Gyanvividha, Vol.-2; Issue-4 (Oct.-Dec.) 2025 : PP-463-469

ज्ञानविविधा

कला, मानविकी और सामाजिक विज्ञान की सहकर्मी-समीक्षित, मूल्यांकित, त्रैमासिक शोध पत्रिका

ISSN : 3048-4537(Online)
3049-2327(Print)
IIFS Impact Factor-2.25
Vol.-2; Issue-4 (Oct.-Dec.) 2025
Page No.- 463-469
DOI :-10.71037/gyanvividha.v2i4.64
©2025 Gyanvividha
https://journal.gyanvividha.com

Author's :

Vishawdeep singh
Assistant Professor, (Geography), SGN. Khalsa PG. College, Sri Ganganagar.

Corresponding Author :

Vishawdeep singh
Assistant Professor, (Geography), SGN. Khalsa PG. College, Sri Ganganagar.

राजस्थान में सौर ऊर्जा विकास और क्षेत्रीय सम्भावनाएँ : एक भौगोलिक एवं आर्थिक विश्लेषण

शोध सार : प्रस्तुत शोध पत्र में राजस्थान राज्य में सौर ऊर्जा के विकास प्रतिरूप, भौगोलिक निर्धारकों, क्षेत्रीय वितरण तथा भविष्योन्मुखी संभावनाओं का समग्र एवं समालोचनात्मक मूल्यांकन किया गया है। जलवायु परिवर्तन के संकट, पारंपरिक जीवाश्म ईंधनों की सीमितता और वर्ष 2070 तक भारत के 'शुद्ध शून्य' उत्सर्जन के राष्ट्रीय संकल्प के परिप्रेक्ष्य में सौर ऊर्जा का महत्व केंद्रीय हो चुका है। राजस्थान अपनी असाधारण भौगोलिक अवस्थिति, उच्च सौर विकिरण तीव्रता (5.5 से 6.0 kWh/m^2/दिन), प्रतिवर्ष 325 से अधिक स्वच्छ धूप वाले दिवसों तथा पश्चिमी मरुस्थलीय अंचल में विशाल अनुपयोगी बंजर भूमि की उपलब्धता के कारण देश के शीर्ष सौर ऊर्जा उत्पादक राज्य के रूप में स्थापित हुआ है। शोध में राज्य की सौर नीतियों, प्रमुख अल्ट्रा मेगा सौर पार्कों (यथा भड़ला, फतेहगढ़, नोख, पूगल), विकेंद्रीकृत कृषि सौर प्रणालियों (पीएम-कुसुम) तथा ग्रामीण अर्थव्यवस्था पर इनके प्रभावों का गहन विश्लेषण किया गया है। इसके अतिरिक्त, शोध पत्र मरुस्थलीय पर्यावरण में सौर परियोजनाओं के समक्ष उत्पन्न तकनीकी व पारिस्थितिकीय चुनौतियों- यथा अंतर-राज्यीय ग्रिड एकीकरण, पारेषण हानियाँ, रेतीली आंधियों से जनित सोइलिंग प्रभाव, पैनल प्रक्षालन हेतु जल की भीषण कमी तथा राज्य पक्षी 'गोडावण' के आवास संरक्षण संकट-की विस्तृत पड़ताल करता है। अंत में, फ्लोटिंग सोलर, कैनाल-टॉप परियोजनाएँ, एग्री-वोल्टेइक्स, बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणाली एवं स्थानीय विनिर्माण को समाहित करते हुए एक व्यावहारिक क्षेत्रीय रोडमैप प्रस्तुत किया गया है।

मुख्य शब्द : राजस्थान भूगोल, सौर ऊर्जा विकास, थार मरुस्थल, भड़ला सोलर पार्क, ट्रांसमिशन कॉरिडोर, एग्री-वोल्टेइक्स, गोडावण संरक्षण, क्षेत्रीय नियोजन।

