

जलवायु सहनशील तकनीकें



भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान
नई दिल्ली-110 012



ISBN : 978-93-83168-99-6

जलवायु सहनशील तकनीकें



भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान
नई दिल्ली 110 012



सितंबर 2025 में प्रकाशित

निदेशक

सीएच. श्रीनिवास राव

संयुक्त निदेशक (अनुसंधान)

विश्वनाथन चिन्नुसामी

संकल्पना

हिन्दी प्रकाशन समिति

लेखक

अनन्ता वशिष्ठ

मोनिका कुंडू

दिनेश कुमार

संपादन एवं सहयोग

अंजलि आनंद

अतुल कुमार

बी.एस. रावत

उद्धरण : जलवायु सहनशील तकनीकें (2025), भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली

मुद्रित प्रतियां : 200

मूल्य : 150/- रु.

ISBN : 978-93-83168-99-6

©2025 – भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली, सर्वाधिकार सुरक्षित

वेबसाइट : www.iari.res.in

प्रकाशक

निदेशक, भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली की ओर से प्रकाशन यूनिट द्वारा प्रकाशित एवं मै. एम.एस. प्रिंटर्स, सी-108/1 बैक साइड नारायणा इंडस्ट्रियल एरिया, फेस-1, नई दिल्ली-110028, दूरभाष: 7838075335, 9899355565, 9899355405 द्वारा मुद्रित।

आमुख



आज हम एक ऐसे युग में प्रवेश कर चुके हैं जहां जलवायु परिवर्तन केवल एक वैज्ञानिक चेतावनी नहीं, बल्कि जीवन के प्रत्येक क्षेत्र को प्रभावित करने वाली यथार्थता बन चुके हैं। वर्तमान में जलवायु परिवर्तनों के प्रभावों को विश्व में महसूस किया जा रहा है जिनके परिणामस्वरूप बाढ़, अकाल एवं समुद्र के जलस्तर में वृद्धि का अनुभव हो रहा है। इनका सबसे गहरा प्रभाव कृषि जैसे जलवायु-संवेदनशील क्षेत्र पर पड़ा है। बदलते मौसम चक्र, अनियमित वर्षा, बढ़ता तापमान और बढ़ती प्राकृतिक आपदाएँ न केवल कृषि उत्पादन को प्रभावित कर रही हैं, बल्कि किसानों की आजीविका, खाद्य सुरक्षा और ग्रामीण अर्थव्यवस्था को भी गहराई से झकझोर रही हैं। अतः फसल प्रबंधन में भी परिवर्तन लाने की आवश्यकता है जिससे की इसमें अधिकाधिक जलवायु सहनशील तकनीकों को शामिल किया जा सके।

इस गंभीर चुनौती के समाधान के रूप में **“जलवायु सहनशील तकनीकें”** विषय पर यह पुस्तक तैयार की गई है। यह पुस्तक एक समन्वित प्रयास है, जिसमें पारंपरिक ज्ञान और आधुनिक विज्ञान का सामंजस्य स्थापित करते हुए कृषि को जलवायु अनुकूल एवं टिकाऊ बनाने की दिशा में ठोस जानकारी प्रस्तुत की गई है। इसमें जल, मृदा, ऊर्जा, डिजिटल तकनीक, नीतिगत उपाय, जैविक कृषि और कीट-रोग प्रबंधन से जुड़ी समकालीन तकनीकों का उल्लेख किया गया है, जो किसानों को जलवायु-जोखिमों से निपटने में मदद कर सकती हैं।

लेखकों द्वारा संकलित यह ग्रंथ शोधार्थियों, कृषि वैज्ञानिकों, नीति-निर्माताओं, शिक्षकों एवं छात्रों के लिए एक अत्यंत उपयोगी संदर्भ सामग्री के रूप में कार्य करेगा। इसमें शामिल उदाहरण, कार्यनीतियां और सुझाव वर्तमान कृषि परिदृश्य को समझने और भविष्य की तैयारी करने में सक्षम बनाते हैं।

मैं लेखकों के इस महत्वपूर्ण कार्य की सराहना करता हूँ और आशा करता हूँ कि यह पुस्तक कृषि क्षेत्र में जलवायु अनुकूल परिवर्तन लाने की दिशा में मील का पत्थर सिद्ध होगी। मैं इस पुस्तक के प्रकाशन के लिए संयुक्त निदेशक (अनुसंधान) डॉ. विश्वनाथन चिन्नुसामी और इस कार्य से जुड़े उनके वैज्ञानिकों एवं सहयोगियों को साधुवाद देना चाहूंगा जिनके अथक प्रयासों से यह प्रकाशन तैयार किया गया है।

दिनांक: 18 अगस्त 2025

स्थान: नई दिल्ली

श्रीनिवास राव

(सीएच. श्रीनिवास राव)

निदेशक

प्राक्कथन



वर्तमान समय में जलवायु परिवर्तन वैश्विक स्तर पर एक गंभीर चिंता का विषय बन चुके हैं, जिनका प्रभाव प्रत्यक्ष रूप से कृषि उत्पादन, खाद्य सुरक्षा, किसानों की आजीविका और ग्रामीण अर्थव्यवस्था पर पड़ रहा है। तापमान में वृद्धि, वर्षा चक्र में असंतुलन, सूखा, बाढ़, चक्रवात एवं अन्य प्राकृतिक आपदाओं की तीव्रता और आवृत्ति में हो रही वृद्धि ने पारंपरिक कृषि प्रणालियों को और चुनौतीपूर्ण बना दिया है।

जलवायु परिवर्तन के लिए कृषि उत्पादन में लचीलापन बढ़ाने के लिए नियोजित अनुकूलन आवश्यक है। भारत में विविध कृषि-पारिस्थितिक क्षेत्रों के लिए समय-समय पर कृषि पद्धतियों का विकास किया गया है, जो जलवायु परिवर्तन अनुकूलन को बढ़ाने की क्षमता रखती हैं। इन तकनीकों में फसलों की नई-नई किस्मों का विकास जो प्रतिकूल परिस्थितियों में अच्छी पैदावार दे सकें, मिट्टी में जैविक कार्बन की वृद्धि करना, खेतों में नमी संरक्षण, जल संचयन और पुनर्चक्रण, जल बचत प्रौद्योगिकियां, स्थान विशिष्ट पोषक तत्व प्रबंधन, आदि शामिल हैं।

ऐसे परिदृश्य में जलवायु सहनशील तकनीकें कृषि क्षेत्र के लिए आशा की किरण बनकर उभरी हैं। ये तकनीकें किसानों को जलवायु परिवर्तनों की अनिश्चितताओं के प्रति अधिक सशक्त, लचीला एवं अनुकूल बनाती हैं। इस पुस्तक में उन नवाचारों, वैज्ञानिक उपायों और नीतिगत प्रयासों को समाहित किया गया है जो कृषि को जलवायु के प्रभावों से सुरक्षित रखने तथा सतत कृषि विकास को सुनिश्चित करने में सहायक हैं।

पुस्तक के विभिन्न अध्यायों में जल, मृदा, कीट एवं रोग प्रबंधन से लेकर डिजिटल तकनीक, नवीकरणीय ऊर्जा, स्मार्ट खेती और नीति निर्माण तक के पहलुओं को विस्तारपूर्वक प्रस्तुत किया गया है। कार्बन खेती, सटीक कृषि, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए. आई) आधारित समाधान, हरित ऊर्जा, और सरकारी योजनाएं जैसे विषय विशेष रूप से इस पुस्तक को अद्वितीय बनाते हैं।

आशा है यह पुस्तक कृषि वैज्ञानिकों, शोधार्थियों, छात्रों, नीति निर्माताओं और प्रगतिशील किसानों के लिए समान रूप से उपयोगी होगी। हमारा प्रयास है कि यह पुस्तक ज्ञान, व्यवहारिकता और नवाचार का समन्वय स्थापित करते हुए जलवायु अनुकूल कृषि को बढ़ावा दे। हमें विश्वास है कि यह पुस्तक जलवायु परिवर्तन की चुनौती के प्रति कृषि समुदाय को सजग एवं सक्षम बनाने की दिशा में एक सार्थक प्रयास सिद्ध होगी।

दिनांक: 18 अगस्त 2025

स्थान: नई दिल्ली

विश्वनाथन

(विश्वनाथन चिन्नसामी)
संयुक्त निदेशक (अनुसंधान)

प्रस्तावना

विगत कुछ दशकों में मानव-जनित गतिविधियों के कारण पृथ्वी के वातावरण में जिस तीव्र गति से परिवर्तन आया है, उसने समूचे वैश्विक पारिस्थितिकी तंत्र को असंतुलित कर दिया है। इसका सबसे बड़ा प्रभाव कृषि क्षेत्र पर पड़ा है, जो कि जैविक, भौगोलिक और सामाजिक रूप से अत्यधिक जलवायु-संवेदनशील क्षेत्र है। परंपरागत कृषि पद्धतियां अब उन अनिश्चितताओं का सामना करने में असमर्थ हो रही हैं, जो जलवायु परिवर्तन के रूप में सामने आ रही हैं, जैसे असमय वर्षा, लंबे समय तक सूखा, अत्यधिक गर्मी या ओलावृष्टि जैसी घटनाएं।

इन सब चुनौतियों के बीच एक नई दिशा के रूप में "जलवायु सहनशील तकनीकें" उभरी हैं, जो कृषि को अधिक टिकाऊ, उत्पादक और जोखिम-रोधी बनाने की संभावनाएं प्रस्तुत करती हैं। यह पुस्तक इसी विषय पर केंद्रित है, जिसका उद्देश्य है किसानों, वैज्ञानिकों, नीति-निर्माताओं और कृषि छात्रों को उन तकनीकों, कार्यनीतियों और दृष्टिकोणों की जानकारी देना जो जलवायु संकट के युग में भी कृषि को सुरक्षित और समृद्ध बना सकें। सभी प्रकार के संसाधनों में उत्तम सामंजस्य बिठाने और उनके अनुकूलतम उपयोग के लिए आजकल स्मार्ट एग्रीकल्चर (स्मार्ट कृषि) पर बल दिया जा रहा है। स्मार्ट कृषि की प्रमुख तकनीकों में मुख्य रूप से मिट्टी, पानी, प्रकाश, आर्द्रता और तापमान प्रबंधन के लिए संवेदक यंत्र (सैन्सर्स), फ़ोन अथवा कंप्यूटर आधारित सॉफ्टवेयर जो खेती के विभिन्न कार्यों में मदद करें, जी.पी.एस. (ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम), सैटेलाइट (उपग्रह), रोबोट और ड्रोन आदि सम्मिलित हैं। इन्हें अपनाकर हम प्राकृतिक संसाधनों के हास में कमी तो ला ही सकते हैं, साथ ही साथ कृषि आय को भी बढ़ा सकते हैं।

इस पुस्तक में हमने जल प्रबंधन, मृदा संरक्षण, डिजिटल एवं स्मार्ट कृषि, नवीकरणीय ऊर्जा का उपयोग, कीट एवं रोग नियंत्रण की नवीन विधियां, सरकार की जलवायु अनुकूल पहल, कार्बन खेती, नैनो तकनीक, इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT), कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) और मशीन लर्निंग (ML) द्वारा सटीक खेती इत्यादि विषयों को प्रस्तुत किया है। लेखन के दौरान हमारा प्रयास रहा है कि भाषा सरल, शैली सहज और विषय-वस्तु वैज्ञानिक तथ्यों पर आधारित हो, जिससे यह पुस्तक अनुसंधान के साथ-साथ व्यावहारिक कृषि सुधार का भी मार्गदर्शक बने। हमें विश्वास है कि यह पुस्तक जलवायु संकट के बीच कृषि क्षेत्र को सशक्त बनाने की दिशा में एक सकारात्मक योगदान सिद्ध होगी।

