

# कृषि में ऊर्जा



# कृषि में ऊर्जा



भा.कृ.अ.प.— भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान  
नई दिल्ली—110012



जुलाई, 2022 में प्रकाशित

### निदेशक

ए. के. सिंह

### संयुक्त निदेशक (अनुसंधान)

इन्द्रमणि मिश्रा

### संकल्पना

हिंदी प्रकाशन समिति

### लेखक

इन्द्रमणि मिश्रा

प्रमोद कुमार शर्मा

संगीता चोपड़ा

### संपादन

अनिल दहूजा

अतुल कुमार

### सहयोग

बी. एस. रावत

उद्धरण : कृषि में ऊर्जा, भारतीय कृषि अनुसन्धान संस्थान, नई दिल्ली

मुद्रित प्रतियाँ : 500

मूल्य : 100 रुपए

ICN: H-200/2022

© 2022— भारतीय कृषि अनुसन्धान संस्थान, नई दिल्ली, सर्वाधिकार सुरक्षित

वेबसाइट : [www.iari.res.in](http://www.iari.res.in)

प्रकाशक: निदेशक, भारतीय कृषि अनुसन्धान संस्थान, नई दिल्ली की ओर से प्रकाशन यूनिट द्वारा प्रकाशित एवं एम.एस. प्रिंटेर्स, सी-108/1, बैक साइड, नारायणा औद्योगिक क्षेत्र, फेस-I, नई दिल्ली-110024, मो. 7838075335, दूरभाष: 011-45104606, ई-मेल: [msprinter1991@gmail.com](mailto:msprinter1991@gmail.com) द्वारा मुद्रित

## आमुख



विश्व आज जिन चार समस्याओं का सामना कर रहा है उसमें खाद्य सुरक्षा, जल सुरक्षा, जलवायु परिवर्तन के साथ सबसे अधिक महत्वपूर्ण ऊर्जा सुरक्षा है। वास्तव में, ऊर्जा उपलब्धता विकास की धुरी है। कृषि एक ऊर्जा परिवर्तन उद्योग है तथा इसकी परिवर्तन दक्षता को उत्पादन की आधुनिक तकनीक तथा अधिक उपजाऊ प्रजातियों के उपयोग से बढ़ाया जा सकता है। प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से पौधे सौर ऊर्जा एवं जमीन से ग्रहण की गई रासायनिक ऊर्जा को उचित क्रिया द्वारा संभारण योग्य रासायनिक ऊर्जा जैसे कार्बोहाईड्रेट, प्रोटीन, वसा,

खाद्य खनिज, रेशों तथा विटामिन आदि में बदल देते हैं। कृषि में उन्नत तकनीकी एवं प्रजातियों के समावेश से प्रकाश संश्लेषण की दक्षता को बढ़ाया जा सकता है और इस तरह उत्पादन को आगे ले जाया जा सकता है। आधुनिक खेती प्रत्यक्ष एवं परोक्ष ऊर्जा के अधिकारिक उपयोग पर आधारित है जिनमें से कुछ स्थानीय स्रोतों से प्राप्त होती है जिसमें अक्षय ऊर्जा स्रोत भी शामिल हैं तथा कुछ वाणिज्यिक स्रोतों से प्राप्त होते हैं जिनमें डीज़ल, बिजली प्रत्यक्ष ऊर्जा स्रोत हैं और बीज, खाद, खेती एवं प्रसंस्करण की मशीनें, अप्रत्यक्ष या परोक्ष ऊर्जा स्रोत हैं। कृषि में प्रत्यक्ष एवं परोक्ष तथा अक्षय एवं वाणिज्यिक दोनों प्रकार की ऊर्जा का उपयोग होता है। आधुनिक खेती अधिकाधिक ऊर्जा पर आधारित है। वाणिज्यिक ऊर्जा में डीज़ल और विद्युत मुख्यतः प्रयोग हो रहे हैं। सिंचाई के लिए इन दोनों ऊर्जा स्रोतों का अधिक उपयोग होता है। भारत भूजल दोहन में सर्वोपरि है। इस क्षेत्र में मांग और पूर्ति दोनों तरफ उचित प्रबंधन कर भूजल एवं ऊर्जा को बचाना है। ट्रैक्टर एवं पॉवर टिलर में डिज़ाइन सुधार कर ईंधन दक्षता बढ़ाई गई है। कृषि में मशीनीकरण अधिकाधिक बढ़ा है तथा कृषि शक्ति 2 किलोवाट/ हेक्टेयर तक पहुँच गयी है इसलिए कृषि में ऊर्जा की खपत बढ़ी है। आने वाला समय अक्षय ऊर्जा स्रोतों तथा नवीनतम तकनीकियों जैसे फ्युलसेल का होगा। ऊर्जा की बचत ऊर्जा उत्पादन का दूसरा नाम है।

प्रति व्यक्ति ऊर्जा खपत किसी भी देश की अर्थव्यवस्था की प्रगति की द्योतक है। मुख्यतया तेल और गैस ऊर्जा पर आधारित विश्व-अर्थव्यवस्था के लिए इन ऊर्जा स्रोतों के सीमित तथा कम होते भंडार की खबरे नींद उड़ाने वाली होती हैं। विकास का इंजन ऊर्जा के सहारे दौड़ता है तथा विकास की रफ़्तार ऊर्जा खपत की दर को और अधिक बढ़ा देती है। मैं डॉ. इन्द्रमणि एवं डॉ. प्रमोद कुमार शर्मा को कृषि में ऊर्जा पुस्तक के लेखन के लिए बधाई देता हूँ। कृषि में ऊर्जा के विभिन्न आयामों की चर्चा इस पुस्तक में समाहित है।

भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली तथा भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद् के अन्य संस्थानों ने कृषि में ऊर्जा प्रदान करने के लिए अनेकानेक उपकरणों का विकास किया है। इसमें मुख्यतया सौर ऊर्जा से चलने वाले उपकरण शामिल हैं। इस पुस्तक में कृषि में ऊर्जा प्रबन्ध की चुनौतियां एवं ऊर्जा के गैर-परंपरागत स्रोत एवं कृषि में इनके समुचित उपयोग पर विस्तार से चर्चा की गयी है। मैं इस पुस्तिका के प्रकाशन के लिए लेखकों, संयुक्त निदेशक (अनुसन्धान) और इस कार्य से जुड़े उनके सभी सहयोगियों को धन्यवाद देता हूँ जिनके अथक प्रयासों से यह प्रकाशन किसानों की सेवा के लिए उपलब्ध कराया जा रहा है।

दिनांक: 31 जुलाई 2022  
नई दिल्ली



(अशोक कुमार सिंह)  
निदेशक

## प्राक्कथन



भारतीय कृषि की प्रगति में भारतीय कृषि अनुसन्धान संस्थान, नई दिल्ली का अद्वितीय स्थान रहा है। कृषि के विभिन्न आयामों में संस्थान ने बढ़-चढ़ कर योगदान दिया है अपने अद्वितीय योगदान के लिए यह देश विदेश में विख्यात है। कृषि अभियांत्रिकी संभाग में कृषि उत्पादन में सटीकता लाने, कृषि कार्यों में दक्षता का समावेश करने तथा मजदूर उत्पादकता बढ़ाने के लिए बहुत महत्वपूर्ण कार्य किये हैं। नवोन्मेषी प्रौद्योगिकियों के विकास एवं उन्हें किसानों तक पहुँचाने का अनूठा प्रयास किया गया है। कृषि मशीनरी निर्माताओं के सहयोग से संभाग में विकसित कृषि यंत्रों को देश के विभिन्न भागों में पहुँचाने के साथ धनोपार्जन का बहुत सफल प्रयास किया गया है। वैज्ञानिक ज्ञान जब तक किसानों तक समुचित रूप से नहीं पहुँचता तब तक अनुसंधान का वास्तविक उद्देश्य पूरा नहीं हो पाता। भाषा का माध्यम प्रायः बाधा बन जाता है। हिंदी हमारी राजभाषा है, इसका सरकारी कामकाज में प्रयोग करना हमारी नैतिक जिम्मेदारी ही नहीं बल्कि संवैधानिक प्रतिबद्धता है। वैज्ञानिक क्षेत्र में हिंदी के उपयोग में संस्थान की उल्लेखनीय उपलब्धियाँ हैं और हम इस दिशा में निरंतर कदम बढ़ाते आगे चल रहे हैं। बीते वर्षों में हिंदी भाषा में तकनीकी बुलेटिन एवं पुस्तकें प्रकाशित करने में संस्थान का बड़ा प्रयास रहा है। इन प्रकाशनों से भारतीय किसानों को बहुत लाभ हुआ है।

विगत वर्षों में कृषि अभियांत्रिकी संभाग में कृषि मशीनीकरण, उन्नत कृषि यंत्रों, कृषि मशीनों एवं पावर टिलर की उपलब्धता, उपयोगिता एवं रखरखाव सम्बन्धी प्रकाशनों के माध्यम से कृषि अभियांत्रिकी सम्बन्धी ज्ञान को किसानों एवं अन्य उपयोगकर्ताओं तक पहुँचाना है। इसी कड़ी में एक नया प्रकाशन "कृषि में ऊर्जा" किसानों की सेवा के लिए प्रस्तुत है इस पुस्तक में कृषि में ऊर्जा प्रबन्ध की चुनौतियाँ एवं ऊर्जा के गैर-परंपरागत स्रोत एवं कृषि में इनका समुचित उपयोग के बारे में चर्चा की गयी है।

मैं इस प्रकाशन के अपने सहयोगी लेखकों डॉ प्रमोद कुमार शर्मा एवं संगीता चोपड़ा, प्रधान वैज्ञानिक, कृषि अभियांत्रिकी संभाग के प्रयासों की सराहना करता हूँ। इस प्रकाशन का पुनरीक्षण तथा भाषाई संपादन प्रकाशन यूनिट के सह प्रभारी डॉ अतुल कुमार ने किया है जिन्हे इस कार्य में निजी सचिव श्री बी एस रावत का अमूल्य सहयोग प्राप्त हुआ है। मैं हिंदी प्रकाशन समिति के सभी सदस्यों का भी इस दिशा में किये गए योगदान के लिए हृदय से धन्यवाद देता हूँ।

दिनांक: 31 जुलाई 2022  
नई दिल्ली

(इन्द्रमणि मिश्रा)  
संयुक्त निदेशक(अनुसंधान)



## प्रस्तावना




परंपरागत रूप में कृषि मानव एवं पशु श्रम आधारित रही है। हर देश का इतिहास इस तथ्य का साक्षी है कि शुरुआत में कृषि शत-प्रतिशत मानव एवं पशु श्रम आधारित रही। बढ़ते मशीनीकरण के साथ तथा औद्योगिक एवं सेवा क्षेत्र में मानव श्रम की आवश्यकता बढ़ने के साथ कृषि क्षेत्र में शनैः-शनैः मानव श्रम कम होता जाता है और यह वाणिज्यिक ऊर्जा स्रोतों से प्रतिस्थापित होता जाता है। वास्तव में, कृषि मशीनीकरण का पहला मुख्य कारण मानव श्रम की अनुपलब्धता ही है। कृषि में ऊर्जा का उपयोग मुख्यतया दो रूपों में होता है; पहला प्रत्यक्ष ऊर्जा, जिसमें मानव श्रम, पशु ऊर्जा, डीजल, पेट्रोल तथा विद्युत आदि शामिल हैं, जिनका उपयोग कृषि कार्यों को करने तथा गतिमान एवं स्थिर उपकरणों जैसे ट्रैक्टर, पम्पसेट तथा कृषि मशीनों को चलाने में होता है। दूसरा परोक्ष ऊर्जा, जो खेत से दूर कारखानों में प्रयुक्त होती है जिससे कृषि उपयोगी साधनों जैसे, उर्वरक, रसायन, बीज का प्रसंस्करण एवं कृषि में उपयोग आने वाली मशीनों के निर्माण पर खर्च होती है। अधिकारिक तकनीकी समावेश एवं आधुनिकीकरण के कारण वर्तमान कृषि ऊर्जा आधारित हो गई है। तुलनात्मक दृष्टि से देखें तो कृषि में खपत कई अन्य क्षेत्रों की खपत से अधिक है। इससे इतना तो साफ़ है की कृषि क्षेत्र में ऊर्जा की मांग, देश की कुल ऊर्जा खपत एवं उपलब्धता पर गहरा असर डालती है। कृषि में दूसरा सर्वाधिक प्रयुक्त होने वाला वाणिज्यिक ऊर्जा स्रोत विद्युत है। ऊर्जा क्षेत्र में चुनौतियों तथा कृषि में ऊर्जा की खपत को ध्यान में रखते हुए अपरम्परागत अक्षय ऊर्जा स्रोतों का कृषि में अधिकाधिक दक्षता पूर्ण उपयोग सुनिश्चित करना है। इसके लिए अलग-अलग क्षमता की अपरम्परागत ऊर्जा आधारित यंत्रों एवं मशीनों का निर्माण आवश्यक है। “कृषि में ऊर्जा” के विभिन्न पहलुओं तथा ऊर्जा प्रबंधन एवं नवोन्मेषी तकनीकियों पर कृषकोपयोगी संकलन की आवश्यकता है। कृषि में ऊर्जा उपरोक्त आवश्यकता की पूर्ति का एक प्रयास है।

इस पुस्तक में कृषि में ऊर्जा उपयोग के बारे में विस्तार से चर्चा की गयी है। साथ ही साथ कृषि के गैर परंपरागत स्रोतों के बारे में भी विस्तार से वर्णन किया गया है।

आशा है कि किसान भाई, अन्य संबंधित लोग एवं छात्र इस पुस्तक को उपयोगी पाएंगे। पुस्तक में आगे सुधारों के लिए दिए गए सुझावों का स्वागत है। मैं उन सभी स्रोतों जहाँ से विषय-सामग्री ली गयी है तथा उन सभी लोगों को जिन्होंने सहयोग दिया है, का आभार प्रकट करता हूँ तथा उनका धन्यवाद करता हूँ। मैं हिंदी प्रकाशन इकाई के निजी सचिव श्री बी. एस. रावत का भाषाई संपादन करने हेतु धन्यवाद देता हूँ। मैं निदेशक डॉ अशोक कुमार सिंह एवं संयुक्त निदेशक (अनुसंधान) डॉ. इन्द्र मणि मिश्र का भी अत्यंत कृतज्ञ हूँ जिन्होंने इस पुस्तक को लिखने की प्रेरणा दी।

दिनांक: 31 जुलाई 2022  
नई दिल्ली

  
(प्रमोद कुमार शर्मा)  
प्रधान वैज्ञानिक





# कृषि में ऊर्जा प्रबन्ध की चुनौतियां एवं ऊर्जा के गैर-परंपरागत स्रोत एवं कृषि में इनका समुचित उपयोग

ऊर्जा उपलब्धता विकास की धुरी है। आधुनिक कृषि एक ऊर्जा आधारित उद्योग है तथा ऊर्जा उपयोग दक्षता को उत्पादन की आधुनिक तकनीक तथा अधिक उपजाऊ प्रजातियों के उपयोग से बढ़ाया जा सकता है। कृषि में प्रत्यक्ष एवं परोक्ष तथा अक्षय एवं वाणिज्यिक दोनों प्रकार की ऊर्जा का उपयोग होता है। आधुनिक खेती अधिकाधिक ऊर्जा पर आधारित है। वाणिज्यिक ऊर्जा में डीजल और विद्युत मुख्यतः प्रयोग हो रहे हैं। सिंचाई के लिए इन दोनों ऊर्जा स्रोतों का अधिक उपयोग होता है। भारत प्रतिवर्ष 67,83,552 डीजल इंजन तथा 1,67,60,455 मोटर पम्पसेट का निर्माण कर रहा है। भारत भूजल दोहन में सर्वोपरि है। इस क्षेत्र में मांग और पूर्ति दोनों तरफ उचित प्रबंधन कर भूजल एवं ऊर्जा को बचाना है। ट्रैक्टर एवं पॉवर टिलर में डिज़ाइन सुधार कर ईंधन दक्षता बढ़ाई गई है। कृषि में ऊर्जा के नए और नवीकरणीय स्रोतों के अधिकतम उपयोग की आवश्यकता है। भारत इस क्षेत्र में काफी जोश के साथ आगे बढ़ रहा है आने वाला समय अक्षय ऊर्जा स्रोतों तथा नवीनतम तकनीकों जैसे फ्युलसेल का होगा। ऊर्जा की बचत ऊर्जा उत्पादन का दूसरा नाम है।

## प्रस्तावना

प्रति व्यक्ति ऊर्जा खपत किसी भी देश की अर्थव्यवस्था की प्रगति की द्योतक है। मुख्यतया तेल और गैस ऊर्जा पर आधारित विश्व-अर्थव्यवस्था के लिए इन ऊर्जा स्रोतों के सीमित तथा कम होते भंडार की खबरें नींद उड़ाने वाली होती हैं। विकास का इंजन ऊर्जा के सहारे दौड़ता है तथा विकास की रफ़्तार ऊर्जा खपत की दर को और अधिक बढ़ा देती है। वास्तव में कृषि एक ऊर्जा परिवर्तन उद्योग है (राष्ट्रीय कृषि विज्ञान अकादमी, 2009)। प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से पौधे सौर ऊर्जा एवं जमीन से ग्रहण की गई रासायनिक ऊर्जा को उचित क्रिया द्वारा संभारण योग्य रासायनिक ऊर्जा जैसे कार्बोहाईड्रेट, प्रोटीन, वसा, खाद्य खनिज रेशों तथा विटामिन आदि में बदल देते हैं। कृषि में उन्नत तकनीक एवं प्रजातियों के समावेश से प्रकाश संश्लेषण की दक्षता को बढ़ाया जा सकता है और इस तरह उत्पादन को आगे ले जाया जा सकता है। आधुनिक खेती प्रत्यक्ष एवं परोक्ष ऊर्जा के अधिकारिक उपयोग पर आधारित है जिनमें से कुछ स्थानीय स्रोतों से प्राप्त होती है जिसमें अक्षय ऊर्जा स्रोत भी शामिल हैं तथा कुछ वाणिज्यिक स्रोतों से प्राप्त होते हैं जिनमें डीज़ल, बिजली प्रत्यक्ष ऊर्जा स्रोत हैं और बीज, खाद, खेती एवं प्रसंस्करण की मशीनें, अप्रत्यक्ष या परोक्ष ऊर्जा स्रोत हैं। भारत में अभी भी 70 प्रतिशत पेट्रोलियम उत्पाद आयात किया जाता है तथा नई ईंधन नीति के अनुसार पेट्रोल के दाम बाजार तंत्र की ताकतों पर छोड़ दिये गये हैं। डीज़ल एवं बिजली के दामों का भी यही परिणाम होने की संभावना है। ऐसे में कृषि में बढ़ती ऊर्जा की खपत कृषि उत्पादन पर आने वाली लगत को बढ़ाएगी, परिणामतः कृषि में प्रति हैक्टर आय घटेगी एवं कृषि उत्पादों के मूल्य बढ़ेंगे। कृषि का भारतीय

अर्थव्यवस्था में योगदान देखते हुए ऊर्जा प्रबंधन एक चुनौती है। वास्तव में, कृषि क्षेत्र 49 प्रतिशत से अधिक लोगों को रोजगार देता है और सकल घरेलू उत्पाद में इसका योगदान लगभग 14 प्रतिशत है। आज की आवश्यकता है कि मांग और पूर्ति दोनों तरफ उचित ऊर्जा प्रबंधन करके प्रति इकाई ऊर्जा उत्पादकता को बढ़ाया जाए।

विश्व बदलाव चरण में है और ऊर्जा इसके केंद्र में है। भारत वर्ष 2000 के बाद से वैश्विक ऊर्जा मांग में लगभग 10% वृद्धि के लिए जिम्मेदार रहा है। इस अवधि में भारत की ऊर्जा मांग लगभग दोगुनी हो गई है, जिससे वैश्विक मांग में देश की हिस्सेदारी 2013 में बढ़कर 5.7% तक पहुंच गई है जो शताब्दी की शुरुआत में 4.4% थी। भारत में ऊर्जा की प्राथमिक मांग 2000 में लगभग 441 मिलियन टन तेल समकक्ष (टीओई) से बढ़कर 2013 में लगभग 775 मिलियन टीओई हो गई है। यह अपेक्षित है कि यह 2030 तक लगभग 1250 (अंतरराष्ट्रीय ऊर्जा एजेंसी द्वारा अनुमानित) से लेकर 1500 (समेकित ऊर्जा नीति रिपोर्ट में अनुमानित) मिलियन टीओई तक बढ़ने का अनुमान है। भारत की ऊर्जा खपत 2000 से लगभग दो गुनी हो गई है और इसमें तेजी से आगे भी वृद्धि की अपार संभाव्यता है। चूंकि घरेलू ऊर्जा उत्पादन में वृद्धि भारत की खपत जरूरतों से काफी कम है। वर्ष 2040 तक प्राथमिक ऊर्जा आपूर्ति का 40 प्रतिशत से अधिक हिस्सा 2013 में 32 प्रतिशत से बढ़कर आयात किया जाएगा। यह नोट किया जाए कि दुनिया में कोई भी देश कम से कम 4 टीओई प्रति व्यक्ति की वार्षिक ऊर्जा आपूर्ति के बिना 0.9 या इससे अधिक का मानव विकास सूचकांक प्राप्त नहीं कर सकता है। परिणामस्वरूप ऊर्जा सेवाओं के लिए एक बड़ी गुप्त मांग रही है जिसे पूरा करने की जरूरत है ताकि लोगों की पर्याप्त आय हो सके और वे जीवन की उचित गुणवत्ता बनाए रख सकें।

ऊर्जा दक्षता में सुधार से स्थायी विकास को प्रोत्साहन देने और अर्थव्यवस्था को प्रतिस्पर्धी बनाने का दोहरा उद्देश्य पूरा होता है। ऊर्जा की जरूरतों को पूरा करने की विकट चुनौतियों को पहचानते हुए और एक स्थायी विधि से वांछित गुणवत्ता की पर्याप्त और विविध ऊर्जा प्रदान करते हुए, दक्षता में सुधार लाना ऊर्जा नीति के महत्वपूर्ण घटक बन गए हैं। इसके अलावा, मानव जाति को हाइड्रोकार्बन के उपयोग से उत्पन्न होने वाले पर्यावरण और स्वास्थ्य भार ऊर्जा दक्षता एवं स्वच्छ ऊर्जा प्रणालियों की दिशा में भी मजबूर कर सकते हैं। ऊर्जा संरक्षण को घटते ऊर्जा संसाधनों के संरक्षण के विचार के साथ भी अधिक महत्व दिया गया है।

## **कृषि में ऊर्जा का उपयोग**

परंपरागत रूप में कृषि मानव एवं पशु श्रम आधारित रही है। हर देश का इतिहास इस तथ्य का साक्षी है कि शुरुआत में कृषि शत-प्रतिशत मानव एवं पशु श्रम आधारित रही। बढ़ते मशीनीकरण के साथ तथा औद्योगिक एवं सेवा क्षेत्र में मानव श्रम की आवश्यकता बढ़ने के साथ कृषि क्षेत्र में शनैः-शनैः मानव श्रम कम होता जाता है और यह वाणिज्यिक ऊर्जा स्रोतों से प्रतिस्थापित होता जाता है। वास्तव में, कृषि मशीनीकरण का पहला मुख्य कारण मानव श्रम की अनुपलब्धता ही है (वर्जर एवं सहयोगी,

2000)। कृषि में ऊर्जा का उपयोग मुख्यतया दो रूपों में होता है; पहला प्रत्यक्ष ऊर्जा, जिसमें मानव श्रम, पशु ऊर्जा, डीज़ल, पेट्रोल तथा विद्युत आदि शामिल हैं, जिनका उपयोग कृषि कार्यों को करने तथा गतिमान एवं स्थिर उपकरणों जैसे ट्रैक्टर, पम्पसेट तथा कृषि मशीनों को चलाने में होता है। दूसरा परोक्ष ऊर्जा, जो खेत से दूर कारखानों में प्रयुक्त होती है जिससे कृषि उपयोगी साधनों जैसे, उर्वरक, रसायन, बीज का प्रसंस्करण एवं कृषि में उपयोग आने वाली मशीनों के निर्माण पर खर्च होता है (राय, 1996)। अधिकारिक तकनीकी समावेश एवं आधुनिकीकरण के कारण वर्तमान कृषि ऊर्जा आधारित हो गई है। तुलनात्मक दृष्टि से देखें तो कृषि में खपत कई अन्य क्षेत्रों की खपत से अधिक है। इससे इतना तो साफ़ है कि कृषि क्षेत्र में ऊर्जा की मांग, देश की कुल ऊर्जा खपत एवं उपलब्धता पर गहरा असर डालेगी (टेडी, 2011–12)। कृषि में दूसरा सर्वाधिक प्रयुक्त होने वाला वाणिज्यिक ऊर्जा स्रोत विद्युत है। सिंचाई की बढ़ती आवश्यकता एवं साधनों की उपलब्धता के कारण वर्ष 2015–16 में कृषि में विद्युत की खपत कुल विद्युत खपत का 17 प्रतिशत रहा। पिछले तीन दशकों में कृषि में विद्युत खपत की हिस्सेदारी सारणी-1 में दी गई है। वर्तमान में भारत में प्रति हेक्टेयर कृषि बिजली की खपत 2.49 किलोवाट है।

वर्ष 2015–16 में विद्युत खपत अन्य क्षेत्रों की तुलना में तीसरे स्थान पर रही। पहले दो स्थानों पर उद्योग (38 प्रतिशत) तथा घरेलू क्षेत्र (23 प्रतिशत) रहे, अन्य क्षेत्रों में वाणिज्यिक (10 प्रतिशत), ट्रैक्सन तथा रेलवे (2 प्रतिशत) तथा अन्य 7 प्रतिशत रहे (एनर्जी स्टेटिस्टिक्स, 2018)।

### सारणी-1: कृषि क्षेत्र में विद्युत खपत का परिदृश्य

वर्ष	कुल खपत (गीगावाट घंटा)	कृषि में खपत (गीगावाट घंटा)	कृषि में खपत का प्रतिशत	टिप्पणी
1982–83	95589	17817	18.64	कृषि क्षेत्र में खपत लगातार बढ़ी, हालांकि अन्य क्षेत्रों के भारी विकास के कारण (2004–05 से) पिछले दशक में प्रतिशत खपत घटी।
1992–93	220674	63328	28.70	
2002–03	339598	84486	24.88	
2009–10	612645	120209	19.62	
2010–11	694392	131967	19.00	
2011–12	785194	140960	17.95	
2012–13	824301	147462	17.88	
2013–14	874209	152744	17.47	
2014–15	948522	168913	17.80	
2015–16	1001191	173185	17.29	

### डीज़ल

हमारे देश में दो तरह का डीज़ल ईंधन प्रयुक्त होता है – पहला उच्च गति डीज़ल जो यातायात क्षेत्र तथा दूसरा धीमी गति डीज़ल जो स्थिर कार्यों के लिए प्रयुक्त होता है। भारत में मुख्य रूप से उच्च गति डीज़ल का उत्पादन होता है। कृषि क्षेत्र में भी मुख्य रूप से उच्च गति डीज़ल का उपयोग होता

है। ट्रैक्टर, पॉवर टिलर एवं पम्पसेट इसी से चलते हैं। वास्तव में, उच्च गति डीज़ल का उत्पादन वर्ष 2017-18 में कुल पेट्रोलियम उत्पादों का 42.4 प्रतिशत रहा। उच्च गति डीज़ल का बहुतायत उपयोग परिवहन एवं कृषि क्षेत्र में है। इन क्षेत्रों की संयुक्त खपत देश में डीज़ल की कुल खपत का 73-75 प्रतिशत तक है।

## कृषि में परोक्ष ऊर्जा खपत

खेत से दूर कृषि के संसाधनों के निर्माण पर जो ऊर्जा खर्च होती है वह इस श्रेणी में आती है। इसमें कृषि मशीनों का निर्माण, उर्वरक बनाने एवं कृषि के लिए पौध सुरक्षा रसायन एवं उपकरण बनाने जैसे कार्य शामिल हैं।

