



हमारे राष्ट्र की सेवा में परमाणु

के एन व्यास
एम रमणमूर्ति



परमाणु बिजली उत्पादन महत्वपूर्ण क्षेत्र है, जो दुनिया भर के ऊर्जा उत्पादन में महत्वपूर्ण योगदान कर रहा है। दुर्भाग्य है कि इस मामले में शंकालु प्रवृत्ति दिख रही है, जिसके कारण कार्बन का न के बराबर उत्सर्जन करने वाले इस ऊर्जा स्रोत को छोड़कर सौर, जल, पवन एवं भूतापीय ऊर्जा जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों की तरफ अग्रसर हुआ जा रहा है। वे स्रोत परमाणु ऊर्जा की अपेक्षा कार्बन का अधिक उत्सर्जन करने के कारण ही नहीं बल्कि अपनी अप्रत्याशित प्रकृति और दक्षता की कमी के कारण भी ऐसे कई देशों में बिजली की बुनियादी जरूरत पूरी करने में नाकाम रह सकते हैं, जो देश आक्रामक तरीके से उन्हें बढ़ावा दे रहे हैं। इससे ग्लोबल वार्मिंग और जलवायु परिवर्तन का साया गहराने के बाद भी प्राकृतिक गैस का प्रयोग बढ़ रहा है, जिससे और भी कार्बन उत्सर्जन हो रहा है।



परमाणु ऊर्जा के शांतिपूर्ण उपयोगों पर जिनेवा में 1955 में हुए पहले सम्मेलन की अध्यक्षता करते डॉ. होमी भाभा परमाणु ऊर्जा विकासशील देशों के पूर्ण औद्योगीकरण में, अपनी सभ्यता को बनाए रखने में और उसके विकास में सहायक मात्र नहीं है, बल्कि उसके लिए नितांत आवश्यक है। परमाणु ऊर्जा प्राप्त करने और उसका उपयोग करने का जो ज्ञान मानव ने अर्जित किया है, उसे मानव इतिहास का तीसरा युग माना जाना चाहिए।

होमी जहांगीर भाभा

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी की क्षमताएं किसी भी राष्ट्र की सामाजिक एवं आर्थिक प्रगति की बुनियाद हैं।

20वीं शताब्दी के आरंभ में वैज्ञानिक खोजों का जो दौर आया, उसका कारण प्रकृति को और भी विस्तार से समझने के लिए मानवीय ज्ञान में वृद्धि करने की प्रबल इच्छा थी। प्रकृति की शक्तियों को खंगालने, समझने और संभवतः जीतने की मनुष्य की सहज इच्छा विभिन्न क्षेत्रों में कई वैज्ञानिक

खोजों का कारण बनी है। पदार्थ की प्रकृति के बारे में बारीक से बारीक बात जानने की जिज्ञासा ने परमाणु संरचना की खोज करा दी। रदरफोर्ड एवं बोर् ने पता लगाया कि परमाणु के केंद्र में नाभिक होता है, जो निश्चित बंद कक्षाओं में घूमते इलेक्ट्रॉन से घिरा होता है। परमाणुओं की प्राकृतिक रेडियोधर्मिता तथा स्वतः विखंडन की खोज क्रमशः बेकेरल और रदरफोर्ड पहले ही कर चुके थे लेकिन 1932 में चैडविक द्वारा न्यूट्रॉन की खोज किए जाने के साथ

के एन व्यास भाभा आणविक अनुसंधान केन्द्र (बार्क), मुंबई के निदेशक हैं। वह सामरिक उपकरणों के लिए ईंधन विकास तथा डिजाइन में अहम भूमिका निभा चुके हैं। साथ ही महत्वपूर्ण नाभिकीय संयंत्रों के मुख्य घटकों पर गहन कार्य कर चुके हैं। इंडियन न्यूक्लियर सोसायटी उल्कृष्ट सेवा पुरस्कार समेत कई सम्मानों से सम्मानित हो चुके हैं। ईमेल: director@barc.gov.in

एम रमणमूर्ति बार्क प्रशिक्षण विद्यालय के कार्यक्रम क्रियान्वयन विभाग में अभियांत्रिकी स्नातकों तथा विज्ञान परास्नातकों के लिए ओरिएंटेशन कोर्स (आईसीईएम) के प्रमुख हैं। आणविक विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में मानव संसाधन विकास विषय पर लगातार शोध और लेखन करते रहे हैं। ईमेल: mmurthi@barc.gov.in

ही परमाणु विज्ञान कहलाने वाली वैज्ञानिक शाखा ने गति पकड़ ली।

आइंस्टीन यह प्रतिपादित कर ही चुके थे कि ऊर्जा और द्रव्यमान समतुल्य होते हैं और यह अनुमान भी लगा चुके थे कि पदार्थ में एकत्र ऊर्जा की बड़ी मात्रा का अंततोगत्वा उपयोग कर ही लिया जाएगा। क्यूरी दंपती 1934 में ही स्थिर नाभिक पर अल्फा कणों की बौछार से कृत्रिम रेडियोधर्मिता उत्पन्न कर चुके थे। ओटो हान

संयुक्त राष्ट्र के घोषणापत्र द्वारा अंतरराष्ट्रीय परमाणु ऊर्जा एजेंसी (आईएईए) की स्थापना की गई और भारतीय परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम के जनक डॉ. होमी भाभा की अध्यक्षता वाले एक सम्मेलन में इसकी घोषणा की गई। आईएईए के उद्देश्य वास्तव में सराहनीय थे, जिनका लक्ष्य संपूर्ण मानव जाति के लिए परमाणुओं का शांतिपूर्ण प्रयोग करना एवं परमाणु हथियारों के प्रसार को रोकना था।

और फिट्ज स्ट्रासमैन ने 1938 में नाभिकीय विखंडन की खोज की, जिसमें बड़ी मात्रा में ऊर्जा उत्पन्न होती है, लियो जिलार्ड ने अनुमान लगाया कि स्वतः होने वाली विखंडन प्रक्रिया नाभिकीयशृंखला अभिक्रिया के कारण होती है, एनरिको फर्मी ने स्वतः चलने वाली नाभिकीयशृंखला अभिक्रिया का सफल प्रदर्शन किया और अंततोगत्वा 1945 में परमाणु अस्त्र का निर्माण एवं प्रयोग हो गया, जिसने दुनिया को हमेशा के लिए बदल दिया। मानवता के इतिहास में नए युग का आरंभ हो गया था, जिसकी विशेषता इन घातक हथियारों के द्वारा बार-बार स्वयं को ही खत्म करने की क्षमता थी। इस युग में मानव ने प्रकृति की ताकत की खोज कर ली, जिसका सेहरा नोबेल से सम्मानित वैज्ञानिकों के एक समर्पित दल के सिर बंधा, जिनका उद्देश्य प्रकृति के रहस्यों से पर्दा हटाना भर था।