इस पुस्तक की संकल्पना के लिए हम संस्थान की हिन्दी प्रकाशन समिति का आभार व्यक्त करते हैं जिन्होंने इस पुस्तक को तैयार करने के लिए हमें प्रेरित किया। हम सभी सहयोगियों का भी आभार व्यक्त करते हैं जिन्होंने इस पुस्तक के संकलन में असीम सहयोग प्रदान किया। साथ ही हम प्रकाशन में प्रमुख सहयोग के लिए संस्थान की प्रकाशन सहयोगी टीम, जिसके सदस्य डॉ. अंजलि आनंद, डॉ. अतुल कुमार एवं श्री बी. एस. रावत हैं, का भी आभार व्यक्त करते हैं। हम इस संस्थान के निदेशक डॉ. सीएच. श्रीनिवास राव एवं संयुक्त निदेशक (अनुसंधान) डॉ. विश्वनाथन चिन्नुसामी के अत्यंत आभारी हैं जिनके मार्गदर्शन, अनुमोदन एवं प्रोत्साहन से यह पुस्तक अपने वर्तमान स्वरूप में प्रकाशित हो पायी है।

विषय सूची

क्र. सं.	विषय	पृष्ठ संख्या
	आमुख	iii
	प्राक्कथन	v
	प्रस्तावना	vii
1.	जलवायु परिवर्तन- कृषि के लिए एक गंभीर चुनौती	1
	• जलवायु परिवर्तन और कृषि पर प्रभाव	2
	• जलवायु सहनशील कृषि का महत्व	11
2.	जल प्रबंधन तकनीकें	15
	• जलवायु-अनुकूल जल प्रबंधन रणनीतियां	15
	• सूक्ष्म सिंचाई प्रणाली	18
	• वर्षा जल संचयन और जल पुनर्चक्रण	22
3.	मृदा प्रबंधन और संरक्षण तकनीकें	29
	• जैविक खेती एवं हरी खाद	29
	• कटाव रोकने और मिट्टी की उर्वरता बनाए रखने की तकनीकें	40
	• कार्बन खेती और मिट्टी में कार्बन संग्रहण	
4.	कृषि में स्मार्ट और डिजिटल तकनीकें	46
	• सटीक खेती और IoT आधारित कृषि	47
	• रिमोट सेंसिंग और ड्रोन तकनीक	48
	• कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग का उपयोग	54
	• नैनो प्रौद्योगिकियों का उपयोग	62
5.	कृषि में नवीकरणीय ऊर्जा और हरित प्रौद्योगिकी	64
	• सौर ऊर्जा चालित सिंचाई और कृषि मशीनरी	64
	• जैव ऊर्जा और कृषि अपशिष्ट प्रबंधन	78
	• हरित गृह (ग्रीनहाउस) और नियंत्रित वातावरण खेती	83
6.	कीट और रोग प्रबंधन में जलवायु सहनशील कार्यनीतियां	87
	• जैविक और प्राकृतिक कीटनाशक	87
	• जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा उपाय	95
	• एकीकृत कीट प्रबंधन	99
7.	जलवायु अनुकूल कृषि भविष्य की संभावनाएं और अनुसंधान	101
	• जलवायु अनुकूल कृषि	101
	• जलवायु अनुकूल कृषि को बढ़ावा देने हेतु सरकार द्वारा उठाए गए कदम	107
	• सतत कृषि के लिए वैश्विक स्तर पर प्रमुख कार्यनीतियां	107
	• उभरती हुई जलवायु अनुकूल कृषि तकनीकें: नई शोध दिशा और नवाचार	115

01

जलवायु परिवर्तन: कृषि के लिए एक गंभीर चुनौती

जलवायु परिवर्तन वर्तमान समय में वैश्विक स्तर पर एक ज्वलंत विषय बन चुका है। यह न केवल पर्यावरणीय संतुलन को प्रभावित कर रहा है, बल्कि कृषि क्षेत्र के लिए भी एक गंभीर चुनौती के रूप में उभर रहा है। कृषि, जो मुख्य रूप से जलवायु और मौसम पर निर्भर करती है, जलवायु परिवर्तन के प्रभावों से बुरी तरह प्रभावित हो रही है। बढ़ते तापमान, अनिश्चित वर्षा, बाढ़, सूखा, तूफान और अन्य अप्रत्याशित प्राकृतिक घटनाएं कृषि उत्पादन, किसानों की आजीविका और खाद्य सुरक्षा के लिए गंभीर खतरा बन रही हैं। जलवायु किसी बड़े इलाके का औसत मौसम है जो कि एक लंबे समय से बना रहता है। जलवायु परिवर्तन का तात्पर्य तीन दशकों, या उससे अधिक समय में होने वाली जलवायु में दीर्घकालिक परिवर्तनों से है। जलवायु किसी क्षेत्र में दीर्घकालिक मौसम पैटर्न है, जो आमतौर पर 30 वर्षों से अधिक का औसत होता है। मौसम के विभिन्न आयामों जैसे, औसत तापमान, वर्षा, आदि में होने वाले दीर्घकालिक परिवर्तन को जलवायु परिवर्तन कहते हैं। अतः जब किसी क्षेत्र-विशेष के औसत मौसम में परिवर्तन आता है तो उसे जलवायु परिवर्तन कहते हैं। जलवायु परिवर्तन प्राकृतिक हो सकते हैं, जैसे सौर चक्र में बदलाव के माध्यम से, लेकिन 1800 के दशक से मानव गतिविधियां जलवायु परिवर्तन का प्रमुख चालक रही हैं, जिनमें मुख्य रूप से कोयला, तेल और गैस जैसे जीवाश्म ईंधनों के दहन का योगदान रहा है।

जलवायु परिवर्तनों के कारण

जलवायु परिवर्तन मुख्य रूप से पृथ्वी के वातावरण में तेजी से बढ़ती ग्रीनहाउस गैसों के उत्सर्जन में वृद्धि के कारण होता है। ग्रीनहाउस गैसों का उत्सर्जन जीवाश्म ईंधन कोयला, तेल और प्राकृतिक गैस के अत्यधिक उपयोग के कारण बढ़ रहा है। परिणामस्वरूप, धरती का औसत तापमान बढ़ रहा है, जिससे वैश्विक जलवायु असंतुलन उत्पन्न हो रहा है।

जलवायु में हो रहे परिवर्तनों के निम्न कारण हैं:-

- **ग्रीनहाउस गैसों का उत्सर्जन:** कार्बन डाइऑक्साइड (CO₂), मीथेन (CH₄) और नाइट्रस ऑक्साइड (N₂O) जैसी गैसों वातावरण में गर्मी को बनाए रखती हैं, जिससे ग्लोबल वार्मिंग होती है।
- **वनों की कटाई:** पेड़ कार्बन डाइऑक्साइड को अवशोषित करते हैं, लेकिन वनों की कटाई के कारण यह गैस वायुमंडल में बढ़ती जा रही है।

- **औद्योगीकरण:** मिलों तथा वाहनों से उत्पन्न प्रदूषण, फैक्ट्रियों, बिजली संयंत्रों और वाहनों से निकलने वाला धुआं पर्यावरण को प्रदूषित करता है और जलवायु परिवर्तन को बढ़ावा देता है।
- **कृषि गतिविधियां:** अत्यधिक रासायनिक उर्वरकों और कीटनाशकों के उपयोग से पर्यावरण प्रदूषित होता है और ग्रीनहाउस गैसों का उत्सर्जन बढ़ता है।



चित्र 1: वनों की कटाई तथा औद्योगीकरण से कार्बन डाइऑक्साइड को बढ़ावा

जलवायु परिवर्तन के लक्षण

- जलवायु परिवर्तन के परिणामस्वरूप मौसम में अस्थिरता, जैसे वैश्विक भूमि और महासागर के तापमान में वृद्धि, समुद्र के स्तर में वृद्धि, पृथ्वी के ध्रुवों और पर्वतीय ग्लेशियरों में बर्फ की कमी, मानसून के बदलते स्वरूप में बढ़ोतरी, प्राकृतिक आपदा की बढ़ती घटनाएं, तूफान, लू, गर्म लहर, सूखा, बाढ़ और वर्षा की तीव्रता जैसे चरम मौसमीय घटनाओं की आवृत्ति में वृद्धि
- ठंड की अवधि में कमी तथा स्थानांतरण
- गर्मी की अवधि में बढ़ोतरी
- बसंत ऋतु की अवधि में कमी देखी जा रही है।

जलवायु परिवर्तन का कृषि पर प्रभाव

भारत एक कृषि प्रधान देश है, कृषि अभी भी यहां की 60 प्रतिशत से ज्यादा लोगों की जीविका का साधन है। भारतीय कृषि का 65% भाग वर्षा पर निर्भर करता है, वर्षा में विविधता फसल उपज की 50 प्रतिशत विविधता को दर्शाती है। किसी भी प्रकार के कृषि कार्य मौसम के प्रति बहुत संवेदनशील होते हैं। किसी भी फसल की उपज की मात्रा तथा गुणवत्ता उसको मिले उपयुक्त मौसम पर निर्भर करते हैं। यदि किसी भी फसल के बीज के अंकुरण के समय उपयुक्त तापमान तथा नमी नहीं मिली तो वह अंकुरित नहीं होता है। इसी प्रकार फल तथा फूल आने के लिये भी उपयुक्त वातावरण की जरूरत पड़ती है। जलवायु परिवर्तन वैश्विक स्तर पर कृषि को व्यापक रूप से प्रभावित कर रहा है। तापमान में वृद्धि, अनियमित वर्षा, सूखा, बाढ़ और प्राकृतिक आपदाओं की बढ़ती घटनाओं के कारण कृषि उत्पादन पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ रहा है।

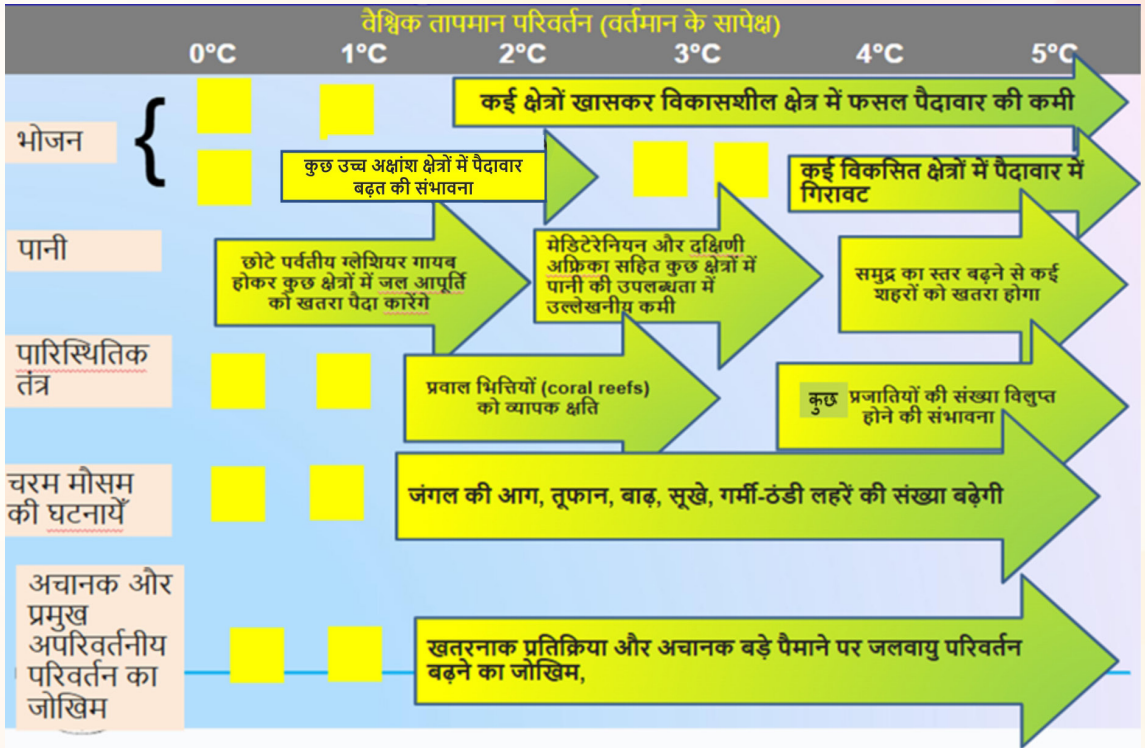
कृषि मुख्यतः वर्षा पर ही निर्भर करती है। अपर्याप्त वर्षा के कारण जमीन शुष्क हो जाती है इसके फलस्वरूप पेड़-पौधों को आवश्यक मात्रा में नमी न मिलने के कारण वे क्षतिग्रस्त हो जाते हैं तथा सूखा की स्थिति उत्पन्न हो जाती है। फसल की अवस्थानुसार समय पर वर्षा न होने के कारण फसल उत्पादन पर विपरीत प्रभाव पड़ता है। वर्षा के