## कृषि मशीनें एवं कृषि शक्ति साधन

ट्रैक्टर एवं पावर टिलर कृषि ऊर्जा के मुख्य साधन हैं जो विभिन्न प्रकार के कृषि कार्यों जैसे जुताई, समतलीकरण, बुआई, सिंचाई, फसल सुरक्षा जैसे कार्यों को संपन्न करने में सहायक हैं। ट्रैक्टर का उत्पादन सन 1961 में प्रतिवर्ष 880 ट्रैक्टरों से शुरू होकर 2020-21 में 8 लाख 2 हजार ट्रैक्टर की बिक्री के साथ भारत दुनिया में सर्वाधिक ट्रैक्टर बनाने वाला देश हो गया है। ट्रैक्टर एवं पॉवर टिलर का प्रतिवर्ष का विक्रय परिदृश्य सारणी-2 में दर्शाया गया है।

### सारणी-2: ट्रैक्टर एवं पॉवर टिलर की बिक्री का परिदृश्य

वर्ष	ट्रैक्टर (संख्या)	पॉवर टिलर (संख्या)
2004-05	247531	17481
2005-06	296080	22303
2006-07	352835	24791
2007-08	346501	26135
2008-09	342836	35294
2009-10	392856	38794
2010-11	545000	37200
2011-12	544000	55000
2012-13	608000	60000
2013-14	591000	25000
2014-15	697000	56000
2015-16	626000	46000
2016-17	571000	49000

कृषि में अन्य शक्ति साधनों जैसे डीज़ल इंजन एवं मोटर का उत्पादन भी प्रतिवर्ष बढ़ता गया। इसके अतिरिक्त स्वतः चलने वाली मशीनें जैसे कम्बाइन हार्वेस्टर, रीपर कम बाइन्डर का उत्पादन बढ़ता गया। इस तरह से इसके निर्माण पर लगने वाली अप्रत्यक्ष ऊर्जा की खपत बढ़ती गई (सिंह एवं मणि, 2009)।

भारत की परिचालन भूमि का औसत आकार 2010–11 में 1.15 हेक्टेयर की तुलना में 2015–16 में घटकर 1.08 हेक्टेयर रह गया है। छोटी और सीमांत जोत (<2 हेक्टेयर) अब 86% है, जबकि बड़ी जोत (>10 हेक्टेयर) कुल भूमि जोत का केवल 0.57% है। भारत में कृषि बिजली की उपलब्धता 1960–61 में लगभग 0.30 kW/ha से बढ़कर 2021 में लगभग 2.49 kW/ha हो गई है। छोटे और सीमांत किसानों को विभिन्न कृषि मशीनरी/उपकरण उपलब्ध कराने के लिए, भारत सरकार ने कस्टम हायरिंग सेंटर (सीएचसी) की शुरुआत की, जिससे किसानों को उनके मशीनीकरण और लाभप्रदता के स्तर को बढ़ाने में मदद मिली है। सीएचसी के स्वामित्व वाले लगभग 78,117 कस्टम हायरिंग सेंटर (सीएचसी) और 4.15 लाख कृषि उपकरण हैं। हाल ही में, भारत सरकार ने किसानों को उनकी कृषि भूमि के 50 किमी के भीतर उपलब्ध कृषि उपकरण और मशीनरी तक पहुंच प्रदान करने के लिए “सीएचसी फार्म मशीनरी मोबाइल ऐप” पेश किया है। अक्टूबर 2021 तक, इस ऐप पर कुल 70,382 कस्टम हायरिंग सर्विस प्रोवाइडर (किसान, उद्यमी और सोसायटी) पंजीकृत किए गए हैं और 164,000 से अधिक कृषि उपकरण किराए पर उपलब्ध हैं, जिन्हें देश भर में और बढ़ाने की आवश्यकता है। कृषि मंत्रालय द्वारा कृषि मशीनीकरण पर उप-मिशन (एसएमएएम) कार्यक्रम का कार्यान्वयन छोटे और सीमांत जोत वाले किसानों तक कृषि मशीनीकरण की अंतिम मील तक पहुंच सुनिश्चित करने की दिशा में एक कदम है।

कृषि मशीनरी कस्टम हायरिंग सेवाओं के उबेराइजेशन के लिए डिजिटल प्लेटफॉर्म के उपयोग से सभी हितधारकों को लाभ होगा, छोटे धारकों को उनके दरवाजे पर सेवाएं मिलेंगी, ट्रैक्टर और उपकरण रखने वाले बड़े किसानों को अपनी संपत्ति का बेहतर उपयोग मिलेगा, उनके राजस्व में वृद्धि होगी, और अधिक सेवा कर सकते हैं। एक दिन में किसान सरकार कृषि उत्पादकता बढ़ाने के लिए नई प्रौद्योगिकियों, उन्नत उपकरणों को बढ़ावा दे सकती है और संसाधनों के कुशल प्रबंधन के लिए नीति तैयार करने में सहायता कर सकती है।

## उर्वरकों के निर्माण पर ऊर्जा खर्च

भारत में उर्वरकों के निर्माण पर काफी ऊर्जा खर्च होती है। समय के साथ उर्वरकों की खपत बढ़ती जा रही है। भारत अपनी कुल खपत का 85 प्रतिशत यूरिया देश में ही निर्मित करता है। इसके उत्पादन में भारी ऊर्जा की खपत होती है। दरअसल, उर्वरक उत्पादन उद्योग प्राथमिक व्यापारिक ऊर्जा का सबसे बड़ा भक्षक है। इस पर होने वाले ऊर्जा व्यय का अनुमान इस बात से लगाया जा सकता है कि कुल उर्वरक लागत का 60–80 प्रतिशत खर्च ऊर्जा पर ही लग जाता है, विशेषकर नाइट्रोजन वाले उर्वरक अमोनिया से बनते हैं जिसमें निर्माण लागत का 80 प्रतिशत व्यय ऊर्जा पर लगता है। ऐसे उर्वरकों की निर्माण प्रक्रिया में हवा, नाइट्रोजन, पानी, प्राकृतिक गैस के रूप में ऊर्जा, नेफ्था, ईंधन, तेल एवं कोक का सेवन होता है। ये सभी ऊर्जा खपत मांगते हैं। विगत वर्षों में अमोनिया का उत्पादन ऊर्जा

दक्ष बनाया गया है। इसके लिए अनेक प्रयास किये गये जिनमें अच्छा फीडस्टाक, बेहतर प्रसंस्करण तकनीक के साथ-साथ संयंत्रों की क्षमता को बढ़ाया गया (वित्त मंत्रालय, 2011; तेल एवं प्राकृतिक गैस मंत्रालय, 2009)।

तुलनात्मक तौर पर फास्फेट वाले उर्वरक के निर्माण पर कम ऊर्जा खपत होती है क्योंकि इसके निर्माण में फीडस्टाक के रूप में फास्फेट राक एवं सल्फ्यूरिक अम्ल प्रयुक्त होते हैं जिससे इन उर्वरकों के निर्माण पर होने वाली ऊर्जा खपत अधिक नहीं होती (तेल एवं प्राकृतिक गैस मंत्रालय, 2010)। उर्वरकों की खपत हाल के वर्षों में बढ़ती जा रही है, इस कारण इन पर खर्च हो रही ऊर्जा की खपत बढ़ रही है— सारणी 3 (क)।

इसी तरह पिछले 60 सालों में कृषि रसायनों की खपत 25 गुना बढ़कर, वर्ष 2010-11 में 0.5 किग्रा./है. हो गई। इन सब पर ऊर्जा व्यय लगातार बढ़ रहा है जिसको पूरा करना एक चुनौती है सारणी 3 (ख)।

### सारणी 3 (क): भारत में प्रति हैक्टर उर्वरक खपत

क्र.सं.	वर्ष	प्रति टैक्टर खपत (किग्रा./है.)
1.	2006-07	111.80
2.	2007-08	116.20
3.	2008-09	127.20
4.	2009-10	135.30
5.	2011-12	142.3
6.	2012-13	130.8
7.	2013-14	118.5
8.	2014-15	127.5
9.	2020-21	133.44

### सारणी 3 (ख): कृषि रसायनों के उपयोग का परिदृश्य

वर्ष	1950-51	1960-61	1970-71	1980-81	1990-91	1991-2000	2010-11
कृषि रसायनों की खपत (कि.ग्रा./हैक्टर)	0.02	0.06	0.15	0.26	0.38	0.35	0.50

### कृषि सिंचाई तथा उत्पादन में संबंध

सिंह एवं मणि (2009) के आकलन के अनुसार भारतीय कृषि में वर्ष 1951 से 1995 के बीच ऊर्जा खपत 5.4 गुना बढ़ी, जबकि इसी अवधि में उत्पादन 3.6 गुना बढ़ा। सारणी-4 कृषि क्षेत्र में ऊर्जा उपलब्धता, उत्पादन एवं सिंचाई की सुविधा के संबंध को उजागर करता है। यह सारणी देश में ऊर्जा उपलब्धता की विविधता को भी दर्शाती है।

इसी तरह से ऊर्जा एवं पानी का गहरा संबंध है। भारत भूजल – दोहन में अग्रणी है। इसमें किसानों का साथ दिया है। डीजल एवं विद्युत ऊर्जा आधारित पम्प सेटों के उपयोग से सिंचाई की स्थिति बहुत सुधर गई है। पिछले पांच दशकों में भूजल किसान की खुशहाली का माध्यम रहा, लेकिन आज स्थिति यह है कि अनवरत भूजल पूर्ति एक संकट के दौर से गुजर रही है। विश्वभर में कृषि क्षेत्र सबसे बड़ा पानी भक्षक है और बहुत अधिक ऊर्जा खपत का कारण भी है। भारत, नेपाल एवं पाकिस्तान सबसे बड़े भूजल भक्षक साबित हुए हैं। कुल मिलाकर ये तीनों 210 घन किलोमीटर भूजल हर वर्ष खपत करते हैं (सह एवं सहयोगी, 2007). आज भारत में कुल सिंचित क्षेत्र का 60 प्रतिशत भूजल दोहन पर आधारित है जिस कारण भारत भूजल दोहन में सर्वोपरि है (विश्व बैंक, 2010)। दरअसल ऊर्जा एवं सिंचाई जल के भविष्य एक दूसरे से जुड़े हैं। जलस्तर इतना नीचे चला गया है कि उच्च अश्वशक्ति की मोटरें लगाकर जल में डूबी (सबमर्सिबल) पम्प के माध्यम से भूजल दोहन हो रहा है। भारत में भूजल दोहन के लिए पम्पसेट प्रयोग में आते हैं। सारणी-5 डीजल एवं पम्पसेट की बढ़ती संख्या दर्शाती है।

#### सारणी 4: कृषि ऊर्जा, औसत उत्पादकता एवं सिंचित प्रतिशत का परिदृश्य

क्र.सं.	प्रदेश	कृषि ऊर्जा उपलब्धता (किलोवाट/है.)	उत्पादकता (किग्रा./ है.)	सिंचित क्षेत्र (%)
1.	पंजाब	3.50	4032	84.87
2.	हरियाणा	2.25	3088	83.90
3.	उत्तर प्रदेश	1.75	2105	72.76
4.	आंध्र प्रदेश	1.60	1995	40.73
5.	पश्चिम बंगाल	1.25	2217	43.45
6.	तमिलनाडु	0.90	2262	54.50
7.	उत्तराखंड	1.60	1712	—
8.	कर्नाटक	0.90	1406	25.40
9.	केरल	0.80	2162	17.27
10.	असम	0.80	1443	6.22
11.	बिहार	0.80	1622	48.74
12.	गुजरात	0.80	1169	31.55
13.	मध्य प्रदेश	0.80	907	28.50
14.	हिमाचल प्रदेश	0.70	1500	22.7
15.	महाराष्ट्र	0.70	757	16.78
16.	राजस्थान	0.65	884	31.00
17.	झारखंड	0.60	1095	—
18.	जम्मू कश्मीर	0.60	1050	41.58
19.	ओडिशा	0.60	799	33.16
20.	छत्तीसगढ़	0.60	799	20.16



विद्युत पम्पों की बढ़ती संख्या एस तथ्य की द्योतक है की भारतीय कृषि उत्पादन विद्युत आधारित होता जा रहा है। विद्युत खपत परिदृश्य पर अगर निगाह डालें तो यही तथ्य सामने आते हैं। वर्ष 1982–83 में भारतीय कृषि में 17,817 गीगावाट घंटा विद्युत खपत थी जो 2009–10 में बढ़कर 1,20,209 गीगावाट घंटा हो गई। इस तरह विद्युत ऊर्जा भारतीय कृषि की रीढ़ बनती गई। इसका एक कारण विद्युत कीमतों पर सही नीति न होना और भारी-भरकम सरकारी छूट का होना है। इस क्षेत्र में उचित ऊर्जा प्रबंधन, मांग एवं पूर्ति दोनों स्तरों पर आवश्यक है।

भारत में लगभग 90% सिंचित भूमि सतही सिंचाई के अधीन है जिसमें बहुत कम सिंचाई और जल उपयोग दक्षता यानी 38–40% है। सूक्ष्म सिंचाई प्रणाली (एमआईएस) की शुद्ध क्षमता 72.2 एमएचए है, हालांकि, एमआईएस के तहत क्षेत्र 2.24 एमएचए (2005–06) से बढ़कर 11.41 एमएचए (2018–19) हो गया है। एमआईएस गोद लेने की वर्तमान वार्षिक दर 0.70 एमएचए के साथ, देश की एमआईएस क्षमता को प्राप्त करने के लिए लगभग 90 और वर्षों की आवश्यकता होगी। भारत में अपशिष्ट जल का पुनर्चक्रण केवल 30% है और हम सिंचाई के लिए 7 करोड़ क्यूबिक मीटर से अधिक मीठे पानी का उपयोग कर रहे हैं जो दुनिया में अधिकतम है।

### अक्षय ऊर्जा स्रोत एवं तकनीकें

नवीनीकरण ऊर्जा स्रोतों में वनस्पति अवशेष ऊर्जा, पवन ऊर्जा एवं सौर ऊर्जा प्रमुख है। परम्परागत व्यापारिक ऊर्जा स्रोतों के सीमित भंडार तथा बढ़ते हुए पर्यावरण असंतुलन के कारण इन ऊर्जा स्रोतों का महत्व बहुत बढ़ गया है।

आने वाले समय में पेट्रोलियम आधारित ऊर्जा भारतीय कृषि में एक चुनौती और कठिन परिश्रम का एक बड़ा कारण बन सकती है। किसी समय, जीवाश्म ईंधन या तो समाप्त हो जाएगा या वे वास्तविक रूप से उपयोग करने के लिए बहुत महंगे होने जा रहे हैं। वातावरण में CO<sub>2</sub> के स्तर को बढ़ाने के लिए जीवाश्म-उत्पन्न ईंधन के दहन का बड़ा योगदान है, जो बदले में सीधे तौर पर ग्लोबल वार्मिंग से जुड़ा है। इसके अलावा, भविष्य की ऊर्जा सुरक्षा चिंताओं के साथ-साथ कार्बन डाइऑक्साइड और मीथेन ग्रीनहाउस गैसों के उत्सर्जन की बढ़ती समस्याओं ने ऊर्जा के वैकल्पिक, गैर-पेट्रोलियम-आधारित नवीकरणीय स्रोतों के विकास और उपयोग में रुचि को मजबूत किया है। स्वच्छ और नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों की वैश्विक आवश्यकता है। जीवाश्म ईंधन गैर-नवीकरणीय परिमित संसाधन हैं, जो घटते, महंगे और पर्यावरण के लिए हानिकारक हैं। सूर्य की ऊर्जा का उपयोग मानव जाति द्वारा अपनी दिन-प्रतिदिन की जरूरतों को पूरा करने के लिए प्राचीन काल से किया जाता रहा है; हालांकि, जीवनशैली में बदलाव, प्रौद्योगिकी के विकास और अंतिम उपयोगकर्ता अनुप्रयोगों के साथ, सौर ऊर्जा के उपयोग के तरीके में भी बदलाव आया है।

जुताई से लेकर कृषि उत्पादों के प्रसंस्करण तक कृषि कार्यों में सौर ऊर्जा महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही है। उदाहरण के लिए, आज सोलर कोल्ड स्टोरेज, सोलर ड्रायर, सोलर स्पेस हीटिंग सिस्टम,

सोलर वॉटर हीटर, सोलर कुकिंग सिस्टम, प्रोसेसिंग ऑपरेशन के लिए सोलर स्टीम जनरेशन, सिंचाई के लिए सोलर वॉटर पंप, विकेन्द्रीकृत ऑपरेशन के लिए बिजली उपलब्ध कराने के लिए सोलर पावर जनरेटर बहुत आम हो गए हैं। वाणिज्यिक व्यवहार्यता के साथ-साथ ही, ग्रामीण क्षेत्रों के लिए सौर बिजली कई विकेन्द्रीकृत विकल्पों के साथ उपलब्ध है जैसे, सौर घर की रोशनी, सौर पंप, सौर जल तापन, सौर खाना पकाने, सौर स्ट्रीट लाइट, सौर छत, छोटे सौर ऊर्जा संयंत्र आदि। आज 45 गीगावॉट से अधिक सौर ऊर्जा संयंत्रों की स्थापना के साथ, भारत दुनिया में चौथे स्थान पर है। भारत में दुनिया का सबसे बड़ा सोलर पावर प्लांट और सबसे बड़ा सोलर रूफटॉप प्लांट है। वर्तमान में सौर मॉड्यूल की वार्षिक उत्पादन क्षमता के 16 गीगावाट से अधिक के साथ, भारत अपनी उत्पादन क्षमता बढ़ाने के लिए तैयार है। आर्थिक विकास, जीवन की गुणवत्ता में सुधार और विकास के अवसरों को बढ़ाने के लिए ऊर्जा महत्वपूर्ण है। भारत दुनिया का तीसरा सबसे बड़ा उपभोक्ता और ऊर्जा का उत्पादक है और फिर भी लगभग 1200 kWh (दुनिया के औसत का एक तिहाई) की प्रति व्यक्ति ऊर्जा खपत के साथ यह दुनिया में बहुत कम है।

ऊर्जा सेवाओं तक विश्वसनीय पहुंच में सुधार और विस्तार करना सबसे जरूरी कार्यों में से एक है जो आगे आने वाला है, क्योंकि सरकारी प्रयास गांवों में सौर, पवन और बायोमास-आधारित प्रकाश व्यवस्था, हीटिंग और बिजली प्रणालियों को फैलाने के लिए जारी हैं। लेकिन कई वर्षों के सभी प्रयासों के बावजूद, भारत की एक बड़ी आबादी के पास आवश्यक ऊर्जा पहुंची नहीं है। हालांकि बड़ी संख्या में गांवों को ग्रिड से जोड़ा गया है लेकिन घरों में बिजली की आपूर्ति अभी भी बहुत खराब है, अत्यधिक रुक-रुक कर और अविश्वसनीय है। देश में ग्रामीण क्षेत्र बायोमास, सौर और पवन ऊर्जा जैसे प्राकृतिक संसाधनों से संपन्न हैं जिनका उपयोग स्थानीय रूप से स्थायी ऊर्जा उत्पादन पैदा करने और जीवाश्म ईंधन पर निर्भरता को कम करने के लिए किया जा सकता है। गैर-सरकारी क्षेत्र के प्रयासों से पता चला है कि बायोमास-आधारित ऊर्जा के माध्यम से विकेन्द्रीकृत, ऑफ-ग्रिड ऊर्जा उत्पादन, अर्थात् जैव ऊर्जा जो कार्बन तटस्थ है, ग्रामीण ऊर्जा उपलब्धता के लिए एक व्यवहार्य, दीर्घकालिक समाधान प्रदान करती है। हमारा उद्देश्य ऊर्जा प्रौद्योगिकियों की एक एकीकृत प्रणाली विकसित करना है जो विश्वसनीय और लागत प्रभावी तरीके से स्थानीय रूप से उपलब्ध संसाधनों का उपयोग करके गांवों की ऊर्जा आवश्यकताओं को पूरा करने में सक्षम हो। साथ ही "गैर-व्यावसायिक" ऊर्जा संसाधनों की अनियंत्रित खपत के कारण पर्यावरण के बढ़ते क्षरण को रोकना है। इनमें बायोमास, बायोगैस, सौर, पवन, सूक्ष्म जल और पशु शक्ति जैसे सभी उपलब्ध संसाधन शामिल हैं।

## **बायोमास से गैस का निर्माण**

इस दिशा में काफी तकनीकी विकास हुआ है और आज निजी क्षेत्र, सरकारी क्षेत्र एवं निजी तथा सरकारी क्षेत्र के सहयोग से इसका विकास हो रहा है। राष्ट्रीय संस्थानों में भारतीय विज्ञान संस्थान, बंगलुरु अग्रणी है, जिसके 1 से 1500 किलोवाट के प्लांट विभिन्न संस्थानों में स्थापित किये गये हैं। इसके अतिरिक्त कृषि एवं वन अवशेषों से दोहन योग्य बायोमास ऊर्जा का अनुमानित स्तर 18000

मेगावाट है। 31 मार्च 2011 को बायोमास से विद्युत उत्पादन की संपूर्ण स्थापित क्षमता 2787.36 मेगावाट थी जिसमें चीनी मीलों की खोई से उत्पादित ऊर्जा भी शामिल है तथा वितरित विद्युत निर्माण की स्थापित क्षमता 133.63 मेगावाट थी। भारतीय विज्ञान संस्थान तथा कुछ निजी संस्थान इस दिशा में संपूर्ण समाधान के साथ तकनीकी उपलब्ध करा रहे हैं। हमारे देश में 3 से 500 किलोवाट के प्लांट विद्युत, तापीय एवं यांत्रिकी उपयोगों के लिए ऊर्जा के विकेंद्रीकरण में सहायक हो रहे हैं। इनका निर्माण लकड़ी एवं गैर-लकड़ी जैसे पत्ती इत्यादि के ज्वलन पर आधारित है। इस दिशा में नवीन एवं अक्षय ऊर्जा मंत्रालय के प्रयास अति सराहनीय हैं। मंत्रालय की तरफ से तीन परियोजनाएं हैं, जिनमें ग्रामीण ऊर्जा सुरक्षा कार्यक्रम ग्रामीण क्षेत्रों में अविद्युत ऊर्जा आवश्यकताओं पर ध्यान देती है। विद्युतीकरण कार्यक्रम तथा बायोमास ऊर्जा तथा सह-उत्पादन (गैर-खोई) जो औद्योगिक एवं शहरी क्षेत्रों के लिए है। इन परियोजनाओं से दूर-दराज के गांवों से लेकर शहरी लोग तक इस अक्षय ऊर्जा स्रोत का लाभ उठा सकेंगे।

### सारणी 5: भारत में डीजल पम्प एवं मोटर का प्रयोग

क्र.सं.	वर्ष	डीजल पंप	मोटर पंप
1.	2001	58,56,962	1,28,23,480
2.	2005	58,77,076	1,44,45,014
3.	2010	66,27,287	1,66,93,912
4.	2011	67,83,552	1,67,60,455

### गन्ना की खोई आधारित ऊर्जा उत्पादन

गन्ना मीलों से प्राप्त खोई ऊर्जा उत्पादन में बड़ी संभावनाएं हैं। इनके उपयोग से 3,000 मेगावाट ऊर्जा का उत्पादन संभव है। इस क्षेत्र की 31 मार्च 2011 तक संपूर्ण स्थापित क्षमता 2199.63 मेगावाट थी तथा पिछले एक वर्ष में 402 मेगावाट का अतिरिक्त लक्ष्य प्राप्त किया गया। इस ऊर्जा से चीनी मीलों के लिए ही अतिरिक्त ऊर्जा तैयार की जाती है।

### सौर ऊर्जा की उजली किरणें

भारत का अधिकांश क्षेत्र विपुल सौर ऊर्जा किरणों का लाभार्थी है, जहां वर्ष में 300 दिन सौर ऊर्जा उपलब्ध रहती है। मोटे तौर पर यहाँ 1500 से 2000 घंटे सूर्य अपनी गर्मी बिखेरता है। वास्तव में, सभी तरह की ऊर्जा का स्रोत सूरज ही है। देश ने 'नेशनल एक्शन प्लान ऑन क्लाइमेट चेंज' के तहत राष्ट्रीय सौर मिशन की स्थापना की है जिससे वर्ष 2013 में 1000 मेगावाट सौर ऊर्जा प्राप्त करने की योजना है। फोटोवोल्टिय प्रभाव द्वारा सौर ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में सीधे बदला जा सकता है। विभिन्न तरह के सौर पैनल विकसित किये गए हैं जिनमें 10 वाट के सौर पैनल, सूर्यमापी उच्च तीव्रता वाले सौर पैनल तथा लघु सौर पैनल भी शामिल हैं। ग्रामीण क्षेत्रों में जल की आपूर्ति के लिए सेंट्रल इलेक्ट्रॉनिक्स लिमिटेड ने पहली बार बड़े सौर पैनल की सहायता से चलने वाले जल पम्पों का

विकास किया है जो दूरवर्ती गाँवों में जल की पूर्ति के लिए बहुत उपयोगी हैं। इन्हें 100 वाट के पैनलों से चलाया जा सकता है। आजकल कई तरह के सौर चूल्हे विकसित किये गये हैं।

## सौर ऊर्जा आधारित पानी गरम करने की प्रणाली

हमारे देश में सौर ऊर्जा का अपार भण्डार है। ऊर्जा प्रबंधन के दो पहलू हैं, मांग की दिशा का प्रबंधन ताकि ऊर्जा उत्पादन कम करना पड़े और पूर्ति दिशा का प्रबंधन ताकि ऊर्जा बरबादी को कम किया जा सके। नवीकरणीय सौर ऊर्जा आधारित पानी के हीटर मांग की दिशा में प्रबंधन में सहायक हैं। यदि हम 2000 वर्ग मीटर कलेक्टर क्षेत्रफल वाले कुल 1000 सौर घरेलू पानी के हीटर लगा लें तो उच्चतम लोड में 1 मेगावाट विद्युत की बचत कर सकते हैं। इसी तरह 100 लि./दिन की क्षमता वाले औद्योगिक सौर पानी का हीटर एक साल में 120 लिटर फरनेस तेल की बचत कर सकता है।

एक साधारण, कम कीमत का सौर ऊष्मक जोधपुर के केंद्रीय मरुक्षेत्र अनुसंधान संस्थान में विकसित किया गया। इसकी आयताकार टंकी ऊष्मा सोखने तथा पानी को गर्म करने का कार्य करती है। इससे सर्दियों में 50 से 60 डिग्री सेल्सियस तक तथा गर्मी एवं बरसात में 60 से 75 डिग्री सेल्सियस तक गर्म पानी प्राप्त किया जा सकता है।

वास्तव में आने वाला समय सौर ऊर्जा का है। एक अनुमान के अनुसार वर्ष 2040 तक विश्व की कुल ऊर्जा खपत का 5 प्रतिशत सौर ऊर्जा से पूरा होगा। सौर ऊर्जा से बिजली उत्पादन की अपार संभावनाएं हैं। दुनिया में बिजली की सालाना खपत की 10,000 गुना अधिक बिजली सूर्य की किरणों से पैदा की जा सकती है। 'यूरोपियन थर्मल पॉवर इंडस्ट्रीज एसोसिएशन' की संयुक्त रिपोर्ट में कहा गया है की सन 2020 तक सूर्य पट्टिका में 10 करोड़ से अधिक लोगों को सोलर थर्मल पॉवर से बिजली आपूर्ति की जा सकेगी। एक अनुमान के अनुसार सन 2020 तक सौर ऊर्जा के उपयोग से 15 करोड़ 40 लाख टन कार्बन डाई ऑक्साइड को वायुमण्डल में बनने से रोका जा सकता है। सौर ऊर्जा पृथ्वी की बदलती जलवायु को ठीक करने में सहायक हो सकती है। सोलर फोटावोल्टाइक के माध्यम से सौर ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा का निर्माण हो रहा है। इसे ग्रिड से जोड़ने पर काफी जोर है। भारत सरकार ने हाल में उत्पादन आधारित प्रोत्साहन कार्यक्रम के तहत मेगावाट स्तर के सौर ऊर्जा से विद्युत निर्माण प्लान पर विशेष छूट दी है। इस कार्यक्रम का उद्देश्य ग्रिड से जुड़ने वाली सोलर फोटावोल्टाइक प्लांट की तकनीकी क्षमता को प्रदर्शित कर ग्रिड से जुड़ी सौर प्रणाली की कीमत को कम करना है। राष्ट्रीय सौर मिशन में 2,000 मेगावाट ग्रिड के अतिरिक्त क्षमता है, जिसमें 2 करोड़ सोलर लैंप एवं 2 करोड़ वर्ग मीटर थर्मल कलेक्टर क्षेत्रफल है जो वर्ष 2011 तक पूरा करना है।

