाजी एस., चौधरी पी., क्रोस्टा एक्स., 2019, The coccolithophore family Calciosoleniaceae with report of a new species: Calciosolenia subtropicus from the southern Indian Ocean, **माइक्रोपैलींटोलोजी**, 65, 5, 459-471.
 29. पोद्दापिनजारा वी., गिरीशकुमार एमएस, मुर्तुगुडे आर., अशोक के., रविचंद्रन एम., 2019, On the relation between boreal spring position of Atlantic Inter-tropical Convergence Zone and Atlantic Zonal Mode, **जर्नल ऑफ क्लाइमेट**, डीओआई:10.1175/JCLI-D-18-0614.1.

30. प्रमानिक ए. कोहलर जे., शुलर टी. वी., पेल्ट डब्ल्यू., कोहेन एल., 2019, Comparison of snow accumulation events on two High Arctic glaciers to model-derived and observed precipitation, **पोलर रीसर्च**, 38, 3364.
31. प्रताप बी., शर्मा पी., पटेल एल., सिंह एटी, गद्दाम वीके, औलकर एस., थंबन एम., 2019, Reconciling high glacier surface melting in summer with air temperature in the semi-arid zone of western Himalaya, **वाटर**, 11, 8, 1561.
32. रहमान एच., भरत राज जी. एन., रविचंद्रन एम., 2019, Coupled Ocean-Atmosphere Summer Intraseasonal Oscillation over the Bay of Bengal, **प्योर एंड अपलाइड जीयोफिजिक्स**, डीओआई:10.1007/s00024-019-02275-4.
33. सेन के., मुखर्जी बी. के., मानस एम., सेन के., मुखर्जी एस., 2019, Two-stage exhumation of Zildat Ophiolitic Melange rocks, NW Himalaya, India, **हिमालयन जीयोलोजी**, 40, 2, 182-189.
34. शीए ए, सिल एस, गंगोपाध्याय ए, गवारकिविज़ जी, रविचंद्रन एम, 2019, Seasonal evolution of oceanic upper layer processes in the northern Bay of Bengal following a single argo float. **जीओफिजिकल रीसर्च लैटर्स**, 46, 10, 5369-5377.
35. शेटी एस., मोहन आर., पाटिल एस., जावाक एस., नायर ए., वॉरियर ए., महेश बीएस, शिरोडकर आर., 2019, Hidden biogeochemical anonymities under Antarctic fast ice, **रीजनल स्टडीज़ इन मरीन साइंस**, 31:100789, डीओआई:10.1016/j.rsma. 2019.100789
36. सिंह ए., कृष्णन केपी, 2019, The spatial distribution of phytoplankton pigments in the surface sediments of the Kongsfjorden and Krossfjorden ecosystem of Svalbard, Arctic, **रीजनल स्टडीज़ इन मरीन साइंस**, 31:100815, डीओआई: 10.1016/j.rsma.2019.100815
37. सिंह ए. टी., रहमान डब्ल्यू., शर्मा पी., लालुराज सी. एम., पटेल एल.के., प्रताप बी., गद्दाम वी.के., थम्बन एम., 2019, Moisture sources for precipitation and hydrograph component of the Sutri Dhaka Glacier Basin, western Himalaya, **वाटर**, 11, 11, 2242; डीओआई:10.3390/w11112242.
38. सुभा आनंद एस., रहमान डब्ल्यू., लथिका एन., थम्बन एम., पाटिल एस., मोहन आर., 2019, Trace elements and Sr, Nd isotope compositions of surface sediments in the Indian Ocean: An evaluation of sources and processes for sediment transport and dispersal, **जिओकेमिस्ट्री, जिओफीजीक्स, जिओसिस्टम्स**, डीओआई:10.1029/2019GC008332.
39. सुनकारा जेआर, बोत्सा एसएम, 2019, SnO₂/Fe₂O₃/Ag Nanocomposite via Hydrothermal Approach: A novel highly efficient photodegradation of eosin yellow and brilliant green dyes under visible light irradiation, **केमिस्ट्री अफ्रीका**, डीओआई:10.1007/s42250-019-00086-7.
40. थॉमस एफ.ए., सिन्हा आर.के., कृष्णन के.पी., 2019, Bacterial community structure of a glacio-marine system in the Arctic NyÅlesund, Svalbard, **साइंस ऑफ द टोटल एनवायरमेंट**, डीओआई:10.1016/j.scitotenv. 2019.135264.

अन्य प्रकाशन

1. वोस्टा एस.एम., रानी एस.जे, 2019, The Importance of Carbon and Water in Agriculture, Book Chapter in **Research Trends in Agriculture Sciences**, Vol 16,

