

भारत सरकार  
पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय  
लोक सभा  
अतारांकित प्रश्न संख्या 1902  
बुधवार, 11 फरवरी 2026 को उत्तर दिए जाने के लिए

मौसम का सटीक पूर्वानुमान

1902. श्री सनातन पांडेय :

क्या पृथ्वी विज्ञान मंत्री यह बताने की कृपा करेंगे कि:

- (क) विगत कुछ वर्षों में तेजी से बदलते मौसम के पैटर्न और प्राकृतिक आपदाओं के मद्देनजर सरकार द्वारा मौसम के सटीक पूर्वानुमान के लिए उपयोग की जा रही नई तकनीकों का ब्यौरा क्या है;
- (ख) क्या भविष्य में उपयोग के लिए कोई नई प्रौद्योगिकी विचाराधीन है और यदि हां, तो तत्संबंधी ब्यौरा क्या है; और
- (ग) ऐसी प्रौद्योगिकियों के प्रकारों का ब्यौरा क्या है जिनके लिए हम मौसम पूर्वानुमान हेतु विदेशी संस्थानों पर निर्भर है?

उत्तर

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

- (क) पिछले कुछ वर्षों के दौरान प्राकृतिक आपदाओं की बढ़ती घटनाओं को ध्यान में रखते हुए, सरकार ने प्रेक्षण प्रणालियों को सुदृढ़ और आधुनिक बनाया है, विभिन्न गंभीर मौसम घटनाओं के पूर्वानुमान में और गहन स्तर पर सुधार करने के लिए नए मौसम और जलवायु मॉडल विकसित और प्रचालनरत किए हैं। मौसम पूर्वानुमान पद्धति के लिए उच्च निष्पादन कंप्यूटिंग (एचपीसी), डेटा एकीकरण और एआई/एमएल-आधारित प्रणालियों जैसी नई तकनीकों और प्रौद्योगिकियों के अनुप्रयोग को बढ़ाने के लिए मानसून मिशन और मिशन मौसम के माध्यम से सुव्यवस्थित आधुनिकीकरण गतिविधियां आरंभ की गई हैं। 2014 की तुलना में 2025 तक हासिल की गई कुछ प्रमुख प्रगति अनुलग्नक-1 में दी गई है।

मॉनसून मिशन और मिशन मौसम के तहत, दो वैश्विक पूर्वानुमान मॉडल यथा जीएफएस 12 किमी और एनसीयूएम 12 किमी, वर्ष 2018 से रियल टाइम में प्रचालनरत हैं। भारत पूर्वानुमान प्रणाली (भारतएफएस) मई 2025 से ब्लॉक-स्तर और आगे पंचायत स्तरों की जरूरतों को पूरा करने के लिए 6 किमी के बहुत उच्च रिजोल्यूशन पर प्रचालनरत है।

इस तरह के हाई-रिजोल्यूशन मॉडलों के लिए कंप्यूटेशनल सपोर्ट प्रदान करने और उन्हें नियमित रियल टाइम प्रचालन को सक्षम बनाने के लिए, विशाल डेटा को एकीकृत करने और हाई रिजोल्यूशन पर मेसोस्केल, क्षेत्रीय और वैश्विक मॉडलों को चलाने के लिए कंप्यूटिंग सुविधाओं में भी महत्वपूर्ण वृद्धि की गई है। हाल ही में, एचपीसी सिस्टम "अरुणिका" और "अर्क" के कार्यान्वयन 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 को स्वचालित और एकीकृत करने के लिए, भारत मौसम विज्ञान विभाग ने एक एंड-टू-एंड जीआईएस-आधारित निर्णय समर्थन प्रणाली (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 करती है। इसे विशिष्ट गंभीर मौसम मॉड्यूल के साथ समर्थित किया जाता है, ताकि जन-जीवन, जीविकोपार्जन, तथा अवसंरचना का विनाश करने वाली चरम मौसमी घटनाओं यथा चक्रवात, भारी वर्षा, गरज के साथ तूफान, आकाशीय बिजली, कोहरा तथा लू से बचाव के लिए प्रभाव-आधारित पूर्व चेतावनियां यथासमय प्रदान की जा सकें। यह प्रणाली भारतीय क्षेत्र और सीमावर्ती क्षेत्रों के लिए उपलब्ध सभी पूर्ववत 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 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 एक्सपोजर और जोखिम डेटा को एकीकृत करता है।