अतिरिक्त फसल का विकास अन्य कारणों पर भी निर्भर करता है, अनमें वायु एवं जमीन का तापमान, आर्द्रता, बादलों की मात्रा, प्रकाशीय तथा बादलीय घण्टे, हवा की गति तथा हवा की दिशा, वाष्पोत्सर्जन विशेष रूप से शामिल हैं।



चित्र 2: जलवायु परिवर्तन का कृषि पर प्रभाव

पिछले एक दशक देश ने विभिन्न प्रकार के जलवायु परिवर्तन देखे हैं। जब देश के कुछ भाग भयंकर बाढ़ की चपेट में थे ठीक उसी समय देश के अन्य भाग सूखे की मार झेल रहे थे। जलवायु परिवर्तन के द्वारा न केवल भारी संख्या में लोग मृत्यु का शिकार हो रहे हैं बल्कि इससे उनकी आजीविका पर भी गंभीर प्रभाव पड़ रहा है। फसलों पर भी जलवायु परिवर्तन का गहरा प्रभाव पड़ा है। मौसम में परिवर्तन की वजह से पिछले कई वर्षों में अनाज उत्पादन में भी परिवर्तन दृष्टिगत हुआ है।



चित्र 3: वर्तमान तापमान के सापेक्ष में वैश्विक तापमान में परिवर्तन

जलवायु परिवर्तन के अनुमानित प्रभाव

तापमान में सामान्य वृद्धि की वजह से गेहूं की फसल का उत्पादन कम हो सकता है। मानसून के देरी से आने तथा साथ ही जल्दी खत्म होने की वजह से फसलों की बुवाई की तिथियां प्रभावित हो सकती है। कम नमी में पौधों की बढ़ोतरी ठीक नहीं होती, बालियों में दाने अच्छी तरह से नहीं भरते। अंततः दानों की कुल पैदावार गिर जाती है। जलवायु परिवर्तन के कारण कुछ नये कीड़े, पादप रोग तथा खरपतवारों की भी अधिकता देखी जा रही है। यद्यपि सरकार तथा विभिन्न गैर सरकारी संस्थाओं द्वारा वातावरण में हो रहे इस परिवर्तन को रोकने हेतु प्रयास किए गए हैं, किंतु ये प्रयास किसानों को तुरंत राहत प्रदान करने वाले ज्यादा रहे हैं, न कि एक स्थाई लाभ देने वाले। देश में करीब 90 प्रतिशत किसान लघु-और सीमान्त दर्जे के हैं जिनकी आजीविका का साधन केवल कृषि है। इन छोटे कृषकों द्वारा ही देश को कृषि में महत्वपूर्ण दर्जा प्राप्त है। यदि इन लघु और सीमान्त कृषकों की खेती वातावरण में हो रहे परिवर्तन से प्रभावित होती रहे तो इससे देश की आजीविका के लिये एक बड़ी समस्या हो सकती है।

भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद की एक नेटवर्क परियोजना, जलवायु-अनुकूल कृषि पर राष्ट्रीय नवाचार (National Innovations on Climate Resilient Agriculture- NICRA) ने कृषि और किसानों पर जलवायु परिवर्तन के प्रभावों का अध्ययन किया। अध्ययनों से संकेत मिलता है कि अनुकूलन उपायों की अनुपस्थिति में, जलवायु परिवर्तन अनुमानों से वर्ष 2020-2039 की अवधि के लिये सिंचित चावल की पैदावार में 3%, वर्षा आधारित चावल की पैदावार में 7 से 28%, गेहूं की पैदावार में 3.2-5.3%, मक्का की पैदावार में 9-10% की कमी आने की संभावना है और सोयाबीन

की पैदावार में 2.5-5.5% की वृद्धि होने की संभावना है। सूखे जैसी चरम घटनाएं खाद्य और पोषक तत्वों की खपत को प्रभावित करती हैं, गरीबी को बढ़ाती हैं, पलायन को बढ़ावा देती हैं, ऋणग्रस्तता बढ़ाती हैं तथा किसानों की जलवायु परिवर्तन के अनुकूल होने की क्षमता को कम करती हैं।

जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कृषि में विभिन्न पहलुओं में देखा जा सकता है:

फसल उत्पादन पर प्रभाव

- जलवायु परिवर्तन के कारण मौसम में हो रहे बदलावों से फसलों की पैदावार पर सीधा असर पड़ रहा है। अत्यधिक गर्मी, कम या अधिक वर्षा और असमय मौसम परिवर्तन के कारण प्रमुख फसलें जैसे गेहूं, धान, मक्का और दलहन प्रभावित हो रही हैं। उदाहरण के लिए, उच्च तापमान के कारण गेहूं के उत्पादन में कमी देखी जा रही है, क्योंकि अधिक गर्मी से दाने ठीक से नहीं बन पाते।
- कृषि, जलवायु परिवर्तन के प्रति अत्यधिक संवेदनशील है। अत्यधिक तापमान से फसलों की उत्पादकता में कमी आ सकती है। तापमान में वृद्धि से फसलें तेज़ी से बढ़ती हैं, जिससे अनाज की उपज घटती है। तापमान वृद्धि और अनियमित वर्षा के कारण कई अन्य फसलों की उत्पादकता प्रभावित हो रही है। अत्यधिक गर्मी के कारण फसलों का पकना प्रभावित होता है, जिससे उपज की गुणवत्ता और मात्रा दोनों में गिरावट आती है।
- फसल विकास चक्र की अवधि का तापमान से सीधा संबंध होता है। तापमान में वृद्धि पौधों के विकास को गति प्रदान करेगी, वार्षिक फसल के लिए बुवाई और कटाई के बीच की अवधि छोटी होगी। इस प्रकार से फसल चक्र का छोटा होना उत्पादकता पर प्रतिकूल प्रभाव डाल सकता है।
- ज़्यादा गर्मी से पौधों को नमी मिलने और उसका प्रयोग करने में दिक्कत होती है।
- वर्षा के अनियमित होने से बुवाई और कटाई के समय में बदलाव होता है।
- बाढ़, चक्रवात, और सूखे जैसी प्राकृतिक आपदाओं की आवृत्ति बढ़ रही है। जिससे सूखे और बाढ़ से फसलें नष्ट हो जाती हैं, जिससे खाद्य संकट बढ़ता है।



चित्र 4: जलवायु परिवर्तन के कारण फसलों में सूखा और बाढ़ की समस्या

कुछ क्षेत्रों में वर्षा की अनिश्चितता के कारण सूखा पड़ रहा है, जिससे जल स्रोतों की कमी हो रही है। दूसरी ओर, कहीं-कहीं भारी वर्षा और बाढ़ के कारण फसलें नष्ट हो रही हैं। यह असंतुलन न केवल किसानों की आर्थिक स्थिति को कमजोर करता है, बल्कि खाद्य आपूर्ति श्रृंखला को भी बाधित करता है।

मिट्टी की गुणवत्ता पर प्रभाव

- अत्यधिक वर्षा और बाढ़ के कारण मिट्टी का कटाव (soil erosion) और उपजाऊ परत का क्षरण होता है, जिससे उसकी उर्वरता घटती जा रही है। वहीं, सूखे के कारण मिट्टी में नमी की कमी हो जाती है जिससे पैदावार पर नकारात्मक प्रभाव पड़ता है।
- जलवायु परिवर्तन के कारण भूमि का लवणीकरण (salinization) बढ़ सकता है, जिससे कृषि भूमि अनुपयोगी हो सकती है।



चित्र 5: जलवायु परिवर्तन के कारण मिट्टी की गुणवत्ता पर प्रभाव

कीट एवं बीमारियों में वृद्धि

- जलवायु परिवर्तन के कारण तापमान और नमी के स्तर में बदलाव होने से कई नए कीट और फसल बीमारियां फसलों पर हमला कर रही हैं। यह फसल उत्पादन के लिए गंभीर खतरा बन गया है, जिससे किसानों की लागत बढ़ रही है और मुनाफा घट रहा है।
- बदलते जलवायु परिस्थितियों के कारण कीट और रोगजनकों की संख्या बढ़ सकती है, जिससे फसलों को अधिक नुकसान हो सकता है।

पशुपालन और डेयरी उद्योग पर प्रभाव

- जलवायु परिवर्तन के प्रभाव केवल फसल उत्पादन तक ही सीमित नहीं हैं, बल्कि इनका कुप्रभाव पशुपालन पर भी पड़ रहा है। उच्च तापमान के कारण पशुओं का स्वास्थ्य प्रभावित होने से उत्पादकता घट रही है। उच्च तापमान और जल संकट के कारण पशुओं के लिए चारा की गुणवत्ता तथा उपलब्धता में कमी आ सकती है। साथ ही पानी की उपलब्धता में भी कमी आ सकती है।
- पशुओं को ताप तनाव से खतरा होता है।

- मत्स्य पालन जल के तापमान में बदलाव से प्रभावित हो सकता है।

जल संसाधनों पर प्रभाव

- बढ़ते तापमान और अनियमित वर्षा के कारण जल स्रोतों पर संकट गहराता जा रहा है। असमान और अनियमित वर्षा से जल स्रोत प्रभावित हो रहे हैं। कहीं सूखा पड़ रहा है तो कहीं बाढ़ आ रही है, जिससे कृषि योग्य जल की उपलब्धता अस्थिर हो रही है। जलवायु परिवर्तन भूजल स्तर को भी प्रभावित कर रहा है, जिससे सिंचाई व्यवस्था बाधित हो रही है और किसान जल संकट से जूझ रहे हैं।



चित्र 6: जलवायु परिवर्तन के कारण जल स्रोतों पर प्रभाव

जलवायु परिवर्तन से निपटने के उपाय

जलवायु परिवर्तन के नकारात्मक प्रभावों को कम करने के लिए निम्नलिखित उपाय अपनाए जा सकते हैं:

जलवायु स्मार्ट कृषि

जलवायु स्मार्ट कृषि एक आधुनिक कृषि प्रणाली है, जिसका उद्देश्य जलवायु परिवर्तन के नकारात्मक प्रभावों को कम करना और कृषि उत्पादन को जलवायु परिवर्तन के अनुकूल बनाना है। यह पद्धति जलवायु परिवर्तन के अनुकूल होती है, ग्रीनहाउस गैसों के उत्सर्जन को कम करती है, कृषि उत्पादकता और किसानों की आय को बढ़ाती है, और खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करती है, जिससे सतत कृषि विकास संभव हो सके। जलवायु स्मार्ट कृषि एक समन्वित दृष्टिकोण है जो किसानों को जलवायु परिवर्तन के प्रभावों से निपटने में सक्षम बनाती है और साथ ही पर्यावरण की रक्षा करती है।

जलवायु स्मार्ट कृषि के तीन प्रमुख उद्देश्य है:

- **उत्पादकता बढ़ाना:** खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए फसल उत्पादन को टिकाऊ रूप से बढ़ाना ताकि वर्तमान और भविष्य की खाद्य आवश्यकताओं को पूरा किया जा सके।
- **अनुकूलन और लचीलापन:** किसानों को जलवायु परिवर्तन के प्रभावों जैसे सूखा, बाढ़, और अत्यधिक तापमान और उससे उत्पन्न जोखिमों के प्रति कृषि प्रणाली को अधिक लचीला और अनुकूल बनाना।
- **शमन:** कृषि क्षेत्र से होने वाले ग्रीनहाउस गैसों के उत्सर्जन को कम करना या उसे नियंत्रित करना।

जलवायु स्मार्ट कृषि के घटक

जलवायु अनुकूल कृषि पद्धतियां अपनाना

- **टिकाऊ कृषि पद्धतियों को अपनाना:** जैविक खेती, मिश्रित फसल प्रणाली और प्राकृतिक संसाधनों के उचित प्रबंधन से जलवायु परिवर्तन के प्रभाव को कम किया जा सकता है।
- जलवायु अनुकूल बीजों (drought-resistant & flood-resistant seeds) का उपयोग।
- **सूखा प्रतिरोधी और अधिक उपज देने वाले बीजों का उपयोग:** कम पानी में उपज देने वाली फसलों को प्राथमिकता दी जानी चाहिए।
- **फसल विविधीकरण:** विभिन्न प्रकार की फसलें उगाकर जलवायु जोखिम को कम करना, ताकि एक फसल में हानि होने पर अन्य फसलों पर असर न पड़े।



चित्र 7: फसल विविधीकरण से जलवायु जोखिम को कम करना

- **पारंपरिक एवं आधुनिक कृषि पद्धतियों का समन्वय:** जैविक और प्राकृतिक खेती के साथ-साथ वैज्ञानिक तकनीकों का प्रयोग।
- मिश्रित खेती (Intercropping) और बहुफसलीय खेती (Multi-cropping) को फसल चक्रों में बढ़ावा दिया जाना चाहिए।
- **संरक्षण कृषि:** संरक्षण कृषि की प्रथाएं मिट्टी के कटाव को कम कर सकती हैं, जल धारण में सुधार कर सकती हैं, कार्बन संग्रहण को बढ़ा सकती हैं और ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम कर सकती हैं।
- न्यूनतम जुताई करना चाहिए
- मिट्टी की सतह को ढकने के लिए फसल अवशेषों का उपयोग करना
- रासायनिक उर्वरकों और कीटनाशकों की जगह जैविक खाद, हरी खाद, गोबर की खाद और जैविक कीटनाशकों का उपयोग कर मिट्टी की गुणवत्ता बनाए रखना।

जल संरक्षण तकनीकों का उपयोग एवं जल प्रबंधन

- **टपकदार और बौछारी सिंचाई प्रणाली:** पानी की कम खपत और अधिक उत्पादन के लिए टपकदार और बौछारी सिंचाई प्रणाली जैसी आधुनिक सिंचाई तकनीकों को अपनाकर जल की बचत की जा सकती है।



चित्र 8: टपकदार और बौछारी सिंचाई प्रणाली

- **वर्षा जल संचयन एवं उपयोग:** वर्षा जल संचयन के माध्यम से वर्षा जल को संगृहीत कर कृषि के लिए उपयोग किया जा सकता है। वर्षा के पानी को संरक्षित कर जल संकट से बचाव किया जा सकता है।
- **मृदा नमी संरक्षण:** मल्लिचंग (पलवार) और जीरो टिलेज (शून्य जुताई) जैसी तकनीकों से मिट्टी में नमी बनाए रखना।
- जल पुनर्चक्रण को अपनाना चाहिए।
- सूखा प्रभावित क्षेत्रों में जल-दक्ष फसलें उगानी चाहिए।

मिट्टी की उर्वरता और स्वास्थ्य सुधार

- **जैविक खाद और कंपोस्ट का उपयोग:** रासायनिक उर्वरकों की जगह जैविक खादों का प्रयोग।
- **फसल अवशेष प्रबंधन:** खेत में फसल अवशेष जलाने के स्थान पर उन्हें जैविक खादों के बनाने में उपयोग करना।
- **मृदा परीक्षण और संतुलित उर्वरक उपयोग:** मिट्टी की गुणवत्ता जांचकर आवश्यक पोषक तत्वों की पूर्ति करना।
- फसल चक्र और पलवार जैसी तकनीकों को अपनाना चाहिए।

कीट एवं रोग प्रबंधन के प्राकृतिक उपाय

- रासायनिक कीटनाशकों के स्थान पर जैविक कीटनाशकों का प्रयोग करने से मिट्टी की गुणवत्ता बनी रहती है और पारिस्थितिकी संतुलन बना रहता है।

हरित ऊर्जा और कार्बन उत्सर्जन में कमी

- **सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा और बायोगैस का उपयोग:** सिंचाई और कृषि कार्यों के लिए स्वच्छ ऊर्जा स्रोत का उपयोग कर पारंपरिक ईंधनों की खपत को कम करना।
- चारे और गोबर से बायोगैस का उत्पादन कर पारंपरिक ईंधनों की खपत कम करना।
- जैविक कृषि और कम रसायनों का उपयोग कर ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करना।

तकनीकी और वैज्ञानिक अनुसंधान

- नई फसलों के विकास और जलवायु अनुकूलन तकनीकों को अपनाकर कृषि क्षेत्र को अधिक स्थायी बनाया जा सकता है।

डिजिटल और स्मार्ट कृषि तकनीकें

- **सटीक कृषि:** सेंसर, ड्रोन, और कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए आई) का उपयोग कर कृषि प्रबंधन।
- **मौसम पूर्वानुमान प्रणाली:** सटीक मौसम की जानकारी प्राप्त कर कृषि गतिविधियों की योजना बनाना।
- **मोबाइल ऐप और स्मार्ट उपकरणों का उपयोग:** किसानों को नई तकनीकों और बाजार की जानकारी प्रदान करना।

मौसम आधारित खेती

- मौसम संबंधी जानकारी कृषि पैदावार की गुणवत्ता तथा मात्रा दोनों को बढ़ाने तथा पैदावार मूल्य लागत घटाने में सहायक होती है। यदि हमारे पास जलवायु संबंधी आंकड़े उपलब्ध हैं तो हम इन आंकड़ों से अनुपयुक्त मौसम की गणना करके संबंधित जोखिम का आंकलन कर सकते हैं। इसके अलावा जलवायु संबंधी आंकड़ों से यह भी संभव है कि हम खराब मौसम की परिस्थितियों को पहचान कर अपने आप को कृषि में कम से कम हानि होने के लिये तैयार करें। सही समय पर मौसम की जानकारी को कृषि उत्पादन के लिये जरूरत में ले सकते हैं, जब मौसम अति अनुकूल होता है, तब विभिन्न प्रकार के कृषि कार्य जैसे बुवाई, सिंचाई, जुताई, खेतों

में उर्वरक डालना, कीड़ों तथा बीमारियों पर रोक लगाया जा सकता है, जिससे पैदावार में बढ़ोतरी होती है, साथ ही उत्पादन मूल्य घटता है। मौसम के पूर्वानुमान को ध्यान में रखते हुए कृषि कार्य करना, कृषि की पैदावार बढ़ाने एवं किसानों की आर्थिक स्थिति को मजबूत करने में सहायक होता है।

- **वन संरक्षण और वृक्षारोपण:** अधिक पेड़ लगाने और वनों की कटाई को रोकने से अधिक कार्बन डाइऑक्साइड को अवशोषित किया जा सकता है, जिससे जलवायु परिवर्तन के प्रभाव को कम किया जा सकता है। जलवायु-परिवर्तनों के नियंत्रण के लिए प्रत्येक स्तर पर अधिकाधिक वृक्षारोपण को बढ़ावा देने की आवश्यकता है।
- इलेक्ट्रिक वाहनों, साइकिल और सार्वजनिक परिवहन के उपयोग को बढ़ावा देना चाहिए।

जागरूकता और प्रशिक्षण

- जलवायु परिवर्तन के प्रभावों और समाधानों के बारे में जागरूकता फैलाना और व्यक्तिगत स्तर पर योगदान देना।
- किसानों को जलवायु सहनशील कृषि तकनीकों के बारे में शिक्षित करने के लिए कार्यशालाओं और प्रशिक्षण कार्यक्रमों का आयोजन करना चाहिए।
- सरकार और गैर-सरकारी संगठनों को मिलकर किसानों तक सही जानकारी पहुंचानी चाहिए।
- सूर्य, जल एवं पवन ऊर्जा को बढ़ावा: भारत में गैर परंपरागत स्रोतों जैसे सूर्य, जल एवं पवन ऊर्जा की काफी बड़ी संभावना है। पवन ऊर्जा पैदा करने की क्षमता में भारत विश्व में चौथे स्थान पर है। इन साधनों के प्रयोग हेतु प्रोत्साहन से भी वातावरण से कार्बन डाईआक्साइड को सोखने एवं जलवायु-परिवर्तन को कम करने में काफी सहायता मिलेगी।

कृषि में नवाचार और वैज्ञानिक अनुसंधान

- वैज्ञानिकों को जलवायु परिवर्तन के अनुरूप नई कृषि तकनीकों और बीजों का विकास करना चाहिए।
- कृषि अनुसंधान केंद्रों को किसानों के साथ मिलकर उनकी समस्याओं का समाधान निकालना चाहिए।

जलवायु सहनशील कृषि का महत्व

जलवायु परिवर्तन आज विश्व के सामने सबसे बड़ी चुनौतियों में से एक है। कृषि, जो सीधे मौसम और पर्यावरणीय परिस्थितियों पर निर्भर करती है, जलवायु परिवर्तन के प्रभावों से सबसे अधिक प्रभावित हो रही है। लगातार बढ़ता तापमान, अनियमित वर्षा, सूखा, बाढ़, चक्रवात और अन्य प्राकृतिक आपदाएं, मिट्टी की गुणवत्ता में कमी जैसे प्रभाव कृषि उत्पादन को अस्थिर बना रही हैं। भारत जैसे देश में, जहां 60% से अधिक आबादी प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से कृषि पर निर्भर है, इन प्रभावों का असर और भी गंभीर है। जलवायु सहनशील कृषि एक ऐसी रणनीति है जो इन चुनौतियों का सामना करने और ख़ाद्य सुरक्षा, पर्यावरण संरक्षण और आर्थिक स्थिरता सुनिश्चित करने में सक्षम है।

जलवायु सहनशील कृषि एक बहुआयामी समाधान है जो ख़ाद्य सुरक्षा, पर्यावरण संरक्षण, आर्थिक स्थिरता, और सामाजिक कल्याण को एक साथ सुनिश्चित करती है। यह बदलते समय की मांग है और इसे अपनाना न केवल किसानों के लिए, बल्कि पूरे समाज के लिए लाभकारी है। यदि नीति निर्माता, वैज्ञानिक और किसान मिलकर इस दिशा में काम करें, तो हम न केवल जलवायु परिवर्तन के प्रभावों से लड़ सकते हैं, बल्कि एक हरित, समृद्ध और टिकाऊ भविष्य भी