- Naresh R. K. (eds.), ISBN: 978-93-5335-674-3, डीओआई: <https://doi.org/10.22271/ed.book.390>, 83-97.
2. चक्रवर्ती बी, वेंकटाचेलम एस, प्रबगरन एस, आर, 2019, Unleashing Extremophilic Metabolites and Its Industrial Perspectives, Book Chapter in Gupta V. K., Pandey A. (eds.) **New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bio-engineering**, Elsevier, <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63504-4.00009-8>, 119-130.
 3. मगेश एन.एस, इलांगो एल., 2019, Spatiotemporal variations of fluoride in the groundwater of Dindigul district, Tamil Nadu, India: a comparative assessment using two interpolation techniques, Book Chapter in: Venkatramanan S., Prasanna M. V., Chung S. Y. (eds.), **GIS and Geostatistical Techniques for Groundwater Science**, Elsevier, 283-296
 4. निथोउजम एल. एस. नेगी एस. एस, पांडेय डी.के., 2019, Seismologists search for the Indian Ocean's "missing mass", **Eos**, 100, डीओआई:10.1029/2019EO120243.
 5. शर्मा पी. पटेल एल.के. सिंह ए.टी. मेलोथ टी. रविन्द्र आर., 2020, Glacier response to climate in Arctic and Himalaya during last seventeen years: A case study of Svalbard, Arctic and Chandra basin, Himalaya, Book Chapter in Goel P., Ravindra R., Chattopadhyay S. (eds.), **Climate Change and the White World**, Springer Cham, डीओआई:https://doi.org/10.1007/978-3-030-21679-5_10,139-156
- सेज (NCESS)**
1. अनीश टीडी, श्रीनिवास रेजी, सिंह अजीत टी., रेसमी टीआर, नायर एएम, रेडकर बीएल, 2019, Stable water isotope signatures of dual monsoon precipitation: A case study of Greater Cochin region, south-west coast of India, **जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस**, 128:210, डीओआई:10.1007/s12040-019-1234-2, 1-13
 2. अनूप टीआर, शानस पीआर, अबूबैकर वीएम, सानिल कुमार वी., नायर एलएस, प्रसाद आर., रीजी श्रीनिवास, 2019, On the generation and propagation of Makran swells in the Arabian Sea, **इंटरनेशनल जर्नल ऑफ क्लाइमेटोलोजी**, ऑनलाइन, डीओआई:10.1002/joc.6192
 3. अनूप टी.आर., उन्नीकृष्णन सी.के., अशोक के., रामचंद्रन के.के., प्रकाश टी.एन., 2019, South Asian subtropical low-level jet: influence on regional hydrology and aerosol optical depth, **करंट साइंस**, 1175, डीओआई:10.18520/cs/v117/i5/852-858, 852-858.
 4. अरुलबलाजी पी., 2019, Analysis of land use/land cover changes using geospatial techniques in Salem district, Tamil Nadu, South India, **एस.एन.ऑप्लायड साइंसेज**, 1:462, डीओआई:10.1007/s42452-019-0485-5
 5. अरुलबलाजी पी., श्रीलेश के., माया के., पद्मलाल डी., 2019, Hydrological assessment of groundwater potential zones of Cauvery River Basin, India: A geospatial approach, **इनवर्मेंटल अर्थ साइंसेज**, 78:667, डीओआई:10.1007/s12665-019-8673-6
 6. आंग एल.टी., एट अल., सुरेश जी., चैन डब्ल्यू., मोंग पी.एम., गहलौत वी.के., 2019. A comprehensive assessment of ground motions from two 2016 intra-slab earthquakes in

- Myanmar, टेक्टोनोफिजिक्स, 765, 146-160.
7. बैनर्जी यूएस, 2019, Comments on "Geomorphic evidences of tectonic instability during the Late Quaternary Period along southern Saurashtra, western India" by Prizomwala 2018, अरेबियन जर्नल ऑफ जियोसाइंस, 12:362, डीओआई:10. 1007/s12517-019-4543-5
 8. भट्टाचार्य एस.एन., गहलौत वी.के., पांडे एन., पाल एस., मन्हास आर., सुरेश जी., 2019, Source of unusual monochromatic wave packets recorded globally in the seismograms of November 11, 2018, करंट साइंस, 117
 9. बोराह यू.के., पैट्रो पी.के., 2019, Estimation of the depth of investigation in the magnetotelluric method from the phase, जिओफिजिक्स, 84, 6, डीओआई:10.1190/geo2018-0124.1.
 10. डेली एसके, क्लैट पीडी, कुल्हानेक डीके, ब्लूसटेज़न जे., रूटलेज सीएम, कैल्वेस जी., ओ'सुल्लिवन पी., जोनल टीएन, पांडे डीके, एंडो एस., कोलेट्टी जी., झोउ पी., ली वाई., नूबेक एनई, बेंडले जेएपी, अहरोनोविच एस., ग्रिफिथ ईएम, गुरुमूर्ति जीपी, हैन ए., इवाई एम., खिम बी., कुमार ए., कुमार एजी, लिड्डी एचएम, लू एच., लाइल मेगावाट, मिश्रा आर., राधाकृष्ण. टी., सारस्वत आर., सक्सेना आर., स्कार्डिया जी., शर्मा जी.के., सिंह ई., स्टिंकी एस., सुजुकी के., टूमेस्टर एल., तिवारी एम., यू जेड., यू जेड, 2019, Large-scale mass wasting on the Miocene continental margin of western India, जियोलाॉजिकल सोसाइटी ऑफ अमरीका बुलेटिन, डीओआई:10.1130/B35158.1.
 11. दास एम., सिंह आर. के., वत्स एन., होलबॉर्न ए., मिश्रा एस., फारूक एसएच, पांडे डीके, 2018, Changes in the distribution of Uvigerinidae species over the past 775 kyr: Implications for the paleoceanographic evolution of the Japan Sea, पैलियोजियोग्राफी, पैलियोक्लाइमेटोलॉजी, पैलियोकोलॉजी, 507, डीओआई:10.1016/j.palaeo.2018.07.019, 201-213.
 12. डेबोराह एन. टुनगुनाना एट अल., जिसमें लथिका एन., 2018, The last 1 million years of the extinct genus Discoaster: PlioPleistocene environment and productivity at Site U1476 Mozambique Channel, पैलियोजियोग्राफी, पैलियोक्लाइमेटोलॉजी, पैलियोकोलॉजी, 505, डीओआई: 10.1016/j.palaeo.2018.05.043, 187-197.
 13. एक्का एम.एस., रॉय पी.एन.एस., मिश्रा ओ.पी., 2019, Coda wave seismic structure beneath the Indian Ocean and its implications to Seismotectonics as well as structural hete-rogeneity, जर्नल ऑफ एशियन अर्थ साईंसेस, डीओआई:10.1016/j.jseaes.2019.104104.
 14. गहलौत वी.के., गहलौत के., दुमका आर.के., चौधरी पी., यादव आर.के., 2019, Geodetic evidence of high compression across seismically active Kachchh Paleort, India, Tectonics., 38, डीओआई:10.1029/2019TC005496, 3097-3107
 15. गुजनेर जे., जिमनेज इसपेजो एफ.जे, लतिका एन., एनजेलमान, नेबेन जी., हाल आई.आर., हेमिंग एस.आर., एट एल, २019, A new seismic stratigraphy in the Indian Atlantic Ocean gateway resembles major paleo oceanographic changes of the last 7 Ma, जियोकेमिस्ट्री, जियोफिजिक्स, जियोसिस्टम, 20, डीओआई:10.1029/2018GC007668, 339-358.
 16. गुप्ता एस., रॉय पी. एन. एस., यादव आर.के., कैथरीन जे.के., बरगमैन आर., गहलौत वी.के., 2019, Anomalous transients in GPS measurements due to induced changes in local site conditions, जर्नल ऑफ अर्थ सिस्टम साइंस, 128, 7, 186

