

भारतीय ऊर्जा सुरक्षा की गारंटी सौर ऊर्जा

कृष्ण कुमार मिश्र

भारत तेजी से प्रगति पथ पर अग्रसर है। उसे तमाम स्रोतों से ऊर्जा चाहिए। ऊर्जा, जो सुलभ हो, किफायती हो, प्रदूषणमुक्त हो, राष्ट्र की दीर्घकालिक आवश्यकताओं के अनुरूप हो, तथा उसकी आत्मनिर्भरता के मंत्र को बल प्रदान करती हो। सौर ऊर्जा उपरोक्त कसौटियों पर खरी उतरती है। यह भारत के लिए भविष्य में ऊर्जा की वास्तव में गारंटी है। किसी राष्ट्र की प्रगति का पैमाना वहां पर खर्च होने वाली ऊर्जा से मापा जाता है। प्रतिव्यक्ति खपत वास्तव में नागरिक के जीवन स्तर का द्योतक माना जाता है। पृथ्वी पर मिलने वाली समस्त ऊर्जा का एकमेव स्रोत सूर्य है। चाहे वह तेल हो या कोयला, जलावनी लकड़ी हो या फिर कोई अन्य स्रोत। विद्युत के सभी स्रोत तापीय, जलविद्युत, ज्वारीय, या फिर गैरपरंपरागत अन्य स्रोत, सभी प्रकारांतर से सूर्य की ही ऊर्जा हैं। जीवन को संचालित करने वाली धड़कन भी सूर्य की ही ऊर्जा है। वास्तव में समस्त चराचर जगत में सूर्य की ही ऊर्जा विविध रूपों में विद्यमान है।



भारत सरकार ने वर्ष 2009 में सौर ऊर्जा को बढ़ावा देने के लिए 'राष्ट्रीय सौर मिशन' का गठन किया था जिसका उद्देश्य वर्ष 2022 तक ग्रिड विद्युत शुल्क दरों के साथ समानता लाने के लिए देश में सौर ऊर्जा तकनीकों का विकास और संस्थापन करना था।

भारत ने देश भर में कुल 42 सोलर पार्क की स्थापना की है जहां उद्यमियों के लिए परियोजना हेतु जमीन उपलब्ध करायी गयी है।

भारत पृथ्वी के उत्तरी गोलार्ध में कुछ इस तरह स्थित है कि हमारे यहां साल भर में करीब 300 दिन सूर्य चमकता है। यह देश के लिए वरदान सदृश है। भारत में सौर ऊर्जा के विकास की अपार संभावनाएं मौजूद हैं। भारत ने इस बात को पहचाना है। उसने विगत कई वर्षों से इस पर पूरा ध्यान देना शुरू किया है। उसके प्रयासों के अपेक्षित नतीजे भी मिलने शुरू हो गये हैं। देश में पिछले तीन दशकों से सौर ऊर्जा पर काम हो रहा है। लेकिन पिछले कुछ बरसों में इसमें वास्तव में रफ्तार पकड़ी है। देश ने सौर ऊर्जा के क्षेत्र में पूरी दुनिया में अपना स्थान बना लिया है। यह एक अक्षय ऊर्जा है। सूर्य विगत 5 अरब वर्षों से चमक रहा है। वैज्ञानिकों का कहना है कि अगले 5 अरब साल तक यह ऐसे ही चमकता रहेगा। यानी सौर ऊर्जा की उपलब्धता के बारे में हमें फिक्र करने की जरूरत ही नहीं है। भारत सरकार ने वर्ष 2009 में सौर ऊर्जा को बढ़ावा देने के लिए 'राष्ट्रीय सौर मिशन' का गठन किया था जिसका उद्देश्य वर्ष 2022 तक ग्रिड विद्युत शुल्क दरों के साथ समानता लाने के लिए देश में सौर ऊर्जा तकनीकों का विकास और संस्थापन करना था।

विकास के लिए ऊर्जा बहुत जरूरी होती है। सभ्यता के उषा काल से आज तक प्रति व्यक्ति ऊर्जा की खपत बढ़ती गयी है। भारत दुनिया की सबसे बड़ी जनसंख्या वाला देश है। उसकी ऊर्जा जरूरतें भी बहुत