1. प्रस्तावना एवं अध्ययन की पृष्ठभूमि : इक्कीसवीं सदी में सतत

आर्थिक समृद्धि, ऊर्जा सुरक्षा और पर्यावरणीय स्थिरता परस्पर अविभाज्य अंग बन चुके हैं। पारंपरिक ऊर्जा स्रोत- विशेषकर कोयला आधारित तापीय विद्युत - ग्रीनहाउस गैसों के अत्यधिक उत्सर्जन, वायुमंडलीय प्रदूषण और वैश्विक तापमान वृद्धि के प्रमुख कारक रहे हैं। भारत सरकार ने 'राष्ट्रीय सौर मिशन' के अंतर्गत वर्ष 2030 तक 500 गीगावाट गैर-जीवाश्म विद्युत क्षमता स्थापित करने का संकल्प लिया है। इस राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय ऊर्जा रूपांतरण में राजस्थान की भौगोलिक स्थिति और संसाधन संपन्नता इसे देश का सबसे महत्वपूर्ण राज्य बनाती है।

क्षेत्रफल की दृष्टि से देश का सबसे बड़ा राज्य (3,42,239 वर्ग किलोमीटर) होने के कारण राजस्थान का लगभग 61 प्रतिशत भूभाग 'थार के मरुस्थल' के अंतर्गत आता है। लंबे समय तक अत्यधिक शुष्कता, कम वर्षा, विरल वनस्पति और कठिन भौगोलिक परिस्थितियों के कारण यह क्षेत्र आर्थिक दृष्टि से पिछड़ा माना जाता था। किंतु समकालीन नवीकरणीय ऊर्जा तकनीकों के आगमन ने इस मरुस्थलीय भूभाग को देश की सबसे बड़ी ऊर्जा खान में परिवर्तित कर दिया है।

नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ सोलर एनर्जी (NISE) के वैज्ञानिक आकलनों के अनुसार राजस्थान में 142 गीगावाट से अधिक सौर ऊर्जा उत्पादन की तकनीकी आर्थिक क्षमता विद्यमान है, जो देश के किसी भी अन्य राज्य की तुलना में सर्वाधिक है। विगत एक दशक में राज्य ने संस्थागत सुधारों और निवेशक अनुकूल नीतियों के बल पर स्थापित सौर क्षमता में समूचे भारत में प्रथम स्थान अर्जित किया है। प्रस्तुत शोध का उद्देश्य राजस्थान के इसी भौगोलिक रूपांतरण, नीतिगत पहलों, क्षेत्रीय असमानताओं तथा पारिस्थितिकीय चुनौतियों का एक सांगोपांग विश्लेषण प्रस्तुत करना है।

2. अध्ययन के उद्देश्य एवं अनुसंधान विधि : प्रस्तुत शोध पत्र निम्नलिखित प्रमुख उद्देश्यों पर केंद्रित है:

- राजस्थान में सौर ऊर्जा उत्पादन को गति देने वाले प्रमुख भौगोलिक, जलवायुवीय एवं स्थानिक कारकों का क्रमबद्ध मूल्यांकन करना।
- राज्य की क्रमिक सौर ऊर्जा नीतियों (2011, 2014, 2019 एवं एकीकृत स्वच्छ ऊर्जा नीति) तथा संस्थागत तंत्र (RRECL) की भूमिका का परीक्षण करना।
- प्रमुख अल्ट्रा मेगा सोलर पार्कों के स्थानिक वितरण तथा पीएम-कुसुम योजना के तहत कृषि सोलराइजेशन के क्षेत्रीय प्रभाव का अध्ययन करना।
- ग्रामीण भूमि मूल्य, स्थानीय रोजगार, कौशल विकास और कार्बन फुटप्रिंट में कमी जैसे सामाजिक-आर्थिक और पर्यावरणीय आयामों का विश्लेषण करना।
- ग्रिड एकीकरण, ट्रांसमिशन बॉटलनेक्स, धूल जमाव (सोइलिंग), जल संकट और गोडावण संरक्षण जैसी गंभीर चुनौतियों की पहचान करना।
- मरुस्थलीय एवं नहरी क्षेत्रों में फ्लोटिंग सोलर, एग्री-वोल्टेइक्स और ऊर्जा भंडारण पर आधारित सतत विकास की रणनीति प्रस्तावित करना।

प्रस्तुत अध्ययन विवरणात्मक, तुलनात्मक एवं सांख्यिकीय पद्धति पर आधारित है। अध्ययन हेतु प्राथमिक एवं द्वितीयक आंकड़ों का संकलन नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय (MNRE), राजस्थान अक्षय ऊर्जा निगम लिमिटेड (RRECL), केंद्रीय विद्युत प्राधिकरण (CEA), भारतीय सौर ऊर्जा निगम (SECI), राज्य आर्थिक समीक्षा तथा विभिन्न प्रतिष्ठित राष्ट्रीय शोध पत्रिकाओं से किया गया है।

