

भारत सरकार  
पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय  
राज्य सभा  
अतारांकित प्रश्न संख्या - 980  
10/02/2022 को उत्तर दिए जाने के लिए

**आईएमडी के पूर्वानुमानों की सटीकता में सुधार किया जाना**

980 श्री जॉन ब्रिटास:  
श्री अयोध्या रामी रेड्डी आला:

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

- (क) वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान-मॉडलिंग प्रेक्षण प्रणाली एंव सेवाएं (एक्रॉस) योजना के अंतर्गत 'पूर्वानुमान प्रणाली का उन्नयन' कार्यक्रम की स्थिति क्या है; तत्संबंधी ब्यौरा क्या है;
- (ख) क्या इस कार्यक्रम के परिणामस्वरूप मौसम के पूर्वानुमान की सटीकता में वृद्धि हुई है;
- (ग) यदि हाँ, तो तत्संबंधी ब्यौरा क्या है और यदि नहीं, तो इसके क्या कारण हैं; और
- (घ) सरकार ने देश में और केरल राज्य में आईएमडी पूर्वानुमानों की सटीकता में सुधार करने के लिए क्या-क्या कदम उठाए हैं?

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

(क) मौसम एवं जलवायु सेवाओं के आधुनिकीकरण, विस्तार एवं सुधार के लिए भारत मौसम विज्ञान विभाग (आईएमडी) में वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान- मॉडलिंग, प्रेक्षण प्रणाली और सेवाएँ (ACROSS) नामक सर्वसमावेशी केन्द्रीय क्षेत्र योजना के अन्तर्गत विभिन्न योजनाएं चलायी जा रही हैं। अक्रॉस के अन्तर्गत भारत मौसम विज्ञान विभाग की 4 उप-योजनाएं हैं, इनके नाम हैं - वायुमंडलीय प्रेक्षण नेटवर्क (AON), पूर्वानुमान प्रणाली का उन्नयन (UFS), मौसम और जलवायु सेवाएं (डब्ल्यूसीएस) तथा पोलारिमेट्रिक डॉपलर मौसम रडार संचालना (DWR)। पूर्वानुमान प्रणाली का उन्नयन (UFS) नामक उप-योजना के अन्तर्गत वर्ष 2017-21 के दौरान की गई प्रमुख गतिविधियां इस प्रकार हैं:

- कम्प्युनिकेशन सिस्टम फॉर डेटा एंड प्रोडक्ट ट्रांसमिशन का अपग्रेडेशन एवं सस्टीनेंस
- एक उन्नत प्रचालनात्मक पूर्वानुमान प्रणाली, पूर्वानुमान हेतु प्रदाय प्रणाली तथा अन्य सेवाओं का विकास।
- अतिरिक्त प्रेक्षणों के प्रावधान के माध्यम से चक्रवात, गर्ज के साथ तूफान तथा कोहरा पूर्वानुमान हेतु विशेष अभियान चलाना।
- पश्चिमी एवं मध्य हिमालय हेतु एकीकृत हिमालयी मौसम विज्ञान कार्यक्रम।
- समग्र भारत में प्रेक्षण प्रणालियों सम्बन्धी विशिष्ट प्रक्रियाओं का क्षमता निर्माण, आउटरीच, नियोजन एवं सस्टीनेंस।

(ख)-(ग) जी, हां। पिछले कुछ वर्षों के दौरान आईएमडी अपने मौसम पूर्वानुमान सेवाओं की दक्षता, लीड समय एवं सम्बद्ध प्रभाव में लगातार सुधार कर रहा है। आईएमडी द्वारा राष्ट्रीय, राज्य एवं जिला स्तरों पर पूर्वानुमान एवं चेतावनी जारी की जाती है। राज्य एवं जिला स्तर की एजेन्सियों के साथ बेहतर समन्वयन के लिए आईएमडी के पास राज्य मौसम विज्ञान केन्द्रों का एक नेटवर्क है। प्रेक्षण एवं पूर्वानुमान प्रणाली के उन्नयन के साथ हाल फिलहाल में खासतौर पर भारी वर्षा, लू, गरजने वाले तूफान तथा चक्रवात पूर्वानुमान कौशल में महत्वपूर्ण सुधार किए गए हैं।

