भारत सरकार
पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय
राज्य सभा
अतारांकित प्रश्न सं. 3717
3/4/2025 को उत्तर दिए जाने के लिए

मानसून का पूर्वानुमान और जलवायु रोधक्षमता

3717 श्रीमती रंजीत रंजन:
श्री नीरज डांगी:
श्री अखिलेश प्रसाद सिंह:

क्या **पृथ्वी विज्ञान** मंत्री यह बताने की कृपा करेंगे कि:

(क) भारत मौसम विज्ञान विभाग (आईएमडी) द्वारा वर्ष, 2024 में उपयोग किए जाने वाले मानसून पूर्वानुमान मॉडल की सटीकता में सुधार के लिए क्या उपाय किए गए हैं और वर्ष, 2025 के लिए क्या सुधार किए जाने की योजना बनाई गई है;

(ख) मानसून पर निर्भर कृषि क्षेत्रों में जलवायु रोधक्षमता मजबूत करने के लिए क्या कदम उठाए गए हैं; और

(ग) मौसम पूर्वानुमान और आपदा से निपटने की तैयारियों में सुधार करने में उपग्रह आधारित निगरानी की भूमिका क्या है?

उत्तर
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी तथा पृथ्वी विज्ञान राज्य मंत्री (स्वतंत्र प्रभार)
(डॉ. जितेंद्र सिंह)

(क) भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD) ने सांख्यिकीय पूर्वानुमान प्रणाली और नव विकसित मल्टी-मॉडल एनसेंबल (MME) आधारित पूर्वानुमान प्रणाली, दोनों के आधार पर देश भर में दक्षिण-पश्चिम मानसून वर्षा के लिए मासिक और ऋतुनिष्ठ प्रचालन पूर्वानुमान जारी करने के लिए एक नई कार्यनीति अपनाई है। MME दृष्टिकोण IMD के मानसून मिशन जलवायु पूर्वानुमान प्रणाली (MMCFS) मॉडल सहित विभिन्न वैश्विक जलवायु पूर्वानुमान और अनुसंधान केंद्रों से युग्मित वैश्विक जलवायु मॉडलों (CGCM) का उपयोग करता है। MMCFS और MME पूर्वानुमान हर महीने अपडेट किए जाते हैं। यह गतिविधियों की बेहतर क्षेत्रीय योजना के लिए क्षेत्रीय औसत वर्षा पूर्वानुमानों के साथ-साथ मासिक और ऋतुनिष्ठ वर्षा के स्थानिक वितरण के पूर्वानुमानों के लिए विभिन्न उपयोगकर्ताओं और सरकारी प्राधिकरणों की मांगों को पूरा करने के लिए था।

ऋतुनिष्ठ पूर्वानुमान के लिए 2007 में सांख्यिकीय एनसेंबल पूर्वानुमान प्रणाली (SEFS) शुरू करने और 2021 में MME दृष्टिकोण को लागू करने के बाद, मानसून वर्षा के लिए IMD के प्रचालन पूर्वानुमान में उल्लेखनीय सुधार हुआ है। उदाहरण के लिए, हाल के 18 वर्षों (2007-2024) के दौरान, समस्त भारत की ऋतुनिष्ठ वर्षा के पूर्वानुमान में औसत निरपेक्ष पूर्वानुमान त्रुटि, पिछले वर्षों (1989-2006) की समान अवधि की तुलना में लगभग 21% कम हो गई है, जो पिछले वर्षों की तुलना में हाल के वर्षों में अत्यधिक सफल पूर्वानुमान को दर्शाती है। 2007-2023 के दौरान प्रेक्षित और पूर्वानुमानित ISMR के बीच विसंगति सहसंबंध 1989-2006 के दौरान -0.21 की तुलना में 0.55 था। यह ध्यान देने योग्य है कि भारत मौसम विज्ञान विभाग ने 2014-2015 के दो कम मानसून वर्षा वाले वर्षों के साथ-साथ 2023 में सामान्य से कम वर्षा तथा 2024 में सामान्य से अधिक वर्षा का सही पूर्वानुमान किया। यह स्पष्ट रूप से पिछले 18 वर्षों की अवधि की तुलना में हाल के 18 वर्षों की अवधि में प्रचालन पूर्वानुमान प्रणाली में किए गए सुधार को दर्शाता है। 2025 के लिए, MME दृष्टिकोण का उपयोग जारी रहेगा क्योंकि 2021 में शुरू की गई इस पद्धति ने विभिन्न भौगोलिक क्षेत्रों में क्षेत्र की औसत वर्षा तथा देश भर में मासिक और ऋतुनिष्ठ पैमानों पर वर्षा के स्थानिक वितरण, दोनों का पूर्वानुमान लगाने में अच्छा कौशल दिखाया है।