17. खिम बीके, ली जे., एच. एस., पार्क जे., पांडे डीके, क्लेड पीडी, कुल्हानेक डीके, स्टिंकी एस., ग्रिफिथ ईएम, सुजुकी के., जू जेड., 2019, IODP Expedition 355 Scientists, 2018, Variations in $\delta^{13}C$ values of sedimentary organic matter since late Miocene time in the Indus Fan IODP Site 1457 of the eastern Arabian Sea, **जियोलाॉजिकल मैग्जीन**, डीओआई:10.1017/S0016756818000870, 1-10
18. कृष्णा आरपी, लिमिषा एटी, अरुण टीजे, अनीश टीडी, सिल्या बीएल, श्रीराज एमके, रीजी श्रीनिवास, 2019, Accumulation trend of heavy metals in the surficial sediments of Muthalapozhi near shore, south west coast of India, **इंटरनेशनल जर्नल ऑफ साइंटिफिक एंड इंजीनियरिंग रिसर्च**, १०, ६, १७०६-१७१८
19. कुमार ए., दत्त एस., सारस्वत आर., गुप्ता ए., क्लैट पी., पांडे डी., यू जेड, कुल्हानेक डी., 2019, A late Pleistocene sedimentation in the Indus Fan, Arabian Sea, IODP Site U1457, **जियोलाॉजिकल मैग्जीन**, डीओआई:10.1017/S0016756819000396, 1-9.
20. कुंडू बी., विस्सा एनके, गहलौत के., गहलौत वीके, पांडा डी., मलिक के., 2019, Influence of anthropogenic groundwater pumping on the 2017 November 12 M7. 3 Iran–Iraq border earthquake, **जियोफिजिकल जर्नल इंटरनेशनल**, 218, 2, 833-839.
21. लार्सन एच.सी. एट अल., निंगथौजम, एल. और यादव, आर., 2018, Rapid transition from continental breakup to igneous oceanic crust in the South China Sea, **नेचर जियोसाइंस**, 11, 782–789.
22. मॉल आरके, श्रीवास्तव आरके, बनर्जी टी., मिश्रा ओपी, भट्ट डी., सोनकर जी., 2019, Disaster risk reduction including climate change adaptation over South Asia: Challenges and ways forward, **इंटरनेशनल जर्नल ऑफ डिजास्टर रिस्क साइंस**, 10, डीओआई:10.1007/s13753-018-0210-9, 14-27.
23. नायर निथ्या सी., श्रीनिवास वाई., मगेश एनएस, कलिराज एस., 2019, Assessment of groundwater potential zones in Chittar basin, Southern India using GIS based AHP technique, **रिमोट सेंसिंग एप्लीकेशन – सोसायटी एंड इनवोर्नमेंट**, 15:100248, डीओआई:10.1016/j.rsase.2019.100248
24. पांडे एके, चिंगथम पी., प्रजापति एसके, रॉय पीएनएस, गुप्ता एके, 2019, Recent seismicity rate forecast for North East India: An approach based on rate state friction law, **जर्नल ऑफ एशियन अर्थ साइंसेस**, 174, डीओआई:10.1016/j.jseaes.2018. 12.004, 167–176.
25. पांडे डी.के., पांडे ए., क्लैट पी. डी., नायर एन., रमेश पी., कुल्हणेक डी. के., यादव आर., 2018, Flexural subsidence analysis of the Laxmi Basin, Arabian Sea and its tectonic implications, **जियोलाॉजिकल मैग्जीन**, डीओआई: 10.1017/S0016756818000833, 1-14.
26. पांडे डी.के., पांडे ए., व्हाटम एस., 2019, Relict subduction initiation along a passive margin in the NW Indian Ocean, **नेचर कम्युनिकेशन्स**, डीओआई:10.1038/s41467-019-10227-8.
27. प्रजापति एस.के., प्रकाश आर., श्रीवास्तव एच.एन., 2019, Monitoring the largest North Korean nuclear explosion 2017, through Indian Seismological Network, **एनल्स ऑफ जियोफिजिक्स**, 62, डीओआई:10.4401/ag-8026.
28. प्रकाश आर., सिंह आरके, सुरेश जी., गौतम जेएल, प्रजापति एसके, श्रीवास्तव एचएन, 2019, Source characteristics of the 18 September 2011 Sikkim earthquake and zoning, **एनल्स ऑफ**

