

भारत सरकार
परमाणु ऊर्जा विभाग
लोक सभा

अतारांकित प्रश्न संख्या-4319

उत्तर दिनांक 26/03/2025 को दिया गया

परमाणु ऊर्जा का सुरक्षित उत्पादन

4319. डॉ. थोल तिरुमावलवन

क्या प्रधानमंत्री यह बताने की कृपा करेंगे कि :-

- (क) क्या सरकार ने परमाणु ऊर्जा के सुरक्षित उत्पादन के लिए कोई शोध किया है और यदि हां, तो तत्संबंधी ब्यौरा क्या है;
- (ख) क्या सरकार ने विद्युत उत्पादन के अलावा कृषि, जीव विज्ञान, उद्योग और दवाओं में परमाणु ऊर्जा का उपयोग शुरू किया है; और
- (ग) यदि हां, तो तत्संबंधी ब्यौरा क्या है?

उत्तर

राज्य मंत्री, कार्मिक, लोक शिकायत और पेंशन तथा प्रधानमंत्री कार्यालय (डॉ. जितेंद्र सिंह)

- (क) हां। परमाणु ऊर्जा विभाग (डीएई) ने परमाणु ऊर्जा के सुरक्षित उत्पादन के लिए व्यापक अनुसंधान किया है। नाभिकीय ऊर्जा के सभी पहलुओं अर्थात् स्थल चयन, अभिकल्प, निर्माण, कमीशनन एवं प्रचालन आदि में संरक्षा को सर्वोच्च प्राथमिकता दी जाती है। नाभिकीय विद्युत संयंत्रों का अभिकल्प गहन संरक्षा, पुनरावृत्ति तथा विविधता के संरक्षा सिद्धांतों और 'विफल-संरक्षित (फेल-सेफ)' अभिकल्प विशेषताओं के आधार पर किया जाता है और इस प्रकार रेडियोसक्रियता के स्रोत और पर्यावरण के बीच कई सुरक्षात्मक अवरोध सुनिश्चित किए जाते हैं। इनका प्रचालन उच्चतम योग्य, प्रशिक्षित और लाइसेंस प्राप्त कर्मियों द्वारा अच्छी तरह निर्धारित प्रक्रियाओं के माध्यम से किया जाता है।

डीएई की संघटक इकाई भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र (बीएआरसी) ने व्यापक अनुसंधान किया है और सामान्य और असामान्य परिस्थितियों में दाबित भारी पानी रिएक्टर (पीएचडब्ल्यूआर) आधारित नाभिकीय विद्युत संयंत्रों (एनपीपी) के सुरक्षित प्रचालन के लिए न्यूक्लियर पावर कॉरपोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड (एनपीसीआईएल) को प्रौद्योगिकीय सहायता प्रदान कर रहा है। अनुसंधान क्षेत्र में रिएक्टर पदार्थों का विकास, पदार्थों पर विकिरण का प्रभाव, नाभिकीय और विकिरण निगरानी उपकरण, रिएक्टर नियंत्रण प्रणाली और अन्य कई पहलू शामिल हैं। संयंत्र की सुरक्षा संरचनात्मक अखंडता, तापीय द्रवचालित

और विकिरण सुरक्षा से जुड़े अनुसंधान और विकास के माध्यम से सुनिश्चित की जाती है। यह अनुसंधान नाभिकीय ऊर्जा संयंत्र डिजाइन और प्रचालन में गहन संरक्षा सिद्धांत को लागू करना सुनिश्चित करता है। इसके अतिरिक्त, सुरक्षित प्रचालन सुनिश्चित करने हेतु अन्य प्रचालित रिएक्टरों के लिए भी अनुसंधान और विकास किया जाता है। इसी तरह इंदिरा गांधी परमाणु अनुसंधान केन्द्र (आईजीकार) ने भी द्रुत प्रजनक रिएक्टर प्रौद्योगिकी पर व्यापक अनुसंधान किया है।