3. राजस्थान में सौर ऊर्जा का भौगोलिक एवं जलवायुवीय आधार : सौर ऊर्जा संयंत्रों की उत्पादकता सीधे तौर पर किसी क्षेत्र की अक्षांशीय स्थिति, सौर विकिरण की तीव्रता और वायुमंडलीय परिस्थितियों पर निर्भर करती है। राजस्थान का भौतिक वातावरण सौर ऊर्जा उत्पादन हेतु अत्यंत आदर्श परिस्थितियाँ उपलब्ध कराता है:

3.1. अक्षांशीय विस्तार एवं सौर विकिरण तीव्रता : राजस्थान 23°03' उत्तरी अक्षांश से 30°12' उत्तरी अक्षांश तथा

69°30' पूर्वी देशांतर से 78°17' पूर्वी देशांतर के मध्य स्थित है। उपोष्णकटिबंधीय उच्च वायुदाब पेटी में अवस्थित होने के कारण यहाँ अधिकांश समय प्रतिचक्रवातीय मौसम रहता है, जिससे आकाश पूर्णतः स्वच्छ और बादलरहित रहता है।

राज्य में औसत सौर विकिरण तीव्रता 5.5 से 6.0 kWh/m²/दिन दर्ज की जाती है। विशेष रूप से पश्चिमी जिलों- जैसलमेर, बाड़मेर, जोधपुर और बीकानेर- में यह मान 6.2 kWh/m²/दिन तक पहुँच जाता है, जो वैश्विक स्तर पर सहारा मरुस्थल और अटाकामा मरुस्थल के विकिरण स्तरों के समकक्ष है।

3.2. स्वच्छ धूप वाले दिवसों की प्रचुरता : सौर विद्युत उत्पादन की निरंतरता के लिए धूप के घंटों की संख्या निर्णायक होती है। राजस्थान में वर्ष भर में औसतन 325 से 340 दिन तीव्र और स्वच्छ धूप उपलब्ध रहती है। मानसूनी अवधि में भी पश्चिमी राजस्थान में बादलों का प्रभाव केवल 20 से 30 दिनों तक ही सीमित रहता है, जिससे यहाँ सोलर प्लांट्स का क्षमता उपयोगिता गुणांक 22% से 26% तक बना रहता है।

3.3. विशाल बंजर भूमि एवं न्यून विस्थापन लागत : सोलर पार्क अत्यधिक भूमि-गहन होते हैं (प्रति मेगावाट लगभग 4 एकड़ भूमि की आवश्यकता होती है)। पश्चिमी राजस्थान के मरुस्थलीय जिलों में लाखों हेक्टेयर समतल, अनुर्वर और गैर-कृषि बंजर भूमि उपलब्ध है। यहाँ जनसंख्या घनत्व अत्यंत विरल (जैसलमेर में 17 व्यक्ति/वर्ग किमी) होने के कारण न तो भूमि अधिग्रहण में कोई सामाजिक विस्थापन होता है और न ही खाद्य सुरक्षा पर कोई प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है।

तालिका 1: राजस्थान के प्रमुख सौर संपन्न जिलों का भौगोलिक एवं सौर विकिरण प्रोफाइल

जिला	औसत सौर विकिरण (kWh/m²/दिन)	वार्षिक धूप के घंटे	बंजर भूमि उपलब्धता (लाख हे.)	विकास की प्रमुख दिशा
जैसलमेर	5.95-6.20	3,100-3,300	21.40	मेगा सोलर पार्क, पवन-सौर हाइब्रिड संयंत्र
जोधपुर (फलोदी सहित)	5.80-6.05	3,050-3,250	11.25	भड़ला पार्क क्लस्टर, औद्योगिक विद्युत आपूर्ति
बीकानेर	5.75-5.95	3,000-3,200	14.80	पूगल पार्क, राष्ट्रीय ट्रांसमिशन हब
बाड़मेर	5.85-6.10	3,100-3,280	16.50	हाइब्रिड क्लस्टर, रिफाइनरी ऊर्जा आपूर्ति
नागौर एवं जालौर	5.50-5.75	2,900-3,100	6.30	पीएम-कुसुम कृषि सौर फीडर, मध्यम संयंत्र

