भारत सरकार
पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय
राज्य सभा
अतारांकित प्रश्न संख्या 3086
19/03/2026 को उत्तर दिए जाने के लिए

जलवायु परिवर्तन की निगरानी और पूर्वानुमान

3086 श्री बाबूभाई जेसंगभाई देसाई:
श्री संजय कुमार झा:

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

(क) क्या सरकार ने जलवायु परिवर्तन की अधिक सटीक निगरानी और पूर्वानुमान के लिए उच्च-रिज़ॉल्यूशन जलवायु मॉडल, उपग्रह-आधारित अवलोकन प्रणालियों और कृत्रिम बुद्धिमत्ता-सक्षम पूर्वानुमान उपकरणों सहित उन्नत और अत्याधुनिक तकनीकों को अपनाया है, और यदि हां, तो तत्संबंधी ब्यौरा क्या है;

(ख) क्या सुदृढ़ राष्ट्रीय और क्षेत्रीय जलवायु डेटा केंद्रों के माध्यम से वास्तविक समय डेटा संग्रह, एकीकरण और वैज्ञानिक विश्लेषण में महत्वपूर्ण सुधार हुआ है, और इस संबंध में की गई क्षमता-निर्माण पहलों का ब्यौरा क्या है; और

(ग) क्या इन सक्रिय उपायों ने देश भर में साक्ष्य-आधारित पर्यावरण नीति निर्माण को बढ़ावा दिया है, आपदा तत्परता और प्रारंभिक चेतावनी प्रणालियों को सुदृढ़ किया है और जलवायु अनुकूल और सतत विकास में योगदान दिया है?

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

(क) जी हाँ। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (एमओईएस) के पास एक बहुत अच्छा मौसम प्रेक्षण नेटवर्क है जिसमें देश भर में जलवायु परिवर्तन और चरम मौसम की घटनाओं का निरीक्षण और निगरानी करने के लिए मैनुअल वेधशालाएं, स्वचालित मौसम स्टेशन (एडब्ल्यूएस), ऊपरी-हवा वेधशालाएं, और डॉप्लर मौसम रडार (डीडब्ल्यूआर) और उपग्रह जैसे रिमोट सेंसिंग उपकरण शामिल हैं। विवरण नीचे दिया गया है:-

- जलवायु परिवर्तन के पूर्वानुमान में सुधार करने के लिए भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (आईआईटीएम, पुणे) में पृथ्वी प्रणाली प्रक्रियाओं के बेहतर प्रतिनिधित्व के साथ एक अत्याधुनिक जलवायु मॉडल विकसित किया जा रहा है। मॉडल विकसित करने के भाग के रूप में, क्षैतिज रिज़ॉल्यूशन में वृद्धि, राष्ट्रीय रिमोट सेंसिंग सेंटर से भारतीय भूमि-उपयोग भूमि-कवर डेटा और ग्लेशियर घटकों को पृथ्वी प्रणाली मॉडल में एकीकृत किया गया है। इसके अलावा, आईआईटीएम में भौतिकी में सुधार और मॉडल पूर्वाग्रहों को कम करने के लिए एक बेहतर क्लाउड माइक्रोफिजिक्स योजना और हाइब्रिड (भौतिकी-सूचित तंत्रिका नेटवर्क) पैरामीटर (एआई/एमएल का उपयोग) भी कार्यान्वित किया जा रहा है।
- एआई/एमएल का उपयोग जलवायु परिवर्तन का पता लगाने और उसे जिम्मेदार ठहराने और जलवायु अनुमानों को कम करने, लू, भारी बारिश, चक्रवात में जलवायु के फिंगरप्रिंट की पहचान करने और मानवजनित योगदान का अनुमान लगाने के लिए किया जाता है।

