भारत सरकार
पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय
लोक सभा
अतारांकित प्रश्न सं. 1299
9 फरवरी, 2022 को उत्तर दिए जाने के लिए

पूर्वानुमान प्रणाली का उन्नयन

1299. श्री टी. आर. वी .एस. रमेश:

क्या पृथ्वी विज्ञान मंत्री यह बताने की कृपा करेंगे किः

(क) वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान-मॉडलिंग प्रेक्षण प्रणाली और सेवा (एक्रॉस) योजना के तहत 'पूर्वानुमान प्रणाली के उन्नयन' कार्यक्रम की क्या स्थिति है;
(ख) क्या इस कार्यक्रम के परिणामस्वरूप मौसम संबंधी पूर्वानुमान की सटीकता में वृद्धि हुई है;
(ग) यदि हां, तो तत्संबंधी ब्यौरा क्या है और यदि नहीं, तो इसके क्या कारण हैं ; और
(घ) सरकार द्वारा भारत मौसम विज्ञान विभाग (आईएमडी) के पूर्वानुमानों की सटीकता में सुधार के लिए अन्य क्या कदम उठाए गए हैं ?

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

(क) मौसम और जलवायु सेवाओं के आधुनिकीकरण, विस्तार और सुधार के लिए, केन्द्रीय सेक्टर की व्यापक स्कीम "वायुमंडल और जलवायु अनुसंधान-मॉडलिंग, प्रेक्षण प्रणालियां और सेवाएं (अक्रॉस)" के तहत भारत मौसम विज्ञान विभाग में विभिन्न गतिविधियां की जा रही हैं। अक्रॉस के तहत भारत मौसम विज्ञान विभाग की 4 उप-स्कीमें अर्थात् वायुमंडलीय प्रेक्षण नेटवर्क (एओएन), पूर्वानुमान प्रणाली का उन्नयन (यूएफएस), मौसम और जलवायु सेवाएं (डब्ल्यूसीएस) तथा पोलारिमेट्रिक डॉपलर मौसम रडार को चालू करना (पीडीडब्लूआर) हैं। 2017-21 के दौरान पूर्वानुमान प्रणाली का उन्नयन (यूएफएस) उप-स्कीम की प्रमुख गतिविधियां निम्नानुसार अनुसार हैं:-

- डेटा और उत्पाद संचरण के लिए संचार प्रणालियों का उन्नयन और रखरखाव।
- एक उन्नत परिचालन पूर्वानुमान प्रणाली का विकास, पूर्वानुमान और अन्य सेवाओं के लिए वितरण प्रणाली।
- अतिरिक्त प्रेक्षणों के माध्यम से चक्रवात, गर्ज के साथ तूफान और कोहरे के पूर्वानुमान में सुधार के लिए विशेष अभियान चलाना।
- पश्चिमी और मध्य हिमालय के लिए एकीकृत हिमालयी मौसम विज्ञान कार्यक्रम
- भारत में प्रेक्षण प्रणालियों से संबंधित क्षमता निर्माण, आउटरीच, नियोजन और विशिष्ट प्रक्रिया को बनाए रखना।

(ख)-(ग) जी, हां। पिछले कुछ वर्षों के दौरान, भारत मौसम विज्ञान विभाग सटीकता, लीड समय तथा संबद्ध प्रभाव के पैमानों पर मौसम पूर्वानुमान सेवाओं में लगातार सुधार कर रहा है। पूर्वानुमान और चेतावनियां भारत मौसम विज्ञान विभाग द्वारा राष्ट्रीय, राज्य और जिला स्तरों पर जारी की जाती हैं। इसके पास राज्य और जिला स्तर पर एजेन्सियों के साथ बेहतर समन्वय के लिए राज्य मौसम विज्ञान केन्द्रों का नेटवर्क है। प्रेक्षणों तथा पूर्वानुमान प्रणाली के उन्नयन के साथ, विशेष रूप से भारी वर्षा, लू, गर्ज के साथ तूफान और चक्रवातों के संबंध में पूर्वानुमान के कौशल में हाल के समय में महत्वपूर्ण सुधार हुए है।

मौसम पूर्वानुमान की सटीकता आईएमडी द्वारा सत्यापित की जाती है तथा त्रुटियों एवं कौशल स्कोर की गणना ऋतुवार और वार्षिक रूप से की जाती है। मौसम पूर्वानुमान सटीकता में सुधार का विवरण इस प्रकार है:-

