

## ग्रामीण क्षेत्र में ऊर्जा की मांग को पूरा करने के लिए एक स्थायी सौर ऊर्जा स्रोत

प्रतिभा संधू\*, सथांस सुहाग<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिंग विभाग, राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान कुरुक्षेत्र

### आलेख जानकारी

प्राप्त: 19 दिसंबर, 2023

संशोधित: 16 फरवरी, 2024

प्रकाशित: 30 जून, 2024

संपादक: डॉ. सुनील दत्त

### \*अनुरूपी लेखक

Email:

[Pratibhasandhu@nitkkr.ac.in](mailto:Pratibhasandhu@nitkkr.ac.in)

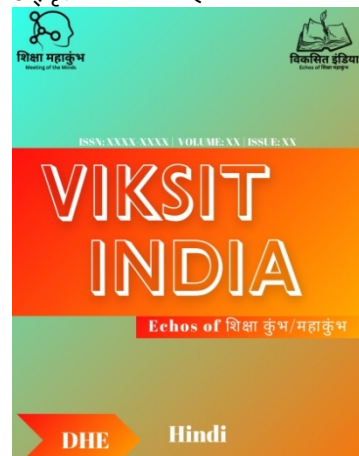
8368279222

### खुला एक्सेस

DOI:

यह क्रिएटिव कॉमन्स एट्रिब्यूशन लाइसेंस

(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) की शर्तों के तहत वितरित एक ओपन एक्सेस लेख है, जो किसी भी माध्यम में अप्रतिबंधित उपयोग, वितरण और पुनरुत्पादन की अनुमति देता है, बशर्ते मूल कार्य उचित रूप से उद्धृत किया गया है।



<https://vih.rase.co.in/>

Copyright© DHE

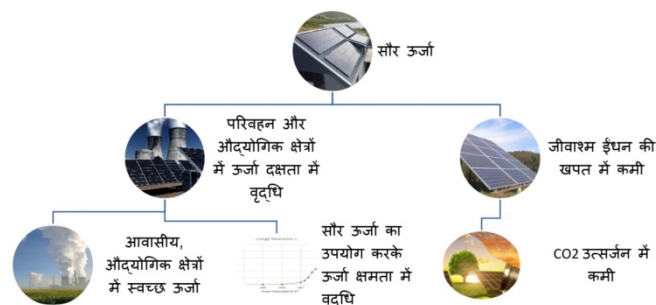
### सारांश

भविष्य के ऊर्जा संसाधन के रूप में अक्षय ऊर्जा (आरई) का उपयोग दुनिया भर में महत्वपूर्ण ध्यान आकर्षित कर रहा है। सौर ऊर्जा दुनिया भर में प्रचुर मात्रा में उपलब्ध और पर्यावरण के अनुकूल नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों में से एक है। अध्ययन में सौर ऊर्जा के अनुप्रयोगों और सौर ऊर्जा क्षमता के संदर्भ में भारत के विभिन्न राज्यों की रैंकिंग पर प्रकाश डाला गया है। यह उम्मीद की जाती है कि सौर ऊर्जा सतत विकास के लिए ऊर्जा समाधान प्राप्त करने में महत्वपूर्ण योगदान देगी। भारत की विशाल सौर ऊर्जा क्षमता बिजली उत्पादन के लिए प्रदूषणकारी, तेजी से खत्म हो रहे और हानिकारक पारंपरिक ऊर्जा स्रोतों को बदलने का एक स्वच्छ और व्यवहार्य विकल्प प्रदान करती है। यह पत्र भारत में सौर ऊर्जा का अवलोकन, सौर ऊर्जा की वर्तमान स्थिति और इसका महत्व और भारत में सौर ऊर्जा के विभिन्न स्टार्टअप प्रस्तुत करता है। अध्ययन में आर्थिक और पर्यावरणीय विकास सहित सौर ऊर्जा की स्थिरता पर भी प्रकाश डाला गया है।

**कूट शब्द:** सौर ऊर्जा, नवीकरणीय ऊर्जा, सतत विकास, स्टार्टअप।

### 1. परिचय

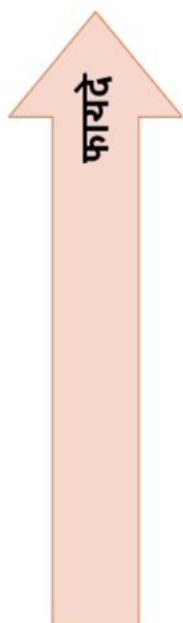
आधुनिक आर्थिक विकास प्रतिमान जीवाश्म ईंधन की खपत पर निर्भर है जो मुख्य रूप से कार्बन-डाइ-ऑक्साइड (CO<sub>2</sub>) उत्सर्जन के लिए जिम्मेदार हैं। जबकि CO<sub>2</sub> उत्सर्जन ग्लोबल वार्मिंग और जलवायु परिवर्तन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है जिसका जैव विविधता, पारिस्थितिकी तंत्र और मानव अस्तित्व पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। तेजी से आर्थिक विकास ने जीवाश्म ईंधन की खपत में वृद्धि की है; परिणामस्वरूप, बड़े पैमाने पर कार्बन उत्सर्जन के कारण ग्लोबल वार्मिंग में वृद्धि हुई है। पर्यावरण कार्बन उत्सर्जन को कम करने के वर्तमान प्रयास फायदेमंद हैं, हालांकि भविष्य में गंभीर जलवायु घटनाओं को रोकने के लिए अपर्याप्त हैं। इसलिए, वैश्विक औसत तापमान वृद्धि को दो डिग्री सेल्सियस से नीचे बनाए रखने के पेरिस समझौते के लक्ष्य को पूरा करने के लिए, हालांकि क्रमशः ऊर्जा, परिवहन, उद्योग और कृषि जैसे उद्योगों में शून्य कार्बन उत्सर्जन प्राप्त करने के लिए, पूरी अर्थव्यवस्था में समायोजन की आवश्यकता होगी [1]।



### 1.1 सौर ऊर्जा का अवलोकन

आजकल भारत में लोग लोड की मांग को पूरा करने के लिए अक्षय ऊर्जा स्रोतों (आरईएस) खासकर सौर और पवन ऊर्जा की ओर रुख कर रहे हैं। सौर ऊर्जा सभी प्रकार की ऊर्जाओं में सबसे स्वच्छ ऊर्जा है जिसमें 70,000 मेगावाट की क्षमता है जो लोड की मांग के महत्वपूर्ण हिस्से को पूरा करने के लिए पर्याप्त है। सौर ऊर्जा के कई फायदे हैं जैसे उत्सर्जन में कमी, और अन्य जहरीली गैसों का उत्सर्जन, सतत विकास में योगदान, ऊर्जा सुरक्षा और स्वतंत्रता प्रदान करना, प्राकृतिक संसाधनों की कमी को कम करना [2]। हालाँकि, सौर ऊर्जा स्वतंत्र रूप से उपलब्ध है, प्रकृति में प्रचुर मात्रा में है, और पर्यावरण उत्सर्जन पर नकारात्मक प्रभाव डालती है क्योंकि यह सतत विकास लक्ष्य (एसडीजी) को प्राप्त करने में मदद करती है।

सौर ऊर्जा संयंत्र प्रौद्योगिकी को मोटे तौर पर मुख्य रूप से दो प्रकारों में वर्गीकृत किया जाता है। सौर फोटोवोल्टिक (पीवी) संयंत्र और सौर तापीय विद्युत संयंत्र। प्रकाश को बिजली में बदलने की प्रक्रिया को फोटोवोल्टिक प्रभाव के रूप में जाना जाता है। सौर पैनल विभिन्न उपकरणों का उपयोग करके सूर्य के प्रकाश से शक्ति को अवशोषित करते हैं। इन उपकरणों को सौर सेल कहा जाता है। सौर कोशिकाओं को एक बड़े पैनल या मॉड्यूल बनाने के लिए जोड़ा जाता है [3]। जबकि सौर तापीय विद्युत संयंत्र प्रकाश को इकट्ठा करता है और केंद्रित करता है, बिजली का उत्पादन करने के लिए आवश्यक उच्च तापमान गर्मी उत्पन्न करता है। वर्तमान में, पीवी सबसे तेज़ विकास दर के साथ अक्षय ऊर्जा प्रौद्योगिकियों में से एक है [4]। चित्र 1 में दिखाए गए सौर ऊर्जा के फायदे और नुकसान।



इसे हरित ऊर्जा स्रोत माना जाता है क्योंकि यह जीवाश्म ईंधन की तरह CO<sub>2</sub> उत्सर्जन नहीं करता है, जो ग्लोबल वार्मिंग का कारण बनता है।

नवीकरणीय: जब तक सूर्य मौजूद है, तब तक पृथ्वी पर प्रचुर मात्रा में ऊर्जा मौजूद है।

विश्वसनीय: इसमें कोई अविश्वसनीयता नहीं है क्योंकि बैटरियाँ ऊर्जा संग्रहीत कर सकती हैं।

बादल वाले दिनों और सर्दियों के दौरान उत्पादन कम होता है।

स्थान की खपत अधिक है

स्थापना और सामग्री की प्रारंभिक लागत महंगी है।

चित्र 1 – सौर ऊर्जा के लाभ और हानियाँ

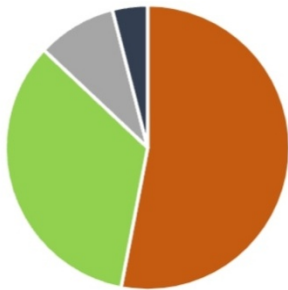
### 1.2 भारत में सौर ऊर्जा के उपयोग की वर्तमान स्थिति

हर विकासशील देश के आर्थिक विकास, शहरीकरण और औद्योगीकरण के लिए बिजली आवश्यक है। पूरी दुनिया जीवाश्म ईंधन जैसे डीजल, प्राकृतिक गैस, कोयला, गैसोलीन आदि से संचालित होती है। चूंकि जीवाश्म ईंधन का उपयोग सुविधाजनक है, लेकिन इसके अपने परिणाम भी हैं। जीवाश्म ईंधन के दहन से वातावरण में हानिकारक गैसों निकलती हैं,

जिससे स्वास्थ्य संबंधी समस्याएं पैदा होती हैं। जनसंख्या दिन-प्रतिदिन बढ़ रही है और जनसंख्या वृद्धि के साथ जीवाश्म ईंधन की मांग भी बढ़ रही है। पर्यावरण का प्रदूषण भी उच्च स्तर पर पहुंच गया है, जिससे ग्लोबल वार्मिंग हो रही है [5]।

जीवाश्म ईंधन की उच्च लागत और अपर्याप्तता के कारण आजकल बिजली उत्पादन के लिए अक्षय स्रोतों का बड़े पैमाने

पर उपयोग किया जा रहा है। भारत की ऊर्जा आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए आरईएस सबसे अच्छे विकल्प हैं। चित्र 2 सौर ऊर्जा की स्थापना क्षमता में वृद्धि को दर्शाता है। सौर ऊर्जा के माध्यम से बिजली उत्पादन के लिए भारत का स्थान एशिया में तीसरा और विश्व में चौथा है। भारत प्रति वर्ष लगभग पाँच क्राडिलियन किलोवाट-घंटे (kWh) ऊर्जा उत्पन्न करता है, जबकि वैश्विक स्तर पर दैनिक विकिरण लगभग चार से सात kWh/m<sup>2</sup> प्रति दिन है [6]।



चित्र 2 - भारत में नवीकरणीय ऊर्जा की स्थापना

सामान्य तौर पर, फोटोवोल्टिक और केंद्रित सौर ऊर्जा सौर ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलने के लिए उपयोग की जाने वाली दो प्रक्रियाएँ हैं। भारत में, फोटोवोल्टिक सेल उनकी कम स्थापना लागत के कारण केंद्रित सौर ऊर्जा की तुलना में आम तौर पर स्थापित किए जाते हैं। भारत सरकार ने अक्षय ऊर्जा स्रोतों (आरईएस) से जुलाई 2023 तक 176.49 गीगावॉट की स्थापित क्षमता की थी। आरईएस से ऊर्जा कार्यान्वयन में क्रमशः पवन ऊर्जा (43.7 गीगावॉट), सौर ऊर्जा (70.1 गीगावॉट), बायोमास (10.2 गीगावॉट), लघु जलविद्युत (4.94 गीगावॉट), अपशिष्ट से ऊर्जा (0.55 गीगावॉट) और बड़ी जलविद्युत (46.85 गीगावॉट) शामिल हैं। बिजली की मांग लगातार बढ़ रही है, सरकार ने इस क्षेत्र में राज्य स्तर पर कई नीतियां बनाई हैं। भारत में विभिन्न स्थानों पर महत्वपूर्ण बिजली संयंत्र तालिका 1 [7] में दिए गए हैं।

तालिका 1. भारत में विभिन्न स्थानों पर महत्वपूर्ण सौर ऊर्जा संयंत्र (एमएनआरई)

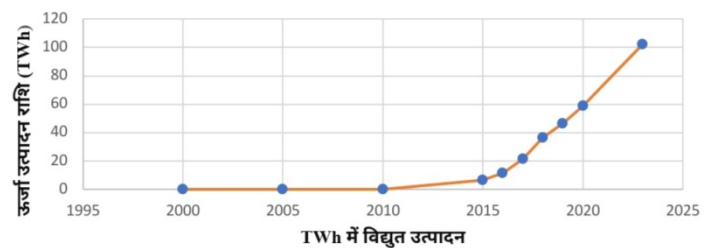
भारत के विभिन्न राज्यों में बिजली संयंत्र	
राजस्थान	भदला सोलर पार्क
आंध्र प्रदेश	कुरनूल अल्ट्रा मेगा सोलर पार्क
मध्य प्रदेश	रीवा अल्ट्रा मेगा सोलर
गुजरात	चारंका सोलर पार्क
गुजरात	बाणासुर सागर बांध फ्लोटिंग सोलर पावर प्लांट

राजस्थान	धीरूभाई अंबानी सोलर पार्क
उत्तर प्रदेश	एनटीपीसी ऊंचाहार सोलर पीवी (सृष्टि)
तमिलनाडु	कामुथी सोलर पावर प्रोजेक्ट
कर्नाटक	करागांडा सोलर पार्क
केरल	बाणासुर सागर बांध फ्लोटिंग सोलर पावर प्लांट

### 1.3 भारत में सौर ऊर्जा उत्पादन क्षमता की राज्यवार रैंकिंग

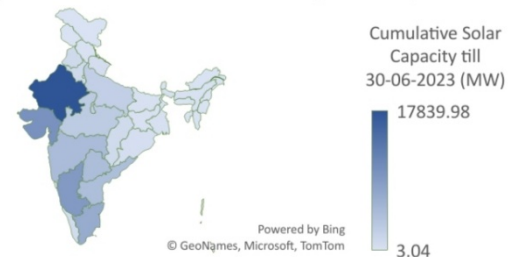
भारत में सौर ऊर्जा उत्पादन की स्थिति चित्र 3 [8] में दर्शाई गई है। एमएनआरई की वार्षिक रिपोर्ट से राज्यवार सौर ऊर्जा उत्पादन डेटा चित्र 4 में दिया गया है। सौर ऊर्जा उत्पादन इकाई की सबसे अधिक स्थापित क्षमता वाला राज्य कर्नाटक है।

TWh में सौर ऊर्जा उत्पादन



चित्र 3- TWh में सौर ऊर्जा उत्पादन

State-wise installed capacity of solar power generation units in India (in MW).



चित्र 4 - राज्यवार अक्षय ऊर्जा क्षमता (मेगावाट में) [9]

### 1.4 सौर ऊर्जा के अनुप्रयोग

सौर ऊर्जा सूर्य से प्राप्त ऊर्जा का प्रत्यक्ष रूप है। सौर ऊर्जा के अनुप्रयोग दुनिया भर में बढ़ गए हैं क्योंकि इसका उपयोग क्रमशः बिजली उत्पादन, खाना पकाने, गर्मी पैदा करने, सिंचाई के लिए पानी पंप करने और पानी को खारा करने के लिए किया जाता है। इस प्रकार, लागत और प्रदूषण को कम करने के लिए कृषि में सौर ऊर्जा का उपयोग कई तरीकों से किया जाता है।

ग्रामीण क्षेत्रों में, पानी को पंप करने के लिए आमतौर पर फोटोवोल्टिक मॉड्यूल का उपयोग किया जाता है और फिर वांछित स्थान पर पानी की आपूर्ति की जाती है। पानी पंप करने

की दर कई कारकों पर निर्भर करती है जैसे कि सौर तीव्रता, पंपिंग हेड क्रमशः। विभिन्न सौर ऊर्जा अनुप्रयोगों को चित्र 5 में दिखाया गया है।



चित्र 5 – सौर ऊर्जा के अनुप्रयोग

सौर ऊर्जा का दूसरा अनुप्रयोग पानी का विलवणीकरण है। इलेक्ट्रोडायलिसिस (ED) खारे पानी के विलवणीकरण के लिए सबसे व्यापक रूप से उपयोग की जाने वाली सौर PV विलवणीकरण प्रक्रिया है। नतीजतन, विलवणीकरण प्रक्रिया सीधे सौर PV मॉड्यूल से जुड़ी हुई है। यह विधि समुद्री जल से नमक निकालने के लिए प्रत्यक्ष-वर्तमान बिजली का उपयोग करती है। सौर जल तापन ने पर्यावरण के अनुकूल विकल्प के रूप में पारंपरिक वॉटर हीटर की जगह ले ली है। होटल, अस्पताल आदि अक्सर सौर वॉटर हीटर का उपयोग करते हैं।

## 2. सतत विकास में सौर ऊर्जा की भूमिका

स्थिरता के नियमों के अनुसार, सतत ऊर्जा विकास ऊर्जा के उत्पादन, वितरण और उपयोग के संदर्भ में ऊर्जा प्रभाग की वृद्धि के रूप में वर्णित है। विभिन्न देशों में पर्यावरण ऊर्जा प्रणालियों के तापमान से बहुत प्रभावित होगा। इस प्रकार, सतत ऊर्जा प्रणाली को उत्सर्जन को कम करना चाहिए और दक्षता में सुधार करना चाहिए। ऊर्जा के सस्ते विकल्प उपलब्ध कराकर तथा विभिन्न समुदायों के लोगों को रोजगार के अवसर प्रदान करके सामाजिक और आर्थिक विकास पर विचार किया जा रहा है। इस प्रकार, लोगों की आय में सुधार होगा, तथा जीवन स्तर में भी सुधार होगा। ऊर्जा को अर्थव्यवस्था और समाज दोनों के विकास के लिए मानव जीवन का सबसे महत्वपूर्ण घटक माना जाता है [10]।

आने वाले वर्षों में सौर ऊर्जा में निरंतर उछाल के साथ, संधारणीय प्रणालियों की ओर ऊर्जा परिवर्तन में तेजी आने की उम्मीद है। नवीकरणीय ऊर्जा प्रौद्योगिकी के उपयोग के कारण रोजगार बाजार का विस्तार हुआ है। सौर फोटोवोल्टिक्स (पीवी) के अनुप्रयोग 3 मिलियन से अधिक रोजगार प्रदान कर रहे थे।

इस प्रकार, यह गरीबी उन्मूलन अर्थात् सतत विकास लक्ष्य के उद्देश्य में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। उदाहरण के लिए, देशों में सौर ऊर्जा में रोजगार के अवसर विकसित करने में वृद्धि हुई है।

## 3. सौर ऊर्जा प्रौद्योगिकी का पर्यावरणीय, सामाजिक और आर्थिक प्रभाव

जीवाश्म ईंधन की खपत के कारण होने वाला बढ़ता पर्यावरण प्रदूषण सतत विकास लक्ष्य (एसडीजी) के उद्देश्य को प्रभावित करता है, विशेष रूप से जलवायु कार्रवाई एजेंडे के तेरहवें उद्देश्य को। पेरिस समझौते और संयुक्त राष्ट्र सम्मेलन (सीओपी-26) के अनुसार, अधिकांश देशों पर जीवाश्म ईंधन की खपत को कम करने का दबाव है [11]। ग्रामीण क्षेत्रों में रहने वाले लोगों की सामाजिक-आर्थिक स्थिति में सुधार के लिए ऊर्जा की सुरक्षा महत्वपूर्ण है। ग्रामीण क्षेत्रों में रहने वाले लोगों की सामाजिक और आर्थिक स्थिति में सुधार के लिए ऊर्जा की सुरक्षा महत्वपूर्ण है। इन क्षेत्रों के निवासी अक्सर गरीबी और ग्रिड से दूर रहने के कारण बिजली की कमी से पीड़ित होते हैं [12]। वैश्विक स्तर पर, पवन, सौर, भूतापीय और बायोमास जैसे आरईएस ऊर्जा के पारंपरिक स्रोतों से संबंधित सामाजिक और पर्यावरणीय समस्याओं को कम करने के लिए प्रभावी समाधान हैं। पर्यावरण, सामाजिक और आर्थिक विश्लेषण के लाभों पर नीचे चर्चा की गई है: -

### 3.1 पर्यावरणीय प्रभाव

परमाणु ऊर्जा, जीवाश्म ईंधन और ऊर्जा के अन्य स्रोतों के उपयोग से पर्यावरण पर नकारात्मक प्रभाव पड़ता है। सौर ऊर्जा मुफ्त उपलब्ध, प्रचुर मात्रा में और नवीकरणीय प्रकृति की है और लोगों को जीवाश्म ईंधन की कीमत में उतार-चढ़ाव से निपटने में मदद करती है। अधिकांश गतिविधियों के लिए प्रभावी प्रक्रियाओं के लिए लागत प्रभावी और पर्याप्त बिजली की आवश्यकता होती है जीवाश्म ईंधन के जलने से प्रतिवर्ष इक्कीस अरब मीट्रिक टन कार्बन-डाई-ऑक्साइड उत्सर्जित होती है, जबकि सौर ऊर्जा के पचास मेगावाट बिजली संयंत्र से प्रतिवर्ष अस्सी हजार टन कार्बन-डाई-ऑक्साइड कम होती है।

### 3.2 सामाजिक प्रभाव

सौर पैनलों के विकास और स्थापना के दौरान अनेक रोजगार सृजित होंगे, जिसका सकारात्मक सामाजिक प्रभाव भी पड़ेगा। ग्रामीण क्षेत्रों में खाना पकाने, रोशनी और पानी गर्म करने के साथ-साथ अन्य जरूरतों के लिए घरेलू बिजली आवश्यक है। किसी भी राष्ट्र के विकास के लिए सामाजिक पहलू मूलभूत पहलू होते हैं। सौर स्रोतों से निम्नलिखित सामाजिक लाभ प्राप्त हुए हैं जैसे नौकरी के अवसर, स्थानीय रोजगार, उपभोक्ता की पसंद और बेहतर स्वास्थ्य। ऑफ-ग्रिड सौर प्रणाली का उपयोग दूरदराज के क्षेत्रों में किया गया है जहां ग्रिड से कनेक्शन



व्यवहार्य या किफायती नहीं है। अध्ययन से पता चला है कि ग्रामीण क्षेत्रों में अक्षय ऊर्जा परियोजनाओं की स्थापना के बाद विभिन्न वर्षों में समग्र उत्सर्जन में कमी में तेजी से वृद्धि हुई है।

### 3.3 आर्थिक प्रभाव

राज्य के आर्थिक विकास के लिए कृषि महत्वपूर्ण कारक है। कृषि की उत्पादकता सौर ऊर्जा से काफी प्रभावित होती है। सौर ऊर्जा के अर्थशास्त्र में श्रम लागत, रखरखाव लागत और घरेलू और वाणिज्यिक जैसे विभिन्न उद्देश्यों के लिए बिजली की आपूर्ति करने के लिए सौर प्रणाली स्थापित करने के लिए प्रारंभिक पूंजी निवेश शामिल है।

भारत सरकार का 2030 तक 280 गीगावॉट सौर पैनल लगाने का मिशन है, जिसका मतलब है कि हर साल 10 गीगावॉट सौर पैनल लगाए जाने चाहिए। सरकार ने घरों में छत पर सौर पैनल लगाने को प्रोत्साहित करने के लिए नई नीतियाँ शुरू की हैं [13]। उदाहरण के लिए, ग्राहक किसी भी सौर वितरक, डीलर या कंपनी से सौर पैनल खरीद सकते हैं, और स्थापना के बाद इंस्टॉलर निकटतम बिजली बोर्ड को सौर पैनल की स्थापना की पूरी परियोजना की तस्वीर भेजेगा।

### 4. पूरे भारत में अक्षय ऊर्जा स्टार्टअप

बढ़ती आबादी और जीवाश्म ईंधन की कमी लोगों के लिए निवेश करने और अक्षय ऊर्जा स्थापित करने और प्रदान करने का व्यवसाय शुरू करने का मुख्य कारण है। इन स्टार्टअप को क्लीनटेक या ग्रीन स्टार्टअप कहा जाता है। सौर ऊर्जा भारत में बिजली के सबसे स्वच्छ और सबसे नवीकरणीय रूपों में से एक है। लोगों ने भारत सरकार की मदद से सौर ऊर्जा क्षेत्र में अवसरों को पहचानना शुरू कर दिया है। क्लीनमैक्स सोलर, सिम्री एनर्जी और रिन्यू पावर जैसी कुछ कंपनियों ने कम समय में अच्छी रकम जुटाई है [14]।

रिन्यू पावर की शुरुआत सुमंत सिन्हा ने 2015 में की थी। कंपनी स्वच्छ ऊर्जा के उपयोग को बढ़ावा देने के लिए अक्षय ऊर्जा के समाधान प्रदान करती है। कंपनी ने कहा था कि वह दो केंद्र शासित प्रदेशों और सोलह राज्यों में सौर स्थापना के दो सौ साइट वितरित करेगी। क्लीनमैक्स सोलर मुंबई में एक स्टार्टअप कंपनी है, जिसे 2011 में स्थापित किया गया था। यह ग्राहकों को रूफटॉप सोलर पैनल जैसे ऊर्जा-बचत समाधान प्रदान करती है। सिम्री एनर्जी हैदराबाद में स्थित एक सौर ऊर्जा स्टार्टअप है, जिसकी स्थापना 2015 में हुई थी। यह हरित और स्वच्छ ऊर्जा के लिए उचित कीमत पर डीसी पावर और अभिनव सौर डीसी समाधान प्रदान करता है। उन्होंने भारत के दस राज्यों में दस हजार घरों को बिजली प्रदान की थी। कंपनी ने मार्च 2012 में राजस्थान के खारेदा लक्ष्मीपुरा गाँव में देश का पहला सौर ऊर्जा चालित स्मार्ट माइक्रोग्रिड स्थापित किया। यह पंखे, टीवी, बटरमिल्क मशीन और लाइट के लिए बिजली की आपूर्ति करता है [15]।

इनके अलावा, फोर्थ पार्टनर एनर्जी, सोलर 91, MYSUN, एज़्योर पावर और जून रूफ एंड मिनियन लैब्स, ऑनर्जी सोलर ऐसे स्टार्टअप हैं जो अपने ग्राहकों को सोलर रूफटॉप किट, सोलर लाइटिंग, सोलर मोबाइल चार्जर, सोलर वाटर पंप और माइक्रोग्रिड जैसे रूफटॉप सोलर समाधान प्रदान करते हैं। माई विलेज, जिसे मेरा गांव पावर के नाम से भी जाना जाता है, उत्तर प्रदेश में स्थापित एक माइक्रोग्रिड स्टार्टअप है। वे पूरे राज्य में एक हजार छह सौ समुदायों और एक लाख पचास हजार लोगों को सेवाएँ प्रदान करने में सक्षम हैं।

### निष्कर्ष

यह शोधपत्र सौर ऊर्जा, स्थापना दर, महत्व, अनुप्रयोगों जैसे कि अलवणीकरण, जल पम्पिंग, तथा छत पर सौर ऊर्जा प्रणाली स्थापित करके घरेलू प्रकाश व्यवस्था आदि का अवलोकन प्रस्तुत करता है। परिणाम दर्शाता है कि विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए उपयोग की जाने वाली सौर ऊर्जा अन्य ऊर्जा स्रोतों की तुलना में कुशल पाई गई है। इस विश्लेषण का प्राथमिक उद्देश्य विभिन्न अनुप्रयोगों को प्रकट करना है जो शोधकर्ताओं को कम ऊर्जा इनपुट लागत पर महत्वपूर्ण लाभ उत्पन्न करने में किसानों को आगे के अध्ययन करने और विकसित करने में मदद करता है। अंत में, कई क्षेत्रों में सौर ऊर्जा के प्रभावी अनुप्रयोगों के लिए पूंजीगत लागत को कम करने के लिए प्रौद्योगिकीविदों, नीति निर्माताओं और शोधकर्ताओं द्वारा ईमानदार प्रयासों की आवश्यकता होती है।

### संदर्भ

- [1] R. Kumar, A. Kumar, M. K. Gupta, J. Yadav, and A. Jain, "Solar tree-based water pumping for assured irrigation in sustainable Indian agriculture environment," *Sustain Prod Consum*, vol. 33, pp. 15–27, 2022.
- [2] S. Kuşkaya, F. Bilgili, E. Muğaloğlu, K. Khan, M. E. Hoque, and N. Toguç, "The role of solar energy usage in environmental sustainability: Fresh evidence through time-frequency analyses," *Renew Energy*, vol. 206, pp. 858–871, Apr. 2023, doi: 10.1016/J.RENENE.2023.02.063.
- [3] N. Shiradkar et al., "Recent developments in solar manufacturing in India," *Solar Compass*, vol. 1, p. 100009, May 2022, doi: 10.1016/j.solcom.2022.100009.
- [4] T. K. Das and D. Kundu, "Feasibility and sensitivity analysis of a self-sustainable hybrid system: A case study of a mountainous region in Bangladesh," *Energy Conversion and Management: X*, vol. 20, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.ecmx.2023.100411.
- [5] S. Kuşkaya, F. Bilgili, E. Muğaloğlu, K. Khan, M. E. Hoque, and N. Toguç, "The role of solar energy usage in environmental sustainability: Fresh evidence through time-frequency analyses," *Renew Energy*, vol. 206, pp. 858–871, 2023.
- [6] V. Harish, N. Anwer, and A. Kumar, "Applications, planning and socio-techno-economic analysis of

## Viksit India

2024 | Volume: 01 | Issue: 01

*distributed energy systems for rural electrification in India and other countries: A review*,” *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 52, p. 102032, 2022.

[7] “<https://www.investindia.gov.in/sector/renewable-energy>.”

[8] “<https://pib.gov.in/PressReleseDetailm.aspx?PRID=1911483>.”

[9]

“[https://en.wikipedia.org/wiki/Solar\\_power\\_in\\_India](https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_power_in_India).”

[10] M. M. Kamal, I. Ashraf, and E. Fernandez, “Optimal sizing of standalone rural microgrid for sustainable electrification with renewable energy resources,” *Sustain Cities Soc*, vol. 88, p. 104298, 2023.

[11] M. Farghali et al., “Social, environmental, and economic consequences of integrating renewable energies in the electricity sector: a review,” *Environ Chem Lett*, vol. 21, no. 3, pp. 1381–1418, 2023.

[12] G. Raina and S. Sinha, “Outlook on the Indian scenario of solar energy strategies: Policies and challenges,” *Energy Strategy Reviews*, vol. 24. Elsevier Ltd, pp. 331–341, Apr. 01, 2019. doi: 10.1016/j.esr.2019.04.005.

[13] M. M. Rahman, I. Khan, D. L. Field, K. Techato, and K. Alameh, “Powering agriculture: Present status, future potential, and challenges of renewable energy applications,” *Renew Energy*, vol. 188, pp. 731–749, 2022.

[14] R. Goel, “Renewable Energy Startups and SME,” 2020, doi: 10.20944/preprints202008.0488.v1.

[15] R. Ulucak and S. U.-D. Khan, “Determinants of the ecological footprint: role of renewable energy, natural resources, and urbanization,” *Sustain Cities Soc*, vol. 54, p. 101996, 2020.