शांति के लिए परमाणु: आदर्शवादी तस्वीर

प्रत्येक परिस्थिति से एक नई उम्मीद पैदा होती है, नया समाधान मिलता है।

बीसवीं शताब्दी में दो विश्वयुद्धों ने दुनिया को बरबाद कर दिया था और मनुष्य के प्रति मनुष्य की अमानवीयता के बीभत्स और क्रूर प्रदर्शन में लाखों लोग जान गंवा चुके थे। जापान पर 1945 में गिराए गए दो परमाणु बमों का भयावह प्रभाव आंखें खोलने वाला था और उसने मानव जाति को इतना सदमा दिया, जितना व्यापक संहार के किसी भी हथियार ने पहले कभी नहीं किया था।

ऐसे बुरे समय में परमाणु शक्ति का उपयोग शांतिपूर्ण उद्देश्यों के लिए करने के युग का सूत्रपात होने की आशा जग गई। 'शांति के लिए परमाणु' यानि 'एटम फॉर पीस' अमेरिकी राष्ट्रपति श्री ड्वाइट डी आइजनहोवर की पहल थी, जिसकी शुरुआत 1953 में संयुक्त राष्ट्र महासभा के 470वें पूर्ण अधिवेशन में भारत की ही श्रीमती विजयलक्ष्मी पंडित ने की थी, जो महासभा की अध्यक्ष थीं। इस भाषण से परमाणु ऊर्जा के शांतिपूर्ण प्रयोगों पर अंतरराष्ट्रीय समुदाय का ध्यान गया, रेडियोधर्मिता का प्रयोग विभिन्न शांतिपूर्ण उद्देश्यों विशेषकर परमाणु की ताकत का उपयोग करने के लिए ऊर्जा उत्पादन में करने के वायदे किए गए - *ऐसा रास्ता तलाशने के लिए, जिससे मनुष्य के चमत्कारिक आविष्कार उसकी मृत्यु के कारण नहीं बनें, बल्कि उसके जीवन के प्रति समर्पित हों।* इसीलिए संयुक्त राष्ट्र के घोषणापत्र द्वारा अंतरराष्ट्रीय परमाणु ऊर्जा एजेंसी (आईएईए) की स्थापना की गई और भारतीय परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम के जनक डॉ. होमी भाभा की अध्यक्षता वाले एक सम्मेलन में इसकी घोषणा की गई। आईएईए के उद्देश्य वास्तव में सराहनीय थे, जिनका लक्ष्य संपूर्ण मानव जाति के लिए परमाणुओं का शांतिपूर्ण प्रयोग करना एवं परमाणु हथियारों के प्रसार को रोकना था।

सुविख्यात वैज्ञानिक, प्रशासक एवं महान द्रष्टा डॉ. होमी जहांगीर भाभा के नेतृत्व में भारतीय परमाणु आयोग की स्थापना के साथ 1954 में भारतीय परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम की यात्रा आरंभ हुई। विभिन्न उद्देश्यों के लिए परमाणु शक्ति के उपयोग के क्षेत्र में बहुत कुछ प्राप्त किया जा चुका है। आगे हम इनमें से कुछ उपयोगों पर चर्चा करेंगे ताकि खाद्य सुरक्षा, ऊर्जा सुरक्षा एवं राष्ट्रीय सुरक्षा सुनिश्चित करने वाले एवं

विभिन्न प्रकार के चिकित्सकीय, सामाजिक तथा औद्योगिक उपयोग में आने वाले हमारे कार्यक्रमों की झलक प्राप्त हो सके। इस क्षेत्र में जो कुछ संभव है और जो कुछ हमने प्राप्त कर लिया है, वह सब कुछ इसमें शामिल नहीं होगा। किंतु इससे देश के परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम के हमारे ध्येय, देश के नागरिकों को बेहतर जीवन प्रदान करने के लिए परमाणु एवं विकिरण प्रौद्योगिकी का उपयोग, का पता जरूर चल जाएगा।

विकिरण: दोधारी तलवार

रेडियोधर्मिता अर्थात् परमाणु से विकिरण के उत्सर्जन का पता नाभिकीय विखंडन का युग आरंभ होने से बहुत पहले चल चुका था और कैंसर के उपचार में इन विकिरणों का नियंत्रित प्रयोग दुनिया के कुछ हिस्सों में आरंभ भी हो चुका था। कहा जा सकता है कि 20वीं शताब्दी के आरंभ में दुनिया को यही पता था कि विकिरण एवं रेडियोधर्मिता का प्रयोग कैंसर के उपचार में तथा पीड़ा कम करने में किया जाता है। बाद के दशकों में नाभिकीय विखंडन ने बिजली बनाने के लिए परमाणु ऊर्जा के उपयोग को संभव

20वीं शताब्दी के आरंभ में दुनिया को यही पता था कि विकिरण एवं रेडियोधर्मिता का प्रयोग कैंसर के उपचार में तथा पीड़ा कम करने में किया जाता है। बाद के दशकों में नाभिकीय विखंडन ने बिजली बनाने के लिए परमाणु ऊर्जा के उपयोग को संभव बना दिया। किंतु परमाणु के शांतिपूर्ण प्रयोगों से कृषि, चिकित्सा तथा औद्योगिक क्षेत्रों में बड़े पैमाने पर दूसरे प्रयोग होने लगे हैं।

बना दिया। किंतु परमाणु के शांतिपूर्ण प्रयोगों से कृषि, चिकित्सा तथा औद्योगिक क्षेत्रों में बड़े पैमाने पर दूसरे प्रयोग होने लगे हैं। ये सभी प्रयोग कृत्रिम रेडियोआइसोटोप की उत्पत्ति पर निर्भर करते हैं, जिनका उपयोग इसीलिए होता है क्योंकि उनमें से रेडियोधर्मिता प्रस्फुटित हो रही होती है। ये कृत्रिम रेडियोआइसोटोप रिएक्टरों अथवा कणों की गति बढ़ाने वाले यंत्र में स्थिर आइसोटोप (समस्थानिक) की बौछार द्वारा बनाए जाते हैं, जिससे नाभिकीय अभिक्रिया

होती है और उसके बाद रूपांतरण होकर रेडियोधर्मी आइसोटोप बन जाते हैं। 200 से अधिक आइसोटोप का प्रयोग विभिन्न कार्यों में नियमित रूप से किया जाता है, जिनका वर्णन नीचे के अनुच्छेदों में है।

उपचार के लिए स्वास्थ्य सेवा

स्वास्थ्य सेवा में रेडियोआइसोटोप का प्रयोग परमाणु ऊर्जा के सबसे अहम शांतिपूर्ण प्रयोगों में शुमार हो गया है। वर्तमान संदर्भ में सांख्यिकीय आंकड़ों के अनुसार

