भारत सरकार
पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय
लोक सभा
अतारांकित प्रश्न संख्या 4367
बुधवार, 26 मार्च, 2025 को उत्तर दिए जाने के लिए

अर्का और अरुणिका सुपरकंप्यूटर

†4367. श्री जशुभाई भिलुभाई राठवा:

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

(क) अर्का और अरुणिका सुपरकम्प्यूटरों के उपयोग से देश में मौसम पूर्वानुमान और आपदा पूर्वानुमान की सटीकता में किस प्रकार सुधार हुआ है;

(ख) भारतीय मौसम विज्ञानियों और वैज्ञानिकों को एआई-संचालित जलवायु पूर्वानुमान मॉडलों का उपयोग करने हेतु प्रशिक्षित करने के लिए क्या पहल की जा रही है;

(ग) क्या सरकार ने आगामी वर्षों में अर्का का उपयोग करके पूर्वानुमान संबंधी त्रुटियों को कम करने के लिए कोई लक्ष्य निर्धारित किए हैं; और

(घ) क्या सरकार द्वारा समर्थित ऐसा कोई विशिष्ट कार्यक्रम है जो मत्स्यपालन, समुद्री जैव-विविधता या गहरे समुद्र में अन्वेषण के इष्टतम उपयोग के लिए अरुणिका की संगणनात्मक शक्ति का उपयोग करेगा और यदि हां, तो तत्संबंधी ब्यौरा क्या है?

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

(क) पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय (MoES) अनेक संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान (NWP) मॉडलों का उपयोग करके देश को मौसम पूर्वानुमान सेवाएं प्रदान करता है। प्रचालन मौसम पूर्वानुमानों का समर्थन करने के लिए इन मॉडलों को सुपर कंप्यूटरों पर विभिन्न कालिक और स्थानिक पैमानों पर नियमित रूप से चलाया जाता है। इस गतिविधि के लिए अत्याधुनिक कम्प्यूटेशनल संसाधनों की आवश्यकता होती है। मॉडल की प्रारंभिक स्थितियों को और बेहतर बनाने के लिए नवीनतम डेटा समावेशन विधियों में उच्च मात्रा में प्रेक्षण डेटासेटों के साथ उच्च-स्थानिक विभेदन NWP मॉडलों को चलाकर मौसम पूर्वानुमानों की सटीकता में सुधार करने के लिए सुपर कंप्यूटर (अर्का और अरुणिका) महत्वपूर्ण हैं।

उदाहरण के लिए, लघु और मध्यम अवधि मौसम पूर्वानुमानों के लिए उपयोग किए जाने वाले मॉडलों का वर्तमान विभेदन ब्लॉक-स्तरीय पूर्वानुमानों के लिए अपर्याप्त है। मौसम पूर्वानुमानों में सटीकता प्राप्त करने के लिए, हमें मॉडल विभेदन को 12.5 किमी से बढ़ाकर 6.5 किमी (लघु-मध्यम अवधि) तथा 35 किमी से बढ़ाकर 12 किमी (ऋतुनिष्ठ) करना होगा। उच्चतर मॉडल विभेदन ने चरम घटनाओं के लिए बेहतर पूर्वानुमान कौशल का प्रदर्शन किया है। विभेदन बढ़ाने के लिए ऐसे कंप्यूटिंग संसाधनों की आवश्यकता है जो वर्तमान उच्च-निष्पादन कंप्यूटिंग (HPC) क्षमता से आठ गुना अधिक हों। इसलिए, अर्का और अरुणिका को तैनात करने से प्रचालन मॉडलों को मौजूदा एचपीसी के साथ वर्तमान में संभव विभेदन की तुलना में बहुत अधिक विभेदन पर चलाया जा सकेगा, जिससे देश भर में लू और शीत लहर, चक्रवात, भारी वर्षा, बाढ़, गर्ज के साथ तूफान, बिजली गिरने आदि जैसी चरम मौसम की घटनाओं के पूर्वानुमान की क्षमता में वृद्धि होगी।