भारत मौसम विज्ञान विभाग द्वारा मौसम पूर्वानुमान सटीकता का सत्यापन किया जाता है, तथा त्रुटियों एवं कौशल स्कोर की गणना ऋतुवार एवं वार्षिक आधार पर की जाती है। मौसम पूर्वानुमान सटीकता में सुधार का विवरण निम्नानुसार है:

- वर्ष 2021 में 24 घंटे लीड अवधि वाली भारी वर्षा चेतावनी हेतु प्रोबेबिलिटी ऑफ डिटेक्शन (POD) 74% है, इसमें वर्ष 2002-20 के बीच में इनके कौशल की तुलना में वर्ष 2021 में 51% का सुधार हुआ है। वर्ष 2021 में फाल्स अलार्म रेट (FAR) और मिसिंग रेट (MR) 26% हैं, इसमें वर्ष 2002-20 के बीच में इनके कौशल की तुलना में वर्ष 2021 में क्रमशः 21% एवं 53% सुधार हुआ है। **(अनुलग्नक-1 में चित्र-1)**
- वर्ष 2021 में 24 घंटे लीड अवधि वाली लू चेतावनी हेतु प्रोबेबिलिटी ऑफ डिटेक्शन (POD) 97% है, इसमें वर्ष 2014-20 के बीच में इनके कौशल की तुलना में वर्ष 2021 में 15% का सुधार हुआ है। वर्ष 2021 में फाल्स अलार्म रेट (FAR) और मिसिंग रेट (MR) क्रमशः 2% एवं 3% हैं, इसमें वर्ष 2014-20 के बीच में इनके कौशल की तुलना में वर्ष 2021 में क्रमशः 63% एवं 82% सुधार हुआ है। **(अनुलग्नक-1 में चित्र-2)**
- वर्ष 2021 के दौरान वार्षिक औसत ट्रॉपिकल साइक्लोन (TC) थलप्रवेश बिंदु पूर्वानुमान त्रुटियां 24, 36 एवं 48 घंटों के लिए क्रमशः 16.4 किमी, 10.6 किमी एवं 19.8 किमी रही हैं, वहीं वर्ष 2016-2020 के डेटा के आधार पर पिछले पांच वर्षों (2016-2020) के दौरान औसत त्रुटियां क्रमशः 31.9 किमी, 43.7 किमी एवं 61.5 किमी रही हैं। सेंट्रल रीजन (आई) का व्यास 10-15 किमी मानते हुए, वर्ष 2021 में 48 घंटे अग्रिम तक के चक्रवात थलप्रवेश बिंदु पूर्वानुमान में लगभग शून्य त्रुटि थी।
- वर्ष 2021 के दौरान वार्षिक औसत TC ट्रैक पूर्वानुमान त्रुटियां 24, 48 एवं 72 घंटे की लीड अवधि के लिए क्रमशः 63 किमी, 91 किमी और 164 किमी रही हैं, वहीं वर्ष 2016 से 2020 के डेटा के आधार पर पिछले पांच वर्षों की औसत त्रुटि क्रमशः 77, 117 एवं 159 किमी रही है। **(अनुलग्नक-1 में चित्र-3)**
- जलवायु विज्ञान एवं अवस्थिति पूर्वानुमान की तुलना में TC ट्रैक पूर्वानुमान कौशल 24, 48 एवं 72 घंटे की लीड अवधि के लिए क्रमशः 75%, 82% एवं 68% रहे हैं, वहीं वर्ष 2016-2020 के दौरान दीर्घ अवधि औसत कौशल क्रमशः 64%, 76% एवं 78% रहा है। **(चित्र-3)**
- TC तीव्रता (पवन) पूर्वानुमान में वार्षिक औसत निरपेक्ष त्रुटि 24, 48 एवं 72 घंटे की लीड अवधि पूर्वानुमान के लिए क्रमशः 6.2 नॉट्स, 9.5 नॉट्स एवं 10.8 नॉट्स (108 नॉटिकल मील प्रति घंटे) रहा है, वहीं पिछले पांच वर्षों (2016-2020) के दौरान औसत त्रुटि क्रमशः 7.9, 11.4 एवं 14.1 नॉट्स रही है। अवस्थिति पूर्वानुमान की तुलना में तीव्रता पूर्वानुमान में कौशल क्रमशः 63.2%, 78.4% एवं 85.6% था, वहीं वर्ष 2016-20 के दौरान दीर्घ अवधि औसत कौशल 24, 48 एवं 72 घंटे की लीड अवधि के लिए क्रमशः 52.2, 72.1 एवं 75.1 रहा है। **(चित्र-3)**
- वर्ष 2021 में 24 घंटे की लीड अवधि वाली गरज के साथ तूफान की चेतावनी हेतु प्रोबेबिलिटी ऑफ डिटेक्शन (POD) 86% रहा है, वहीं इसकी तुलना में 2016 में यह 31% था। **(अनुलग्नक-1 में चित्र-4)**
- मार्च से जून 2021 के दौरान 3 घंटे के तात्कालिक पूर्वानुमान वाली गरज के साथ तूफान की चेतावनी के लिए प्रोबेबिलिटी ऑफ डिटेक्शन (POD) 79% रहा है।