परमाणु चिकित्सा से रोग के आरंभिक चरणों में भी अंगों के कामकाज में असामान्यता पहचानने में मदद मिलती है। कैंसर, तंत्रिका तंत्र के विकारों (जैसे अल्जाइमर और पार्किंसंस रोग) तथा हृदय रोगों की पहचान उनकी आरंभिक अवस्था में ही हो जाती है, जिससे उपचार भी जल्द आरंभ हो जाता है

भारत में प्रतिवर्ष रोगियों की 6 लाख से अधिक जांच (प्रतिजन अर्थात् एंटीजन की पहचान समेत) की जाती हैं। इसमें देश भर के 500 से अधिक केंद्र शामिल हैं, जिन्हें रेडियो औषधि के प्रयोग से लाभ मिल रहा है। विकिरण चिकित्सा की बात की जाए तो भारत के 62 शहरों में इस समय 270 से अधिक रेडियोन्यूक्लिक चिकित्सा इकाइयां काम कर रही हैं। इन तकनीकों का लाभ हर किसी को पहुंचाने के उद्देश्य के साथ आम आदमी को लाभ पहुंचाने के लिए इस तकनीक का दायरा बढ़ाने के इरादे से बार्क परमाणु ऊर्जा विभाग के अन्य घटकों के साथ करीब से काम कर रहा है।

परमाणु चिकित्सा पद्धति: निदान

परमाणु चिकित्सा पद्धति, चिकित्सा की विशेष शाखा है, जो विभिन्न प्रकार के रोगों और समस्याओं के सुरक्षित एवं पीड़ारहित निदान एवं उपचार के लिए रेडियोधर्मी पदार्थों के अवशेषों (रेडियोफार्मास्युटिकल्स) का प्रयोग करती है। रेडियोफार्मास्युटिकल्स को इंजेक्शनों से लिया जा सकता है, सूँघकर लिया जा सकता है, खाया जा सकता है और कुछ रोगों के स्थान पर पहुंचाया जाता है। इस तरह गामा सिनेमेटोग्राफी का प्रयोग

कर उस स्थान की छवि प्राप्त कर ली जाती है अथवा रोग के स्थान पर कोशिकाओं को मारने के लिए विकिरण की उतनी ही मात्रा दी जाती है, जो आसपास के सामान्य ऊतकों पर कोई प्रभाव नहीं डाले। परमाणु चिकित्सा से रोग के आरंभिक चरणों में भी अंगों के कामकाज में असामान्यता पहचानने में मदद मिलती है। कैंसर, तंत्रिका तंत्र के विकारों (जैसे अल्जाइमर और पार्किंसंस रोग) तथा हृदय रोगों की पहचान उनकी आरंभिक अवस्था में ही हो जाती है, जिससे उपचार भी जल्द आरंभ हो जाता है और रोग एवं मौतों में कमी आई है।

इमेजिंग अर्थात् छवि प्राप्त करने के लिए सबसे सामान्य आइसोटोप टेक्नेटियम 99एम आयोडीन 123 (आई), टाइटेनियम 201 (टीआई), इंडियम 111 (आई) और फ्लोरिन 18 (एफ) हैं। टेक्नेटियम-99 एम नैदानिक परमाणु चिकित्सा में सबसे ज्यादा इस्तेमाल होने वाला रेडियोआइसोटोप है और माना जाता है कि दुनिया भर में हर वर्ष होने वाले लगभग 2.5 करोड़ नैदानिक परमाणु चिकित्सा अध्ययनों में से 80 प्रतिशत से अधिक इसी आइसोटोप की सहायता से किए जाते हैं। बार्क के विकिरण चिकित्सा केंद्र (आरएमसी) में स्थापित पोजिट्रॉन इमिशन टोमोग्राफी (पीईटी) वाली मेडिकल साइक्लोट्रॉन स्कैनिंग प्रणाली नियमित तौर पर फ्लोरिन 18 (एफ) लेबल वाले एफडीजी कण उत्पन्न करती है, जिनका प्रयोग कैंसर तथा हृदय रोगों की जांच में किया जाता है। वर्ष 2015 में फ्लोरिन 18 (एफ) फ्लूरो डी ग्लूकोज (एफडीजी), फ्लोरिन 18 (एफ) फ्लूरो थाईमिडाइन (एफएलटी), फ्लोरिन 18 (एफ) सोडियम फ्लोराइड (एनएएफ) और फ्लोरिन 18 (एफ) फ्लूरोमिजोनिडाजोल (एफएमआईएसओ) जैसे पीईटी रेडियोफार्मास्युटिकल की 133 खेप मुंबई और आसपास के विभिन्न अस्पतालों में भेजी गई थीं, जिनमें लगभग 240 क्यूरी फ्लोरिन 18 रेडियोधर्मिता थी।

लक्षित रेडियोन्यूक्लाइड चिकित्सा पद्धति

चिकित्सा संबंधी रेडियोफार्मास्युटिकल परमाणु चिकित्सा के क्षेत्र में बेहद तेजी से बढ़ते क्षेत्रों में शुमार है, जिसमें रोगग्रस्त स्थानों पर आयनीकरण करने वाले विकिरण

की चिकित्सा खुराकें देने के लिए बीटा उत्सर्जन करने वाले रेडियोन्यूक्लाइड का प्रयोग होता है, जो लक्ष्य विशेष के लिए तैयार किए जाते हैं। बार्क द्वारा तैयार किए गए आयोडीन 131 (आई) लुटेटियम 177 (एलयू), फासफोरस 32 (पी), सेमेरियम 153 (एसएम) और रेनियम 188 (आरई) जैसे रेडियोन्यूक्लाइड पर आधारित ढेरों उपचार संबंधी रेडियोफार्मास्युटिकल विभिन्न परमाणु चिकित्सा केंद्रों को उपलब्ध कराए गए हैं। तंत्रिका-अंतःस्त्रावी कैंसर के उपचार में लुटेटियम 177 (एलयू) डोटा टेक्का प्रयोग होता है, जबकि हड्डियों में दर्द कम करने के लिए सेमेरियम 153 (एसएम) मिथलिन फास्फोनिक एसिड (ईडीटीएमपी) और लुटेटियम 177 (एलयू) मिथलिन फास्फोनिक एसिड (ईडीटीएमपी) का इस्तेमाल किया जाता है। आरएमसी के थायरॉयड क्लिनिक में थायरॉयड कैंसर के उपचार समेत थायरॉयड से जुड़ी सभी समस्याओं पर काम किया जा रहा है और आयोडीन 131 (आई) से उनका उपचार किया जा रहा है। 2015 में बार्क द्वारा विकसित रेडियोफार्मास्युटिकल का प्रयोग कर 40,000 से अधिक रोगियों का उपचार किया गया है।