बना सकते हैं। जलवायु सहनशील कृषि को अपनाने से हम एक संतुलित और सुरक्षित कृषि व्यवस्था विकसित कर सकते हैं, जो भविष्य की पीढ़ियों के लिए भी लाभदायक होगी। सरकार, वैज्ञानिक समुदाय, किसान और आम जनता को मिलकर इस दिशा में ठोस कदम उठाने होंगे, ताकि जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम किया जा सके और कृषि को एक मजबूत और सतत प्रणाली बनाया जा सके।

जलवायु सहनशील कृषि

जलवायु सहनशील कृषि वह कृषि पद्धति है, जो बदलते जलवायु परिस्थितियों के अनुरूप फसल उत्पादन और कृषि प्रणाली को अनुकूल बनाती है। यह कृषि उत्पादन को बढ़ाने के साथ-साथ प्राकृतिक संसाधनों की सुरक्षा, जल और भूमि के सतत उपयोग, और किसानों की आजीविका को मजबूत करने पर केंद्रित होती है। जलवायु परिवर्तन के बढ़ते प्रभावों को देखते हुए जलवायु सहनशील कृषि आज की जरूरत बन गई है। यह न केवल कृषि उत्पादन को बढ़ाने और किसानों की आजीविका को सुरक्षित करने में मदद करती है, बल्कि पर्यावरण संरक्षण और सतत विकास में भी योगदान देती है।

जलवायु सहनशील कृषि का महत्व निम्नलिखित विभिन्न दृष्टिकोणों में है:

खाद्य सुरक्षा की गारंटी

विश्व की जनसंख्या 2050 तक 9 अरब से अधिक होने की संभावना है, और भारत जैसे देशों में भोजन की मांग लगातार बढ़ रही है। जलवायु परिवर्तन के कारण फसलों की पैदावार में कमी और अनिश्चितता खाद्य संकट को जन्म दे सकती है। जलवायु सहनशील कृषि इस संकट का सामना कर सकती है। यह सूखा-सहनशील फसलों (जैसे बाजरा, ज्वार), जल प्रबंधन तकनीकों (जैसे ड्रिप सिंचाई), और फसल विविधीकरण के माध्यम से उत्पादन को स्थिर रख सकती है, जिससे वैश्विक और स्थानीय स्तर पर खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित की जा सकती है। उदाहरण के लिए, राजस्थान जैसे सूखा प्रभावित क्षेत्रों में किसानों ने कम पानी वाली फसलों को अपनाकर न केवल अपनी आजीविका बचाई, बल्कि स्थानीय खाद्य आपूर्ति भी सुनिश्चित की।

आर्थिक जोखिमों से सुरक्षा

जलवायु परिवर्तन के कारण प्राकृतिक आपदाएं जैसे सूखा, बाढ़, चक्रवात और अत्यधिक गर्मी जैसी प्राकृतिक आपदाएं कृषि क्षेत्र को बुरी तरह प्रभावित कर सकती हैं। इन आपदाओं से फसल नष्ट होने पर छोटे और सीमांत किसानों को भारी आर्थिक नुकसान होता है, जिससे वे कर्ज के जाल में फंस जाते हैं। जलवायु सहनशील कृषि इन जोखिमों को कम करने में मदद करती है। जलवायु सहनशील कृषि तकनीकों को अपनाने से किसान ऐसी आपदाओं का सामना कर सकते हैं और अपनी फसलों की रक्षा कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, बिहार में बाढ़ प्रभावित क्षेत्रों में किसानों ने जल निकासी प्रणालियों और बाढ़-सहनशील धान की किस्मों को अपनाया, जिससे उनकी आय स्थिर रही। फसल बीमा के साथ संयुक्त ये तकनीकें आर्थिक सुरक्षा का मजबूत आधार प्रदान करती हैं।

मिट्टी और जल संसाधनों का संरक्षण

मिट्टी और जल कृषि के दो मूलभूत संसाधन हैं, जो जलवायु परिवर्तन से प्रभावित हो रहे हैं। अत्यधिक सिंचाई और रासायनिक उपयोग से मिट्टी की उर्वरता कम हो रही है, वहीं जलस्तर नीचे जा रहा है। अत्यधिक वर्षा और सूखा दोनों

ही मिट्टी की उर्वरता को प्रभावित करते हैं। जलवायु सहनशील कृषि में जैविक खाद, मिश्रित फसल प्रणाली और फसल चक्र जैसी तकनीकों का उपयोग किया जाता है, जिससे मिट्टी की सेहत बनी रहती है और उत्पादन क्षमता में वृद्धि होती है। जलवायु सहनशील कृषि में वर्षा जल संचयन, कवर क्रॉप्स (मिट्टी को ढकने वाली फसलें), और फसल चक्र जैसी तकनीकें मिट्टी की सेहत को सुधारती हैं और जल के उपयोग को अनुकूलित करती हैं। पंजाब में, जहां जलस्तर में भारी गिरावट देखी गई, ड्रिप सिंचाई और धान की जगह कम पानी वाली फसलों को अपनाने से स्थिति में सुधार हुआ है। जल संकट बढ़ने के कारण कृषि में जल संरक्षण की भूमिका महत्वपूर्ण हो गई है। जलवायु सहनशील कृषि में ड्रिप सिंचाई, वर्षा जल संचयन, जल पुनर्चक्रण और कम पानी में फलने-फूलने वाली फसलों की खेती को बढ़ावा दिया जाता है, जिससे जल संसाधनों का संरक्षण होता है।

जलवायु अनुकूलन की क्षमता

जलवायु सहनशील कृषि का एक प्रमुख लक्ष्य किसानों को बदलते मौसम पैटर्न के साथ तालमेल बिठाने में सक्षम बनाना है। मौसम की भविष्यवाणी, उन्नत बीजों का उपयोग, और लचीली खेती प्रथाएं इस प्रक्रिया को आसान बनाती हैं। उदाहरण के लिए, महाराष्ट्र के सूखाग्रस्त मराठवाड़ा क्षेत्र में किसानों ने जल संचयन और सूखा-सहनशील फसलों (जैसे मूंग और चना) को अपनाकर उत्पादन में निरंतरता बनाए रखी। यह अनुकूलन न केवल आजीविका को बचाता है, बल्कि ग्रामीण समुदायों को आत्मनिर्भर बनाता है।

कीट और बीमारियों से सुरक्षा

जलवायु परिवर्तन के कारण कई नए कीट और बीमारियां फसलों को नुकसान पहुंचा रही हैं। जलवायु सहनशील कृषि में प्राकृतिक कीटनाशकों, जैविक खेती और रोग प्रतिरोधी फसलों को अपनाकर इन समस्याओं का समाधान किया जाता है।

किसानों की आजीविका और आय में सुधार

जलवायु परिवर्तन के कारण किसानों की आय पर भी असर पड़ता है, जिससे उनकी आर्थिक स्थिति कमजोर होती है। जलवायु सहनशील कृषि तकनीकों को अपनाकर किसान अपने उत्पादन को स्थिर रख सकते हैं और आय में सुधार कर सकते हैं।

सामाजिक और सांस्कृतिक लाभ

जलवायु सहनशील कृषि केवल तकनीकी समाधान नहीं है, बल्कि यह सामाजिक संरचना को भी मजबूत करती है। ग्रामीण क्षेत्रों में यह रोजगार के अवसर बढ़ाती है, खासकर महिलाओं और युवाओं के लिए। पारंपरिक ज्ञान, जैसे बीज संरक्षण और प्राकृतिक खेती, को आधुनिक तकनीकों के साथ जोड़कर यह सस्पीय विरासत को भी संरक्षित करती है। उदाहरण के लिए, जैविक खेती और पारंपरिक फसलों (जैसे मंडुआ, कोदा, श्री अन्न) को बढ़ावा देने से स्थानीय संस्कृति और अर्थव्यवस्था दोनों मजबूत हुई हैं।

पर्यावरण संरक्षण और स्थिरता

पारंपरिक कृषि में रासायनिक उर्वरकों और कीटनाशकों का अंधाधुंध उपयोग मिट्टी, जल और वायु को प्रदूषित कर रहा है। जलवायु सहनशील कृषि पर्यावरण के प्रति संवेदनशील दृष्टिकोण अपनाती है। जैविक खेती, शून्य जोताई

(Zero Tillage), और फसल अवशेषों का उपयोग मिट्टी की उर्वरता को बनाए रखता है और कार्बन उत्सर्जन को कम करता है। इसके अलावा, वृक्षारोपण के साथ खेती (कृषि वानिकी) मिट्टी के कटाव को रोकती है और जैव विविधता को बढ़ावा देती है। जलवायु सहनशील कृषि पारिस्थितिकी संतुलन बनाए रखने में सहायक होती है। यह तकनीकें मृदा संरक्षण, जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने और जैव विविधता को बनाए रखने में मदद करती हैं, जिससे कृषि और पर्यावरण दोनों सुरक्षित रहते हैं। यह न केवल वर्तमान पीढ़ी के लिए, बल्कि भविष्य के लिए भी प्राकृतिक संसाधनों को संरक्षित करती है।

जलवायु परिवर्तन के खिलाफ वैश्विक लड़ाई में योगदान

जलवायु सहनशील कृषि न केवल स्थानीय स्तर पर लाभकारी है, बल्कि यह वैश्विक जलवायु लक्ष्यों को प्राप्त करने में भी योगदान देती है। यह ग्रीनहाउस गैसों के उत्सर्जन को कम करती है और कार्बन संग्रहण को बढ़ावा देती है। संयुक्त राष्ट्र के सतत विकास लक्ष्यों (SDGs), जैसे "भूखमरी खत्म करना" और "जलवायु कार्रवाई", को पूरा करने में यह एक महत्वपूर्ण कदम है। भारत सरकार की "राष्ट्रीय जलवायु परिवर्तन कार्य योजना" भी इस दृष्टिकोण को प्राथमिकता देती है।

चुनौतियां और आगे की राह

जलवायु सहनशील कृषि के महत्व के बावजूद, इसके कार्यान्वयन में कई चुनौतियां हैं। छोटे किसानों के पास पूंजी, तकनीकी प्रशिक्षण और बाजार तक पहुंच की कमी है। इसके अलावा, नीतियों में एकरूपता और जागरूकता का अभाव भी बाधा है। इनका समाधान सरकारी योजनाओं (जैसे प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना), अनुसंधान संस्थानों, और निजी क्षेत्र के सहयोग से संभव है। डिजिटल तकनीक, जैसे मौसम ऐप्स और ड्रोन, को अपनाकर भी इसे और प्रभावी बनाया जा सकता है।

जलवायु परिवर्तन और कृषि का आपस में गहरा संबंध है। यदि समय रहते जलवायु परिवर्तन से निपटने के उचित उपाय नहीं किए गए, तो यह पूरी खाद्य सुरक्षा प्रणाली को खतरे में डाल सकते हैं। जलवायु परिवर्तन कृषि के लिए एक गंभीर चुनौती बन चुके हैं, जिनसे न केवल फसल उत्पादन प्रभावित हो रहा है, बल्कि किसानों की आय, खाद्य सुरक्षा और वैश्विक अर्थव्यवस्था पर भी असर पड़ रहा है। नवीन तकनीकों, जल प्रबंधन और सतत कृषि पद्धतियों को अपनाकर इस संकट का समाधान किया जा सकता है। सरकार, वैज्ञानिकों और किसानों और आम जनता को मिलकर सतत कृषि और पर्यावरण संरक्षण की दिशा में प्रयास करने होंगे ताकि कृषि क्षेत्र को जलवायु परिवर्तन के प्रभाव से बचाया जा सके। तथा आने वाली पीढ़ियों के लिए एक सुरक्षित और समृद्ध भविष्य सुनिश्चित किया जा सके। यह आवश्यक है कि सरकार, वैज्ञानिक, किसान और आम जनता मिलकर सतत कृषि और पर्यावरण संरक्षण की दिशा में ठोस कदम उठाएं। यदि हम सही रणनीतियों को अपनाएं, तो जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम किया जा सकता है और कृषि को भविष्य के लिए सुरक्षित बनाया जा सकता है।

