सौर ऊर्जा आधारित तंत्रज्ञानाचा कृषी क्षेत्रातील प्रभावी वापर

प्रा. डॉ. पलमंटे एम.पी.
संशोधक मार्गदर्शक व विभागप्रमुख
श्रीमती सुशीलादेवी देशमुख वरिष्ठ महा. लातूर

भिंगे प्रकाश धोंडिबा
संशोधक विद्यार्थी
एम.ए. अर्थशास्त्र नेट, सेट

सारांश

भारतातील कृषी क्षेत्रात ऊर्जेची मागणी दिवसेंदिवस वाढत असून मुख्यतः ही ऊर्जा सिंचनासाठी वापरली जाते. १९४७ मध्ये केवळ १२५ गिगावॅट तास वीज वापरली जात होती, ती २०१६-१७ पर्यंत १,९५,४७३ गिगावॅट तासांपर्यंत वाढली आहे. यावरून कृषी क्षेत्रातील ऊर्जेच्या मागणीचा झपाटा लक्षात येतो. औद्योगिक आणि घरगुती क्षेत्रांनंतर कृषी क्षेत्राचा ऊर्जेच्या वापरात मोठा वाटा आहे. या पार्श्वभूमीवर, सौर ऊर्जा एक पर्यायी, स्वच्छ आणि शाश्वत ऊर्जा स्रोत म्हणून उदयास येत आहे. सूर्यापासून प्रचंड प्रमाणात ऊर्जा मिळत असल्याने तिचा योग्य वापर केल्यास पारंपरिक इंधनावरचे अवलंबित्व कमी होऊ शकते.

सौर ऊर्जा तंत्रज्ञान अगदी आदिम मानवाच्या काळापासून वापरले जात आहे, आणि आता हे तंत्रज्ञान आधुनिक स्वरूपात विविध उपकरणांतून वापरले जात आहे. कृषी क्षेत्रात सौर पंप, सौर फवारणी यंत्र, सौर पेरणी यंत्र, सौर वाळवणी यंत्र, सौर ट्रॅक्टर, सौर ग्रीनहाऊस प्रणाली आणि सौर खते अशा अनेक तंत्रज्ञानांचा वापर होऊ लागला आहे. सौर पंप प्रणालीमुळे डोंगराळ भागातही सिंचन शक्य झाले आहे. सौर फवारणी यंत्रामुळे दिवसाच्या वेळेस थेट सूर्यप्रकाशाचा वापर करून कीटकनाशके फवारता येतात, तर पावसाळ्यात बॅटरीद्वारेही ते चालते. सौर बियाणे पेरणी उपकरण लहान व मध्यम शेतकऱ्यांसाठी एक वरदान ठरले आहे, विशेषतः दुर्गम भागात. सौर वाळवणी यंत्रांमुळे पीक टिकवून ठेवता येते आणि इंधन खर्चही वाचतो. खत निर्मितीत सौर ऊर्जा वापरल्यास कार्बन डायऑक्साईडचे उत्सर्जन कमी होऊन पर्यावरण रक्षण होते. सौर ट्रॅक्टरसारख्या वाहनांमुळे इंधन खर्च घटतो आणि शेती अधिक किफायतशीर होते. याशिवाय, सौर ग्रीनहाऊस प्रणालीद्वारे उष्णता निर्माण करून हिवाळी पिकांचे उत्पादन वाढवता येते. या सर्व सौर तंत्रज्ञानामुळे शेतकऱ्यांचे उत्पादन व उत्पन्न वाढू शकते, त्यांचा जीवनमान उंचावू शकतो आणि पर्यावरणीयदृष्ट्या शाश्वत शेतीस चालना मिळते.

संशोधन उद्दिष्टांनुसार, सौर ऊर्जा तंत्रज्ञानाचा उपयोग केल्यास कृषी क्षेत्रात पर्यावरणपूरक बदल घडू शकतात आणि आर्थिकदृष्ट्या फायदेशीर ठरतो. भविष्यात सौर तंत्रज्ञानाचा प्रसार वाढवण्यासाठी शासनाने धोरणात्मक पाठबळ देणे, शेतकऱ्यांना आर्थिक व तांत्रिक मदत करणे आणि जनजागृती वाढवणे आवश्यक आहे. या मार्गाने कृषी क्षेत्र अधिक सशक्त, सक्षम आणि पर्यावरणस्नेही बनू शकते.

या पार्श्वभूमीवर, या अभ्यासाचा उद्देश म्हणजे विविध सामाजिक-आर्थिक गटांमध्ये शेती क्षेत्रामध्ये ऊर्जेच्या वापराची पद्धत समजून घेणे, ऊर्जावापराच्या वर्तनाचा अभ्यास करणे, आणि सरकारकडून दिल्या जाणाऱ्या प्रोत्साहन, अनुदान व कर्जयोजनांनंतरही स्थानिक पातळीवरील नूतनीकरणीय ऊर्जेचा वापर कमी का आहे हे शोधणे

बीज शब्द(keywords):- *सौरतंत्रज्ञान, ग्रीनहाऊस, सौरऊर्जा प्रणाली, शाश्वत विकास*

1) प्रस्तावना

भारत हे कृषिप्रधान राष्ट्र आहे. जगातील आणि भारतातील वाढत्या लोकसंख्येची गरज आणि वाढत्या अन्नाची मागणी पूर्तता करण्यासाठी शेती क्षेत्रामध्ये ऊर्जेची मागणी वेगाने वाढत आहे. त्यामुळे सध्या प्रचलित असलेले पारंपारिक ऊर्जेचे स्त्रोत अपुरे पडत आहेत. तसेच पारंपरिक ऊर्जा स्त्रोताचे साठी वेगाने कमी होत असलेली दिसून येतात. पारंपारिक इंधनाचा पर्यावरणावर होणारा हानिकारक परिणाम हे एक जागतिक समस्या बनली आहे. त्यामुळे शेती क्षेत्रातील विकासासाठी विविध पर्यायी मार्गाचा शोध घेणे पूर्वीच्या नवीन

स्त्रोताचे संशोधन करणे हे सुद्धा कृषी संशोधकाच्या दृष्टीने आवडीचा विषय बनला आहे. सूर्य हे जगाला मिळालेले एक वरदान असून शाश्वत उर्जेचे केंद्र आहे. जागतिक ऊर्जेची मागणी पूर्ण करायचे असेल तर सूर्याला ऊर्जेचे केंद्र बनवणे अत्यंत गरजेचे आहे. शाश्वत भविष्याच्या निर्मितीसाठी आणि पर्यावरण बदलाच्या परिणामांना व जागतिक तापमान वाढीच्या गंभीर समस्यांना तोंड देण्यासाठी विकसित तसेच विकसनशील देशांनी तातडीने पारंपारिक ऊर्जा स्त्रोतापासून अक्षय ऊर्जा स्त्रोताकडे वळणे अत्यंत गरजेचे आहे.

भारतामध्ये ऊर्जेचा पुरवठा नेहमीच मागणीच्या तुलनेत कमी राहिलेला आहे. "एनर्जी स्टॅटिस्टिक्स २०१९" नुसार, २००८-०९ ते २०१७-१८ या दशकात कोळशाच्या उत्पादनात ३.२टक्के वाढ झाली असली तरी त्याच्या वापरामध्ये ५.१ टक्के वाढ झाली. याच कालावधीत खनिज तेलाच्या उत्पादनात ०.६३ टक्के आणि नैसर्गिक वायूच्या उत्पादनात -०.०६ टक्के वाढ झाली, तर त्यांच्या वापरामध्ये अनुक्रमे ४.५९ टक्के व ४.८२ टक्के वाढ झाली. वीज वापरामध्ये ७.३९ टक्के वाढ झाली, पण उत्पादन केवळ ५.७१टक्क्यांनी वाढले.

भारतामध्ये घरगुती वापरासाठी एकूण अंतिम ऊर्जेच्या ९.०९ टक्के ऊर्जेचा वापर होतो. यामध्ये विजेचा हिस्सा ४६.७४ टक्के आहे आणि उर्वरित ऊर्जास्रोत म्हणजे तेलजन्य उत्पादने (२०१७-१८). नूतनीकरणीय ऊर्जा एक दीर्घकालीन, पर्यावरणपूरक आणि खर्चिकदृष्ट्या प्रभावी पर्याय म्हणून उदयास येत आहे. **कर्नाटकमध्ये भारताच्या एकूण नूतनीकरणीय ऊर्जेच्या उत्पादन क्षमतेपैकी ८ टक्के उत्पन्न करण्याची क्षमता आहे** (CSO, 2019).

भारत सरकारने नूतनीकरणीय ऊर्जास्रोतांचा उपयोग प्रोत्साहित करण्यासाठी अनेक योजना, अनुदाने, तंत्रज्ञान विकसित करणे आणि नियम व कायदे लागू केले आहेत. मात्र, या उपाययोजनांचा प्रभाव अद्याप अपेक्षित स्वरूपात दिसून आलेला नाही. या पार्श्वभूमीवर, घरगुती ऊर्जेच्या वापराच्या सध्याच्या पद्धती, त्यामागील सामाजिक-आर्थिक घटकांचा विचार करणे, आणि नूतनीकरणीय ऊर्जेच्या कमी वापरामागची कारणे शोधणे आवश्यक आहे.

स्पर्धात्मक दीर्घकालीन किंमतींवर नूतनीकरणीय ऊर्जेचे पर्याय पारंपरिक ऊर्जास्रोतांची जागा घेण्यास सक्षम आहेत. भारताच्या एकात्मिक ऊर्जा धोरणानुसार **"सर्व क्षेत्रांचा ऊर्जेच्या सेवांवरील मागणीचा विश्वासार्ह पुरवठा करणे आणि गरीब कुटुंबांच्या प्राथमिक ऊर्जेच्या गरजा स्वच्छ, सुरक्षित व परवडणाऱ्या माध्यमातून पूर्ण करणे"** हा उद्देश आहे (नियोजन आयोग २०१४).

भारतातील स्थिर आर्थिक वाढ सुनिश्चित करण्यासाठी व सर्व नागरिकांच्या ऊर्जेच्या गरजा पूर्ण करण्यासाठी, पर्यायी ऊर्जास्रोत आवश्यक असून ते केवळ नूतनीकरणीय ऊर्जास्रोतांद्वारेच शक्य आहे. २००४ मध्ये असे गृहित धरले गेले होते की भारताच्या प्राथमिक ऊर्जेच्या पुरवठ्यामध्ये किमान 3 ते ४ पट वाढ होणे आवश्यक आहे, जेणेकरून देशाची आर्थिक वृद्धी आणि सर्व नागरिकांच्या गरजा पूर्ण होऊ शकतील. कृषी क्षेत्रातील ऊर्जेची वाढते मागणी ही सुद्धा चिंतनीय बाब आहे. सौर ऊर्जेचे विद्युत ऊर्जेमध्ये रूपांतर करणे आणि त्याचा वापर जेवणाच्या विविध क्षेत्रात करत असतानाच तुम्ही मोठ्या प्रमाणात कृषी क्षेत्रामध्ये करणे यासाठी बरेच संशोधन केले जात आहे. सौर ऊर्जेचा वापर क्षेत्रात केल्यास कृषी क्षेत्रातील ऊर्जेची कमतरता दूर करता येईल तर संपूर्ण पृथ्वीवर वर्षभर एक स्वस्त सोपे आणि कधी न संपणारा उर्जेचा स्त्रोत उपलब्ध करून देता येईल. हाच भारतात भारनियमाचे समस्या असलेली दिसून येते. सौर ऊर्जा कंटाळ यांच्या साह्याने पाणी उपसण्यासाठी प्रकाशयोजना करण्यासाठी कीटकनाशके फवारणीसाठी आणि विविध वाहने चालवण्यासाठी सौर ऊर्जेचा वापर केला जाऊ शकतो.

या संशोधन विषयात सौर ऊर्जेच्या वापराची आवश्यकता आणि कृषी क्षेत्रातील तसेच कृषी उद्योगाच्या विकासात सौर ऊर्जेचे संभाव्य भूमिका मांडण्याचा प्रयत्न केला गेला आहे. कृषी क्षेत्रात सौर तंत्रज्ञानाच्या विविध साधनांचा वापर कशा पद्धतीने करता येऊ शकतो आणि त्यातून कृषी क्षेत्रातील ऊर्जेची भीषण समस्या सोडवण्याचा प्रयत्न केला जाऊ शकतो या संदर्भात चर्चा करण्यात आली आहे.

2) **संशोधन उद्दिष्टे:-**

1. कृषी क्षेत्रात सौर ऊर्जेच्या तंत्रज्ञानाचा सध्याचा वापर समजून घेणे.
2. शेतकऱ्यांना सौर तंत्रज्ञानाचा लाभ व त्याचा आर्थिक परिणाम अभ्यासणे.
3. सौर ऊर्जेच्या वापरामुळे पर्यावरणीय आणि सामाजिक बदलांचे मूल्यांकन करणे.

4. भविष्यातील सौर ऊर्जेचा वापर वाढवण्यासाठी आवश्यक उपाय शोधणे.

3) **संशोधनाची गृहितके:-**

1. सौर ऊर्जेचा वापर केल्यास शेतकऱ्यांची उत्पादन क्षमता वाढू शकते.
2. सौर तंत्रज्ञानाचा वापर पर्यावरणपूरक असल्यामुळे शाश्वत विकासास हातभार लावतो.

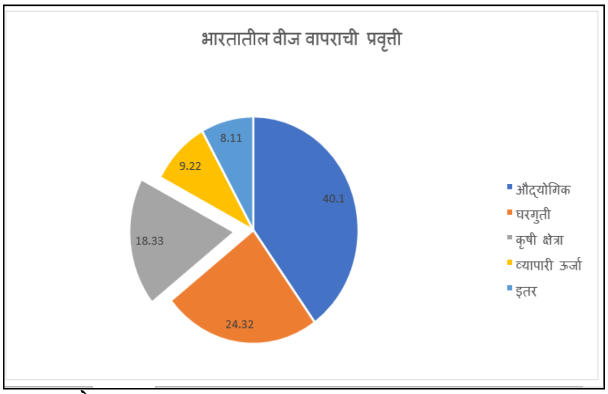
संशोधन पद्धती :-

संबंधित संशोधन पर लेखासाठी साधारणतः संशोधनाच्या दुय्यम साधनांचा वापर करण्यात आलेला आहे. यामध्ये संशोधनाशी संबंधित ग्रंथ, पुस्तके, शोध प्रबंध, अहवाल, साप्ताहिक, मासिके त्रैमासिके, वर्तमानपत्रे, शासकीय अहवाल व इंटरनेट या साधनांचा वापर करण्यात आलेला आहे.

कृषी क्षेत्रातील वीज वापराची प्रवृत्ती

भारतात कृषी क्षेत्रात विजेचा वापर मुख्यतः सिंचनाच्या उद्देशाने केला जातो. सन १९४७ साली कृषी क्षेत्रात विजेचा एकूण वापर १२५ गिगावॅट तास इतका होता. जो २०१६-१७ सालापर्यंत वाढवून १९५४७३ गिगावॅट इतका झाला आहे. ही वाढ स्पष्टपणे दर्शवते की कृषी क्षेत्रातील विजेची मागणी सातत्याने वाढत आहे.

खालील आकृतीमध्ये दाखवल्याप्रमाणे भारतातील ऊर्जा वापर सर्वाधिक हा औद्योगिक क्षेत्रात सुमारे ४०.०१% केला जात आहे. तर त्या खालोखाल घरगुती क्षेत्रात सुमारे २४.३२ % आणि त्यानंतर तृतीय क्रमांकावर कृषी क्षेत्रात १८.३३ % ऊर्जा वापर किंवा उपभोग केला जातो. यावरून आपणास लक्षात येते की कृषी क्षेत्रातील ऊर्जेची गरज वेगाने वाढत आहे.



स्रोत- Report on Growth of Electricity Sector in India from 1947-2016)

शेती क्षेत्रातील सौर तंत्रज्ञान

कृषी क्षेत्रातील तंत्रज्ञानामध्ये वेगाने सुधारणा होत असून पारंपारिक तंत्रज्ञानाचा त्याग करून आधुनिक, आणि शेतीचे कार्य सोपी करणाऱ्या विविध उपकरणाचा वापर शेतकरी करताना दिसून येतात. कृषी आणि कृषी सलग्न व्यवसायामध्ये आधुनिक तंत्रज्ञान ग्रामीण क्षेत्रातही वापरले जात आहे. पशुपालनासाठी या आधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर केला जात आहे. कृषी क्षेत्रातील हे आधुनिक तंत्रज्ञान सौर ऊर्जेच्या आधारे वापरले जावे व इंधनावरील अवलंबित्व कमी करून शेतकऱ्यांच्या इंडियन खर्चाला कमी करून सौर ऊर्जेच्या माध्यमातून राहणीमानाचा दर्जा, उत्पन्नाचे पातळी वाढवता यावी. यासाठी सौर ऊर्जा तंत्रज्ञान कृषी क्षेत्रात महत्त्वाची भूमिका बजावत आहे.

सौरपंप प्रणाली

सिंचन प्रणाली चालवण्यासाठी सौर फोटो व्होल्टिक तंत्रज्ञानाचा वापर केला जात आहे. ही प्रणाली सिंचन क्षेत्रासाठी खूप उपयुक्त आहे. विशिष्ट हा सिंचन कालव्यामध्ये पाणी उचलण्याचे उपकरण म्हणून आणि पारंपारिक पाणीपुरवठा प्रणालीला पर्याय म्हणून तसेच पारंपारिक सिंचन प्रणाली ज्या भागात विकसित होऊ शकत नाही जसे की उंच डोंगराळ प्रदेश समान प्रमाणात पाणी वितरित करण्यासाठी सौर पंप प्रणाली अत्यंत उपयुक्त ठरत आहे.

सौर फवारणी उपकरण

सौर कीटकनाशके फवारणी उपकरण लहान मध्यम शेतकऱ्यांसाठी त्यांची उत्पादकता सुधारण्यासाठी महत्त्वाची भूमिका बजावत आहे. यामध्ये सौर ऊर्जा साठवणूक क्षमता असल्याने बॅटरीच्या माध्यमातून आवश्यकतेनुसार याचा वापर करणे शक्य झाले आहे. तसेच हे उपकरण सहसपणे हाताळता येऊ शकते. बहुतांश कीटकनाशके फवारणी प्रक्रिया दिवसाच्या वेळी केली जात असल्यामुळे या उपकरणाचा वापर थेट सौर ऊर्जा मिळून सुद्धा केला जाऊ शकतो त्यामुळे बॅटरी आधारित तंत्रज्ञान वापरण्याची आवश्यकता भासत नाही. तर थंडी किंवा पावसाच्या दिवसात बॅटरीच्या आधारे कीटकनाशके फवारणी तंत्रज्ञान वापरता येते.

सौर बियाणी पेरणी तंत्रज्ञान

सौर उर्जेवर चालणारी बियाणे पेरणी यंत्रे लहान मध्यमानी मोठ्या शेतात बियाणे पसरवण्याचा आणि पेरण्याचा एक सोपा आणि सोयीस्कर मार्ग म्हणून विकसित

VOL- XII | ISSUE- V | MAY | 2025 | PEER REVIEW e-JOURNAL | IMPACT FACTOR 8.379 | ISSN 2349-638x

होत आहे. हे लहान शेतकऱ्यांसाठी आणि कृषीप्रधान समाजासाठी एक वरदान ठरत आहे. ग्रामीण भागातील दुर्गम भागात जिथे सामान्य यंत्रसामग्री सहजपणे उपलब्ध होऊ शकत नाही अशा ठिकाणी या उपकरणांचा प्रवेश सहज होत आहे. रेडिओ फ्रिक्वेन्सी नियंत्रित सौर पेरणी यंत्रे शेतकऱ्यांना पर्यावरण पूरक पेरणी आणि बियाणे पसरवण्यासाठी देखील नव्याने निर्माण केली आहेत. येत्या काळात ही यंत्रे स्वचलित पद्धतीने सुद्धा वापरले जाऊ शकतात.

सौर पीक वाळवणी यंत्र

कृषी क्षेत्रातील पीक उत्पादन, नाशवंत पीक, फळे, भाजीपाला दीर्घ काळापर्यंत जतन करणे आवश्यक असते. शेती क्षेत्रापासून ग्राहकापर्यंत पोहोचवण्यासाठी त्यांना ताजे आणि पौष्टिक ठेवणे आवश्यक आहे. ही प्रक्रिया घरगुती किंवा औद्योगिक स्तरावर पूर्वी वापरले जात असे. वेगवेगळ्या जतन पद्धतीमध्ये गोठवणे वाळवणे आणि निर्जलीकरण यांचा समावेश केला जात असे. सौर वाळवणी यंत्राच्या माध्यमातून वरील सर्व प्रक्रिया सहजपणे पार पाडता येतात. वयासाठी होणारा इंधनऊर्जा खर्चही करण्याची आवश्यकता नाही. त्यामुळे शेतकऱ्यांच्या उत्पन्नात वाढ घडून येते.

सौर खतीकरण

आधुनिक शेतीमध्ये पिकाचे उत्पादन वाढवण्यासाठी खतांची मध्यवर्ती भूमिका आहे. खतांच्या उत्पादनासाठी अमोनिया हे सर्वात महत्त्वाचे रसायन असून अमोनियाच्या उत्पादनासाठी मोठ्या प्रमाणात ऊर्जेची आवश्यकता असते. तसेच या प्रकारांमधून मोठ्या प्रमाणामध्ये कार्बन डायऑक्साइड वायू उत्सर्जित होत असतो. ज्यामुळे प्रदूषण घडून येते. सौर ऊर्जा आधारित खतांच्या वापराने या समस्येला एक चांगला पर्याय उपलब्ध करून दिला जाऊ शकतो.

सौर वाहन (सौर ट्रॅक्टर)

आधुनिक कृषी क्षेत्रात ट्रॅक्टर हे सर्वात महत्त्वाचे आणि केंद्रीय तंत्रज्ञान म्हणून वापरले जात आहे. पेरणी, नांगरणी, पिके कापणी इत्यादी सह अनेक कामांसाठी याचा वापर केला जात आहे. ट्रॅक्टर साठी मोठ्या प्रमाणात इंधनाची आवश्यकता असते. त्यामुळे सौर ऊर्जा आधारित ट्रॅक्टर वापरल्यास इंधनावरील खर्च कमी करून त्याचा वापर इतर उत्पादक कृषी कार्यात गुंतवणूक म्हणून करता येतो. तसेच सोलार ट्रॅक्टर सारखी इतर सौर वाहने कृषी क्षेत्रात वापरली जाऊ शकतात.

सौर ग्रीनहाऊस प्रणाली

सर्वसाधारणपणे जगभरातील ग्रीन हाऊस हे प्रकाश शाश्लेषणासाठी त्यांच्या प्रकाश ऊर्जेची गरज पूर्ण करण्यासाठी सूर्यप्रकाशाचा वापर करतात. परंतु ते उष्णतेसाठी सूर्याचा वापर करन्यास तयार नसतात. हिवाळी वनस्पतींच्या वाढीसाठी ग्रीन हाऊस तापमान निर्माण करण्यासाठी सौर ऊर्जा आधारित ग्रीन हाऊसचा वापर केला जाऊ शकतो.

निष्कर्ष :-

सौरऊर्जा तंत्रज्ञानाची आवश्यकता ऊर्जेच्या पारंपारिक साधनांची मर्यादा आणि कृषी क्षेत्रातील ऊर्जेची वाढती मागणी लक्षात घेता, सौर तंत्रज्ञानाला अधिक महत्त्व देणे का गरजेचे आहे याची कल्पना येते. सौर ऊर्जा ही स्वच्छ अमर्यादित पुरवठा प्रदूषणमुक्त आणि सर्वांसाठी मुक्तपणे उपलब्ध असलेली ऊर्जा साधन आहे. त्यामुळे कृषी संशोधनात सौर ऊर्जेचा वापर अधिक प्रभावीपणे कसा करता येईल यावर भर देणे गरजेचे आहे. सौर ऊर्जेचे थेट व प्रत्यक्ष स्वरूपात उपयोग करता येतात, जसे की धान्य सुकवणे, पंपाच्या माध्यमातून पाणी उपसा, कीटकनाशक फवारणी, बियाणे पेरणी, सौर ट्रॅक्टरच्या माध्यमातून कापणी व इतर अवजड कामे इत्यादी कार्यासाठी सौर तंत्रज्ञान वापरले जाऊ शकते. सौर ड्रायर वापरून अन्नधान्याची गुणवत्ता टिकवण्यासाठी व दीर्घकाळापर्यंत साठवून ठेवण्यासाठी त्याचा वापर करता येऊ शकतो. सौर सिंचन प्रणाली पारंपारिक इंधनावर चालणाऱ्या पंपा पेक्षा अधिक स्वस्त पर्यावरण पूरक आणि कमी देखभाल ची आवश्यकता असणारी प्रणाली आहे. त्यामुळे

VOL- XII ISSUE- V MAY 2025 PEER REVIEW e-JOURNAL IMPACT FACTOR 8.379 ISSN 2349-638x

शेतकऱ्यांचा इंधनावरील खर्च कमी होऊन बचत होते. सौर वाहने अजूनही विकासाच्या सुरुवातीच्या टप्प्यावर असली तरी भविष्यात ते शेतीचे स्वरूप बदलू शकतात त्यामुळे त्याच्या संशोधनास महत्त्व देणे गरजेचे आहे.

सौर फोटोव्होल्टाइक तंत्रज्ञानामुळे विजेची निर्मिती करून विविध नवीन उपक्रमांना चालना देता येते. विशेषतः दुर्गम डोंगराळ भागातील लहान शेतकऱ्यांसाठी हे सर्व तंत्रज्ञान अत्यंत उपयुक्त ठरत आहे. ग्रीड प्रणालीच्या माध्यमातून दुर्गम भागात सौर ऊर्जा तंत्रज्ञानाचा वापर करता येतो. तसेच सौर ऊर्जा तंत्रज्ञानाच्या वापरामुळे कार्बन उत्सर्जनात लक्षणीय घट होऊ शकते. भारतातील ग्रामीण भागातील ऊर्जा टंचाई दूर करता येण्यासाठी सौर ऊर्जेचा पर्याय अत्यंत उपयुक्त ठरतो मात्र यासाठी शेतकऱ्यांमध्ये जागरूकता निर्माण करणे शासन पातळीवर अनुदान देणे आणि संशोधन संस्थांनी योग्य मार्गदर्शन करणे अत्यंत आवश्यक आहे. कृषी क्षेत्रातील सौर तंत्रज्ञानाच्या वापरातून शेतीत आर्थिक बचत उत्पादनात वाढ उत्पन्नात वाढ पर्यावरण पूरकता आणि दीर्घकालीन ऊर्जा समस्येवरील समाधान शक्य आहे. त्यामुळे सौर ऊर्जा तंत्रज्ञानाच्या माध्यमातून भविष्यातील कृषी क्षेत्र सौर ऊर्जेच्या साहाय्याने अधिक सक्षम हरित आणि शाश्वत स्वयंपूर्ण होईल या दृष्टीने प्रयत्न करता येतील.

संदर्भ सूची :-

01) "सौर ऊर्जा - एक सुलभ प्रात्यक्षिक मार्गदर्शक", दीपक हरी जामोदकर, अथर्व पब्लिकेशन्स, जळगाव
02) "सौरऊर्जा- एक वरदान", मनोज कळके, किंडले एडिशन २०२२.
03) "सौर ऊर्जा के अनुप्रयोग संस्थापना एवं रखरखाव", एस. एस. एल. पटेल, स्टँडर्ड पब्लिशर्स डिस्ट्रीब्युटर्स, दिल्ली.
04) जागतिक ऊर्जा संक्रमण दृष्टिकोन इंटरनॅशनल रिन्यूएबल एनर्जी एजन्सी अबुधाबी २०२१.
05) के सिंगल,जी प्रजापती, सौर उर्जेवर चालणारे बियाणे पेरणी यंत्र, इंटरनॅशनल जर्नल ऑफ अप्लाइड इंजीनियरिंग रिसर्च २०१८.
06) एस. एम. सुतार, एम. सी. बुटाले, "कृषी उपयोगासाठी सौरऊर्जेवर चालणारी बहुउद्देशीय इलेक्ट्रिक तंत्रज्ञान युक्त ट्रॅक्टर", इंटरनॅशनल जर्नल ऑफ रिसर्च इन इंजिनिअरिंग, सायन्स अँन्ड मॅनेजमेंट, खंड ३, अंक ३ (२०२०)
07) अधिकृत वेबसाइट www.powermin.gov.in
08) दैनिक सकाळ, अग्रोवोन, २५ फेब्रुवारी २०२३
09) शेतकरी मासिक, कृषी विभाग, महाराष्ट्र शासन.
10) https://www.india.gov.in › official-website-ministry-power