- देश की जलवायु तैयारियों को मजबूत करने के लिए पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के तहत भारत सरकार द्वारा मिशन मौसम भी शुरू किया गया है। मिशन मौसम के अंतर्गत जलवायु परिवर्तन की निगरानी के लिए प्रेक्षण नेटवर्क को बढ़ाने के लिए पहल की जा रही है। जलवायु मापदंडों की निरंतर निगरानी के लिए पूरे भारत में जलवायु संदर्भ स्टेशन स्थापित किए जा रहे हैं।
- चरम मौसम की घटनाओं के पूर्वानुमान के लिए, दो वैश्विक मॉडल पूर्वानुमान प्रणाली, जैसे कि जीएफएस 12 किमी और एनसीयूएम 12 किमी, 2018 से प्रचालनरत हैं। इसके अलावा, न्यू भारत फोरकास्टिंग सिस्टम (भारतएफएस) को मई 2025 में 6 किमी के बहुत उच्च रिज़ॉल्यूशन के साथ चालू किया गया था ताकि बहुत उच्च रिज़ॉल्यूशन के रूप में पूर्वानुमान सृजित किया जा सके।
- इस तरह के हाई-रिजोल्यूशन मॉडलों के लिए कंप्यूटेशनल सपोर्ट प्रदान करने और नियमित रियल टाइम प्रचालन को सक्षम बनाने के लिए, विशाल डेटा को एकीकृत करने और हाई रिजेल्यूशन पर मेसोस्केल, क्षेत्रीय और वैश्विक मॉडलों को चलाने के लिए कंप्यूटिंग सुविधाओं में भी महत्वपूर्ण वृद्धि किया गया है।
- हाल ही में, "अरुणिका" और "अर्क" प्रणाली के साथ, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने वर्ष 2025 में अपनी कुल कंप्यूटिंग शक्ति को 28 पेटा फ्लॉप तक बढ़ा लिया है, जो वर्ष 2014 में 6.8 पेटा फ्लॉप्स की पिछली क्षमता से काफी अधिक है। डेटा और पूर्वानुमानों के स्वचालन और एकीकरण के लिए।
- निर्णय समर्थन प्रणाली भारत मौसम विज्ञान विभाग ने भी एक एंड-टू-एंड जीआईएस-आधारित (डीएसएस) विकसित की है, जो सभी मौसमी खतरों का समय पर पता लगाने और निगरानी के लिए पूर्व चेतावनी प्रणाली के फ्रंट एंड के रूप में कार्य कर रही है।
- यह प्रणाली भारतीय क्षेत्र और सीमावर्ती क्षेत्रों के लिए उपलब्ध सभी ऐतिहासिक डेटा, उनकी चरम सीमाओं, और साथ ही रियल टाइम सतह और उपरितन वायु मौसम-विज्ञान संबंधी प्रेक्षणों का उपयोग करती है। इसमें रडार प्रेक्षण भी शामिल हैं, जो प्रत्येक 10 मिनट पर उपलब्ध होता है, तथा उपग्रह उत्पाद प्रत्येक 15 मिनट पर उपलब्ध होता है। इसमें पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के संस्थानों में चलाए जाने वाले विभिन्न मॉडल्स से संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान उत्पादों का प्रयोग किया जाता है। प्रभाव-आधारित पूर्वानुमान और चेतावनियाँ प्रदान करने के लिए, डीएसएस सिस्टम के अंदर एक्सपोजर डेटा को जोखिम डेटा के साथ एकीकृत करता है।

(ख) जी हां। आईएमडी अपनी प्रेक्षण प्रणालियों का विस्तार और उन्नयन करना जारी रखता है, जैसे कि डॉप्लर मौसम रडार (डीडब्ल्यूआर), स्वचालित मौसम स्टेशन, स्वचालित वर्षा गेज और ऊपरी हवा प्रणाली। संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान प्रणालियों को उच्च-रिज़ॉल्यूशन मॉडल, बेहतर डेटा एसिमिलेशन और मल्टी-मॉडल एन्सेम्बल (एमएमई) दृष्टिकोण के उपयोग के साथ बेहतर बनाया गया है।

48 डीडब्ल्यूआर का वर्तमान डीडब्ल्यूआर नेटवर्क देश के कुल क्षेत्र का लगभग 92 प्रतिशत कवर करता है। इसके अलावा 6726 वर्षा गेज स्टेशन, 1008 एडब्ल्यूएस, 186 रनवे विजुअल रेंज सिस्टम, 56 आरएस/आरडब्ल्यू स्टेशन और 36 हाई विंड स्पीड रिकॉर्डर स्थापित किए गए हैं और प्रचालनरत हैं। आज तक पूरे भारत में 104 लाइटनिंग लोकेशन नेटवर्क भी उपलब्ध हैं। मोबाइल एप्लिकेशन, वेब पोर्टल, एसएमएस अलर्ट और आपदा प्रबंधन अधिकारियों के साथ घनिष्ठ समन्वय के माध्यम से प्रभाव-आधारित पूर्वानुमान सेवाओं और प्रारंभिक चेतावनी प्रसार को मजबूत किया गया है।

भारत मौसम विज्ञान विभाग ने भारत में वर्षा और तापमान के उच्च-रिज़ॉल्यूशन ग्रिड डेटासेट उत्पन्न करने के लिए उन्नत तकनीक विकसित की है। ये डेटासेट मौसम विज्ञान स्टेशनों के एक बड़े नेटवर्क से प्रेक्षणों को एकीकृत करके और कठोर गुणवत्ता नियंत्रण और स्थानिक प्रक्षेप तकनीकों को लागू करके तैयार किए जाते हैं। ये डेटासेट साक्ष्य-आधारित योजना, नीति निर्माण और वैज्ञानिक अनुसंधान का समर्थन करने के लिए अनुसंधान संस्थानों, सरकारी एजेंसियों और अन्य हितधारकों को उपलब्ध कराए जाते हैं।

ये पहल प्रारंभिक चेतावनी प्रणालियों को बढ़ाकर और साक्ष्य-आधारित निर्णय लेने और योजना का समर्थन करके पर्यावरण नीति और आपदा प्रबंधन को मजबूत करने में योगदान करती हैं। इसके अलावा, नए पृथ्वी प्रणाली घटकों और एआई/एमएल-आधारित हाइब्रिड पैरामीटर के समावेश के माध्यम से पृथ्वी प्रणाली मॉडल का विकास अधिक विश्वसनीय क्षेत्रीय जलवायु अनुमानों का समर्थन करता है।

आईएमडी ने बेहतर जलवायु और मौसम सेवाओं के लिए प्रशिक्षण बढ़ाने, अंतर्राष्ट्रीय सहयोग को मज़बूत करने और जागरूकता गतिविधियों का विस्तार करने के लिए महत्वपूर्ण कदम उठाए हैं। आईएमडी भारत में जलवायु सेवाओं को आगे बढ़ाने और क्षेत्रीय जलवायु सेवा फ्रेमवर्क में योगदान देने के लिए WMO, WHO, UKMO, RIMES, UNESCAP और सभी दक्षिण एशियाई देशों सहित वैश्विक और क्षेत्रीय एजेंसियों के साथ सक्रिय रूप से सहयोग करता है। आईएमडी के विशेषज्ञ कई उच्च-स्तरीय अंतर्राष्ट्रीय समितियों में भाग लेते हैं, जैसे कि WMO टास्क टीम ऑन द नेशनल फ्रेमवर्क फॉर क्लाइमेट सर्विसेज (TT-NFCS), दक्षिण एशियाई हाइड्रोमेट फोरम (SAHF) का जलवायु सेवा कार्य समूह, और CLIVAR वैज्ञानिक पैनल, जो वैश्विक जलवायु सेवा विकास और अंतर्राष्ट्रीय सहयोग में भारत की मज़बूत उपस्थिति सुनिश्चित करते हैं। क्षमता निर्माण को आईएमडी के मौसम विज्ञान प्रशिक्षण संस्थान (MTI) द्वारा आयोजित अनेक अंतर्राष्ट्रीय प्रशिक्षण कार्यक्रमों के माध्यम से और सशक्त किया जाता है, जो नियमित रूप से विकासशील और पड़ोसी देशों के प्रतिभागियों की मेज़बानी करता है। ये संयुक्त प्रयास भारत में सभी क्षेत्रों में अधिक सशक्त जलवायु सेवाओं, बेहतर पूर्व चेतावनी क्षमताओं और बेहतर जानकारी वाले निर्णय लेने में महत्वपूर्ण योगदान दे रहे हैं।

(ग) जी हां, भारत मौसम विज्ञान विभाग की पहल, जिसमें बेहतर पूर्वानुमान प्रणाली और प्रभाव-आधारित एडवाइजरी शामिल हैं, सरकारों और हितधारकों को विश्वसनीय वैज्ञानिक डेटा और वास्तविक समय की जानकारी प्रदान करती हैं। भारत पूर्वानुमान प्रणाली जैसे उपकरण, जो लगभग 6 किमी के स्थानिक पैमाने पर उच्च-रिज़ॉल्यूशन पूर्वानुमान प्रदान करते हैं, अधिकारियों को स्थानीय मौसम पैटर्न और जलवायु जोखिमों को अधिक सटीक रूप से समझने में सक्षम बनाते हैं। इन प्रगति ने नीति निर्माताओं को कृषि, जल प्रबंधन, शहरी बुनियादी ढांचे और सार्वजनिक स्वास्थ्य जैसे क्षेत्रों के लिए योजना बनाने में जलवायु डेटा को एकीकृत करने में सक्षम बनाकर साक्ष्य-आधारित पर्यावरण नीति निर्माण को बढ़ावा दिया है। सटीक पूर्वानुमान और जलवायु आउटलुक फसल की योजना बनाने, हीट-एक्शन प्लान, बाढ़ प्रबंधन और जलवायु अनुकूलन रणनीतियों से संबंधित सूचित निर्णयों का समर्थन करते हैं।

इसके अतिरिक्त, आईएमडी के प्रभाव-आधारित पूर्वानुमानों, भारी वर्षा की चेतावनी, फ्लैश-फ्लड मार्गदर्शन और शहरी बाढ़ एडवाइजरीज ने आपदा तैयारियों और प्रारंभिक चेतावनी प्रणालियों को सुदृढ़ किया है। राज्य सरकारें और आपदा प्रबंधन एजेंसियां अब समय पर निवारक उपाय कर सकती हैं, जैसे कि निकासी, संसाधन जुटाना और बुनियादी ढांचे की सुरक्षा, जो चरम मौसम की घटनाओं के दौरान जान-माल के नुकसान को कम करने में मदद करते हैं।

कुल मिलाकर, इन सक्रिय उपायों ने जोखिम जागरूकता में सुधार, अनुकूली नियोजन को सक्षम करके और जलवायु संबंधी खतरों के लिए संस्थागत प्रतिक्रिया तंत्र को मजबूत करके ग्रामीण और शहरी क्षेत्रों में जलवायु संबंधी रोध क्षमता विकसित करने और सतत विकास को बढ़ावा देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है।

*****