विकिरण चिकित्सा पद्धति

विकिरण चिकित्सा पद्धति (थेरेपी) में विशेष मशीनों अथवा रेडियोधर्मी पदार्थों के द्वारा उच्च ऊर्जा वाले विकिरण का प्रयोग किया जाता है। विकिरण शरीर के बाहर मशीन से दिया जा सकता है, जिसे बाह्य

आंतरिक रेडियोन्यूक्लाइड चिकित्सा में सीलबंद रेडियोधर्मी स्रोत को अस्थायी अथवा स्थायी रूप से लक्षित क्षेत्र पर या उसके निकट रखकर रोग का उपचार किया जाता है। ब्रैकीथेरेपी के जरिये टेलीथेरेपी की अपेक्षा बड़ी मात्रा में विकिरण देकर कैंसर का उपचार करना संभव है।

विकिरण विकिरण पद्धति (एक्सटर्नल बीम रेडिएशन थेरेपी) अथवा टेलीथेरेपी कहा जाता है। यह विकिरण शरीर के भीतर कैंसर कोशिकाओं के निकट रेडियोधर्मी पदार्थ से भी आ सकता है, जिसे आंतरिक विकिरण

पद्धति अथवा ब्रैकीथेरेपी कहा जाता है। विकिरण चिकित्सा का लक्ष्य घातक कोशिकाओं को नष्ट करने के लिए गांठों अथवा शरीर के भागों पर निश्चित मात्रा में विकिरण डालना होता है।

एक्सटर्नल बीम रेडिएशन थेरेपी

एक्सटर्नल बीम रेडिएशन थेरेपी में आम तौर पर मशीन (कोबाल्ट 60 टेलीथेरेपी इकाई अथवा लीनियर एक्सीलेरेटर) का इस्तेमाल किया जाता है, जो उच्च ऊर्जा वाली विकिरण की किरणों को उस क्षेत्र पर डालती है, जिसका उपचार किया जाना है। इस पद्धति का प्रयोग वक्ष कैंसर, अंतर्दियों के कैंसर, सिर और गर्दन के कैंसर तथा फेफड़ों के कैंसर का उपचार करने में हो

बार्क पिछले कई दशकों से पौधों के प्रजनन में उत्परिवर्तन लाने के लिए आयनीकरण वाले विकिरण का प्रयोग कर रहा है और देश में व्यावसायिक खेती के लिए भारतीय किसानों को विभिन्न फसलों की 42 किस्में दी जा चुकी हैं।

सकता है। बार्क ने टेलीथेरेपी की एक मशीन तैयार की है, जिसे भाभाट्रॉन का नाम दिया गया है। देश में लगभग 50 कैंसर अस्पतालों में भाभाट्रॉन लगी हुई हैं। यह देसी मशीन आयातित टेलीकोबाल्ट मशीनों की तुलना में सस्ती और बेहतर है। बार्क द्वारा विकसित किया गया सिम्युलेटर 'इमेजिन' उपचार की आवश्यकता वाले क्षेत्रों का पता लगाने में और उपचार आरंभ करने से पहले उसकी योजना सुनिश्चित करने में प्रयोग होता है।

ब्रैकीथेरेपी

आंतरिक रेडियोन्यूक्लाइड चिकित्सा में सीलबंद रेडियोधर्मी स्रोत को अस्थायी अथवा स्थायी रूप से लक्षित क्षेत्र पर या उसके निकट रखकर रोग का उपचार किया जाता है। ब्रैकीथेरेपी के जरिये टेलीथेरेपी की अपेक्षा बड़ी मात्रा में विकिरण देकर कैंसर का उपचार करना संभव है।

कुछ मामलों में इंप्लांट को कुछ मिनट से लेकर कुछ दिनों तक निश्चित अवधि के लिए शरीर के भीतर रखा जाता है। अस्थायी इंप्लांट के लिए इरीडियम-192 समस्थानिक

पसंद किया जाता है। स्थायी इंप्लांट के लिए रेडियोधर्मी बीज अथवा इंप्लांट गांठ अथवा उपचार योग्य क्षेत्र में स्थायी तौर पर रख दिए जाते हैं। ऐसे रेडियोधर्मी स्रोतों से निकलने वाले विकिरण की खुराक हफ्ते या महीने बीतते-बीतते कम होती जाती है और अंत में लगभग शून्य हो जाती है। इसके बाद इंप्लांट निष्क्रिय हो जाते हैं और उपचार वाले स्थान पर उनका कोई प्रभाव नहीं पड़ता। स्थायी ब्रैकीथेरेपी का प्रयोग आम तौर पर प्रोस्टेट कैंसर के उपचार में होता है।

बार्क द्वारा विकसित टाइटेनियम के आवरण वाले बारिक आयोडीन-125 कैप्सुल ने नेत्र कैंसर के उपचार में नई दिशा प्रदान की है। फिलहाल तीन अस्पताल 'बार्क आई-125 ऑक्वू-प्रोस्टा सीड' का इस्तेमाल कर रहे हैं। अभी तक 120 से अधिक रोगियों का उपचार हो चुका है। 'बार्क आई-125 ऑक्वू-प्रोस्टा सीड' को प्रोस्टेट कैंसर के उपचार के लिए स्थायी इंप्लांट के रूप में अस्पताल में भी रखा जाता है। बीटा उत्सर्जन करने वाले रेडियोन्यूक्लाइड का प्रयोग करने वाली ब्रैकीथेरेपी महत्वपूर्ण अंगों के निकट त्वचा की ऊपरी परत में कैंसर के उपचार का भी अच्छा विकल्प है। बार्क ने फासफोरस 32 स्रोत तैयार करने की एक पद्धति विकसित की है। वास्तविक प्रयोग से पहले का मूल्यांकन सफल होने के उपरांत फासफोरस 32 स्रोतों को नई दिल्ली स्थित एम्स में प्रयोग के लिए भेजा गया है।

खाद्य सुरक्षा: खाद्य पदार्थों में वृद्धि

पिछले कुछ वर्षों में भारत में शानदार आर्थिक वृद्धि हुई है, किंतु हमारे देश की बढ़ती जनसंख्या के कारण हमारे कृषि संसाधनों पर मांग का बोझ भी बढ़ गया है। देश की अर्थव्यवस्था में कृषि की हिस्सेदारी घटने से समस्या विकराल हो गई है और खाद्य सुरक्षा की चिंता उत्पन्न हो रही है। इस स्थिति में खाद्य, पोषण, पर्यावरण तथा आजीविका की सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए प्रौद्योगिकी की सहायता से प्राकृतिक संसाधनों के सतत प्रबंधन की आवश्यकता है ताकि देश का समग्र विकास हो सके। आयनीकरण वाले विकिरण पर आधारित प्रौद्योगिकियों के प्रयोग से कृषि उत्पादकता की समस्या के सुरक्षित, स्वच्छ एवं आर्थिक रूप से व्यावहारिक समाधान मिल सकते हैं।