**1) सौर कूकर:** हमारे देश में दो भिन्न प्रकार के सौर कूकरों i) परोक्ष एवं ii) प्रत्यक्ष; विकसित किये गये हैं। अप्रत्यक्ष प्रकार के कूकर में एक विद्युत-रोधी एवं पारदर्शी खिड़की होती है जिससे होकर सूर्य का प्रकाश गुजरता है। यह कूकर घरों में भोजन पकाने हेतु उपयोगी सिद्ध हुआ है। सौर कूकर, राज्य ऊर्जा

विकास निगम व गैर-परंपरागत स्रोत मंत्रालय (एम.एन.ई.एस.) की नोडल एजेंसियों के द्वारा व्यापारिक स्तर पर बाजार में लाये गये हैं।

2) **सौर ड्रायर (सुखाने की मशीन):** सूर्य के प्रकाश में कृषि उपजों को सुखाने की विधि सामान्यतः उपयोग में लायी जाती है। सौर ड्रायर द्वारा सुखाने की दर व प्राप्त उपज की गुणवत्ता को बढ़ाने के लिए दो भिन्न प्रकार के सौर ड्रायर विकसित किये गये हैं;

i) प्राकृतिक संवाहक एवं

ii) कृत्रिम संवाहक

कृत्रिम संवाहक प्रकार के सौर ड्रायर में वायु की गति धमनी (पॉवर ब्लोअर) के माध्यम से होती है जबकि प्राकृतिक संवाहक प्रकार के सौर ड्रायर में वायु की गति उपज के माध्यम से प्राकृतिक उष्ण प्रवणता के कारण होती है।

3) **सौर-जल ऊष्मक:** सौर ऊर्जा द्वारा जल-तापन एक सामान्य घरेलू एवं औद्योगिक विधि है। सौर ड्रायर की भांति सौर-जल ऊष्मक भी प्राकृतिक संवाहक एवं कृत्रिम संवाहक प्रकार के होते हैं। यह, सपाट पट्टी के सौर संग्राहक, विद्युत-रोधी भंडार टैंक एवं विद्युत-रोधी नली पुर्जा का बना होता है।

4) **सौर-जल पम्प निकाय:** बी.एल.डी.सी. मोटर्स तथा सेंसर प्रणाली के विकास के साथ सौर-पम्प निकाय भी लोक-प्रिय हुए हैं। वर्तमान समय तक 3.00 एचपी, 5 एचपी एवं 7.5 एचपी सौर-पम्पों का निर्माण हुआ है। इसके साथ-साथ कटाई उपरांत प्रयोग की जाने वाली कुछ प्रौद्योगिकियाँ जैसे विनोवर, ग्रेडर, छोटी दाल चक्की, धान चक्की व भूसा चक्की को भी सौर-शक्ति (बिजली) निकायों द्वारा संचालित किया गया है। सौर-शक्ति उपकरण कृषि प्रौद्योगिकी के यंत्रीकरण में भविष्य की आशा है।

### पवन ऊर्जा आधारित टर्बाइन

भारत में पवन ऊर्जा की अपार संभावनाएं हैं। हालांकि अभी 14,158 मेगावाट की स्थापित क्षमता के साथ भारत, अमेरिका, चीन, जर्मनी एवं स्पेन के बाद पांचवें पायदान पर है। अभी तक की प्रगति से संकेत मिलता है की भारत ग्यारहवीं पंचवर्षीय योजना का निर्धारित लक्ष्य जो की 10,500 मेगावाट था, बड़ी आसानी से पार कर लेगा। सौर ऊर्जा की तरह पवन ऊर्जा के लिए भी भारत सरकार ने कई प्रोत्साहन स्कीमों की घोषणा की है जिसमें उत्पादन आधारित प्रोत्साहन टैक्स अवकाश, 80 प्रतिशत त्वरित घटोतरी स्कीम, कस्टम एवं एक्साइज ड्यूटी पर छूट तथा सरल विदेशी निवेश शामिल हैं। कई राज्य विद्युत नियमन कमीशनों ने पवन ऊर्जा के लिए प्राथमिकता आधारित खरीद दरों की भी घोषणा की है जिनमें आंध्र प्रदेश, मध्य प्रदेश, पंजाब, हरियाणा, महाराष्ट्र, गुजरात, राजस्थान, तमिलनाडु, केरल एवं पश्चिम बंगाल शामिल हैं। राज्यवार पवन ऊर्जा की स्थापित क्षमता सारणी-6 में दी गई है।

## सारणी 6: प्रमुख राज्यों द्वारा पवन ऊर्जा का दोहन

क्र.सं.	राज्य	कुल संभावना (मेगावाट)	कुल स्थापित क्षमता (मेगावाट)
1.	आंध्र प्रदेश	8968	200.2
2.	गुजरात	10645	2175.6
3.	कर्नाटक	11531	1730.1
4.	केरल	1171	32.8
5.	मध्य प्रदेश	1019	275.5
6.	महाराष्ट्र	4584	2310.7
7.	राजस्थान	4858	1524.7
8.	तमिलनाडु	5533	5904.4

## नवीकरणीय ऊर्जा का तापीय उपयोग

### बायोगैस संयंत्र

बायोगैस एक साफ़ कम कार्बन वाली ऊर्जा स्रोत है। इसकी उत्पादन तकनीकी में व्यर्थ जिसमें रसोई व्यर्थ एवं फसल अवशेष शामिल हैं, को गोबर के साथ मिलाकर, प्रभावी विधि से बायोगैस में बदला जाता है। विभिन्न डिज़ाइन के बायोगैस प्लांट उपलब्ध हैं। बायोगैस से प्राप्त अर्ध टोस अवशेष एक अच्छी कार्बनिक खाद है। राष्ट्रीय बायोगैस एवं खाद प्रबंधन कार्यक्रम (एन वी एम एम पी) का लक्ष्य 31 जनवरी 2011 तक 1,50,790 परिवार – आधारित बायोगैस प्लांट लगाने का था जिसमें से 73,281 प्लांट लगाये गये (टेडी, 2010)। यही नहीं भारत सरकार ने बायोगैस आधारित वितरित/ग्रिड विद्युत उत्पादन प्रोग्राम के तहत 93 परियोजनाओं को मंजूरी दी है जिनसे कुल मिलकर 1,412 किलोवाट विद्युत उत्पादन होगा।

बायोगैस प्लांट से मिलने वाली स्लरी नाइट्रोजन, फॉस्फोरस एवं पोटैश तथा कई सूक्ष्म पोषक तत्वों से परिपूर्ण होती है। इसमें सामान्यतः 1.8 प्रतिशत नाइट्रोजन ( $N_2$ ), 1.0 प्रतिशत फॉस्फोरस ( $P_2O_5$ ) तथा 0.9 प्रतिशत पोटैश ( $K_2O$ ), 188 पीपीएम मैग्नीज, 3550 पीपीएम लोहा, 144 पीपीएम जस्ता तथा 28 पीपीएम तांबा पाया जाता है। इसके उपयोग से मृदा के भौतिक, रासायनिक तथा जैविक गुणों में सुधार होता है तथा फसल की पैदावार में वृद्धि होती है (मुरारी श्याम, 2002)।

जल संसाधन मंत्रालय द्वारा वित्त पोषित किसान सहभागिता क्रियात्मक अनुसंधान कार्यक्रम के तहत भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान ने उत्तर प्रदेश, हरियाणा एवं राजस्थान के चयनित गाँवों में पारिवारिक स्तर के 73 नवीन देशबंधु मॉडल बायोगैस प्लांट लगवाये। 2008–10 के बीच चलाये गए इस कार्यक्रम में बायोगैस स्लरी का उपयोग पानी बचाने वाली तकनीक के रूप में हुआ। इससे विभिन्न फसलों में

11-43 प्रतिशत पानी की बचत हुई तथा 41 प्रतिशत उत्पादन में वृद्धि हुई। इन क्षेत्रों के किसान इस तकनीक का बढ़-चढ़कर प्रयोग कर रहे हैं और लाभ कमा रहे हैं (छिल्लर एवं सहयोगी, 2012)।

### अन्य तकनीकें

भविष्य के ऊर्जा स्रोतों में ईंधन कोशिका (फ्यूल सेल), तरल जैविक ईंधन, हाइड्रोजन ऊर्जा, सागर तापीय ऊर्जा, ज्वार-भाटा ऊर्जा इत्यादि शामिल हैं। ईंधन कोशिका विद्युत-रसायन प्रक्रिया के तहत हाइड्रोजन युक्त ईंधनों से विद्युत निर्माण करती है जिसमें ग्रीन हाउस गैसों का निर्माण न के बराबर होता है। चूंकि इसमें ज्वलन रासायनिक प्रक्रिया नहीं होती, इसलिए ऊर्जा उत्पादन दक्षता बहुत अधिक है। साथ-साथ साफ़ ऊर्जा भी प्राप्त होती है। इसका उपयोग विद्युत उत्पादन से लेकर अति दक्ष यातायात ऊर्जा साधन के रूप में हो सकता है। भारत में अभी यह तकनीक अनुसंधान स्तर पर है। भारत सरकार के नवीन एवं अक्षय ऊर्जा मंत्रालय ने विभिन्न प्रकार की ऊर्जा कोशिका तकनीकियों पर संस्थानों को परियोजनायें दी है जो मुख्य रूप से उपयुक्त अनुसंधान प्रक्रिया, पदार्थ, कलपुर्जे तथा उप-प्रणाली व प्रणाली के निर्माण से सम्बंधित हैं।

### बायोडीजल

बायोडीजल वनस्पति तेल एवं अल्कोहल के पार-ईस्टरीकरण के माध्यम से तैयार किया जाता है। इसे आंशिक या पूर्ण तौर से डीजल या पेट्रोल की जगह उपयोग किया जा सकता है। यह प्राकृतिक तौर पर धीरे-धीरे अपने आप प्रभावहीन हो जाता है। साथ-साथ सामान्य डीजल की तुलना में 10 प्रतिशत अधिक साफ़ तरीके से जलता है और इसमें 93 प्रतिशत कम हाइड्रोकार्बन, 50 प्रतिशत कम कार्बन मोनो ऑक्साइड और 45 प्रतिशत कम द्रव्यकण होते हैं (टेडी, 2010)। इसको बनाने में प्रयुक्त कच्चे पदार्थ के आधार पर इसे प्रथम एवं द्वितीय पीढ़ी के जैविक इंधन में वर्गीकृत किया गया है। प्रथम पीढ़ी में सोयाबीन या पाम तेल का प्रयोग किया जाता है तथा दूसरी पीढ़ी में अखाद्य बायोमास धान एवं गेहूं का भूसा या बंजर जमीन पर पैदा होने वाली फसलों जैसे जट्रोफा एवं करंज का प्रयोग किया जाता है जिससे बायोडीजल के निर्माण का खाद्य तेलों पर प्रभाव ना पड़े। अभी तक इस तकनीक पर अनुसंधान जारी है। इसी तकनीक से बायो इथेनाल का उत्पादन 2008 में 2250 लाख लिटर था। लक्ष्यों के आधार पर उत्पादन न होने के कारण आशातीत उन्नति नहीं हुई। इंडियन आयल कोर्पोरेशन सहित कई संस्थान इस पर अनुसंधान कर रहे हैं। इसी तरह पाईरोलाईसिस आधारित विधि द्वारा एम.एम.एन. आर.ई. ने आई.आई.टी. मुम्बई सहित तीन संस्थानों को कृषि एवं कृषि औद्योगिक बायोमास के व्यर्थ से बायोतेल के निर्माण के लिए अनुसंधान परियोजनाएं दी हैं। एम.एन.आर.आई. का शैवाल आधारित जीव इंधन पर भी जोर है। उपलब्ध आकलन के आधार पर यह कहा जा सकता है की कृषि अयोग्य जमीन पर शैवाल की खेती करके एक हैक्टर पर वर्षभर में 90,000 किलो ईंधन प्राप्त किया जा सकता है जो परम्परागत फसलों जैसे पाम या गन्ने से प्राप्त होने वाली ईंधन से बहुत अधिक है (टेडी, 2010)। उचित लागत पर शैवाल का उत्पादन सबसे बड़ी चुनौती है। आईकसील, फरीदाबाद इस पर अनुसंधान कर

रहा है। निकट भविष्य में आईओपीएल 2 लाख टन/वर्ष क्षमता का बायोगैस प्लांट लगाने की योजना पर काम कर रहा है, जिससे बायोडीजल के साथ-साथ उच्च गुणवत्ता वाला प्रोटीन युक्त पशुचारा सह उत्पाद के रूप में मिलेगा। इसी तरह भविष्य के ईंधन के रूप में हाइड्रोजन की संभावनाएं सर्वाधिक हैं। चूंकि यह ईंधन सेल का भी चुनिन्दा फील्ड है। चुनौतियां गंभीर हैं। गैर-जीवाश्म ईंधन से हाइड्रोजन का निर्माण, इसके भण्डारण का प्रभावशाली तरीका तथा वितरण एवं विक्रय के लिए संसाधन का निर्माण कुछ बड़ी चुनौतियाँ हैं। कुछ प्रारंभिक प्रयास हुए हैं – रास्ता लम्बा तथा चुनौतियों से भरा है।

**कृषि यंत्रों के लिए सेवा-केन्द्र व कस्टम हायर:** कृषि उत्पादन एवं उत्पादकता में वृद्धि की प्रमुख बाधा अपर्याप्त कृषि-शक्ति (बिजली) व मशीनरी है। औसत कृषि शक्ति की उपलब्धता 1.43 कि. वाट/ है. से बढ़ाकर कम से कम 2 कि.वाट/है. किये जाने की ज़रूरत है जिससे कृषि संचालनों जैसे सब-सोइलिंग, उत्कीर्णन (चीज़लिंग), गहरी जुताई एवं ग्रीष्म-जुताई आदि को किया जा सके तथा समयबद्धता व कृषि संचालनों की गुणवत्ता को भी बनाये रखा जा सके। ये सभी कृषि कार्य तभी संभव हैं जब कृषि यंत्रीकरण का बुनियादी ढांचा बनाया जाए। वर्तमान में कम संपन्न किसान भी कस्टम हायरिंग के माध्यम से उन्नत कृषि-उपकरणों का उपयोग कर रहे हैं। चूंकि प्रत्येक किसान अपने उपकरणों के यांत्रिक सेट-अप को खरीद नहीं सकता, अतः कस्टम हायरिंग सुविधा, बेरोजगार युवाओं और किसानों के लिए महत्वपूर्ण हो सकती है। सेवा-प्रदाता कृषि यंत्रों की मरम्मत एवं रखरखाव के लिए आवश्यक हैं एवं विकासशील देश के आगामी उद्यमी इस प्रणाली को प्रशिक्षण के द्वारा अपना सकते हैं।

**कौशल विकास प्रशिक्षण एवं रोजगार सृजन:** कृषि अभियांत्रिकी एवं संबद्ध क्षेत्र में उद्यमिता विकास के अपार साधन हैं जैसे- कौशल उन्नति, निर्माण में प्रशिक्षण, कृषि मशीनरी की मरम्मत एवं रखरखाव से सम्बंधित क्षेत्र जैसे- सिंचाई, प्रसंस्करण, ऊर्जा उपकरण इत्यादि। बेरोजगार युवाओं, किसानों, कृषक महिलाओं एवं आगामी उद्यमियों को सशक्त बनाने हेतु नियमित रूप से प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित किये जा रहे हैं। कृषि उत्पादन, कृषि-व्यवसाय एवं बेहतर कृषि औजारों से सम्बंधित प्रौद्योगिकियों के माध्यम से छोटे स्तर पर घरेलू/कुटीर उद्योग एवं लघु प्रसंस्करणों की स्थापना की जा रही है।

**प्रशिक्षण, परीक्षण एवं प्रदर्शन के माध्यम से कृषि यंत्रीकरण को बढ़ावा:** सरकार द्वारा लागू विभिन्न कार्यक्रमों के परिणाम स्वरूप पिछले कुछ वर्षों में कुल अनुमानित कृषि शक्ति (बिजली) की उपलब्धता में 6.295 कि. वाट/है. (1971-72) से बढ़कर 1.43 कि. वाट/है. (2004-05) हो गई है। कृषि लागत को कम करने, उत्पादकता बढ़ाने, सिंचाई दक्षता आदि के लिए, नए उपकरण जैसे- जीरो-टिल-सीड कम फर्टिलाइज़र ड्रिल, रेज्ड सीड प्लांटर्स, कटाई उपकरण (रीपर्स), रोटावेटर्स एवं ड्रिप/फ़व्वारों द्वारा सिंचाई उपकरणों को विभिन्न योजनाओं के माध्यम से बढ़ावा दिया जा रहा है तथा यह उपयोगी भी सिद्ध हो रहा है। नये कृषि उपकरणों/प्रौद्योगिकियों का प्रदर्शन, उनके उपयोग के बारे में किसानों को परिचित करने के लिए विभिन्न योजनाएँ चलाई जा रही हैं। उत्तरी राज्यों में जीरो-टिल-सीड कम फर्टिलाइज़र ड्रिल की धान-गेहूँ चक्र में अनुकूलनशीलता के परिणामस्वरूप कम विकसित पूर्वोत्तर राज्यों के लिए कुछ विशेष कार्यक्रम आयोजित किये जा रहे हैं। अन्य उपकरणों जैसे



रेज्ड बेड प्लान्टर, रोटोवेटर, उर्ध्वाधर रीपर, बहु फसल थ्रेशर, मक्का शेलर (बिजली संचालित), छोटी धान मिल, पूर्व-अंकुरित धान बोने की मशीन, बिजली निराई मशीन (वीडर) आदि को इनके प्रदर्शन क्षेत्रों में किसानों द्वारा अपनाया जा रहा है। विभिन्न कृषि उपकरणों जैसे- हाथ से चलाने वाले यंत्र, बैल से खींचने वाले/बिजली चालित उपकरण, फव्वारा व ड्रिप सिंचाई उपकरण, रोपण, कटाई, संचयन एवं खलिहान उपकरण, ट्रैक्टर एवं पॉवर टिलर आदि की खरीद के लिए किसानों को अधिकतम सब्सिडी मुहैया करायी जा रही है। सरकार द्वारा देश के विभिन्न कृषि जलवायु क्षेत्रों में कृषि मशीनीकरण के प्रभावी और संतुलित विकास के लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए तकनीकी, कृषि-आर्थिक, सामाजिक एवं अन्य प्रासंगिक कारकों को ध्यान में रखते हुए गहराई से अध्ययन करने का कार्य आई.सी.ए.आर. को सौंपा गया है। कृषि क्षेत्र में उपयोगी औद्योगिक आदानों को किसानों द्वारा प्रयोग में लाये जाने के लिए, राज्य कृषि उद्योग निगम, 17 राज्यों में स्थापित की गई है।

### कृषि यंत्रीकरण में चुनौतियां

- छोटे किसानों को कुशल व सस्ते कृषि उपकरणों को मुहैया कराये जाने की आवश्यकता है।
- कृषि-कलापों की उच्च आर्थिक लागत किसानों को सहकारी/अनुबंध कृषि के लिए मजबूर कर सकती है।
- सूखे की स्थिति में सिंचाई के लिए उच्च क्षमता वाले दुरुस्त उपकरण कृषकों को मुहैया होना चाहिए।
- सब्जियों के बीजों को बोने की मशीन (प्लांटर्स) एवं सब्जी नर्सरी के ट्रांसप्लांटर्स किसान भाइयों के लिए अत्यधिक महत्त्व के होते हैं।
- पौध-संरक्षण उपकरण जैसे शुद्धता साधित्र (प्रिसीजन एप्लीकेटर) की सहायता से पौधों में कीटनाशक के कम प्रयोग से वातावरण एवं मिट्टी को अशुद्ध होने से रोका जा सकता है।
- ऊँचे स्थानों में कम वर्षा होने के कारण धान की उपज कम होती है, जिसमें वृद्धि के उपाय किये जाने की आवश्यकता है।
- कमोडिटी विशिष्ट मशीनीकरण पैकेज के विकास की आवश्यकता है।

### कृषि मशीनीकरण एवं सतत पर्यावरण

**यथार्थ कृषि (प्रिसिजन फार्मिंग):** कृषि क्षेत्र में उत्पादन एवं प्रसंस्करण के लिए बड़े पैमाने पर मानव, पशु एवं यांत्रिक ऊर्जा का उपयोग किया जाता है। परंपरागत कृषि जिसमें सिर्फ प्राकृतिक संसाधनों का प्रयोग किया जाता है, पर्यावरण संरक्षण के लिए सर्वाधिक उपयुक्त है। यांत्रिक एवं शक्ति (बिजली) के स्रोतों द्वारा उत्पादित ऊर्जा का कृषि में प्रयोग करने से उच्च पर्यावरण प्रदूषण होता है। भूमि समतल उपकरण, तथा अतिरिक्त जल की निकासी के लिए निकासी-उपकरण, फसल की जड़ों को बेहतर बनाता है एवं सिंचाई के लिए जल की आवश्यकता को भी कम करता है। पर्यावरण प्रदूषण चिंता का

विषय है। कुशल सिंचाई, कीटनाशक एवं सूक्ष्म पोषक तत्वों के उचित तथा कम उपयोग से भूमि एवं पर्यावरण की रक्षा की जा सकती है। इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों द्वारा जल, सूक्ष्म-पोषक तत्व, कीटनाशक तथा खाद को उनके उचित स्थान पर एवं उचित मात्रा में प्रयोग करने से उत्पादकता अधिक प्राप्त होती है एवं कृषि भूमि का उपजाऊपन भी बना रहता है। फरो ओपनर्स में प्रायः होने वाले अवरोध को रोकने के लिए तथा कंबाइन हार्वेस्टर द्वारा, नियंत्रित नमी पर फसल की कटाई कर फसल के नुकसान को कम किये जाने का प्रयास किया जा रहा है। उपरोक्त मशीनरी का प्रयोग कृषि लागत को बढ़ा देता है परन्तु इसके उपयोग से कृषि उत्पादकता में 20 से 30 प्रतिशत तक की वृद्धि प्राप्त की जा सकती है एवं यह स्वच्छ पर्यावरण को विकसित करने में भी सहायक होती है।

**संरक्षण जुताई:** परंपरागत कृषि, व्यापक जुताई एवं फसल के अवशेष के दहन की सिफारिश करता है, परन्तु इस प्रकार की कृषि भूमि में कार्बनिक पदार्थों को घटाती है व भूमि कटाव एवं संघनन के लिए प्रेरित करती है। जबकि संरक्षण कृषि, भूमि के पोषक तत्वों की मात्रा को बनाये रखती है तथा साथ ही इसकी संरचना एवं प्राकृतिक जैव विविधता को भी बनाये रखती है। व्यापक रूप से संरक्षण कृषि में i) प्रत्यक्ष जुताई/जुताई रहित अथवा न्यूनतम जुताई ii) फसल अवशेष का भूमि की सतह में समावेश iii) वार्षिक व बहुवर्षीय फसलों को ढकना आदि, सम्मिलित हैं। एफएओ के अनुसार, संरक्षण कृषि, कृषि भूमि की सतह के ऊपर एवं नीचे प्राकृतिक जैविक प्रक्रियाओं को बढ़ाने पर आधारित है। यह कृषि के लिए प्रौद्योगिकी एवं प्रबंधन के कई विकल्प प्रदान करती है तथा यह लगभग सभी फसलों के लिए कारगर है। जीरो-टिल-ड्रिल व स्टिप-टिल-ड्रिल तकनीकों द्वारा कृषि भूमि में कम हेर-फेर करके एवं खरपतवार के लिए रसायनों के कम इस्तेमाल व कीट प्रबंधन कर, ऊर्जा को संरक्षित किया जा सकता है। सीड ड्रिल व कम जल (पडलिंग) द्वारा ऊँचे स्थानों पर की जाने वाली धान की खेती, बेहतर भूमि संरचना एवं कम गैस उत्सर्जन के कारण, जल से पूरित धान की खेती से बेहतर परिणाम देती है। संरक्षण जुताई में पौधों के अवशेष भूमि की ऊपरी सतह पर बचे रह जाते हैं, जो मिट्टी की संरचना के हनन को रोकते हैं तथा पोषक तत्वों को भी बनाये रखते हैं। बीजों को मिट्टी की ऊपरी सतह पर बोया जाता है जिस पर पौधों के अवशेषों की परत होती है। जुताई रहित कृषि में मिट्टी तैयार करना व बीजों का रोपण एक साथ ही किया जाता है तथा निम्न जुताई कृषि में, रोपण से पूर्व डिस्क, रोटोवेटर या छेनी-हल के द्वारा सीमित तैयारी की जाती है। जल संचयन, मृदा संरक्षण एवं कुशल सिंचाई तकनीकें, स्वच्छ कृषि को आसान बनती है साथ ही पारिस्थितिकी और पर्यावरण में भी सुधार करती हैं। गीली घास द्वारा फसलों को ढकने से मिट्टी की संरचना, भूमि जल तथा पोषक तत्व संरक्षित रहते हैं।

### **कृषि मशीनरी मानक एवं परिक्षण**

भारत में कृषि यंत्रों के निर्माणकर्ता भिन्न-भिन्न स्वरूप के हैं जैसे ग्रामीण कारीगर, छोटी इकाइयां व लघु उद्योग, ट्रैक्टर व कृषि यंत्र निर्माता तथा ऊर्जा व प्रसंस्करण मशीनरी उद्योग इत्यादि। ट्रैक्टर निर्माण के क्षेत्र को छोड़कर अन्य क्षेत्रों में मानकीकरण एवं गुणवत्ता नियंत्रण उपाय अपर्याप्त हैं। यद्यपि

ट्रैक्टर शोर व कम्पन अभी भी समस्या बने हुए हैं। हालांकि, भारतीय मानक ब्यूरो (बीएसआई), नई दिल्ली भारत में अच्छी गुणवत्ता की कृषि मशीनरी के निर्माण एवं विपणन में मदद करता है परन्तु यह सरल कार्य नहीं हैं क्योंकि कृषि मशीनरी के निर्माणकर्ता सभी मानकों को ध्यान में न रखते हुए निर्माण का कार्य कर रहे हैं।

### कृषि मशीनरी केन्द्र

**उत्तरी क्षेत्र:** लुधियाना, मोगा, जालंधर, गोराया, बाटला, होशियारपुर, करनाल, पानीपत, फरीदाबाद, दिल्ली, आगरा, गाजियाबाद, मेरठ, रुद्रपुर, मुजफ्फरनगर, लखनऊ, कानपुर, फतेहपुर तथा इलाहाबाद

**पश्चिमी क्षेत्र:** मुम्बई, पुणे, नागपुर, संगोली, कोल्हापुर, शोलापुर, अहमदाबाद, बड़ौदा, आनंद, जूनागढ़, भोपाल, इंदौर, देवस, बीना, खुरई, रायपुर, विदिशा तथा ग्वालियर

**दक्षिणी क्षेत्र:** हैदराबाद, गुंटूर, अनंतपुर, काकीनाडा, कोयम्बटूर, मदुरै, चेन्नई, सेलम, पालघाट, इर्नाकुलम, कोचीन तथा बेंगलुरु