(ख) बढ़ी हुई कम्प्यूटेशनल क्षमता NWP उत्पादों की सटीकता को और बढ़ाने के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) और मशीन लर्निंग (ML) जैसी नई उन्नत प्रौद्योगिकियों का कुशलतापूर्वक उपयोग करने में मदद करती है, जिससे आपदा तैयारियों सहित विभिन्न हितधारकों को दिए जाने वाले पूर्वानुमान उत्पादों में उल्लेखनीय सुधार होता है। पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय भौतिकी-आधारित संख्यात्मक मॉडलों के अलावा मौसम पूर्वानुमान प्रणालियों में AI और ML तकनीकों को एकीकृत करने की दिशा में कार्य कर रहा है। यह पहल देश भर में मौसम संबंधी पूर्वानुमानों की सटीकता और दक्षता बढ़ाने की व्यापक रणनीति का हिस्सा है। इसे और मजबूत करने के लिए, भारतीय वैज्ञानिक मौसम और जलवायु पूर्वानुमानों में AI क्षमता को बेहतर बनाने के लिए "मोमेंटम पार्टनरशिप" जैसे अंतर्राष्ट्रीय कार्यक्रमों के साथ सहयोग कर रहे हैं।

मंत्रालय ने पुणे में भारतीय उष्णदेशीय मौसम विज्ञान संस्थान (IITM) में AI/ML/डीप लर्निंग (DL) पर एक समर्पित वर्चुअल सेंटर की स्थापना की है। AI/ML में अनुसंधान एवं विकास गतिविधियों को मजबूत करने के लिए पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के तहत IMD में एक समर्पित कार्यात्मक समूह की स्थापना की गई है। ये केंद्र पृथ्वी विज्ञान में प्रगति के लिए AI, ML और DL तकनीकों का लाभ उठाने पर ध्यान केंद्रित करते हैं। इसने स्थानीयकृत पूर्वानुमानों तथा मौसम और जलवायु पैटर्न के विश्लेषण के लिए पहले ही अनेक AI/ML-आधारित अनुप्रयोग विकसित किए हैं। मौसम पूर्वानुमान के अनुसंधान और विकास में AI और ML की उपलब्धियां और परिणाम नीचे दिए गए हैं:

- 1-दिन, 2-दिन, तथा 3-दिन के लीड समय में लघु-अवधि वर्षा पूर्वानुमान में सुधार किया गया और अभिनति में कमी आयी।
- तापमान एवं वर्षा के लिए उच्च विभेदन (300 मीटर) शहरी ग्रिडेड मौसम डेटासेट विकसित किए गए।
- वर्ष 1992-2023 से 30 मीटर के स्थानिक विभेदन के साथ टाइम-वैरिईंग नॉर्मलाइज्ड डिफरेंस अर्बनाइजेशन सूचकांक विकसित किया गया।
- सत्यापन प्रयोजनों के लिए बहुत उच्च विभेदन वाले वर्षा डेटासेट्स विकसित किए गए।
- DWR के डेटा का उपयोग करके वर्षा के तत्काल पूर्वानुमान के लिए डीप लर्निंग दृष्टिकोण का अन्वेषण किया जा रहा है।

(ग) जी हाँ।

(घ) पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने विभिन्न मिशन शुरू किए हैं जो मौसम के प्रति जागरूक समाज के लिए पृथ्वी-महासागर विज्ञान के विभिन्न घटकों को बेहतर बनाने पर ध्यान केंद्रित करते हैं, जिससे मत्स्य पालन प्रबंधन को इष्टतम करने, समुद्री जैव विविधता को बनाए रखने और गहरे समुद्र में अन्वेषण में भी मदद मिलती है। अरुणिका और अर्क द्वारा प्रदान की गई मुख्य कंप्यूटिंग क्षमता का इन उद्देश्यों के लिए बड़े पैमाने पर उपयोग किया जाएगा।

*****