परमाणु कृषि

बार्क पिछले कई दशकों से पौधों के प्रजनन में उत्परिवर्तन लाने के लिए आयनीकरण वाले विकिरण का प्रयोग कर रहा है और देश में व्यावसायिक खेती के लिए भारतीय किसानों को विभिन्न फसलों की 42 किस्में दी जा चुकी हैं। इनमें नए किस्म की मूंगफली, साबुत मूंग, काले चने, अरहर, सोयाबीन, लोबिया, सरसों, सूरजमुखी और चावल शामिल हैं, जो जैविक तथा अजैविक समस्याओं का प्रतिरोध तो कर ही सकती हैं, उनमें एक या अधिक बेहतर गुण भी डाले गए हैं जैसे अधिक उपज, शीघ्र उपज, बड़े बीज आदि। चावल और गेहूं की उत्पादकता तथा बीमारियों से प्रतिरोध की क्षमता बढ़ाने के लिए उनमें भी उत्परिवर्तन किए जा रहे हैं। इनके अतिरिक्त केला, गन्ना, पपीता, अनानास, आलू, हल्दी तथा अदरक की बेहतर किस्में देने के लिए प्रजनन की नई रूपरेखा भी तैयार की गई है, जिसमें बड़ी संख्या में पौध तैयार करने के लिए पादप सामग्री का भंडार कई गुना बढ़ाना शामिल है।

बार्क ने फलों (लीची, आम, चेरी) और सब्जियों (आलू, प्याज), समुद्री भोजन, मसालों (हल्दी, मिर्च) के संरक्षण के लिए विकिरण तकनीक विकसित की हैं और उनमें से कई तकनीकें वाणिज्यिक प्रयोग के लिए उपलब्ध हैं। भारत में अभी खाद्य विकिरण के 15 संयंत्र काम कर रहे हैं। उनमें से एक नासिक में है, जिसका प्रयोग आम, प्याज तथा आलू के विकिरण के लिए होता है।

खाद्य सुरक्षा: उत्पादन व संरक्षण

खाद्य सुरक्षा तथा संरक्षा में कीड़ों की मार एक और बाधा है क्योंकि भारत समेत दुनिया भर में इससे कृषि उत्पादकता का बहुत क्षरण होता है। भारतीय कृषि व्यवस्था की बड़ी त्रासदी यह भी है कि उपजाई हुई लगभग 30 प्रतिशत खाद्य सामग्री कीड़ों के हमले, प्रदूषण तथा फफूंदी लगने के कारण बर्बाद हो जाती है। यह समस्या कटाई के समय भी आती है और कटाई के बाद खाद्य तथा नकदी फसलों के रखरखाव एवं

भंडारण के समय भी आती है। कटाई के बाद नुकसान रुकने से खाद्य उत्पादन एवं मांग के बीच बढ़ती खाई पट सकती है। इसीलिए यदि हमें बढ़ती उपज का फायदा उठाना है और भारतीय अर्थव्यवस्था को ताकत देने के लिए बढ़ती आबादी को खिलाना है तो कृषि उत्पादों का संरक्षण बेहद महत्वपूर्ण हो जाता है।

कीड़ों पर नियंत्रण के सबसे लोकप्रिय तरीकों जैसे कृत्रिम कीटनाशकों के प्रयोग

समय बीतने के साथ यह लगातार स्पष्ट होता जा रहा है कि परमाणु ऊर्जा ही ग्लोबल वार्मिंग की अप्रिय लेकिन वास्तविक समस्या का समाधान प्रदान करती है क्योंकि अक्षय ऊर्जा जैसे सौर, जल एवं पवन ऊर्जा के स्रोतों समेत सभी ऊर्जा स्रोतों में सबसे कम कार्बन उत्पन्न करने वाली प्रौद्योगिकी यही है।

और दूसरी विधियों से कई समस्याएं खड़ी हो जाती हैं जैसे स्वास्थ्य को नुकसान, पारितंत्र बिगड़ना और कीड़ों में कृत्रिम कीटनाशकों के विरुद्ध प्रतिरोध उत्पन्न हो जाना। विकिरण से रासायनिक पदार्थों तथा सूक्ष्मजीवियों को नष्ट करने की प्रक्रिया का व्यावहारिक, प्रभावी तथा पर्यावरण के अनुकूल विकल्प मिल सकता है क्योंकि रसायन के प्रयोग से मनुष्य के स्वास्थ्य एवं पर्यावरण पर प्रतिकूल प्रभाव होता है। खाद्य सुरक्षा एवं संरक्षा सुनिश्चित करने के लिए विकिरण वाले खाद्य को अपनाने तथा देश की आपूर्ति श्रृंखलाओं में शामिल करने की एवं इस प्रौद्योगिकी के व्यापक प्रयोग को बढ़ावा दिए जाने की त्वरित आवश्यकता है।

इस तकनीक में खाद्य तथा कृषि जिंसों को विकिरण ऊर्जा की नियंत्रित खुराक दी जाती है ताकि भंडारित उत्पादों से कीड़े समाप्त करने, अंतरराष्ट्रीय व्यापार बाधाएं दूर करने के लिए अलग किए गए कीड़े समाप्त करने, फलों तथा सब्जियों में पकने और बासी होने की क्रिया को धीमे करने, कंदों, गांठों और तनों में अंकुरण रोकने, खाद्य बर्बाद करने वाले सूक्ष्मजीवियों को समाप्त करने एवं खाने में जनस्वास्थ्य के महत्व वाले परजीवी एवं प्रतिजन समाप्त करने जैसे वांछित परिणाम प्राप्त किए जा सकें।

कच्चे तथा रेफ्रिजरेटर में रखे गए खाद्य में जीवाणु प्रतिजन समाप्त करने का यह एकमात्र तरीका है। इसे रेफ्रिजरेटर में रखी गई पहले से डिब्बाबंद जिंसों में भी इस्तेमाल किया जा सकता है।

