

भारत में परमाणु ऊर्जा - वर्तमान परिदृश्य

बिजली का एक स्वच्छ, सुरक्षित, पर्यावरणीय अनुकूल एवं विश्वसनीय विकल्प



सैयद इरफ़ान अली

भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, मुंबई

विकसित भारत' के संकल्प के साथ, तेज़ी से प्रगतिशील हमारे देश भारत में बिजली की मांग भी लगातार बढ़ रही है। इसे ध्यान में रखते हुए उपलब्ध संसाधनों के अनुरूप नाभिकीय विद्युत उत्पादन क्षमता को सुरक्षित, किफायती एवं क्रमिक ढंग से बढ़ाया जा रहा है। किसी भी देश का विकास उसकी ऊर्जा उत्पादन क्षमता पर काफी हद तक निर्भर करता है। भारत को तरक्की की राह पर तेज़ी से ले जाने के लिए भी हमें पर्यावरण को संरक्षित रखते हुए अपनी दीर्घकालिक ऊर्जा सुरक्षा पर ध्यान देना होगा। इस परिप्रेक्ष्य में, नाभिकीय ऊर्जा एक पर्यावरणीय अनुकूल, स्वच्छ, सुरक्षित एवं आर्थिक रूप से व्यवहार्य ऊर्जा स्रोत है।

किसी भी देश का विकास उसके नागरिकों की महत्वाकांक्षाओं एवं सपनों से भी जुड़ा होता है। देश की ऊर्जा उत्पादन क्षमता ऐसी शक्ति है जो इन सपनों को साकार करने में सहायक होती है। ऊर्जा न केवल औद्योगिक और वाणिज्यिक विकास के लिए अत्यावश्यक है बल्कि इससे नागरिकों की प्रकाश, परिवहन, शिक्षा, संचार, जलापूर्ति, कृषि, स्वास्थ्य-सेवाएं जैसी अनेक दैनिक आवश्यकताएं भी पूरी होती हैं। उच्चतर ऊर्जा उत्पादन आर्थिक विकास को गति प्रदान करने के साथ-साथ रोजगार के अवसरों में बढ़ोत्तरी लाता है और लोगों की जीवन-शैली को बेहतर बनाता है।

वर्तमान में, देश के कुल विद्युत उत्पादन में जीवाश्मीय ईंधन स्रोतों की महत्वपूर्ण भूमिका है। परंतु, ये स्रोत धीरे-धीरे समाप्त हो रहे हैं और इनका अधिकाधिक उपयोग पर्यावरण प्रदूषण को भी बढ़ा रहा है। अक्षय (रिन्यूएबल) ऊर्जा स्रोत जैसे सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा, जल ऊर्जा (हाइड्रो पावर), आदि

यद्यपि हमारी बिजली की बढ़ती मांग में महत्वपूर्ण योगदान दे रहे हैं, परंतु आंतरायिक (इंटरमिटेंट) प्रकृति के होने के कारण ये ग्रिड को सतत आपूर्ति नहीं कर सकते। नाभिकीय ऊर्जा चौबीसों घंटे (24X7) उपलब्ध रह सकने वाली सतत, स्वच्छ, विश्वसनीय एवं किफायती बिजली का एक प्रमाणित स्रोत है। बिजली उत्पादन के दौरान नाभिकीय ऊर्जा संयंत्रों से प्रदूषणकारी ग्रीनहाउस (हरित-गृह) गैसों अथवा अन्य हानिकारक प्रदूषकों का उत्सर्जन नगण्य होता है। इसके फलस्वरूप, यह वैश्विक तापमान में लगातार हो रही बढ़ोतरी से निपटने में भी सहायक है। यह प्रकृति के साथ पूर्ण सामंजस्य रखने वाला अथाह ऊर्जा का स्रोत है। स्वच्छ पर्यावरण युक्त भारत की दीर्घकालीन ऊर्जा आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए, नाभिकीय ऊर्जा के उपरोक्त गुण इसे एक अति लाभप्रद एवं अपरिहार्य विकल्प बनाते हैं। भारत द्वारा वर्ष 2070 तक नेट जीरो कार्बन उत्सर्जन का लक्ष्य निर्धारित किया गया है अर्थात्, जितनी कार्बन डाइऑक्साइड (CO₂) गैस वातावरण में उत्सर्जित होगी, उतनी ही वातावरण से हटाई जाएगी। इस लक्ष्य की प्राप्ति में निश्चित रूप से परमाणु ऊर्जा का महत्वपूर्ण योगदान रहेगा।

