भारत सरकार

विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय

विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग

लोक सभा

अतारांकित प्रश्न संख्या 1794

29 जुलाई, 2026 को उत्तर देने के लिए

भारतीय अनुसंधान संस्थानों द्वारा क्वांटम एल्गोरिदम का विकास

†1794. प्रो. सौगत रायः

क्या **विज्ञान और प्रौद्योगिकी** मंत्री यह बताने की कृपा करेंगे किः

(क) क्या एक भारतीय अनुसंधान प्रयोगशाला ने हाल ही में एक क्वांटम एल्गोरिदम विकसित किया है जो पारंपरिक क्लासिकल कंप्यूटिंग विधियों की तुलना में कम्प्यूटेशनल लाभ को प्रदर्शित करता है और यदि हां, तो तत्संबंधी ब्यौरा क्या है:

(ख) अनुसंधान संस्थानों का ब्यौरा क्या है, विकसित किए गए क्वांटम एल्गोरिदम की प्रकृति क्या है, इसके प्रमुख अनुप्रयोग क्या हैं और इसे स्वतंत्र विशेषज्ञों या अंतर्राष्ट्रीय बेंचमार्किंग प्लेटफार्मों द्वारा किस सीमा तक मान्य किया गया है;

(ग) क्वांटम प्रौद्योगिकियों में भारत की वैश्विक प्रतिस्पर्धात्मकता को सुदृढ़ करने के लिए क्वांटम हार्डवेयर, क्वांटम एल्गोरिदम, कुशल जनशक्ति और उद्योग-अकादमिक सहयोग के स्वदेशी विकास को बढ़ावा देने के लिए सरकार द्वारा क्या उपाय किए जा रहे हैं; और

(घ) क्वांटम कंप्यूटिंग में अनुसंधान परिणामों को रक्षा, स्वास्थ्य देखभाल, फार्मास्यूटिकल्स, साइबर सुरक्षा, वित्त, जलवायु मॉडलिंग और उन्नत सामग्री अनुसंधान जैसे रणनीतिक क्षेत्रों में व्यावहारिक अनुप्रयोगों में रूपांतरित करने के लिए सरकार द्वारा बनाई गई रूपरेखा का ब्यौरा क्या है और इसके वाणिज्यीकरण के लिए अपेक्षित समय-सीमा क्या है?

उत्तर

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

(डॉ. जितेंद्र सिंह)

(क) से (ख): भारतीय शैक्षणिक एवं अनुसंधान संस्थानों के अनुसंधान समूहों द्वारा ऐसे क्वांटम एल्गोरिदम विकसित किए गए हैं, जो पारंपरिक क्लाससिकल विधियों की तुलना में संगणनात्मक श्रेष्ठता प्रदर्शित करते हैं। इसका विवरण निम्नानुसार है:

अनुसंधान संस्थान	विकसित किए गए क्वांटम एल्गोरिदम	मुख्य अनुप्रयोग	सत्यापन/बेंचमार्किंग
आईबीएम रिसर्च के सहयोग से बिड़ला प्रौद्योगिकी एवं विज्ञान संस्थान, पिलानी (गोवा परिसर)	प्रबल नाभिकीय बल के सिमुलेशन हेतु क्वांटम एल्गोरिदम।	उच्च-ऊर्जा भौतिकी तथा नाभिकीय बलों के सिमुलेशन	120-क्यूबिट क्षमता वाले आईबीएम के क्वांटम प्रोसेसर पर प्रदर्शन किया गया, जहाँ लगभग 20 सेकंड में क्वांटम सिमुलेशन ने उसी संगणना को पूरा कर दिया जिसे पारंपरिक सुपरकंप्यूटर लगभग दो घंटे में पूरा कर पाता। इस एल्गोरिदम को आईबीएम द्वारा अपने क्वांटम एडवांटेज ट्रैकर में सम्मिलित करने हेतु चयनित किया गया है।
भारतीय विज्ञान संस्थान (आईआईएससी), बेंगलुरू	(i) क्वांटम कुंजी निर्माण एल्गोरिदम। (ii) डिराक समीकरण के सिमुलेशन हेतु क्वांटम वॉक एल्गोरिदम।	सुरक्षित कूटलेखन, क्वांटम सिमुलेशन तथा क्वांटम कंप्यूटिंग सब-रूटीन्ज़।	(i) भारतीय विज्ञान संस्थान (आईआईएससी) के फोटोनिक क्वांटम हार्डवेयर पर इसका प्रमाणीकरण किया गया है। (ii) यूनिवर्सिटी ऑफ मैरीलैंड द्वारा विकसित आयन-ट्रैप क्वांटम कंप्यूटर पर इसका प्रयोगात्मक रूप से प्रमाणीकरण किया गया है।