(घ) देश में एक सुव्यवस्थित एवं समयोचित तरीके से मॉनसून पूर्वानुमान क्षमताएं सुधारने की तात्कालिक आवश्यकता पहचानते हुए पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने मिशन मोड पर मॉनसून मिशन नामक एक महत्वाकांक्षी एवं संसाधनपूर्ण अनुसंधान कार्यक्रम आरम्भ किया है। इस मिशन का प्रथम चरण वर्ष 2012-2017 के दौरान कार्यान्वित किया गया था, और द्वितीय चरण (2011-22) पर अभी कार्य किया जा रहा है। भारत ने अपनी हाई-परफॉरमेंस कम्प्यूटिंग (एचपीसी) सिस्टम की क्षमताएं भी बढ़ायी हैं, जिसकी क्षमता लगभग 10 पेटफ्लॉप है, और यह अब देश में मॉनसून अनुसंधान एवं प्रचालन सेवाओं का आधार है। मॉनसून मिशन ने अल्प-अवधि से लेकर मौसमी तक सभी समय पैमानों पर मॉनसून पूर्वानुमान में महत्वपूर्ण सुधार करने में सहायता की है। भारत को गर्व है कि अब हमारे पास एक ऐसा सर्वश्रेष्ठ पूर्वानुमान सिस्टम है जिसकी सहायता से हम स्थान से लेकर ब्लॉक, जिला, मौसम विज्ञान उपखण्डों एवं समरूपी क्षेत्रों तक के स्थानिक पैमानों, तथा कुछ घंटों (तत्काल पूर्वानुमान), 3 दिन (अल्प अवधि पूर्वानुमान), 4-7 दिन (मध्यम अवधि पूर्वानुमान), 1-4 सप्ताह (विस्तारित अवधि पूर्वानुमान), तथा एक माह से लेकर एक ऋतु (दीर्घ अवधि पूर्वानुमान) तक के कालिक पैमानों पर - रियल टाइम पूर्वानुमान एवं चेतावनियां जनरेट करते हैं।

दीर्घकालिक पूर्वानुमान तैयार करने के लिए वर्तमान में नवीनतम अत्याधुनिक संख्यात्मक मॉडल, कपल्ड एटमोस्फियर ओशन मॉडल (MMCFS) और मल्टी मॉडल एन्सेम्बल (MME) पद्धति का उपयोग किया जाता है। और इन मॉडलों ने उपयोगी कौशल दिखाया है। मल्टीमॉडल एन्सेम्बल (MME) एक सार्वभौमिक रूप से स्वीकृत तकनीक है, इसका प्रयोग इसलिए किया जाता है ताकि पूर्वानुमानों के कौशल को बेहतर बनाया जा सके तथा एक सिंगल मॉडल आधारित एप्रोच की तुलना में पूर्वानुमान त्रुटियों को कम किया जा सके। MME पूर्वानुमान प्रणाली में उपयोग किए जाने वाले सभी मॉडलों की सामूहिक सूचना के चलते ही प्रदर्शन में सुधार आया है।