- जियोफिजिक्स, 61, 4, SE450, डीओआई:10.441/ag-7585.
29. राधाकृष्ण टी., आसनुल्ला आरएम, वेंकटेश्वरलू एम., सौम्या जीएस, स्तुति पीके, 2019, Mechanism of rt flank uplt and escarpment formation evidenced by Western Ghats, India, साइंटिफिक रिपोर्ट, 9:10511, डीओआई: 10.1038/s41598-019-46564-3
30. राउटलेज सी., कुल्हानेक डी., टारसैन एल., स्कार्डिया जी., सिंह ए., स्टिंकी एस., ग्रिफिथ ईएम, सारस्वत आर., 2019, A revised chrono-stratigraphic framework for International Ocean Discovery Program Expedition 355 sites in Laxmi Basin, eastern Arabian Sea, जियोलॉजिकल मैगजीन, डीओआई:10.1017/S0016756819000104, 1-18.
31. सतपथी आर., स्टिंकी एस., सिंह ए., 2019, Monsoon-induced changes in surface hydrography of the eastern Arabian Sea during the early Pleistocene, जियोलॉजिकल मैगजीन, डीओआई:10.1017/S0016756819000098, 1-11
32. चंदना, मिश्रा ओ.पी., 2019, Source characteristics of the NW Himalaya and its adjoining region: Geodynamical implications, फिजिक्स ऑफ द अर्थ एंड प्लेनेटरी इनटेरियर्स, 294, डीओआई:10.1016/j.pepi.2019.106277.
33. वेबर एमई, लैटज़श एच., डेकेन्स पी., डीएस एसके, रीली बीटी, मार्टोस वाईएम, मेयर-जैकब सी., अग्रहरी एस., एकब्लैड ए., ब्रेस्टचेक जे., होम्स बी., वोल्फग्राम, पी., 2018, 200,000 years of monsoonal history recorded on the lower Bengal Fan - strong response to insolation forcing, ग्लोबल एंड प्लेनेटरी चेंज, 166, 107-119
34. यादव आर.के., गहलौत वी.के., बंसल ए.के., सती एस.पी., कैथरीन जे., गौतम पी., 2019. Strong seismic coupling underneath Garhwal-Kumaun region, NW Himalaya, India, अर्थ एंड प्लेनेटरी साइंस लेटर्स, 506, 8-14.



अध्याय 9 | प्रशासनिक सहायता

9.1 सिटिजन चार्टर

हमारी प्रतिबद्धताएँ			
क्र.सं.	हमारी सेवाएं और लेनदेन	हम इस क्षेत्र में अपने प्रदर्शन को कैसे मापते हैं	हमारा सेवा मानक
1.	मौसम की निगरानी, पूर्वानुमान और चेतावनी	आम जनता को मौसम का पूर्वानुमान और तीर्थयात्रा, पर्यटन, पर्वत अभियान, खेल, आदि की सहायता के लिए के लिए मौसम संबंधी चेतावनी।	06 घण्टे
		जिला स्तर पर कृषि-मौसम संबंधी सलाह	05 दिन
		नागरिक उड्डयन के लिए मौसम संबंधी सहायता	30 मिनट
		वर्षा की निगरानी	01 दिन
2.	समुद्र का पूर्वानुमान	मछली पकड़ने की सलाह	24 घंटे
		सामान्य जनता, मत्स्य पालन, उद्योग और रक्षा / सुरक्षा / अनुसंधानकर्ताओं के लिए समुद्र की दशा का पूर्वानुमान	6 घंटे
3.	प्राकृतिक खतरों की प्रारंभिक चेतावनी	सुनामी बुलेटिन	10 मिनट
		भूकंप बुलेटिन (बाद में)	10 मिनट
		चक्रवात चेतावनी बुलेटिन	3 घंटे
4.	सेमिनार / संगोष्ठी के आयोजन के प्रस्तावों पर कार्यवाही	सेमिनारों / संगोष्ठियों के प्रस्तावों को मंजूरी	2 महीने
5.	एक्स्ट्रा-मुराल प्रस्तावों पर कार्यवाही	वैज्ञानिकों / वैज्ञानिक संस्थानों के प्रस्तावों पर कार्यवाही	6 महीने
6.	विक्रेताओं को भुगतान	बिल प्रस्तुत करने पर विक्रेताओं को भुगतान	4 सप्ताह
7.	विभिन्न केंद्रों से वैज्ञानिक पदों को भरने के लिए प्राप्त अनुरोधों का कार्यवाही	विभिन्न केंद्रों से प्राप्त प्रस्तावों पर समय पर कार्यवाही	4 महीने
8.	शिकायतों का सुधार	शिकायतों का समय पर निवारण	
		1. पावती	7 दिन
		2. अंतिम जवाब	60 दिन
9.	मंत्रालय के केंद्रों को धनराशि जारी करना	प्राप्त प्रस्तावों का समय पर कार्यवाही	60 दिन
10.	आरटीआई अधिनियम, 2005 का कार्यान्वयन	आरटीआई अधिनियम, 2005 के तहत आवेदनों और अपीलों का समय पर निपटान	
		1. आवेदन की स्वीकृति	1 दिन
		2. आरटीआई आवेदन और अपील का प्रस्ताव	आरटीआई अधिनियम के अनुसार

