पवन ऊर्जा का विकास एवं उत्पादन

भास्वर लोचन

मानव विकास का इतिहास उपलब्ध ऊर्जा संसाधनों एवं उनके विकास का इतिहास रहा है। आज मानव सभ्यता विकास के जिस सोपान पर खड़ी है, वहां तक पहुंचने में जीवाश्म ऊर्जा संसाधनों की निर्णायक भूमिका रही है। परंतु दुर्भाग्यवश हमारी पृथ्वी पर इन संसाधनों के सीमित भंडार हैं तथा हमारे वर्तमान उपभोग की दर से इन भंडारों के अगले शताब्दी तक समाप्त हो जाने की आशंका है। इसके अलावा, जीवाश्म ईंधन को जलाने के कारण उत्पन्न होने वाले अवशेषों, जिनमें ग्रीन हाउस प्रभाव उत्पन्न करने वाली गैसें शामिल हैं, से हमारे पारिस्थितिक तंत्र को अपूरणीय क्षति हो रही है, जिसके कारण पृथ्वी पर जीवन के अस्तित्व पर ही संकट के बादल मंडराने लगे हैं। इस परिस्थिति से पार पाने हेतु हमारा ध्यान ऊर्जा के ऐसे स्रोतों की ओर आकृष्ट हुआ है जो न केवल स्वच्छ हैं वरन नवीकरणीय तथा कुछ मायनों में अविनाशी भी हैं।

इन सारे स्रोतों में पवन ऊर्जा एक विशिष्ट स्थान रखती है। सभ्यता के आरंभ से ही मनुष्य इसका उपयोग ऊर्जा के एक महत्वपूर्ण स्रोत के रूप में करता आ रहा है। 5000 ईसा पूर्व मिस्र सभ्यता में नील नदी पर नावों को चलाने के लिए पवन ऊर्जा का उपयोग होता था। 2000 ई.पू. आते-आते चीन में कुओं से पानी निकालने में तथा मध्य-पूर्व एशिया एवं ईरान में अनाज पीसने के लिए पवनचक्कियों का उपयोग प्रारंभ हो चुका था। 11वीं शताब्दी तक मध्य-पूर्व एशिया में पवन ऊर्जा का उपयोग अन्न उत्पादन तथा अनेक मिलते-जुलते कार्यों में व्यापक रूप से होने लगा था। 11वीं सदी में ही पवन ऊर्जा के उपयोग का विचार अंतर्राष्ट्रीय व्यापार के ज़रिए युरोप पहुंचा, जहां डच लोगों ने इसकी तकनीक में व्यापक सुधार किए और तालाबों से पानी के दोहन तथा डेल्टा से कीचड़ की सफाई में पवनचक्कियों का उपयोग किया। परवर्ती शताब्दियों में युरोपीय अन्वेषण दलों के साथ-साथ पवनचक्कियों के द्वारा पवन ऊर्जा के दोहन की तकनीक दुनिया के अनेक हिस्सों में फैल गई। 19वीं सदी में अमेरिका में पवन ऊर्जा का उपयोग अन्न उत्पादन, उद्वहन तथा आरा मशीनों को चलाने में होने लगा था।

थॉमस एल्वा एडिसन द्वारा विद्युत की खोज ने पवन ऊर्जा के उपयोग को एक नया आयाम दे दिया। पवनचक्की से विद्युत उत्पादन की तकनीक के विकास के फलस्वरूप दूर-दराज़ के गांवों को भी विद्युतीकृत कर पाना संभव हो गया। बीसवीं सदी के पूर्वाध में संयुक्त राज्य अमेरिका पवन ऊर्जा का उपयोग करने वाले अग्रणी देशों में शामिल हो गया। इसी समय केंद्रीय विद्युत ग्रिड से जोड़ने लायक छोटे पवन ऊर्जा विद्युत संयंत्र भी विकसित कर लिए गए।

बीसवीं सदी के उत्तरार्ध में तेल एवं गैस के रूप में ऊर्जा के सस्ते स्रोत उपलब्ध हो जाने के कारण विश्व भर में पवन ऊर्जा सम्बंधी अनुसंधान की गति अत्यंत धीमी पड़ गई। जड़ता की यह स्थिति सातवें दशक में आए विश्व तेल संकट तक बनी रही। इस संकट ने विश्व को ऊर्जा के अन्य स्रोतों को गंभीरता से लेने हेतु विवश कर दिया। अमरीका के नासा ने पवन ऊर्जा का व्यापक व्यावसायिक उपयोग संभव करने के प्रयासों में अग्रणी भूमिका निभाते हुए कई नई तकनीकें विकसित कीं जिनसे बड़े पैमाने पर विद्युत उत्पादन संभव था। कई देशों द्वारा ऊर्जा के महत्वपूर्ण संसाधन के रूप में इसकी महत्ता स्वीकार करने के कारण परवर्ती दशकों में इसका विकास त्वरित गति से हुआ और वर्तमान शताब्दी के प्रथम दशक के अंत तक यह ऊर्जा के सबसे तेज़ी से उभरते हुए वैकल्पिक स्रोतों में शामिल हो गया है।

उद्भव एवं विकास

पवन ऊर्जा से विद्युत उत्पादन का इतिहास संयुक्त राज्य अमेरिका के ओहियो, क्लीवलैंड से शुरू होता है। सन 1888 में चार्ल्स बुश ने सर्वप्रथम एक विशाल पवनचक्की का उपयोग विद्युत उत्पादन हेतु किया था। बुश मशीन कहलाने वाली इस पवनचक्की का व्यास 17 मीटर था तथा

दिष्ट धारा जनित्र से विद्युत उत्पन्न करने के लिए 500 चक्र/मिनट की गति प्राप्त करने हेतु इस चक्की में 50:1 अनुपात का 'स्टेप-अप गियर बॉक्स' लगा हुआ था। यह पवनचक्की 12 किलोवॉट विद्युत उत्पादन करने में सक्षम थी तथा करीबन 20 वर्षों तक कार्यरत रही।

इसके बाद 1891 में डेनमार्क निवासी डेन कॉर ने वायुगतिकीय नियमों का समावेशन करते हुए प्रथम विद्युत उत्पादन सक्षम पवनचक्की का विकास किया। इस पवनचक्की की क्षमता अपनी पूर्ववर्ती से कहीं बेहतर थी। प्रथम विश्व युद्ध की समाप्ति तक पूरे डेनमार्क में 25 किलोवॉट क्षमता की अनेक पवनचक्कियां स्थापित हो चुकी थीं। अलबत्ता, जीवाश्म ईंधनों की बढ़ती लोकप्रियता तथा इन भीमकाय पवनचक्कियों के संचालन में होने वाली असुविधा ने शीघ्र ही इन चक्कियों को अलोकप्रिय बना दिया और इनकी जगह पेरिस डन तथा जैकब विंड इलेक्ट्रिकल जैसी कंपनियों द्वारा निर्मित 1 से 3 किलोवॉट के छोटे संयंत्रों ने ले ली। ये संयंत्र घरों में रोशनी करने के साथ-साथ रेफ्रिजरेटर, वॉशिंग मशीन जैसे यंत्रों को चलाते थे।

परंतु बिजली की सतत बढ़ती मांग ने इन सयंत्रों को भी शीघ्र ही अप्रासंगिक बना दिया। व्यापक स्तर पर पवन ऊर्जा से विद्युत का उत्पादन रूस के द्वारा 1931 में कैस्पियन सागर के तट पर 100 किलोवॉट क्षमता के बालाक्लावा उत्पादन संयंत्र की स्थापना के साथ शुरू हुआ। यह संयंत्र दो वर्षों तक कार्यरत रहा तथा इस दौरान इसने दो लाख युनिट विद्युत का उत्पादन किया। आगे चलकर संयुक्त राज्य अमेरिका, डेनमार्क, ब्रिटेन ने भी बड़े संयत्रों की स्थापना का प्रयास किया, परंतु दुर्भाग्यवश इनमें से कोई भी व्यापारिक स्तर पर सफल नहीं हो सका। 1940 के दशक में ग्रैंडपा'स नॉब नामक पवन टर्बाइन वरमॉन्ट पर्वत चोटी पर स्थापित किया गया था। 1.25 मेगावॉट क्षमता का यह टर्बाइन स्थानीय आबादी की विद्युत आवश्यकता को पूरी करने में पूरी तरह सक्षम था। परंतु 175 फुट व्यास तथा सोलह टन वज़नी स्टेनलेस स्टील से बने इसके रोटर कुछ सौ घंटे के कार्य के बाद ही क्षतिग्रस्त हो गए।

दूसरे विश्व युद्ध के समय डेनमार्क ने 200 किलोवॉट क्षमता का पवन ऊर्जा संयंत्र स्थापित करने में सफलता प्राप्त कर ली। गेडसर नामक यह संयंत्र वस्तुतः 1920 के दशक के पॉल कॉर संयंत्रों का परिवर्धित रूप था। इस मशीन में तीन ब्लेड्स वाला रोटर लगा हुआ था जो यांत्रिकीय पवनचक्की तकनीक का उपयोग करता था। इसी समय जर्मनी के वैज्ञानिक प्रोफेसर ऑलरिच हटर ने आधुनिक तथा क्षैतिज-धुरी संरचना वाले मध्यम आकार के संयंत्रों की श्रृंखला का विकास किया जिनमें बेहतर कार्यक्षमता प्राप्त करने के लिए फाइबरग्लास और प्लास्टिक के ब्लेड्स का प्रयोग किया गया था। प्रो. हटर के अधुनातन डिज़ाइनों की आयु 4000 घंटों से भी ज़्यादा थी। सत्तर के दशक में डेनमार्कवासियों ने इन डिज़ाइनों में क्रांतिकारी परिवर्तन किए। उन्होंने नियत पिच वाले गेडसर मिल के डिज़ाइन में बुनियादी परिवर्तन लाते हुए इन्हें हल्की तथा उच्च क्षमता वाली मशीनों में परिवर्तित कर दिया। विश्व तेल संकट के दौरान संयुक्त राज्य अमेरिका में इस क्षेत्र में उल्लेखनीय अनुसंधान एवं विकास कार्य हुए। वहां इस दौरान 1-40 किलोवॉट के छोटे टर्बाइनों, 100 किलोवॉट से लेकर 3.2 मेगावॉट वाले क्षैतिज-धुरी टर्बाइनों तथा 5-500 किलोवॉट वाले टरबाइनों का विकास किया गया। बीसवीं सदी के अंतिम तथा इक्कीसवीं सदी के पहले दशक में युरोप एवं चीन में पवन ऊर्जा के क्षेत्र में प्रशंसनीय अनुसंधान हुआ जिसने उन्हें इस क्षेत्र में अग्रणी बना दिया है। 1992 में डेनमार्क में विश्व का प्रथम ऑफशोर (तट से दूर) विंड फॉर्म स्थापित किया गया। विन्डबॉय नामक इस संयंत्र की क्षमता 5 मेगावॉट थी।

भारत में पवन ऊर्जा

भारत में पवन ऊर्जा का विकास नब्बे के दशक में प्रारंभ

हुआ। इस क्षेत्र में तुलनात्मक रूप से नवप्रवेशी होने के बावजूद पवन ऊर्जा का उपयोग विद्युत उत्पादन के लिए करने वाले देशों में हमारा स्थान पांचवां है। 2013 तक भारत में कुल स्थापित क्षमता 19,051.5 मेगावॉट है जो भारत की कुल क्षमता का 8.5 प्रतिशत भाग है तथा आज हमारे देश के कुल विद्युत उत्पादन का 1.6 प्रतिशत भाग पवन ऊर्जा से प्राप्त होता है। तमिलनाडु पवन ऊर्जा से 7158 मेगावॉट विद्युत उत्पादन कर देश में शीर्ष स्थान पर है तथा उसके बाद गुजरात एवं महाराष्ट्र का स्थान आता है जिनके उत्पादन क्रमशः 3093 मेगावॉट और 2976 मेगावॉट हैं। भारत सरकार के अपारंपरिक तथा नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय ने सन 2017 तक देश में 27,300 मेगावॉट की कुल क्षमता के पवन ऊर्जा आधारित संयंत्रों की स्थापना का महत्वाकांक्षी लक्ष्य रखा है तथा 80 मीटर की ऊंचाई पर 1,02,788 मेगावॉट विद्युत उत्पादन किया जा सकता है। देश के अनेक उपक्रमों ने भी निजी स्तर पर पवन ऊर्जा के दोहन हेतु गंभीर प्रयास किए हैं। तेल एवं प्राकृतिक गैस आयोग ने पवन ऊर्जा का दोहन एक उल्लेखनीय ऊर्जा संसाधन के रूप में करने हेतु सूरजबारी, गुजरात में 51 मेगावॉट का विंड फार्म और पश्चिमी तट से दूर स्थित परिसंपत्तियों के अनेक मानवरहित प्लेटफार्मों की स्थानीय आवश्यकताएं पूरी करने हेतु मध्यम आकार के संयंत्रों की स्थापना करने के साथ-साथ इस महत्वपूर्ण क्षेत्र में अनुसंधान एवं विकास हेतु नई दिल्ली में राजीव गांधी अक्षय ऊर्जा संस्थान की स्थापना भी की है।

वर्तमान एवं भविष्य

पवन ऊर्जा के क्षेत्र में हुए अनुसंधानों के परिणामस्वरूप आज हमारे पास कुछ किलोवॉट क्षमता वाली छोटी पवनचक्कियों से लेकर मेगावॉट क्षमता के विशालकाय संयंत्र उपलब्ध हैं। आज पूरे विश्व में स्थापित संयंत्रों की कुल क्षमता लगभग 282 गिगावॉट है और यह 27 प्रतिशत सालाना की दर से बढ़ रही है। इस उत्पादन में से 4620 मेगावॉट ऑफशोर संयंत्रों से प्राप्त होता है। चीन 75,324 मेगावॉट उत्पादन के साथ विश्व में शीर्ष स्थान पर है तथा संसार के तकरीबन 83 देश विद्युत उत्पादन हेतु पवन ऊर्जा का उपयोग कर रहे हैं। डेनमार्क अपनी आवश्यकता का 25 प्रतिशत पवन ऊर्जा से प्राप्त करता है।

पृथ्वी पर पवन ऊर्जा की व्यापक उपलब्धता तथा पर्यावरण अनुकूलता को देखते हुए वैज्ञानिक इसके दोहन को और सुगम बनाने हेतु गंभीरता से अनुसंधानरत हैं तथा नित नई विधियां खोज रहे हैं। फिलहाल ऊंचाइयों तथा महासागरों के ऊपर बहने वाली हवा से ऊर्जा का दोहन दुनिया भर में सघन अनुसंधान का विषय है। इसके साथ-साथ पदार्थ विज्ञान एवं तकनीक में हो रही क्रांतिकारी खोजों के परिणामस्वरूप पवनचक्की संयंत्रों की क्षमता में दिन-प्रतिदिन वृद्धि हो रही है। इस तरह पवन ऊर्जा एक विश्वसनीय ऊर्जा संसाधन के रूप में भविष्य में जीवाश्म ऊर्जा का एक भरोसेमंद विकल्प सिद्ध होने की उम्मीद जगाती है। ***(स्रोत फीचर्स)***

वर्ग पहेली 125

दि	या	स	ला	ई		ला	तू	र
शा			इ		द	वा		स
सू	क्ष्म		ला		ह		चां	द
च		सु	ज	न	न		द	
क	पू	र		क्ष		प	नी	र
	र्णि		आं	त्र	शो	थ		च
गा	मा		व		र		छै	ना
ज		नी	ल		गु			का
र	क	म		गु	ल	मो	ह	र