बड़ी हैं। उसे तमाम स्रोतों से ऊर्जा हासिल करना है। इसमें पारंपरिक तथा गैर पारंपरिक स्रोत, दोनों शामिल हैं। देश के लिए ऊर्जा की निरंतर तथा निर्बाध आपूर्ति जरूरी है। साथ ही ऊर्जा सुरक्षा हमारे लिए बहुत मायने रखती है। दुनिया की 17 प्रतिशत आबादी अपनी जरूरतों के लिए दूसरों पर लगातार निर्भर नहीं रह सकती। जैसा कि हम जानते हैं, पूरी दुनिया में जीवाश्म ईंधन (पेट्रोलियम, कोयला, वगैरह) के भंडार सीमित हैं। ऐसा माना जाता है कि अगले कुछ दशकों में ये भंडार समाप्त हो जाने वाले हैं। जीवाश्म ईंधन के मामले में हम आयात पर निर्भर हैं। तेल की कुल जरूरतों का 80 प्रतिशत हम तमाम देशों से मंगाते हैं। हमारे अपने स्रोतों से हम बमुश्किल कुल 20 प्रतिशत की पूर्ति कर पा रहे हैं। ऐसे में हमें ऊर्जा के वैकल्पिक स्रोत अभी से विकसित करने होंगे। निरंतर विकासमान होने के लिए यह आवश्यक है। सौर ऊर्जा इसी तरह की एक वैकल्पिक ऊर्जा है जिस पर आजकल बहुत ध्यान दिया जा रहा है। भारत के लिए सौर ऊर्जा बहुत बड़ा स्रोत बनने का सामर्थ्य रखती है। ऐसा इसलिए क्योंकि हमारा देश भौगोलिक तौर पर गर्म प्रदेश में स्थित है जहां सूरज की किरणें तकरीबन पूरे साल उपलब्ध रहती हैं।

सौर ऊर्जा, वह ऊर्जा है जो सीधे सूर्य की रोशनी से प्राप्त की जाती है। सौर ऊर्जा ही धरती पर मौसम एवं जलवायु की गतिशीलता

तेल की कुल जरूरतों का 80 प्रतिशत हम तमाम देशों से मंगाते हैं। हमारे अपने स्रोतों से हम बमुश्किल कुल 20 प्रतिशत की पूर्ति कर पा रहे हैं।



भारत ने पहल करते हुए 'इंटरनेशनल सोलर एलायंस' की स्थापना में अग्रणी भूमिका निभाई है। इसका मुख्यालय दिल्ली में है। इस संस्था का मंत्र है- एक सूर्य, एक विश्व, एक ग्रिड।

का संचालन करती है। पृथ्वी पर मौजूद तमाम तरह के ऊर्जा स्रोतों का मूल सूर्य है। जीवन की समस्त गतिविधियां सूर्य से संचालित होती हैं। वनस्पतियां तथा जीव-जन्तु अपनी जैविक क्रियाकलापों के संचालन में प्रकारान्तर से सौर ऊर्जा का ही प्रयोग करते हैं। सौर ऊर्जा भारत में तेजी से बढ़ रहा उद्योग है। सितम्बर 2023 तक देश में सौर ऊर्जा की कुल स्थापित क्षमता 71780 मेगावाट थी। सौर विद्युत उत्पादन में दुनिया में भारत का स्थान चौथा है। भारत ने वर्ष 2022 तक के लिए 20000 मेगावाट सौर विद्युत का लक्ष्य रखा था जो कि उसने चार साल

पहले ही प्राप्त कर लिया। भारत ने देश भर में कुल 42 सोलर पार्क की स्थापना की है जहां उद्यमियों के लिए परियोजना हेतु जमीन उपलब्ध करायी गयी है। भारत ने पहल करते हुए 'इंटरनेशनल सोलर एलायंस' की स्थापना में अग्रणी भूमिका निभाई है। इसका मुख्यालय दिल्ली में है। इस संस्था का मंत्र है- एक सूर्य, एक विश्व, एक ग्रिड, (One Sun, One World, One Grid)।

पेड़-पौधे स्वपोषी कहे जाते हैं क्योंकि प्रकाश संश्लेषण के जरिए वे अपना भोजन स्वयं तैयार कर लेते हैं। इस प्रक्रिया में क्लोरोफिल की उपस्थिति में वातावरणीय जलवाष्प तथा कार्बन डाइऑक्साइड के संयोग से वे कार्बोहाइड्रेट (प्रायः ग्लूकोस) का निर्माण करते हैं। इस रासायनिक प्रक्रिया में सौर विकिरण की अहम भूमिका होती है। ऊर्जा संरक्षण के नियम के अनुसार ऊर्जा कभी नष्ट नहीं होती है बल्कि उसका रूपान्तरण होता है। प्रकाश संश्लेषण में विद्युतचुंबकीय ऊर्जा पेड़-पौधों में रासायनिक ऊर्जा (ग्लूकोस) में बदल जाती है। जीव-जन्तु प्रायः परपोषी होते हैं। वे अपना भोजन नहीं बना सकते। वे अपने आहार के लिए वनस्पतियों पर आश्रित होते हैं। धरती के भूगर्भ से निकलने वाला जीवाश्म ईंधन जैसे कोयला, पेट्रोलियम, नैथा, गैस, वगैरह सजीवों से निर्मित हैं। आज से करोड़ों वर्ष पूर्व पेड़-पौधों ने उनका सौर विकिरण का इस्तेमाल करते हुए निर्माण किया था।