9.2 अल्पसंख्यक कल्याण पर 15 सूत्रीय कार्यक्रम का कार्यान्वयन

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

9.3 बजट और खाते

क्र. सं.	प्रमुख खाता शीर्ष	2017-18 वास्तविक			2018-19 बजट अनुमान			2018-19 वास्तविक		
		राजस्व	पूँजी	कुल	राजस्व	पूँजी	कुल	राजस्व	पूँजी	कुल
	राजस्व खंड									
1.	3403- समुद्र विज्ञान अनुसंधान	533.45	0.00	533.45	716.00	0.00	716.00	692.34	0.00	692.34
2.	3425- अन्य वैज्ञानिक अनुसंधान	53.73	0.00	53.73	82.63	0.00	82.63	102.04	0.00	102.04
3.	3451- सचिवालय आर्थिक सेवाएँ	33.70	0.00	33.70	36.20	0.00	36.20	36.58	0.00	36.58
4.	3455- मौसम विज्ञान	876.99	0.00	876.99	869.45	0.00	869.45	830.14	0.00	830.14
	कुल (राजस्व)	1497.87	0.00	1497.87	1704.28	0.00	1704.28	1661.10	0.00	1661.10
	पूँजीगत खंड									
1.	5403- ओशनोग्राफिक रिसर्च पर पूँजीगत परिव्यय	0.00	9.96	9.96	0.00	15.00	15.00	0.00	13.16	13.16
2.	5455- मौसम विज्ञान पर पूँजीगत परिव्यय	0.00	45.47	45.47	0.00	85.00	85.00	0.00	73.07	73.07
	कुल (पूँजीगत)	0.00	55.43	55.43	0.00	100.00	100.00	0.00	86.23	86.23
	कुल योग	1497.87	55.43	1553.30	1704.28	100.00	1804.28	1661.10	86.23	1747.33

(रुपये करोड़ में)

9.4 भारत के नियंत्रक और महालेखा परीक्षक की रिपोर्ट

नियंत्रक और महालेखा परीक्षक की विभिन्न रिपोर्टों से लिए गए पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के लिए लंबित कार्रवाई नोट (एटीएन) की संख्या निम्नलिखित तालिका में दी गई है -

नियंत्रक और महालेखा परीक्षक की विभिन्न रिपोर्टों से लिए गए पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के लिए लंबित कार्रवाई नोट (एटीएन) की संख्या निम्नलिखित तालिका में दी गई है -		भारत के नियंत्रक और महालेखा परीक्षक की रिपोर्ट			अनुबंध- 2
क्र.सं.	साल	पारस / पीएसी रिपोर्टों की संख्या, जिस पर एटीएन को ऑडिट द्वारा वीटिंग के बाद मॉनिटरिंग सेल को प्रस्तुत किया गया है	नियंत्रक और महालेखा परीक्षक / लोक लेखा समिति की रिपोर्ट का विवरण, जिस पर कार्रवाई नोट लंबित हैं,	एटीएन की संख्या जो ऑडिट के पास हैं	एटीएन की संख्या जो ऑडिट के पास हैं
		मंत्रालय द्वारा भेजे गए एटीएन की संख्या	मंत्रालय द्वारा भेजे गए ATN की संख्या लेकिन टिप्पणियों के साथ लौटा दिए गए और ऑडिट को मंत्रालय द्वारा पुनः प्रस्तुत करने का इंतजार है	एटीएन की संख्या जो अंततः ऑडिट द्वारा लौटा दी गई है लेकिन मंत्रालय द्वारा पीएसी को प्रस्तुत नहीं की गई है	
1	2013	एक (2013 की रिपोर्ट संख्या 22 का (पैरा नं 8.1- पेंशन योजनाओं की अनियमित शुरुआत और निधि का अंतरण))	शून्य	शून्य	शून्य
2	2014	शून्य	शून्य	एक(2014 की रिपोर्ट संख्या27 के पैरा नंबर 5.21) “ग्रेच्युएटी का अनियमित भुगतान (एनआईओटी)” के बारे में।	शून्य
3	2015	एक (2015 की रिपोर्ट संख्या 30 का पैरा संख्या 6.1- गैर-कार्यात्मक वेबसाइट के कारण बेफिजूल व्यय)।	शून्य	शून्य	शून्य
4	2016	एक(2016 की रिपोर्ट संख्या 12 का पैरा नंबर 6.1- “अलवणीकरण सयंत्रों की स्थापना और व्यर्थ व्यय”)	शून्य	शून्य	शून्य
5	2017	एक (2017 की रिपोर्ट संख्या 17 का (पैरा नं 7.2- “पदोन्नति योजना का अनियमित कार्यान्वयन”))।	शून्य	एक (2017 की रिपोर्ट नंबर 17 का पैरा नंबर 7.1 “अनुचित अनुबंध प्रबंधन के कारण ईंधन शुल्क की गैर-वसूली”) पर।	शून्य
6	2018	एक(“बेकार गोदाम के किराए प्रति परिहार्य व्यय”) पर 2018 की रिपोर्ट संख्या 02 का (पैरा नं 8.1)।	एक (एनआईओटी, चेन्नई वेतन का “अनियमित संरक्षणपर” 2018 की रिपोर्ट संख्या 02 का पैरा नं 8.2)।	शून्य	शून्य

9.5 कर्मचारियों की संख्या

पृथ्वी प्रणाली विज्ञान संगठन (ESSO) के सभी घटकों सहित पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के सभी समूहों में कर्मचारियों की संख्या नीचे दी गई है -

क्र.सं.	पद समूह	MOES + CMLRE + NCCR	NCMRWF	IMD	NIOT	NCPOR	INCOIS	IITM	NCESS	कुल
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	समूह अ	142	65	549	87	46	42	181	70	1182
2	समूह बी	113	14	3760	52	18	29	73	29	4088
3	समूह सी (एमटीएस सहित)	74	17	2732	25	23	0	60	57	2988
	कुल	329	96	7041	164	87	71	314	156	8258