भारत मौसम विज्ञान विभाग ने अपनी मौजूदा द्विचरणीय पूर्वानुमान रणनीति संशोधित करते हुए देश में दक्षिणपश्चिमी मॉनसून वर्षा हेतु मासिक एवं मौसमी प्रचालनात्मक पूर्वानुमान जारी करने के लिए एक नई पूर्वानुमान रणनीति अपनायी है।

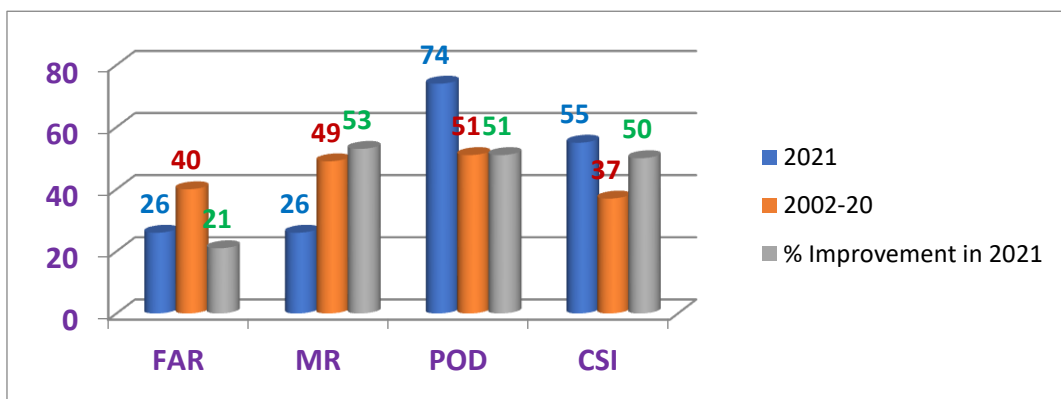
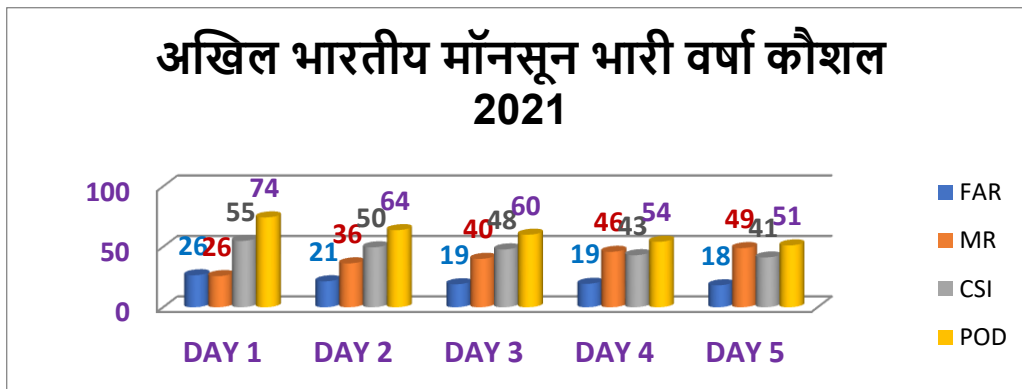
भारत मौसम विज्ञान विभाग एक प्रभावी पूर्वानुमान रणनीति का पालन करता है। दीर्घ अवधि पूर्वानुमान (पूरे मौसम के लिए) जारी करने के बाद प्रत्येक गुरुवार को विस्तारित अवधि पूर्वानुमान सम्बन्धी नवीनतम जानकारी प्रदान की जाती है, जो चार सप्ताह के लिए मान्य होती है। विस्तारित अवधि पूर्वानुमान पर अनुवर्ती कार्रवाई करने के लिए भारत मौसम विज्ञान विभाग 36 मौसम विज्ञान सब-डिवीजन स्तरों पर प्रतिदिन चार बार लघु से लेकर मध्यम अवधि पूर्वानुमान एवं चेतावनियां जारी करता है, जो अगले पांच दिनों के लिए वैध होता है और उसमें अगले दो दिनों के लिए पूर्वानुमान व्यक्त किया जाता है। राज्य स्तरीय मौसम विज्ञान केन्द्रों / क्षेत्रीय मौसम विज्ञान केन्द्रों द्वारा जिला एवं स्टेशन स्तर पर लघु से लेकर मध्यम अवधि पूर्वानुमान एवं चेतावनी जारी की जाती है, जो अगले पांच दिनों के लिए मान्य होती है और इन्हें दिन में दो बार अपडेट किया जाता है। सभी जिलों एवं 1089 शहरों एवं कस्बों के लिए लघु से लेकर मध्यम अवधि के पूर्वानुमान के बाद अनुवर्ती कार्रवाई के रूप में तीन घंटों तक के लिए (तत्काल पूर्वानुमान) विषम मौसम की अतिलघु अवधि के पूर्वानुमान जारी किए जाते हैं। इन तत्काल पूर्वानुमान (नाऊकास्ट) को प्रत्येक तीन घंटे पर अद्यतित किया जाता है।

