कृषि और सिंचाई क्षेत्र में अभिवृद्धि का नया प्रतिमानः नवीकरणीय ऊर्जा

अजय सिंह

अजय सिंह, प्रोफेसर, सिविल इंजीनियरिंग विभाग एवं डीन, स्कूल ऑफ इंजीनियरिंग एंड टेक्नोलॉजी, सेंट्रल यूनिवर्सिटी झारखंड, रांची, भारत, **Email: ajai.singh@cuj.ac.in**

कृषि भारत की ग्रामीण अर्थव्यवस्था की रीढ़ है, जो लगभग 42 प्रतिशत कार्यबल को रोजगार देती है और देश के कुल मीठे जल निष्कर्षण का लगभग 85 प्रतिशत उपयोग करती है। 2016 से 2021 के बीच सिंचाई क्षेत्र का कवरेज सकल बोया हुआ क्षेत्र के 49.3 प्रतिशत से बढ़कर 55 प्रतिशत हो गया। किंतु सिंचाई की विश्वसनीयता सस्ती और भरोसेमंद ऊर्जा तक पहुँच पर निर्भर करती है। भारत का कृषि क्षेत्र कुल विद्युत खपत का लगभग 20 प्रतिशत तथा डीजल ईंधन का एक बड़ा भाग मुख्यतः सिंचाई पंपिंग के लिए उपयोग करता है। इसका परिणाम उच्च राजकोषीय दबाव, जल उपयोग की अक्षमता, और अस्थिर भूजल दोहन के रूप में सामने आया है। दशकों तक सिंचाई विस्तार नहरों, डीजल पंप-सेटों और भारी सब्सिडी वाले ग्रिड पावर पर आधारित रहा। जैसे-जैसे जलवायु परिवर्तनशीलता, भूजल क्षय और ऊर्जा सब्सिडियाँ पारिस्थितिक तंत्र तथा राज्य बजट पर दबाव बढ़ा रही हैं, नवीकरणीय ऊर्जा (आरई) सिंचाई वृद्धि को जीवाश्म ईंधन निर्भरता से अलग करने का एक रूपांतरकारी अवसर प्रदान करती है। नवीकरणीय ऊर्जा संक्रमण, पेरिस समझौते और भारत की राष्ट्रीय स्तर पर निर्धारित योगदान (एनडीसी) के साथ संरेखित है, जो 2030 तक गैर-जीवाश्म स्रोतों से 50 प्रतिशत संचयी विद्युत क्षमता प्राप्त करने का लक्ष्य रखते हैं। कृषि क्षेत्र में आर.ई. दोहरा लाभ-सिंचाई के लिए ऊर्जा आत्मनिर्भरता और उच्च उत्सर्जन वाले क्षेत्र का डीकार्बोनाइजेशन प्रदान करती है। आर.ई. प्रौद्योगिकियों का अपनाना-विशेष रूप से सौर फोटोवोल्टाइक (पीवी) सिंचाई पंप, एग्रीवोल्टाइक्स, नहर-शीर्ष और फ्लोटिंग सोलर, तथा बायोमास-आधारित माइक्रो-ग्रिड-सततता और चक्रीय संसाधन उपयोग की दिशा में एक संरचनात्मक बदलाव को दर्शाता है।

भारत में कृषि क्षेत्र की बिजली मांग लगभग 280 टीडब्ल्यूएच/वर्ष है, जहाँ 2.1 करोड़ से अधिक विद्युत पंप और 80 लाख डीजल पंप संचालित हो रहे हैं। यह क्षेत्र डीजल के उपयोग और बिजली उत्पादन में निहित कार्बन उत्सर्जन के कारण राष्ट्रीय कार्बनडाई ऑक्साइड उत्सर्जन में लगभग 17 प्रतिशत योगदान देता है। सब्सिडी वाले टैरिफ के कारण राज्य विद्युत उपयोगिताओं पर हर वर्ष रूपये 1 लाख करोड़ से अधिक का राजकोषीय बोझ पड़ता है। इसके अतिरिक्त, अनियमित ग्रिड आपूर्ति-अक्सर रात के समय-अत्यधिक पंपिंग और अप्रभावी सिंचाई प्रथाओं का कारण बनती है। पीएम-कुसुम और राज्य सौर नीति सिंचाई में विकेन्द्रीकृत नवीकरणीय ऊर्जा को मुख्यधारा में लाने के लिए महत्वपूर्ण रणनीतिक साधन प्रदान कर सकते हैं। कृषि में जल-ऊर्जा संबंधों पर किए गए शोध नवीकरणीय ऊर्जा के एकीकरण के अवसरों और जोखिमों-दोनों को रेखांकित करते हैं। यह रिपोर्ट किया गया है कि प्रधानमंत्री किसान उर्जा सुरक्षा एवं उत्थान महाभियान (पीएम-कुसुम) के अंतर्गत सौर पंपों ने अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में सिंचाई की विश्वसनीयता और फसल तीव्रता में 20-25 प्रतिशत बढ़ोतरी की है। कई शोधकर्ताओं ने यह भी रेखांकित

