परमाणु ऊर्जा: गहरी सुरक्षा की गहराई

डॉ. सुरेंद्र गाडेकर

परमाणु बिजली की टेक्नॉलॉजी निहित रूप से खतरनाक है। यह पानी को उबालने की एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें टनों ज़हर पैदा होता है। इनमें से कुछ ज़हर तो इतने घातक हैं कि चंद नैनोग्राम मात्रा भी जानलेवा साबित हो सकती है। ऐसे पदार्थों की कई किलोग्राम मात्रा को सदा के लिए पर्यावरण से अलग-थलग रखना सचमुच एक सुपरमानव उद्यम है। और कई बार एक प्रजाति के रूप में अपने जीवन को बचाने के लिए ऐसा करना ज़रूरी होगा।

कहने का मतलब यह नहीं है कि परमाणु उद्योग से जुड़े लोग लापरवाह, अक्षम या भ्रष्ट हैं। आम तौर पर वे काफी ध्यान रखते हैं और सुरक्षा प्रक्रियाओं का पालन करने में काफी मुस्तैद होते हैं, शायद अन्य खतरनाक उद्योगों से ज़्यादा ही। परंतु परमाणु टेक्नॉलॉजी छोटी-सी गलती को भी माफ नहीं करती।

विश्व युद्ध की तबाही के बावजूद भी जापान का दुनिया की दूसरी सबसे बड़ी अर्थव्यवस्था के रूप में उभरना अविश्वसनीय कड़ी मेहनत और अनुशासन की कहानी है। आज भी यदि आप देखें कि जापान के लोग रोज़मर्रा की ज़रूरतें हासिल करने के लिए कितने धैर्य और अनुशासन से कतारों में खड़े रहते हैं, तो आप तारीफ किए बगैर न रहेंगे। क्या हम भारत में ऐसे दृश्य की कल्पना भी कर सकते हैं। आए दिन मचने वाली भगदड़ और उनमें मारे गए लोग, हर जगह कतारों को तोड़ते कार चालक जो हर सिग्नल पर सबसे आगे पहुंचने की कोशिश करते हैं, ये सारे नज़ारे ऐसी किसी भी उम्मीद को झुठला देते हैं।

राष्ट्र पुनर्निर्माण की प्रक्रिया में जापान के सामने एक क्रूर दुविधा थी। यह एक घनी आबादी वाला राष्ट्र है और ऊर्जा के प्राकृतिक संसाधनों - कोयला, तेल या गैस के भंडार - के नाम पर यहां कुछ नहीं है। जब 1868 में जापान के अभिजात्य वर्ग ने आधुनिकीकरण में पश्चिम की नकल करने की ठानी, तो वे ऊर्जा में आत्म निर्भरता का सपना देखते थे। मगर द्वितीय विश्व युद्ध ने नागासाकी और हिरोशिमा की तबाही के साथ ही इस सपने पर पूर्ण विराम लगा दिया। युद्ध की समाप्ति पर जापान एक टूटा व पिटा हुआ देश था।

विडंबना यह थी कि परमाणु विनाश की उसी प्रक्रिया में ऊर्जा सुरक्षा के सपने को साकार करने की एक उम्मीद भी नज़र आ रही थी। प्लूटोनियम - मानव निर्मित नारकीय धातु - के रूप में जापान अपने ऊर्जा भंडार खुद निर्मित कर सकता था। अरब देशों ने सत्तर के दशक में तेल के जो झटके दिए उन्होंने इस धारणा को हवा देने का काम किया।

जापान अब पूरी तरह आगे बढ़ना चाहता था। हल्के पानी पर आधारित कई परमाणु रिएक्टर बनाए गए - दबावयुक्त पानी के भी और उबलते पानी के भी। अंतिम गिनती तक इनकी संख्या 54 थी। इस्तेमाल किए जा चुके यानी क्षरित ईंधन का रिप्रोसेसिंग करना और उससे प्लूटोनियम के भंडार बनाना ऊर्जा सुरक्षा की कुंजी थी। मगर चाह और राह के बीच कई गड़बड़ियां होती हैं। रोकाशो स्थित ईंधन रिप्रोसेसिंग संयंत्र में एक के बाद एक कई समस्याएं आईं। इनमें से कई समस्याओं को तो आज तक भी नहीं सम्हाला जा सका है। अंतरिम व्यवस्था के तौर पर जापान ने अपना क्षरित ईंधन रिप्रोसेसिंग के लिए फ्रांस भेजना और वहां से प्लूटोनियम (मिश्रित ऑक्साइड ईंधन के रूप में) प्राप्त करना शुरू किया। इसमें प्लूटोनियम के परिवहन के सारे ज़ोखिमों को अनदेखा किया गया। कई सारे भूकंप लगभग