चेतावनी जारी करते समय, संभावित प्रतिकूल मौसम के प्रभाव को सामने लाने तथा आपदा प्रबंधन प्राधिकरणों को आसन्न आपदा मौसम घटना के संबंध में की जाने वाली कार्रवाई के बारे में संकेत देने के लिए उपयुक्त कलर कोड का उपयोग किया जाता है। हरा रंग किसी चेतावनी का संकेतक नहीं है इसलिए किसी कार्रवाई की आवश्यकता नहीं है, पीला रंग सतर्क रहने और अद्यतन जानकारी प्राप्त करने के लिए संकेत है, नारंगी रंग सतर्क रहने और कार्रवाई करने के लिए तैयार रहने के लिए है जबकि लाल रंग कार्रवाई करने के लिए संकेत देता है।

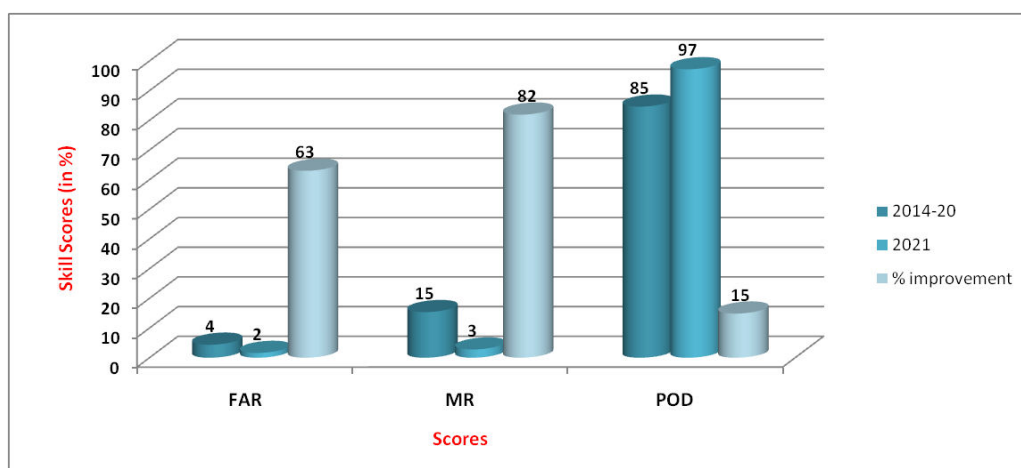
भारत मौसम विज्ञान विभाग प्रभाव आधारित पूर्वानुमान जारी करता है जो 'मौसम कैसा रहेगा' के स्थान पर 'मौसम का क्या प्रभाव होगा' का विवरण देता है। इसमें प्रतिकूल मौसम तत्वों से अपेक्षित प्रभावों का विवरण और प्रतिकूल मौसम के संपर्क में आने पर 'क्या करें और क्या न करें' के बारे में आम जनता के लिए दिशानिर्देश शामिल हैं। इन दिशानिर्देशों को राष्ट्रीय आपदा प्रबन्धन प्राधिकरण (NDMA) के साथ सहयोग में अंतिम रूप दिया जाता है।