हमारे देश में पारंपरिक तौर पर सौर ऊर्जा का प्रयोग घरेलू तथा कृषि कार्यों में बहुत पहले से होता रहा है। सूरज की धूप का प्रयोग खाद्यान्नों तथा वस्त्रों को सुखाने तथा उनके भंडारण हेतु, एवं घरेलू सामानों और कृषि उपकरणों के उपचार के लिए होता रहा है। इनमें सौर ऊष्मा का उपयोग किया जाता है। लेकिन अब वैज्ञानिक तरक्की से सौर विकिरण को विद्युत में बदलने की तकनीक विकसित हो चुकी है। यह तकनीक शुरू में बहुत महंगी थी। लेकिन निरंतर शोध और विकास से यह विद्युत



तकनीकी विकास के चलते आज अनेक तरह के सौर ऊर्जा उपकरण बाजार में उपलब्ध हैं जो गार्डन व स्ट्रीट लाइट के रूप में बहुत उपयोगी हैं।

पहले जहां प्रति यूनिट सौरविद्युत की लागत 20 से 25 रुपये उत्पादन लागत आती थी, आज वह घटकर करीब 3 रुपये प्रति यूनिट पर आ चुकी है तथा परंपरागत स्रोतों के समतुल्य हो चुकी है। सोलर पैनल द्वारा सौर ऊर्जा को बिजली में बदल दिया जाता है।

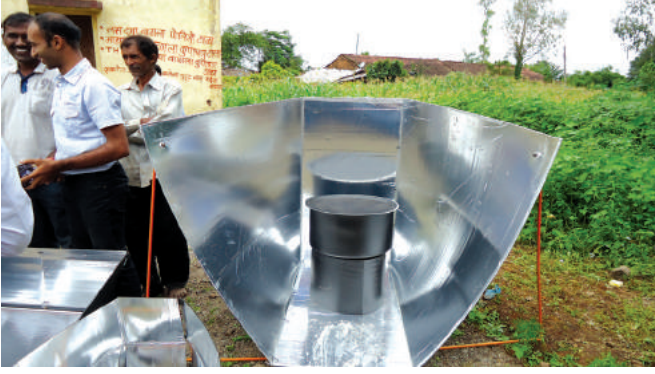
के अन्य स्रोतों के बराबरी में आ चुकी है। पहले जहां प्रति यूनिट सौरविद्युत की लागत 20 से 25 रुपये उत्पादन लागत आती थी, आज वह घटकर करीब 3 रुपये प्रति यूनिट पर आ चुकी है तथा परंपरागत स्रोतों के समतुल्य हो चुकी है। सोलर पैनल द्वारा सौर ऊर्जा को बिजली में बदल दिया जाता है। इसके लिए पैनल को घरों, व्यावसायिक प्रतिष्ठानों की छतों पर रखा जाता है जहां उस पर सूरज की किरणें खूब आती हैं। सूरज से ऊर्जा प्राप्त करने के लिए फोटोवोल्टेइक सेल प्रणाली का प्रयोग किया जाता है। फोटोवोल्टेइक सेल सूरज से प्राप्त होने वाली

किरणों को विद्युत ऊर्जा में रूपांतरित कर देता है।

तकनीकी विकास के चलते आज अनेक तरह के सौर ऊर्जा उपकरण बाजार में उपलब्ध हैं जो गार्डन व स्ट्रीट लाइट के रूप में बहुत उपयोगी हैं। अगर घर के बाहर गार्डन है तो आप सौर ऊर्जा से चलित गार्डन लाइट का प्रयोग कर सकते हैं। यह किफायती होने के साथ-साथ उपयोग में बहुत आसान है। यह लाइट दिन भर चार्ज होने के बाद रात को 5.6 घंटे जलती है। इसके अलावा बाजार में सौर ऊर्जा से चार्ज होने वाली स्ट्रीट लाइटें भी उपलब्ध हैं। ये दिन भर चार्ज होने के बाद शाम को स्वतः जल जाती हैं और सुबह तक जलती रहती हैं। गार्डन लाइट 2 साल तक चल जाती है, जबकि स्ट्रीट लाइट का जीवनकाल 10 से 15 साल होता है।