वर्तमान में, देश के कुल छः (06) राज्यों के सात (07) प्रमुख स्थानों पर न्यूक्लियर पावर कार्पोरेशन ऑफ़ इंडिया लिमिटेड (एन पी सी आई एल) के कुल 24 परमाणु विद्युत संयंत्र (रिएक्टर) {राजस्थान परमाणु बिजलीघर इकाई-1 (RAPS-1), जो लम्बे समय से शटडाउन अवस्था में है, को छोड़कर} वाणिज्यिक प्रचालन कर रहे हैं। इन संयंत्रों से प्राप्त वर्तमान स्थापित परमाणु विद्युत क्षमता 8780 मेगावाट

देश में प्रचालनरत नाभिकीय रिएक्टर : एक नज़र

क्र. सं.	राज्य	स्थान	संयंत्र का नाम	इकाई	संयंत्र का प्रकार	विद्युत क्षमता (मेगावाट)
1	महाराष्ट्र	तारापुर	तारापुर परमाणु विद्युत केंद्र (टी ए पी एस; TAPS-1)	1	बी डब्ल्यू आर (BWR)*	160
2			तारापुर परमाणु विद्युत केंद्र (टी ए पी एस; TAPS-2)	2		160
3			तारापुर परमाणु विद्युत केंद्र (टी ए पी एस; TAPS-3)	3		540
4			तारापुर परमाणु विद्युत केंद्र (टी ए पी एस; TAPS-4)	4		540
5	राजस्थान	रावतभाटा	राजस्थान परमाणु विद्युत केंद्र (आर ए पी एस; RAPS-1)	1	पी एच डब्ल्यू आर (PHWR)#	0
6			राजस्थान परमाणु विद्युत केंद्र (आर ए पी एस; RAPS-2)	2		200
7			राजस्थान परमाणु विद्युत केंद्र (आर ए पी एस; RAPS-3)	3		220
8			राजस्थान परमाणु विद्युत केंद्र (आर ए पी एस; RAPS-4)	4		220
9			राजस्थान परमाणु विद्युत केंद्र (आर ए पी एस; RAPS-5)	5		220
10			राजस्थान परमाणु विद्युत केंद्र (आर ए पी एस; RAPS-6)	6		220
11			राजस्थान परमाणु विद्युत केंद्र (आर ए पी एस; RAPS-7)	7		700
12	उत्तर प्रदेश	नरौरा	नरौरा परमाणु विद्युत केंद्र (एन ए पी एस; NAPS-1)	1		220
13			नरौरा परमाणु विद्युत केंद्र (एन ए पी एस; NAPS-2)	2		220
14	गुजरात	काकरापार	काकरापार परमाणु विद्युत केंद्र (के ए पी एस; KAPS-1)	1		220
15			काकरापार परमाणु विद्युत केंद्र (के ए पी एस; KAPS-2)	2		220
16			काकरापार परमाणु विद्युत केंद्र (के ए पी एस; KAPS-3)	3		700
17			काकरापार परमाणु विद्युत केंद्र (के ए पी एस; KAPS-4)	4		700
18	कर्नाटक	कैगा	कैगा विद्युत उत्पादन केंद्र (के जी एस; KGS-1)	1	पी एच डब्ल्यू आर (PHWR)#	220
19			कैगा विद्युत उत्पादन केंद्र (के जी एस; KGS-2)	2		220
20			कैगा विद्युत उत्पादन केंद्र (के जी एस; KGS-3)	3		220
21			कैगा विद्युत उत्पादन केंद्र (के जी एस; KGS-4)	4		220
22	तमिलनाडु	कल्पाक्कम	मद्रास परमाणु विद्युत केंद्र (एम ए पी एस; MAPS-1)	1		220
23			मद्रास परमाणु विद्युत केंद्र (एम ए पी एस; MAPS-2)	2		220
24	तमिलनाडु	कुड़नकुलम	कुड़नकुलम नाभिकीय विद्युत केंद्र (के के एन पी एस; KKNPS-1)	1	वी वी ई आर (पी डब्ल्यू आर) (PWR)@	1000
25			कुड़नकुलम नाभिकीय विद्युत केंद्र (के के एन पी एस; KKNPS-2)	2		1000

*बी डब्ल्यू आर (BWR) - क्वथन जल रिएक्टर; #पी एच डब्ल्यू आर (PHWR) - दाबित भारी पानी रिएक्टर;

@वी वी ई आर (VVER) - वोदो वोदायिनी एनर्जी रिएक्टर; @पी डब्ल्यू आर (PWR) - दाबित पानी रिएक्टर