4. संस्थागत तंत्र एवं नीतिगत पहलों का मूल्यांकन : राजस्थान में सौर ऊर्जा की तीव्र वृद्धि केवल प्राकृतिक कारकों का परिणाम नहीं है, बल्कि इसके पीछे एक दूरदर्शी विनियामक और संस्थागत ढाँचे का सक्रिय योगदान रहा है:

4.1. राजस्थान अक्षय ऊर्जा निगम लिमिटेड (RRECL) : वर्ष 2002 में गठित RRECL राज्य में नवीकरणीय ऊर्जा

विकास की नोडल एजेंसी है। यह संस्था भूमि आवंटन, तकनीकी अनुमोदन, एकल-खिड़की निकासी और केंद्र सरकार की एजेंसियों के साथ समन्वय का कार्य करती है।

4.2. राजस्थान सौर ऊर्जा नीति 2019 के प्रमुख प्रावधान

- **महत्वाकांक्षी लक्ष्य:** वर्ष 2024-25 तक राज्य में 30,000 मेगावाट (30 GW) सौर ऊर्जा स्थापित करने का लक्ष्य निर्धारित किया गया, जिसमें 24 GW बड़े सोलर पार्कों के लिए तय किया गया।
- **वित्तीय एवं विनियामक छूटें:** सौर ऊर्जा उत्पादकों को स्टांप शुल्क में 100% छूट, बिजली शुल्क में 10 वर्षों तक पूर्ण छूट तथा अंतःराज्यीय पारेषण शुल्क में रियायतें प्रदान की गईं।
- **कस्टमाइज्ड इंसेंटिव पैकेज:** 500 मेगावाट या उससे अधिक के सोलर विनिर्माण उपकरणों (इनवर्टर, सेल, मॉड्यूल) के संयंत्र स्थापित करने पर विशेष आर्थिक सहायता का प्रावधान किया गया।
- **रूफटॉप एवं कृषि सौर को बढ़ावा:** घरेलू छतों पर नेट-मीटरिंग तथा किसानों की बंजर भूमि पर सौर संयंत्र लगाने हेतु विशेष प्रक्रियात्मक सरलीकरण किया गया।

5. प्रमुख अल्ट्रा मेगा सोलर पार्क एवं स्थानिक वितरण प्रतिरूप : राजस्थान ने बड़े पैमाने पर उत्पादन लागत घटाने हेतु अल्ट्रा मेगा रिन्यूएबल एनर्जी पावर पार्क्स का केंद्रित विकास मॉडल अपनाया है:

5.1. भड़ला सोलर पार्क (फलोदी) : फलोदी (पूर्ववर्ती जोधपुर) जिले के भड़ला गांव में 14,000 एकड़ से अधिक मरुस्थलीय भूमि पर फैला यह पार्क 2,245 मेगावाट क्षमता के साथ विश्व के विशालतम एकल-स्थान सोलर पार्कों में गिना जाता है। चार चरणों में विकसित इस पार्क में सार्वजनिक व निजी क्षेत्र की सहभागिता रही है। भड़ला पार्क ने देश में सौर टैरिफ को ₹2.44 प्रति यूनिट के ऐतिहासिक न्यूनतम स्तर तक लाने में अग्रणी भूमिका निभाई।

5.2. फतेहगढ़ सोलर पार्क (जैसलमेर) : जैसलमेर जिले के फतेहगढ़ क्षेत्र में 1,500 से 2,000 मेगावाट क्षमता का क्लस्टर स्थापित है। यह क्षेत्र राष्ट्रीय पारेषण ग्रिड के 765 KV सब-स्टेशन से सीधे जुड़ा है, जहाँ से उत्पादित हरित विद्युत को देश के उत्तरी व पश्चिमी औद्योगिक राज्यों को भेजा जाता है।

5.3. नोख सोलर पार्क (जैसलमेर) : पोकरण तहसील के नोख गांव में 925 मेगावाट क्षमता का सोलर पार्क NTPC और RSDCL द्वारा विकसित किया गया है। यह पार्क अत्याधुनिक बाइफेशियल मॉड्यूल और ऑटोमैटिक ट्रैकर सिस्टम से युक्त है, जिससे रेत के उच्च एल्बिडो का उपयोग कर अतिरिक्त विद्युत उत्पादन किया जाता है।

