

भारत सरकार
विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय
विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग
लोक सभा

अतारांकित प्रश्न संख्या 2793

6 अगस्त, 2025 को उत्तर देने के लिए

भूकंप-जीपीआर प्रौद्योगिकी

†2793. श्री सुरेश कुमार शेटकर:

क्या विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्री यह बताने की कृपा करेंगे कि:

- (क) क्या सरकार के पास भूकंप आने के तुरंत बाद जीपीआर (ग्राउंड पेनेट्रेटिंग रडार) और संबंधित भू-भौतिकीय उपकरणों की समय पर तैनाती और परिचालन तत्परता सुनिश्चित करने के लिए कोई तंत्र या योजना है और यदि हाँ, तो उसका ब्यौरा क्या है;
- (ख) केंद्रीय और राज्य आपदा प्रबंधन प्राधिकरणों के बीच समन्वय ढाँचे, विशेषकर जीपीआर उपकरण और प्रशिक्षित ऑपरेटरों जैसे दुर्लभ तकनीकी संसाधनों के साझाकरण और इष्टतम उपयोग के बारे में क्या जानकारी है;
- (ग) उन प्रलेखित उदाहरणों या केस स्टडीज का ब्यौरा क्या है जहाँ जीपीआर का उपयोग करके रिक्त स्थानों की पहचान ने भारत में भूकंप आपदाओं के दौरान फंसे हुए व्यक्तियों के सफल बचाव में प्रत्यक्ष रूप से योगदान दिया;
- (घ) क्या सरकार का जीपीआर प्रौद्योगिकी की अंतर्निहित सीमाओं, जैसे कि कुछ निर्माण सामग्रियों में प्रवेश की कम गहराई और शहरी वातावरण में तोड़फोड़ से बने मलबे के ढेर से उत्पन्न चुनौतियों का समाधान करने का इरादा है; और
- (ङ) क्या सरकार भूकंप खोज और बचाव कार्यों की समग्र दक्षता और प्रभावशीलता को बढ़ाने के लिए ड्रोन निगरानी, कृत्रिम बुद्धिमत्ता और रिमोट सेंसिंग जैसी अन्य उभरती प्रौद्योगिकियों के साथ जीपीआर के एकीकरण पर विचार कर रही है और यदि हाँ, तो उसका ब्यौरा क्या है?

उत्तर

विज्ञान और प्रौद्योगिकी तथा पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के राज्य मंत्री (स्वतंत्र प्रभार)

(डॉ. जितेंद्र सिंह)

- (क) सरकार अपनी प्रचालन तत्परता बढ़ाने तथा खोज एवं बचाव उद्देश्यों के लिए ग्राउंड पेनेट्रेटिंग रडार (जीपीआर) और संबंधित भूभौतिकीय उपकरणों की समय पर तैनाती, खाली स्थानों और दबी हुई वस्तुओं का पता लगाने, संरचनात्मक क्षति का आकलन करने और भूकंप की घटना के बाद भूमिगत सतह पर भूकंप के प्रभाव को समझने के लिए लगातार काम कर रही है।

सिक्किम के लाचेन में हाल ही में हुए भूस्खलन बचाव अभियान में, भारतीय सेना ने मलबे के नीचे दबे संभावित पीड़ितों का पता लगाने के लिए ड्रोन माउंटेड जीपीआर का उपयोग किया, जो आपदाओं की स्थिति में जीपीआर और संबंधित भूभौतिकीय उपकरणों की समय पर तैनाती और परिचालन तत्परता सुनिश्चित करने के लिए सरकार की तैयारी को दर्शाता है। ड्रोन पर लगे जीपीआर ने बचाव कार्यों में सहायता के लिए 0.76 मीटर और 0.015 मीटर की गहराई पर दो उप-सतही विसंगतियों की पहचान करने में मदद की।

(ख) आपदा प्रबंधन की प्राथमिक जिम्मेदारी संबंधित राज्य सरकारों की होती है। केंद्र सरकार, जहाँ भी आवश्यक हो, गंभीर प्रकृति की प्राकृतिक आपदाओं के मामलों में रसद और वित्तीय सहायता प्रदान करके राज्य सरकारों के प्रयासों में सहायता करती है। आपदा प्रबंधन अधिनियम, 2005 की धारा 44 के अंतर्गत गठित राष्ट्रीय आपदा मोचन बल (एनडीआरएफ) किसी भी संभावित आपदा की स्थिति या आपदा के समय विशेषज्ञ प्रतिसाद देने के लिए जीपीआर और अन्य भूभौतिकीय उपकरणों जैसे अत्याधुनिक उपकरणों से सुसज्जित है। वर्तमान में, एनडीआरएफ की 16 बटालियन हैं, जो आपदाओं के दौरान तत्काल प्रतिसाद देने के लिए देश की संवेदनशीलता के अनुसार स्थित हैं। राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन नीति के अनुसार, राज्य आपदा मोचन बल (एसडीआरएफ) का गठन और उन्हें सुसज्जित करने का कार्य संबंधित राज्य/केंद्र शासित प्रदेश सरकारों का है। केन्द्र सरकार नियमित रूप से राज्य/संघ राज्य क्षेत्र सरकारों के साथ एसडीआरएफ का गठन करने तथा उन्हें पर्याप्त आपदा मोचन क्षमताओं से सुसज्जित करने के लिए फॉलोअप करती है। राज्य सरकारों की सुविधा के लिए, केंद्र सरकार ने आपदा प्रतिक्रिया उपकरणों की सूची भी उनके साथ साझा की है, तथा अनुरोध किया है कि वे अपने एसडीआरएफ को भी एनडीआरएफ के अनुरूप सुसज्जित करें। जीपीआर और अन्य प्रासंगिक प्रौद्योगिकियों के उपयोग में इंजीनियरों और अन्य पेशेवरों के कौशल वर्धन हेतु प्रशिक्षण कार्यक्रम और कार्यशालाएं आयोजित की जा रही हैं।