(MWe) है। इन संयंत्रों में से, महाराष्ट्र (तारापुर) में 04, राजस्थान (रावतभाटा) में 06, उत्तर प्रदेश (नरौरा) में 02, गुजरात (काकरापार) में 04, कर्नाटक (कैगा) में 04 और तमिलनाडु (कुडनकुलम) में 04 संयंत्र प्रचालित हैं। न्यूक्लियर पावर कॉर्पोरेशन ऑफ़ इंडिया लिमिटेड (एन पी सी आई एल), भारत सरकार के परमाणु ऊर्जा विभाग के प्रशासनिक नियंत्रण के अधीन सार्वजनिक क्षेत्र का एक उपक्रम है, जो परमाणु संयंत्रों (रिएक्टरों) के अभिकल्पन (डिजाइन), निर्माण, कमीशनन (कमीशनिंग) एवं वाणिज्यिक प्रचालन के लिए उत्तरदायी है।

इस समय देश में जनित कुल विद्युत उत्पादन में, नाभिकीय ऊर्जा का लगभग 3 प्रतिशत योगदान है। इसमें क्रमिक रूप से वृद्धि किए जाने के अंतर्गत, वर्तमान में एनपीसीआईएल द्वारा 6100 मेगावाट विद्युत क्षमता के सात परमाणु विद्युत संयंत्रों का निर्माण किया जा रहा है। इनमें राजस्थान परमाणु विद्युत परियोजना (आर ए पी पी-8; 700 मेगावाट; पी एच डब्ल्यू आर), कुडनकुलम परमाणु विद्युत परियोजना (के के एन पी पी-3 एवं 4; 2x1000 मेगावाट; पी डब्ल्यू आर), कुडनकुलम परमाणु विद्युत परियोजना (के के एन पी पी-5 एवं 6; 2x1000 मेगावाट; पी डब्ल्यू आर) एवं गोरखपुर हरियाणा अणु विद्युत परियोजना (जी एच ए वी पी-1 एवं 2; 2x700 मेगावाट; पी एच डब्ल्यू आर) शामिल हैं। इसके अलावा, फ्लीट मोड में 700 मेगावाट प्रति इकाई विद्युत क्षमता के 10 पी एच डब्ल्यू आर (दाबित भारी पानी रिएक्टर) संयंत्रों के लिए भी भारत सरकार ने प्रशासनिक अनुमोदन एवं वित्तीय स्वीकृति दे दी है तथा इनसे संबंधित विभिन्न प्रारंभिक गतिविधियां जैसे कि भूमि अर्जन व पुनर्वास एवं पुनर्स्थापन, पर्यावरणीय अनुमति, दीर्घकालिक सुपुर्दगी उपकरणों की खरीद, नियामक अनुमतियों के लिए अध्ययन, संयंत्र स्थल पर आधारभूत विकास कार्य, जनसंपर्क, मुख्य संयंत्र भवन निर्माण (सिविल कार्य) के लिए निविदा, इत्यादि विभिन्न चरणों में प्रक्रियाधीन हैं। इन सभी परियोजनाओं के क्रमवार पूर्ण होने पर वर्ष 2031-32 तक कुल परमाणु विद्युत स्थापित क्षमता 21980 मेगावाट (MW) तक पहुँचना

प्रत्याशित है। महाराष्ट्र के जैतापुर एवं आंध्रप्रदेश के कोव्वाड़ा में भी अंतरराष्ट्रीय सहयोग पर आधारित अत्याधुनिक परमाणु विद्युत संयंत्र स्थापित करने के लिए इन स्थानों पर आधारभूत संरचनात्मक विकास, नियामक अनुमतियां, जनसंपर्क, इत्यादि एवं विभिन्न तकनीकी तथा वाणिज्यिक विचार विमर्श किए जा रहे हैं।

हाल ही (दिसंबर 2025) में, भारतीय संसद द्वारा परमाणु ऊर्जा क्षेत्र में एक नया विधेयक (भारत में बदलाव के लिए परमाणु ऊर्जा के सतत दोहन और विकास (शांति) विधेयक, 2025', अथवा 'दी सस्टेनेबल हरनेसिंग एंड एडवांसमेंट ऑफ़ न्यूक्लियर एनर्जी फॉर ट्रांसफॉर्मिंग इंडिया (SHANTI) विधेयक, 2025') पारित किया गया है। इस ऐतिहासिक क़ानून का मुख्य उद्देश्य देश के परमाणु ऊर्जा क्षेत्र में क्रांतिकारी बदलाव लाना है। यह क़ानून स्वतंत्र भारत के इतिहास में पहली बार निजी कंपनियों को परमाणु ऊर्जा संयंत्रों के निर्माण और प्रचालन में भागीदार बनने की अनुमति देता है। इसका लक्ष्य स्वच्छ ऊर्जा को बढ़ावा देना, नियमों को सुव्यवस्थित करना और लघु मॉड्यूलर रिएक्टरों (स्माल मॉड्यूलर रिएक्टर; SMR) के विकास, निर्माण, स्थापना एवं प्रचालन को सुगम बनाना है। इस क़ानून के द्वारा परमाणु ऊर्जा संयंत्रों की लाइसेंसिंग, जवाबदेही और सुरक्षा के लिए भी एक एकीकृत ढांचा तैयार किया गया है, जिसका उद्देश्य वर्ष 2047 तक परमाणु ऊर्जा क्षमता का प्रमुख रूप से विस्तार करना है।

