



कृषि और चिकित्सा के क्षेत्र में सौर सेल का महत्व और उपयोग

रोहित कुमार^{1*}, अभिषेक प्रजापति^{2*}

¹हेमवती नंदन बहुगुणा गढ़वाल विश्वविद्यालय (केंद्रीय विश्वविद्यालय श्रीनगर), उत्तराखंड, भारत-246001

²मदन मोहन मालवीय प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय गोरखपुर, उ०प्र०, भारत-273010

लेखक से संवाद के लिए ईमेल*- rksingh95328@gmail.com, apmmut2108@gmail.com

आलेख प्राप्त: ३० जनवरी २०२६; अंतिम संशोधन: २० फरवरी २०२६; स्वीकृत: २० फरवरी २०२६

प्रथम ऑनलाइन प्रकाशित: १७ मार्च २०२६

सारांश

यह शोध-पत्र कृषि और चिकित्सा क्षेत्र में सौर कोशिकाओं के महत्व और उपयोग का विश्लेषण प्रस्तुत करता है, बढ़ती ऊर्जा मांग पारंपरिक ईंधनों के सीमित भंडार तथा पर्यावरण प्रदूषण की समस्या ने नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों की आवश्यकता को अत्यंत महत्वपूर्ण बना दिया है। सौर ऊर्जा एक स्वच्छ सुरक्षित और सतत ऊर्जा स्रोत है। जो सूर्य के प्रकाश को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित कर विभिन्न क्षेत्रों में उपयोगी सिद्ध हो रही है। कृषि क्षेत्र में सौर कोशिकाएँ सिंचाई पंप, ग्रीनहाउस, प्रबंधन सौर ड्रायर, कोल्ड स्टोरेज तथा खेतों में रोशनी जैसी सुविधाओं के माध्यम से किसानों की उत्पादकता बढ़ाने और लागत कम करने में सहायक हैं। इससे ग्रामीण क्षेत्रों में ऊर्जा आत्मनिर्भरता को बढ़ावा मिलता है। चिकित्सा क्षेत्र में सौर ऊर्जा ग्रामीण अस्पतालों में बिजली आपूर्ति, टीकों के सुरक्षित भंडार चिकित्सा उपकरणों के संचालन तथा आपदा स्थितियों में स्वास्थ्य सेवाओं की निरंतरता सुनिश्चित करती है। यद्यपि सौर ऊर्जा की प्रारंभिक लागत और मौसम पर निर्भरता जैसी चुनौतियाँ मौजूद हैं, फिर भी तकनीकी प्रगति और सरकारी प्रयासों के कारण इसका उपयोग तेजी से बढ़ रहा है। इस प्रकार सौर कोशिकाएँ सतत विकास, ऊर्जा सुरक्षा और सामाजिक कल्याण के लिए एक महत्वपूर्ण साधन के रूप में उभर रही हैं।

सूचक शब्द - अर्धचालक, फोटॉन, विद्युत धारा, सतत ऊर्जा, ग्रीनहाउस



Importance and Uses of Solar Cells in Agriculture and Healthcare

Rohit Kumar^{1*}, Abhishek Prajapati^{2*}

¹Hemvati Nandan Bahuguna Garhwal University, Srinagar, Uttarakhand, India-246001

²Madan Mohan Malaviya University of Technology, Gorakhpur, UP, India-273010

Corresponding author email*: rksingh95328@gmail.com, apmmmut2108@gmail.com

Received on: 30 January 2026; Final Revision: 20 February 2026; Accepted: 20 February 2026

Published Online First on: 17 March 2026

Abstract

This paper examines the importance and applications of solar cells in the agriculture and healthcare sectors. The growing demand for energy, limited reserves of conventional fuels, and increasing environmental pollution have made renewable energy sources extremely important. Solar energy is a clean, safe, and sustainable source of power that converts sunlight into electricity and has proven useful in various fields. In agriculture, solar cells support irrigation pumps, greenhouse management, solar dryers, cold storage systems, and farm lighting, helping to increase farmers' productivity and reduce operational costs. This promotes energy self-reliance in rural areas. In the healthcare sector, solar energy ensures reliable electricity supply to rural hospitals, safe storage of vaccines, operation of medical equipment, and continuity of health services during emergencies. Although challenges such as high initial installation costs and dependence on weather conditions exist, rapid technological advancements and government initiatives are encouraging wider adoption. Therefore, solar cells are emerging as an important tool for sustainable development, energy security, and social welfare in both agriculture and healthcare sectors.

Keywords- Semiconductor, Photon, Electric current, Sustainable energy, Greenhouse

भूमिका

आज की दुनिया में ऊर्जा की आवश्यकता दिन प्रतिदिन बढ़ती जा रही है, पारंपरिक ऊर्जा स्रोत जैसे कोयला, पेट्रोल और डीजल सीमित हैं और इनके उपयोग से पर्यावरण को भी भारी नुकसान पहुँचता है। ऐसे समय में सौर ऊर्जा एक स्वच्छ, सुरक्षित और नवीकरणीय विकल्प के रूप में सामने आई है। सौर सेल (Solar Cells) सूर्य के प्रकाश को विद्युत ऊर्जा में बदलने का कार्य करती हैं, जिससे हमें बिना प्रदूषण के बिजली प्राप्त होती है। कृषि और चिकित्सा ऐसे दो क्षेत्र हैं, जो सीधे मानव जीवन से जुड़े हुए हैं। खेती के बिना भोजन संभव नहीं है और स्वास्थ्य सेवाओं के बिना जीवन की रक्षा नहीं की जा सकती। इन दोनों क्षेत्रों में बिजली की भूमिका बहुत महत्वपूर्ण है। कई ग्रामीण और दूरदराज इलाकों में आज भी नियमित बिजली उपलब्ध नहीं होती। ऐसे स्थानों पर सौर ऊर्जा एक भरोसेमंद समाधान बनकर उभरी है।

यह निबंध कृषि और चिकित्सा क्षेत्र में सौर सौर सेल के उपयोगए उनके लाभए सीमाएँ और भविष्य की संभावनाओं पर सरल और स्पष्ट भाषा में प्रकाश डालता है, ताकि यह विषय हर पाठक के लिए आसानी से समझने योग्य बन सके (1-3)।

सौर सेल क्या हैं?

सौर सेल एक छोटा सा उपकरण होता है, जो सूर्य की रोशनी से बिजली बनाता है। यह आमतौर पर सिलिकॉन जैसे अर्धचालक पदार्थ से बनाई जाती है। जब सूर्य की किरणें इस पर पड़ती हैं, तो इसके अंदर मौजूद इलेक्ट्रॉन सक्रिय हो जाते हैं और एक विद्युत धारा उत्पन्न होती है। एक अकेली सौर कोशिका बहुत कम बिजली बनाती है, इसलिए कई सौर सेल को मिलाकर सौर पैनल बनाए जाते हैं। ये पैनल घरों की छतों, खेतों, अस्पतालों या खुले स्थानों पर लगाए जाते हैं। इनसे बनने वाली बिजली को बैटरी में जमा किया जा सकता है या सीधे उपयोग में लाया जा सकता है (4-5)।

सौर ऊर्जा की सबसे बड़ी विशेषता यह है कि यह मुफ्त, स्वच्छ और हमेशा उपलब्ध रहने वाली ऊर्जा है। जब तक सूर्य है, तब तक यह ऊर्जा स्रोत हमारे लिए मौजूद रहेगा। इसी कारण इसे भविष्य की ऊर्जा भी कहा जाता है (3,6)।

सोलर सेल में इलेक्ट्रॉन होल बनने की प्रक्रिया

सोलर सेल अर्धचालक (semiconductor) पदार्थ जैसे, Silicon से बना होता है, जिसमें दो परतें होती हैं P-टाइप और N-टाइप। इन दोनों के मिलने से p-n junction बनता है। चित्र 1

अब प्रक्रिया को चरणों में समझते हैं:

1. फोटॉन का अवशोषण

जब सूर्य की किरणें (फोटॉन) सोलर सेल पर गिरती हैं, तो वे अर्धचालक पदार्थ को ऊर्जा प्रदान करती हैं। यह ऊर्जा इलेक्ट्रॉनों को उनके बंधन से मुक्त कर देती है।

इससे इलेक्ट्रॉन-होल युग्म (electron-hole pair) बनता है।

2. इलेक्ट्रॉन और होल का पृथक्करण

p-n जंक्शन पर एक आंतरिक विद्युत क्षेत्र मौजूद होता है। यह क्षेत्र:

- इलेक्ट्रॉनों को N- परत की ओर खींचता है
- होल को P- परत की ओर धकेलता है

इससे आवेशों का अलगाव हो जाता है।

3. विद्युत धारा का निर्माण

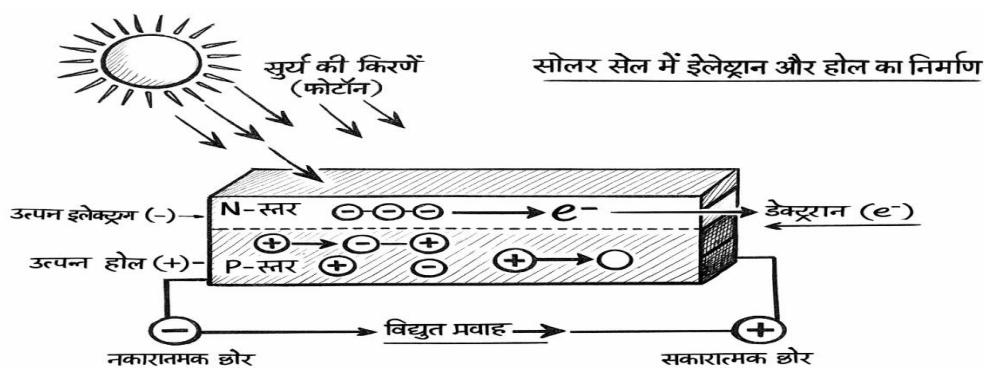
जब बाहरी परिपथ जोड़ा जाता है:

- इलेक्ट्रॉन बाहरी तार से होकर बहते हैं
- इससे विद्युत धारा (electric current) उत्पन्न होती है

यही सोलर सेल द्वारा उत्पन्न उपयोगी ऊर्जा है।

4. सतत ऊर्जा उत्पादन

जब तक सूर्य का प्रकाश पड़ता रहता है, इलेक्ट्रॉन-होल युग्म बनते रहते हैं और धारा का प्रवाह जारी रहता है। इस प्रकार, सूर्य के प्रकाश से उत्पन्न इलेक्ट्रॉन-होल युग्म, p-n जंक्शन के विद्युत क्षेत्र द्वारा अलग किए जाते हैं और बाहरी परिपथ में धारा उत्पन्न करते हैं। यही सोलर सेल के कार्य करने का मूल सिद्धांत है।



चित्र 1: सोलर सेल में इलेक्ट्रॉन और होल के बनने की प्रक्रिया

सोलर सेल में इलेक्ट्रॉन-होल बनने की प्रक्रिया प्रकाश-विद्युत प्रभाव पर आधारित होती है। सोलर सेल सामान्यतः सिलिकॉन जैसे अर्धचालक पदार्थ से बना होता है, जिसमें P-टाइप और N-टाइप परतें मिलकर p-n जंक्शन बनाती हैं। जब सूर्य का प्रकाश सोलर सेल पर पड़ता है, तो उसके फोटॉन अर्धचालक पदार्थ द्वारा अवशोषित हो जाते हैं। फोटॉन की ऊर्जा के कारण संयोजक कक्षा के इलेक्ट्रॉन उत्तेजित होकर चालक कक्षा में पहुँच जाते हैं, जिससे एक मुक्त इलेक्ट्रॉन और एक होल का

निर्माण होता है। p-n जंक्शन पर उपस्थित आंतरिक विद्युत क्षेत्र इलेक्ट्रॉनों को N क्षेत्र की ओर और होल को P-क्षेत्र की ओर खींचता है, जिससे दोनों का पृथक्करण हो जाता है। जब सोलर सेल को बाहरी परिपथ से जोड़ा जाता है, तो इलेक्ट्रॉन बाहरी तार के माध्यम से प्रवाहित होते हैं और विद्युत धारा उत्पन्न होती है। इस प्रकार सूर्य के प्रकाश से उत्पन्न इलेक्ट्रॉन-होल युग्म विद्युत ऊर्जा के उत्पादन में सहायक होते हैं, जो सोलर सेल के कार्य करने का मूल सिद्धांत है।

विश्व में सौर ऊर्जा उत्पादन की वृद्धि

सारणी 1 विश्व में सौर ऊर्जा की वृद्धि एवं सारणी 2 भारत में सौर ऊर्जा की वृद्धि को दर्शाया गया है।

सारणी 1: विश्व में सौर ऊर्जा उत्पादन की वृद्धि

वर्ष	वैश्विक सौर क्षमता (लगभग)	वार्षिक वृद्धि	टिप्पणी
2020	~760 GW	—	सौर ऊर्जा का तेज विस्तार शुरू
2022	~1,180 GW (1.18 TW)	+55%	बड़े पैमाने पर नई स्थापना
2024	~2,250 GW (2.25 TW)	लगभग दोगुनी	रिकॉर्ड स्तर की वृद्धि
2025*	~2,600+ GW (अनुमानित)	निरंतर वृद्धि	तेजी से विस्तार जारी

भारत में सौर ऊर्जा उत्पादन की वृद्धि

सारणी 2: भारत में सौर ऊर्जा उत्पादन की वृद्धि

वर्ष	भारत की सौर क्षमता (लगभग)	वृद्धि	टिप्पणी
2014	2.8 GW	—	प्रारंभिक चरण
2018	22 GW	~8 गुना	सरकारी योजनाओं का प्रभाव
2022	63 GW	तेज वृद्धि	बड़े सोलर पार्क विकसित
2024	100 GW	महत्वपूर्ण उपलब्धि	वैश्विक शीर्ष देशों में स्थान
2025*	~130 GW	~30-35% वृद्धि	तेजी से विस्तार जारी

कृषि क्षेत्र में सौर सेल का उपयोग

भारत जैसे कृषि प्रधान देश में खेती का सीधा संबंध मौसम, पानी और बिजली से होता है। यदि इन तीनों में से कोई एक भी समय पर

उपलब्ध न हो, तो फसल पर बुरा प्रभाव पड़ता है। सौर ऊर्जा किसानों के लिए एक सहायक शक्ति बनकर सामने आई है, जो उनकी कई समस्याओं का समाधान कर रही है (7,8)। चित्र 2

1. सौर ऊर्जा से चलने वाली सिंचाई व्यवस्था

खेती में पानी का सबसे अधिक महत्व होता है। परंतु कई गाँवों में बिजली की कमी के कारण किसान अपने खेतों में समय पर पानी नहीं पहुँचा पाते। पहले किसान डीजल पंपों का उपयोग करते थे, जो महंगे होने के साथ-साथ प्रदूषण भी फैलाते थे। अब सौर ऊर्जा से चलने वाले पानी के पंप उपलब्ध हैं। ये पंप सौर पैनलों से मिलने वाली बिजली से चलते हैं और खेतों तक पानी पहुँचाते हैं। इससे किसानों को ईंधन पर खर्च नहीं करना पड़ता और वे दिन के समय आसानी से सिंचाई कर सकते हैं (1,7)।

2. ग्रीनहाउस खेती में सौर ऊर्जा का उपयोग

कुछ फसलें ऐसी होती हैं, जिन्हें विशेष तापमान और वातावरण की आवश्यकता होती है। इसके लिए ग्रीनहाउस बनाए जाते हैं। इन ग्रीनहाउस में पंखे, लाइट और तापमान नियंत्रक लगाए जाते हैं, जिन्हें बिजली की जरूरत होती है। सौर पैनलों की मदद से यह सारी व्यवस्था चलाई जा सकती है। इससे लागत कम होती है और किसान पूरे साल फसल उगा सकते हैं। इससे उनकी आमदनी भी बढ़ती है (3,8)।

3. सौर ड्रायर द्वारा फसलों को सुखाना

कटाई के बाद कई बार फल, सब्जियाँ और अनाज ठीक से न सुखाने पर खराब हो जाते हैं। पारंपरिक तरीकों में फसल को खुले में धूप में सुखाया जाता है, जहाँ धूल और कीटों से नुकसान होने की संभावना रहती है। सौर ड्रायर एक बंद और साफ व्यवस्था होती है, जिसमें गर्म हवा के जरिए फसलों को सुखाया जाता है। इससे फसल की गुणवत्ता बनी रहती है और किसान उन्हें अच्छे दाम पर बेच सकते हैं (7,8)।

4. सौर ऊर्जा आधारित कोल्ड स्टोरेज

कई बार किसान अपनी फसल तुरंत बाजार में नहीं बेच पाते। अगर भंडारण की सुविधा न हो, तो फसल खराब हो जाती है। सौर ऊर्जा से चलने वाले कोल्ड स्टोरेज में फल और सब्जियों को लंबे समय तक सुरक्षित रखा जा सकता है। इससे किसान सही समय पर और अच्छे दाम पर अपनी उपज बेच सकते हैं (1,3)।

5. खेतों में रोशनी और बिजली की सुविधा

सौर लाइटों की मदद से खेतों और गोदामों में रोशनी की व्यवस्था की जा सकती है। इससे रात के समय भी काम करना आसान हो जाता है और चोरी या जानवरों से फसल की सुरक्षा होती है (1,8)।

6. आधुनिक कृषि उपकरण

आजकल कुछ छोटे कृषि उपकरण भी सौर ऊर्जा से चलने लगे हैं, जैसे स्प्रे मशीन और बीज बोने वाली मशीनें। इससे किसानों को ईंधन पर निर्भर नहीं रहना पड़ता और उनका खर्च कम होता है (6,8)।

चिकित्सा क्षेत्र में सौर सेल का उपयोग

स्वास्थ्य सेवाओं के लिए बिजली उतनी ही जरूरी है, जितनी दवाएँ और डॉक्टर। बिना बिजली के न तो सही इलाज हो सकता है और न ही जरूरी उपकरण चल सकते हैं। ग्रामीण और पहाड़ी क्षेत्रों में यह समस्या और भी गंभीर हो जाती है। ऐसे स्थानों पर सौर ऊर्जा जीवन रक्षक साबित हो रही है (2,9)।

1. ग्रामीण अस्पतालों और क्लीनिकों में बिजली

सौर पैनल लगाकर छोटे अस्पतालों और स्वास्थ्य केंद्रों में लाइट, पंखे, कंप्यूटर और जरूरी मशीनें चलाई जा सकती हैं। इससे मरीजों को बेहतर इलाज मिल पाता है और डॉक्टर भी अपना काम ठीक से कर पाते हैं (2,9)।

2. टीकों और दवाओं का सुरक्षित भंडारण

टीकों को एक निश्चित तापमान पर रखना बहुत जरूरी होता है। अगर बिजली चली जाए तो वे खराब हो सकते हैं। सौर ऊर्जा से चलने वाले फ्रिज और फ्रीजर इस समस्या का समाधान करते हैं। इससे दूरदराज क्षेत्रों में भी टीकाकरण कार्यक्रम सफल हो पाते हैं (2,9)।

3. चिकित्सा उपकरणों का संचालन

कई जरूरी मशीनें जैसे अल्ट्रासाउंड, स्टेरिलाइजर और मॉनिटरिंग सिस्टम बिजली से चलते हैं। सौर ऊर्जा की मदद से ये उपकरण उन जगहों पर भी उपयोग में लाए जा सकते हैं, जहाँ सामान्य बिजली नहीं पहुँचती (2,5)।

4. आपदा के समय सहायता

बाढ़, भूकंप या तूफान जैसी आपदाओं में बिजली व्यवस्था सबसे पहले प्रभावित होती है। ऐसे समय में पोर्टेबल सौर सिस्टम फील्ड अस्पतालों और राहत शिविरों में बहुत मददगार साबित होते हैं (2,9)।

5. टेलीमेडिसिन की सुविधा

सौर ऊर्जा की मदद से कंप्यूटर और इंटरनेट चलाकर ग्रामीण मरीज शहरों के बड़े डॉक्टरों से सलाह ले सकते हैं। इससे इलाज में समय और पैसा दोनों की बचत होती है (2,9)।

सौर ऊर्जा के लाभ

सौर ऊर्जा का सबसे बड़ा लाभ यह है कि यह पर्यावरण को नुकसान नहीं पहुँचाती। इससे हवा और पानी प्रदूषित नहीं होते (3,6)। यह लंबे समय में सस्ती भी साबित होती है, क्योंकि एक बार पैनल लगाने के बाद बिजली मुफ्त मिलती है (1,4)। इसके अलावा यह लोगों को ऊर्जा के मामले में आत्मनिर्भर बनाती है, खासकर उन क्षेत्रों में जहाँ बिजली की सुविधा कम है (3,8)।



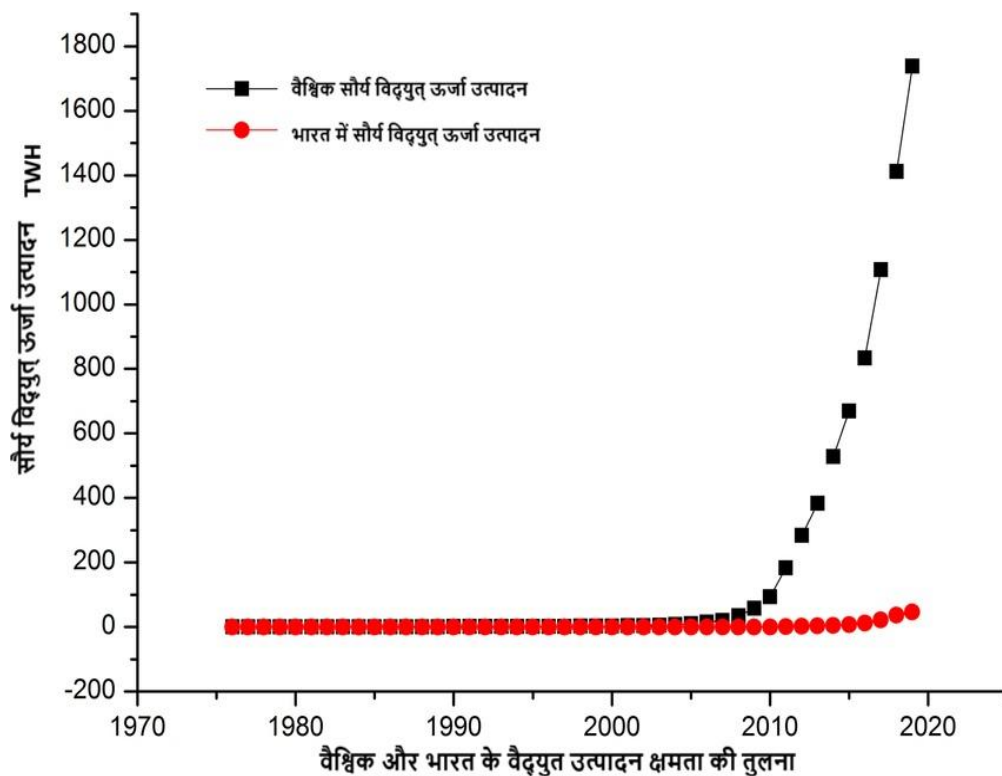
चित्र 2: कृषि क्षेत्र में सोलर सेल का उपयोग (यह चित्र इंटरनेट स्रोतों से बनाया गया है।)

विश्व और भारत में सौर ऊर्जा क्षमता की वृद्धि (2020–2025)

ग्राफ से स्पष्ट होता है कि भारत में पिछले कुछ वर्षों में सौर ऊर्जा उत्पादन में अत्यंत तेज वृद्धि हुई है। इससे निम्नलिखित निष्कर्ष निकलते हैं: चित्र 3

1. **तेजी से विकास-** भारत सौर ऊर्जा के क्षेत्र में विश्व के अग्रणी देशों में शामिल हो रहा है।

2. **ऊर्जा आत्मनिर्भरता-** सौर ऊर्जा के बढ़ते उपयोग से पारंपरिक ईंधनों पर निर्भरता कम हो रही
3. **आर्थिक लाभ-** सौर परियोजनाओं से रोजगार के अवसर बढ़ रहे हैं और बिजली की लागत घट रही है।
4. **ग्रामीण विकास-** सौर ऊर्जा ग्रामीण और दूरदराज क्षेत्रों में बिजली उपलब्ध कराने में मदद कर रही है।



चित्र 3: सौर ऊर्जा उत्पादन में वैश्विक एवं भारतीय वृद्धि का ग्राफ (यह चित्र संदर्भ संख्या [10] से लिया गया है)

सीमाएँ और चुनौतियाँ

हालाँकि सौर ऊर्जा बहुत उपयोगी है, लेकिन इसकी कुछ सीमाएँ भी हैं। सबसे बड़ी समस्या इसकी शुरुआती लागत है। सौर पैनल और बैटरी लगवाने में एक बार में काफी पैसा खर्च करना पड़ता है (1,4)।

इसके अलावा, यह पूरी तरह सूर्य पर निर्भर होती है। रात में या बादल वाले मौसम में बिजली कम बनती है, इसलिए बैटरी की जरूरत पड़ती है (4,5)। कुछ जगहों पर लोगों को इसके रखरखाव की सही जानकारी नहीं होती जिससे सिस्टम ठीक से काम नहीं कर पाता (6,8)।

भविष्य की संभावनाएँ

आने वाले समय में सौर तकनीक और भी सस्ती और प्रभावी होने की उम्मीद है। वैज्ञानिक नई तरह की बैटरियाँ और बेहतर पैनल विकसित कर रहे हैं, जिससे बिजली संग्रह करना आसान हो जाएगा (3,5,6)।

कृषि में स्मार्ट तकनीक और स्वचालित मशीनें सौर ऊर्जा के साथ मिलकर खेती को और भी आधुनिक बना देंगी (7,8)। चिकित्सा क्षेत्र में छोटे और पोर्टेबल सौर उपकरणों से दूरदराज इलाकों तक बेहतर स्वास्थ्य सेवाएँ पहुँच सकेंगी (2,9)।

निष्कर्ष

सौर सेल आज के समय में कृषि और चिकित्सा दोनों क्षेत्रों के लिए एक वरदान साबित हो रही हैं। किसानों को इससे सिंचाई, भंडारण और बिजली की सुविधा मिल रही है, जिससे उनकी मेहनत का सही फल मिल पाता है। वहीं, चिकित्सा क्षेत्र में यह तकनीक जीवन रक्षक सेवाओं को दूरदराज इलाकों तक पहुँचाने में मदद कर रही है (1-3,9)।

हालाँकि कुछ चुनौतियाँ अभी भी मौजूद हैं, लेकिन सरकार और वैज्ञानिकों के प्रयासों से इनका समाधान धीरे-धीरे किया जा रहा है। इस प्रकार, यह कहा जा सकता है कि सौर ऊर्जा न केवल वर्तमान की जरूरत है, बल्कि आने वाली पीढ़ियों के लिए एक सुरक्षित और उज्ज्वल भविष्य की कुंजी भी है (6,12)।

संदर्भ ग्रंथ सूची (Bibliography/References)

1. **Ministry of New and Renewable Energy (MNRE) – Solar Research & Off-Grid Info**
MNRE Solar Research & Development – <https://mnre.gov.in/en/solar-research-development/>
MNRE Solar Off-Grid/Decentralised Programme, <https://mnre.gov.in/en/solar-off-grid/>
MNRE Official Homepage: <https://mnre.gov.in/en/>
2. World Health Organization (WHO). Access to Modern Energy Services for Health Facilities in Resource-Limited Settings, <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/8c6742ae-7a07-4370-a418-dfcd2ca6ab48/content>
3. **IRENA – Solar Pumping for Irrigation (PDF)**
IRENA report publication, <https://www.irena.org/publications/2016/Jun/Solar-Pumping-for-Irrigation-Improving-livelihoods-and-sustainability>
4. National Renewable Energy Laboratory (NREL), USA. Solar Energy Basics and Its Applications, <https://docs.nrel.gov/docs/fy24osti/89244.pdf>
5. Kalogirou, S. A. Solar Energy Engineering: Processes and Systems. Academic Press, <https://shop.elsevier.com/books/solar-energy-engineering/kalogirou/978-0-323-99350-0>
6. Kaygusuz K. Renewable Energy: Power for a Sustainable Future. *Energy Exploration & Exploitation*. 2001;19(6):603-626, doi:[10.1260/0144598011492723](https://doi.org/10.1260/0144598011492723)
7. **FAO – Solar Energy in Irrigated Agriculture**, Full FAO report on solar irrigation, <https://www.fao.org/3/cb8459en/cb8459en.pdf>
8. Indian Council of Agricultural Research (ICAR). Renewable Energy Technologies for Sustainable Agriculture, <https://icar.org.in/en>
9. United Nations Children's Fund (UNICEF). Solar Energy for Health Centers and Vaccine Cold Chains, https://extranet.who.int/prequal/sites/default/files/document_files/Introducing%20solar-powered%20vaccine%20refrigerator%20and%20freezer%20systems.pdf
10. Kumar K, Varshney L, Ambikapathy A, Saket RK, Mekhilef S. Solar tracker transcript—A review. *Int Trans Electr Energ Syst*. 2021;31(12):e13250, doi:[10.1002/2050-7038.13250](https://doi.org/10.1002/2050-7038.13250)