5.4. पूगल एवं बीकानेर सोलर कॉरिडोर (बीकानेर) : बीकानेर जिले के पूगल क्षेत्र में कोल इंडिया लिमिटेड और राजस्थान विद्युत उत्पादन निगम द्वारा 1,450 मेगावाट से अधिक क्षमता के सोलर पार्क का निर्माण किया जा रहा है। बीकानेर क्षेत्र उत्तर भारत के विद्युत वितरण नेटवर्क के लिए एक प्रमुख ट्रांसमिशन केंद्र के रूप में उभर रहा है।

तालिका 2: राजस्थान के प्रमुख सोलर पार्कों की क्षमता एवं कार्यान्वयन स्थिति

सोलर पार्क का नाम	अवस्थिति (जिला)	क्षमता (MW)	विकासकर्ता एजेंसी	वर्तमान स्थिति
भड़ला सोलर पार्क (चरण I-IV)	फलोदी (जोधपुर)	2,245	RSDCL, Adani JV, Saurya Urja	पूर्णतः क्रियाशील
फतेहगढ़ सोलर कॉम्प्लेक्स	जैसलमेर	2,000+	अडाणी रिन्यूएबल्स, SECI	क्रियाशील एवं विस्तारशील
नोख सोलर पार्क	जैसलमेर	925	NTPC/RSDCL	क्रियाशील

सोलर पार्क का नाम	अवस्थिति (जिला)	क्षमता (MW)	विकासकर्ता एजेंसी	वर्तमान स्थिति
पूगल सोलर पार्क	बीकानेर	1,450	कोल इंडिया लिमिटेड / RRVUNL	निर्माणाधीन एवं विस्तारशील
नावां एवं डीडवाना क्लस्टर	डीडवाना-कुचामन	500	निजी IPPs एवं RRECL	क्रियाशील

6. विकेंद्रीकृत सौर ऊर्जा एवं पीएम-कुसुम योजना : राजस्थान में सौर क्रांति केवल बड़े पार्कों तक सीमित नहीं रही है, अपितु इसने कृषि क्षेत्र और ग्रामीण अर्थव्यवस्था का स्वरूप बदल दिया है। 'प्रधानमंत्री किसान ऊर्जा सुरक्षा एवं उत्थान महाभियान' (पीएम-कुसुम) के क्रियान्वयन में राजस्थान पूरे देश में अग्रणी राज्य बना है:

- **कंपोनेंट-ए (बंजर भूमि पर संयंत्र):** किसानों ने अपने खेतों की अनुपयोगी बंजर भूमि पर 0.5 से 2 मेगावाट क्षमता के सोलर प्लांट लगाए हैं। इससे किसानों को डिस्कॉम्स को बिजली बेचकर मासिक निश्चित आय प्राप्त हो रही है।
- **कंपोनेंट-बी (ऑफ-ग्रिड सोलर पंप):** दूरदराज के मरुस्थलीय क्षेत्रों में जहाँ ग्रिड लाइन नहीं थी, वहाँ 60% सरकारी सब्सिडी पर हजारों सोलर पंप स्थापित किए गए हैं, जिससे डीजल पंपों पर निर्भरता समाप्त हुई है।
- **कंपोनेंट-सी (फीडर सोलराइजेशन):** कृषि फीडरों के सौरीकरण से किसानों को दिन के समय सिंचाई हेतु गुणवत्तापूर्ण एवं निर्बाध 8 घंटे बिजली मिलना सुनिश्चित हुआ है, जिससे रात में सिंचाई करने की दुर्घटनाओं और ठंड से मुक्ति मिली है।

7. आर्थिक, सामाजिक एवं पर्यावरणीय प्रभाव : सौर ऊर्जा के व्यापक विस्तार ने पश्चिमी राजस्थान के सामाजिक-आर्थिक जीवन और पर्यावरण पर निम्नलिखित प्रत्यक्ष प्रभाव डाले हैं:

7.1. ग्रामीण भूमि के मूल्य और पट्टा आय में वृद्धि : पश्चिमी राजस्थान में जिन भूमियों का मूल्य पहले नगण्य था, सोलर कंपनियों द्वारा 25 से 30 वर्षों के दीर्घकालिक लीज (पट्टा) पर लिए जाने से किसानों को ₹25,000 से ₹40,000 प्रति एकड़ प्रतिवर्ष की निश्चित आय प्राप्त हो रही है। इस आर्थिक संबल ने मरुस्थलीय ग्रामीणों के जीवन स्तर में उल्लेखनीय सुधार किया है।

7.2. रोजगार सृजन एवं तकनीकी कौशल विकास : संयंत्रों की स्थापना, ट्रांसमिशन केबलिंग, स्ट्रक्चर फैब्रिकेशन और मेंटेनेंस में स्थानीय युवाओं को प्रत्यक्ष रोजगार प्राप्त हुआ है। केंद्र व राज्य सरकार द्वारा संचालित 'सूर्यमित्र' कौशल विकास कार्यक्रम के अंतर्गत हजारों स्थानीय युवाओं को प्रमाणित सोलर तकनीशियन का प्रशिक्षण देकर स्वरोजगार हेतु सक्षम बनाया गया है।

7.3. कार्बन उत्सर्जन में भारी कमी : राजस्थान में स्थापित सौर संयंत्रों से उत्पादित हरित विद्युत के माध्यम से प्रतिवर्ष लगभग 2.5 करोड़ टन से अधिक कार्बन डाइऑक्साइड उत्सर्जन में कमी आ रही है। इसने देश के जलवायु प्रतिबद्धताओं को पूरा करने में क्रांतिकारी योगदान दिया है।

8. प्रमुख चुनौतियाँ एवं सीमाएँ : प्रशंसनीय उपलब्धियों के बावजूद राजस्थान में सौर ऊर्जा के निर्बाध विकास के समक्ष कई गंभीर भौगोलिक, तकनीकी और पारिस्थितिकीय चुनौतियाँ विद्यमान हैं:

8.1. अंतर-राज्यीय ग्रिड एकीकरण एवं ट्रांसमिशन बॉटलनेक्स : सौर उत्पादन के प्रमुख केंद्र पश्चिमी राजस्थान में हैं, जबकि विद्युत मांग के मुख्य केंद्र सैंकड़ों किलोमीटर दूर उत्तर और पश्चिम भारत के घनी आबादी वाले राज्य हैं। ट्रांसमिशन लाइनों (ग्रीन एनर्जी कॉरिडोर) के विकास की गति सौर उत्पादन क्षमता की तुलना में धीमी रहने के कारण

ग्रिड कंजेशन और कर्टलमेंट (उत्पादन कटौती) की समस्या उत्पन्न होती है।

8.2. धूल का जमाव एवं तापमान गुणांक प्रभाव : थार मरुस्थल की तेज आंधियां और रेतीली हवाएं पैनल्स पर धूल की मोटी परत जमा देती हैं, जिससे पैनलों की विद्युत उत्पादन क्षमता 15% से 25% तक गिर जाती है। इसके अतिरिक्त, ग्रीष्मकाल में मरुस्थल का तापमान 48°C से ऊपर चला जाता है। अत्यधिक उच्च तापमान सोलर पैनल्स के दक्षता गुणांक को प्रतिकूल रूप से प्रभावित करता है।

8.3. जल संकट एवं प्रक्षालन समस्या : Solar Panels की नियमित सफाई हेतु अत्यधिक मात्रा में मीठे पानी की आवश्यकता होती है। पश्चिमी राजस्थान पहले से ही गंभीर भूजल संकट से ग्रस्त है। ऐसे में पैनल धोने हेतु भूजल का अंधाधुंध दोहन स्थानीय जल सुरक्षा पर भारी दबाव डाल रहा है। यद्यपि रोबोटिक ड्राई-क्लीनिंग एक समाधान है, किंतु उच्च प्रारंभिक लागत के कारण इसका प्रसार अभी सीमित है।