यह भी स्पष्ट होना चाहिए कि विकिरण ऊर्जा के सीधे प्रयोग से इस प्रकार के प्रभाव दिखाता है और उत्पाद में रेडियोधर्मिता के लक्षण बिल्कुल भी नहीं आते। 'खाद्य सुरक्षा एवं संरक्षा सुनिश्चित करने' एवं 'अंतरराष्ट्रीय व्यापार में तकनीकी बाधाएं दूर करने' के लिए भोजन के विकिरण प्रसंस्करण को विभिन्न अंतरराष्ट्रीय एवं राष्ट्रीय संगठनों जैसे अंतरराष्ट्रीय परमाणु ऊर्जा एजेंसी, खाद्य एवं कृषि संगठन (एफएओ), विश्व स्वास्थ्य संगठन (डब्ल्यूएचओ), विश्व व्यापार संगठन (डब्ल्यूटीओ), कोडेक्स एलिमेंटेरियस कमीशन, अमेरिकी कृषि विभाग (यूएसडीए), फूड स्टैंडर्ड्स ऑस्ट्रेलिया न्यूजीलैंड तथा भारतीय खाद्य संरक्षा एवं मानक प्राधिकरण (एफएसएसआई) ने मान्यता दी है। भारत में हाल ही में एफएसएसआई द्वारा विकिरित खाद्य पदार्थों को श्रेणीवार मंजूरी दिए जाने से खाद्य विकिरण के नियम अंतरराष्ट्रीय नियमों के अनुरूप हो गए हैं।

मसालों, खाद्यान्नों, खाद्यान्न से बनने वाले उत्पादों, फलों, सब्जियों और मांस समेत 60 से अधिक प्रकार की खाद्य सामग्री का दुनिया भर में विकिरण से उपचार किया जा रहा है। इसके क्षेत्र में बार्क ने फलों (लीची, आम, चेरी) और सब्जियों (आलू, प्याज), समुद्री भोजन, मसालों (हल्दी, मिर्च) के संरक्षण के लिए विकिरण तकनीक विकसित की है और उनमें से कई तकनीकें वाणिज्यिक प्रयोग के लिए उपलब्ध हैं। भारत में अभी खाद्य विकिरण के 15 संयंत्र काम कर रहे हैं। उनमें से एक नासिक में है, जिसका प्रयोग आम, प्याज तथा आलू के विकिरण के लिए होता है ताकि उनका संरक्षण हो, वे जल्दी खराब नहीं हों तथा अंतरराष्ट्रीय व्यापार को बढ़ावा मिले। भारत में विकिरण उपचार वाले खाद्य की मात्रा लगातार बढ़ती जा रही है। नवी मुंबई, वाशी स्थित विकिरण प्रसंस्करण संयंत्र ने 2015 तक लगभग 34,000 टन उत्पादों का विकिरण किया था। विकिरण वाले आमों का निर्यात 2007

से ही अमेरिका को किया जा रहा है। विकिरण प्रौद्योगिकी की जानकारी विभिन्न कृषि विश्वविद्यालयों एवं संस्थाओं को भी दी जा रही है।

कुल मिलाकर यह ध्यान रखना आवश्यक है कि हरित क्रांति से पिछले कुछ दशकों में भोजन की उपलब्धता निश्चित रूप से कई गुना बढ़ गई है, लेकिन आने वाले दशकों में मांग की चुनौती से निपटने के लिए इन तकनीकों में और सुधार की आवश्यकता है ताकि फसलों की उपज एवं गुणवत्ता बढ़ाई जा सके। विकिरण उपचार पर आधारित रणनीति में कृषि क्षेत्र के भीतर आमूलचूल परिवर्तन लाने और हमारे देश को समृद्धि की ओर ले जाने की क्षमता है।

ग्लोबल वार्मिंग: गंभीर संकट

पिछले कुछ वर्षों में जलवायु परिवर्तन तथा ग्लोबल वार्मिंग के सभी सूचक यही बता रहे हैं कि पृथ्वी गंभीर संकट के कगार पर खड़ी डगमगा रही है, जिसका कारण ग्लोबल वार्मिंग और उसके कारण दुनिया भर में हो रहे जलवायु परिवर्तन हैं। पिछले तीन दशक में ही वातावरण में कार्बन डाई ऑक्साइड 400 पीपीएम के खतरनाक स्तर तक पहुंच चुकी है और तापमान में 1 डिग्री सेल्सियस से अधिक की वृद्धि हो

कार्बन उत्सर्जन कम करने की अंतरराष्ट्रीय बाध्यताओं वाली तेजी से बढ़ती अर्थव्यवस्था होने के नाते आज भारत को परमाणु ऊर्जा के जरिये बिजली उत्पादन तेजी से बढ़ाने की आवश्यकता है। इस क्षेत्र में हम तेजी से विकास करने जा रहे हैं क्योंकि हमारे पास 21 कार्यरत संयंत्र हैं और 12 संयंत्रों की योजना है।

चुकी है। इस वृद्धि ने जलवायु पर गंभीर प्रभाव डाला है और समुद्री जल के स्तर में वृद्धि तथा बार-बार गर्मी बढ़ना, अप्रत्याशित बारिश और तूफान जैसे दुष्परिणाम हम देख ही रहे हैं। इसका सबसे बड़ा कारण मानव गतिविधियां ही हैं, जो पिछले कुछ दशकों में बहुत तेजी से बढ़ी हैं। इनमें जीवाश्म ईंधन- लकड़ी, कोयला, प्राकृतिक गैस और तेल का तेजी से बढ़ता इस्तेमाल शामिल है,

जिससे वातावरण में कार्बन डायऑक्साइड बढ़ती जा रही है।

परमाणु ऊर्जा के लक्ष्य: आगे की राह

समय बीतने के साथ यह लगातार स्पष्ट होता जा रहा है कि परमाणु ऊर्जा ही ग्लोबल वार्मिंग की अप्रिय लेकिन वास्तविक समस्या का समाधान प्रदान करती है क्योंकि अक्षय ऊर्जा जैसे सौर, जल एवं पवन ऊर्जा के स्रोतों समेत सभी ऊर्जा स्रोतों में सबसे कम कार्बन उत्पन्न करने वाली प्रौद्योगिकी यही है।

कार्बन उत्सर्जन कम करने की अंतरराष्ट्रीय बाध्यताओं वाली तेजी से बढ़ती अर्थव्यवस्था होने के नाते आज भारत को परमाणु ऊर्जा के जरिये बिजली उत्पादन तेजी से बढ़ाने की आवश्यकता है। इस क्षेत्र में हम तेजी से विकास करने जा रहे हैं क्योंकि हमारे पास 21 कार्यरत संयंत्र हैं और 12 संयंत्रों की योजना है। परमाणु ऊर्जा क्षेत्र अगले कुछ वर्षों में ऊर्जा सुरक्षा तथा जलवायु राहत के मामले में बहुत योगदान करता दिखता है।