(ख) व (ग) हां, परमाणु ऊर्जा विभाग (डीएई) भारत का एक बहु-विषयी नाभिकीय अनुसंधान केंद्र है, जिसके पास परमाणु ऊर्जा के उपयोग के सभी क्षेत्रों में विशेषज्ञता के साथ-साथ उन्नत अनुसंधान और विकास के लिए उत्कृष्ट आधारीक ढांचा उपलब्ध है। डीएई अपने व्यापक अनुसंधान और प्रौद्योगिकीय प्रगति के माध्यम से नाभिकीय कृषि और खाद्य संरक्षण, स्वास्थ्य देखभाल, जल शुद्धिकरण, अपशिष्ट प्रबंधन और हाइड्रोजन उत्पादन जैसे विभिन्न सामाजिक क्षेत्रों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। डीएई द्वारा विकसित सामाजिक अनुप्रयोगों से संबंधित विभिन्न प्रौद्योगिकियां निम्नलिखित हैं:

नाभिकीय कृषि एवं खाद्य संरक्षण:

1. भविष्य में खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए, डीएई के पास खाद्य सुरक्षा हेतु विकिरण प्रौद्योगिकी का उपयोग करके फसल सुधार, खाद्य संरक्षण के लिए व्यापक योजनाएं हैं। बीएआरसी ने विकिरण प्रेरित उत्परिवर्तन के साथ संकर प्रजनन का उपयोग करते हुए, तिलहन (मूंगफली, सरसों, सोयाबीन और सूरजमुखी), दलहन (उड़द, मूंग, अरहर और लोबिया), चावल और जूट, गेहूं आदि में किस्में विकसित की हैं। कुल 70 (सत्तर) उन्नत फसल किस्में विकसित की गई हैं, राजपत्र में अधिसूचित की गई हैं और देश भर में व्यावसायिक खेती के लिए जारी की गई हैं। इन फसल किस्मों में उच्च उपज, रोग प्रतिरोधक क्षमता, शीघ्र परिपक्वता, जलवायु लचीलापन, जैविक और अजैविक तनाव सहनशीलता आदि जैसे वांछनीय गुण हैं।
2. खाद्य पदार्थों का संरक्षण राष्ट्रीय खाद्य सुरक्षा के लिए एक और महत्वपूर्ण क्षेत्र है। कई वर्षों से कई कृषि और खाद्य सामग्रियों के संरक्षण के लिए खाद्य किरणन की व्यवहार्यता का अध्ययन किया जा रहा है। भारतीय खाद्य संरक्षा और मानक प्राधिकरण (एफएसएसएआई) ने किरणित खाद्य पदार्थों के लिए मानकों और लेबलिंग आवश्यकताओं से संबंधित "खाद्य संरक्षा और मानक (खाद्य उत्पाद मानक और खाद्य योजक) छठा संशोधन, 2016 और खाद्य संरक्षा और मानक (पैकेजिंग और लेबलिंग) चौथा संशोधन, 2016" अधिसूचित किया।

खाद्य पदार्थों का विकिरण प्रसंस्करण कृषि उत्पाद और मांस खाद्य पदार्थों के उपचार

में बहुत प्रभावी है। इन उत्पादों की शेल्फ-आयु का विस्तार काफी हद तक उत्पाद, किस्म और भंडारण की स्थिति पर निर्भर करता है।

बीएआरसी ने विकिरण-आधारित प्रौद्योगिकी विकसित की है, जिससे विकिरण संयंत्रों की स्थापना और विभिन्न खाद्य पदार्थों के गामा किरणन हेतु प्रोटोकॉल तैयार किए गए हैं। इस प्रौद्योगिकी का उपयोग खाद्य पदार्थों की शेल्फ-आयु बढ़ाने, संरक्षित भोजन उपलब्ध कराने और निर्यात को बढ़ावा देने के लिए किया जाता है। विभिन्न उद्देश्यों के लिए कई प्रकार के खाद्य पदार्थों का वाणिज्यिक रूप से किरणन किया जा रहा है।