MOES = पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय
 NCMRWF = राष्ट्रीय मध्यम अवधि मौसम पूर्वानुमान केंद्र
 CMLRE = समुद्री सजीव संसाधन और पारिस्थितिकी केंद्र
 ICMAM = समन्वित तटीय समुद्री क्षेत्र प्रबंधन
 IMD = भारत मौसम विज्ञान विभाग
 NIOT = राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान
 NCAOR = राष्ट्रीय ध्रुवीय और समुद्र अनुसंधान केंद्र
 INCOIS = भारतीय समुद्री सूचना सेवा का राष्ट्रीय केंद्र
 IITM = भारतीय उष्णकटिबंधीय धातु विज्ञान संस्थान
 NCESS = राष्ट्रीय पृथ्वी विज्ञान अध्ययन केंद्र

प्रशासनिक सहायता - MoES (मूल), CMLRE, NCCR

वर्ष 2017-2018 के दौरान संलग्न कार्यालयों सहित पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की स्वीकृत जनशक्ति यानी 329 का विस्तृत ब्योरा नीचे दिया गया है -

मंत्रालय / संलग्न कार्यालय	वैज्ञानिक/ तकनीकी पद	गैर तकनीकी पद	कुल योग
मंत्रालय (मूल) सहित एनसीएस + कोयना परियोजना	69	181 + 15	265
सेंटर फॉर मरीन लिविंग रिसोर्स एंड पारिस्थितिकी (CMLRE), कोच्चि	28	11	39
राष्ट्रीय तटीय अनुसंधान केंद्र, चेन्नई	18	07	25
कुल	115	214	329

* पृथ्वी विज्ञान मंत्री जी के व्यक्तिगत अनुभाग की स्वीकृत जनशक्ति 15 सहित

सरकारी सेवाओं में विकलांग व्यक्तियों का प्रतिनिधित्व

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

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

समूह	कैलेंडर वर्ष 2018 के दौरान की गई नियुक्तियों की संख्या															
	1.1.2019 को एससी / एसटी / ओबीसी का प्रतिनिधित्व					प्रतिनियुक्ति द्वारा										
	कुल संख्या कर्मचारियों	अनुसूचित जाति	अनुसूचित जनजातियों	ओबीसी	कुल	अनुसूचित जाति	अनुसूचित जनजातियों	ओबीसी	कुल	प्रमोशन द्वारा	प्रतिनियुक्ति द्वारा					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
समूह अ	49	9	4	5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
समूह बी	43	8	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
समूह सी एमटीएस सहित	58	22	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
कुल	150	39	11	14	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0

9.6 हिंदी का प्रगामी प्रयोग राजभाषा अधिनियम और नियम

इस मंत्रालय का राजभाषा अनुभाग संयुक्त सचिव की निगरानी में काम कर रहा है और उनकी सहायता के लिए एक संयुक्त निदेशक (राजभाषा), एक सहायक निदेशक (राजभाषा) और दो वरिष्ठ अनुवाद अधिकारी और एक कनिष्ठ अनुवाद अधिकारी के साथ 2 डेटा एंट्री ऑपरेटर हैं। राजभाषा अनुभाग का दायित्व संपूर्ण अनुवाद कार्य करने के साथ-साथ मंत्रालय, उसके संबद्ध और अधीनस्थ कार्यालयों और उनके क्षेत्र संगठनों में भारत संघ की राजभाषा नीति को लागू करना है। वर्ष के दौरान की गई महत्वपूर्ण गतिविधियाँ निम्नानुसार हैं -

1. वर्ष के दौरान, राजभाषा अधिनियम के प्रावधानों और उसके तहत बनाए गए नियमों के कार्यान्वयन को सुनिश्चित करने के लिए उचित कार्रवाई की गई।
2. राजभाषा अधिनियम, 1963 के प्रावधानों का अनुपालन सुनिश्चित करने और इसके लिए नियमों के तहत मंत्रालय में जाँच-बिंदु स्थापित किए गए हैं। इन जाँच-बिंदुओं के अनुपालन के लिए प्रभावी कदम उठाए गए हैं।

समीक्षा

- i) संघ की राजभाषा नीति के कार्यान्वयन के लिए राजभाषा मंत्रालय द्वारा जारी किए गए वर्ष 2019-2020 के वार्षिक कार्यक्रम के साथ-साथ ही उनके द्वारा जारी किए गए आदेश मंत्रालय और सभी संबंध/अधीनस्थ कार्यालयों को अनुपालन हेतु परिचालित किए गए थे। उनसे प्राप्त त्रैमासिक रिपोर्टों के माध्यम से इस संबंध में की गई प्रगति की समीक्षा की गई और मंत्रालय की राजभाषा कार्यान्वयन समिति में इसकी गंभीर रूप से चर्चा की गई।
- ii) वर्ष के दौरान राजभाषा नीति के कार्यान्वयन में हुई प्रगति की समीक्षा के लिए राजभाषा कार्यान्वयन समिति की नियमित बैठकें आयोजित की गईं। सरकारी कामकाज में हिंदी के प्रगामी प्रयोग को बढ़ाने के लिए बैठकों में जोर दिया गया।