- 24 घंटे की लीड अवधि के साथ भारी वर्षा की चेतावनी के लिए पता लगाने की संभावना (पीओडी) 2021 में 74% है, जिसमें वर्ष 2002-20 के बीच इसके कौशल की तुलना में वर्ष 2021 में 51% सुधार हुआ है। गलत चेतावनी की दर (एफएआर) और चेतावनी न देने की दर (एमआर) वर्ष 2021 में 26% हैं, जिनमें 2002-20 के बीच इनके कौशल की तुलना में वर्ष 2021 में क्रमशः 21% और 53% सुधार हुआ है **(अनुलग्नक-I में चित्र-1)**।

- 24 घंटे की लीड अवधि के साथ लू की चेतावनी के लिए पता लगाने की संभावना (पीओडी) 2021 में 97% है, जिसमें वर्ष 2014-20 के बीच इसके कौशल की तुलना में 15% सुधार हुआ है। गलत चेतावनी की दर (एफएआर) और चेतावनी न देने की दर (एमआर) वर्ष 2021 में क्रमश: 2% और 3% हैं, जिनमें 2014-20 के बीच इनके कौशल की तुलना में क्रमशः 63% और 82% सुधार हुआ है **(अनुलग्नक-I में चित्र-2)**।

- 2016-2020 के डेटा के आधार पर 24, 36 और 48 घंटे के लिए उष्णकटिबंधीय चक्रवातों की वार्षिक औसत भूस्खनल बिंदू पूर्वानुमान त्रुटियां पिछले पांच वर्ष (2016-2020) की औसत त्रुटि 31.9 किमी, 43.7 किमी और 61.5 किमी की तुलना में वर्ष 2021 में क्रमशः 16.4 किमी, 10.6 किमी और 19.8 किमी रही हैं। मध्य क्षेत्र (आई) के व्यास को 10-15 किमी मानते हुए, 2021 में चक्रवात की थल प्रवेश बिंदू पूर्वानुमानों में 48 घंटे पहले तक लगभग शून्य त्रुटि थी।

- 2016-2020 के डेटा के आधार पर 24, 48 और 72 घंटे की लीड अवधि के लिए उष्णकटिबंधीय चक्रवातों का पता लगाने में वार्षिक औसत पूर्वानुमान त्रुटियां पिछले पांच वर्षों (2016-2020) की औसत त्रुटि 77 किमी, 117 किमी और 159 किमी की तुलना में वर्ष 2021 में क्रमशः 63 किमी, 91 किमी और 164 किमी हैं **(अनुलग्नक-I में चित्र-3)**।

- 24, 48 और 72 घंटे की लीड के लिए जलवायु विज्ञान और प्रस्थायित्व पूर्वानुमान की तुलना में उष्णकटिबंधीय चक्रवातों का पता लगाने के पूर्वानुमान कौशल इसके दीर्घावधि औसत कौशल (2016-2020) 64%, 76% और 78 की तुलना में क्रमशः 75%, 82% और 68% रहा है **(चित्र-3)**।

- पूर्वानुमान की 24, 48 और 72 घंटे की लीड अवधि के लिए तीव्रता(पवन) पूर्वानुमान में वार्षिक औसत निरपेक्ष त्रुटि (एई) पिछले पांच वर्षों (2016-2020) की औसत त्रुटि 7.9, 11.4 और 14.1 समुद्री मील की तुलना में क्रमश: 6.2 समुद्री मील, 9.5 समुद्री मील और 10.8 समुद्री मील (108 समुद्री मील प्रति घंटा) रही है। 24, 48 और 72 घंटे की लीड अवधि के लिए प्रस्थायित्व पूर्वानुमान की तुलना में तीव्रता पूर्वानुमान में कौशल इसके दीर्घावधि औसत (2016-20) 52.2, 72.1 और 75.1 की तुलना में क्रमश: 63.2%, 78.4% और 85.6% था **(चित्र-3)**।

- 24 घंटे की लीड अवधि के साथ गर्ज के साथ तूफान की चेतावनी के लिए पता लगाने की संभावना (पीओडी) 2016 में 31% ती तुलना में 2021 में 86% है (**अनुलग्नक-I में चित्र-4**)।

- मार्च से जून 2021 के दौरान 3 घंटे के तत्काल पूर्वानुमान के साथ गर्ज के साथ तूफान की चेतावनी के लिए पता लगाने की संभावना (पीओडी) 79% रही है।