प्याज और आलू की गुणवत्ता विशेषताओं को बनाए रखते हुए इनकी शेल्फ-आयु को क्रमशः 7.5 माह और 8 माह तक बढ़ाने के लिए गामा विकिरण के उपयोग और नियंत्रित वातावरण में भंडारण की मानक प्रचालन प्रक्रियाएं (एसओपी) विकसित की गई हैं। इसके लिए बड़े पैमाने पर परीक्षण किए गए हैं। आमों की शेल्फ आयु को बढ़ाने के लिए विकिरण प्रौद्योगिकी आधारित एसओपी का सफलतापूर्वक निदर्शन किया गया है जिससे उन्हें समुद्री मार्ग से निर्यात किया जाना संभव हो। अनाज, गेहूं, मसाले, मशरूम, फलों और हरे टमाटर, ब्रोकली जैसी सब्जियां, मुर्गीपालन, मछली और मत्स्य उत्पादों की शेल्फ आयु को बढ़ाने के लिए एसओपी भी विकसित किए गए हैं।

कुछ विकिरण आधारित खाद्य संरक्षण तकनीकें, जिन्हें व्यावसायीकरण के लिए निजी उद्यमियों को स्थानांतरित किया गया है, वे हैं - परिरक्षक मुक्त शेल्फ स्थिर जामुन उत्पाद, अंकुरित और स्वीट कॉर्न कर्नेल, मध्यमवर्ती नमी झींगा और खाने के लिए तैयार (आरटीई) मध्यमवर्ती नमी (आईएम) फल क्यूब्स।

बीएआरसी प्रौद्योगिकी पर आधारित लीची उपचार संयंत्र मुजफ्फरपुर, बिहार के मुशहरी में स्थित राष्ट्रीय लीची अनुसंधान केंद्र, आईसीएआर में स्थापित किया गया। इस प्रौद्योगिकी को भारतीय एकस्व प्रदान किया गया है, जो लीची की शेल्फ-आयु को 60 दिनों तक बढ़ा देता है।

3. पर्यावरण-अनुकूल और जैव-निम्नीय (बायोडिग्रेडेबल) बीएआरसी-हाइड्रोजेल, जो अपने वजन से 550 गुना तक पानी अवशोषण कर सकता है, को विकसित किया गया है और शुष्क क्षेत्रों में कृषि के लिए इस्तेमाल किया गया है।
4. डीई की संघटक इकाई इंदिरा गांधी परमाणु अनुसंधान केंद्र (आईजीकार) में गामा चेंबर सुविधा का उपयोग विभिन्न विश्वविद्यालयों द्वारा अनुसंधान उद्देश्यों के लिए बीजों और पौधों के किरणन के लिए किया गया है।

चिकित्सा व जीव विज्ञान:

1. रेडियो आइसोटोप:

नाभिकीय चिकित्सा में रेडियो-आइसोटोप का उपयोग हृदय रोग (कार्डियोलॉजी), ऑन्कोलॉजी (कैंसर), तंत्रिका विज्ञान (न्यूरोलॉजी), मनोरोग एवं संक्रामक रोगों सहित कई मानव रोगों के गैर-आक्रामक निदान और थायरोटाॅक्सिकोसिस, थायरॉयड कैंसर, न्यूरोएंडोक्राइन ट्यूमर, न्यूरोल क्रेस्ट ट्यूमर, अस्थि-दर्द उपशमन आदि के उपचार के लिए किया जाता है। बीएआरसी नियमित रूप से रेडियो-आइसोटोप और विकिरण भेषजिक का उत्पादन करता है और विभिन्न प्रकार के कैंसर के उपचार के लिए नैदानिक और चिकित्सीय अनुप्रयोग हेतु भारत के विभिन्न नाभिकीय चिकित्सा केंद्रों को विकिरण और आइसोटोप प्रौद्योगिकी बोर्ड (ब्रिट) के माध्यम से आपूर्ति करता है।