खतरा पैदा करने वाले रहे। खास तौर से जुलाई 2007 में चुएत्सू तट के निकट आए भूकंप की वजह से काशिवज़ाकी-कारीवा परमाणु बिजली घर को दो साल के लिए बंद करना पड़ा था। तो, हिरोशिमा व नागासाकी के सबक और नागरिकों व सामाजिक समूहों द्वारा अनगिनत विरोध प्रदर्शनों और कई बार भूकंप के कारण लगभग पैदा हो चुके खतरों के बावजूद जापान परमाणु उद्योग की आंख का तारा बन गया। चाहे तूफान आए या भूचाल, जापान का अभिजात्य वर्ग जापान का परमाणुकरण करने पर उतारू था। बदकिस्मती से इस बार भूचाल और तूफान दोनों साथ-साथ आ गए।

परमाणु बिजली के प्रवक्ता तर्क देते हैं कि कई सारे उद्योग हैं, जो खतरनाक हैं। ऐसी कई प्रक्रियाएं हैं जिनमें ज़हर और विषैले पदार्थ उत्पन्न होते हैं, जिन्हें सावधानीपूर्वक सम्हालना होता है। मगर वे भूल जाते हैं कि परमाणु ऊर्जा का उत्पादन एक अनूठे ढंग से खतरनाक है। जब यह बंद होता है, तो वास्तव में बंद नहीं होता। अन्य उद्योगों के मामले में हम यकीन से कह सकते हैं कि यदि किसी संयंत्र को बंद कर दिया गया है, तो उसका ज़हर संयंत्र में ही बंद रहेगा, पर्यावरण से अलग-थलग रहेगा, जब तक कि कोई तोड़फोड़ न की जाए या कोई भयानक आपदा न आ जाए।

इसके विपरीत, परमाणु संयंत्र को बंद रखने के लिए आपको कुछ करना होता है - उसे लगातार ठंडा करना पड़ता है। किसी भी कारण से शीतलीकरण में गड़बड़ी हुई, तो तापमान बढ़ने लगेगा और इसकी वजह से ईंधन को क्षति पहुंचेगी और रेडियोधर्मी पदार्थ वातावरण में फैलने लगेंगे।

फुकुशिमा दाइची में ठीक यही हुआ। जब भूकंप आया, तब 6 में से मात्र 3 रिएक्टर काम कर रहे थे। रिएक्टर क्रमांक 4, 5 व 6 बंद थे। भूकंप का झटका लगा, तो सेंसर्स ने रिएक्टर क्रमांक 1, 2 व 3 में रिएक्टर कंट्रोल रॉड्स को संकेत प्रेषित किया जिससे वे नीचे आकर श्रृंखला क्रिया को रोकती हैं। भूकंप की वजह से सामान्य एसी बिजली बंद हो गई थी। मगर डीज़ल जनरेटर्स ऑटोमैटिक ढंग से चालू हो गए थे और सब कुछ ठीक-ठाक था। करीब 1 घंटे बाद सुनामी का कहर आया। सुनामी के अंदेशे में संयंत्र के इर्द-गिर्द छः मीटर ऊंची दीवार बनाई गई थी। मगर यह दीवार निहायत नाकाफी साबित हुई और सुनामी इसे चीरते हुए आगे बढ़ी और डीज़ल जनरेटर ही नहीं बल्कि डीज़ल सप्लाई को भी तहस-नहस कर दिया। इसका भी पहले से अंदेशा था और संयंत्र में आठ घंटे तक बैटरी द्वारा बिजली सप्लाई की व्यवस्था थी। यह ऑटोमैटिक ढंग से चालू हुई और संयंत्र को बिजली मिलती रही। मगर यह भी अपर्याप्त सिद्ध हुआ और बिजली घर में अंधेरा छा गया।