- (ख) जी हां। मौसम और जलवायु सेवाओं की कमियाँ दूर करने और भविष्य में नई प्रौद्योगिकियों का प्रभावी ढंग से उपयोग करने के लिए, पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने मिशन मौसम योजना कार्यान्वित की है। मिशन मौसम स्कीम भारत के मौसम एवं जलवायु-आधारित विज्ञान, अनुसंधान तथा सेवाओं में अभूतपूर्व सुधार करने के लिए एक बहु-आयामी तथा परिवर्तनकारी पहल है। इसके अतिरिक्त, आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI) और मशीन लर्निंग (ML) प्रौद्योगिकियों के एकीकरण से मॉडल की सटीकता में वृद्धि होकर पूर्वानुमान की सटीकता और पूर्वानुमान रिजॉल्यूशन में और अधिक सुधार भी हो रहा है।
- (ग) पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के संस्थान मुख्य रूप से कोर मॉडलिंग फ्रेमवर्क, उन्नत एसिमिलेशन तकनीकों और संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान से संबंधित हाई-एंड कंप्यूटिंग हार्डवेयर के लिए विदेशी संस्थानों पर निर्भर होते हैं।

कोर मॉडलिंग फ्रेमवर्क: पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के माध्यम से, एनसीएमआरडब्ल्यूएफ (राष्ट्रीय मध्य अवधि मौसम पूर्वानुमान केन्द्र) यूके, ऑस्ट्रेलिया, न्यूजीलैंड और सिंगापुर के साथ "मोमेंटम" साझेदारी में एक मुख्य भागीदार है। मोमेंटम साझेदारी का उद्देश्य सभी भागीदारों को एनडब्ल्यूपी के लिए विश्व-अग्रणी निर्बाध मॉडलिंग फ्रेमवर्क विकसित करने में योगदान करने और प्रभावी उपयोग के लिए एक रूपरेखा प्रदान करना है। एनसीएमआरडब्ल्यूएफ-एनडब्ल्यूपी प्रणाली मोमेंटम पार्टनरशिप की उन्नत एकीकृत मॉडल प्रणाली पर आधारित है। इस मॉडलिंग प्रणाली में एक उन्नत डायनामिकल कोर (एंड गेम) और भौतिक प्रक्रियाओं के प्रतिनिधित्व का उपयोग किया गया है। डेटा एसिमिलेशन प्रणाली हाइब्रिड 4D-Var है। एन्सेम्बल पूर्वानुमान प्रणाली में En-4DVar प्रणाली का उपयोग किया गया है। 4D-Var/हाइब्रिड डेटा एसिमिलेशन: यूकेएमओ-सोर्स वेरिफेशनल कोड एनसीयूएम के लिए अनुकूलित किए गए हैं, जो मानसून/चक्रवात संबंधी तैयारी के लिए महत्वपूर्ण रडार/उपग्रह प्रेक्षणों को प्रबंधित करते हैं।

हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर: सुपरकंप्यूटिंग घटक: अरुणिका सुपरकंप्यूटर में एनवीडिया/एएमडी के जीपीयू साथ ही एआई/एमएल एक्सीलरेशन के लिए सीयूडीए लाइब्रेरीज (ग्राफकास्ट/पंगू डाउनस्केलिंग)।

मापदण्ड / प्रणाली	दिसम्बर 2014	दिसम्बर 2025
स्वचालित मौसम केन्द्र नेटवर्क	12	1008
डॉपलर मौसम रडार	15	47
वर्षा मापी स्टेशन	3500	6700
रनवे विजुअल रेंज प्रणालियां	20	186 (49 दृष्टि + 137 एफएसएम आरवीआर)
आरडब्ल्यूवाई में वर्तमान मौसम संकेत प्रणाली	99 हवाई अड्डों में से 29 हवाई अड्डे	सभी हवाई अड्डे आरडब्ल्यूवाई उपकरणों से सुसज्जित हैं, जिसमें सभी नए हवाई अड्डे शामिल हैं (107 हवाई अड्डों में से 93 हवाई अड्डों पर 137 डिजिटल वर्तमान मौसम संकेत प्रणाली)
दबाव मापन	मरकरी बैरोमीटर	डिजिटल बैरोमीटर
शहर के पूर्वानुमानों के लिए स्टेशनों की संख्या	300 शहर	1601 शहर
नाउकास्ट स्टेशन	141	1211
उच्च निष्पादन कम्प्यूटिंग (एचपीसी)	1.1 पेटा फ्लॉप प्रोसेसिंग स्पीड	28 पेटा फ्लॉप प्रोसेसिंग स्पीड
उपरितन वायु प्रेक्षण	43 RS/RW स्टेशन 62 पायलट बैलून स्टेशन	56 RS/RW स्टेशन 62 पायलट बैलून स्टेशन
हाई विंड स्पीड रिकॉर्डर	19	36 (गोवा स्टेशन को डीकमीशन दिया गया)
उष्णदेशीय चक्रवातों के लिए पूर्व चेतावनी	कोई विस्तारित अवधि पूर्वानुमान जारी नहीं किया गया था।  ट्रैक और तीव्रता का कोई पूर्व-उत्पत्ति पूर्वानुमान जारी नहीं किया गया था।  उष्णदेशीय चक्रवातों के लिए गहरे अवदाब के चरण से 3 दिन	अप्रैल, 2018 से, पूरे उत्तरी हिंद महासागर में अगले दो सप्ताह के लिए प्रत्येक गुरुवार को साइक्लोजेनेसिस के लिए विस्तारित अवधि पूर्वानुमान जारी किया जा रहा है।  अप्रैल, 2022 से, मार्ग और तीव्रता का पूर्व-उत्पत्ति पूर्वानुमान, कम दबाव के चरण से ही जारी किया जा रहा है।  अप्रैल 2018 से उष्णदेशीय चक्रवातों के लिए गहरे अवदाब के चरण से 5 दिन अग्रिम में पूर्व चेतावनी जारी की गई थी।

	<p>अग्रिम में पूर्व चेतावनी जारी की गई थी।</p> <p>वर्ष 2006-13 के दौरान 24 घंटे पूर्वानुमान की त्रुटि 125 किमी थी।</p> <p>वर्ष 2006-13 के दौरान 72 घंटे पूर्वानुमान की त्रुटि 268 किमी थी।</p>	<p>वर्ष 2020-24 के दौरान 24 घंटे पूर्वानुमान की त्रुटि घटकर 16.2 किमी रह गई।</p> <p>वर्ष 2020-24 के दौरान 72 घंटे पूर्वानुमान की त्रुटि घटकर 69.5 किमी रह गई थी।</p> <p>विशेष रूप से, चक्रवात मार्ग, तीव्रता और थलप्रवेश बिंदु पूर्वानुमान की सटीकता में 48 घंटे तक अग्रिम में 35-40%, 15-30% और 45-65% की वृद्धि हुई। इन सभी सुधारों से गंभीर मौसमी घटनाओं के पूर्वानुमान की सटीकता में महत्वपूर्ण सुधार हुआ है और मरने वालों की संख्या में भी उल्लेखनीय कमी आई है, उदाहरण के लिए, चक्रवातों के कारण, 1999 के ओडिशा सुपर साइक्लोन में लगभग 7000 लोगों ने अपनी जान गंवाई, जबकि हाल के वर्षों के दौरान उष्णदेशीय चक्रवातों के प्रभाव से यह संख्या पूरे क्षेत्र में 100 से भी कम रह गई। एक चक्रवात का सटीक पूर्वानुमान लगाने से मृतकों के परिजनों को मुआवजा देने, बचाव संबंधी व्यय और विभिन्न क्षेत्रों जैसे बिजली, समुद्री, विमानन, रेलवे आदि क्षेत्र से संबंधित बचत के रूप में लगभग 1100 करोड़ रुपये की बचत होती है।</p>
<b>कृषि-मौसम विज्ञान एडवाइजरी</b>	<p>कृषि-मौसम विज्ञान एडवाइजरीज पहले लगभग 70 लाख किसानों तक पहुंच रही थीं।</p>	<p>कृषि-मौसम एडवाइजरीज अब लगभग 276.7 लाख किसानों तक पहुंच रही हैं।</p>
<b>जिला कृषि-मौसम इकाइयां</b> <b>एग्रो एडब्ल्यूएस</b>	<p>पहले कोई जिला कृषि मौसम इकाई (डीएएमयू) नहीं थी।</p> <p>125 कृषि-स्वचालित मौसम केंद्र (एग्रो-एडब्ल्यूएस) स्थापित किए गए।</p>	<p>199 जिला कृषि मौसम इकाइयां (डीएएमयू) स्थापित की गई हैं और कार्य कर रही हैं।</p> <p>डीएएमयू परियोजना के तहत कृषि विज्ञान केन्द्रों में कुल 200 एग्रो-ऑटोमैटिक वेदर स्टेशन (एग्रो-एडब्ल्यूएस) संस्थापित किए गए हैं और प्रचालनरत हैं।</p> <p>इससे पहले 2009-2012 के दौरान स्थापित किए गए 125 एग्रो एडब्ल्यूएस परियोजनाओं का 330 एग्रो एडब्ल्यूएस परियोजना 2025-2026 के तहत उन्नयन किया जा रहा है।</p> <p>330 एग्रो एडब्ल्यूएस परियोजना 2025-2026 के तहत सभी 130 एएमएफयू को चार डेप्थ स्वॉयल सेंसर और धूप अवधि और वैश्विक विकिरण माप के साथ एग्रो एडब्ल्यूएस के साथ अपग्रेड किया गया है।</p>

<b>कृषि-मौसम एडवाइजरीज का कवरेज</b>	जिला स्तर तक रिजोल्यूशन प्रभावी रहा।	भारत के सभी जिलों को जिला स्तरीय कृषि एडवाइजरी सेवाएं प्रदान की जाती हैं।
<b>मध्यम अवधि पूर्वानुमान वैश्विक पूर्वानुमान प्रणाली</b>	2 मॉडल के साथ 25 किमी रेजोल्यूशन (GFS, NCUM)	6 किमी भारत पूर्वानुमान प्रणाली: सरकार ने 27 मई 2025 से स्वदेशी रूप से निर्मित बीएफएस, एक अत्याधुनिक संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान मॉडल लॉन्च किया है। यह पंचायत/पंचायत-समूह स्तर पर बेहतर और सटीक वर्षा पूर्वानुमान का वादाकरता है। 2 अन्य मॉडल: 2 मॉडल के साथ 12 किमी रेजोल्यूशन (GFS, NCUM)
<b>मौसम संबंधी उप डिवीजन स्तरों पर लू के पूर्वानुमान की सटीकता</b>	24 घंटे की लीड अवधि के लिए 68%  48 घंटे की लीड अवधि के लिए 50%  72 घंटे की लीड अवधि के लिए 27%	24 घंटे की लीड अवधि के लिए 100%  48 घंटे की लीड अवधि के लिए 95%  72 घंटे की लीड अवधि के लिए 90%
<b>भारी वर्षा पूर्वानुमान सटीकता</b>	दक्षिण पश्चिम मानसून के लिए भारी वर्षा की चेतावनी का पता लगाने की संभावना (पीओडी) है 50 - दिन 1 के लिए 48 - दिन 2 के लिए और 37 - दिन 3 के लिए	दक्षिण पश्चिम मानसून के लिए भारी वर्षा की चेतावनी का पता लगाने की संभावना (पीओडी) है  85 - दिन 1 के लिए 73 - दिन 2 के लिए और 67 - दिन 3 के लिए
<b>गरज के साथ तूफान और बिजली गिरने की चेतावनी</b>	3 दिन अग्रिम में मौसम-विज्ञान उप-मंडल स्तर तक केवल।	जिला स्तर तक 5 दिन अग्रिम में आंधी और बिजली गिरने की चेतावनी दिन में दो बार जारी की जाती है। वर्ष 2016 में 0.31 की तुलना में 2025 में 24 घंटे की आंधी के पूर्वानुमान के लिए पता लगाने की संभावना 0.89 है।  इसी प्रकार, वर्ष 2014 में 0.61 की तुलना में 2025 में 3 घंटे की आंधी के पूर्वानुमान के लिए पता लगाने की संभावना 0.93 है।
<b>परिमाणात्मक वर्षा पूर्वानुमान (क्यूपीएफ)</b>	2014 में 3-दिन के आउटलुक के साथ इसकी 2-दिन की वैधता थी।	2024 तक, वैधता अवधि बढ़कर 7-दिन हो गई है और 2016 के बाद से सटीकता में 10-15% से अधिक का सुधार हुआ है

<p>मुंबई महानगर क्षेत्र में स्वचालित वर्षा मापक (एआरजी) और डॉप्लर मौसम रडार (डीडब्ल्यूआर) के मेसो-नेटवर्क की स्थापना</p>	<p>पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा 2 एआरजी स्थापित किए गए</p>	<p>पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा 57 एआरजी स्थापित किए गए थे</p> <p>बीएमसी द्वारा 60 एआरजी स्थापित किए गए थे</p> <p>वेरावली में सी-बैंड डॉप्लर मौसम रडार ने जनवरी 2022 में प्रचालनरत किया गया।</p> <p>आईआईटीएम, पुणे की परियोजना के तहत 4 एक्स-बैंड डॉप्लर मौसम रडार स्थापित किए गए थे।</p> <p>मोबाइल ऐप (मुंबई वेदर लाइव) और वेब आधारित डेटा पोर्टल (मानसून ऑनलाइन) के माध्यम से रियल टाइम में वर्षा की जानकारी का प्रसार <a href="http://mumbairain.tropmet.res.in/">http://mumbairain.tropmet.res.in/</a></p>
<p>एनडब्ल्यूपी मॉडल में डेटा एसिमिलेशन</p>	<p>50 GB प्रति दिन</p>	<p>500 GB प्रति दिन</p>

\*\*\*\*\*