किया है कि सस्ती सौर-संचालित सिंचाई छोटे किसानों को सशक्त बना सकती है, किन्तु भूजल के अत्यधिक दोहन को रोकने के लिए इसके साथ प्रभावी भूजल शासन आवश्यक है। गुजरात, राजस्थान और झारखंड में हाल ही के प्रयोगों ने सौर ऊर्जा से संचालित ड्रिप सिंचाई और आदिवासी किसानों के लिए सामुदायिक स्वामित्व वाले माइक्रो-ग्रिड की तकनीकी और आर्थिक व्यवहार्यता को प्रदर्शित किया है।

सौर फोटोवोल्टाइक(सोलर-पीवी) संचालित पंप, माइक्रो-ग्रिड और नहर-शीर्ष (कैनाल-टॉप) प्रणालियाँ अब परिपक्व प्रौद्योगिकियाँ बन चुकी हैं। पीएम-कुसुम के घटक-बी का लक्ष्य 14 लाख स्वतंत्र सौर पंप स्थापित करना है, जबकि घटक-सी दिन के समय बिजली उपलब्ध कराने के लिए फीडर सोलराइजेशन को बढ़ावा देता है। बायोगैस और बायोमास गैसिफायर फसल अवशेषों का उपयोग करते हुए माइक्रो-सिंचाई पंपों और कृषि मशीनरी को ऊर्जा प्रदान कर सकते हैं। बायोगैस संयंत्रों से प्राप्त डाइजेस्टेट (एनेरोबिक डाइजेशन का पोषक तत्वों से भरपूर उप-उत्पाद) मिट्टी की उर्वरता बढ़ाता है और रासायनिक उर्वरकों पर निर्भरता कम करता है। नहरों के जल-प्रपातों और छोटे बाँधों पर स्थापित लघु-जलविद्युत इकाइयाँ सौर ऊर्जा की अनियमितता को संतुलित कर सकती हैं। पंप्ड-स्टोरेज या सोलर-पीवी और हाइड्रो को एकीकृत करने वाले हाइब्रिड माइक्रो-ग्रिड सिंचाई सहकारी समितियों के लिए निरंतर संचालन सुनिश्चित कर सकते हैं। एग्रीवोल्टाइक प्रणालियाँ सोलर पैनलों को खेत के ऊपर 3-5 मीटर की ऊँचाई पर स्थापित करती हैं, जिससे बिजली उत्पादन और फसल उत्पादन दोनों एक साथ संभव हो पाते हैं। कोयंबटूर और गुजरात में किए गए पायलट प्रोजेक्ट्स ने जल उत्पादकता में 45 प्रतिशत तक वृद्धि दिखाई है। मृदा-नमी सेंसर और रिमोट पंप नियंत्रक सिंचाई समय-सारणी का अनुकूलन करते हैं, खेती और फसल जैसे स्टार्ट-अप इन्हें सौर इकाइयों के साथ एकीकृत कर रहे हैं। अंतरराष्ट्रीय जल प्रबंधन संस्थान के बिहार और झारखंड में किए गए पायलट प्रोजेक्ट ने दिखाया है कि सहकारी मॉडल पर कार्य करने वाली सौर-सिंचाई सेवा कंपनियाँ समान रूप से सिंचाई पहुँच सुनिश्चित कर सकती हैं। ये नवाचार दर्शाते हैं कि कृषि में नवीकरणीय ऊर्जा के विकास का अगला चरण डेटा-आधारित, मॉड्यूलर और डिजिटल रूप से जुड़ा हुआ होगा।