इसके अतिरिक्त, विषम मौसम घटनाएं जो प्राकृतिक आपदाएं बन सकती हैं, की चेतावनियों के पूर्वानुमान और प्रसारण को बेहतर बनाने के लिए भारत मौसम विज्ञान विभाग, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा निम्नलिखित विभिन्न नवीन पहलें की गई हैं:

- देशभर में और अधिक संख्या में स्वचालित मौसम केन्द्रों तथा स्वचालित वर्षामापियों की स्थापना करके विभाग के प्रेक्षण नेटवर्क का विस्तार किया गया है।
- देशभर में तैतीस (33) डॉपलर मौसम रडार (DWRs) काम कर रहे हैं, तथा जनवरी 2022 में 4 DWR नई दिल्ली, लेह, मुम्बई एवं चेन्नई में चालू किए जा रहे हैं। डॉपलर मौसम रडार चक्रवाती तूफानों, मानसून विक्षोभों आदि के आने की स्थिति में पर्याप्त चेतावनी प्रदान करते हैं। डॉपलर मौसम रडार नेटवर्क देश में कहीं भी मध्य मापक्रम संवहनी मौसम घटनाक्रमों के तत्काल पूर्वानुमान के लिए महत्वपूर्ण सूचनाएं भी उपलब्ध करवाता है।
- सैटेलाइट से उत्पन्न उत्पादों के विस्तार के लिए मल्टी मिशन मीटिओरोलोजिकल डाटा रिसेविंग एंड प्रोसेसिंग सिस्टम स्थापित कर राष्ट्र को समर्पित किया गया है।
- जिलेवार वर्षा प्रेक्षण स्कीम में 203 नए वर्षामापी केन्द्र बनाए गए हैं जिससे ऐसे केन्द्रों की कुल संख्या 4940 हो गई है।
- 7 दिनों के लिए स्थान विशिष्ट पूर्वानुमान तथा अगले 3 घंटों के लिए तत्काल पूर्वानुमान की सुविधा क्रमशः 1164 तथा 1089 केन्द्रों तक पहुंचाई गई, जो देश के 739 जिलों को कवर करते हैं।
- NWP मॉडल आधारित ग्रीडेड वर्षा आंकड़े, केन्द्रीय जल आयोग को उनके सभी 153 नदी जल संग्रहण क्षेत्रों हेतु उनके बाढ़ पूर्वानुमान मॉडल के लिए, तथा 10 नदी घाटियों के लिए विस्तारित अवधि मॉडल के लिए, तथा सभी नदी जल संग्रहण क्षेत्रों हेतु परिमाणात्मक वर्षा पूर्वानुमान प्रदान किए जाते हैं, जो अगले पांच दिनों के लिए मान्य होते हैं।
- फ्लैश बाढ़ निदेशन प्रणाली के चालू होने के साथ, देश के सभी जल संभरों के लिए फ्लैश बाढ़ निदेशन तैयार कर जारी करना प्रारंभ कर दिया गया है।
- चक्रवात के लिए प्रभाव आधारित पूर्वानुमान पहले से ही अभ्यास में है। यही सेवा भारी वर्षा एवं लू के लिए भी प्रदान की जाती है।
- प्रतिकूल मौसम चेतावनी के लिए विश्व मौसम विज्ञान संगठन के अनुसार सामान्य चेतावनी प्रोटोकॉल लागू किया गया है। इसका प्रयोग विश्व मौसम विज्ञान संगठन के मल्टी हैजार्ड एलर्ट सिस्टम के लिए किया जा रहा है।



चित्र 1: वर्ष 2021 के दौरान भारी वर्षा चेतावनी कौशल (FAR (फाल्स अलार्म रेट), MR (मिसिंग रेट), PoD (प्रोबेबिलिटी ऑफ डिटेक्शन) तथा CSI (क्रिटिकल सक्सेज इंडेक्स)। भारत मौसम विज्ञान विभाग के पास 5 दिवस तक के लिए भारी वर्षा चेतावनी में उच्च कौशल है, क्योंकि दिवस 5 के लिए 50% से अधिक POD है।



चित्र 2: अखिल भारतीय ग्रीष्मकालीन माह (अप्रैल से जून) 2021 बनाम 2014-20 लू कौशल स्कोर