निष्कर्ष - भारत में परमाणु बिजली उत्पादन क्षमता को सुरक्षित, किफायती एवं क्रमिक रूप से बढ़ाया जा रहा है। यह ऊर्जा विकल्प न केवल पर्यावरणीय अनुकूल है बल्कि सुरक्षित एवं आर्थिक रूप से व्यवहार्य भी है। भारत सरकार द्वारा वर्ष 2025 में शांति विधेयक के द्वारा परमाणु ऊर्जा के क्षेत्र में नया क़ानून बनाकर इसमें निजी क्षेत्र की अधिक भागीदारी हेतु द्वार खोल दिए हैं। यह अपेक्षित है कि जब देश स्वाधीनता के सौ वर्ष पूर्ण करेगा तब भारत के कुल ऊर्जा मिश्रण में परमाणु ऊर्जा की हिस्सेदारी काफी बढ़ जाएगी।



गुजरात स्थित काकरापार परमाणु ऊर्जा स्टेशन (केएपीएस) में चार परमाणु ऊर्जा इकाइयां इकाई-1 एवं 2 (दाई ओर) 220 मेगावाट विद्युत क्षमता (प्रति इकाई) के पी एच डब्ल्यू आर संयंत्र हैं। इकाई-3 एवं 4 (बाई ओर) 700 मेगावाट विद्युत क्षमता (प्रति इकाई) के पी एच डब्ल्यू आर संयंत्र हैं।



तमिलनाडु स्थित कुडनकुलम परमाणु ऊर्जा संयंत्र की दो इकाइयां वर्तमान में वाणिज्यिक प्रचलन में हैं।

रूसी मूल की अत्याधुनिक परमाणु प्रौद्योगिकी से सुसज्जित इस संयंत्र की प्रत्येक इकाई 1000 मेगावाट विद्युत क्षमता भारी पानी रिपेक्टर (पी डब्ल्यू आर; PWR) प्रौद्योगिकी पर आधारित हैं। कुडनकुलम परमाणु ऊर्जा संयंत्र की दो इकाइयाँ (यूनिट-1 और 2) वाणिज्यिक प्रचालन में हैं। यूनिट-3 और 4 का निर्माण तेजी से चल रहा है और यूनिट-5 और 6 का निर्माण शुरू हो चुका है। यह संयंत्र प्रौद्योगिकी सहयोग के उन्नत क्षेत्रों में सशक्त भारत-रूस के बीच महत्वपूर्ण साझेदारी का प्रमाण है।



राजस्थान के रावतभाटा स्थित राजस्थान परमाणु विद्युत केंद्र (आरएपीएस) इस केंद्र पर 6 संयंत्र (RAPS-2 से 7) प्रचालित हैं, एक संयंत्र (RAPS-1) विस्तारित शटडाउन में है एवं आठवीं इकाई (RAPS-8) की स्थापना का कार्य प्रगति पर है।

आभार

लेखक इस लेख की रचना में प्रत्यक्ष एवं परोक्ष रूप से सहयोग एवं मार्गदर्शन देने वाले सभी व्यक्तियों विशेषकर डॉ. धीरज जैन, वैज्ञानिक अधिकारी/जी, भापअ केंद्र और श्री कुमार अभिनव, वरिष्ठ अनुवाद अधिकारी, भापअ केंद्र के प्रति हार्दिक आभार प्रकट करते हैं। लेखक, प्रस्तुत जानकारी में प्रयुक्त पुस्तकों, लेखों और ऑनलाइन संसाधनों के लेखकों/संस्थाओं के प्रति भी आभार व्यक्त करते हैं।



लेखक का परिचय



सैयद इरफान अली

श्री सैयद इरफान अली, भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, मुंबई के हिंदी अनुभाग में उप निदेशक (राजभाषा) के पद पर कार्यरत हैं।