(घ) देश में मौसम पूर्वानुमान क्षमताओं में व्यवस्थित और समयबद्ध तरीके से सुधार की तत्काल आवश्यकता को पहचानते हुए, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने मिशन मोड आधार पर एक महत्वाकांक्षी एवं संसाधन संपन्न अनुसंधान कार्यक्रम की शुरुआत की जिसे मानसून मिशन कहा गया। इस मिशन का पहचा चरण 2012-2017 के दौरान कार्यान्वित किया गया था तथा दूसरा चरण (2017-22) चल रहा है। भारत अपनी उच्च निष्पादन कंप्यूटिंग (एचपीसी) प्रणाली की क्षमता का विस्तार भी कर रहा है जो अब 10 पेटाफ्लॉप क्षमता के निकट है तथा यह देश में मानसून अनुसंधान एवं प्रचालनात्मक सेवाओं का आधार है। मानसून मिशन ने सभी समय पैमानों, अल्प अवधि से ऋतुनिष्ठ तक, मानसून पूर्वानुमानों में महत्वपूर्ण सुधार लाने में सहायता की है। भारत को अब किसी स्थान से लेकर ब्लॉक, जिला, मौमस विज्ञान उप मंडल तथा समरूप क्षेत्रों तक सभी स्थानिक पैमानों तथा कुछ घंटे (तत्काल पूर्वानुमान), 3 दिन (अल्पावधि पूर्वानुमान), 4-7 दिन (मध्यम अवधि पूर्वानुमान), 1-4 सप्ताह (विस्तारित अवधि पूर्वानुमान तथा एक माह से एक ऋतु (दीर्घावधि पूर्वानुमान) तक सभी कालिक पैमानों में रीयल टाइम पूर्वानुमान एवं चेतावनियां सृजित करने के लिए सर्वोत्तम पूर्वानुमान प्रणाली होने पर गर्व है।

दीर्घावधि पूर्वानुमान तैयार करने के लिए, नवीनतम अत्याधुनिक सांख्यिकीय मॉडलों, कपल्ड एटमॉस्फीयर ओशन मॉडल (एमएमसीएफएस) तथा मल्टी मोड एनसेंबल (एमएमई) प्रणाली का प्रयोग किया जाता है। तथा इन मॉडलों ने उपयोगी कौशल दर्शाया है। मल्टी मॉडल एनसेंबल (एमएमई) एक सार्वभौमिक रूप से स्वीकार्य तकनीक है, जो सिंगल मॉडल आधारित एप्रोच की तुलना में पूर्वानुमानों के कौशल में सुधार तथा पूर्वानुमान त्रुटियों को कम करने के लिए प्रयोग की जाती है। पूर्वानुमान कौशल में सुधार का श्रेय पूरी तरह से एमएमई पूर्वानुमान प्रणाली में प्रयुक्त सभी मॉडलों की समेकित सूचना को जाता है।

भारत मौसम विज्ञान विभाग ने वर्तमान दो चरण की पूर्वानुमान कार्यनीति में परिवर्तन करते हुए देशभर में दक्षिण पश्चिम मानसून वर्षा के लिए मासिक और ऋतुनिष्ठ प्रचालनात्मक पूर्वानुमान जारी करने के लिए एक नई पूर्वानुमान कार्यनीति अपनाई है।

भारत मौसम विज्ञान विभाग एक सहज पूर्वानुमान रणनीति का अनुसरण करता है। जारी किए गए दीर्घावधि पूर्वानुमान (पूरी ऋतु के लिए) के बाद प्रत्येक गुरुवार को विस्तारित अवधि पूर्वानुमान जारी किए जाते हैं जो चार सप्ताह की अवधि के लिए मान्य होते हैं। विस्तारित अवधि पूर्वानुमान के बाद, भारत मौसम विज्ञान विभाग 36 मौसम विज्ञान उप-मंडलों स्तरों पर दैनिक चार बार पूर्वानुमान जो बाद के दो दिनों की संभावना सहित अगले पांच दिनों के लिए मान्य लघु से मध्यम अवधि के पूर्वानुमान और चेतावनियां जारी करता है। जिला और स्टेशन स्तर पर लघु से मध्यम अवधि के पूर्वानुमान और चेतावनी राज्य स्तरीय मौसम विज्ञान केंद्रों/क्षेत्रीय मौसम विज्ञान केंद्रों द्वारा जारी की जाती है जो अगले पांच दिनों के लिए मान्य है तथा इन्हें एक दिन में दो बार अपडेट किया जाता है। लघु से मध्यम अवधि के पूर्वानुमान के बाद, सभी जिलों तथा 1089 शहरों और कस्बों के लिए तीन घंटे (तत्काल पूर्वानुमान) तक प्रतिकूल मौसम की बहुत कम अवधि का पूर्वानुमान जारी किया जाता है। इन तत्काल पूर्वानुमानों को प्रत्येक तीन घंटे में अद्यतन किया जाता है।