**पूर्वी क्षेत्र:** कोलकाता, बर्धमान, दुर्गापुर, भुवनेश्वर, संबलपुर, पटना, रांची, धनबाद और मुजफ्फरपुर

### 12वीं पंचवर्षीय योजना में मशीनीकरण

कृषि मशीनीकरण पर विशेष जोर देने व अधिक समग्रता लाने हेतु एक योजना 'सब-मिशन ऑन एग्रीकल्चरल मेकेनाइजेशन" (एस.एम.ए.एम.) की शुरुआत बाहरवीं योजना (2012-17) के अन्तर्गत की गई। एस.एम.ए.एम, दूर-दराज के गाँवों में रहने वाले छोटे एवं सीमान्त किसान, जहां प्रौद्योगिकी दशकों पुरानी है, को नए कृषि उपकरण प्रयोग करने के लिए प्रोत्साहित करती है तथा 'कस्टम हायरिंग सेवाओं' द्वारा ग्रामीण उद्यमिता को बढ़ावा देती है। यह मिशन कृषि यंत्रीकरण को एक त्वरित विकास के लिए उत्प्रेरित कर रहा है तथा प्रशिक्षण, परीक्षण व प्रदर्शन, फसल कटाई के बाद (पोस्ट-हार्वेस्ट) की तकनीकें व उपकरणों की खरीद, कस्टम हायरिंग के लिए फार्म मशीनरी बैंकों की स्थापना, कम उत्पादक कृषि क्षेत्रों में मशीनीकरण बढ़ाने के लिए उच्च तकनीक उत्पादक उपकरण केन्द्रों की स्थापना, कृषि यंत्रीकरण को सुदृढ़ बनाने में सहायक साबित हो रही है।

कम कृषि शक्ति (पॉवर) वाले जिलों में फार्म मशीनीकरण बैंक, कृषि मशीनीकरण को बढ़ावा दे रहे हैं। ये बैंक, विभिन्न कृषि मशीनीकरण द्वारा भिन्न कृषि कार्यों को करने हेतु कस्टम हायरिंग सुविधायें प्रदान कर रहे हैं। नव विकसित कृषि औजार एवं फसल उत्पादन की मशीनों को मौसमी फसलों के दौरान बड़े कृषि क्षेत्र वाले छोटे व सीमान्त किसानों को मुहैया कराया जा रहा है। उच्च तकनीक व उच्च उत्पादक क्षमता वाले उपकरण केन्द्रों को बढ़ावा दिया जा रहा है, जिससे उच्च मूल्य की विशिष्ट मशीनों का प्रयोग विभिन्न कृषि कार्यों के लिए किया जा सके तथा कृषि मशीनों के निर्माणकर्ताओं को मशीनों के उत्पादन केन्द्रों की स्थापना के लिए भी प्रोत्साहन दिया जा रहा है।

## ऊर्जा के गैर-परंपरागत स्रोत एवं कृषि में इनका समुचित उपयोग

भारत में ऊर्जा के वैकल्पिक साधनों की खोज में पिछले कुछ समय से काफी प्रगति हुई है। इसके कुछ प्रमुख कारण हैं: कच्चे तेल की कीमतों में लगातार होने वाली वृद्धि से देश की अर्थव्यवस्था में मुद्रा स्फीति की स्थिति, देश में विदेशी मुद्रा के भण्डार में कमी, लगातार बढ़ती जनसंख्या, उच्च स्तर के रहन-सहन की आकांक्षा, ग्रामीण क्षेत्रों के लिए ईंधन उपलब्ध कराने के साधन, ग्रामीण क्षेत्रों में शहरीकरण के प्रति बढ़ता हुआ दबाव, कृषि उत्पादन के लिए आवश्यक अधिक ऊर्जा की मात्रा एवं पर्यावरण संरक्षण के प्रति जागरूकता, आदि। ऊर्जा के ये नए भंडार न केवल विपुल मात्रा में उपलब्ध हैं वरन अक्षय हैं और वायु प्रदूषण को रोकने में मदद कर सकते हैं।

इस बुलेटिन में निम्नलिखित महत्वपूर्ण गैर-परंपरागत (वैकल्पिक) ऊर्जा स्रोतों एवं प्रणालियों का वर्णन किया गया है:

1. सौर ऊर्जा
2. पवन ऊर्जा
- और
3. जैव ऊर्जा ।

### सौर ऊर्जा

सौर ऊर्जा वह ऊर्जा है जो सीधे सूर्य से प्राप्त की जाती है। सौर ऊर्जा ही मौसम एवं जलवायु का परिवर्तन करती है। यहीं धरती पर सभी प्रकार के जीवन (पेड़-पौधे और जीव-जन्तु) का सहारा है। सूर्य की शक्ति हमें आदिकाल से आकर्षित करती रही है, क्योंकि यह प्रचुर मात्रा में उपलब्ध है और हमें जीवाश्म ईंधन का एक अच्छा विकल्प देती है। जब मनुष्य ने आग जलाना नहीं सीखा था, तब भी सूर्य की किरणों से मिलने वाले ताप से वह चमत्कृत हो उठता था। इसीलिए हमारे मिथकों में सूर्य को सबसे प्रभावशाली देवता के रूप में चित्रित किया गया है।

भारत को सौर ऊर्जा का भरपूर वरदान मिला हुआ है। अगर इसका कुशलतापूर्वक उपयोग किया जाए, तो देश हजारों किलोवॉट बिजली का उत्पादन कर सकता है। सौर ऊर्जा बहुत फायदेमंद है, क्योंकि यह प्रदूषण नहीं फैलाती और इसका वितरण आसानी से किया जा सकता है। और सबसे बड़ी बात यह है कि इसके लिए कहीं एक जगह बहुत बड़ा केंद्रीय प्लांट लगाने की जरूरत नहीं है। इसे बेहद आसानी से कई जगहों से, कई छोटी-छोटी यूनिटों से बनाया और बांटा जा सकता है। इससे ग्रीन हाउस गैसों के उत्सर्जन को कम करके जलवायु परिवर्तन से भी निपटा जा सकता है। इसका अधिक से अधिक उपयोग करने के लिए हमें मिलकर अपने लिए सुविधाजनक तकनीक विकसित करनी होगी।

पृथ्वी प्रतिवर्ष भरपूर सौर ऊर्जा प्राप्त करती है। इस सौर ऊर्जा से हम अपनी जरूरतें बहुत आसानी से पूरी कर सकते हैं। साथ ही भविष्य की बढ़ती जरूरतों को पूरा करने के लिए भी इस अक्षय स्रोत पर भरोसा किया जा सकता है। वास्तव में, सौर ऊर्जा ही हमारा वह सबसे बड़ा संसाधन है जिसका उपयोग ऊर्जा की हर जरूरत को पूरा सकता है। यहां एक साल में मनुष्य द्वारा ऊर्जा की जो कुल

खपत होती है, उतनी सौर ऊर्जा सिर्फ एक दिन में ही धरती पर पहुंच जाती है। सौर ऊर्जा का इस्तेमाल अब इसलिए भी जरूरी होता जा रहा है क्योंकि जीवाश्म ईंधन के तमाम भंडार तेजी से घट रहे हैं और ग्रीन हाउस गैसों का प्रभाव बढ़ रहा है। साथ ही निकट भविष्य में हमें बिजली क्षेत्र से होने वाले कार्बन उत्सर्जन की सीमा भी कम करनी है। भारत में साल के 365 दिनों में तकरीबन 250 से 325 दिन अच्छी धूप वाले होते हैं। इन दिनों में सोलर रेडिएशन की तीव्रता काफी ज्यादा होती है। अगर इनका समुचित दोहन किया जाए तो हम अपनी आवश्यकता के अनुरूप सोलर एनर्जी प्राप्त कर सकते हैं, पर इसके लिए हमें सबसे पहले तो मानसिक तौर पर तैयार होना होगा। फिर अपेक्षित तकनीकी संयंत्र लगाने होंगे। जाहिर है, इसके लिए काफी निवेश भी करना होगा।

भारत में सौर ऊर्जा प्राप्त करने लायक दुनिया के कुल भूमि क्षेत्र का 58 फीसदी भाग पाया जाता है। इस मौजूदा स्तर को देखते हुए केवल एक फीसदी भूमि क्षेत्र ही 2031 तक की देश की ऊर्जा जरूरतों को पूरा करने के लिए काफी है। लेकिन इस क्षेत्र में जितना काम होना चाहिए था, वह नहीं हो सका है। आज भी हम ऊर्जा के लिए मुख्यतः थर्मल पावर पर आश्रित हैं जबकि हमारे पास कोयले का पर्याप्त भंडार भी नहीं है। हमारे देश में राजस्थान सालाना सबसे अधिक सोलर रेडिएशन प्राप्त करता है। यहां लगभग पूरे साल मिलने वाला भरपूर सोलर रेडिएशन और अनुकूल शर्तें राज्य को ग्रीन एनर्जी का हब बनाने की क्षमता रखती हैं। यह सौर ऊर्जा का सबसे बड़ा प्रोवाइडर बन सकता है। इससे न सिर्फ राज्य की आर्थिक स्थिति बदल सकती है, बल्कि पूरे देश को फायदा पहुंच सकता है।

वैसे तो सौर ऊर्जा के विविध प्रकार से प्रयोग किया जाता है, किन्तु सूर्य की ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलने को ही मुख्य रूप से सौर ऊर्जा के उपयोग के रूप में जाना जाता है। सूर्य की ऊर्जा को दो प्रकार से विद्युत ऊर्जा में बदला जा सकता है। पहला प्रकाश-विद्युत सेल की सहायता से और दूसरा किसी तरल पदार्थ को सूर्य की ऊष्मा से गर्म करने के बाद इससे विद्युत जनित चलाकर।

### **‘सौर-वृक्ष’ की नयी ऊर्जा**

भारत की उत्तरोत्तर बढ़ती ऊर्जा की आवश्यकता पारंपरिक ऊर्जा-स्रोतों के लिए एक कठिन चुनौती है। इस दिशा में प्रकृति सुलभ सौर-ऊर्जा एक बड़ी और प्रभावी भूमिका निभा सकती है, लेकिन सौर-ऊर्जा बनाने वाले सोलर पैनल के लिए बड़ा स्थान चाहिए होता है। इसके लिए एक खंभे पर वृक्ष की डालियों से लटके पत्तों की तरह, अनेक छोटे-छोटे पैनल वाले ‘सौर-वृक्ष’ विकसित किए गए हैं, लेकिन सघन सौर-वृक्ष का डिजाइन नीचे के पैनल तक सूर्य की पर्याप्त रोशनी पहुंचने में बाधक होता है। ऐसे में, एक महत्वपूर्ण प्रगति की बात सामने आयी है।

भारतीय शोधकर्ताओं ने दुनिया का सबसे बड़ा सौर-वृक्ष (Solar Tree) विकसित करने का दावा किया है। दुर्गापुर स्थित सीएसआईआर-सेंट्रल मैकेनिकल इंजीनियरिंग रिसर्च इंस्टीट्यूट (सीएमईआरआई) के शोधकर्ताओं द्वारा विकसित इस सौर-वृक्ष की क्षमता 11.5 किलोवाट पीक (kWp) ऊर्जा उत्पादन की

है। पूरे साल में 12,000–14,000 यूनिट स्वच्छ एवं हरित ऊर्जा उत्पादित करने में सक्षम इस सौर–वृक्ष को सीएसआईआर–सीएमईआरआई की आवासीय कॉलोनी में लगाया गया है।

“इस सौर–वृक्ष को विभिन्न स्थानों एवं आवश्यकताओं के अनुसार कस्टमाइज किया जा सकता है। इसे कुछ इस तरह डिजाइन किया गया है, जिससे इसके नीचे छाया क्षेत्र कम से कम बनता है, जो इसे विभिन्न कृषि गतिविधियों में उपयोग के अनुकूल बनाता है। उच्च क्षमता के पंप, ई–ट्रैक्टर, ई–पावर टिलर्स जैसे कृषि उपकरणों के संचालन में यह मददगार हो सकता है। सौर–वृक्ष को जीवाश्म ईंधन के स्थान पर कृषि में शामिल कर सकते हैं। जीवाश्म ईंधन उपयोग से तुलना करें तो प्रत्येक सौर–वृक्ष में ग्रीनहाउस गैस के रूप में छोड़ी जाने वाली 10–12 टन कार्बन डाईऑक्साइड का उत्सर्जन बचाने की क्षमता है। इसके अलावा, आवश्यकता से अधिक उत्पन्न ऊर्जा को ग्रिड में भेजा जा सकता है। यह कृषि मॉडल सुसंगत रूप से आर्थिक प्रतिफल देने के साथ–साथ किसानों को कृषि से संबंधित गतिविधियों में अनिश्चितताओं का सामना करने में भी मदद कर सकता है।”

सौर–वृक्ष का डिजाइन ऐसा है, जिससे प्रत्येक सोलर पीवी पैनल को सूर्य का अधिकतम प्रकाश मिलता रहता है। इसे विकसित करने में इस बात का भी ध्यान रखा गया है कि सोलर पैनल के नीचे न्यूनतम छाया बने। प्रत्येक सौर–वृक्ष में 35 सोलर पीवी पैनल लगाए गए हैं। प्रत्येक पैनल की क्षमता 330 वॉट पीक है। सौर पीवी पैनलों को पकड़ने वाली भुजाओं का झुकाव लचीला है, जिसे आवश्यकता के अनुसार समायोजित किया जा सकता है। यह विशेषता रूफ–माउंटेड सौर सुविधाओं में उपलब्ध नहीं है। यह उल्लेखनीय है कि इसमें ऊर्जा उत्पादन के आंकड़ों की निगरानी वास्तविक समय या दैनिक आधार पर की जा सकती है।

“ऐसे प्रत्येक सौर–वृक्ष का मूल्य करीब 7.5 लाख रुपये है। नवीकरणीय ऊर्जा ग्रिड बनाने के लिए सूक्ष्म, लघु एवं मध्यम औद्योगिक इकाइयां अपने बिजनेस मॉडल को प्रधानमंत्री किसान ऊर्जा सुरक्षा एवं उत्थान महाअभियान (पीएम कुसुम) योजना से जोड़ सकती हैं। इस सौर–वृक्ष में इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी) आधारित फीचर्स, जैसे – खेतों की सीसीटीवी निगरानी, वास्तविक समय में आर्द्रता एवं हवा की गति का पता लगाना, वर्षा का पूर्वानुमान और मिट्टी का विश्लेषण करने वाले सेंसर्स को शामिल किया जा सकता है।”

सौर–ऊर्जा से संचालित ई–सुविधा किओस्क भी विकसित किया गया है, जिसे सौर–वृक्ष से जोड़ा जा सकता है। इस किओस्क का लाभ यह होगा कि इसके जरिये विभिन्न कृषि डाटाबेस तक पहुँचा जा सकता है। इसका एक उदाहरण ई–नैम (नेशनल एग्रीकल्चरल मार्केटप्लेस) है। इसे विकसित करने वाले शोधकर्ताओं का कहना है कि यह सौर–वृक्ष, भारत को ऊर्जा में आत्मनिर्भर और कार्बन मुक्त बनाने में मददगार हो सकता है।

## उपयोग

सौर ऊर्जा, जो रोशनी व ऊष्मा दोनों रूपों में प्राप्त होती है, का उपयोग कई प्रकार से हो सकता है। सौर ऊष्मा का उपयोग अनाज को सुखाने, जल ऊष्मन, खाना पकाने, प्रशीतलन, जल परिष्करण तथा विद्युत ऊर्जा उत्पादन हेतु किया जा सकता है। फोटो वोल्टायिक प्रणाली द्वारा सौर प्रकाश को बिजली में रूपान्तरित करके रोशनी प्राप्त की जा सकती है, प्रशीतलन का कार्य किया जा सकता है, दूरभाष, टेलीविजन, रेडियो आदि के साथ-साथ पंखे व जल-पम्प आदि भी चलाए जा सकते हैं।

**सौर जल ऊष्मन:** जल का ऊष्मन सौर-ऊष्मा पर आधारित सौर ऊर्जा प्रौद्योगिकी का उपयोग घरेलू व्यापारिक व औद्योगिक इस्तेमाल के लिए जल को गरम करने में किया जा सकता है। देश में पिछले दो दशकों से सौर जल-ऊष्मक बनाए जा रहे हैं। भारत सरकार का अपारम्परिक ऊर्जा स्रोत मंत्रालय इस ऊर्जा के उपयोग को प्रोत्साहन देने हेतु प्रौद्योगिकी विकास, प्रमाणन, आर्थिक एवं वित्तीय प्रोत्साहन, जन-प्रचार आदि कार्यक्रम चला रहा है। इसके फलस्वरूप प्रौद्योगिकी अब लगभग परिपक्वता प्राप्त कर चुकी है तथा इसकी दक्षता और आर्थिक लागत में भी काफी सुधार हुआ है। वृहद् पैमाने पर क्षेत्र-परिक्षणों द्वारा यह साबित हो चुका है कि आवासीय भवनों, रेस्तराओं, होटलों, अस्पतालों व विभिन्न उद्योगों (खाद्य परिष्करण, औषधि, वस्त्र, डिब्बा बन्दी, आदि) के लिए यह एक उचित प्रौद्योगिकी है। जब हम सौर ऊष्मक से जल गर्म करते हैं तो इससे उच्च आवश्यकता वाले समय में बिजली की बचत होती है। 100 लिटर क्षमता के 1000 घरेलू सौर जल-ऊष्मकों से एक मेगावाट बिजली की बचत होती है। साथ ही 100 लिटर की क्षमता के एक सौर ऊष्मक से कार्बन डाई आक्साइड के उत्सर्जन में प्रतिवर्ष 1.5 टन की कमी होगी। इन संयंत्रों का जीवन-काल लगभग 15-20 वर्ष का है।

**सोलर कुकर:** सौर ऊष्मा द्वारा खाना पकाने से विभिन्न प्रकार के परम्परागत ईंधनों की बचत होती है। बाक्स सोलर कुकर, वाष्प सोलर कुकर व ऊष्मा भंडारक प्रकार के भोजन सोलर कुकर, सामुदायिक सोलर कुकर आदि प्रकार के सोलर कुकर विकसित किए जा चुके हैं। ऐसे भी बाक्स सोलर कुकर विकसित किए गये हैं जो बरसात या धुंध के दिनों में बिजली से खाना पकाने हेतु प्रयोग किए जा सकते हैं।

**सौर वायु ऊष्मन:** सूरज की गर्मी के प्रयोग द्वारा कटाई के पश्चात कृषि उत्पादों व अन्य पदार्थों को सुखाने के लिए उपकरण विकसित किए गये हैं। इन पद्धतियों के प्रयोग द्वारा खुले में अनाजों व अन्य उत्पादों को सुखाते समय होने वाले नुकसान कम किए जा सकते हैं। चाय पत्तियों, लकड़ी, मसाले आदि को सुखाने में इनका व्यापक प्रयोग किया जा रहा है।



सौर वायु ऊष्मन

**सौर स्थापत्य:** किसी भी आवासीय व व्यापारिक भवन के लिए यह आवश्यक है कि उसमें निवास करने वाले व्यक्तियों के लिए वह सुखकर हो। सौर-स्थापत्य वस्तुतः जलवायु के साथ सामन्जस्य रखने वाला स्थापत्य है। भवन के अन्तर्गत बहुत सी अभिनव

विशिष्टताओं को समाहित कर जाड़े व गर्मी दोनों ऋतुओं में जलवायु के प्रभाव को कम किया जा सकता है। इसके चलते परम्परागत ऊर्जा (बिजली व ईंधन) की बचत की जा सकती है।

**सौर फोटो वोल्टायिक** : सौर फोटो वोल्टायिक तरीके से ऊर्जा, प्राप्त करने के लिए सूर्य की रोशनी को सेमीकन्डक्टर की बनी सोलर सेल पर डाल कर बिजली पैदा की जाती है। इस प्रणाली में सूर्य की रोशनी से सीधे बिजली प्राप्त कर कई प्रकार के कार्य सम्पादित किये जा सकते हैं। भारत उन अग्रणी देशों में से एक है जहाँ फोटो वोल्टायिक प्रणाली प्रौद्योगिकी का समुचित विकास किया गया है एवं इस प्रौद्योगिकी पर आधारित विद्युत उत्पादक इकाईयों द्वारा अनेक प्रकार के कार्य सम्पन्न किये जा रहे हैं। देश में नौ कम्पनियों द्वारा सौर सेलों का निर्माण किया जा रहा है। भारत सरकार का अपारम्परिक ऊर्जा स्रोत मंत्रालय सौर लालटेन, सौर-गृह, सौर सार्वजनिक प्रकाश प्रणाली, जल-पम्प, एवं ग्रामीण क्षेत्रों के लिए एकल फोटोवोल्टायिक ऊर्जा संयंत्रों के विकास, संस्थापना आदि को प्रोत्साहित कर रहा है। फोटो वोल्टायिक प्रणाली माड्यूलर प्रकार की होती है। इनमें किसी प्रकार के जीवाष्प ऊर्जा की खपत नहीं होती है तथा इनका रखरखाव व परिचालन सुगम है। साथ ही ये पर्यावरण सुहृद हैं। दूरस्थ स्थानों, रेगिस्तानी इलाकों, पहाड़ी क्षेत्रों, द्वीपों, जंगली इलाकों आदि, जहाँ प्रचलित ग्रिड प्रणाली द्वारा बिजली आसानी से नहीं पहुँच सकती है, के लिए यह प्रणाली आदर्श है। अतएव फोटो वोल्टायिक प्रणाली दूरस्थ दुर्गम स्थानों की दशा सुधारने में अत्यन्त उपयोगी है।

**सौर लालटेन** : सौर लालटेन एक हल्का ढोया जा सकने वाली फोटो वोल्टायिक तंत्र है। इसके अन्तर्गत लालटेन, रख रखाव रहित बैटरी, इलेक्ट्रानिक नियंत्रक प्रणाली, व 7 वाट का छोटा फ्लुओरोसेन्ट लैम्प युक्त माड्यूल तथा एक 10 वाट का फोटो वोल्टायिक माड्यूल आता है। यह घर के अन्दर व घर के बाहर प्रतिदिन 3 से 4 घंटे तक प्रकाश दे सकने में सक्षम है। किरोसिन आधारित लालटेन, ढिबरी, पेट्रोमैक्स आदि का यह एक आदर्श विकल्प है। इनकी तरह न तो इससे धुआँ निकलता है, न आग लगने का खतरा है और न स्वास्थ्य का। अब तक काफी सौर लालटेनें देश के ग्रामीण इलाकों में कार्यरत हैं।





**सौर जल-पम्प:** फोटो वोल्टायिक प्रणाली द्वारा पीने व सिंचाई के लिए कुओं आदि से जल का पम्प किया जाना भारत के लिए एक अत्यन्त उपयोगी प्रणाली है। सामान्य जल पम्प प्रणाली में 800 वाट का फोटो वोल्टायिक माड्यूल, एक मोटर युक्त पम्प एवं अन्य आवश्यक उपकरण होते हैं। अबतक काफी सौर जल पम्प संस्थापित किये जा चुके हैं।



**ग्रामीण विद्युतीकरण (एकल बिजली घर):** फोटोवोल्टायिक सेलों पर आधारित इन बिजली घरों से ग्रिड स्तर की बिजली ग्रामवासियों को प्रदान की जा सकती है। इन बिजली घरों में अनेकों सौर सेलों के समूह, स्टोरेज बैटरी एवं अन्य आवश्यक नियंत्रक उपकरण होते हैं। बिजली को घरों में वितरित करने के लिए स्थानीय सौर ग्रिड की आवश्यकता होती है। इन संयंत्रों से ग्रिड स्तर की बिजली व्यक्तिगत आवासों, सामुदायिक भवनों व व्यापारिक केन्द्रों को प्रदान की जा सकती है। इनकी क्षमता 1.25 किलोवाट तक होती है। अबतक लगभग एक मेगावाट की कुल क्षमता के ऐसे संयंत्र देश के विभिन्न हिस्सों में लगाए जा चुके हैं। इनमें उत्तर प्रदेश, देश का उत्तर पूर्वी क्षेत्र, लक्षद्वीप, बंगाल का सागर द्वीप, व अन्डमान निकोबार द्वीप समूह प्रमुख हैं।

**सार्वजनिक सौर प्रकाश प्रणाली:** ग्रामीण इलाकों में सार्वजनिक स्थानों एवं गलियों, सड़कों आदि पर प्रकाश करने के लिए ये उत्तम प्रकाश स्रोत है। इसमें 74 वाट का एक फोटो वोल्टायिक माड्यूल, एक 75 अम्पीयर-घंटा की कम रख-रखाव वाली बैटरी तथा 11 वाट का एक फ्लुओरोसेन्ट लैम्प होता है। शाम होते ही यह अपने आप जल जाता है और प्रातःकाल बुझ जाता है।

**घरेलू सौर प्रणाली:** घरेलू सौर प्रणाली के अन्तर्गत 2 से 4 बल्ब (या ट्यूब लाइट) जलाए जा सकते हैं, साथ ही इससे छोटा डीसी पंखा और एक छोटा टेलीविजन 2 से 3 घंटे तक चलाए जा सकते हैं। इस प्रणाली में 37 वाट का फोटो वोल्टायिक पैनल व 40 अंपियर-घंटा की अल्प रख-रखाव वाली बैटरी होती है। ग्रामीण उपयोग के लिए इस प्रकार की बिजली का स्रोत ग्रिड स्तर की बिजली के मुकाबले काफी अच्छा है। अबतक पहाड़ी, जंगली व रेगिस्तानी इलाकों के काफी घरों में यह प्रणाली लगायी जा चुकी है।



### फल व सब्जियों के भंडारण हेतु सौर-प्रशीतित बैटरी रहित पूसा-फार्म सनफ्रिज: फसल कुप्रबंधन से सुप्रबंधन में सहायक तकनीक

हमारे देश के विभिन्न क्षेत्रों में विविध किस्म के फल और सब्जियों को उगाया जाता है जो कि संतुलित आहार का एक अभिन्न अंग है। आहार एवं पोषण विशेषज्ञों के अनुसार संतुलित आहार के लिए वयस्क महिला व पुरुष को प्रतिदिन 100 ग्राम फल का सेवन करना चाहिए। इन्हें रक्षात्मक खाद्य पदार्थों की श्रेणी में रखा गया है क्योंकि इनके लगातार उपभोग से कई जटिल बीमारियों से बचा जा सकता है। धान्य व दलहनी फसलों की अपेक्षा फल बहुत अधिक नाशवान प्रकृति के होते हैं। इस कारण उनका गठन मुलायम व श्वसन क्रिया अधिक होने के कारण, इन्हे दुलाई एवं भंडारण के दौरान से सूक्ष्मजीव प्रभावित करते हैं जो कई रोगों का कारण बन जाते हैं। ऐसा अनुमान है कि फल उत्पादन का लगभग 30–40 प्रतिशत हिस्सा तुड़ाई उपरांत कुप्रबंधन के कारण क्षतिग्रस्त हो जाता है।

फल व सब्जियों का फसलोत्तर प्रबंधन आज हमारी जरूरत है ताकि सामान्य रूप से विश्व और विशेष रूप से भारत की बढ़ती आबादी को पौष्टिक भोजन मिलता रहे। परन्तु यदि कुछ महत्वपूर्ण बातों को ध्यान में रखा जाए तथा कुछ साधारण क्रियाएं अपनाई जाएं तो फलों के काफी हिस्से को नष्ट होने से बचाया जा सकता है। इससे न केवल किसान को आर्थिक लाभ होगा बल्कि देश की अर्थव्यवस्था को सुधारने में एक अच्छा प्रयास होगा।

फसल कटाई के बाद इसकी गुणवत्ता को सुधारना असंभव होता है क्योंकि फल एवं सब्जियों में नमी की मात्रा अधिक होती है, जिससे स्वाभाविक रूप से ये अपेक्षाकृत जल्द खराब (विकारीय) हो जाते हैं। कटाई उपरांत ये जैविक रूप से भी अधिक सक्रिय होते हैं और इनकी श्वसनक्रिया चलती रहती है, जिससे ये पकना शुरू कर देते हैं और इनमें कई जैवरासायनिक क्रियाएं उत्पन्न होती हैं जो इनकी