02

जल प्रबंधन तकनीकें

जलवायु-अनुकूल जल प्रबंधन रणनीतियां

जलवायु परिवर्तन के कारण विश्वभर में जल संसाधनों पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ रहा है। बदलते मौसम पैटर्न, अनियमित वर्षा, बाढ़ और सूखे जैसी समस्याएं जल संकट को और अधिक गहरा रही हैं। इन चुनौतियों से निपटने के लिए जलवायु-अनुकूल जल प्रबंधन रणनीतियों को अपनाना आवश्यक है। ऐसी रणनीतियां न केवल जल संरक्षण में सहायक होती हैं, बल्कि जलापूर्ति की निरंतरता और सतत विकास को भी सुनिश्चित करती हैं।

जलवायु-अनुकूल जल प्रबंधन की आवश्यकता

- **बढ़ती जल मांग:** औद्योगिकीकरण और शहरीकरण के कारण जल की खपत बढ़ रही है।
- **अनियमित वर्षा और सूखा:** जलवायु परिवर्तन के प्रभाव से वर्षा का स्वरूप अनिश्चित होता जा रहा है, जिससे कृषि और पीने योग्य जल की उपलब्धता प्रभावित हो रही है।
- **बाढ़ और जलभराव:** अत्यधिक वर्षा और अव्यवस्थित जल निकासी प्रणालियों के कारण बाढ़ की घटनाएं बढ़ रही हैं।
- **भूजल स्तर में गिरावट:** अति-दोहन के कारण भूजल स्तर लगातार गिर रहा है, जिससे जल संकट उत्पन्न हो रहा है।
- **जल स्रोतों का प्रदूषण:** औद्योगिक और घरेलू कचरे के कारण जल स्रोत दूषित हो रहे हैं, जिससे जल की गुणवत्ता प्रभावित हो रही है।

जलवायु-अनुकूल जल प्रबंधन कार्यनीतियां

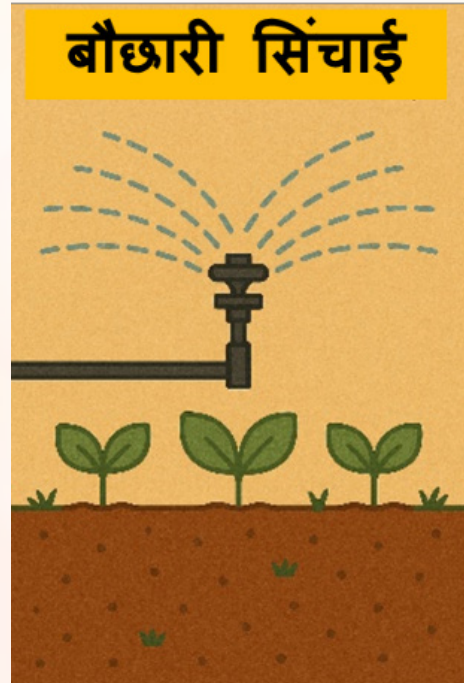
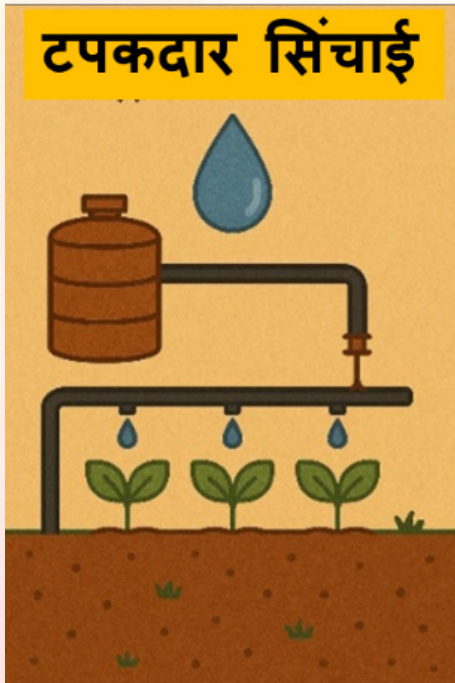
जल संकट से निपटने के लिए हमें दीर्घकालिक और प्रभावी कार्यनीतियों को अपनाने की आवश्यकता है।

जल संचयन और संरक्षण

- **वर्षा जल संचयन:** घरों, कृषि क्षेत्रों और औद्योगिक परिसरों में वर्षा जल को संरक्षित कर उसका उपयोग किया जा सकता है।
- **भूजल पुनर्भरण:** वर्षा जल को कृत्रिम तरीकों से जमीन के अंदर भेजकर भूजल स्तर को बनाए रखा जा सकता है।
- **सूक्ष्म सिंचाई पद्धतियां:** ड्रिप (टपकदार) और स्प्रिंकलर (बौछारी) सिंचाई जैसी तकनीकों को अपनाकर जल की बर्बादी को रोका जा सकता है।



चित्र 1: वर्षा जल संचयन एवं भूजल पुनर्भरण



चित्र 2: टपकदार और बौछारी सिंचाई प्रणाली

स्मार्ट जल प्रबंधन तकनीकें

- **आईओटी और सेंसर आधारित निगरानी:** जल आपूर्ति नेटवर्क में सेंसर लगाकर जल रिसाव और अनावश्यक जल उपयोग को कम किया जा सकता है।
- **बुद्धिमत्ता जल आपूर्ति प्रणाली:** जल की मांग और आपूर्ति का विश्लेषण कर स्वचालित वितरण प्रणाली बनाई जा सकती है।
- **कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) आधारित पूर्वानुमान:** जलवायु परिवर्तन के प्रभावों का पूर्वानुमान लगाकर जल आपूर्ति को सुव्यवस्थित किया जा सकता है।

जल पुनर्चक्रण और पुनः उपयोग

- **अपशिष्ट जल पुनर्चक्रण:** घरेलू और औद्योगिक अपशिष्ट जल को परिशोधित कर कृषि, शौचालयों और उद्योगों में पुनः उपयोग किया जा सकता है।
- **सिवेज ट्रीटमेंट प्लांट (STP) का विस्तार:** नगरों और महानगरों में सिवेज ट्रीटमेंट प्लांट की संख्या और क्षमता बढ़ाई जानी चाहिए।
- **वेटलैंड आधारित जल शुद्धिकरण:** प्राकृतिक जल प्रणालियों को संरक्षित कर जल को शुद्ध और पुनः उपयोग योग्य बनाया जा सकता है।

पारिस्थितिकी आधारित जल प्रबंधन

- **वनों और हरित क्षेत्रों का संरक्षण:** वृक्षारोपण और जंगलों का संरक्षण जल स्रोतों को बनाए रखने में मदद करता है।
- **झीलों, तालाबों और नदियों का पुनरुद्धार:** स्थानीय जल स्रोतों की सफाई और पुनरुद्धार से जल उपलब्धता बढ़ाई जा सकती है।
- **स्थानीय पारंपरिक जल संरक्षण प्रणालियों को बढ़ावा देना:** जोहड़, बावड़ी और चेक डैम जैसी पारंपरिक प्रणालियों को पुनर्जीवित किया जाना चाहिए।

नीति और सामुदायिक भागीदारी

- **जल उपयोग नियमों का सख्त अनुपालन:** अनियंत्रित जल दोहन को रोकने के लिए कड़े नियम बनाए जाने चाहिए।
- **स्थानीय समुदायों की भागीदारी:** जल प्रबंधन योजनाओं में ग्रामीण और शहरी समुदायों की भागीदारी सुनिश्चित की जानी चाहिए।
- **जल शिक्षा और जागरूकता अभियान:** स्कूली पाठ्यक्रम और सार्वजनिक अभियानों के माध्यम से जल संरक्षण के प्रति जागरूकता बढ़ाई जानी चाहिए।

जलवायु परिवर्तन की चुनौतियों का सामना करने के लिए जलवायु-अनुकूल जल प्रबंधन कार्यनीतियां अत्यंत आवश्यक हैं। जल संरक्षण, पुनर्चक्रण, स्मार्ट तकनीकों का उपयोग, पारिस्थितिकी आधारित प्रबंधन और सामुदायिक

भागीदारी के माध्यम से जल संकट को प्रभावी ढंग से नियंत्रित किया जा सकता है। यदि हम सतत जल प्रबंधन नीतियों को अपनाते हैं, तो हम भविष्य में जल की पर्याप्त उपलब्धता सुनिश्चित कर सकते हैं।

सूक्ष्म सिंचाई प्रणाली: ड्रिप (टपकदार) और बौछारी (स्प्रिंकलर) सिंचाई

कृषि भारत की रीढ़ है, और जल इसकी जीवन रेखा है। लेकिन आज, बढ़ते शहरों, कारखानों और जनसंख्या के कारण खेतों के लिए पानी की कमी हो रही है। भोजन पैदा करने के लिए अधिक पानी की आवश्यकता है, लेकिन कुएं और नदियां तेजी से सूख रहे हैं। नए बांध या नहरें बनाना महंगा है और इससे भूमि को नुकसान पहुंचता है, इसलिए हमें जो पानी हमारे पास है, उसे समझदारी से उपयोग करने की आवश्यकता है। सूक्ष्म सिंचाई प्रणाली ऐसा करने का एक आधुनिक तरीका है। यह पानी बचाता है, अधिक फसल उगाता है, लागत कम करता है, और मिट्टी को स्वस्थ रखता है। खेतों को बाढ़ की तरह पानी देने के बजाय, जो पानी की बर्बादी करता है और पानी भरने या मिट्टी में नमक बढ़ने जैसी समस्याएं पैदा करता है, सूक्ष्म सिंचाई पानी को सीधे आपकी फसलों की ज़रूरत वाली जगह पर पहुंचाती है। भारत सरकार इसके लिए "प्रति बूंद अधिक फसल" जैसी योजनाओं के माध्यम से कड़ा प्रयास कर रही है, जिसका लक्ष्य हर खेत को पानी देना (हर खेत को पानी) और हर बूंद से अधिक लाभ प्राप्त करना (प्रति बूंद, अधिक फसल) है।

सूक्ष्म सिंचाई

सूक्ष्म सिंचाई फसलों को पानी देने का एक तरीका है जिसमें एक बूंद भी बर्बाद नहीं होती। यह पाइपों और छोटे उपकरणों का उपयोग करके पानी को सीधे पौधों की जड़ों तक पहुंचाता है, या तो धीरे-धीरे टपकाकर (ड्रिप सिंचाई) या वर्षा की तरह छिड़काव करके (स्प्रिंकलर सिंचाई)। ड्रिप सिंचाई आपके पौधों के लिए धीरे-धीरे पेय की तरह काम करती है, जिससे पानी की बचत होती है।



चित्र 3: सूखे से प्रभावित चने के पौधे-सूक्ष्म सिंचाई जड़ों तक जीवन-रक्षक पानी सीधे पहुँचाकर नमी के नुकसान को रोकती है