(ग) विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग (डीएसटी) क्वांटम प्रौद्योगिकियों के क्षेत्र में अनुसंधान, विकास एवं नवाचार को प्रोत्साहित करने के लिए आठ वर्ष की अवधि के लिए 6003.65 करोड़ रुपए के परिव्यय के साथ राष्ट्रीय क्वांटम मिशन (एनक्यूएम) का क्रियान्वयन कर रहा है। मिशन के अंतर्गत, क्वांटम प्रौद्योगिकी के चार विशिष्ट क्षेत्रों, अर्थात् क्वांटम कंप्यूटिंग, क्वांटम संचार, क्वांटम संवेदन एवं मापविज्ञान तथा क्वांटम पदार्थ एवं उपकरणों पर केंद्रित चार विषयगत केंद्र स्थापित किए गए हैं। इन विषयगत केंद्रों का प्रमुख दायित्व प्रौद्योगिकी विकास, मानव संसाधन विकास, उद्यमिता विकास एवं उद्योग सहयोग, तथा अंतरराष्ट्रीय सहयोग को बढ़ावा देना है। एनक्यूएम स्वदेशी क्वांटम हार्डवेयर, क्वांटम एल्गोरिदम, कुशल कार्मिकों तथा उद्योग-शैक्षणिक संस्थान सहयोग को प्रोत्साहित करने के लिए निम्नलिखित गतिविधियाँ संचालित कर रहा है:

(i) स्वदेशी क्वांटम प्रोसेसर, क्वांटम संवेदक, क्वांटम पदार्थ तथा क्वांटम उपकरण के स्वदेशी विकास को बढ़ावा देने के लिए भारतीय विज्ञान संस्थान (आईआईएससी), बेंगलुरु; भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान (आईआईटी), बॉम्बे; भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान (आईआईटी), कानपुर; तथा भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान (आईआईटी), दिल्ली में उन्नत निर्माण एवं केंद्रीय सुविधा केंद्रों की स्थापना।

(ii) चार विषयगत केंद्रों के माध्यम से प्रौद्योगिकी विकास को बढ़ावा दिया जा रहा है। इन केंद्रों के अंतर्गत 14 तकनीकी समूह एवं 17 परियोजना दल कार्यरत हैं, जिनमें देश के 43 संस्थानों से 152 शोधकर्ता सहभागी हैं। इसके माध्यम से शैक्षणिक संस्थानों, राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं, उद्योगों तथा स्टार्टअप्स के मध्य सहयोग को सुदृढ़ किया जा रहा है।

(iii) क्वांटम एल्गोरिदम तकनीकी समूह के अंतर्गत गठित 17 परियोजना दलों के माध्यम से स्वदेशी क्वांटम एल्गोरिदम एवं सॉफ्टवेयर का विकास।

(iv) एआईसीटीई द्वारा समर्थित स्नातक स्तर के माइनर पाठ्यक्रमों और एम.टेक. कार्यक्रमों के माध्यम से क्वांटम प्रौद्योगिकी में क्षमता निर्माण तथा कुशल मानव संसाधन का विकास किया जा रहा है। साथ ही, क्वांटम शिक्षा को बढ़ावा देने के लिए 23 क्वांटम शिक्षण प्रयोगशालाओं की स्थापना की गई है।

(v) क्वांटम प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में स्टार्टअप्स को सहयोग प्रदान करने के लिए राष्ट्रीय दिशानिर्देशों का विकास। इस मिशन के अंतर्गत 17 स्टार्टअप्स को सहायता प्रदान की गई है।

इलेक्ट्रॉनिकी एवं सूचना प्रौद्योगिकी मंत्रालय (एमईआईटीवाई) ने उच्च-प्रदर्शन संगणना (एचपीसी) प्रणालियों के साथ एकीकृत "क्यूनिवर्स" नामक यूनिफाइड क्वांटम कंप्यूटिंग प्लेटफॉर्म विकसित किया है। यह प्लेटफॉर्म विद्यार्थियों, शोधकर्ताओं तथा स्टार्टअप्स को विभिन्न क्वांटम हार्डवेयर प्लेटफॉर्मों पर क्वांटम एल्गोरिदम की रूपरेखा बनाने, अनुकरण एवं निष्पादन करने की सुविधा प्रदान करता है।

(घ) एनक्यूएम का उद्देश्य प्रौद्योगिकी विकास, प्रोटोटाइप प्रदर्शन, प्रमाणीकरण तथा उद्योग-आधारित व्यावसायीकरण के माध्यम से अनुसंधान परिणामों को परिनियोज्य प्रौद्योगिकियों एवं वाणिज्यिक उत्पादों में रूपांतरित करना है। मिशन का उद्देश्य विभिन्न हार्डवेयर प्लेटफॉर्मों पर 3 वर्षों में 20-50 भौतिक क्यूबिट्स, 5 वर्षों में 50-100 क्यूबिट्स तथा 8 वर्षों में 50-1000 क्यूबिट्स क्षमता वाले क्वांटम कंप्यूटर विकसित करना है। मिशन के अंतर्गत विकसित की जा रही प्रौद्योगिकियों से अपेक्षित है कि वे वर्ष 2030-31 में समाप्त हो रही मिशन अवधि के दौरान आवश्यक प्रौद्योगिकी तत्परता स्तर (टीआरएल) प्राप्त करके रक्षा, स्वास्थ्य परिचर्या, औषधि (फार्मास्यूटिकल्स), साइबर सुरक्षा, वित्त, जलवायु मॉडलिंग तथा उन्नत पदार्थ अनुसंधान जैसे क्षेत्रों में अनुप्रयोगों हेतु उपलब्ध होंगी।

*****