अपशिष्ट प्रबंधन: अपशिष्ट से धन

भारत में रोजाना भारी मात्रा में कचरा पैदा होता है। इसमें संक्रामक सूक्ष्मजीवी होते हैं और इसका निस्तारण ठीक तरीके से नहीं होने पर बीमारियां फैल सकती हैं, जिसके कारण यह जनस्वास्थ्य के लिए हानिकारक हो सकता है। इसके साथ ही इसमें आवश्यक सूक्ष्म एवं वृहद पोषक, विशेषकर जैविक कार्बन भी होते हैं, जो मृदा एवं फसल उत्पादन के लिए उपयोगी होते हैं। जनस्वास्थ्य एवं पर्यावरण की रक्षा के लिए और कृषि क्षेत्र में उपयोग हेतु वांछित मात्रा में जैविक खाद तैयार करने के लिए कचरे को स्वच्छ करने में विकिरण प्रौद्योगिकी का प्रयोग होता आ रहा है। अहमदाबाद नगरपालिका परिषद ने पूरी तरह स्वचालित तरीके से रोजाना 100 टन कचरे की सफाई करने और जैविक खाद बनाने का देश का पहला संयंत्र खोला है। इस प्रकार के विकिरण संयंत्रों का प्रयोग पूरी तरह स्वचालित तरीके से पूरे शहर का कचरा एक ही स्थान पर परिशोधित करने के लिए किया जा सकता है। इस

प्रौद्योगिकी में स्वच्छ भारत अभियान के उद्देश्यों को पूरा करने में योगदान करने की प्रबल संभावना है।

हाइड्रोजेल: घाव भरना

हाइड्रोजेल की एक पतली पारदर्शी परत होती है, जिसे जले हुए स्थान पर तथा घाव पर पट्टी करने के मामले में बहुत काम आती है। इसे पीवीए जैसे जलस्नेही (हाइड्रोफिलिक) बहुलकों के अणुओं को रासायनिक तरीके से अथवा गामा/इलेक्ट्रॉन

जनस्वास्थ्य एवं पर्यावरण की रक्षा के लिए और कृषि क्षेत्र में उपयोग हेतु वांछित मात्रा में जैविक खाद तैयार करने के लिए कचरे को स्वच्छ करने में विकिरण प्रौद्योगिकी का प्रयोग होता आ रहा है। अहमदाबाद नगरपालिका परिषद ने पूरी तरह स्वचालित तरीके से रोजाना 100 टन कचरे की सफाई करने और जैविक खाद बनाने का देश का पहला संयंत्र खोला है। इस प्रकार के विकिरण संयंत्रों का प्रयोग पूरी तरह स्वचालित तरीके से पूरे शहर का कचरा एक ही स्थान पर परिशोधित करने के लिए किया जा सकता है। इस प्रौद्योगिकी में स्वच्छ भारत अभियान के उद्देश्यों को पूरा करने में योगदान करने की प्रबल संभावना है।

किरणों के विकिरण से क्रॉस लिंकिंग मोलिक्यूलस तैयार किया जाता है। जेल जैसी संरचना का त्रिविमीय नेटवर्क तैयार हो जाता है, जिसमें बड़ी मात्रा में जल रुक जाता है। गामा के विकिरण से एक ही बार में जेल तैयार भी हो जाता है और रोगाणुनाश भी हो जाता है।

हाइड्रोजेल जीवाणुहीन परत के जरिये घाव तक ऑक्सीजन की आपूर्ति कम करता है, जिससे चोट को नमी और ठंडक मिलती है। यह बगैर घाव वाली सतह पर मजबूती लेकिन नरमी के साथ चिपक जाता है, लेकिन घाव की सतह पर नहीं चिपकता, जिससे दर्द नहीं होता। पारदर्शी होने के कारण आसानी से दिख जाता है कि घाव कितना भर रहा है। इसके निर्माण के लिए जरूरी कच्चा माल बहुत सस्ता होता

है और आसपास मिल जाता है। इसकी प्रक्रिया बार्क के वैज्ञानिकों ने विकसित की थी और प्रौद्योगिकी को व्यावसायिक उत्पादन के लिए सौंप दिया गया। यह बेहद महत्वपूर्ण वैकल्पिक उत्पाद है, जो भारतीय बाजारों में कम कीमत में उपलब्ध है।

जल: जीवन का अमृत

घरेलू, कृषि एवं औद्योगिक क्षेत्रों की बढ़ती मांग के कारण पानी की कमी होती जा रही है। समस्थानिक जलविज्ञान की तकनीकें विभिन्न स्थानों पर नए एवं नवीकरणीय भूमिगत जल स्रोतों का पता लगाने और उनकी मात्रा नापने में सटीक सहयोग करती हैं। ये भूजल के उद्भव, अवधि और वितरण के बारे में तो बताती ही हैं, भूजल तथा सतह के बीच के संपर्क तथा जलीय परतों की पूर्ति की प्रणाली की जानकारी भी देती हैं। बांधों तथा सिंचाई प्रणालियों से जल रिसाव जानने के लिए, झीलों एवं जलाशयों की गतिशीलता समझने के लिए, बहाव की दर, नदियों में जल तथा तलछट जमने की दर जानने के लिए सतही जल संसाधनों की निगरानी में भी इसका प्रयोग होता है। प्राप्त जानकारी को संसाधन नियोजन एवं जल संसाधनों के सतत प्रबंधन में प्रयोग किया जाता है।

हमारे वैज्ञानिकों ने पानी में प्रदूषण का पता लगाने के लिए सस्ते और प्रयोग में आसान किट तैयार किए हैं। इन किट का प्रयोग भूजल में फ्लोरीन और गंगाजल में क्रोमियम जैसे तत्वों का पता लगाने के लिए किया जा रहा है। बार्क के प्रौद्योगिकीविदों ने जीवाणु की मिलावट को समाप्त करने के लिए तथा खारे पानी और समुद्री जल से नमक दूर करने के लिए छानने की झिल्ली भी तैयार की है। जलशोधन की ये सभी तकनीकें भारतीय उद्योगों को सौंप दी गई हैं तथा सस्ते समाधानों के जरिये इनसे समाज के बड़े वर्ग को लाभ मिल रहा है।

औद्योगिक उपयोग: विनिर्माण में सहायता

विनिर्माण की अच्छी पद्धतियां क्रियान्वित करने के माध्यम के रूप में कई प्रकार के साधनों का प्रयोग औद्योगिक एवं विनिर्माण क्षेत्र में किया जा रहा है। ऐसे महत्वपूर्ण उपयोगों में से कुछ का विवरण इस प्रकार है।

विकिरण द्वारा कीटाणुनाश

चिकित्सा उपकरणों यथा सिरिंज, रुई, जले घाव पर पट्टी, सर्जिकल दस्तानों, दिल के वाल्व, पट्टियों, प्लास्टिक एवं रबर की चादरों तथा सर्जरी में काम आने वाले उपकरणों, पाउडर, मलहम एवं घोल और त्वचा प्रत्यारोपण में प्रयोग होने वाली हड्डियों, तंत्रिकाओं और त्वचा जैसे जैविक पदार्थ एवं उत्पाद।