ड्रिप (टपकदार) सिंचाई

ड्रिप सिंचाई, जिसे “बूंदी सिंचाई” भी कहते हैं, एक ऐसी प्रणाली है जिसमें पानी को पाइपों, ट्यूबों और छोटे उपकरणों (जिन्हें एमिटर कहते हैं) के नेटवर्क के माध्यम से आपके पौधों की जड़ों तक बूंद-बूंद करके पहुंचाया जाता है। इसे अपने पौधों को धीमा और लगातार पेय देने के रूप में सोचें, बजाय एक साथ पूरे बाल्टी पानी डालने के। यह तरीका उन फसलों के लिए विशेष रूप से उपयोगी है जिन्हें सावधानीपूर्वक पानी की आवश्यकता होती है, जैसे सब्जियां (जैसे टमाटर, आलू, प्याज), फल (जैसे आम, अमरूद), और नकदी फसलें जैसे गन्ना, कपास।

स्प्रिंकलर (बौछारी/फव्वारा) सिंचाई

स्प्रिंकलर सिंचाई, या “फुहार सिंचाई,” एक ऐसी प्रणाली है जिसमें पानी को पाइपों और नोजल्स के माध्यम से वर्षा की तरह आपकी फसलों पर छिड़का जाता है। यह तरीका उन फसलों के लिए बेहतर है जिन्हें बड़े क्षेत्र में समान रूप से पानी की आवश्यकता होती है, जैसे गेहूं, चावल, और चारा फसलें, जो भारत में आम हैं।



चित्र 4: ड्रिप सिंचाई के तहत केले का पौधा



चित्र 5: सलाद पत्ता की फसल के लिए स्प्रिंकलर सिंचाई क्योंकि इसे लगातार नमी की आवश्यकता होती है

सूक्ष्म सिंचाई के फायदे

सूक्ष्म सिंचाई खेती को आसान, सस्ता और बेहतर बनाती है।

- 1. पानी बचाती है:** यह बाढ़ सिंचाई की तुलना में आधा पानी या उससे भी कम पानी का उपयोग करती है। इसलिए आप पानी की कमी के समय भी खेती कर सकते हैं। अगर आपका कुआं नहर सूख जाए, तो यह जीवन रक्षक साबित हो सकता है।
- 2. अधिक फसल उगाती है:** पानी सीधे जड़ों तक पहुंचता है, जिससे पौधे मजबूत होते हैं और अधिक उत्पादन देते हैं। अध्ययनों से पता चला है कि ड्रिप सिंचाई से आलू उत्पादकों ने प्रति एकड़ 20-30% अधिक उपज प्राप्त की। स्प्रिंकलर से गेहूं की पैदावार भी बेहतर होती है। एक सरकारी अध्ययन के अनुसार, बेहतर पानी के उपयोग और अंतराल के कारण फलों की पैदावार 42% और सब्जियों की 53% तक बढ़ गई।
- 3. पैसे बचाती है:** कम पानी का उपयोग मतलब पंप की लागत कम। पानी में उर्वरक मिलाकर (फर्टिगेशन) जड़ों तक सीधे पहुंचाने से लगभग 28% उर्वरक की बचत होती है। राष्ट्रीय सूक्ष्म सिंचाई मिशन (NMMI) के अध्ययन के अनुसार, सिंचाई की लागत 20-50% तक, औसतन 32%, कम हो सकती है।
- 4. मिट्टी को स्वस्थ रखती है:** बाढ़ मिट्टी को बहा ले जाती है या उसे गीला और नमकीन बना देती है, जो बाद में फसलों को नुकसान पहुंचाती है। सूक्ष्म सिंचाई इससे बचाती है, जिससे आपकी भूमि सालों तक उपजाऊ रहती है।



चित्र 6: ड्रिप सिंचाई के लाभ

- 5. खरपतवार और कीटों को कम करती है:** पानी केवल फसलों तक जाता है, इसलिए खरपतवार कम बढ़ते हैं, और कीट-पतंगे या बीमारियां बाढ़ सिंचाई वाले खेतों की तुलना में कम तेज़ी से फैलते हैं।
- 6. कम मेहनत:** एक बार स्थापित होने के बाद, यह नहरें खोदने या पानी ढोने से आसान होता है, समय और श्रम लागत बचाता है।
- 7. पानी का प्रबंधन:** सूक्ष्म सिंचाई नमकीन या गंदा पानी को फिल्टर के साथ उपयोग कर सकती है। जबकि बाढ़ सिंचाई के लिए साफ पानी की आवश्यकता होती है।

सूक्ष्म सिंचाई प्रणाली में चुनौतियां:

- 1. उच्च लागत:** ड्रिप या स्प्रिंकलर बनाने की लागत प्रति एकड़ ₹50,000-₹70,000 हो सकती है, जो आपके फसलों और भूमि के आकार पर निर्भर करती है। यह भारत के अधिकांश छोटे किसानों के लिए मुश्किल है। सब्सिडी से कुछ मदद मिल सकती है, लेकिन कुछ हिस्सा किसानों को चुकाना पड़ता है।
- 2. जाम और मरम्मत:** अगर पानी गंदा या नमकीन है, तो ड्रिप सिंचाई सिस्टम जाम हो सकता है। आपको फिल्टर और नियमित सफाई की ज़रूरत होगी। स्प्रिंकलर सिंचाई भी कभी-कभी खराब हो जाते हैं, जिससे अतिरिक्त काम और खर्च बढ़ता है।
- 3. प्रशिक्षण की आवश्यकता:** इसे बनाने और ठीक करने का ज्ञान होना चाहिए। सूक्ष्म सिंचाई प्रणालियों को बनाने के लिए आपको कृषि विज्ञान केंद्र से प्रशिक्षण की आवश्यकता हो सकती है।
- 4. बिजली की समस्या:** इसके लिए बिजली या डीजल पंप की ज़रूरत होती है। जो आपके क्षेत्र में बिजली कटौती की स्थिति में समस्या बन सकता है। सौर ऊर्जा का प्रयोग कर सकते हैं लेकिन शुरू में लागत अधिक आ सकती है।
- 5. सभी फसलों के लिए उपयुक्त नहीं:** ड्रिप सिंचाई सब्जियों, फलों, गन्ने, या कपास के लिए उपयुक्त है। लेकिन चावल के लिए नहीं है। रेतीली मिट्टी में ड्रिप से पानी तेज़ी से समा जाता है। स्प्रिंकलर सिंचाई गेहूं या चावल के लिए उपयुक्त हैं, लेकिन हवा चलने पर पानी बर्बाद हो सकता है।

“प्रति बूंद अधिक फसल” योजना

“प्रति बूंद अधिक फसल” योजना प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना का एक महत्वपूर्ण हिस्सा है, जिसे 2015 में किसानों को पानी का अधिक कुशल उपयोग करने में मदद के लिए शुरू किया गया था। यह छोटे और सीमांत किसानों (जिनके पास 2 हेक्टेयर से कम भूमि है) के लिए 55% तक और अन्य किसानों के लिए 45% तक सब्सिडी प्रदान करती है ताकि वे ड्रिप और स्प्रिंकलर सिस्टम स्थापित कर सकें। यह अन्य पानी-बचत प्रणालियों, जैसे खेत तालाब बनाना, का भी समर्थन करती है और आपको सूक्ष्म सिंचाई का सही उपयोग सीखने के लिए प्रशिक्षण प्रदान करती है। आवेदन के लिए, स्थानीय कृषि कार्यालय, कृषि विज्ञान केंद्र, या बागवानी विभाग से संपर्क करें और अपने आधार नंबर को डायरेक्ट बेनिफिट ट्रांसफर (DBT) के लिए लिंक करें।

सूक्ष्म सिंचाई कोष

सूक्ष्म सिंचाई कोष (एमआईएफ) एक अन्य महत्वपूर्ण योजना है, जिसे 2018 में भारत सरकार ने राष्ट्रीय कृषि और ग्रामीण विकास बैंक (नाबार्ड) के साथ साझेदारी में शुरू किया। “प्रति बूंद अधिक फसल” योजना, जो व्यक्तिगत

किसानों को सब्सिडी के माध्यम से सीधे मदद करती है, के विपरीत, सूक्ष्म सिंचाई कोष का ध्यान राज्य सरकारों को कम लागत वाले ऋण प्रदान करके सूक्ष्म सिंचाई कवरेज का विस्तार करने में मदद करने पर है।

वर्षा जल संचयन और जल पुनर्चक्रण

जल पृथ्वी पर जीवन के लिए आवश्यक संसाधनों में से एक है। बढ़ती जनसंख्या, औद्योगिकीकरण और जलवायु परिवर्तन के कारण जल संकट की समस्या दिन प्रतिदिन गहराती जा रही है। ऐसे में, जल संरक्षण की दिशा में दो महत्वपूर्ण उपाय हैं:- वर्षा जल संचयन और जल पुनर्चक्रण। इन दोनों तकनीकों के माध्यम से हम जल की बर्बादी को रोक सकते हैं और जल संसाधनों का कुशल प्रबंधन कर सकते हैं।

वर्षा जल संचयन

वर्षा जल संचयन वह प्रक्रिया है जिसके द्वारा वर्षा के जल को इकट्ठा करके भविष्य में उपयोग के लिए सुरक्षित किया जाता है। इस तकनीक में जल को मिट्टी तक पहुंचने से पहले जमा करना जरूरी होता है। वर्षा जल संचयन, वर्षा जल को बहने देने के बजाय उसे इकट्ठा करने की प्रथा है। जिसमें छत, सतहों या जलग्रहण क्षेत्रों पर गिरने वाले वर्षा जल का संग्रह, भंडारण और उपयोग शामिल है। इस जल का उपयोग विभिन्न उद्देश्यों जैसे घरेलू उपयोग, कृषि, भूजल पुनर्भरण और उद्योगों में किया जा सकता है। प्रतिवर्ष थोड़ी-बहुत वर्षा हर क्षेत्र में होती है। वर्षा जल संचयन, हमें बाहरी जल स्रोतों पर निर्भरता को कम करने में मदद करती है और पानी की कमी को दूर करने में भी हमारी मदद करती है।

वर्षा जल संचयन के तरीके

- **छत पर जल संचयन:** इस प्रणाली में घरों या इमारतों की छतों से वर्षा जल इकट्ठा करके एक टंकी में संगृहीत किया जाता है।
- **भूमिगत जल पुनर्भरण:** जल को ज़मीन के अंदर सोखने के लिए रिचार्ज पिट्स, कुएं और बोरवेल का उपयोग किया जाता है।
- **तालाब और जलाशय निर्माण:** गाँवों और शहरी क्षेत्रों में छोटे-बड़े जलाशयों और तालाबों का निर्माण करके वर्षा जल को संगृहीत किया जाता है।
- **परंपरागत जल संरक्षण तकनीकें:** कुछ क्षेत्रों में जोहड़, बावड़ी जैसी पारंपरिक जल संरक्षण प्रणालियां प्रचलित हैं।

वर्षा जल संचयन और संरक्षण के विविध आयाम

वर्षा जल का संग्रहण सभी क्षेत्रों के लोगों के लिए जरूरी है। सतह से वर्षा के पानी को इकट्ठा करना बहुत ही असरदार और पारंपरिक तकनीक है। इससे छोटे तालाबों, भूमिगत टैंकों, बांध आदि के इस्तेमाल से जल संरक्षण किया जा सकता है। भूमिगत पुनर्भरण तकनीक जल संग्रहण का एक नया तरीका है। इसे कुआं खोदकर गड्ढा, खाई, हैंडपम्प और कुएं को दोबारा चार्ज करके किया जा सकता है। पहले गांवों, कस्बों और नगरों की सीमा पर या कहीं नीची सतह पर तालाब अवश्य होते थे, जिनमें स्वाभाविक रूप से मानसून की वर्षा का जल एकत्रित हो जाता था। यह जल पूरे गांव के पशुओं आदि के काम में आता था। गांवों, कस्बों और नगरों में छोटे-बड़े तालाब बनाकर वर्षा जल का