गुणवत्ता पर प्रतिकूल असर डालती हैं। फसलोत्तर गुणवत्ता पर कर्षण प्रक्रियाएँ भी असर डाल सकती हैं तथा मशीनी क्षति जैसे – रगड़ लगना, छीलना, टूट जाना आदि के प्रति विशेष रूप से संवेदनशील होता है। कटाई के लिए पक्वता के सही चरण का चयन ऐसा महत्वपूर्ण पहलू है जिसका भंडारण—जीवन एवं गुणवत्ता पर पर्याप्त प्रभाव पड़ता है। फल एवं सब्जियों की कटाई के बाद की गुणवत्ता, इसके भंडारण एवं बाजार में इसकी बिक्री के योग्य इसके जीवन के लिए इनकी पक्वता के चरण का निर्धारण करना बेहद जरूरी है ताकि इनकी तुड़ाई सही समय पर हो।

फलों व सब्जियों की गुणवत्ता को बनाए रखने के लिए तुड़ाई, भंडारण व परिरक्षण यानी प्रिजर्व करने की नवीनतम तकनीक का इस्तेमाल करना चाहिए, क्योंकि फलों व सब्जियों में पानी की अधिक मात्रा होने के कारण वे तुड़ाई के बाद शीघ्र खराब हो जाते हैं। इसी क्रम में कृषकों के खेत में कम लागत से बने सौर ऊर्जा चालित शीत भंडारण कक्ष कृषकों के लिए महत्वपूर्ण तथा मूल्यवान परिसंपत्ति हैं। फल और सब्जियां कटाई के तुरंत बाद खराब होने लगती हैं। इन्हें खराब होने से बचाने के लिए सब्जियों और फलों को कोल्ड स्टोर में संग्रहित किया जाना चाहिए। मुख्य रूप से सब्जियों की खेती छोटे और मध्यम किसानों द्वारा की जाती है। उनके लिए विशेष कोल्ड स्टोरेज तैयार करना महंगा है। इस समस्या को सुलझाने के लिए भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान ने पूसा—फार्म सनफ्रिज (पूसा—एफएसएफ) की सिफारिश की है।

### **नवपरिचालित सौर—प्रशीतित बैटरी रहित पूसा—फार्म सनफ्रिज (गांव पिचोलिया, अजमेर, राजस्थान) की सफलता कहानी: कृषक समूह संगठन को लाभ**

पूसा—फार्म सनफ्रिज (पूसा—एफएसएफ) – एक ऑफ—ग्रिड, बैटरी रहित, ग्रीन—एनर्जी (सौर—प्रशीतित) कोल्ड स्टोरेज संस्थान के कृषि अभियांत्रिकी विभाग द्वारा डिजाइन और विकसित किए गए हैं। इस तरह की सौर—प्रशीतित संरचना राजस्थान में मार्च 2020 के बाद से राजस्थान के अजमेर गांव पिचोलिया में बनाई गई है तथा कृषक समूह में 'कृषक विकास संस्थान' की सहभागिता से सफलतापूर्वक चल रही है। यह नवीन कोल्ड स्टोर (2000 किलोग्राम उत्पादन क्षमता) भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान के वैज्ञानिकों द्वारा किए गए शोध कार्य का परिणाम है। शोध में भारत (भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान के वैज्ञानिक) और मिशिगन स्टेट यूनिवर्सिटी (संयुक्त राज्य अमेरिका) के डॉ. आर. बौड्री और डॉ. नोरबर्ट म्यूएलर, संयुक्त राज्य अमेरिका के विज्ञान, इंजीनियरिंग और चिकित्सा (USAID) के राष्ट्रीय अकादमियों द्वारा अनुदान के तहत यह परियोजना कार्यान्वित है।

ग्राम पिचोलिया में पूसा—एफएसएफ का उपयोग कृषि समुदाय द्वारा प्रसंस्कृत उपज जैसे टमाटर और फूलगोभी, धनिया, आलू जैसे फलों और सब्जियों तथा फूल तथा मूल्यवर्धित उत्पाद (टमाटर प्यूरी) के साथ साथ अंडे व पशु उत्पाद के भंडारण के लिए किया जाता है। सौर ऊर्जा चालित इस संयंत्र द्वारा बिजली की समस्या से जूझ रहे किसानों को सबसे अधिक राहत मिल सकती है। इसके भीतर

निम्न तापमान और उच्च सापेक्ष आर्द्रता के कारण कृषि उत्पादों को लंबी अवधि तक ताजा बनाए रखने के साथ साथ उत्पाद की निधानी आयु बढ़ाकर सुरक्षित रख सकते हैं।

भारत में फलों और सब्जियों की कटाई उपरांत हानि 25 से 30% मुख्य रूप से पर्याप्त शीत भंडारण का अभाव और शीत आपूर्ति श्रृंखला की कमी के कारण है। बड़े कोल्ड स्टोरेज में एक बड़ा प्रारंभिक पूंजी निवेश शामिल होता है और निर्बाध विद्युत ग्रिड आपूर्ति की आवश्यकता होती है जो कि कई लघु व सीमांत कृषक समुदायों के पास आसानी से उपलब्ध नहीं है। यह अनुमान है कि भारत में उत्पादित फल और सब्जियों का केवल 10–11 प्रतिशत कोल्ड स्टोरेज और भंडारण में रखा जाता है। अपव्यय से बचने के लिए क्षमता को 40 प्रतिशत तक बढ़ाने की आवश्यकता है। किसानों को फलों और सब्जियों को तुरंत बाजार ले जाकर बेचने और गुणवत्ता खराब होने का नियमित दबाव बना रहता है। इस नए कोल्ड-स्टोरेज के उपयोग से किसान उत्तम गुणवत्ता की भंडारण सुविधाओं का लाभ छोटे स्तर पर अपनी आवश्यकतानुसार उठा सकेंगे।

अतः पूसा-एफएसएफ जैसी संरचनाओं में भारत में 9 करोड़ छोटे किसानों को लाभान्वित करने की क्षमता है, क्योंकि ये संरचनाएं स्थानीय रूप से उपलब्ध सामग्रियों से किसानों द्वारा स्व-निर्मित की जाती हैं और शीतलन के लिए बिजली की आपूर्ति की आवश्यकता नहीं होती है।

पूसा-एफएसएफ में अभिनव (नवोन्मेषी) डिजाइन विशेषताएं हैं जैसे इनवर्टर-सोलर रेफ्रिजरेटर यूनिट में एक स्पिण्ड इवैपोरेटर कॉइल हैं, रात में ठंडा करने के लिए पानी की बैटरी और एक सेंस-कंट्रोल सिस्टम है, जो उपलब्ध अल्ट्रा वाइलेट किरणों के साथ रेफ्रिजरेशन सिस्टम की ऊर्जा आवश्यकता को सफलतापूर्वक पूरा कर सकता है। इस यूनिट (1.5 टन क्षमता के प्रशीतन कक्ष) निर्माण के लिए हमें 3x3x3 मीटर आकार की संरचना श्रृंखला के समानांतर सर्किट में 14 सौर पैनलों/350 वाट प्रत्येक पैनल (बिजली के लिए) का उपयोग करता है और शीतलन के लिए ग्रिड की आवश्यकता नहीं है। इस संयंत्र में मेश जाल और गीले-कपड़े की दीवारों के साथ कम लागत वाली स्टाइलो फोम पैनल से इन्सुलेशन किया गया है, और वाष्पीकरणीय शीतलन और सौर प्रशीतन के संयुक्त प्रभावों के माध्यम से संरचना को ठंडा रखता है। चैंबर में उचित नमी बनाए रखने के लिए दीवारों को गीला रखा जाना चाहिए। अनुमानतः पूसा-एफएसएफ में दिन का तापमान लगभग 5–10°C और रात का तापमान 14°C से कम हो सकता है, जब दैनिक परिवेश का अधिकतम तापमान (इस तरह से चैंबर का तापमान बाहरी तापमान) लगभग 45°C तक पहुँच जाता है। पिचोलिया ग्राम में निर्मित पूसा-एफएसएफ में HOB0-रिमोट स्टेशन डेटा एकत्र करता है, और इसे क्लाउड पर सार्वजनिक रूप से देखा जा सकता है।

ग्राम पिचोलिया, राजस्थान के एक किसान तिलोक देवसी, जिन्होंने पिचोलिया में पूसा-एफएसएफ संयंत्र में अपनी पुष्प व बागवानी फसलों को भंडारित कर लाभ ले रहे हैं। वैज्ञानिक तथा ग्रामीण सहभागिता संयोजित शोध व इस ट्रायल रन में गेंदे के फूल रखे गए थे जो की बाह्य अधिक तापमान होते हुए भी शीतलन कक्ष में ताजे थे। इस वर्ष कोविड काल जैसी आपात स्थिति में, किसानों ने मार्च

2020 में लगभग 8000 अंडे और अप्रैल 2020 में 800 किलोग्राम टमाटर और 5000 अंडे संग्रहीत किए हैं। यह सुविधा छोटे किसानों को बिना बिजली उपलब्धता के भी कोल्ड स्टोरेज तक सस्ती पहुंच प्रदान करती है। अभी यह सुविधा परियोजना के दो अंगीकृत गाँव पिचोलिया, राजस्थान तथा चमरारा, पानीपत, हरियाणा में किसानों को बेहतर आमदनी के साथ साथ अपनी फसलों के विपणन में भी सक्षम कर लाभान्वित कर रही है तथा दिल्ली में भी निकट भविष्य में उपलब्ध कराए जाने को प्रयासरत है। इसमें रखी गई सामग्री ताजा रहती है, जिसके कारण इसे बाद में पूरी कीमत पर बेचा जा सकता है।



नवपरिचालित सौर-प्रशीतित बैटरी रहित पूसा-फार्म सनफ्रिज (गांव पिचोलिया, अजमेर, राजस्थान)



प्रगतिशील कृषक तिलोक देवासी (ग्राम पिचोलिया, अजमेर, राजस्थान) अपने कृषि उत्पाद के साथ



टमाटर व अंडे भंडारण हेतु सौर-प्रशीतित कक्ष में

**हरित गृह (ग्रीन हाउस):** खुले खेतों में फसलें उगाने की परम्परागत विधि में केवल 2–3 प्रतिशत सौर ऊर्जा का ही उपयोग हो पाता है लेकिन यदि हरित गृहों में खेती की जाये तो सौर ऊर्जा की दक्षता बढ़ जाने से फसल उत्पादन कई गुना अधिक मिलता है। हरित गृह लोहे, लकड़ी या प्लास्टिक से बने पाइपों के ढांचे पर प्लास्टिक की पारदर्शक या पारभासक चादर चढ़ाकर तैयार किये जाते हैं। हरित गृहों में फसलों और जलवायु संबंधी सभी चार घटकों नामतः प्रकाश, तापमान, हवा और जड़ों के फैलने के माध्यम (मिट्टी) पर पूरा नियंत्रण रहता है। इसमें गैर मौसमी फसलों विशेषकर सब्जियों, फलों तथा फूलों को उगाकर अधिक पैसा कमाया जा सकता है। नर्सरी भी तैयार की जा सकती है। आजकल इन सौर गृहों का उपयोग कई अन्य कार्यों के लिए भी होने लगा है।

ग्रीनहाउस (पोलीहॉउस) या हरितगृह एक संरचना है, जहां पौधे उगाये जाते हैं। ग्रीनहाउस विभिन्न तरह की आवरण सामग्रियों जैसे कांच या प्लास्टिक की छत और अक्सर कांच या प्लास्टिक की दीवारों के साथ बनी एक संरचना है; यह गर्म होता है, क्योंकि सूर्य द्वारा भेजे जा रहे दृश्य सौर विकिरण को पौधों, मिट्टी और भवन के भीतर स्थित अन्य चीजों द्वारा अवशोषित किया जाता है। कांच इस विकिरण के लिए पारदर्शी है। ग्रीनहाउस के भीतर गरम संरचनाएं और पौधे इस ऊर्जा को फिर से अवरक्त में विकीर्ण करते हैं, जिससे कांच आंशिक रूप से अपारदर्शी हो जाता है और वह ऊर्जा ग्रीनहाउस के

भीतर कैद हो जाती है। हालांकि, प्रवाह के कारण ऊष्मा का कुछ नुकसान होता है, लेकिन इससे ग्रीन हाउस के अंदर ऊर्जा (और इस तरह तापमान) में विशुद्ध वृद्धि होती है। गर्म आंतरिक सतहों के ताप से गरम हुई हवा को छत और दीवार द्वारा ईमारत के अन्दर बरकरार रखा जाता है। इन संरचनाओं का आकार छोटे से शेड से लेकर बहुत बड़ी इमारतों तक हो सकता है।

ग्रीनहाउस को कांच के ग्रीनहाउस और प्लास्टिक ग्रीनहाउस के रूप में विभाजित किया जा सकता है। कांच के व्यावसायिक ग्रीनहाउस में अक्सर सब्जियों या फूलों के लिए उच्च तकनीक वाली उत्पादन सुविधाएं होती हैं। कांच के ग्रीनहाउस स्क्रीनिंग स्थापना, गर्म करने, ठंडा करने, प्रकाशमान करने जैसे उपकरणों से परिपूर्ण होते हैं और यह एक कंप्यूटर द्वारा स्वचालित रूप से नियंत्रित हो सकता है।

ग्रीनहाउस के लिए इस्तेमाल किया कांच हवा के प्रवाह के लिए एक बाधा के रूप में काम करता है और इसका प्रभाव ग्रीनहाउस के भीतर ऊर्जा को बांधकर रखने के रूप में पड़ता है, जो पौधों और इसके अंदर की जमीन दोनों को गर्म करता है। यह जमीन के पास की हवा को गर्म करता है और इस हवा को ऊपर उठने और बहकर दूर चले जाने से रोकता है। एक ग्रीनहाउस की छत के पास एक छोटी सी खिड़की खोलकर इसका प्रदर्शन किया जा सकता है: क्योंकि तापमान उल्लेखनीय रूप से काफी नीचे आ जाता है। यह सिद्धांत ठंडा करने की ऑटोवेंट स्वचालित प्रणाली पर आधारित है।

किसी भी जैविक क्रिया के लिए उचित पर्यावरण की आवश्यकता होती है। अगर पर्यावरण उचित नहीं है तो जैविक क्रिया कम दर से बढ़ेगी या पूरी तरह से रूक जायेगी। पादप या प्राणी जीवन भी इसी सिद्धान्त से नियंत्रित है। कृषि में फसलों के लिए उचित पर्यावरण प्राप्त करने का प्रयास किया जाता है जिसमें फलस्वरूप उत्पादकता की उच्चतम सीमा प्राप्त हो सके। इसके लिए फसलों की उचित मौसम में बुआई करते हैं, सिंचाई और खाद का प्रबन्ध करते हैं। खरपतवार एवं बीमारियों को नियंत्रित करते हैं। तथा उचित समय पर फसल चक्र पूर्ण करते हैं। ऐसे में भी प्राकृतिक विपदाएं जैसे अतिवृष्टि या अनावृष्टि, ओला वृष्टि, कीट प्रकोप, आदि उत्पादकता पर प्रतिकूल प्रभाव बनाये रखती हैं। परिणामस्वरूप खुले खेतों में परम्परागत खेती से कभी-कभी ही अधिकतम उत्पादकता प्राप्त हो पाती है। जैसे-जैसे जनसंख्या बढ़ती जा रही है और कृषि योग्य भूमि का आकार घटता जा रहा है वैसे-वैसे कृषि उत्पादन की क्षमता बढ़ाना आवश्यक हो गया है। फिर इस बात की भी आवश्यकता है कि नागरिकों को उचित पोषण प्राप्त हो और उत्पादक को कम भूमि से अधिक आर्थिक लाभ प्राप्त हो। फसलोत्पादन के लिए आवश्यक संसाधनों को एक निश्चित सीमा से अधिक बढ़ाना सम्भव नहीं है। ऐसे में कम से कम संसाधनों से अधिक से अधिक उत्पादन क्षमता का विकास आवश्यक हो गया है।

भारत एक कृषि प्रधान देश है और लगभग 66 प्रतिशत जनसंख्या के लिए कृषि ही जीविकोपार्जन का स्रोत है। जैसे-जैसे औद्योगिकीकरण बढ़ रहा है और ग्रामीण युवक शिक्षित हो रहा है, वैसे-वैसे कृषि उत्पादन तकनीकियों के विकास की आवश्यकता बढ़ती जा रही है। ऐसा न होने पर आशंका है कि आने वाले समय में कृषि उत्पादन के लिए समुचित मानव संसाधन जुटाना मुश्किल होगा। ग्रामीण

क्षेत्रों से शहरों एवं पहाड़ी क्षेत्रों से मैदानी क्षेत्रों में हो रहे युवा पलायन को रोकना अति आवश्यक है। इन सभी परिस्थितियों की पृष्ठभूमि में ग्रीनहाउस तकनीकी का विकास भारत वर्ष के किसानों के लिए बहुत ही आवश्यक हो गया है। ग्रीन हाउस ढांचा कांच, इस्पात, एल्यूमीनियम या बांस का बनाया जा सकता है। निर्माण सामग्री चयन फसल और स्थान विशेष के अनुसार किया जाता है। आवश्यकता इस बात की है कि ग्रीनहाउस उपयोग से उत्पादक को समुचित लाभ हो।

ग्रीन हाउस तकनीक का प्राथमिक विकास विश्व के ठंडे क्षेत्रों में हुआ था। उन क्षेत्रों में अत्यधिक ठंड के कारण खुले खेतों में फसलोत्पादन कुछ महीनों के लिए ही संभव है। वहां सब्जियों, फलों और फूलों के उत्पादन को वर्षा पर्यन्त संभव बनाने के लिए कांच के घरों का उपयोग शुरू हुआ। 'ग्रीन हाउस प्रभाव' के कारण ठंडे मौसम में सूर्य के प्रकाश में इन कांच घरों में तापमान बढ़कर फसलोचित हो जाता है और फसलों से संबंधित जैविक क्रियाएं तेज गति से सम्पन्न होती हैं। इन कांच घरों में आवश्यकता अनुसार तापमान, आर्द्रता, प्रकाश, सिंचाई, पोषण, कार्बन डाइऑक्साइड गैस आदि के नियंत्रण का विकास होता गया और आज ग्रीन हाउस तकनीक का स्वरूप अत्याधुनिक हो गया है। अब कई हैक्टेयर क्षेत्रफल में बने ग्रीनहाउस में फसलोत्पादन संबंधी क्रियाओं को कम्प्यूटर द्वारा नियंत्रित उपकरणों की सहायता से सम्पन्न कर, उत्पादकता की चरम सीमाओं की प्राप्ति संभव हो गई है। ग्रीन हाउस तकनीक की उपयोगिता के कारण इसका प्रचलन अब विश्व के प्रत्येक भाग में हो रहा है। द्वितीय विश्व युद्ध के बाद प्लास्टिक पदार्थ के विकास के फलस्वरूप ग्रीनहाउस तकनीक में मूलभूत परिवर्तन हुआ है। अब विश्व में लगभग 90 प्रतिशत नये ग्रीनहाउस आवरण के लिए प्लास्टिक की पारदर्शी चादरों का उपयोग होता है। इसके फलस्वरूप ग्रीनहाउस के ढांचे कांच घरों की तुलना में बहुत हल्के और सस्ते हो गये हैं। प्लास्टिक से आवरणित ग्रीनहाउस पर्यावरण नियंत्रण फसलोत्पादन भी बेहतर संभव है।

ग्रीन हाउस प्रभाव सूर्य के पारदर्शी प्रकाश से संबंधित गुणता पर आधारित है। प्रारम्भ में इस प्रभाव को कांच की गुणता से जोड़ा गया था। अब यह विदित है कि प्रत्येक पारदर्शी पदार्थ किसी न किसी सीमा तक ग्रीनहाउस प्रभाव पैदा करने में सक्षम है। यह वही प्रभाव है जिसके कारण बंद घर में जाड़े के मौसम में कांच की खिड़की से आते हुए सूर्य के प्रकाश में बैठना अच्छा लगता है अथवा सर्दी की ऋतु में भी सूर्य के प्रकाश में बंद खिड़की वाली कार में तापमान का बढ़ जाना इसी ग्रीन हाउस प्रभाव का उदाहरण है। कांच या दूसरे पारदर्शी पदार्थ ऊष्मीय विकिरण के विभिन्न भागों के लिए अलग-अलग पारगमनांक दर्शित करते हैं। कांच की गुणता है कि यह सौर ऊर्जा के लगभग 80 प्रतिशत भाग को कांच घर में स्थित उपकरणों एवं सतहों के तापमान को बढ़ाती है। बढ़े हुए तापमान पर यह उपकरण और सतह ऊष्मीय विकिरण उत्पन्न करते हैं जो सुदूर लाल श्रेणी में आता है। इस सुदूर लाल श्रेणी के विकिरण को कांच बाहर नहीं जाने देता और इस प्रकार कांच में सौर ऊर्जा एकत्रित हो जाती है, जिससे तापमान भी बढ़ता है। यही प्रभाव प्लास्टिक की पारदर्शी चादरों वाले ग्रीनहाउस में भी पाया जाता है। फलस्वरूप बिना किसी कृत्रिम ऊर्जा के ग्रीनहाउस में प्राकृतिक सौर ऊर्जा द्वारा तापमान बढ़ जाता है। यह ग्रीनहाउस प्रभाव शीतकाल में बेहतर फसल उत्पादकता के लिए उपयोगी है। ग्रीनहाउस



की परिभाषा और उपयोगिता अब अधिक विस्तृत है। अब ग्रीनहाउस को संरक्षित खेती का पर्याय माना जाता है, जिसमें आवश्यकता अनुसार पर्यावरण नियंत्रण का वांछित कृषि कार्य किया जा सके। अतः सरलतम ग्रीनहाउस प्लास्टिक की चादरों से ढके ढांचे मात्र होते हैं जिनमें प्राकृतिक वातन की सुविधा हो ऐसे ग्रीनहाउस किसी भी स्थान पर कुछ महीने ही उपयोगी होते हैं। वर्ष पर्यन्त उपयोग किए गए अति आवश्यक पर्यावरण नियंत्रण के उपकरण ग्रीनहाउस में समावेशित होते हैं। कृषि कार्य की आवश्यकता अनुसार ग्रीनहाउस के ढांचे और पर्यावरण तन्त्र को अत्याधुनिक बनाया जा सकता है।

ग्रीनहाउस का स्वरूप एवं इसकी कार्य प्रणाली का संबंध स्थान और कृषि कार्यों से है। भारतवर्ष में मौसम और फसलों की बहुत विविधताएं हैं। अतः यह सम्भव नहीं है कि ग्रीनहाउस की कोई एक परिकल्पना सभी स्थितियों के लिए पर्याप्त होगी। हां कुछ सामान्य विचार हैं जिनको ध्यान में रखना लाभदायक है। फसलों का चुनाव आकार को ध्यान में रखते हुए आमतौर पर छोटे और कम आयतन के पौधों के लिए ग्रीनहाउस उपयुक्त है। बौनी प्रजाति के फल भी ग्रीनहाउस में उगाये जा सकते हैं। फसल का चुनाव ग्रीनहाउस की क्षमता, उत्पादक के अनुभव एवं ब्रिकी संबंधी कारकों के आधार पर होता है।

ग्रीनहाउस बहुत अधिक गर्मी या सर्दी से फसलों की रक्षा करते हैं, धूल और बर्फ के तूफानों से पौधों की ढाल बनते हैं और कीटों को बाहर रखने में मदद करते हैं। प्रकाश और तापमान नियंत्रण की वजह से ग्रीनहाउस कृषि के अयोग्य भूमि को कृषि योग्य भूमि में बदल देता है जिससे औसत पर्यावरणों में खाद्य उत्पादन की हालत में सुधार होता है।

चूंकि ग्रीनहाउस कुछ फसलों को वर्ष भर उगाने की अनुमति देता है, इसलिए ग्रीनहाउस उच्च अक्षांश पर स्थित देशों में खाद्य आपूर्ति के मामले में तेजी से महत्वपूर्ण होते जा रहे हैं। दुनिया के सबसे बड़े ग्रीनहाउस परिसरों में से एक स्पेन के अल्मरिया का ग्रीनहाउस है, जहां ग्रीनहाउस लगभग सबको ढंके हुए होते हैं कभी-कभी इन्हें प्लास्टिक का समुद्र कहा जाता है।

ग्रीनहाउसों का उपयोग अक्सर फूल, सब्जियां, फल और तंबाकू के पौधे उगाने में होता है। अधिकांश ग्रीनहाउस परागनिषेचन में परागण के लिए भौरों को पसंद किया जाता है, हालांकि कृत्रिम परागण के साथ-साथ मधुमक्खी की अन्य प्रजातियों का भी उपयोग किया गया है। साथ ही ग्रीनहाउसों में हाइड्रोपोनिक्स (जल संवर्द्धन विधि) का इस्तेमाल किया जा सकता है, ताकि आंतरिक स्थान का ज्यादा से ज्यादा उपयोग हो सके।

सर्दियों के अंत और बसंत ऋतु के प्रारंभ में ग्रीनहाउसों में तंबाकू के अलावा कई सब्जियों और फूलों को उगाया जाता है और फिर मौसम के गर्म होने के बाद बाहर प्रतिरोपित किया जाता है। कुछ फसलों की विशेष ग्रीनहाउस किस्मों, जैसे टमाटर का उपयोग आमतौर पर वाणिज्यिक उत्पादन के लिए किया जाता है।

बाहर के उत्पादन की तुलना में एक ग्रीनहाउस के बंद वातावरण की अपनी अनूठी आवश्यकताएं होती हैं। कीटों और रोगों तथा गर्मी और आर्द्रता की चरम सीमाओं को नियंत्रित करना होता है और पानी प्रदान करने के लिए सिंचाई आवश्यक है। गर्मी और प्रकाश के महत्वपूर्ण आगत की आवश्यकता हो सकती है, खासकर जब गर्म मौसम में उगने वाली सब्जियों को सर्दियों में उगाना हो।

चूँकि ग्रीनहाउस के तापमान और नमी की लगातार निगरानी होनी चाहिए, ताकि सर्वोत्कृष्ट स्थिति को सुनिश्चित किया जा सके, इसके लिए दूर से आंकड़े इकट्ठा करने के लिए वायरलेस सेंसर नेटवर्क का उपयोग किया जा सकता है। ये आंकड़े एक नियंत्रण संस्थान में संचारित किये जाते हैं और इनका उपयोग गर्म करने, ठंडा करने और सिंचाई प्रणालियों के लिए किया जाता है।

### ग्रीन हाउस की उपयोगिता

1. जिन क्षेत्रों में परम्परागत खेती नहीं की जा सकती, उन परिस्थितियों में फसलोत्पादन की संभावना है।
2. फसलों की उत्पादकता एवं गुणवत्ता बढ़ जाती है।
3. किसी भी स्थान पर वर्ष पर्यन्त फसलोत्पादन संभव है।
4. किसी भी फसल को किसी भी स्थान पर वर्ष पर्यन्त उत्पादित किया जा सकता है।
5. बहुत कम क्षेत्र में फलोत्पादन करके पर्याप्त जीविकोपार्जन संभव है।
6. ग्रीन हाउस में उत्पादित बागवानी उत्पाद निर्यात के लिए सर्वथा उपयुक्त है।
7. जैव प्रौद्योगिकी द्वारा विकसित पौधों में कठोरीकरण के लिए ग्रीन हाउस एक लाभदायक सुविधा है।
8. फसलों में शुद्ध संकरी बीजों के उत्पादन के लिए ग्रीन हाउस आवश्यक है।
9. बीजों या संवर्धन तकनीकों द्वारा उच्च कोटि की पौध तैयार करने के लिए ग्रीन हाउस आवश्यक है।

पृथ्वी प्रतिवर्ष भरपूर सौर ऊर्जा प्राप्त करती है। इस सौर ऊर्जा से हम अपनी जरूरतें बहुत आसानी से पूरी कर सकते हैं। साथ ही भविष्य की बढ़ती जरूरतों को पूरा करने के लिए भी इस अक्षय स्रोत पर भरोसा किया जा सकता है। वास्तव में, सौर ऊर्जा ही हमारा वह सबसे बड़ा संसाधन है जिसका उपयोग ऊर्जा की हर जरूरत को पूरा सकता है। यहां एक साल में मनुष्य द्वारा ऊर्जा की जो कुल खपत होती है, उतनी सौर ऊर्जा सिर्फ एक दिन में ही धरती पर पहुंच जाती है। सौर ऊर्जा का इस्तेमाल अब इसलिए भी जरूरी होता जा रहा है क्योंकि जीवाश्म ईंधन के तमाम भंडार तेजी से घट रहे हैं और ग्रीन हाउस गैसों का प्रभाव बढ़ रहा है। साथ ही निकट भविष्य में हमें बिजली क्षेत्र से होने वाले कार्बन उत्सर्जन की सीमा भी कम करनी है। भारत में साल के 365 दिनों में तकरीबन 250 से 325 दिन अच्छी धूप वाले होते हैं। इन दिनों में सोलर रेडिएशन की तीव्रता काफी ज्यादा होती है। अगर

इनका समुचित दोहन किया जाए तो हम अपनी आवश्यकता के अनुरूप सोलर एनर्जी प्राप्त कर सकते हैं, पर इसके लिए हमें सबसे पहले तो मानसिक तौर पर तैयार होना होगा। फिर अपेक्षित तकनीकी संयंत्र लगाने होंगे। जाहिर है, इसके लिए काफी निवेश भी करना होगा।

वैसे तो सौर ऊर्जा के विविध प्रकार से प्रयोग किया जाता है, किन्तु सूर्य की ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलने को ही मुख्य रूप से सौर ऊर्जा के उपयोग के रूप में जाना जाता है। सूर्य की ऊर्जा को दो प्रकार से विद्युत ऊर्जा में बदला जा सकता है। पहला प्रकाश-विद्युत सेल की सहायता से और दूसरा किसी तरल पदार्थ को सूर्य की ऊष्मा से गर्म करने के बाद इससे विद्युत जनित्र चलाकर।

सौर ऊर्जा, जो रोशनी व ऊष्मा दोनों रूपों में प्राप्त होती है, का उपयोग कई प्रकार से हो सकता है। सौर ऊष्मा का उपयोग अनाज को सुखाने, जल ऊष्मन, खाना पकाने, प्रशीतलन, जल परिश्रकरण तथा विद्युत ऊर्जा उत्पादन हेतु किया जा सकता है। फोटो वोल्टायिक प्रणाली द्वारा सौर प्रकाश को बिजली में रूपान्तरित करके रोशनी प्राप्त की जा सकती है, प्रशीतलन का कार्य किया जा सकता है, दूरभाष, टेलीविजन, रेडियो आदि चलाए जा सकते हैं, तथा पंखे व जल-पम्प आदि भी चलाए जा सकते हैं।

गर्मी के दिनों में चूँकि पोलीहॉउस में तापमान काफी बढ़ जाता है, अतः इसे पौधों की आवश्यकता के अनुसार नियंत्रित करना बहुत जरूरी होता है। इसके लिए वेंटिलेशन प्रणाली या कूलिंग प्रणाली का उपयोग किया जाता है। इस प्रणाली में पोलीहॉउस के एक तरफ दो एग्जॉस्ट पंखे लगाये जाते हैं एवं दूसरी तरफ आम कूलर की तरह कूलिंग पैड लगा होता है। इस पर कूलिंग पंखे की सहायता से बूँद बूँद कर पानी गिरता है। फिर एग्जॉस्ट फैन इस पैड के जरिये ठंडी हवा पोलीहॉउस के अंदर फेंकते हैं जिससे अंदर का तापमान काफी हद तक कम किया जा सकता है।

एक अनुसंधान परीक्षण में पोलीहॉउस के इस कूलिंग सिस्टम को चलाने के लिए सौर ऊर्जा का इस्तेमाल किया गया, ताकि ऐसे क्षेत्रों में जहाँ बिजली उपलब्ध नहीं है वहाँ पर भी पोलीहॉउस को बे मौसम फसल उत्पादन के लिए प्रयोग किया जा सकता है।

इसके लिए 100 वाट की छह सोलर मॉड्यूल, 1250 वोल्ट एम्पीयर का इन्वर्टर, 12 वोल्ट एवं 150 एम्पीयर घंटा (ऐएच) की दो बैटरी का प्रयोग किया गया। 12 वोल्ट की दोनों बैटरी को आपस में श्रेणी (सीरीज) में जोड़कर 24 वोल्ट बनाये गए एवं 100 वाट की दो-दो मॉड्यूल को सीरीज में जोड़कर 24 वोल्ट की एक स्ट्रिंग बनाई गयी। फिर इन स्ट्रिंग को समानांतर (पैरेलल) में जोड़कर 24 वोल्ट बनाये गए। सौर पैनल से आये दोनों तार इन्वर्टर से जोड़ दिए जाते हैं। इन्वर्टर से आये तार बैटरी से जोड़ दिए जाते हैं। इस प्रकार इन्वर्टर से हमें सिंगल फेज ऐसी प्राप्त होती है और एक सोलर पावर पैक तैयार हो जाता है। इससे उपलब्ध विद्युत पावर का इस्तेमाल पावर (वाट) के अनुसार किसी भी उपकरण को चलाने में किया जा सकता है। इस प्रकार इस सौर ऊर्जा सिस्टम से लगभग 600 वाट, 24 वोल्ट एवं 15 एम्पीयर करंट उपलब्ध होता है। इस करंट को सोलर चार्ज नियंत्रक के जरिये 24 वोल्ट 150 एम्पीयर घंटा (ऐएच) की बैटरी से जोड़ा जाता है ताकि बैटरी चार्ज हो सके एवं ग्रीनहाउस

के पंखे एवं पंप को चलाने के लिए उपयुक्त करंट मिल सके और जब सौर ऊर्जा उपलब्ध न हो तब इसका इस्तेमाल किया जा सके। बैटरी के द्वारा उपलब्ध करंट ग्रीनहाउस के पंखे एवं पंप को चलाने के लिए प्रयोग किया जाता है।

इस सोलर पावर पैक से उपलब्ध विद्युत पावर से ग्रीनहाउस के 132 वाट (प्रत्येक) के दो एग्जॉस्ट पंखे एवं 40 वाट का कूलिंग पंप को 24 घंटे सफलता पूर्वक चलाया गया। इस प्रकार बिजली बचाने के साथ साथ पर्यावरण को भी दूषित होने से बचाया जा सकता है एवं ग्रामीण क्षेत्रों में जहाँ बिजली की उपलब्धता नहीं है वहाँ इस सोलर पावर पैक की सहायता से छोटा परिवार अपनी घरेलू जरूरत की चीजों को चला सकता है।



सौर ऊर्जा उत्पादन के लिए प्रयुक्त सौर पैनल



इन्वर्टर, बैटरी एवं सोलर चार्ज कंट्रोलर



सौर ऊर्जा चलित ग्रीनहाउस के एग्जॉस्ट पंखे एवं कूलिंग पंप

## कमियां

सौर ऊर्जा की कई परेशानियां भी होती हैं। व्यापक पैमाने पर बिजली निर्माण के लिए पैनलों पर भारी निवेश करना पड़ता है। दूसरा, दुनिया में अनेक स्थानों पर सूर्य की रोशनी कम आती है, इसलिए वहां सोलर पैनल कारगर नहीं है। तीसरा, सोलर पैनल बरसात के मौसम में ज्यादा बिजली नहीं बना पाते। फिर भी विशेषज्ञों का मत है कि भविष्य में सौर ऊर्जा का अधिकाधिक प्रयोग होगा।

## पवन ऊर्जा

गतिमान वायु को पवन कहते हैं। पवन में संचित ऊर्जा ही पवन ऊर्जा है। पृथ्वी की सतह तक पहुंचने वाले सौर-विकिरण से पवन अपनी शक्ति प्राप्त करता है। पृथ्वी तक पहुंचने वाली तमाम सौर ऊर्जा का केवल 1.2 प्रतिशत ही पवन ऊर्जा बन पाता है। यह ऊर्जा का स्वच्छ, निःशुल्क एवं अक्षय स्रोत है जिसको कई लाभदायक कार्यों में उपयोग किया जा सकता है।

भारत में पवन ऊर्जा का उपयोग जल पम्प चलाने में होता है। विशेषज्ञों ने 20,000 मेगावाट की पवन विद्युत क्षमता का अनुमान लगाया गया है। पवन ऊर्जा के दोहन के लिए गुजरात, आंध्र प्रदेश तथा तमिलनाडु के समुद्र तटवर्तीय क्षेत्रों में बड़ी क्षमता के पवन प्रक्षेत्र बनाये गये हैं। इनसे विशाल स्तर पर व्यावसायिक रूप से बिजली पैदा की जा सकती है।

### 1. पवन ऊर्जा के उपयोग

पवन निःशुल्क, स्वच्छ और कभी न समाप्त होने वाला अमूल्य ऊर्जा स्रोत है, अतः ऊर्जा प्राप्त करने के लिए पवन-चक्कियों का प्रयोग किया जाता है लेकिन पवन चक्कियों का आर्थिक दृष्टि से उपयोग करने में निम्नलिखित कुछ बाधाएं हैं:

1. पवन चक्कियों की आरंभिक लागत बहुत अधिक है।
2. रबी के मौसम में जबकि फसलों को अधिक सिंचाई की आवश्यकता होती है, हवा की गति कम होने के कारण पवन चक्कियां ऊर्जा के एक स्वतंत्र स्रोत का काम नहीं देती हैं।
3. पवन चक्कियों में प्रचालन के लिए वायु की औसत गति 10 किलोमीटर प्रति घंटा होनी चाहिए।
4. ये चक्कियां हर स्थान पर नहीं लगाई जा सकती हैं। केवल खुले स्थानों पर ही लगाई जा सकती हैं।
5. पवन-चक्कियों में होने वाली टूट-फूट के कारण रखरखाव तथा मरम्मत में अधिक लागत लगती है।

## 2. पवन चक्कियों के भेद

पवन चक्कियां क्षैतिज तथा उर्ध्व अक्ष वाली, दो प्रकार की होती हैं:

**(क) क्षैतिज यन्त्र:** पानी निकालने के लिए पवन चक्की के साथ एक पम्प होता है। इसमें हवा, पवन चक्की के क्षैतिज अक्ष की वृत्ताकार गति (रोटरी मोशन) को पश्चाग्र गति (रेसिप्रोकेटिंग मोशन) में बदलकर पम्प के पिस्टन को चलाती है। पम्प द्वारा पानी निकालने के लिए हवा की गति कम से कम 8 कि.मी. प्रति घंटा होनी चाहिए। हवा से अधिक शक्ति प्राप्त करने के लिए तीन पंखों वाले उच्च गति के प्रोपेलर से युक्त पवन चक्कियों का प्रयोग किया जाता है।

**(ख) उर्ध्वाधर यंत्र:** इस प्रकार के पवन उपकरण उर्ध्वाधर अक्ष के चारों ओर घूमते हैं। इनमें डेरियस उर्ध्वाधर पवन उपकरण अधिक लोकप्रिय हैं। इसके अतिरिक्त सैवोनियास पवन उपकरण भी



उर्ध्वाधर होता है। डेरियस एक विशालकाय अंडा फॉन्टेन वाले यंत्र जैसा दिखाई देता है। यह लगभग 100 मी. तक ऊंचा और 10 मी. चौड़ा होता है। इसकी स्थापना तथा रखरखाव आसान है, परन्तु इससे क्षैतिज पवन उपकरणों की अपेक्षा कम ऊर्जा उत्पन्न होती है।

### 3. पवन ऊर्जा के अन्य विभिन्न उपयोग

- (1) **पवन शक्ति चालित जल-पम्प:** पवन चक्की का एक महत्वपूर्ण उपयोग सिंचाई के लिए उठाने में होता है। इस प्रकार की पवन चक्की में हल्का लेकिन मजबूत और कई पंखों वाला एक पहिया होता है। यह पंखा जंग प्रतिरोधी चादरों से बना होता है। पहिये में पंखों को बाहर की ओर लगाया जाता है, ताकि आवश्यकता पड़ने पर इन्हें सरलता से बदला जा सके। पहिये को कोणदार भारी लोहे से बनी 10 मीटर ऊँची मीनार की चोटी पर लगाया जाता है। इस प्रकार की पवन चक्की 15 कि.मी. प्रति घंटा से भी कम पवन गति पर एक पश्चाग्र पम्प को चलाती है। शक्ति स्थानांतरण प्रणाली की अभिकल्पना इस प्रकार तैयार की जाती है कि घर्षण से होने वाली हानि कम से कम हो। इस पवन चक्की की औसत दैनिक क्षमता 1 कि.वाट होती है।
- (2) **पवन शक्ति चालित जनरेटर:** पवन ऊर्जा का दूसरा प्रमुख उपयोग बिजली पैदा करने में है। इसके लिए डेरियस स्ट्रॉ रोटर उर्ध्व अक्ष वाली 'लिफ्ट' किस्म की पवन चक्की का प्रयोग करते हैं, जिसके रोटर में 2-3 पंखे होते हैं और साथ में एक 'एयरफाइल' भी होता है। स्वचालित बनाने के लिए इसे सेवानियस रोटर से जोड़ा जा सकता है। इसके रोटर की गति काफी तेज होती है और यह जनरेटर को चलाने के लिए उपयुक्त है। अधिकांश सामान्य पवन-जनरेटर में बिजली पैदा करने के लिए मोटर गाड़ियों में आमतौर पर इस्तेमाल की जाने वाले आल्टरनेटरों और उत्पन्न बिजली को भंडारित करने के लिए पुरानी किस्म की लेड एसिड बैटरियों (कार बैटरी) का प्रयोग किया जाता है। इनसे कम मात्रा में विद्युत शक्ति उत्पन्न होती है।
- (3) **अन्य संभावित उपकरण:** पवन ऊर्जा का उपयोग धुरी एवं पट्टे की सहायता से विभिन्न प्रकार की कुट्टी मशीन, खराद (लेथ) मशीन आदि चलाने के लिए भी किया जा सकता है। इस प्रकार फार्म की अनेक आवश्यकताओं की पूर्ति की जा सकती है।

### 4. पवन ऊर्जा के उपकरणों का रखरखाव

पवन उपकरणों को लगाने के बाद उनका रखरखाव तथा उनकी मरम्मत आवश्यक होती है। इस विषय में निम्नलिखित तथ्यों को ध्यान में रखना चाहिए।

- (1) पवन चक्की के घूमने वाले हिस्सों पर निर्धारित स्तर का ग्रीस लगाना चाहिए।
- (2) पवन की गति अधिक होने पर पवन चक्की को बंद कर देना चाहिए, और
- (3) उपकरण के कल-पुर्जों की जांच कर, टूटे पुर्जों को बदलते रहना चाहिए।

## जैव ऊर्जा एवं बायो गैस

ग्रामीण क्षेत्रों में ऊर्जा की स्थिति, कई स्थानों पर गंभीर होती जा रही है। यह देश के विकास में बाधक है। घटते जंगलों के कारण, स्त्रियों और बच्चों द्वारा जलावन हेतु लकड़ी इकट्ठा करने में लगाई जाने वाली कड़ी मेहनत और समय अन्य घरेलू कार्यों को गंभीर रूप से प्रभावित करने लगे हैं। इसके बावजूद एक गृहणी को घटिया किस्म के ईंधन और खाना पकाने की अकुशल युक्तियों से काम लेना पड़ता है जिससे उसके परिवार के स्वास्थ्य पर खराब असर पड़ता है। इस समस्या के समाधान के लिए आवश्यक है कि ग्रामीण क्षेत्रों में अधिक से अधिक जैव पदार्थ उगाया जाए और उनका कुशलतापूर्वक उपयोग किया जाये। इसके लिए निम्नलिखित उद्देश्यों को लेकर एक सुनियोजित ग्रामीण ऊर्जा योजना विकसित की जानी चाहिए:

1. ऊर्जा आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए जैव पदार्थों की आपूर्ति में वृद्धि,
2. पर्यावरण को ध्यान में रखते हुए जैव पदार्थों का संरक्षण एवं उपयोग,
3. ऊर्जा प्रणालियों को उन्नत अथवा प्रतिस्थापित करके जीवन स्तर में सुधार,
4. नवीकरणीय ऊर्जा प्रौद्योगिकियों द्वारा व्यापारिक ऊर्जा की खपत में कमी, और
5. उत्पादक कार्यकलापों के लिए ऊर्जा की आपूर्ति को बढ़ावा।

इन उद्देश्यों की पूर्ति के लिए निम्नलिखित प्रमुख विधियां प्रयोग की जाती हैं :

1. जैविक सामग्री से ब्रिकेट या गुटके बनाना,
2. कृषि के अपशिष्ट पदार्थों जैसे बायोगैस का समुचित उपयोग,
3. बेहतर चूल्हों के माध्यम से जैव ईंधन के उपयोग की कुशलता में वृद्धि।

### 1. जैविक सामग्री से ब्रिकेट या गुटके बनाना

इस प्रणाली में छितरी हुई जैविक सामग्री जैसे बाजरे के डंठल, सरसों के डंठल, लकड़ी के बुरादे, नारियल के खोल तथा रेशे के छिलकों, मक्के के भुट्टे एवं छूँछ आदि को ठोस करके उसके गुटके बनाये जाते हैं जिनको ब्रिकेट कहते हैं। इस विधि में जैविक सामग्री को चूर-चूर करके 1-2 मि.मी. की लम्बाई काट कर लिया जाता है, फिर उसमें वाइंडर के रूप में गोबर, शीरा या मिट्टी मिलाकर लुगदी बना ली जाती है। इस कुल सामग्री को एक मशीन (स्कू एक्सट्रूडर) में डालकर ब्रिकेट बनाये जाते हैं। सूखने के बाद ये कड़े हो जाते हैं। इन्हें भट्टी में सीधे ईंधन की तरह प्रयोग किया जा सकता है। ये गुटके गोबर की तुलना में कम धुंआ देते हैं और धीरे-धीरे जलते हैं।

### 2. बायोगैस प्रणाली

बायोगैस एक बहु-उपयोगी ईंधन है। हवा की अनुपस्थिति में कार्बनिक पदार्थों के जैविक विघटन के फलस्वरूप जैव गैस प्राप्त होती है। यह गैस फार्म पर उपलब्ध अन्य कार्बनिक पदार्थों जैसे अपशिष्ट

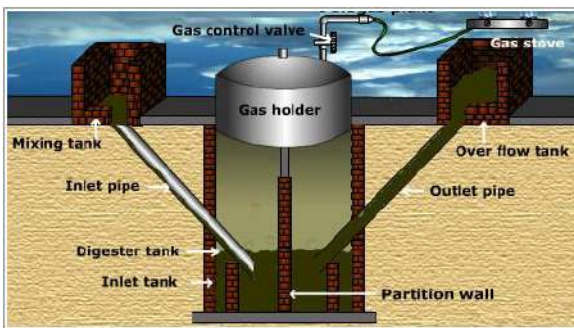


पदार्थ, खरपतवार एवं मलमूत्र के विघटन से भी प्राप्त की जा सकती है। इसे खाना बनाने, रोशनी करने, प्रेरक एवं विद्युत उत्पादन के लिए प्रयोग किया जा सकता है। यद्यपि बायोगैस प्रौद्योगिकी में भारत की अभिरुचि काफी पुरानी है पर बायोगैस के प्रचार-प्रसार का कार्य वास्तविक तौर पर गंभीरता से 1981 से शुरू हुआ। बायोगैस उत्पादन की प्रौद्योगिकी एक सुनिश्चित तकनीक है। बायोगैस उत्पादन के लिए छोटे तथा मध्य आकार के बायोगैस संयंत्रों के अतिरिक्त कई स्थानों पर सामुदायिक संयंत्र भी कार्य कर रहे हैं। उदाहरणार्थ— कुछ अनुमोदित मॉडल हैं— के.वी.आई.सी., जनता, दीनबंधु, फैंरो सीमेंट और प्रगति, स्वास्तिक सुवाह्य (पोर्टेबल) आदि।

**बायोगैस संयंत्रों के प्रकार:** गैस उत्पादन क्षमता के आधार पर बायोगैस संयंत्र क्रमशः छोटे, मझोले तथा सामुदायिक प्रकार के होते हैं। संरचना के आधार पर चलायमान गैस होल्डर डिजाइन के तथा स्थिर गुम्बद वाली डिजाइन के होते हैं।

**बायोगैस संयंत्रों का विवरण तथा स्थापना विधि:** सामान्यतः बायोगैस संयंत्रों में पशुओं का गोबर प्रयोग किया जाता है परन्तु फार्म पर उपलब्ध अन्य अपशिष्ट पदार्थ जैसे खरपतवार, जलखुम्बी तथा मलमूत्र आती का भी उपयोग किया जा सकता है। देश में लगाये गये अधिकतर संयंत्र खादी ग्रामोद्योग निगम वाली डिजाइन के हैं। इनमें डाइजेस्टर का निर्माण या तो आर.सी.सी. से किया जाता है या इससे पक्की चिनाई वाले जमीन के भीतर बने होज या टैंक के रूप में बनाया जाता है। इसमें धातु या काली प्लास्टिक के ड्रम को उल्टा लटकाया जाता है जो गैस होल्डर का काम करता है।

**स्थान का चुनाव:** गैस संयंत्र, जहां संभव हो, गैस खपत के स्थान के पास ही होना चाहिए। स्थान ऐसा हो जहां धूप प्रचुर मात्रा में हो। यह रसोई के नजदीक परन्तु पीने के पानी के स्रोत से दूर होना चाहिए। इसे पानी के जल स्तर से उंचा रखना चाहिए।



**बायोगैस के उपयोग की सम्भावनाएं:** बायोगैस का उपयोग खाना पकाने, प्रकाश करने तथा इंजन के लिए किया जाता है। बायोगैस में लगभग 55 प्रतिशत मीथेन तथा 43 प्रतिशत कार्बन डाईआक्साइड गैस होती है। इस गैस की संरचना कोयले, गैस या द्रव पेट्रोलियम से अलग होती है। इसे प्रयुक्त करने वाले उपकरणों जैसे बर्नर या लैंप आदि विशेष डिजाइन के होने चाहिए ताकि गैस का उपयोग प्रभावकारी ढंग से हो सके।

**बायोगैस के प्रयोग के दौरान सुरक्षात्मक सावधानियां:** बायोगैस संयंत्र से संबंधित विषाक्त और दम घुटने जैसी दुर्घटनाओं से बचें। गैस नली या जहां गैस बनती है उस स्थान के आस-पास आग न पहुंचने दें। गैस रिसाव से बचने के लिए समय-समय पर पाइप तथा वोल्वों की जांच करते रहें। रसोईघर खुला तथा हवादार हो।

**गैस निकलने के बाद बचे पंक (स्लरी) का उपयोग:** जब बायोगैस संयंत्र के पाचक में ताजा गोबर डाला जाता है तो अवायवीय विघटन के फलस्वरूप गैस बनती है। गैस निकलने के पश्चात यह पंक स्वतः ही पंक इकट्ठा किये जाने वाले गड्ढे में पहुंच जाती है। यह पंक एक बहुमूल्य खाद है जो नाइट्रोजन तथा फास्फोरस से समृद्ध रहती है। इसे फसल उत्पादन तथा बागवानी के लिए उपयोग में लाया जा सकता है या इसे कम्पोस्ट बनाने के लिए प्रयोग कर सकते हैं।

**कृषि के अपशिष्ट पदार्थों से संपन्न बायोगैस:** फार्म पर अनेक प्रकार के अपशिष्ट पदार्थ जैसे धान का पुआल, धान की भूसी, गोहूँ आदि का पुआल, मक्के की खोई, मुर्गीखाने, बकरी तथा सूअर की मँगनी उपलब्ध होते हैं। इन अपशिष्टों को छोटे-छोटे टुकड़ों में काटकर विशेष डिजाइन के पाचन गड्ढे में डालकर बायोगैस तैयार की जा सकती है।

**कूड़े-कचरे से बायो गैस उत्पादन :** कूड़े-कचरे, जोकि वातावरण प्रदूषण के लिए अत्यंत घातक है, से भी बायोगैस प्राप्त की जा सकती है। इसके लिए उक्त कचरे को किसी निचली जगह पर इकट्ठा कर लिया जाता है। इसके बाद इसे मिट्टी की 30 सें.मी. सतह से ढक देते हैं। इसमें 5 सें.मी. छिद्र का पाइप लगाकर पंखे की सहायता से गैस को खींच लिया जाता है। इस प्रकार प्राप्त गैस बायोगैस होती है। कुछ खरपतवार जैसे कांग्रेस घास, जलकुम्भी तथा प्याजी आदि को गोबर आदि के साथ मिलाकर अवायवीय पाचन क्रिया द्वारा बायोगैस प्राप्त की जा सकती है।

### 3. बेहतर चूल्हों के माध्यम से जैव ईंधनों के उपयोग की कुशलता में वृद्धि

लकड़ी का प्रयोग कस्बों तथा ग्रामों में खाना पकाने के लिए किया जाता है। ईंधन की पूर्ति के लिए वनों की कटाई अनवरत रूप से चलती रहती है जिससे वातावरण की भौतिक दशा तथा पर्यावरण की स्थिति बिगड़ रही है। अतः यह आवश्यक है की ईंधन के लिए कम से कम लकड़ी का प्रयोग किया जाये। प्रचलित किस्म के चूल्हे अकुशल माने जाते हैं क्योंकि इनके द्वारा लकड़ी से प्राप्त ऊर्जा का केवल 5 से 10 प्रतिशत भाग ही खाना पकाने के लिए उपयोग में आता है। इन चूल्हों का प्रयोग करने वाली महिलाएं आग के पास होने के कारण कालिख और धुएं के कुप्रभाव का शिकार होती हैं जिससे उनके स्वास्थ्य पर प्रतिकूल असर पड़ता है। इन चूल्हों में जलते हुए ईंधन (चूल्हे पर रखे बर्तन के नीचे निकलती हुई चिंगारियों) से घरों में आग लगने की संभावना रहती है।

उन्नत प्रकार के एवं निर्धूम चूल्हों के प्रयोग से न केवल ईंधन की खपत में कमी की जा सकती है अपितु रसोई घर को साफ भी रखा जा सकता है। इनके प्रयोग से कम ईंधन से अधिक तापीय ऊर्जा प्राप्त की जा सकती है जिससे पर्यावरण संरक्षण में भी सहायता मिलती है।



### उन्नत चूल्हों के लाभ

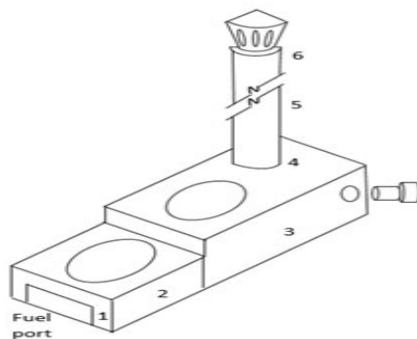
1. खाना पकाने की कुशलता एवं तापीय क्षमता में सुधार होने से ईंधन वाली लकड़ी के उपयोग में कमी।
2. आग की गहनता को नियंत्रित करने के लिए उत्तम यांत्रिक रचना और अधिकतर परिस्थितियों में धुंआ रहित आग मिलना। इसके फलस्वरूप स्वास्थ्य में सुधार।

### उन्नत चूल्हों की विशेषताएं

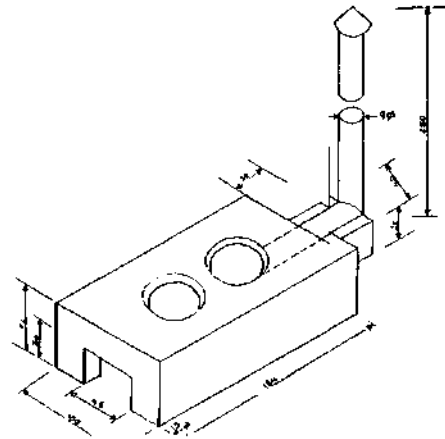
1. उन्नत चूल्हें बंद आकार के बक्सेनुमा चूल्हे होते हैं, इनमें लकड़ी जलती है। इस बक्सेनुमा चूल्हे में हवा की बेरोकटोक गति से जलती आग को संरक्षण मिलता है।
2. प्रायः यह बहुबर्तन वाला डिजाइन होता है जिसमें एक से अधिक तरह के बर्तन रखे जा सकते हैं और एक साथ दो-तीन व्यंजन बनाये जा सकते हैं जिससे ईंधन से उत्पन्न ताप बेकार नहीं जाता।
3. चूल्हे में लगी चिमनी ईंधन के जलने के लिए आवश्यक हवा को खींचने में सहायक होती है और रसोई के अन्दर से धुंआ बाहर निकलता है।

### उन्नत चूल्हों की किस्में

1. **सफरी चूल्हे** : ये चूल्हे आमतौर पर धातु एवं अग्नि रोधी (फायर प्रूफ) मिट्टी से बनाये जाते हैं। इनमें चिमनी का प्रयोग नहीं किया जाता है। भरपूर आग जलने के लिए हवा का विशेष प्रबंध होता है जिससे पूर्ण दहन उत्पन्न होता है और 20 से 30 प्रतिशत तक दहन तापीय क्षमता प्राप्त होती है।



**2. निर्धूम चूल्हा :** इस चूल्हे को आमतौर से मिट्टी और बालू के मिश्रण से बनाया जाता है। यह चूल्हा पारंपरिक चूल्हे का ही परिवर्तित रूप है। इनमें धुआं निकलने के लिए एक चिमनी का प्रयोग किया जाता है और इनमें प्रायः दो या तीन बर्तनों को साथ रखने के लिए विशेष प्रबंध किया जाता है। इसकी तापीय क्षमता लगभग 30 से 35 प्रतिशत तक होती है। इस चूल्हे के कई प्रारूप बाजार में उपलब्ध हैं।



**3. सामुदायिक चूल्हा :** अधिक लोगों की भोजन की आवश्यकता की पूर्ति के लिए सामुदायिक चूल्हे प्रयोग किये जाते हैं। इन चूल्हों से 50 से 200 लोगों की भोजन की आवश्यकता की पूर्ति की जा सकती है। ये बनावट में स्थिर होते हैं। इनका निर्माण ईट, मिट्टी, बालू आदि स्थानीय पदार्थों से किया जाता है। इनकी तापीय क्षमता भी लगभग 30 प्रतिशत से अधिक होती है।

**4. प्रियाग्नि चूल्हा :** ये चूल्हे लोहे की चादर से बनाये जाते हैं। इनमें लकड़ी के छोटे-छोटे टुकड़ों के अतिरिक्त गोबर या कोयले की टिकियों का भी प्रयोग किया जा सकता है। इसकी विशेष प्रकार की बनावट के कारण ईंधन आसानी से जलता है और कम ईंधन से अधिक ऊर्जा प्राप्त की जा सकती है।



प्रियाग्नी (शेदे)



सामुदायिक चूल्हा

ये प्रायः दो या तीन मुंह वाले होते हैं जिससे दो या तीन बर्तनों में एक साथ भोजन पकाया जा सकता है।

## उन्नत चूल्हों का उपयोग करते समय बरती जाने वाली सावधानियां

1. धुंआ रहित चूल्हे की चिमनी की उंचाई 2 मीटर से अधिक नहीं रखनी चाहिए जिससे आग के जलने के लिए हवा का उचित दबाव मिल सके। यह छत से कम से कम 60 सें.मी. ऊपर होनी चाहिए।
2. धुंआ निकलने की नालियों को प्रतिदिन तथा चिमनी को नियमित रूप से साफ करें।
3. चिमनी के ऊपर ढक्कन अवश्य लगाना चाहिए। इससे धुएं के साथ चिंगारी बाहर नहीं आएगी और बरसात का पानी अन्दर नहीं जायेगा।
4. चूल्हे में डेम्पर उचित स्थिति में रखना चाहिए। डेम्पर को एकदम खोलकर प्रयोग नहीं करना चाहिए। इससे ईंधन का दुरुपयोग होता है।
5. चूल्हे में अधिक लकड़ी नहीं लगनी चाहिए। इससे ईंधन को जलने के लिए पर्याप्त हवा नहीं मिल पाती तथा ईंधन का सही उपयोग नहीं हो पाता है।
6. भोजन बनाने की योजना पहले से ही बनानी चाहिए। यह बहुमुखी चूल्हों के लिए अत्यन्त आवश्यक है।

## ऊर्जा उपलब्धता और दक्षता संबंधी नीतियां

### कृषि क्षेत्र में डीजल को अक्षय ऊर्जा से बदलने का लक्ष्य

#### मुख्य बिंदु

- ❖ यह लक्ष्य 2030 तक गैर-जीवाश्म ईंधन की हिस्सेदारी बढ़ाने और 2070 तक शुद्ध शून्य उत्सर्जक बनने की सरकार की प्रतिबद्धता के अनुरूप निर्धारित किया गया है।
- ❖ पीएम-कुसुम योजना के माध्यम से, केंद्र सरकार कृषि को सौर ऊर्जा से चलाने के लिए एक योजना भी चला रही है इससे सौर ऊर्जा से चलने वाली सिंचाई प्रणाली स्थापित करने में मदद मिलेगी।

### पीएम-कुसुम योजना

पीएम-कुसुम योजना की घोषणा 2018 के बजट में की गई थी और 2019 में इसे मंजूरी दी गई थी। इसे "किसान ऊर्जा सुरक्षा और उत्थान महाभियान (कुसुम) योजना" के रूप में नामित किया गया है। इस योजना के तहत, किसानों को अपनी बंजर भूमि पर स्थापित सौर ऊर्जा परियोजनाओं के माध्यम से उत्पन्न अतिरिक्त बिजली को ग्रिड को बेचने का विकल्प दिया जाता है। यह योजना 2022 तक 30.8 GW की सौर क्षमता जोड़ने का प्रयास कर रही है।

### पीएम-कुसुम के घटक

पीएम-कुसुम में तीन घटक शामिल हैं:

**भाग अ :** इसमें 10,000 मेगावाट क्षमता के विकेंद्रीकृत, जमीन पर स्थापित और ग्रिड से जुड़े नवीकरणीय बिजली संयंत्र शामिल हैं।

**भाग ब:** इसमें दो मिलियन स्टैंडअलोन सौर ऊर्जा संचालित कृषि पंपों की स्थापना का प्रावधान है।

**भाग स:** यह 1.5 मिलियन ग्रिड से जुड़े सौर ऊर्जा संचालित कृषि पंपों के सौरकरण का प्रावधान करता है।

- ❖ यह योजना कृषि क्षेत्र पर सब्सिडी के बोझ को कम करके वित्तीय स्वास्थ्य का समर्थन करती है।
- ❖ यह राज्य सरकारों को विकेंद्रीकृत सौर ऊर्जा उत्पादन को बढ़ावा देकर और पारेषण हानियों को कम करके उनके सब्सिडी परिव्यय को कम करने में मदद करती है। यह राज्यों को अक्षय खरीद दायित्व लक्ष्यों को पूरा करने में भी मदद करती है।
- ❖ किसानों को बिजली बचाने के लिए प्रोत्साहित किया जाता है, क्योंकि इससे किसान अतिरिक्त बिजली बेच सकेंगे।
- ❖ इस योजना के परिणामस्वरूप विकेंद्रीकृत सौर-आधारित सिंचाई प्रदान करके सिंचाई कवर का विस्तार हुआ है। इस प्रकार, इसने प्रदूषणकारी डीजल के उपयोग को समाप्त कर दिया है।

भारत सरकार ने अपने नागरिकों को कार्बनडाइऑक्साइड उत्सर्जन में न्यूनतम वृद्धि सुनिश्चित करते हुए ऊर्जा की मांग को पूरा करने के लिए दो दिशाओं का मार्ग अपनाया है, ताकि वैश्विक उत्सर्जन से पृथ्वी तंत्र को अपरिवर्तनीय क्षति नहीं हो। एक ओर, उत्पादन पक्ष पर सरकार ऊर्जा मिश्रण में अक्षय ऊर्जा के अधिक उपयोग को बढ़ावा देती है, जिसमें मुख्य रूप से सौर और पवन शामिल हैं तथा इसी के साथ कोयला आधारित विद्युत संयंत्रों में सुपर क्रिटिकल प्रौद्योगिकियों की ओर विस्थापन किया गया है। दूसरी ओर, ऊर्जा संरक्षण अधिनियम, 2001 के समग्र दायरे में विभिन्न नवाचारी नीति उपायों के जरिए मांग पक्ष में ऊर्जा के दक्ष उपयोग के प्रयास किए जा रहे हैं।

ऊर्जा संरक्षण अधिनियम को 2001 में भारतीय अर्थव्यवस्था पर ऊर्जा सघनता में कमी लाने के लक्ष्य से लागू किया गया था। ऊर्जा दक्षता ब्यूरो (बीईई) विद्युत मंत्रालय के अधीन एक सांविधिक निकाय है जो विभिन्न विनियामक और संवर्धनात्मक साधनों द्वारा अर्थव्यवस्था में ऊर्जा दक्षता के सुधार में अग्रणी बने रहने के लिए जिम्मेदार है। ऊर्जा दक्षता ब्यूरो (बीईई) की स्थापना केन्द्र स्तर पर 1 मार्च 2002 को सांविधिक निकाय के रूप में ऊर्जा संरक्षण अधिनियम के कार्यान्वयन की सुविधा हेतु की गई थी। इस अधिनियम में इनके लिए विनियामक अधिदेश प्रदान किए गए हैं : उपकरण और उपस्करों के मानक तथा लेबलिंग, वाणिज्यिक भवनों के लिए ऊर्जा संरक्षण भवन संहिता और ऊर्जा सघन उद्योगों के लिए ऊर्जा खपत के मानक। इसके अलावा इस अधिनियम में केन्द्र सरकार और ब्यूरो मिलकर अर्थव्यवस्था के सभी क्षेत्रों में ऊर्जा दक्षता को प्रोत्साहन देते हैं और सुविधा प्रदान करते हैं। इस अधिनियम में राज्यों

को अधिनियम के कार्यान्वयन के लिए एजेंसियां निर्दिष्ट करने और राज्य में ऊर्जा दक्षता को प्रोत्साहन देने का निर्देश भी दिया गया है।

विद्युत मंत्रालय ने ऊर्जा दक्षता ब्यूरो (बीईई) के माध्यम से घरेलू लाइटिंग, वाणिज्यिक भवनों, उपकरणों के मानक तथा लेबलिंग, कृषि/नगर पालिकाओं में मांग पक्ष प्रबंधन, एसएमई और बड़े उद्योगों के क्षेत्रों में अनेक ऊर्जा दक्ष प्रयास आरंभ किए हैं, जिसमें औद्योगिक उप क्षेत्रों, एसडीए के क्षमता निर्माण आदि के लिए ऊर्जा खपत के मानकों के विकास की प्रक्रिया आरंभ की गई है।

## ऊर्जा संरक्षण और ऊर्जा दक्षता को प्रोत्साहन देने की योजनाएं

### 1. मानक और लेबलिंग कार्यक्रम

ऊर्जा संरक्षण अधिनियम, 2001 धारा 14 के तहत केन्द्र सरकार को मानक और लेबलिंग (एस एण्ड एल) कार्यक्रम के विकास का अधिकार दिया जाता है, जो 18 मई 2006 को औपचारिक रूप से विद्युत मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा आरंभ किया गया था। ऊर्जा दक्षता ब्यूरो (बीईई) द्वारा उपकरणों तथा उपस्करों के लिए ऊर्जा निष्पादन मानकों को परिभाषित किया जाता है और अनेक प्रशिक्षण, जागरूकता तथा क्षमता निर्माण कार्यक्रमों के जरिए इसको सरलता से अपनाने और प्रोत्साहन देने की सुविधा प्रदान की जाती है। एस एण्ड एल योजना, ऊर्जा दक्षता ब्यूरो का भी एक प्रधान कार्यक्रम है जो उपकरण तथा उपस्कर ऊर्जा दक्षता में सुधार लाने तथा उपभोक्ता के लिए ऊर्जा की लागत में कमी लाने के लिए सर्वाधिक लागत प्रभावी नीति साधन में से एक है। लेबलों के साथ अनिवार्य ऊर्जा दक्षता मानक, जो ऊर्जा निष्पादन का वर्णन करते हैं, इनसे उपभोक्ताओं को दक्ष उत्पादों की खरीद का सूचित विकल्प मिलता है, जिससे ऊर्जा की बचत और खर्च में कमी होती है।

यह योजना 21 उपस्करों/उपकरणों पर लागू की गई है, 21 उपकरणों में से 8 उपकरण अनिवार्य क्षेत्र में और शेष 13 उपकरण स्वैच्छिक क्षेत्र में हैं।

बीईई के अधीन ऊर्जा दक्षता लेबलिंग कार्यक्रम का आशय उपभोक्ताओं को मिलने वाली सेवाओं पर बुरा असर डाले बिना उपकरण की ऊर्जा खपत में कमी लाना है। पुनः रेफ्रीजरेटर और एयर कंडीशनर के लिए मानक और लेबल को आवधिक रूप से अधिक कठोर बनाया गया है। परिणामस्वरूप कम दक्ष उत्पादों को बाजार से हटाया गया है और अधिक दक्ष उत्पाद लाए गए हैं। यात्री कारों के लिए कॉर्पोरेट औसत ईंधन खपत मानक (सीएएफसी) 3 अप्रैल 2015 को अधिसूचित किए गए हैं।

वर्तमान समय में एस एण्ड एल कार्यक्रम में 21 उपकरण शामिल हैं, जिसमें से 8 उपकरणों की लेबलिंग को अनिवार्य बनाया गया है। विस्तृत सूची निम्नानुसार है :

क्र. सं.	उपकरण
<b>अनिवार्य उपकरण</b>	
1.	घरेलू फ्रॉस्ट फ्री रेफ्रिजरेटर
2.	विंडो और हाइ वॉल स्प्लिट एयर कंडीशनर
3.	ट्यूबुलर फ्लोरोसेंट लैंप
4.	डिस्ट्रीब्यूशन ट्रांसफॉर्मर
5.	सीलिंग माउंटिड और फ्लोर स्टैंडिंग एयर कंडीशनर
6.	डायरेक्ट कूल रेफ्रिजरेटर
7.	कलर टेलीविजन
8.	स्टोर टाइप इलेक्ट्रिक वॉटर हीटर
<b>स्वैच्छिक उपकरण</b>	
9.	इंडक्शन मोटर
10.	एग्रीकल्चरल पंप सेट
11.	सीलिंग फैन
12.	डोमेस्टिक लिक्वीफाइड पेट्रोलियम गैस स्टोव
13.	वॉशिंग मशीन
14.	कंप्यूटर (नोटबुक / लैपटॉप)
15.	ब्लास्ट (इलेक्ट्रॉनिक / मैग्नेटिक)
16.	कार्यालय उपकरण (प्रिंटर, कॉपियर, स्कैनर, एमएफडी)
17.	कृषि प्रयोजनों के लिए डीजल इंजन संचालित मोनो सेट पंप
18.	सॉलिड स्टेट इनवर्टर
19.	डीजल जनरेटर
20.	परिवर्तनीय क्षमता एयर कंडीशनर
21.	एलईडी लैंप

## 1. ऊर्जा संरक्षण भवन संहिता (ईसीबीसी) और मौजूदा भवनों में ऊर्जा दक्षता

नए वाणिज्यिक भवनों के लिए ऊर्जा संरक्षण भवन संहिता (ईसीबीसी) भारत सरकार द्वारा 27 मई, 2007 को अधिसूचित की गई थी। ईसीबीसी में 100 किलोवॉट के संयोजित लोड के साथ या 120 केवीए और इससे अधिक की संविदा मांग वाले नए वाणिज्यिक भवनों के लिए न्यूनतम ऊर्जा मानक तय किए गए हैं। जबकि केंद्र सरकार को ईसी अधिनियम, 2001 के तहत अधिकार है, राज्य सरकार को



संहिता में स्थानीय या क्षेत्र जरूरतों के अनुसार बदलाव करने और उन्हें अधिसूचित करने की मान्यता है। ईसीबीसी ऊर्जा प्रदर्शन के मानदंडों को परिभाषित करता है और उस देश के जलवायु क्षेत्रों को ध्यान में रखता है जहां भवन स्थित है। भवन के प्रमुख घटक जो संहिता के माध्यम से संबोधित किए जा रहे हैं :

1. एन्वेलप (वॉल, रूफ्स, विंडो)
2. लाइटिंग प्रणाली
3. एचवीएसी प्रणाली
4. जल ताप और पम्पिंग प्रणाली
5. इलेक्ट्रिकल विद्युत प्रणाली

वर्तमान में आठ राज्यों और संघ राज्य क्षेत्रों (राजस्थान, उड़ीसा, पुडुचेरी संघ राज्य क्षेत्र, उत्तराखण्ड, पंजाब, कर्नाटक, आंध्र प्रदेश और तेलंगाना, हरियाणा, पश्चिम बंगाल) ने अपने राज्यों में इस संहिता को अधिसूचित और ग्रहण भी किया है। ऊर्जा दक्ष भवनों के लिए बाजार को आकर्षित करने के लिए प्रोत्साहन देने हेतु ऊर्जा दक्षता ब्यूरो ने भवनों के लिए एक स्वैच्छिक स्टार रेटिंग का विकास किया है जो भवन में इसके क्षेत्रफल में केडब्ल्यूएच/वर्ग मीटर/वर्ष में व्यक्त ऊर्जा उपयोग के संदर्भ में भवन के वास्तविक निष्पादन पर आधारित है। वर्तमान में भवनों की चार श्रेणियों (दिन में उपयोग होने वाले कार्यालय भवन/बीपीओ/शॉपिंग मॉल/अस्पताल) के लिए स्वैच्छिक स्टार लेबलिंग कार्यक्रम का विकास किया गया है और इन्हें सार्वजनिक क्षेत्र में लगाया गया है। अलग-अलग श्रेणियों के तहत 150 से अधिक व्यावसायिक भवनों का मूल्यांकन किया गया है।

## 2. मांग पक्ष प्रबंधन

### (क) कृषि मांग पक्ष प्रबंधन (एजीडीएसएम) योजना

भारत के कृषि क्षेत्र में भारत की राष्ट्रीय बिजली खपत का लगभग 18 प्रतिशत व्यय होता है, जिसके साथ देश भर में 21 मिलियन पंप सेट चलाए जाते हैं। आंकड़े दर्शाते हैं कि हर वर्ष इस क्षेत्र में 2.5-5 लाख नए पंप सेट कनेक्शन जोड़े जाते हैं, इसमें से अधिकांश पंप सेट अदक्ष हैं, जिनकी औसत दक्षता 25-35 प्रतिशत है, जबकि स्टार रेट वाले ऊर्जा दक्ष पंप सेट (ईईपीएस) की दक्षता का स्तर 45-50 प्रतिशत है। अध्ययनों से पता लगता है कि ऊर्जा अदक्ष पंप सेटों के स्थान पर ऊर्जा दक्ष पंप लगाने से ऊर्जा बचत की संभाव्यता 25-40 प्रतिशत के स्तर पर मौजूद है।

कृषि क्षेत्र में ऊर्जा दक्षता को बढ़ावा देने के लिए विभिन्न गतिविधियां की जा रही हैं, राज्य सरकारों को ईईपीएस (ऊर्जा दक्ष पंप सेट) के उपयोग का अधिदेश देने के लिए सभी नए कृषि कनेक्शनों के लिए राज्यव्यापी अधिसूचना जारी करने की सुविधा दी गई है। कृषि पंपों के लिए ऊर्जा दक्षता और संरक्षण पर किसानों के लिए देश व्यापी क्षमता निर्माण के सत्रों का आयोजन किया जा रहा है।

प्रथम कृषि मांग पक्ष प्रबंधन प्रायोगिक परियोजना को शोलापुर, महाराष्ट्र में कार्यान्वित किया जा रहा है जिससे 2209 पंप सेटों के दक्षता उन्नयन से 6.1 मिलियन यूनिट की बचत दर्शाई गई है। कर्नाटक और आंध्र प्रदेश में 3 अन्य प्रायोगिक परियोजनाओं का कार्यान्वयन भी किया जा रहा है। कृषि सघन राज्यों जैसे महाराष्ट्र, आंध्र प्रदेश और कर्नाटक में बड़े पैमाने पर पंप उन्नयन के कार्यक्रम विभिन्न चरणों में हैं। इन परियोजनाओं से उल्लेखनीय निवेश आकर्षित किए जाएंगे और ग्रामीण तकनीशियनों को बड़े पैमाने पर रोजगार भी मिलेगा।

हरियाणा, पंजाब, केरल और कर्नाटक राज्यों में ऊर्जा दक्ष कृषि पंपों का उपयोग करने के लिए राज्यव्यापी अनिवार्य अधिसूचना पहले ही जारी की गई है। कुछ राज्य जैसे छत्तीसगढ़ और राजस्थान द्वारा ऊर्जा दक्ष पंप सेटों को अपनाने के लिए कृषि उपभोक्ताओं को प्रोत्साहन की पेशकश की जा रही है।

### **(ख) नगर निगम मांग पक्ष प्रबंधन (एमयूडीएसएम) योजना**

नगर निगम क्षेत्र में ऊर्जा बचत की अपार संभाव्यता को समझते हुए बीईई ने नगर निगम मांग पक्ष प्रबंधन (एमयूडीएसएम) योजना प्रस्तावित की। बुनियादी स्तर पर परियोजनाओं का कार्यान्वयन बहुत अनिवार्य है, जिससे प्रौद्योगिकी प्रदाता, कार्यान्वयन करने वाले भागीदारों, वित्तीय संस्थानों आदि के बीच बाजार का रूपांतरण होगा। इस कार्यक्रम में देश के 134 नगर निगमों को शामिल करने की योजना बनाई गई है, जिसके लिए निवेश ग्रेड के ऊर्जा परीक्षण किए जाएंगे और एस्को विधि द्वारा कार्यान्वयन तथा विस्तृत परियोजना रिपोर्ट (डीपीआर) तैयार की जाएगी। परियोजना का मुख्य उद्देश्य शहरी स्थानीय निकायों (यूएलबी) की समग्र ऊर्जा दक्षता में सुधार लाना था जिससे बिजली के उपभोग में काफी अधिक बचत हो सकती है, जिसके परिणामतः यूएलबी के लिए कीमत में कमी/बचत होगी।

प्रमुख उपलब्धियां निम्नानुसार हैं :

- ❖ देश भर में 175 यूएलबी में परिस्थिति से जुड़े सर्वेक्षण किए गए थे।
- ❖ निवेश ग्रेड ऊर्जा लेखापरीक्षा (आईजीईए) लेने के बाद 134 यूएलबी के आश्रय योग्य डीपीआर तैयार किए गए। 134 यूएलबी में ऊर्जा दक्षता परियोजना के माध्यम से बचाई गई उत्पादन क्षमता के भाग के रूप में कुल मिलाकर 120 मेगावॉट की बचत का अनुमान है।

बुनियादी स्तर पर परियोजना का कार्यान्वयन अत्यंत अनिवार्य है, जिससे प्रौद्योगिकी प्रदाता, कार्यान्वयन भागीदारों, वित्तीय संस्थानों आदि के बीच बाजार रूपांतरण होगा। इन तथ्यों को ध्यान में रखते हुए यह प्रस्ताव दिया गया है कि 15 यूएलबी में प्रदर्शन परियोजनाओं का कार्यान्वयन 12वीं योजना के दौरान प्रायोगिक आधार पर किया जाएगा।

### **(ग) डिस्कॉम का क्षमता निर्माण**

कार्यक्रम का उद्देश्य लोड प्रबंधन कार्यक्रमों, ऊर्जा संरक्षण कार्यक्रमों को चलाने, डीएसएम कार्य योजना के विकास और अपने अपने क्षेत्रों में डीएसएम गतिविधियों के कार्यान्वयन के लिए डिस्कॉम का

क्षमता निर्माण करना है। इस कार्यक्रम से डिस्कॉम को अधिकतम (पीक) बिजली मांग में कमी लाने के लिए सहायता मिलेगी, ताकि वे आगे की क्षमता को लंबित कर सकें। इस योजना के तहत निम्नलिखित गतिविधियों का आयोजन किया जाता है।

- ❖ इस योजना में भाग लेने के लिए 34 डिस्कॉमों का चयन किया गया है और समझौता ज्ञापन पर भी हस्ताक्षर किए हैं।
- ❖ 27 डिस्कॉमों के लिए 18 राज्यों में डीएसएम विनियम अधिसूचित किया गया है।
- ❖ बीईई द्वारा नेशनल पावर ट्रेनिंग इंस्टीट्यूट को डिस्कॉम के अधिकारियों के लिए प्रशिक्षण कार्यक्रमों के आयोजन हेतु नियुक्त किया गया था ताकि इस कार्यक्रम के तहत डीएसएम पर मास्टर प्रशिक्षकों और ऊर्जा दक्षता को तैयार किया जा सके
- ❖ प्रशिक्षक की प्रशिक्षण गतिविधि के अधीन 32 डिस्कॉम के 504 अधिकारियों को मास्टर प्रशिक्षक के रूप में प्रशिक्षण दिया गया है। डिस्कॉमों के सर्कल स्तर के अधिकारियों हेतु प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित करने के लिए चार एजेंसियों का चयन किया गया है।
- ❖ इन प्रशिक्षण कार्यक्रम में लगभग 5000 अधिकारियों के भाग लेने की संभावना है।

### **(घ) छोटे और मध्यम उद्यम (एसएमई) क्षेत्रों में ऊर्जा दक्षता**

भारत में विनिर्माण क्षेत्र एमएसएमई का 80 प्रतिशत है, जो स्थायी वृद्धि पैटर्न अर्जित करने के लिए एक महत्वपूर्ण खण्ड बनाता है। ऊर्जा की लागत को विनिर्माण इकाइयों के लिए एक महत्वपूर्ण घटक माना गया है तथा बिजली की बढ़ती लागतें, ऊर्जा दक्षता इस क्षेत्र को प्रतिस्पर्द्धी बनाने के लिए अत्यधिक महत्वपूर्ण बन गई है। भारत में एसएमई क्षेत्रों में ऊर्जा दक्ष प्रौद्योगिकियों तथा प्रचालन प्रथाओं को बढ़ावा देने के लिए 11वीं पंचवर्षीय योजना के दौरान ऊर्जा दक्षता ब्यूरो ने चुने हुए 25 एसएमई क्लस्टरों में ऊर्जा दक्षता हस्तक्षेपों की शुरुआत की। इकाई स्तर पर ऊर्जा उपयोग और प्रौद्योगिकी अंतराल, क्लस्टर विशिष्ट ऊर्जा दक्षता मैनुअल, ऊर्जा दक्ष प्रौद्योगिकियों और क्षमता निर्माण पर विस्तृत परियोजना रिपोर्ट (डीपीआर) तैयार करने और एसएमई में शामिल मानव बल के ज्ञान संवर्धन के आकलन का अध्ययन किया गया था। 12वीं योजना के दौरान 5 एसएमई क्षेत्रों में बड़े पैमाने पर अनुकृति को बढ़ावा देने के लिए 5 एसएमई क्षेत्रों (पाली (वस्त्र), वाराणसी (ईट), लुधियाना (ढलाई), इंदौर (खाद्य) और कोच्चि (समुद्री भोजन क्लस्टर)) में 10 सर्वश्रेष्ठ प्रौद्योगिकियों की 100 प्रौद्योगिकी प्रदर्शन परियोजनाओं के कार्यान्वयन की संकल्पना की गई है। सभी 5 समूहों की चयनित इकाइयों में आधारभूत ऊर्जा लेखा परीक्षा पूरा किया गया और कार्यान्वयन के लिए सबसे अच्छी ऊर्जा दक्षता प्रौद्योगिकियों की पहचान की गई है। पहचानी गई ऊर्जा दक्षता प्रौद्योगिकियों का कार्यान्वयन और कार्यान्वयन के बाद ऊर्जा लेखा परीक्षण का कार्य वाराणसी की दो इकाइयों (ईट), लुधियाना की 7 इकाइयों (ढलाई) तथा इंदौर (खाद्य) क्लस्टर 7 इकाइयों के समूह में पूरा किया गया है।

### 3. राज्यों की संस्थागत क्षमता का सुदृढीकरण

#### (क) राज्य नामित एजेंसियों (एसडीए) का सुदृढीकरण :

जैसा कि पहले उल्लेख किया गया है, राज्यों में ऊर्जा संरक्षण अधिनियम के प्रावधानों का कार्यान्वयन और प्रवर्तन एसडीए द्वारा किया जाता है। वर्तमान तिथि पर 32 राज्यों में किसी मौजूदा संगठन को नामनिर्दिष्ट करते हुए एसडीए की स्थापना की गई है जैसा ऊर्जा संरक्षण अधिनियम 2001 की धारा 15 (घ) में आवश्यक हैं। ये एजेंसियां हर राज्य में अलग हैं जो अक्षय ऊर्जा विकास एजेंसी (44 प्रतिशत), विद्युत निरीक्षणालय (25 प्रतिशत), वितरण कंपनियों (12 प्रतिशत), विद्युत विभाग (16 प्रतिशत) और अन्य (3 प्रतिशत)। राज्य स्तर पर ऊर्जा संरक्षण गतिविधियों को तेजी से आगे बढ़ाने के लिए एसडीए की संस्थागत क्षमताओं के निर्माण पर बल देने के लिए विद्युत मंत्रालय ने 11वीं योजना के दौरान राज्य नामित एजेंसियों को उनकी संस्थागत क्षमताओं में मजबूती लाने के लिए वित्तीय सहायता प्रदान करने की योजना को अनुमोदन दिया गया। इसके परिणाम निम्नलिखित हैं:

- ❖ स्ट्रीट लाइट और पानी की पंपिंग प्रणालियों के क्षेत्रों में 59 प्रदर्शन परियोजनाओं को अब तक एसडीए द्वारा सफलतापूर्वक पूर्ण किया गया है।
- ❖ इस समय 27 राज्यों द्वारा एलईडी ग्राम अभियान सफलतापूर्वक कार्यान्वित किया गया है।
- ❖ सरकारी इमारतों के आईजीईए के तहत 491 सरकारी इमारतों को बीईई द्वारा नामिकाबद्ध एस्को की ओर से ऊर्जा परीक्षण हेतु लिया गया है।
- ❖ ऊर्जा संरक्षण अधिनियम 2001 के अधिदेश के अनुसार उनकी भूमिकाओं से अवगत कराने के लिए ऊर्जा प्रबंधकों/ऊर्जा परीक्षकों और नामित उपभोक्ताओं को शामिल करते हुए कार्यशालाएं/प्रशिक्षण कार्यक्रमों का आयोजन एसडीए द्वारा किया गया है।
- ❖ एसडीए द्वारा सभी राज्यों में मीडिया/जागरूकता अभियान किए गए हैं। मीडिया के फोकस क्षेत्र इलेक्ट्रॉनिक और प्रिंट मीडिया के जरिए संवर्धन, बीईई की सामग्रियों का स्थानीय भाषाओं में अनुवाद, स्कूलों/कॉलेजों में जागरूकता अभियान और विवरणिका, बैनर आदि रहे हैं।
- ❖ अधिकांश एसडीए राज्य में ऊर्जा दक्षता को बढ़ावा देने के लिए किए गए कार्यों को उचित मान्यता देने के साथ ऊर्जा संरक्षण दिवस का आयोजन करते हैं।
- ❖ एसडीए द्वारा 11वीं योजना के दौरान 1065 मेगावॉट की सत्यापित बचाई गई क्षमता की रिपोर्ट की गई है।

#### (ख) राज्य ऊर्जा संरक्षण निधि (एसईसीएफ) योजना में योगदान :

राज्य ऊर्जा संरक्षण निधि (एसईसीएफ) ऊर्जा दक्ष परियोजनाओं के कार्यान्वयन की प्रमुख बाधाओं से उबरने का साधन है। राज्य ऊर्जा संरक्षण निधि (एसईसीएफ) के तहत अंशदान उन राज्य सरकारों/

संघ राज्य क्षेत्रों को दिया गया था जिन्होंने अपना एसईसीएफ सृजित किया है और इसके संचालन के लिए नियमों-विनियमों को अंतिम रूप दिया हुआ है। यह योजना सभी राज्यों/संघ राज्य क्षेत्रों के लिए थी जिसमें किसी राज्य/संघ राज्य क्षेत्र के लिए अधिकतम सीमा 4.00 करोड़ रु. थी जिसे प्रत्येक 2.00 करोड़ रु. की दो किस्तों में दिया गया था। एसईसीएफ की दूसरी किस्त राज्यों को केवल तभी जारी की गई जब उन्होंने ऊर्जा दक्षता ब्यूरो की पहली किस्त के बराबर अंशदान मुहैया कराया। एसईसीएफ में अंशदान के तहत वित्तीय सहायता जारी करने की शर्तें और निबंधन 12वीं योजना के दौरान समान बने रहे, इसमें केवल पूर्वोत्तर राज्यों का अपवाद रहा। पूर्वोत्तर राज्यों के लिए राज्य सरकारों द्वारा मिलान के योगदान में 2.0 करोड़ रुपए के स्थान पर 25 लाख रुपए की छूट दी गई है। अब तक 26 राज्यों को 82 करोड़ रुपए की राशि का संवितरण किया गया है। इनमें से 15 राज्यों ने बराबर (मैचिंग) अंशदान प्रदान किया है।

#### 4. स्कूल शिक्षा कार्यक्रम

अगली पीढ़ी को ऊर्जा संसाधनों के दक्ष उपयोग के बारे में अधिक जागरूक बनाने की जरूरत को समझते हुए अनिवार्य है कि बच्चों को स्कूल शिक्षा के दौरान इसका परिचय दिया जाए। इस विषय में स्कूलों में ऊर्जा दक्षता को प्रोत्साहन देने के लिए ऊर्जा क्लबों की स्थापना की गई है। ऊर्जा दक्षता ब्यूरो द्वारा 12वीं पंचवर्षीय योजना के दौरान ऊर्जा दक्षता जागरूकता योजना के तहत छात्रों के क्षमता निर्माण कार्यक्रमों का कार्यान्वयन किया जाता है और यह कक्षा 6 से 10 के लिए एनसीईआरटी की मौजूदा विज्ञान पाठ्यचर्या और विज्ञान पाठ्यपुस्तकों में शामिल करने के लिए ऊर्जा दक्षता और संरक्षण पर पाठ/सामग्री तैयार करने का इच्छुक है।

#### 5. मानव संसाधन विकास (एचआरडी)

जागरूकता सृजन द्वारा प्रक्रमों और उपकरण की ऊर्जा दक्षता के सुधार की संभाव्यता बहुत अधिक है। मानव संसाधनों के कौशलों के सृजन, प्रतिधारण और उन्नयन की एक ठोस नीति ऊर्जा दक्षता प्रौद्योगिकियों तथा प्रथाओं के विभिन्न क्षेत्रों में भेदन हेतु अत्यंत महत्वपूर्ण है। मानव संसाधन विकास के तहत सिद्धांत सह अभ्यास उन्मुख प्रशिक्षण कार्यक्रम और ऊर्जा लेखा परीक्षण साधन समर्थन प्रदान करना शामिल है।

#### 6. राष्ट्रीय उन्नत ऊर्जा दक्षता मिशन (एनएमईईई)

राष्ट्रीय उन्नत ऊर्जा दक्षता मिशन (एनएमईईईई) जलवायु परिवर्तन पर राष्ट्रीय कार्य योजना (एनएपीसीसी) के तहत आठ राष्ट्रीय मिशनों में से एक है। एनएमईईईई का लक्ष्य प्रेरक विनियामक और नीति व्यवस्था द्वारा ऊर्जा दक्षता के लिए बाजार को मजबूत बनाना है और इसमें ऊर्जा दक्ष क्षेत्रों में नवाचारी और स्थायी व्यापार मॉडलों के पोषण की संकल्पना की गई है। मंत्रिमंडल की बैठक में एनएमईईईई दस्तावेज को अनुमोदन दिया गया तथा 11वीं योजना अवधि (2010-12) की दो वर्ष की अवधि का निधिकरण 235.50 करोड़ रुपए के परिव्यय के साथ किया गया। एनएमईईईई को 12वीं

योजना में जारी रखने को मंत्रिमंडल द्वारा 775 करोड़ रुपए के कुल परिव्यय सहित 6 अगस्त, 2014 को अनुमोदन दिया गया था। मिशन में ऊर्जा दक्षता के बाजार को आगे बढ़ाने के प्रयास बढ़ाए जाने हैं, जिसका अनुमान लगभग 74,000 करोड़ रुपए लगाया गया है। 11वीं योजना अवधि के दौरान की गई गतिविधियों से संस्थागत और विनियामक मूल संरचना बनाई गई। एनएमईईई ने ऊर्जा सघन उद्योगों में ऊर्जा दक्षता में वृद्धि के निम्नलिखित चार नए उपाय बताए हैं :

- (क) कार्य निष्पादन, उपलब्धि और व्यापार (पीएटी), बाजार आधारित प्रक्रिया जो ऊर्जा बचत प्रमाणन के माध्यम से ऊर्जा सघन उद्योगों में ऊर्जा दक्षता में सुधार लाने की लागत प्रभावशीलता बढ़ाने के लिए एक बाजार आधारित प्रक्रिया है, जिसका व्यापार किया जा सकता है।
- (ख) ऊर्जा दक्षता हेतु बाजार रूपांतरण (एमटीईई) का प्राथमिक उद्देश्य नवाचारी उपायों के माध्यम से नाम निर्दिष्ट क्षेत्रों में उत्पादों को अधिक वहनीय बनाने के लिए ऊर्जा दक्ष उपकरणों की ओर विस्थापन में तेजी लाना है।
- (ग) ऊर्जा दक्षता वित्तपोषण मंच (ईईएफपी), ऐसी प्रक्रियाओं का सृजन करने के लिए जो भावी ऊर्जा बचत को लेकर सभी क्षेत्रों में वित्तीय मांग पक्ष प्रबंधन कार्यक्रमों में सहायता देंगी।
- (घ) ऊर्जा दक्ष आर्थिक विकास रूपरेखा (एफईईईडी), ऊर्जा दक्षता को बढ़ावा देने के लिए राजकोषीय साधनों के विकास हेतु।

## 7. कार्य निष्पादन, उपलब्धि और व्यापार (पीएटी)

पीएटी योजना विशिष्ट ऊर्जा खपत को ऊर्जा सघन उद्योगों में कम करने का एक विनियामक साधन है, जिसके साथ अतिरिक्त ऊर्जा बचत के प्रमाणन के जरिए लागत प्रभावशीलता बढ़ाने हेतु एक संबद्ध बाजार आधारित प्रक्रिया है, जिसका व्यापार किया जा सकता है।

### 1. पीएटी का प्रथम चक्र (2012-13 से 2014-15)

पीएटी का प्रथम चक्र 8 क्षेत्रों, जो हैं एल्युमिनियम, सीमेंट, क्लोर-एल्कली, उर्वरक, आयरन और स्टील, कागज और लुगदी, ताप विद्युत संयंत्र और वस्त्रोद्योग में 478 औद्योगिक इकाइयों के एसईसी में कमी लाने के साथ संकल्पित किया गया था। पीएटी चक्र-1 का समग्र ऊर्जा बचत लक्ष्य 6.686 मिलियन टन तेल समकक्ष (एमटीओई) 2014-15 के अंत तक रखा गया था। पीएटी चक्र-1 की उपलब्धि 8.67 एमटीओई रही, जो सौंपे गए लक्ष्यों की तुलना में लगभग 30 प्रतिशत समग्र उपलब्धि है। यह ऊर्जा बचत 5,635 मेगावॉट की मांग तथा लगभग 31 मिलियन टन कार्बनडाइऑक्साइड उत्सर्जन में बचत में रूपांतरित होती है।

### 2. पीएटी का दूसरा चक्र (2016-17 से 2018-19)

पीएटी योजना को नए क्षेत्र शामिल करने के लिए व्यापक और मौजूदा क्षेत्रों के नए डीसी को शामिल करने के लिए गहरा बनाया गया था। पीएटी चक्र-II के लिए तीन नए क्षेत्र अर्थात् रेलवे, रिफाइनरी

और डिस्कॉम को अधिसूचित किया गया था। पीएटी चक्र-II 31 मार्च 2016 को अधिसूचित किया गया है और इसका लक्ष्य 8.869 एमटीओई की समग्र ऊर्जा खपत में कमी लाने का रखा गया है। पीएटी चक्र-II के तहत ऊर्जा में कमी के लक्ष्य सौंपे गए हैं और 621 डीसी को अधिसूचित किया गया है। इस ऊर्जा बचत से मांग में लगभग 5764 मेगावॉट की बचत होने की आशा है।

व्यावसायिक रूप से योग्य ऊर्जा प्रबंधकों और लेखा परीक्षकों का एक केडर नीति विश्लेषण, परियोजना प्रबंधन, ऊर्जा दक्षता परियोजनाओं के निधिकरण और कार्यान्वयन के साथ प्रमाणन कार्यक्रम के माध्यम से विकसित किया जा रहा है। बीईई प्रमाणित ऊर्जा प्रबंधकों और ऊर्जा लेखा परीक्षकों के लिए एक राष्ट्रीय स्तर की परीक्षा का नियमित आयोजन करता है और प्रशिक्षण मॉड्यूल डिजाइन किए गए हैं। अब तक ऊर्जा प्रबंधकों और ऊर्जा लेखा परीक्षकों के लिए 16 राष्ट्रीय प्रमाणन परीक्षाएं सफलतापूर्वक आयोजित की गई हैं। अब भारत में 12228 प्रमाणित ऊर्जा प्रबंधक हैं, जिसमें से अब तक 8536 अतिरिक्त योग्यता प्राप्त प्रमाणित ऊर्जा लेखा परीक्षक हैं। इसमें 'प्रत्यायन सलाहकार समिति' की सिफारिशों के जरिए ऊर्जा लेखा परीक्षकों के प्रत्यायन को पूरकता दी गई है। प्रत्यायित ऊर्जा लेखा परीक्षक ऊर्जा संरक्षण अधिनियम में अधिदेशित अनिवार्य ऊर्जा लेखा परीक्षण ऊर्जा सघन उद्योगों में करेंगे। अब तक 221 प्रत्यायित ऊर्जा लेखा परीक्षक हैं।

**(क) ऊर्जा दक्षता हेतु बाजार रूपांतरण (एमटीईई):** एमटीईई के तहत दो कार्यक्रमों का विकास किया गया अर्थात् बचत लैम्प योजना (बीएलवाय) और अति दक्ष उपकरण कार्यक्रम (एसईईपी)।

**(ख) ऊर्जा दक्षता वित्तपोषण मंच (ईईएफपी):** इस कार्यक्रम के तहत, ऊर्जा दक्षता परियोजनाओं के वित्तपोषण को बढ़ावा देने के लिए ऊर्जा दक्षता ब्यूरो ने मैसर्स पीटीसी इंडिया लिमि., मेसर्स सिडबी, मेसर्स एचएसबीसी बैंक, मेसर्स टाटा कैपिटल और मेसर्स आईएफसीआई लिमि. के साथ समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए हैं। बीईई ने अनुसूचित वाणिज्यिक बैंकों के लिए प्रशिक्षण कार्यक्रम हेतु ऊर्जा दक्षता वित्तपोषण पर इण्डियन बैंक एसोसिएशन के साथ समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए।

**(ग) ऊर्जा दक्ष आर्थिक विकास रूपरेखा (एफईईडी):** इस प्रयास के तहत दो निधियां सृजन की गई हैं अर्थात् आंशिक जोखिम गारंटी निधि (पीआरजीएफईई) और ऊर्जा दक्षता हेतु उद्यम पूंजी निधि (वीसीएफईई) है।

**(घ) ऊर्जा दक्षता हेतु आंशिक जोखिम गारंटी निधि (पीआरजीएफईई):** ऊर्जा दक्षता हेतु आंशिक जोखिम गारंटी निधि (पीआरजीएफईई) ऊर्जा दक्ष परियोजनाओं के लिए वाणिज्यिक बैंकों को ऋण विस्तारित करने में शामिल जोखिम के आंशिक कवरेज सहित जोखिम बांटने की प्रक्रिया है। यह गारंटी प्रति परियोजना 10 करोड़ रुपए या ऋण राशि की 50 प्रतिशत राशि से अधिक नहीं होगी, इनमें से जो कम हों। पीआरजीएफईई के तहत सरकारी भवनों, निजी भवनों, वाणिज्यिक या बहुमंजिला आवासीय आवास, नगर पालिकाओं, एसएमई और उद्योग जैसे क्षेत्रों को कवर किया गया।

**(ङ) ऊर्जा दक्षता हेतु उपक्रम पूंजी निधि (वीसीएफईई):** निधि द्वारा एकल निवेश 2 करोड़ रुपए

से अधिक नहीं होगा। निधि द्वारा विशिष्ट ऊर्जा दक्षता कार्यक्रमों को अधिकतम 15 प्रतिशत तक सीमित, अथवा अंतिम बिंदु इक्विटी सहायता विशेष प्रयोजन वाहन (एसपीवी) के माध्यम से या 2 करोड़ रुपए की राशि प्रदान की जाएगी, इनमें से जो कम है। वीसीएफईई के तहत सरकारी भवन, निजी भवनों और नगरपालिकाएं जैसे क्षेत्रों को कवर किया गया। विद्युत मंत्रालय ने वीसीएफईई के लिए न्यासी बोर्ड का गठन किया है। वीसीएफईई ट्रस्ट को वीसीएफईई के संचालन के लिए 7 जुलाई 2015 को पंजीकृत किया गया था।

## 8. राष्ट्रीय ऊर्जा संरक्षण पुरस्कार और चित्रकला प्रतियोगिता

विद्युत मंत्रालय की ओर से अर्थव्यवस्था के सभी क्षेत्रों में ऊर्जा संरक्षण को प्रोत्साहन देने के उद्देश्य से उद्योगों और अन्य प्रतिष्ठानों को राष्ट्रीय ऊर्जा संरक्षण पुरस्कार प्रदान किए जाते हैं तथा हर वर्ष स्कूली बच्चों के लिए आयोजित ऊर्जा संरक्षण पर वार्षिक चित्रकला प्रतियोगिता के विजेताओं को पुरस्कार दिए जाते हैं।

**राष्ट्रीय ऊर्जा संरक्षण पुरस्कार :** ऊर्जा संरक्षण पुरस्कारों में उद्योगों, भवनों, आंचलिक रेलवे, राज्य नाम निर्दिष्ट एजेंसियों, बीईई स्टार लेबलयुक्त उपकरणों के विनिर्माताओं, बिजली वितरण कंपनियों तथा नगर पालिकाओं द्वारा ऊर्जा संरक्षण में नवाचार और उपलब्धियों को मान्यता दी जाती है और जागरूकता बढ़ाई जाती है कि ऊर्जा संरक्षण ऊर्जा की बचत के जरिए वैश्विक तापन को घटाने के लिए भारत की प्रतिक्रिया में एक बड़ी भूमिका निभाता है। इन पुरस्कारों में ऊर्जा संरक्षण और दक्षता के लिए उनकी वचनबद्धता के प्रदर्शन को भी मान्यता दी जाती है। औद्योगिक तथा वाणिज्यिक इकाइयों के बीच प्रतिक्रिया बहुत अधिक उत्साहवर्धक रही है, जो प्रतिभागिता स्तर के बढ़ने से स्पष्ट है। ईसी पुरस्कार 2016 की प्रमुख उपलब्धियां:

- ❖ इन इकाइयों ने सामूहिक रूप से 2015 में 2598 मिलियन यूनिट की तुलना में 2016 में बिजली की 7378 लाख यूनिट की एक वार्षिक ऊर्जा बचत प्राप्त कर ली है, जो पिछले वर्ष से 2.8 गुना है। यह 2016 में बचाई गई उत्पादन क्षमता में 1352 मेगावॉट के समान है, जो पिछले वर्ष से बचाई गई उत्पादन क्षमता अर्थात् 486 मेगावॉट से 178 प्रतिशत अधिक है।
- ❖ इन इकाइयों ने सामूहिक रूप से 4867 करोड़ रुपए की वार्षिक मौद्रिक बचत प्राप्त की है जबकि पिछले वर्ष वार्षिक मौद्रिक बचत 2928 करोड़ रुपए थी।
- ❖ दो नई श्रेणियों अर्थात् मेट्रो रेल और मेट्रो स्टेशनों को शामिल किया गया।
- ❖ 3 टॉप रैंक पुरस्कार, 43 प्रथम पुरस्कार, 48 द्वितीय पुरस्कार और 62 इकाइयों को योग्यता प्रमाण-पत्र के लिए चयन किया गया था

## ऊर्जा संरक्षण पर स्कूली बच्चों के लिए चित्रकला प्रतियोगिता

संरक्षण की आदत की शुरुआत स्कूली आयु में सबसे अच्छी तरह की जाती है और इसे बढ़ावा दिया जाता है। यह देखा गया है कि बच्चे बदलाव लाने वाले सर्वोत्तम कारक हैं और इस मामले में



हमें उनकी ऊर्जा संरक्षण पर जानकारी और ज्ञान बढ़ाने तथा इस महत्वपूर्ण विषय पर उनकी दिलचस्पी पैदा करने की जरूरत है। इस विषय में, विद्युत मंत्रालय ने पहल की है और उसने वर्ष 2005 से छात्रों के लिए ऊर्जा संरक्षण पर चित्रकला प्रतियोगिता का आयोजन किया है। प्रतियोगिता को 2005 से तीन चरणों में आयोजित किया जाता है अर्थात् स्कूल, राज्य और राष्ट्रीय स्तर पर। इस अभियान को मजबूत बनाने के लिए मौजूदा 4, 5 और 6 कक्षाओं के छात्रों के अलावा कक्षा 7, 8 और 9 की उच्च कक्षाओं को भी इस वर्ष से शामिल किया जा रहा है। श्रेणी 'क' के तहत 4, 5 और 6 कक्षाओं के छात्रों और श्रेणी 'ख' के तहत कक्षा 7, 8 और 9 कक्षाओं के छात्रों को प्रतियोगिता में भाग लेने की पात्रता होगी। ऊर्जा संरक्षण पर राष्ट्रीय चित्रकला प्रतियोगिता 2016 को अत्यधिक सफलता मिली थी। स्कूल स्तरीय चित्रकला प्रतियोगिता में वर्ष 2015 में 1.05 करोड़ छात्रों की तुलना में वर्ष 2016 में 1.14 करोड़ छात्रों की रिकॉर्ड संख्या ने हिस्सा लिया। इस बार की प्रतिभागिता पूरे देश में ऊर्जा दक्षता ब्यूरो तथा विद्युत मंत्रालय के तहत 11 सीपीएसयू के सहयोग से आयोजित की गई। बच्चों द्वारा बनाए गए चित्रों में ऊर्जा संरक्षण गतिविधियों तथा ऊर्जा की कमी और मौसम के बदलाव के बारे में उनकी चिंताएं प्रदर्शित हुईं और उन्होंने अपनी प्रभावशाली तस्वीरों में प्रेरणा देने वाले विचारों को प्रभावी रूप से सम्प्रेषित किया है।

### निष्कर्ष

- ❖ विगत वर्षों में कृषि में ऊर्जा की खपत बढ़ी है।
- ❖ प्रत्यक्ष एवं परोक्ष दोनों रूपों में ऊर्जा की मांग बढ़ी है।
- ❖ सिंचाई पर अधिकतम प्रत्यक्ष ऊर्जा खपत है। जल प्रबंधन की नवीनतम तकनीक को बढ़ावा देकर भूजल और ऊर्जा की खपत कम की जा सकती है।
- ❖ अक्षय ऊर्जा स्रोतों का उपयुक्त दोहन आज की मांग है, और ऊर्जा, पवन ऊर्जा तथा बायोमास ऊर्जा किसानों के मित्र साबित होंगे।
- ❖ नवीनतम ऊर्जा स्रोतों फ्यूलसेल, बायो डीजल शैवाल से ऊर्जा दोहन पर अधिक अनुसंधान की आवश्यकता है।
- ❖ मांग एवं पूर्ति दोनों तरफ ऊर्जा का उचित प्रबंधन कर भारतीय कृषि को ऊर्जा दक्ष बनाया जा सकता है।

### सन्दर्भ

1. टेरी, 2012. टेरी इनर्जी डाटा डायरेक्टरी एण्ड इयरबुक, टेरी, नई दिल्ली।
2. आई.सी.ए.आर., 2011. विजन 2030 आई.सी.ए.आर., नई दिल्ली।
3. एमओए, 2010. कृषि मंत्रालय की वार्षिक रिपोर्ट।
4. एमओएफ, 2011. कृषि एवं खाद्य प्रबंधन : आर्थिक सर्वेक्षण 2010-11।

5. एमओपीएनजी : 2009. भारतीय पेट्रोलियम एवं प्राकृतिक गैस पर मूल सांख्यिकी 2009–10, भारत सरकार, नई दिल्ली।
6. एमओएसपीआई : 2011. ऊर्जा सांख्यिकी 2011 सांख्यिकी एवं कार्यक्रम क्रियान्वयन मंत्रालय।
7. सह टी. एवं स्काट सी., किशोर शर्मा ए. 2007. दक्षिण एशिया में ऊर्जा-सिंचाई जुड़ाव : भूजल सुधार एवं बिजली क्षेत्र में बढ़ावा – अंतरराष्ट्रीय जल प्रबंधन संस्थान, कोलम्बो, श्रीलंका।
8. विश्व बैंक, 2010 गहरे कुंए एवं चतुराई : भारत में भूजल दोहन के समाधान के लिए शक्तिशाली प्रयास, वाशिंगटन डी.सी., विश्व बैंक।
9. गजेन्द्र सिंह तथा इंद्रमणि : 2009. भारत में कृषि मशीनीकरण – स्थिति एवं भविष्य की चुनौतियां. 10वीं अन्तरराष्ट्रीय कृषि अभियांत्रिकी गोष्ठी, ए.ए.ए.ई. बैंकाक।
10. दीपांकर डे, 2005. फसल उत्पादन में ऊर्जा का उपयोग : सी. आई. ए. ई., भोपाल।
11. राय जी.डी., 1996. अपरम्परागत ऊर्जा स्रोत – धनपत राय पब्लिशिंग हाउस।
12. वर्जर, बेनर एवं केपनर, 2000. फार्म मशीनरी के सिद्धांत : ए.वी.आई. पब्लिकेशन, दिल्ली।
13. आर.एस. छिल्लर, जे.पी.एस. डबास, इंद्रमणि, एस.एस. परिहार, शिवकुमार, 2012. सतत कृषि के लिए जल प्रबंधन तकनीकियों पर किसान सहभागिता एक्शन शोध कार्यक्रम, चौथी राष्ट्रीय भूजल कांग्रेस, नई दिल्ली।
14. राष्ट्रीय कृषि विज्ञान अकादमी, 2009. स्टेट ऑफ इंडियन एग्रिकल्चर (भारतीय कृषि की दशा)।
15. मुरारी श्याम, 2002. प्रमुश नवीकरणीय तकनीकें, सीआईएई, भोपाल।
16. इंडिया साइंस वायर ISW / USM / 02–9–2020।









## संस्थान की हिंदी प्रकाशन समिति





प्रो. एम एस स्वामीनाथन पुस्तकालय  
Prof. M S SWAMINATHAN LIBRARY