इस मुकाम पर रिएक्टर ऑपरेटर्स के सामने दो अलग-अलग समस्याएं थीं। एक थी कि रिएक्टर 1, 2 और 3 के रिएक्टर कोर को ठंडा रखना और दूसरी थी कि छः रिएक्टरों के क्षरित ईंधन के तालाबों को ठंडा रखना। सवाल यह है कि जब नाभिकीय श्रृंखला क्रिया सफलतापूर्वक रुक चुकी थी, तब शीतलीकरण की ज़रूरत क्यों थी?

ऐसा इसलिए कि भले ही श्रृंखला क्रिया बंद हो गई है मगर इस क्रिया के चलते जो विभिन्न रेडियोधर्मी नाभिक बन चुके हैं, वे तो गर्मी पैदा करते जाते हैं। और यदि शीतलीकरण न हो, तो इसका परिणाम मेल्टडाउन यानी रिएक्टर के कोर के पिघलने के रूप में सामने आ सकता है। ऐसा होने पर रेडियोधर्मिता वातावरण में फैलेगी।

उबलते पानी के रिएक्टरों में क्षरित ईंधन के गट्ठरों को रिएक्टर के ऊपर एक कमरे में रखा जाता है। रिएक्टर कोर को तो प्रमुख चारदीवारी में एक और स्टील एक पात्र के अंदर रखा जाता है (जो सुरक्षा का एक और उपाय है), वहीं क्षरित ईंधन को इस चारदीवारी से बाहर रखा जाता है। इसे वातावरण में रिसने से रोकने का एकमात्र साधन रिएक्टर भवन की बाहरी मोटी दीवार ही होती है। इस मोटी दीवार को द्वितीयक चारदीवारी कहते हैं।

जहां केंद्रीय भाग यानी कोर के शीतलीकरण में सुरक्षा की दृष्टि से कई अतिरिक्त व्यवस्थाएं होती हैं (जैसे डीज़ल जनरेटर्स और बैटरी व्यवस्था), वहीं क्षरित ईंधन की सुरक्षा में गहराई के ये सारे इन्तज़ाम नहीं होते। इसमें एकमात्र व्यवस्था है ढेर सारा पानी। सामान्य संचालन के दौरान इस पानी का तापमान 25 डिग्री सेल्सियस से कम रखा जाता है। कारण यह बताया जाता है कि क्षरित ईंधन बहुत गर्म

नहीं होता, इसलिए शीतलीकरण न होने पर भी इस सारे पानी को वाष्प बनने में घंटों लगेंगे। इसके चलते बचाव के उपाय करने को काफी समय मिल जाएगा।

क्षरित ईंधन के बारे में दो बातें समझने की हैं। पहली बात तो यह है कि यह बहुत अधिक मात्रा में होता है। यह बात जापान और भारत जैसे देशों पर खास तौर से लागू होती है जो क्षरित ईंधन को परमाणु कचरा यानी कोई सिरदर्द नहीं मानते। बल्कि वे तो इसे एक संसाधन मानते हैं जिसमें से प्लूटोनियम प्राप्त किया जा सकता है। लिहाज़ा, जब भी यह माना जाता है कि युरेनियम से काफी ऊर्जा खींची जा चुकी है, तो उसे रिएक्टर से बाहर निकालकर तालाब में रख दिया जाता है। बाद में इसे रिप्रोसेसिंग के लिए भेज दिया जाएगा। मगर रिप्रोसेसिंग की टेक्नॉलॉजी अपना काम यानी ईंधन का रिप्रोसेसिंग बहुत तेज़ी से नहीं करती है, इसलिए ढेर सारा क्षरित ईंधन अपनी बारी के इंतज़ार में पड़ा रहता है।

दूसरी बात यह है कि क्षरित ईंधन कोर में उपस्थित पदार्थ की बनिस्बत पर्यावरण के लिए कहीं ज़्यादा खतरनाक हो सकता है क्योंकि सारे छोटी आयु वाले रेडियोसक्रिय आइसोटोप्स तो पहले ही खत्म हो चुके हैं और जो बचा है उसमें ज़्यादा आयु वाले आइसोटोप्स की भरमार है। मतलब अब वे आइसोटोप्स बचे हैं जो पर्यावरण में सदियों या सहस्त्राब्दियों तक टिके रहेंगे।

फुकुशिमा में जब बैटरियां भी ठप हो गईं और शीतलीकरण प्रणाली को बिजली मिलना बंद हो गई, तो तापमान बढ़ने लगा। तापमान बढ़ने के साथ ज़्यादा से ज़्यादा पानी उबलने लगा। जब तक ईंधन की छड़ें पानी से ढंकी थी, तब तक तो सब ठीक-ठाक था मगर अंततः ईंधन एसेंबली का ऊपरी हिस्सा खुले में आ गया और उनका तापमान निर्णायक स्तर से अधिक हो गया। ईंधन एसेंबली ज़र्कोनियम मिश्र धातु की नलियों में थोड़े संवर्धित युरेनियम की टिकिया भरकर बनी होती हैं।

आवरण के रूप में ज़र्कोनियम का इस्तेमाल इसलिए किया जाता है क्योंकि किसी भी धातु के समान इसके ऊष्मीय गुणधर्म तो बढ़िया हैं ही, मगर ज़्यादा महत्त्वपूर्ण बात यह है कि ज़र्कोनियम बहुत अधिक न्यूट्रॉन्स को नहीं पकड़ता। इसके चलते रिएक्टर के अंदर न्यूट्रॉन का किफायती उपयोग हो पाता है। मगर ज़र्कोनियम में एक गंभीर अवगुण भी है। उच्च तापमान पर यह पानी के साथ क्रिया करके हाइड्रोजन बनाने लगता है। तो हुआ यह कि केंद्रीय पात्र में हाइड्रोजन की मात्रा बढ़ती गई और रिएक्टर पात्र के अंदर दबाव बहुत अधिक हो गया। इस मुकाम पर ज़रूरी था कि रिएक्टर को ठंडा रखा जाए मगर इसके लिए पर्याप्त मात्रा में मीठा पानी उपलब्ध नहीं था। तो उन्होंने समुद्र के खारे पानी के इस्तेमाल का निर्णय लिया। यह निर्णय लेने में काफी उहापोह रही होगी क्योंकि समुद्री पानी का उपयोग करने का मतलब है कि रिएक्टर को सदा के लिए तिलांजलि देना। कारण यह है कि समुद्री पानी अत्यंत संक्षारक होता है और जब इसके साथ बोरिक एसिड का उपयोग किया जाता है तो यह और भी तीक्ष्ण हो जाता है। बोरिक एसिड का उपयोग इसलिए किया जाता है ताकि न्यूट्रॉन्स को पकड़ ले और श्रृंखला क्रिया आगे न बढ़े। मगर केंद्रीय पात्र में बहुत अधिक दबाव था और समुद्री पानी को प्रविष्ट कराने के लिए इस्तेमाल किए गए पंप्स कम दबाव पर काम करते थे। तो यह पानी या तो अंदर जा ही नहीं रहा था या बहुत कम जा रहा था। बीच-बीच में कामगार वाल्व खोलकर भाप और गैसों को बाहर निकालते थे और वह प्राथमिक कंटेनमेंट में भर जाती थी। इसके चलते कंटेनमेंट में दबाव बढ़ने लगा।

जब प्रमुख कंटेनमेंट में दबाव बहुत बढ़ गया, तो कंटेनमेंट के वाल्व खोलकर गैसों को वातावरण में छोड़ा गया। ऐसा करने पर रिएक्टर भवन के अंदर तो हाइड्रोजन जमा नहीं हो पाई होगी। मगर फिर भी द्वितीयक कंटेनमेंट के अंदर हाइड्रोजन जमा हुई। कोई नहीं जानता कि ऐसा क्यों हुआ। जब कंटेनमेंट का दबाव बढ़ा तो इसे भी वातावरण में खोला गया। उन्होंने पूरी कोशिश की थी कि कंटेनमेंट से कम से कम गैस वातावरण में छोड़ें ताकि रेडिएशन कम से कम निकले। लिहाज़ा उन्होंने ज़्यादा मर्तबा कंटेनमेंट के वाल्व नहीं खोले और लगता है कि इसी वजह से हाइड्रोजन व अन्य गैसें रिएक्टर भवन में रिस गईं। ऐसा होने पर खतरा

यह था कि हाइड्रोजन एक विस्फोटक स्तर तक पहुंच जाएगी। और भीषण विस्फोट हुए भी और इनकी वजह से इकाई 1 व इकाई 3 में रिएक्टर भवन की छतें उड़ गईं। इसके बाद रिएक्टर 2 का नंबर आया और इकाई 4 के क्षरित ईंधन के तालाब में आग लग गई। 22 मार्च को अंततः इकाई 5 व 6 में शीतलीकरण बहाल कर दिया गया था और इकाई 1 व 2 में प्रयास जारी थे। दरअसल, इकाई 3 व 4 के तालाब सबसे ज़्यादा चिंता का विषय बने हुए हैं क्योंकि विस्फोटों के कारण भवन पहले ही क्षतिग्रस्त हो चुके हैं और यदि अब ईंधन में कोई और क्षति हुई तो विकिरण सीधे वातावरण में पहुंचेगा। इकाई 4 का क्षरित ईंधन बाकी से ज़्यादा गर्म अवस्था में है। कारण यह है कि इसे दिसंबर 2010 में संयंत्र में नया ईंधन भरने के दौरान तालाब में डाला गया था। लिहाज़ा इस तालाब में ईंधन को पानी के अंदर रखने के लिए कहीं अधिक पानी पंप करना होता है। पानी वाष्पन के कारण तो उड़ता ही रहता है मगर लगता है इस तालाब में लीकेज भी है और पानी रिस जाता है। इकाई 3 में विशेष समस्या है क्योंकि इसमें मिश्रित ऑक्साइड ईंधन का उपयोग होता है, जिसमें प्लूटोनियम की मात्रा कहीं अधिक होती है और यह मानव स्वास्थ्य के लिए ज़्यादा घातक है।

बिजली सप्लाई बहाल हो जाने से थोड़ी सांस लेने की फुरसत ज़रूर मिली है मगर आपात स्थिति अभी गुज़री नहीं है। कभी भी कोई भी हादसा हो सकता है। परमाणु इंजीनियर्स बता रहे हैं कि कुछ निहायत कठिन व खतरनाक काम तो अभी बाकी हैं। और समय कम है।

दुनिया भर के परमाणुशाह दावा करते हैं कि सुरक्षा बहुत गहरी है। अंतर्राष्ट्रीय परमाणु ऊर्जा आयोग के मुताबिक सुरक्षा व्यवस्था की पांच पर्तें हैं ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि रेडियोधर्मी पदार्थ को पांच अवरोधों के अंदर कैद करके रखा जाए। यदि एक परत नाकाम रहती है तो अगला अवरोध काम करेगा। "गहरी सुरक्षा के सही क्रियान्वयन से यह सुनिश्चित होता है कि किसी एक स्तर पर या एक साथ कई स्तरों पर तकनीकी अथवा मानवीय असफलता शेष स्तरों पर सुरक्षा के लिए कोई खतरा नहीं बनेगी।" गहरी सुरक्षा की इस अवधारणा को जनता के सामने इस तरह पेश किया जाता है मानो रिएक्टर में ऐसी कोई दुर्घटना असंभव है जिससे रेडियोधर्मी पदार्थों का रिसाव वातावरण में हो। दावा किया जाता है कि चेरनोबिल की दुर्घटना डिज़ाइन व संचालकों की त्रुटियों के लगभग असंभव संयोग के कारण हुई थी। फुकुशिमा को भी यकीनन लाखों में एक प्राकृतिक हादसा बताया जाएगा और कहा जाएगा कि इसका पूर्वानुमान असंभव ही था।

अलबत्ता, हमें यह नहीं भूलना चाहिए कि जापान पेसिफिक रिंग ऑफ फायर में स्थित है जो अत्यधिक भूकंपनीय सक्रियता का क्षेत्र है। इस रिंग में अत्यंत तीव्रता के तीन भूकंप आ चुके हैं।

जापान टेक्नॉलॉजी की दृष्टि से अधिकांश अन्य देशों से मीलों आगे है। ऐसे में यदि भारतीय परमाणु अधिकारी कहें कि हमारे रिएक्टर उनके रिएक्टरों से ज़्यादा सुरक्षित हैं, तो इससे ज़्यादा हास्यास्पद बात और क्या हो सकती है। यह कहने से भी बात नहीं बनती कि वह भूकंप अत्यधिक भीषण था। आखिर, भूकंप से त्रस्त जापान ऐसे संयंत्र तो नहीं बना सकता जहां प्राकृतिक विपदा को घटने की अनुमति नहीं होगी। करने को यही रह जाता है कि ऐसे ठोस उपाय किए जाएं जिनसे पानी उबालने की इस विधि की ज़रूरत ही न रहे।

हालांकि परमाणु बिजली के दिन लद गए हैं मगर कुछ कदमों के बारे में तत्काल सोचना होगा। इस हादसे से कम से कम इतना सबक तो लिया ही जा सकता है कि एक ही जगह पर कई रिएक्टर न लगाए जाएं। इस मामले में हुआ यह कि एक ऐसी प्राकृतिक विपदा आई जिसने सुरक्षा की सारी गहराइयों को भेद दिया और यह कई भुजाओं वाली आपदा बन गई क्योंकि एक ही जगह पर इतने सारे रिएक्टर लगे थे। बड़े पैमाने के लाभ के सिद्धांत के आधार पर दुनिया में अधिकांश जगहों पर परमाणु बिजली घर समूहों में लगे हैं। फुकुशिमा में इतने सारे अलग-अलग हादसे एक साथ हुए कि उनको संभालने में कई दिक्कतें आईं।

यह सही है कि फुकुशिमा की दुर्घटना का तात्कालिक कारण भूकंप और सुनामी थे और प्रत्यक्ष कारण यह लगता

है कि बिजली सप्लाई बाधित हुई और उसे जल्दी बहाल नहीं किया जा सका। ऐसे कई शुरुआती कारक हो सकते हैं जो इसी तरह की स्थिति निर्मित कर देंगे। जैसे युद्ध या आतंकवादी हमला। विभिन्न नियामक संस्थाएं मांग करती हैं कि स्टेशन ब्लैकआउट से निपटने के उपाय मौजूद हों, मगर इस व्यवस्था की मांग वे मात्र 4-8 घंटे के लिए करती हैं। इस पर पुनर्विचार की ज़रूरत है।

फुकुशिमा दाइची रिएक्टर में जिन समस्याओं का सामना किया गया, उनकी तीव्रता के चलते, जापान के परमाणु प्रतिष्ठान को इन रिएक्टरों की समस्याओं से पल्ला झाड़ने का मौका मिल गया है। न सिर्फ फुकुशिमा दाइची में, मगर ओनिगावा और टोकाई संयंत्र में भी। यह सही है कि ये संयंत्र किसी गंभीर हादसे (जिन्हें आई.ई.एन.एस. स्तर 3 का हादसा कहा जा सके) का शिकार होने से बच गए मगर इन समस्याओं के बारे में चुप्पी साध लेने से हमारी समझ में कोई इज़ाफा नहीं होगा। वैसे खुद आई.ई.एन.एस. का यह पैमाना अपने-आप में एक हादसा है। यह जनता को भ्रमित करने का एक और औज़ार है।

इसी प्रकार से क्षरित ईंधन (परमाणु कचरा) को रिएक्टर के पास ही तालाब में डालकर रखना कोई अक्लमंदी नहीं है। यह कहने से बात नहीं बनती कि इसे अंततः रिप्रोसेस किया जाएगा। मानवता परमाणु युग के आरंभ से इन्तज़ार कर रही है कि परमाणु कचरे को संभालने और ठिकाने लगाने का कोई समाधान निकले। फुकुशिमा ने दिखाया है कि वास्तव में हम समाधान का नहीं, संकट का इन्तज़ार कर रहे हैं। ***(स्रोत फीचर्स)***