आर्थिक और पर्यावरणीय प्रभावों की दृष्टि से देखा जाए तो सौर पंपों द्वारा सिंचाई की समतुल्य लागत प्रति घन मीटर पानी के लिए रू. 1.5-2.0 होती है, जबकि डीजल के लिए यह रू. 4-6 प्रति घन मीटर है। पूँजीगत लागत (रू. 2-3 लाख प्रति पंप) को ध्यान में रखने के बाद भी, सब्सिडी या फीडर सोलराइजेशन की स्थिति में भुगतान-अवधि चार वर्ष से कम रहती है। प्रणाली स्तर पर, प्रत्येक मेगावाट विकेन्द्रीकृत सौर ऊर्जा प्रति वर्ष लगभग 1,000 टन कार्बन डाइ ऑक्साइड उत्सर्जन को कम करती है। अनियंत्रित सौर पंपिंग जल दोहन में वृद्धि कर सकती है। अध्ययनों ने सुझाव दिया है कि पंप क्षमता को भूजल जोनिंग से जोड़ा जाए और सौर ऊर्जा की खरीद को बढ़ावा दिया जाए ताकि किसान पानी नहीं, बल्कि अधिशेष विद्युत बेचें। सौर ऊर्जा को ड्रिप या स्प्रिंकलर सिस्टम के साथ जोड़ने से जल उपयोग में 30-60 प्रतिशत कमी लाई जा सकती है, जिससे भूजल भंडार सुरक्षित रहते हैं। इन सभी लाभ के बाद भी, इस क्षेत्र को कई चुनौतियों का सामना करना पड़ता है। छोटे किसानों के पास 60-70 प्रतिशत सब्सिडी के बाद भी प्रारंभिक पूंजी की कमी रहती है। मात्रात्मक सीमा, मीटरिंग, और एक्वीफर-स्तर योजना की अनुपस्थिति नवीकरणीय ऊर्जा के लाभों को कम कर सकती है। कुछ ही राज्य अतिरिक्त सौर ऊर्जा के लिए उचित टैरिफ प्रदान करते हैं इसलिए नियामकीय एकरूपता आवश्यक है। प्रमाणित स्थानीय तकनीशियनों का विकास और प्रशिक्षण भी अनिवार्य है।

जल-भू-संतुलन के अनुरूप नवीकरणीय ऊर्जा तैनाती की नदी-घाटी आधारित योजना अत्यंत महत्वपूर्ण है। पीएम-कुसुम और प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना (पीएमकेएसवाई) के बीच संपूर्ण समन्वय की आवश्यकता है। योजनाओं को संयुक्त रूप से लागू किया जाना चाहिए, जहाँ सौर ऊर्जा, सूक्ष्म सिंचाई और मृदा-नमी सेंसर को एक ही पैकेज के रूप में लिया जाए। यह "पर-ड्रॉप-पर-वॉट" दृष्टिकोण वर्षा-आधारित (रेनफेड) क्षेत्रों में प्रारंभिक रूप से पायलट किया जा सकता है। क्लस्टर-आधारित सौर सिंचाई सहकारी समितियों का नाबार्ड के माइक्रो-इरिगेशन फंड के माध्यम से वित्तपोषित कर बढ़ावा दिया जाना चाहिए। नहर-शीर्ष (केनाल टॉप) परियोजनाओं के लिए पब्लिक-प्राइवेट-कम्युनिटी पार्टनरशिप मॉडल को प्रोत्साहित किया जा सकता है। खनन और बिजली कंपनियों के सीएसआर कोष से सौर सिंचाई प्रदर्शन इकाइयों के लिए संसाधन आवंटित किए जाने की योजना बनाई जानी चाहिए।

अंततः, भारत की कृषि और सिंचाई प्रणालियों में नवीकरणीय ऊर्जा का समावेश संसाधनों के दोहन से संसाधनों के पुनर्जीवन की दिशा में एक संरचनात्मक परिवर्तन है। सौर, बायो तथा लघु-जलविद्युत प्रौद्योगिकियाँ मिलकर सिंचाई के लिए विश्वसनीय, स्वच्छ और किफायती ऊर्जा उपलब्ध करा सकती हैं तथा जलवायु-लचीली कृषि को सशक्त बना सकती हैं। वास्तविक चुनौती संस्थागत है, तकनीकी नहीं। ऊर्जा नीति, जल शासन और कृषि योजना-इन तीनों का आपसी समन्वय आवश्यक है। नवीकरणीय ऊर्जा आधारित सिंचाई से उत्पादकता और समानता, दोनों को बढ़ावा मिल सकता है। भविष्य की राह प्रौद्योगिकी और शासन के संयोजन में निहित है, जहाँ सौर ऊर्जा का उपयोग उन्हीं क्षेत्रों में हो जहाँ जल संसाधन टिकाऊ हों, भूजल दोहन की सीमाएँ लागू हों, सूक्ष्म-सिंचाई को प्रोत्साहन मिले तथा आँकड़ा-प्रणालियों का एकीकरण किया जाए। राज्यों में एक विशेष मिशन तैयार कर पीएम-कुसुम और पीएम-कृषि सिंचाई योजना को जोड़ने से नवीकरणीय ऊर्जा ग्रामीण विकास का आधार-स्तंभ बन सकती है। अंततः, सिंचाई में नवीकरणीय ऊर्जा केवल पारम्परिक ऊर्जा का प्रतिस्थापन भर नहीं है, यह एक नया प्रतिमान है-जो जल, भूमि और आजीविका के परस्पर संबंधों को जलवायु-परिवर्तन के युग में नए स्वरूप में स्थापित करता है। नवीकरणीय ऊर्जा भारतीय खेतों के लिए केवल नई शक्ति नहीं है, यह सिंचाई का नया परिचालन तंत्र है।