भोजन पकाने के लिए सोलर कुकर बहुत उपयोगी होते हैं। इनका इस्तेमाल भी आसान और सुविधाजनक होता है। ये कुकर दो तरह के होते हैं: बॉक्स टाइप और डिश टाइप। इसमें आप तलने का काम भी कर सकते हैं। इसमें दाल, चावल, राजमा व सब्जियों आदि को उबाला जा सकता है। मूंगफली और पॉपकॉर्न भूने जा सकते हैं। इसमें आपको कोई मेहनत नहीं करनी पड़ती। बस जो चीज पकाना है, उसे धूप में रख दीजिए। यह कामकाजी लोगों के लिए भी काफी उपयोगी है। सोलर कुकर से 3.4 घंटे में खाना बन जाता है। इसकी खासियत यह है कि इसमें पका खाना पौष्टिक और स्वादिष्ट होता है। सोलर कुकर से पकाने में भोजन के पौष्टिक तत्वों की गुणवत्ता कायम रहती है। यह दाम में भी किफायती होता है, तथा 20 साल से 25 साल चल जाता है।

सोलर वॉटर हीटर, सोलर उत्पादों में सबसे पुराना है। घरेलू इस्तेमाल के लिए 100 से 300 लीटर क्षमता का सोलर हीटर पर्याप्त होता है। इससे ज्यादा क्षमता वाले हीटर होटल, गेस्टहाउस, अस्पताल, आदि में लगाए जाते हैं। इन हीटरों की विशेषता यह है कि इन्हें एक बार खरीद लेने के बाद फिर इस पर कोई अतिरिक्त खर्च नहीं करना पड़ता। होटल व्यवसाय में



भोजन पकाने के लिए सोलर कुकर बहुत उपयोगी होते हैं।



सोलर वॉटर हीटर, सोलर उत्पादों में सबसे पुराना है। घरेलू इस्तेमाल के लिए 100 से 300 लीटर क्षमता का सोलर हीटर पर्याप्त होता है।

वॉटर हीटरों की बहुत मांग है। ऐसा इसलिए क्योंकि होटलों पर लगने वाली विद्युत दर व्यावसायिक दर होती है जो आवासीय दरों से ज्यादा होती है। ऐसे में होटल व्यवसायी सोलर वॉटर हीटरों को वरीयता देते हैं। घनी बदरी तथा गहरे कुहासे के दिनों को छोड़कर करीब दस महीने ये बड़े आराम से काम करते हैं। आजकल ऐसे सोलर हीटर भी आ रहे हैं जिन्हें सोलर एनर्जी उपलब्ध न होने पर सामान्य विद्युत ग्रिड से जोड़कर भी उपयोग में ला सकते हैं। किसी 100 लीटर के वॉटर हीटर से सालाना करीब 1500 यूनिट तक

बिजली बचाई जा सकती है। यानी औसतन 10 हजार से लेकर 12 हजार रुपये तक की बचत। इसके अलावा यह हर साल डेढ़ टन कार्बन उत्सर्जन भी रोकता है। सोलर वॉटर हीटर की औसत उम्र 20 से 25 साल होती है।

भारत में बिजली की अभी भी कमी है। ऐसा इसलिए क्योंकि मांग की तुलना में उत्पादन अभी भी कम है। सोलर इन्वर्टर ऐसे में बहुत उपयोगी हैं। आमतौर पर घरों में लगभग 1 किलोवाट के इन्वर्टर का इस्तेमाल किया जाता है जिससे 6 लाइट, 4 पंखे, 1 कंप्यूटर और 1 टीवी को 8 घंटों तक आराम से चलाया जा सकता है। सोलर इन्वर्टर के सोलर मॉड्यूल की लाइफ तो लम्बी होती है लेकिन इसकी बैटरी को आम तौर पर हर 4 से 5 साल बाद बदलना पड़ता है। सोलर मॉड्यूल की लाइफ 20.25 साल होती है।