- iii) विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय और पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की संयुक्त हिंदी सलाहाकार समिति की एक बैठक 01 मार्च, 2019 को आयोजित की गई। 01 मार्च, 2019 को आयोजित हिंदी सलाकार समिति की बैठक में दिए गए आश्वासन को पूरा करने के लिए सम्मेलन 26 पर पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के स्थापना दिवस की पूर्व संध्या में 26 जुलाई 2019 को एक भव्य कवि सम्मेलन आयोजित किया गया था जिसमें जहां 6 प्रतिष्ठित हिन्दी कवियों को आमंत्रित किया गया था। उन्होंने देशभक्ति, हिंदी को राजभाषा के रूप में बढ़ावा देने, नारी सुलभ भावनाओं तथा वाग्मिता से ओतप्रोत कविताओं से दर्शकों को मंत्रमुग्ध किया। उच्च अधिकारियों और अन्य आमंत्रित गणमान्य व्यक्तियों द्वारा इस कार्यक्रम की भूरि-भूरि प्रशंसा की गई। सभागार खचाखच भरा हुआ था।
- iv) मंत्रालय में 1990 के बाद से हिंदी में वैज्ञानिक विषयों पर राष्ट्रीय सम्मेलनों के आयोजन की एक लंबी श्रृंखला रही है। 2013 के बाद इस श्रृंखला को बंद कर दिया गया था। इस वर्ष इस योजना को पुनर्जीवित किया गया है। 13 सितंबर 2019, को “वायु और जल प्रदूषण: मानव और प्रकृति पर इसका प्रभाव” विषय पर एक राष्ट्रीय संगोष्ठी आयोजित की गई थी। प्रो. (डॉ) देवेश सिन्हा, पूर्व विभागाध्यक्ष, भू-विज्ञान विभाग, दिल्ली विश्वविद्यालय ने मुख्य भाषण दिया। मंत्रालय के नियंत्रण में विभिन्न संलग्न कार्यालयों और स्वायत्त निकायों के वरिष्ठ वैज्ञानिकों के साथ-साथ लखनऊ विश्वविद्यालय, मुखाड़िया विश्वविद्यालय, उदयपुर जैसे कुछ प्रतिष्ठित विश्वविद्यालयों के वरिष्ठ संकाय सदस्यों ने इस विषय पर शोध पत्र प्रस्तुत किए। दिल्ली के पूर्व मेयर श्री. महेश चंद शर्मा कार्यक्रम में विशिष्ट अतिथि थे।

प्रोत्साहन योजनाएँ

- i) वर्ष के दौरान हिंदी में नोटिंग और ड्राफ्टिंग करने वाले केंद्र सरकार के कर्मचारियों के लिए केंद्रीय सरकार की नकद पुरस्कार देने की योजना लागू की गई है।
- ii) पृथ्वी विज्ञान की हिंदी मौलिक पुस्तक लेखन योजना - 2018 तहत प्रविष्टियां आमंत्रित की गई हैं। प्रतिक्रिया जबरदस्त रही है।
- iii) मंत्रालय ने 13.09.2019 से 30.9.2019 तक हिंदी पखवाड़े का आयोजन किया। इस पखवाड़े के दौरान सरकारी कामकाज में हिंदी के प्रयोग करने के लिए अधिकारियों / कर्मचारियों को प्रोत्साहित करने के उद्देश्य से 12 प्रतियोगिताओं का आयोजन किया गया। 09 अक्टूबर, 2019 को आयोजित हिंदी पखवाड़ा और स्वच्छता पखवाड़ा समापन समारोह- 2019 में सचिव, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा पुरस्कार वितरित किए गए।

अन्य गतिविधियां

- i) हिंदी में नोटिंग और ड्राफ्टिंग में कर्मचारियों को प्रशिक्षण प्रदान करने के लिए, कंप्यूटर पर हिंदी में काम कैसे करना है और त्रैमासिक प्रगति रिपोर्ट कैसे भरें, यह भी मार्गदर्शन करने के लिए चार कार्यशालाओं का आयोजन किया गया।
- ii) हिंदी के प्रगामी प्रयोग को प्रोत्साहित करने के लिए न केवल मंत्रालय में बल्कि इसके संबद्ध और अधीनस्थ कार्यालयों में लगातार प्रयास किए गए।
- iii) इस वर्ष संसद की आधिकारिक भाषा की समिति ने RMC, दिल्ली, मुंबई, चेन्नई और NIOT, चेन्नई का निरीक्षण किया।
- iv) पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के राजभाषा अनुभाग ने NCMRWF, नोएडा, NIOT और NCCR चेन्नई का राजभाषायी निरीक्षण किया है।







9.7 क्षमता निर्माण और मानव संसाधन विकास

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

9.8 कैट के निर्णय / आदेशों का कार्यान्वयन

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

9.9 सतर्कता गतिविधियाँ और उपलब्धियाँ

डॉ. एम. पी. वाकडीकर, वैज्ञानिक 'जी' को 31.12.2014 से मंत्रालय के मुख्य सतर्कता अधिकारी (सीवीओ) के रूप में नियुक्त किया गया है। वरिष्ठ स्तर के अधिकारियों को मंत्रालय के संबद्ध / अधीनस्थ कार्यालयों और स्वायत्त निकायों में सतर्कता अधिकारी

(Vos) के रूप में नियुक्त किया गया है। मुख्य सतर्कता अधिकारी (सीवीओ) और सतर्कता अधिकारियों (वीओ) के माध्यम से एक निवारक के साथ-साथ दंडात्मक वैधता की निगरानी सख्ती से की जाती है। सीवीसी के दिशानिर्देशों के अनुसार 5 करोड़ रुपये से अधिक के अनुबंधों की निगरानी के लिए केंद्रीय सतर्कता आयोग (सीवीसी) की मंजूरी के साथ मंत्रालय द्वारा स्वतंत्र बाहरी मॉनिटर नियुक्त किए गए हैं।

9.10 संसद के मामले

संसद अनुभाग, जो संसद सचिवालय के साथ पत्राचार को पूरा करता है, ने पिछले साल लोकसभा में 107 प्रश्नों और राज्यसभा में 49 प्रश्नों का जवाब दिया।