(ग) भारतीय भूकंप आपदाओं के दौरान रिक्त स्थानों की पहचान और सफल बचाव से संबंधित दस्तावेजी उदाहरण या केस अध्ययन कई कारणों जैसे (i) भूकंप के मलबे की जटिलताएं जीपीआर के लिए रिक्तियों की सही पहचान करना और उन्हें अन्य उपसतह विसंगतियों से अलग करना चुनौतीपूर्ण बना देती हैं और (ii) जीपीआर का उपयोग अक्सर ध्वनिक सेंसर और सूक्ष्म भूकंपीय निगरानी जैसी अन्य प्रौद्योगिकियों के साथ किया जाता है, से आसानी से उपलब्ध नहीं हैं, जिससे सफल बचाव में जीपीआर के विशिष्ट योगदान को अलग करना मुश्किल हो जाता है। इस प्रकार, फंसे हुए व्यक्तियों की पारंपरिक तरीके से खोज और उनके तत्काल बचाव पर अधिक ध्यान केंद्रित किया गया। हालाँकि, 2001 के भुज भूकंप के बाद, बन्नी मैदान और कच्छ के विशाल रण

में द्रवीकरण के कारण बने रेत के कुंडों की जाँच के लिए जीपीआर का उपयोग किया गया था। उच्च-रिज़ॉल्यूशन जीपीआर ने 6.5 मीटर गहराई तक की भू-स्तरीय संरचना और विरूपण का सफलतापूर्वक चित्रण किया, जिससे तलछट निकास की प्रक्रिया को समझने में मदद मिली। 2011 के सिक्किम भूकंप के परिणामस्वरूप ढलान की विफलता, अवसादन और संरचनात्मक विफलताओं सहित विभिन्न प्रकार की विफलताएँ हुईं। जीपीआर का उपयोग क्षतिग्रस्त फुटपथों और इमारतों में दरारों की गहराई की जाँच के लिए किया गया था।

(घ) सरकार वर्तमान अनुसंधान, उन्नत व्याख्या तकनीकों के विकास, तथा अन्य प्रौद्योगिकियों के साथ जीपीआर के एकीकरण के माध्यम से ग्राउंड पेनेट्रेटिंग रडार (जीपीआर) प्रौद्योगिकी की सीमाओं का समाधान कर रही है। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो), राष्ट्रीय भूभौतिकीय अनुसंधान संस्थान (एनजीआरआई), राष्ट्रीय भवन अनुसंधान संस्थान (एनबीआरआई), भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान रुड़की (आईआईटी रुड़की) जैसी सरकारी एजेंसियाँ और शैक्षणिक संस्थान जीपीआर की सीमाओं पर बड़े पैमाने पर काम कर रहे हैं। कम आवृत्ति वाले एंटेना और दोहरे ध्रुवीकृत एवं 3डी जीपीआर प्रणालियों को कम प्रवेश गहराई को संबोधित करने के लिए तैनात किया जा रहा है, जबकि डीप लर्निंग मॉडल का उपयोग करके उन्नत सिग्नल प्रोसेसिंग तकनीकों को विकसित किया जा रहा है और विशेष रूप से प्रबलित कंक्रीट में से कचरे को निकालने के लिए उपयोग किया जा रहा है, जिससे रिक्तियों और अन्य उपसतह विसंगतियों का पता लगाने में सुधार होगा।

(ङ) जी हाँ, इसरो, एनजीआरआई, एनबीआरआई आदि जैसे विभिन्न अनुसंधान संगठन जीपीआर तकनीकों को विकसित करने और परिष्कृत करने में सक्रिय रूप से लगे हुए हैं, जिसमें फ्रैक्चर डिटेक्शन के लिए पोलरिমেट्रिक जीपीआर और उपसतह गुणों के परिणात्मक विश्लेषण के लिए टाइम-डोमेन पूर्ण-तरंगरूप व्युत्क्रम शामिल हैं। विस्तृत उपसतह दृश्यावलोकन बनाने के लिए 3डी सॉफ्टवेयर मॉडलिंग जैसी अन्य प्रौद्योगिकियों के साथ जीपीआर के उपयोग पर भी विचार किया जा रहा है। जीपीआर डेटा को भू-स्थानिक डेटा (जैसे स्थलाकृतिक डेटा) के साथ मिलाकर, विशेष रूप से असमान भूभागों में, अधिक सटीक उपसतह मानचित्र तैयार किए जा रहे हैं। ये तकनीकें भूकंप खोज और बचाव कार्यों की समग्र दक्षता और प्रभावशीलता को बढ़ाने में मदद करेंगी।