सौर ऊर्जा प्रकृति तथा पर्यावरण के लिए निरापद मानी जाती है। इसे अक्षय ऊर्जा भी माना जाता है। इससे प्राकृतिक स्रोतों को क्षति नहीं पहुंचती है। सौर ऊर्जा के उत्पादन में राजस्थान अग्रणी राज्य है। इसके बाद नम्बर आता है गुजरात का। इस वक्त देश में सौर ऊर्जा का कुल उत्पादन सकल स्थापित विद्युत क्षमता का करीब 13.22 प्रतिशत, तथा नवीकरणीय स्रोत का 34 प्रतिशत है। उत्तर प्रदेश सरकार ने भी ऊसर और बंजर जमीन का भूमि-बैंक बनाकर सौर ऊर्जा संयंत्र लगाने की पहल की है। मध्य प्रदेश तथा राजस्थान की सरकारों ने बड़े स्तर पर सौरऊर्जा संयंत्र लगाए हैं तथा महत्वाकांक्षी लक्ष्य तय किए हैं। देश के ग्राम्य अंचलों में प्रायः विद्युत संकट रहता है। अतः ग्रामीण क्षेत्रों में विद्युत आपूर्ति को सौरऊर्जा के जरिये बेहतर किया जा सकता है। सौर ऊर्जा का एक बड़ा फायदा यह है कि इसमें तापीय ऊर्जा की तरह कोयले,

इंटरनेशनल सोलर अलाएंस के महानिदेशक डॉ. अजय माथुर के अनुसार वर्ष 2025 तक तकनीकी उन्नति तथा सुधार के चलते सोलर बैटरी की कीमतों में काफी कमी आएगी। अभी सोलर बैटरी की लागत ज्यादा आती है। सोलर संयंत्र में बैटरी ही सबसे खर्चीली होती है। उन्हें उम्मीद है कि ऐसा होने से वर्ष 2030 तक भारत में कुल सौर ऊर्जा का उत्पादन 5 लाख मेगावाट पहुंच जाएगा।

गैस या नेथा का इस्तेमाल नहीं होता। इससे कार्बन उत्सर्जन नहीं होता तथा पर्यावरण को नुकसान नहीं होता।

भारत में सौर ऊर्जा की अपार संभावनायें हैं। देश के भूभाग पर प्रतिवर्ष करीब 5000 ट्रिलियन किलोवाट घंटा सौर ऊर्जा पड़ती है। देश के अधिकांश भागों में 4.7 किलोवाट घंटे प्रति वर्गमीटर प्रतिदिन क्षमता की सौर किरणें धरती पर पड़ती हैं। अतः सौर विकिरण को ताप और विद्युत, दोनों में रूपांतरित करके शहरों तथा गांवों, में हर जगह इसका इस्तेमाल

किया जा सकता है। उत्पादन लागत में सौर विद्युत ऊर्जा अभी बाकी विद्युतों के बराबर हो चुकी है। आने वाले समय में यह बाकियों से किफायती होगी। सौर मिशन का उद्देश्य क्षमता में तीव्र गति से विस्तार और तकनीकी नवाचार से लागत में कमी लाकर उसे ग्रिड के स्तर पर लाना था। मिशन ने ग्रिड समानता के स्तर को हासिल कर लिया है। इंटरनेशनल सोलर अलाएंस के महानिदेशक डॉ. अजय माथुर के अनुसार, वर्ष 2025 तक तकनीकी उन्नति तथा सुधार के चलते सोलर बैटरी की कीमतों में काफी कमी आएगी। अभी सोलर बैटरी की लागत ज्यादा आती है। सोलर संयंत्र में बैटरी ही सबसे खर्चीली होती है। उन्हें उम्मीद है कि ऐसा होने से वर्ष 2030 तक भारत में कुल सौर ऊर्जा का उत्पादन 5 लाख मेगावाट पहुंच जाएगा। यह सचमुच बहुत बड़ी उपलब्धि होगी। फिर हम ऊर्जा अधिशेष राज्य होंगे, जरूरत से ज्यादा विद्युत हमारे पास होगी, हम अपने पड़ोसी देशों को भी मांग पर ग्रिड के जरिये विद्युत आपूर्ति कर सकेंगे। सौर ऊर्जा पर जिस रफ्तार से काम हो रहा है, उससे यह लक्ष्य बहुत कठिन नहीं है। सौर विद्युत ऊर्जा विशेष करके देश के गांव-देहात के लिए बहुत उपयोगी होगी क्योंकि वहां पैनल वगैरह लगाने के लिए स्थान की कमी नहीं है। सौर ऊर्जा में तरक्की से प्रत्येक देशवासी को स्वच्छ तथा भरोसेमंद ऊर्जा उपलब्ध कराने का लक्ष्य शीघ्र हासिल हो सकेगा।

डॉ. कृष्ण कुमार मिश्र

होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केन्द्र

टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान, मुंबई(महाराष्ट्र) 400088