9.11 2019 की ऑडिट रिपोर्ट में महत्वपूर्ण ऑडिट प्वाइंट मुद्रित।

2019 की ऑडिट रिपोर्ट में दो ऑडिट पॉइंट शामिल हुए हैं।

अध्याय 10 | आभार

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

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

1. प्रो. जे. श्रीनिवासन, आईआईएससी, बेंगलुरु की अध्यक्षता में वायुमंडलीय विज्ञान संबंधी कार्यक्रम परामर्शी और निगरानी समिति (पीएएमसी)।
2. डॉ. आर. आर. नवलगुंड, विक्रम साराभाई प्रतिष्ठित प्रोफेसर, इसरो की अध्यक्षता में जल विज्ञान और हिमांकमंडल संबंधी कार्यक्रम परामर्शी और निगरानी समिति (पीएएमसी)।
3. प्रो. अशोक सिंघवी, पीआरएल, अहमदाबाद की अध्यक्षता में भू-विज्ञान संबंधी कार्यक्रम परामर्शी और निगरानी समिति (पीएएमसी)।
4. डॉ. सतीश शेट्ये, पूर्व निदेशक, एनआईओ गोवा की अध्यक्षता में महासागर विज्ञान और संसाधन संबंधी कार्यक्रम परामर्शी और निगरानी समिति (पीएएमसी)।
5. डॉ. एम. रवि कुमार महानिदेशक, भूकंप विज्ञान अनुसंधान संस्थान गांधीनगर की अध्यक्षता में भूकंपनीयता और भूकंप के पूर्व-संकेतकों संबंधी कार्यक्रम परामर्शी और निगरानी समिति (पीएएमसी)।
6. प्रो. एम. एम. सरिन, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, अहमदाबाद की अध्यक्षता में वायुमंडलीय रसायन पर राष्ट्रीय कार्यक्रम संबंधी कार्यक्रम परामर्शी और निगरानी समिति।
7. डॉ. पी. एस. गोयल, नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ एडवांस्ड स्टडीज, बेंगलुरु की अध्यक्षता में पृथ्वी प्रणाली विज्ञान प्रौद्योगिकी के लिए प्रौद्योगिकी अनुसंधान बोर्ड।
8. प्रो. जे. श्रीनिवासन आईआईएससी, बेंगलुरु की अध्यक्षता में आईआईटीएम की अनुसंधान परामर्शी समिति।
9. प्रो. जे. श्रीनिवासन, आईआईएससी, बेंगलुरु की अध्यक्षता में एनसीएमआरडब्ल्यूफ की अनुसंधान परामर्शी समिति।
10. प्रो. जी. एस. भट, आईआईएससी बेंगलुरु की अध्यक्षता में इंकॉइस की अनुसंधान परामर्शी समिति।
11. डॉ. पी. एस. गोयल, राष्ट्रीय उच्च अध्ययन संस्थान बेंगलुरु की राष्ट्रीय समुद्र प्रौद्योगिकी संस्थान की वैज्ञानिक परामर्शी परिषद।
12. डॉ. वाई. वी. एन. कृष्णमूर्ति निदेशक, राष्ट्रीय रिमोट सेंसिंग केंद्र, हैदराबाद की अध्यक्षता में एन.सी.सी. आर. की अनुसंधान सलाहकार समिति।
13. प्रो. टी. बाला सुब्रहमण्यम कुलपति चेन्नई, अनुसंधान और विज्ञान अकादमी, चेन्नई की

- अध्यक्षता में सीएमएलआरई की अनुसंधान परामर्शी समिति।
14. डॉ. शैलेश नायक निदेशक, एन. आई. ए. एस. की अध्यक्षता में एनसीपीओआर की अनुसंधान परामर्शी समिति।
 15. डॉ. एस. के. टंडन, प्रोफेसर इमेरिटस, दिल्ली विश्व विद्यालय की अध्यक्षता में एनसीईएसएस की अनुसंधान परामर्शी समिति।
 16. प्रो. सुलोचना गाडगिल की अध्यक्षता में मानसून मिशन की वैज्ञानिक समीक्षा और निगरानी समिति।
 17. प्रो. जे. श्रीनिवासन, आई.आई.एस.सी., बैंगलुरु की अध्यक्षता में एक्रॉस अम्ब्रेला स्कीम के मूल्यांकन के लिए स्वतंत्र समीक्षा समिति (आई.आर.सी.)।
 18. डॉ. बी. एन. सुरेश की अध्यक्षता में ओ-स्मार्ट अम्ब्रेला स्कीम के मूल्यांकन के लिए स्वतंत्र समीक्षा समिति (आई.आर.सी.)।
 19. डॉ. आर. आर. नवलगुंड, विक्रम साराभाई प्रतिष्ठित प्रोफेसर, इसरो बैंगलुरु की अध्यक्षता में पेसर अम्ब्रेला स्कीम के मूल्यांकन के लिए स्वतंत्र समीक्षा समिति (आई.आर.सी.)।
 20. डॉ. एस. के. टंडन, प्रोफेसर इमेरिटस, दिल्ली विश्वविद्यालय की अध्यक्षता में सेज अम्ब्रेला स्कीम के मूल्यांकन के लिए स्वतंत्र समीक्षा समिति (आई.आर.सी.)।
 21. प्रो. जी. एस. भट्ट, आई.आई.एस.सी., बैंगलुरु की अध्यक्षता में रीचआऊट अम्ब्रेला स्कीम के मूल्यांकन के लिए स्वतंत्र समीक्षा समिति (आई.आर.सी.)।





सत्यमेव जयते

भारत सरकार
पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय