भारत सरकार
पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय
राज्य सभा
अतारांकित प्रश्न सं. 354
06/02/2025 को उत्तर दिए जाने के लिए

मौसम पूर्वानुमान

354. श्री संजय सेठ:

क्या **पृथ्वी विज्ञान** मंत्री यह बताने की कृपा करेंगे किः

(क) ''मिशन मौशम'' का उद्देश्य देश की मौसम पूर्वानुमान क्षमताओं को किस प्रकार बढ़ाना है और आपदा प्रबंधन पर इसका क्या प्रभाव होगा;
(ख) क्षेत्रीय एकता को बढ़ावा देने में एओएमएसयूसी-14 का क्या महत्व है और उपगृह मौसम विज्ञान में इसका क्या योगदान है;
(ग) मौसम पूर्वानुमान की सटीकता में 50 प्रतिशत तक सुधार लाने के लिए देश द्वारा क्या उपाय किए गए हैं; और
(घ) प्राकृतिक आपदाओं से निपटने के लिए देश की तैयारियों को मजबूत बनाने में बेहतर पूर्वानुमान की क्या भूमिका हैं ?

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

(क) मिशन मौसम को भारत के मौसम और जलवायु से संबंधित विज्ञान, अनुसंधान और सेवाओं को बढ़ावा देने के लिए एक बहुआयामी और परिवर्तनकारी पहल माना गया है। यह नागरिकों और अंतिम छोर के उपयोगकर्ताओं सहित हितधारकों को चरम मौसम की घटनाओं और जलवायु परिवर्तन के प्रभावों से निपटने के लिए बेहतर ढंग से तैयार करने में मदद करेगा। मिशन मौसम को भारत को "मौसम के प्रति तैयार और जलवायु के प्रति स्मार्ट" राष्ट्र बनाने के लिए शुरू किया गया है, जिसके निम्नलिखित उद्देश्य हैं:

- प्रेक्षणों को मजबूत करना (स्व-स्थाने और रिमोट सेंसिंग)।
- सामाजिक लाभ के लिए विज्ञान, नवाचार और प्रौद्योगिकी, और डेटा विज्ञान की बेहतर समझ और उपयोग प्राप्त करना।
- जनता और हितधारकों को सटीक जानकारी देने के लिए हमारे मॉडल/डेटा एसिमिलेशन/एचपीसी(संख्यात्मक+कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग) में सुधार करना।
- एआई/एमएल के उपयोग सहित उन्नत पृथ्वी प्रणाली मॉडल और डेटा संचालित विधियों का विकास करना।
- पृथ्वी प्रणाली विज्ञान में प्रशिक्षित जनशक्ति
- पूर्वानुमान प्रसारण: समाज के साथ प्रभावी संचार: सभी के लिए पूर्व चेतावनी

मिशन मौसम से मौसम की निगरानी बढ़ाने और विभिन्न समय-सीमाओं में सटीक पूर्वानुमान प्रदान करने की संभावना है। यह अगली पीढ़ी की प्रेक्षण प्रणालियों, उच्च-निष्पादन कंप्यूटिंग अवसंरचना और उन्नत पृथ्वी प्रणाली मॉडलों की तैनाती के माध्यम से प्राप्त किया जाएगा। कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) और मशीन लर्निंग (ML) तकनीकों का एकीकरण मॉडल की सटीकता और पूर्वानुमान विभेदन को बढ़ाकर पूर्वानुमानों की सटीकता में और सुधार करेगा।

मिशन मौसम एक सहज पूर्वानुमान दृष्टिकोण का उपयोग करेगा जिसमें निम्नलिखित शामिल हैं:

- अल्प अवधि पूर्वानुमान (72 घंटे तक): ये अगली पीढ़ी के रडार, उपग्रहों, विंडप्रोफाइलरों आदि से वायुमंडलीय डेटा को आत्मसात करके उच्च-विभेदन मॉडल पर आधारित होंगे।
- मध्यम अवधि के पूर्वानुमान (3 से 15 दिन तक): प्रणाली उच्चतर सटीकता के साथ मौसम के पैटर्न का पूर्वानुमान करने के लिए उन्नत मॉडलिंग तकनीकों और उच्च-निष्पादन कंप्यूटिंग संसाधनों का उपयोग करेगी।
- दीर्घकालिक पूर्वानुमान (ऋतुनिष्ठ से वार्षिक): यह मिशन डेटा-संचालित विधियों और पृथ्वी प्रणाली मॉडलों को एकीकृत करेगा, जिसमें बड़े पैमाने पर मौसम और जलवायु पैटर्न का पूर्वानुमान करने के लिए AI और ML को शामिल किया जाएगा, जो महीनों या ऋतुओं के लिए पहले से पूर्वानुमान प्रदान करेगा।

इन सुधारों से सभी प्रकार के चरम मौसम और जलवायु घटनाओं की निगरानी और पूर्वानुमान में बेहतर परिशुद्धता प्राप्त होने की उम्मीद है, जिससे कृषि, आपदा जोखिम न्यूनीकरण, जल, ऊर्जा, स्वास्थ्य और परिवहन जैसे विभिन्न क्षेत्रों के लिए क्षेत्र-विशिष्ट प्रभाव पूर्वानुमान और परामर्शिका तैयार करने तथा चेतावनियों एवं परामर्शिकाओं का प्रसारण करने में मदद मिलेगी।

(ख) 14वें एशिया-ओशिनिया मौसम विज्ञान उपग्रह उपयोगकर्ता सम्मेलन (AOMSUC-14) का आयोजन भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD), पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES) द्वारा 2-7 दिसंबर, 2024 तक नई दिल्ली में किया गया। इसमें विश्व मौसम विज्ञान संगठन (WMO) के प्रतिनिधियों, ऑस्ट्रेलियाई मौसम विज्ञान ब्यूरो (AuBoM), इंडोनेशिया गणराज्य की मौसम विज्ञान, जलवायु विज्ञान और भूभौतिकी एजेंसी (BMKG), जापान मौसम विज्ञान एजेंसी (JMA), कोरिया मौसम विज्ञान प्रशासन (KMA), ग्रुप ऑन अर्थ ऑब्जर्वेशन (GEO), राष्ट्रीय महासागरीय और वायुमंडलीय प्रशासन (NOAA) और प्रमुख उपग्रह एजेंसियों सहित वैश्विक विशेषज्ञ एक साथ आए। इस आयोजन का उद्देश्य जलवायु परिवर्तन, चरम मौसम और आपदा प्रबंधन जैसी क्षेत्रीय चुनौतियों से निपटने के लिए उपग्रह प्रौद्योगिकी में हाल की प्रगति को प्रदर्शित करना था। इससे चरम मौसम की घटनाओं की निगरानी और पूर्वानुमान के लिए उपग्रह मौसम विज्ञान डेटा के उपयोग में भारत की क्षमताओं को और मजबूत करने में मदद मिली है और इस प्रकार जलवायु लचीलापन बढ़ाने में मदद मिली है।

(ग)-(घ) प्रश्न (क) के उत्तर में वर्णित मिशन मौसम के कार्यान्वयन के अतिरिक्त, मौसम पूर्वानुमान की सटीकता में 50% सुधार प्राप्त करने के लिए पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा किए गए अन्य उपाय अनुलग्नक -1 में दिए गए हैं। यह मुख्य रूप से विभिन्न प्रेक्षण नेटवर्कों को मजबूत करने, नई प्रेक्षण और निगरानी प्रणालियों/तकनीकों के उपयोग, डेटा समावेशन में सुधार और उच्च-विभेदन संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान (एनडब्ल्यूपी) मॉडल के अनुकूलन, गंभीर मौसम की घटनाओं के विभिन्न वेब-आधारित डीएसएस मॉडल के विकास और उपयोग, विशेष रूप से वास्तविक समय में चक्रवात और इससे जुडे प्रभाव के लिए डायनेमिक कम्पोजिट जोखिम एटलस (वेब-डीसीआरए) और निर्णय समर्थन प्रणाली (डीएसएस) उपकरण के विकास और उपयोग तथा सभी नवीनतम डिजिटल-आधारित संचार प्रणालियों का उपयोग करके सभी उपयोगकर्ताओं को समय पर प्रसारण के कारण था। बुनियादी ढांचे के विकास और विभिन्न क्षेत्रों में सेवाओं के विस्तार ने भी ऐसे सुधारों में मदद की।

अनुलग्नक-1

2014 से 2024 तक आईएमडी की मौसम पूर्वानुमान क्षमताओं में सुधार के लिए किए गए उपाय

विभिन्न प्रेक्षण नेटवर्कों में सुधार:

प्रेक्षण नेटवर्क	***2014***	***2024***
DWRs ***(डॉप्लर मौसम रडार)***	*15*	*39*
AWS (*स्वचालित मौसम स्टेशन*)	*675*	*1208*
उपरितन वायु प्रेक्षण प्रणाली (RS/RW)	*43*	*56*
उच्च वायु स्पीड रिकॉर्डर	*19*	*37*
GPS-*आधारित* PB *स्टेशन*	*00*	*25*
RVR *वायु प्रणाली*	*20*	*169*
AWOS (*स्वचालित मौसम प्रेक्षण प्रणालियाँ*)	*00*	*07*
HAWOS (*हेलिपोर्ट मौसम प्रेक्षण प्रणालियाँ*)	*00*	*10*
जिलावार वर्षा निगरानी केंद्र (DRMS)	*3955*	*6095*

नए उच्च-विभेदन एनडब्ल्यूपी मॉडल के कार्यान्वयन द्वारा समय-पैमानों पर पूर्वानुमान प्रणाली का उन्नयन:

मॉडल	***2014***	***2024***
क्षेत्रीय मॉडल – तत्काल पूर्वानुमान (अगले *12* घंटों तक का पूर्वानुमान) से लेकर अल्प अवधि (अगले *3* दिनों तक का पूर्वानुमान)	• मौसम अनुसंधान और पूर्वानुमान (*WRF)* मॉडल 27*kmx*3*km;* दिन में दो बार चलाया जाता था और पूर्वानुमान 3 दिनों के लिए होता था। • हरिकेन-*WRF (HWRF)* केवल चक्रवात के दौरान चलाया जाता था। 27*kmx*9*km;* पूर्वानुमान 3 दिनों के लिए होता था। • उच्च विभेदन रैपिड रिफ्रेश और इलेक्ट्रिक-*WRF* 2014 तक उपलब्ध नहीं थे।	• *WRF* मॉडल पूरे क्षेत्र के लिए 3 किमी विभेदन के साथ चलाया जाता है*;* दिन में 4 बार अपडेट किया जाता है और 3 दिनों तक का पूर्वानुमान जारी किया जाता है। • *HWRF* युग्मित महासागर मॉडल के साथ 18*x*6*x*2 किमी पर चलता है, 5 दिनों तक का पूर्वानुमान जारी किया जाता है। • इसके अलावा, उच्च विभेदन रैपिड रिफ्रेश (*HRRR-*2*km,* प्रति घंटा) को हर 2 घंटे में अपडेट किए गए 12 घंटे तक के पूर्वानुमान के साथ प्रस्तुत किया गया है। • इलेक्ट्रिक-*WRF (E-WRF-*3*km,* प्रति घंटा) का उपयोग 24 घंटे तक की वैधता के साथ दिन में दो बार पूर्वानुमान जारी करने के लिए भी किया जाता है।
वैश्विक वायुमंडलीय मॉडल - मध्यम श्रेणी मॉडल *(10* दिनों तक का पूर्वानुमान)।	• वैश्विक पूर्वानुमान प्रणाली (जीएफएस) (टी574 विभेदन) लगभग 25 किमी विभेदन के साथ चलाई जाती थी, दिन में 2 बार अपडेट की जाती थी और 7 दिनों के लिए पूर्वानुमान जारी किया जाता था। • 2014 तक आईएमडी में कोई प्रचालन एनसेंबल पूर्वानुमान प्रणाली नहीं थी।	• वैश्विक पूर्वानुमान प्रणाली (जीएफएस) (टी1534) का उपयोग 12 किमी विभेदन के साथ किया जाता है, जिसे दिन में 4 बार अपडेट किया जाता है और 10 दिनों के लिए पूर्वानुमान जारी किया जाता है। • ग्लोबल एनसेंबलपूर्वानुमान प्रणाली (जीईएफएस) 12 किमी विभेदन पर चलाई जाती है*;* इसे दिन में दो बार अपडेट किया जाता है और 10 दिनों तक का पूर्वानुमान जारी किया जाता है।
वायुमंडल-	• 2014 तक IMD में कोई NWP	• IMD में युग्मित मॉडल (CFSv2) 2017 से

महासागर युग्मित मॉडल - विस्तारित अवधि मॉडल (अगले 28 दिनों तक का पूर्वानुमान)	मॉडल चालू नहीं था। • विदेशों से अन्य NWP मॉडल के आधार पर पूर्वानुमान तैयार किया गया था। पूर्वानुमान सप्ताह में एक बार जारी किया जाता था।	प्रचालनरत है। • IMD में युग्मित मॉडल, CFSv-2 लगभग 38 किमी विभेदन के साथ प्रचालनरत है तथा पूर्वानुमान और हिंडकास्ट सप्ताह में एक बार अपडेट किए जाते हैं एवं पूर्वानुमान 4 सप्ताह के लिए जारी किया जाता है।
ऋतुनिष्ठ पूर्वानुमान मॉडल	• सांख्यिकीय मॉडल के आधार पर पूरे देश के लिए मानसून वर्षा का पूर्वानुमान जारी किया गया।	• भारतीय क्षेत्र में स्थानिक वितरण के साथ पूरे देश के लिए मल्टी-मॉडल एनसेंबल (एमएमई) आधारित मानसून वर्षा और तापमान पूर्वानुमान जारी किया जाता है। इसके अलावा, ऋतुनिष्ठअपडेट के साथ एक महीने के पूर्वानुमान के लिए महीने में एक बार पूर्वानुमान अपडेट किया जाता है।

डिजिटल आधारित संचार प्रणालियों का विस्तार:

भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD) ने मौसम संबंधी पूर्वानुमान, घटनाओं और चेतावनियों को जनता तक पहुँचाने के लिए एक उपयोग में आसान वेबसाइट विकसित की है। वेबसाइट 7-दिन की चेतावनियाँ, 7-दिन की वर्षा का पूर्वानुमान और तत्काल पूर्वानुमान चेतावनियाँ प्रदान करती है, जिन्हें उपखंड-वार, जिला-वार और स्टेशन-वार देखा जा सकता है। जनता का मार्गदर्शन करने के लिए प्रमुख शहरों की वर्तमान मौसम स्थितियों पर भी प्रकाश डाला गया है। इसमें वेबसाइट, ईमेल, एसएमएस और सोशल मीडिया जैसे कि फेसबुक, ट्विटर, इंस्टाग्राम आदि के माध्यम से पूर्वानुमान और चेतावनियों का प्रसारण शामिल है। IMD का एकीकृत बहुभाषी मोबाइल ऐप एक ही छत के नीचे एग्रोमेट, एविएशन, क्राउड-सोर्स, चक्रवात, बिजली और बारिश की चेतावनी जैसी विभिन्न सुविधाओं को एकीकृत करता है, जिससे यह सभी जानकारी आसानी से सुलभ हो जाती है। IMD नागरिकों को बेहतर और सहज अनुभव प्रदान करने के लिए अपनी वेबसाइट और मोबाइल एप्लिकेशन में लगातार सुधार करता रहता है। भारत मौसम विज्ञान विभाग विभिन्न प्लेटफार्मों के माध्यम से जनता को मौसम की जानकारी प्रदान करने का प्रयास कर रहा है:

- मास मीडिया: रेडियो/टीवी, समाचार पत्र नेटवर्क (एएम, एफएम, कम्युनिटी रेडियो, प्राइवेट टीवी), प्रसार भारती और निजी प्रसारक
- साप्ताहिक और दैनिक मौसम वीडियो
- इंटरनेट (ईमेल), एफ़टीपी
- सार्वजनिक वेबसाइट (mausam.imd.gov.in)
- आईएमडी ऐप: मौसम/मेघदूत/दामिनी/रेन अलार्म
- सोशल मीडिया: फेसबुक, ट्विटर, इंस्टाग्राम, ब्लॉग

i. X: https://twitter.com/Indiametdept
ii. फेसबुक: https://www.facebook.com/India.Meteorological.Department/
iii. ब्लॉग: https://imdweather1875.wordpress.com/
iv. इंस्टाग्राम: https://www.instagram.com/mausam_nwfc
v. यूट्यूब: https://www.youtube.com/channel/UC_qxTReoq07UVARm87CuyQw

*****