बीएआरसी ने चिकित्सा अनुप्रयोगों के लिए उच्च स्तरीय अपशिष्ट से सीज़ियम-137, स्ट्रॉंसियम-90 और रूथेनियम-106 की पुनःप्राप्ति के लिए पृथक्करण प्रौद्योगिकी विकसित और प्रदर्शित की है। सीज़ियम-137 युक्त अप्रसारणीय (नॉन-डिस्पर्सिबल) कांच की पेंसिल का उपयोग रक्त किरणकों में किया जा रहा है। कैंसर के उपचार के लिए यिट्रियम-90 के निष्कर्षण के लिए स्ट्रॉंसियम-90 का उपयोग किया जाता है। नेत्र कैंसर के उपचार के लिए किफायती $^{106}\text{RuBy}$ (रूथेनियम ब्रैकीथेरेपी) प्लाक्स (गोल, नोकदार, बाल चिकित्सा) विकसित कर देश के विभिन्न अस्पतालों को आपूर्ति की गई हैं।

2. क्लोरोफिलिन गोली को एक्टोसाइट के वाणिज्यिक नाम के साथ पुनर्जनन पोषण और प्रतिउपचायक के रूप में विकसित किया गया और लाइसेंसधारी द्वारा लॉन्च किया गया है। इन गोलियों को भारतीय खाद्य संरक्षा और मानक प्राधिकरण (एफएसएसएआई) द्वारा न्यूट्रास्युटिकल के रूप में अनुमोदित किया गया है।
3. बीएआरसी, विकिरण चिकित्सा केंद्र (आरएमसी), मुंबई में अपनी नैदानिक रोगी सेवा इकाइयों के माध्यम से नाभिकीय चिकित्सा के क्षेत्र में और कैंसर उपचार हेतु नैदानिक और चिकित्सीय सेवाओं के लिए महत्वपूर्ण योगदान दे रहा है।
4. मधुमेह पैर अल्सर और अन्य जीर्ण घावों के उपचार के लिए NO_x मुक्त करने वाली ट्रेसिंग विकसित की गई है। प्रौद्योगिकी को एक निजी फर्म को अंतरित कर दिया गया है और विनिर्माण और वाणिज्यीकरण के लिए भारत के औषधि महानियंत्रक (डीसीजीआई) की मंजूरी मिल गई है।
5. स्तन कैंसर के शीघ्र संसूचन के लिए तापीय प्रतिबिम्बन - तकनीक का उपयोग ग्रामीण क्षेत्रों में सहायक प्रतिबिम्बन पद्धति के रूप में स्तन कैंसर के शीघ्र संसूचन के लिए सफलतापूर्वक किया गया है और अब इसका बड़े पैमाने पर उपयोग का प्रस्ताव है।

6. रेडियो-आइसोटोप उत्पादन: Sr-89 का स्वदेशी उत्पादन एक महत्वपूर्ण सामाजिक आवश्यकता और एक मूल्यवान आयात प्रतिस्थापन है; यह 50.5 दिनों की अर्ध-आयु वाला शुद्ध बीटा उत्सर्जक है और इसका उपयोग अस्थि मेटास्टेटिक कैंसर की उपशामक देखभाल के लिए किया जाता है। द्रुत प्रजनक परीक्षण रिएक्टर (एफबीटीआर), कल्पाक्कम में उच्च विशिष्ट सक्रियता के साथ Sr-89 का उत्पादन सफलतापूर्वक प्रदर्शित किया गया। उत्पाद यूएस, यूरोपीय और अंतर्राष्ट्रीय फार्माकोपिया के सभी गुणवत्ता नियंत्रण मापदंडों को पूरा करता है। वर्तमान में जैव-वितरण अध्ययन प्रगति पर है, जिससे इसकी उपलब्धता में वृद्धि होगी और संपूर्ण आयात सुनिश्चित होगा।
7. डीईई द्वारा विकसित प्रौद्योगिकियों के साथ चेंगलपट्टू क्षेत्र और उसके आस-पास के ग्रामीण क्षेत्रों में “ग्रामीण आबादी के लिए मोबाइल स्वास्थ्य - कल्याण कार्यक्रम” क्रियान्वित किया जा रहा है।

उद्योग:

1. जल शोधन:

- i. घरेलू और/या सामुदायिक स्तर पर पेय उद्देश्य से खारे और समुद्री जल के विलवणीकरण और संदूषित जल शोधन के लिए बीएआरसी में कई झिल्ली सहायता-प्राप्त प्रौद्योगिकियां विकसित की गई हैं। विलवणीकरण और जल शोधन में सूक्ष्मजैविक विसंदूषण, आर्सेनिक निष्कासन, लौह निष्कासन, डी-फ्लोराइडेशन, लवणता और कठोरता निष्कासन के संबंध में शोधन शामिल है। इन प्रौद्योगिकियों को वाणिज्यीकरण और क्षेत्र विशेष में उपयोग के लिए गैर-अनन्य आधार पर कई निजी उद्यमियों को अंतरित किया गया है। बीएआरसी ने कच्छ और बाड़मेर चौकियों पर बीएसएफ सीमा चौकियों, मुंबई में मध्य रेलवे प्लेटफॉर्म और भारतीय रेलवे के दीन दयालु कोचों सहित भारत के 200 समकक्ष गांवों में बीएआरसी द्वारा विकसित जल शोधन प्रौद्योगिकियों को स्थापित किया है।
- ii. बीएआरसी ने मल अपशिष्ट जल के उपचार के लिए हाइब्रिड ग्रैनुलर अनुक्रमण बैच रिएक्टर (hgSBR) प्रौद्योगिकी विकसित की है। इस प्रौद्योगिकी को वाणिज्यीकरण के लिए निजी उद्यमियों को सफलतापूर्वक अंतरित किया गया है। इस प्रौद्योगिकी को कुंभ 2021 और महाकुंभ 2025 में सफलतापूर्वक उपयोग किया गया।

- iii. कपड़ा उद्योग से निकलने वाले अपशिष्ट से डाई हटाने की प्रौद्योगिकी विकसित की गई है और जोधपुर के एक कपड़ा संयंत्र में इसका सफलतापूर्वक प्रदर्शन किया गया है।

2. अपशिष्ट प्रबंधन:

कीचड़ स्वच्छता (स्लज हाईजीनाइजेशन): बीएआरसी ने शुष्क वाहित मल कीचड़ के उपचार और जैविक खाद में परिवर्तित करने के लिए विकिरण स्वच्छीकरण प्रौद्योगिकी विकसित की है। बीएआरसी के प्रौद्योगिकी सहयोग से अहमदाबाद और इंदौर नगर निगम द्वारा 100 टन/दिन शुष्क कीचड़ स्वच्छीकरण संयंत्र स्थापित और प्रचालित किए गए हैं।

बायो-मीथेनेशन पर काम करने वाली प्रौद्योगिकी, निसर्गऋण व शेषा को छोटी आवासीय सोसायटी से निकलने वाले जैव-निम्नीय रसोई और बगीचे के अपशिष्ट प्रबंधन के लिए विकसित किया गया है। प्रक्रिया के दौरान उत्पादित बायो-गैस का उपयोग ईंधन के रूप में किया जा सकता है और शेष प्रक्रिया अपशिष्ट का उपयोग खाद के रूप में किया जा सकता है।

3. हाइड्रोजन उत्पादन :

बीएआरसी ने उद्योग हेतु ताप-रासायनिक प्रक्रियाओं अर्थात्; आयोडीन-सल्फर (I-S) और कॉपर क्लोरीन (Cu-Cl) की अखंड प्रक्रिया और विद्युत-रासायनिक जैसे क्षारीय जल इलेक्ट्रोलाइज़र (एडब्ल्यूई) पर आधारित हाइड्रोजन उत्पादन प्रौद्योगिकियों को विकसित और सफलतापूर्वक प्रदर्शित किया है।

4. औद्योगिक स्थलों पर रासायनिक आपदा प्रबंधन के लिए रासायनिक संवेदकों, प्रसरण मॉडल और जीआईएस आधारित प्रभाव आकलन मॉड्यूल के साथ एक ऑनलाइन रासायनिक आपातकालीन प्रतिक्रिया प्रणाली (सीईआरएस) विकसित की गई है। सीईआरएस का पहला संस्करण एफएसीटी कोचीन, केरल की अमोनिया भंडारण सुविधाओं के लिए क्रियान्वित किया गया है।