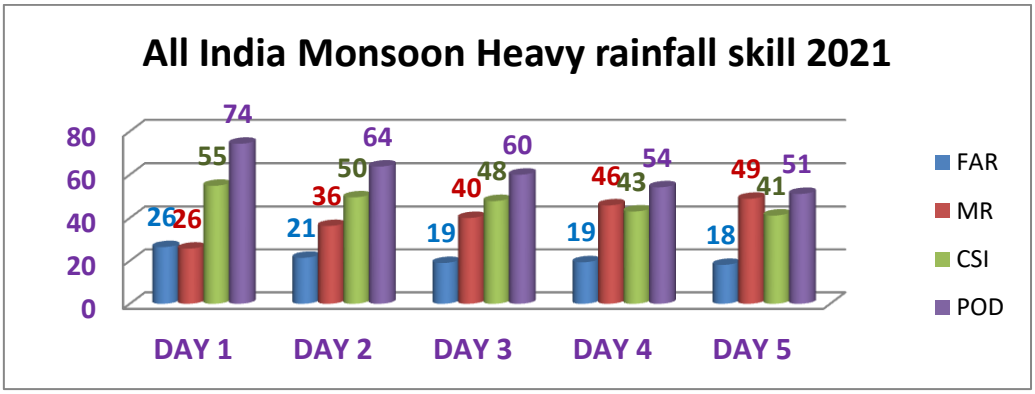
चेतावनी जारी करते समय, संभावित प्रतिकूल मौसम के प्रभाव को सामने लाने तथा आपदा प्रबंधन को आसन्न आपदा मौसम घटना के संबंध में की जाने वाली कार्रवाई के बारे में संकेत देने के लिए उपयुक्त कलर कोड का उपयोग किया जाता है। हरा रंग किसी चेतावनी का संकेतक नहीं है इसलिए किसी कार्रवाई की आवश्यकता नहीं है, पीला रंग 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।

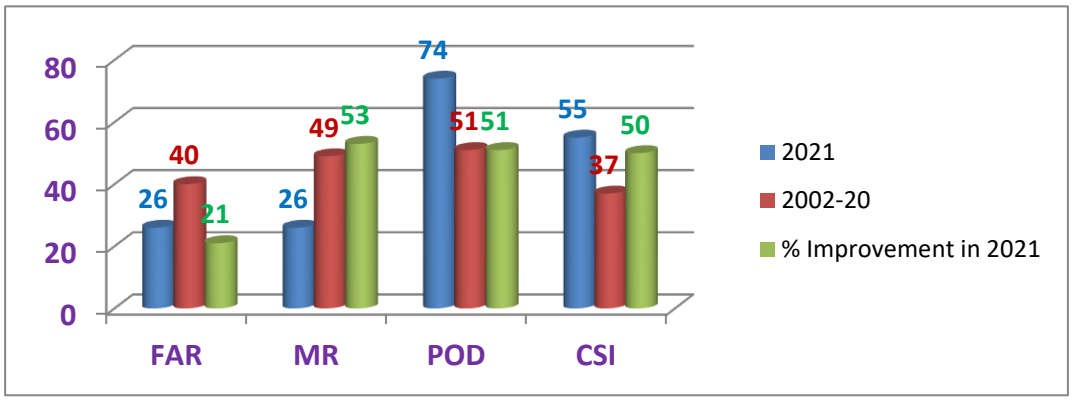
भारत मौसम विज्ञान विभाग प्रभाव आधारित पूर्वानुमान जारी कर रहा है जो 'मौसम कैसा रहेगा' के स्थान पर 'मौसम का क्या प्रभाव होगा' का विवरण देता है। इसमें प्रतिकूल मौसम तत्वों से अपेक्षित प्रभावों का विवरण और प्रतिकूल मौसम के संपर्क में आने पर 'क्या करें और क्या न करें' के बारे में आम जनता के लिए दिशानिर्देश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

इसके अतिरिक्त, चरम मौमस की घटनाएं, जो प्राकृतिक आपदाओं का कारण बन सकती हैं, के बेहतर पूर्वानुमान और चेतावनियों के प्रसारण के लिए भारत मौसम विज्ञान विभाग, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा अनेक नवीन पहलें की गई हैं जो नीचे दी गई हैं:-

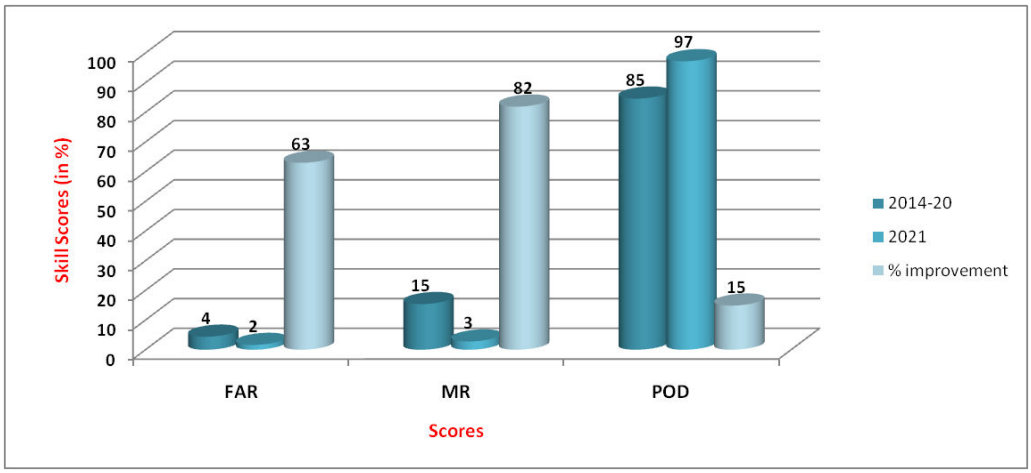
1. देशभर में और अधिक संख्या में स्वचालित मौसम केन्द्रों तथा स्वचालित वर्षामापियों की स्थापना करके विभाग के प्रेक्षण नेटवर्क का विस्तार किया गया है।
2. देश में 30 डॉप्लर मौसम रडार प्रचालनरत हैं और 4 डॉप्लर मौसम रडार जनवरी 2022 में नई दिल्ली, लेह, मुंबई एवं चेन्नई में चालू किए जा रहे हैं। डॉप्लर मौसम रडार चक्रवाती तूफानों, मानसून विक्षोभों, गर्ज के साथ तूफानों आदि के आने की स्थिति में पर्याप्त चेतावनी उपलब्ध करवाते हैं। डॉप्लर मौसम रडार नेटवर्क देश में कहीं भी मध्य मापक्रम संवहनी मौसम घटनाक्रमों के तत्काल पूर्वानुमान के लिए महत्वपूर्ण सूचनाएं भी उपलब्ध करवाता है।
3. सैटेलाइट से उत्पन्न उत्पादों के विस्तार के लिए मल्टी मिशन मीटिओरोलोजिकल डाटा रिसिविंग एंड प्रोसेसिंग सिस्टम स्थापित कर राष्ट्र को समर्पित किया गया है।
4. जिलेवार वर्षा निगरानी स्कीम में 203 नए वर्षामापी केन्द्र बनाए गए हैं जिससे ऐसे केन्द्रों की कुल संख्या 4940 हो गई है।
5. स्थान विशिष्ट पूर्वानुमान तथा अगले 3 घंटों के लिए तत्काल पूर्वानुमान को 1164 तक तथा 1089 केन्द्रों तक बढा दिया गया है। इससे 739 जिले इसमें शामिल हो गए हैं।
6. संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान मॉडल आधारित ग्रिडयुक्त वर्षा आंकडे केन्द्रीय जल आयोग को सभी 153 नदी जल ग्रहण क्षेत्रों हेतु उनके बाढ पूर्वानुमान मॉडल तथा 10 नदी घाटियों के लिए विस्तारित अवधि मॉडल उत्पादों के लिए उपलब्ध करवाने के साथ सभी नदी जल ग्रहण क्षेत्रों के लिए मात्रात्मक वर्षा पूर्वानुमान,जो अगले पांच दिनों के लिए मान्य हैं, उपलबध कराए गए हैं।
7. फ्लैश बाढ निदेशन प्रणाली के प्रचालित होने के साथ, देश के सभी जल संभरों के लिए फ्लैश बाढ निदेशन तैयार कर जारी करना प्रारंभ कर दिया गया है।
8. प्रभाव आधारित पूर्वानुमान चक्रवात के लिए पहले से ही उपलब्ध करवाए जा रहे हैं। अब भारी वर्षा एवं लू के लिए भी ये पूर्वानुमान उपलब्ध करवाना प्रारंभ किया जा चुका है।
9. प्रतिकूल मौसम चेतावनी के लिए विश्व मौसम विज्ञान संगठन के मानकों के अनुसार सामान्य चेतावनी प्रोटोकॉल लागू किया गया है। इसका प्रयोग विश्व मौसम विज्ञान संगठन के ग्लोबल मल्टी हैजार्ड एलर्ट सिस्टम के लिए किया जा रहा है।

अनुलग्नक-I



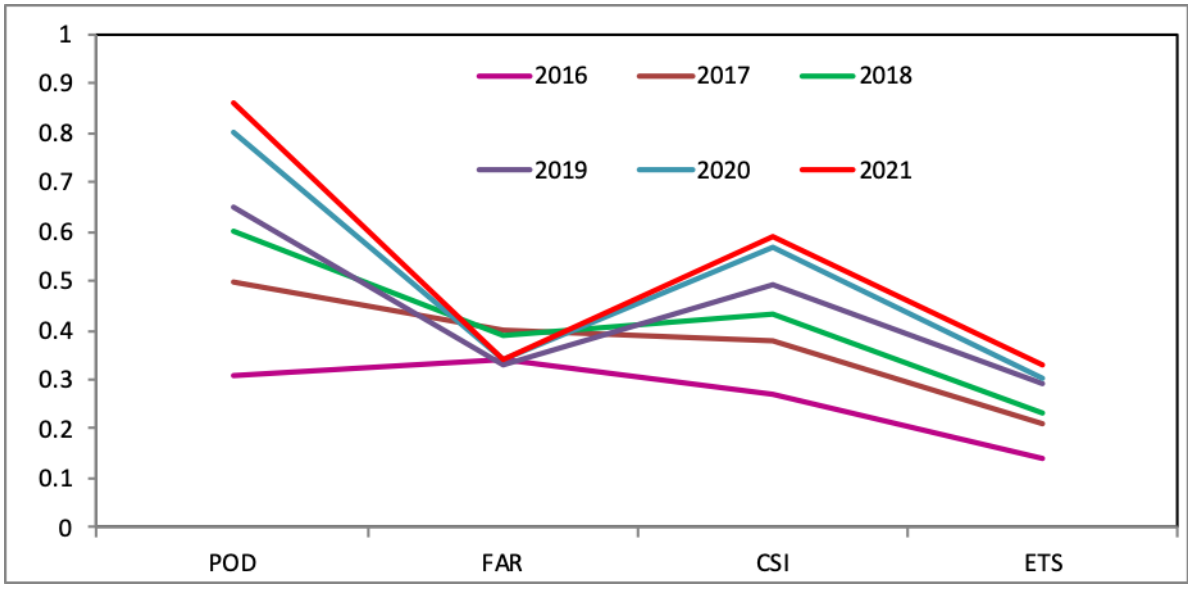


चित्र 1: 2021के दौरान भारी वर्षा चेतावनी कौशल (एफएआर (गलत चेतावनी दर), एमआर(चेतावनी न देने की दर), पीओडी (पता लगाने की संभावना) तथा सीएसआई (महत्वपूर्ण सफलता सूचकांक)। भारत मौसम विज्ञान विभाग के पास पांचवें दिन तक भारी वर्षा की चेतावनी देने का उच्च कौशल है क्योंकि पांचवें दिन के लिए पीओडी 50% से अधिक है।



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

चित्र 3: 2016-20के दौरान दीर्घावधि औसत त्रुटियों की तुलना में 2021 के दौरान वार्षिक औसत (क) ट्रैक पूर्वानुमान त्रुटियां (किमी) तथा (ख) ट्रैक पूर्वानुमान कौशल (%)



चित्र.4. पिछले 6 वर्षों (2016 to 2021)के दौरान भारत मौसम विज्ञान विभाग द्वारा 24 घंटे गर्ज के साथ तूफान के पूर्वानुमान के लिए कौशल

*****