(ख) कृषि क्षेत्र के लिए मौसम और जलवायु सेवाओं को मजबूत करने के लिए, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने मिशन मौसम की शुरुआत की है, जिसे भारत के मौसम और जलवायु से संबंधित विज्ञान, अनुसंधान और सेवाओं को बढ़ावा देने के लिए एक बहुआयामी और परिवर्तनकारी पहल माना गया है। यह मिशन भारत को मौसम के लिए तैयार और जलवायु के प्रति स्मार्ट राष्ट्र बनाने के लिए शुरू किया गया है, जिसका उद्देश्य है कि कोई भी मौसम पता लगाए बिना न रहे और सभी के लिए पूर्व चेतावनी दी जाए। यह मानसून पर निर्भर कृषि क्षेत्रों, नागरिकों और अंतिम छोर के उपयोगकर्ताओं को चरम मौसम की घटनाओं और जलवायु परिवर्तन के प्रभावों से बेहतर तरीके से निपटने में मदद करेगा।

इसके अतिरिक्त, मिशन का फोकस देश भर में विभिन्न प्रेक्षण नेटवर्कों को बढ़ाकर प्रेक्षणों को बेहतर बनाना है, ताकि विभिन्न समय और स्थान पैमानों पर अत्यधिक सटीक और समय पर मौसम और जलवायु की जानकारी प्रदान की जा सके, क्षमता निर्माण किया जा सके और जागरूकता सृजित की जा सके। भौतिकी-आधारित संख्यात्मक मॉडलों के अलावा, मंत्रालय मौसम, जलवायु और महासागर पूर्वानुमान प्रणालियों के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) और मशीन लर्निंग (ML) प्रौद्योगिकियों पर आधारित नई पद्धतियां विकसित कर रहा है। साथ ही, मौसम पूर्वानुमान और जलवायु मॉडलिंग क्षमताओं के लिए ज्ञान साझा करने और नवीन समाधान विकसित करने के लिए शैक्षणिक संस्थानों के साथ सहयोगात्मक अनुसंधान परियोजनाओं का निर्माण कर रहा है। स्थानीय उपयोगकर्ता समुदायों जैसे किसान/कृषि प्राधिकरणों विमानन प्राधिकरणों, बिजली उत्पादन और वितरण एजेंसियों, उद्योग, स्वास्थ्य एजेंसियों, आदि को लगातार शामिल/संबद्ध किया जाता है, और उपयोगकर्ता बैठक/हितधारक बैठक जागरूकता कार्यक्रमों आदि के माध्यम से समय-समय पर परिचय प्रदान किया जाता है। सभी मौसम और जलवायु सेवाओं में सुधार के लिए समुदायों से फीडबैक लिया जाता है। पूर्वानुमान प्रसारण में स्थानीय भाषाओं का व्यापक उपयोग और सामुदायिक आउटरीच के लिए नियमित रूप से कार्यशालाओं और जागरूकता कार्यक्रमों का आयोजन किया जा रहा है।