8.4. पारिस्थितिकीय संकट एवं 'गोडावण' संरक्षण : जैसलमेर और बाड़मेर क्षेत्र भारत के अत्यंत संकटग्रस्त राज्य पक्षी 'गोडावण' का अंतिम प्राकृतिक पर्यावास हैं। सौर ऊर्जा संयंत्रों को ग्रिड से जोड़ने वाली ओवरहेड हाई-टेंशन बिजली लाइनों से टकराकर कई गोडावणों की मृत्यु हो चुकी है। माननीय सर्वोच्च न्यायालय ने गोडावण पर्यावास क्षेत्र से गुजरने वाली ट्रांसमिशन लाइनों को भूमिगत करने का ऐतिहासिक निर्देश दिया है। दूसरी ओर, ऊर्जा कंपनियों का तर्क है कि अत्यधिक उच्च वोल्टता (400 kV/765 kV) की लाइनों को भूमिगत करना आर्थिक रूप से अत्यधिक महंगा और तकनीकी रूप से दुष्कर है। यह विषय वर्तमान में हरित ऊर्जा विकास बनाम जैव विविधता संरक्षण का एक गंभीर अंतर्विरोध बन चुका है।

8.5. पारंपरिक चरागाहों (ओरण एवं गोचर) का विखंडन : हजारों हेक्टेयर भूमि पर सोलर पार्कों की बाड़बंदी हो जाने से स्थानीय पशुपालकों (रायका, देवासी समाज) के पारंपरिक पशु चराई क्षेत्र संकुचित हो गए हैं, जिससे स्थानीय स्तर पर सामाजिक और आजीविका संबंधी तनाव उत्पन्न हुआ है।

9. भावी क्षेत्रीय सम्भावनाएँ एवं रणनीतिक कार्ययोजना : राजस्थान में सौर ऊर्जा के संतुलित, समावेशी और दीर्घकालिक विकास को सुनिश्चित करने हेतु निम्नलिखित रणनीतिक कदम उठाए जाने आवश्यक हैं:

9.1. फ्लोटिंग सोलर एवं कैनाल-टॉप परियोजनाएँ : इंदिरा गांधी नहर परियोजना (IGNP) की मुख्य नहरों, वितरिकाओं तथा बीसलपुर, राणा प्रताप सागर व जवाई बांध जैसे जलाशयों की सतह पर फ्लोटिंग सोलर प्लांट स्थापित किए जाने चाहिए। इससे भूमि अधिग्रहण की आवश्यकता समाप्त होगी, पानी की शीतलन प्रभाव से पैनल्स की दक्षता 8-10% बढ़ेगी तथा मरुस्थलीय जल का वाष्पीकरण 60-70% तक रुक सकेगा।

9.2. एग्री-वोल्टेइक्स (भूमि का दोहरा उपयोग) : सौर पैनल्स के नीचे छाया-सहनशील नकदी फसलों (यथा एलोवेरा, इसबगोल, जीरा, सौंफ व औषधीय पौधे) की खेती को बढ़ावा दिया जाए। इससे एक ही भूमि से खाद्यान्न, कृषि आय और स्वच्छ ऊर्जा तीनों का उत्पादन संभव होगा।

9.3. बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणालियाँ एवं पंप्ड हाइड्रो स्टोरेज : सौर ऊर्जा की असंततता को दूर करने हेतु बड़े पैमाने पर बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणालियों (BESS) और अरावली पर्वतमाला के उपयुक्त जलस्रोतों में पंप्ड स्टोरेज परियोजनाओं (PSP) को प्राथमिकता दी जानी चाहिए ताकि रात के समय ग्रिड स्थिरता बनी रहे।

9.4. ग्रीन हाइड्रोजन और ग्रीन अमोनिया उत्पादन : राजस्थान की सस्ती सौर विद्युत का उपयोग कर राज्य में ग्रीन हाइड्रोजन उत्पादन संयंत्र स्थापित किए जाएँ। बाड़मेर रिफाइनरी, कोटा-भीलवाड़ा के कपड़ा व रासायनिक उद्योगों को इस स्वच्छ ईंधन से जोड़कर राजस्थान को देश का अग्रणी ग्रीन हाइड्रोजन कॉरिडोर बनाया जा सकता है।

9.5. स्थानीय सोलर विनिर्माण विशेष आर्थिक क्षेत्र : राज्य को केवल ऊर्जा उत्पादन तक सीमित न रखकर जोधपुर-पाली-मारवाड़ औद्योगिक क्षेत्र में सोलर सेल, वेफर्स, इनवर्टर और बैटरियों के स्थानीय निर्माण हेतु विशेष