रेडियोग्राफी

गामा किरणें उत्सर्जित करने वाले रेडियोआइसोटोप को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाना एक्स-रे मशीनों की तुलना में आसान है और उनसे अधिक ऊर्जा वाला विकिरण उत्पन्न हो सकता है। इसीलिए नई गैस और तेल पाइपलाइन प्रणालियों में जोड़ जांचने के लिए इनका प्रयोग किया जा सकता है, जिसके लिए रेडियोधर्मी स्रोत को पाइप के भीतर तथा फिल्म को जोड़ के बाहर रखना होता है। अलग-अलग सिद्धांतों पर आधारित रेडियोग्राफी के अन्य प्रकार (न्यूट्रॉन रेडियोग्राफी / ऑटोरेडियोग्राफी) पदार्थों की मोटाई एवं घनत्व मापने के लिए अथवा दूसरे माध्यमों से नहीं दिखने वाले पुर्जे तलाशने के लिए प्रयोग किए जा सकते हैं।

भविष्य की झलक

हमारा उद्देश्य पाठकों को जीवन के लगभग सभी क्षेत्रों में काम आ रही और राष्ट्र का आर्थिक एवं सामाजिक लाभ कर रही परमाणु प्रौद्योगिकी के प्रयोगों की व्यापकता के बारे में बताना है। ये ऐसे लाभ हैं, जो निकट भविष्य में लंबी अवधि तक काम आते रहेंगे क्योंकि वैसा उपयोग और किसी का हो ही नहीं सकता। परमाणु बिजली उत्पादन महत्वपूर्ण क्षेत्र है, जो दुनिया भर के ऊर्जा उत्पादन में महत्वपूर्ण योगदान कर रहा है। दुर्भाग्य है कि इस मामले में शंकालु प्रवृत्ति दिख रही है, जिसके कारण कार्बन का न के बराबर उत्सर्जन करने वाले इस ऊर्जा स्रोत को छोड़कर सौर, जल, पवन एवं भूतापीय ऊर्जा जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों की तरफ अग्रसर हुआ जा रहा है। वे स्रोत परमाणु ऊर्जा की अपेक्षा कार्बन

परमाणु बिजली उत्पादन ने लगभग सभी पहलुओं जैसे परिचालन एवं सुरक्षा रिकॉर्ड, क्षमता उपयोग, कार्बन उत्सर्जन तथा कचरा उत्पादन की मात्रा पर शानदार प्रदर्शन किया है। प्रसार एवं अपशिष्ट भंडारण से जुड़े मुद्दों को संभाला जा सकता है और नई पीढ़ी के रिएक्टरों के आने से ये समस्याएं और भी कम हो जाएंगी।

का अधिक उत्सर्जन करने के कारण ही नहीं बल्कि अपनी अप्रत्याशित प्रकृति और दक्षता की कमी के कारण भी ऐसे कई देशों में बिजली की बुनियादी जरूरत पूरी करने में नाकाम रह सकते हैं, जो देश आक्रामक तरीके से उन्हें बढ़ावा दे रहे हैं। इससे ग्लोबल वार्मिंग और जलवायु परिवर्तन का साया गहराने के बाद भी प्राकृतिक गैस का प्रयोग बढ़ रहा है, जिससे और भी कार्बन उत्सर्जन हो रहा है। ऐसी स्थिति में यह आवश्यक है कि दुनिया निष्पक्ष तरीके से सोचे और ऊर्जा क्षेत्र में परमाणु ऊर्जा की भूमिका कम करने से बाज आए। परमाणु बिजली उत्पादन ने लगभग सभी पहलुओं जैसे परिचालन एवं सुरक्षा रिकॉर्ड, क्षमता उपयोग, कार्बन उत्सर्जन तथा कचरा उत्पादन की मात्रा पर शानदार प्रदर्शन किया है। प्रसार एवं अपशिष्ट भंडारण से जुड़े मुद्दों को संभाला जा सकता है और नई पीढ़ी के रिएक्टरों के आने से ये समस्याएं और भी कम हो जाएंगी। □

संदर्भ

1. मेकिंग ऑफ द एटॉमिक बॉम्ब: रिचर्ड रोड्स, साइमन एंड शुस्टर, 1986
2. द केस ऑफ ऑप्टिमिज्म ऑन क्लाइमेट चेंज: अल गोर, टेड टॉक, 2016
3. अवर्टिंग द क्लाइमेट क्राइसिस: अल गोर, टेड टॉक, 2006
4. बायोलाॅजी एंड मेडिसिन: एक्सप्लोरिंग ऑफ रिसर्च एंड डिप्लॉयमेंट ऑफ इट्स आउटकम- द ट्वेन डू मीट इन बार्क, कृष्णा बी सैनीज, बार्क न्यूजलेटर, पेज 7, सितंबर-अक्टूबर 2013
5. इंडस्ट्रियल ऐप्लिकेशंस ऑफ रेडियोआइसोटोप्स: आईएनसीएएस बुलेटिन, अंक 16, जून 2001
6. आइसोटोप्स ऐप्लिकेशन इन एग्रीकल्चर: आईएनसीएएस बुलेटिन, अंक 6, संख्या 4, नवंबर 2007
7. रेडिएशन टेक्नोलॉजी फॉर सीवेज स्लज हाइजीनाइजेशन: ललित वाष्ण्य, बार्क न्यूजलेटर, पृष्ठ 41, नवंबर-दिसंबर 2012
8. द लिबरेशन ऑफ द इन्वायर्नमेंट: जेसी एच ऑसुबेल, इंटरनेट रिसोर्स
9. एग्रीकल्चर एंड फूड सिक्वोरिटी: एसआईआरडी, बार्क पब्लिकेशन, 2013
10. द मैनी यूज ऑफ न्यूक्लियर टेक्नोलॉजी: विश्व परमाणु संघ की वेबसाइट, मार्च 2014 तक अद्यतन
11. हाउ फियर ऑफ न्यूक्लियर पावर इज हर्टिंग द इन्वायर्नमेंट: माइकल शैलेनबर्गर, टेड टॉक, सितंबर 2016
12. पीसफुल यूज ऑफ न्यूक्लियर एनर्जी: मीटिंग सोसाइटील नीड्स, डॉ. मोहम्मद अल बरदेई, आईईए, भारतीय परमाणु सोसायटी का 15वां वार्षिक अधिवेशन (इनसाक-2004), मुंबई, भारत

कृपया ध्यान दें

सदस्यता संबंधी पूछताछ अथवा पत्रिका प्राप्त न होने की स्थिति में कृपया वितरण एवं विज्ञापन व्यवस्थापक से इस पते पर संपर्क करें:

वितरण एवं विज्ञापन व्यवस्थापक

प्रकाशन विभाग, कमरा नं. 48-53, सूचना भवन
सी.जी.ओ. कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड,
नई दिल्ली-110003, फोन नं: 011-24367453
ई-मेल: pdjucir@gmail.com