प्रेक्षण नेटवर्क को मजबूत करने से जलवायु में परिवर्तन का आकलन करने और जलवायु लचीलेपन की दिशा में उपाय करने के लिए पिछले वर्षों की तुलना में दीर्घकालिक मौसम पैटर्नों में परिवर्तनों का निरीक्षण करने में भी मदद मिलेगी।

(ग) भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD) मौसम की निगरानी और पूर्वानुमान के लिए उपग्रह प्रौद्योगिकी का बड़े पैमाने पर उपयोग कर रहा है। इसकी शुरुआत अप्रैल 1960 में संयुक्त राज्य अमेरिका (USA) द्वारा लॉन्च किए गए टेलीविज़न इन्फ्रारेड ऑब्जर्वेशन सैटेलाइट (TIROS-1) की तस्वीरों के इस्तेमाल से हुई। इन तस्वीरों ने बड़े तूफानों से जुड़ी स्पाइरल संरचनाओं सहित मेघ प्रणालियों पर नई जानकारी प्रदान की, जिसने प्रचालन मौसम विज्ञानियों के लिए उनके महत्व को शीघ्र ही साबित कर दिया। पिछले कुछ वर्षों में, IMD ने उपग्रहों और उनके अनुप्रयोगों में नए विकास को अपनाया है, जो वैश्विक समन्वय और समर्थन के माध्यम से बढ़ा है, जैसे 1974 में भूस्थिर उपग्रह और ध्रुवीय-कक्षा वाले उपग्रह। 1982 में अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (ISRO) उपग्रहों द्वारा विकसित भारतीय राष्ट्रीय उपग्रहों (INSAT) के आगमन के साथ, IMD ने ISRO के सहयोग से छवि और डेटा उत्पादों का उपयोग करके उपग्रह अनुप्रयोगों को बढ़ाया है। वर्तमान में, IMD यूरोपीय ओर्गनाइजेशन फॉर दी एक्सप्लॉइटेशन ऑफ मिटीओरोलॉजिकल सेटेलाइट्स (EUMETSAT) और INSAT-3DR/3DS सहित उपलब्ध अंतरराष्ट्रीय उपग्रहों के साथ-साथ ओशनसैट-3 और मेटॉप-B/C सहित ध्रुवीय-कक्षा वाले उपग्रहों का उपयोग कर रहा है। उपग्रह डेटा और उत्पादों के उपयोग से मॉनसून परिसंचरण, चक्रवात, पश्चिमी विक्षोभ, गर्ज के साथ तूफान आदि जैसी बड़े पैमाने वाली प्रणालियों का समय पर पता लगाने के साथ-साथ तत्काल पूर्वानुमान और गंभीर मौसम में सुधार हुआ है। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES) द्वारा संचालित संख्यात्मक मॉडलों में 90% से अधिक डेटा उपग्रह आधारित है। मॉडलों में उपग्रह डेटा का समावेश करने से लघु से मध्यम अवधि के पूर्वानुमान में लगभग 20% से 30% तक सटीकता में सुधार हुआ है। IMD/ISRO और अन्य अंतर्राष्ट्रीय संस्थानों द्वारा विकसित एल्गोरिदम/उपकरणों जैसे EUMETSAT, लाइक नाउकास्ट टूल्स, RAPID, ड्वोरक तकनीक आदि ने निर्णय लेने और पूर्वानुमान लगाने में सुधार किया है। ये डेटा और उत्पाद आपदा की तैयारी के लिए उपयोगी साबित हुए हैं। हालांकि, उच्च-विभेदन वाले डेटा, उत्पादों और उपग्रह-आधारित उपकरणों की कमी के कारण छोटे पैमाने की मौसम की घटनाओं, जैसे बादल फटना, गर्ज के साथ तूफान, स्थानीयकृत भारी वर्षा, आंधी, ओलावृष्टि आदि का पता लगाने में अभी भी कमियां हैं। इसे ध्यान में रखते हुए, IMD और ISRO बेहतर सेंसरों और विभेदन के साथ इनसैट-4 श्रृंखला के विकास के लिए मिलकर काम कर रहे हैं।

******