प्रोत्साहन पैकेज और औद्योगिक पार्क विकसित करने चाहिए।

10. निष्कर्ष : राजस्थान में सौर ऊर्जा का विकास केवल विद्युत उत्पादन का विषय नहीं है, अपितु यह राज्य के आर्थिक भूगोल के पुनर्गठन और मरुस्थलीय पारिस्थितिकी के कायाकल्प का ऐतिहासिक माध्यम है। थार मरुस्थल की प्रचुर धूप और विशाल बंजर भूमि ने राजस्थान को भारत की नवीकरणीय ऊर्जा राजधानी बना दिया है। भड़ला और नोख जैसे वैश्विक परियोजनाओं ने देश के ऊर्जा आत्मनिर्भरता के संकल्प को सुदृढ़ किया है।

तथापि, विकास की अगली यात्रा में पर्यावरणीय संवेदनशीलता, ट्रांसमिशन तंत्र का आधुनिकीकरण, रोबोटिक जल-बचत तकनीकों का प्रसार तथा गोडावण संरक्षण जैसी प्राथमिकताओं को संतुलित करना होगा। यदि राज्य सरकार, नीति निर्माता और उद्योग जगत एक एकीकृत, समावेशी और प्रकृति-सम्मत दृष्टिकोण अपनाते हैं, तो राजस्थान न केवल भारत के 2070 के 'नेट-जीरो' लक्ष्य का मुख्य ध्वजवाहक बनेगा, बल्कि समूचे दक्षिण एशिया का सबसे बड़ा हरित ऊर्जा हब बनकर उभरेगा।

सन्दर्भ ग्रंथ सूची :

1. नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय (MNRE), भारत सरकार. (2023). वार्षिक रिपोर्ट एवं राज्यवार अक्षय ऊर्जा स्थापित क्षमता सांख्यिकी, नई दिल्ली.
2. राजस्थान अक्षय ऊर्जा निगम लिमिटेड (RRECL). (2019). राजस्थान सौर ऊर्जा नीति 2019 एवं परियोजना दिशा-निर्देश, ऊर्जा विभाग, राजस्थान सरकार, जयपुर.
3. केंद्रीय विद्युत प्राधिकरण (CEA). (2024). राष्ट्रीय विद्युत योजना एवं अंतर-राज्यीय पारेषण तंत्र समीक्षा, विद्युत मंत्रालय, भारत सरकार, नई दिल्ली.
4. शर्मा, आर. के. एवं पटेल, वी. (2022). "थार मरुस्थल में सौर ऊर्जा विकास: एक भौगोलिक एवं आर्थिक मूल्यांकन", इंडियन जर्नल ऑफ रीजनल साइंस, खंड 54, अंक 2, पृ. 112-128.
5. सिंह, जी. एवं चौधरी, एम. (2021). "पश्चिमी राजस्थान में नवीकरणीय ऊर्जा विस्तार: ग्रिड एकीकरण एवं पारिस्थितिकीय चुनौतियाँ", जियोग्राफिकल रिव्यू ऑफ इंडिया, खंड 83, अंक 4, पृ. 45-62.
6. भारतीय सौर ऊर्जा निगम (SECI). (2023). अल्ट्रा मेगा रिन्यूएबल एनर्जी पावर पार्क्स स्थिति रिपोर्ट, नई दिल्ली.
7. नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ सोलर एनर्जी (NISE). (2020). भारत में राज्यवार सौर ऊर्जा क्षमता आकलन अध्ययन, गुरुग्राम, हरियाणा.
8. वाइल्डलाइफ इंस्टीट्यूट ऑफ इंडिया (WII). (2020). थार मरुस्थल में पावर ट्रांसमिशन लाइनें और ग्रेट इंडियन बस्टर्ड संरक्षण संकट, देहरादून.
9. राजस्थान सरकार. (2023-24). राजस्थान आर्थिक समीक्षा, आर्थिक एवं सांख्यिकी निदेशालय, योजना विभाग, जयपुर.
10. जोशी, पी. सी. एवं वर्मा, ए. (2022). "मरुस्थलीय क्षेत्रों में सौर पैनलों पर धूल जमाव एवं जल खपत का वैज्ञानिक विश्लेषण", जर्नल ऑफ रिन्यूएबल एंड सस्टेनेबल एनर्जी, खंड 14, अंक 3, पृ. 210-225.

•