संरक्षण किया जाना चाहिए। घर की छत पर वर्षा जल एकत्र करने के लिए एक या दो टंकी बनाकर उन्हें मजबूत जाली या फिल्टर करके कपड़े से ढका जाये तो जल संरक्षण किया जा सकता है।

जल के संकट को देखते हुए आज समुद्र के खारे जल को पीने योग्य बनाया जा रहा है। बड़ी नदियों की नियमित सफाई बेहद जरूरी है। बड़ी नदियों के जल का शोधन करके पेयजल के रूप में उपयोग किया जा सकता है। जंगल कटने पर वाष्पीकरण न होने से वर्षा नहीं हो पाती है इसलिए वृक्षारोपण जल संग्रहण में बेहद महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। वर्तमान में पानी का उपयोग घर, कृषि और कल-कारखानों के क्षेत्र में अत्यधिक हो रहा है। अब ग्रामीण क्षेत्रों में भी बड़ी संख्या में 'बोरवेल' स्थापित हो जाने से भूमिगत जल स्तर कम होने लगा है और कुछ जगहों पर तो कई 'बोरवेल' सूख चुके हैं। आज शहरी क्षेत्रों में भी कई कल-कारखानों में पानी का उपयोग होने के कारण पानी की किल्लत होने लगी है। ऐसे में घरेलू और व्यावसायिक उपयोग के लिए वर्षा जल को संरक्षित करना सबसे आसान और बेहतरीन तरीका माना जा रहा है।

सतह जल संग्रह सिस्टम

सतह जल वह पानी होता है, जो वर्षा के बाद जमीन पर गिर कर धरती के निचले तल में बहकर जाने लगता है। गंदी नालियों में जाने से पहले सतह जल को रोकने की प्रक्रिया को सतह जल संग्रह कहा जाता है। बड़े-बड़े पाइपों के माध्यम से वर्षा जल को कुएं, नदी और तालाबों में जमा करके रखा जाता है।

बांध

बड़े-बड़े बांधों के माध्यम से वर्षा जल को बहुत ही बड़े पैमाने पर रोका जाता है, जिन्हें गर्मी के महीनों में या पानी की कमी होने पर कृषि, बिजली उत्पादन और पाइपों के माध्यम से घरेलू उपयोग में लाया जाता है। जल संरक्षण के मामले में बांध बहुत कारगर साबित हुए हैं, इसलिए भारत में कई बांधों का निर्माण किया गया है। साथ ही नए बांध भी बनाए जा रहे हैं।

भूमिगत टैंक

भूमिगत टैंक का निर्माण जल संग्रहण का बेहतर तरीका है जिसके माध्यम से हम भूमि के अंदर पानी को संरक्षित रख सकते हैं। इस प्रक्रिया में वर्षा जल को एक भूमिगत गड्ढे में भेज दिया जाता है। इससे भूमिगत जल की मात्रा बढ़ जाती है। साधारण रूप से भूमि के ऊपरी भाग पर बहने वाला जल सूर्य के ताप से भाप बन जाता है और हम उसका उपयोग नहीं कर पाते हैं, परंतु इस तरीके में हम ज्यादा पानी को मिट्टी के अंदर बचाकर रख सकते हैं। यह तरीका बहुत ही मददगार साबित हुआ है। क्योंकि मिट्टी के अंदर का पानी आसानी से नहीं सूखता है और लंबे समय तक पंप के माध्यम से हम इसका उपयोग कर सकते हैं।

जल संग्रह जलाशय

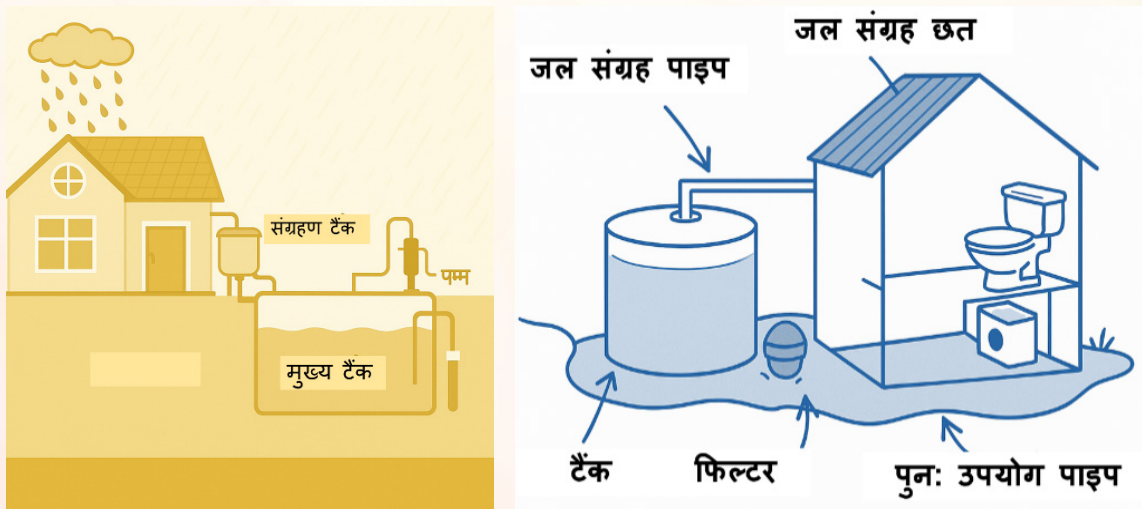
यह एक साधारण प्रक्रिया है जिसमें वर्षा के पानी को तालाबों और छोटे जल स्रोतों में जमा किया जाता है। इस तरीके से जमा किए हुए जल को ज्यादातर कृषि के कार्यों में लगाया जाता है, क्योंकि यह जल दूषित होता है। जल संग्रह जलाशय पहाड़ी और रेगिस्तान क्षेत्रों में जल संचयन का प्रभावी तरीका है। जहां ऐसे जलाशयों का निर्माण कर आसानी से वर्षा के पानी को इकट्ठा किया जा सकता है। वर्षा जल संचयन भूजल स्तर को बढ़ाने के सबसे सफल

माध्यमों में से एक है। इस उपाय से हम पानी की कमी से तो बचते ही हैं, साथ ही साथ ताज़े पानी पर निर्भरता से भी बचते हैं।

छत पर वर्षा जल संचयन

छत पर वर्षा जल संचयन वर्षा जल को इकट्ठा करने, संगृहीत करने और विभिन्न अन्य उद्देश्यों के लिए पानी का उपयोग करने की एक विधि है। इसमें इमारतों की छत पर गिरने वाले वर्षा जल को इकट्ठा करना शामिल है, जिसे फिर एक डाउनस्पाउट पाइप के माध्यम से वर्षा जल फ़िल्टर में भेजा जाता है। फ़िल्टर किए गए पानी को एक जल भंडारण टैंक में संगृहीत किया जाता है। इस पद्धति का उपयोग करके भूजल को रिचार्ज करना भी संभव है। छत पर वर्षा जल संचयन प्रणाली पानी की कमी जैसी समस्याओं को दूर करने का एक स्थायी समाधान है।

छत पर गिरने वाले वर्षा के पानी को संचय करने के लिए खुली टंकियों का उपयोग भी किया जाता है, जिनमें वर्षा जल को रोगरहित करके नलों के माध्यम से घरों तक पहुंचाया जाता है। यह पानी स्वच्छ होता है, जो थोड़ा-बहुत ब्लीचिंग पाउडर के इस्तेमाल के बाद पूर्ण तरीके से उपयोग में लाया जा सकता है। वर्षा जल संचयन की मदद से जमा किए हुए जल को इस्तेमाल करने से पहले अच्छी तरह से 'फिल्टर' किया जाना चाहिए, जिससे कि इसमें मौजूद अशुद्धियां पानी से अलग हो जाएं। वर्षा के पानी को ऐसे बर्तन या पात्रों में रखना चाहिए जो धूप के संपर्क में आने पर जहरीले तत्व न बनाते हों। वर्षा जल संचयन द्वारा जमा किए हुए पानी को अच्छे से उबालना बहुत जरूरी होता है, ताकि इसमें मौजूद जहरीले तत्व और जीवाणु नष्ट हो जाए।



चित्र 7: वर्षा जल संचयन और संरक्षण

छत पर वर्षा जल संचयन प्रणाली के मुख्य घटक

जलग्रहण क्षेत्र: जलग्रहण क्षेत्र वह क्षेत्र है जहां से वर्षा जल एकत्र किया जाता है और भंडारण के लिए भेजा जाता है। जलग्रहण क्षेत्र छत पर वर्षा जल संचयन प्रणाली के मुख्य घटकों में से एक है क्योंकि हम यह निर्धारित कर सकते हैं कि कितना पानी एकत्र और संगृहीत किया जा सकता है। जलग्रहण क्षेत्र की दक्षता सतह के प्रकार, आकार और वर्षा जल को ग्रहण करने की क्षमता जैसे विभिन्न कारकों पर निर्भर करती है।

गटर और डाउनस्पाउट्स: गटर वे चैनल होते हैं जो किनारों पर लगाए जाते हैं और धातु, प्लास्टिक या अन्य टिकाऊ सामग्रियों से बने होते हैं। इन्हें छत के किनारे के ठीक नीचे लगाया जाता है और पानी को डाउनस्पाउट्स की ओर बहने में मदद करने के लिए थोड़ा झुका हुआ होता है। डाउनस्पाउट्स को डाउनपाइप के रूप में भी जाना जाता है, ये ऊर्ध्वाधर पाइप होते हैं जो जल निकासी प्रणालियों का आवश्यक हिस्सा होते हैं। ये गटर से जुड़े होते हैं, और इनका मुख्य उद्देश्य वर्षा जल को निर्देशित करना होता है।

फर्स्ट-फ्लश डायवर्टर: फर्स्ट फ्लश डायवर्टर का उपयोग वर्षा से प्रारंभिक अपवाह को मोड़ने के लिए किया जाता है ताकि एकत्रित वर्षा जल की गुणवत्ता में सुधार हो सके। यह पहला प्रवाह अक्सर जलग्रहण सतह से अशुद्धियां लाता है, जो आमतौर पर छत होती है, जिसमें धूल, मलबा और द्रूषक शामिल होते हैं, जो एकत्रित वर्षा जल की गुणवत्ता को प्रभावित कर सकते हैं। उसके बाद स्वच्छ वर्षा जल एकत्र करने के लिए, डायवर्टर प्रारंभिक प्रवाह को साथ ले कर और इसे भंडारण टैंक से दूर निर्देशित करके काम करता है। पानी के प्रारंभिक फ्लश को पुनर्निर्देशित करने के बाद डायवर्टर बंद हो जाता है, जिससे यह सुनिश्चित होता है कि एकत्रित वर्षा जल पीने, सिंचाई या गैर-पेय अनुप्रयोगों जैसे उपयोग के लिए उच्च गुणवत्ता का है।

फ़िल्टर: फ़िल्टर एकत्रित वर्षा जल की गुणवत्ता बनाए रखने के लिए महत्वपूर्ण हैं। छत के जलग्रहण क्षेत्र में बहने वाले वर्षा जल में मलबा, पत्तियां और धूल जैसी अशुद्धियां हो सकती हैं। इन दूषित पदार्थों को जालीदार स्क्रीन और महीन फ़िल्टर द्वारा भंडारण टैंक में प्रवेश करने से रोका जाता है।

भंडारण टैंक: भंडारण टैंक का उपयोग वर्षा जल को इकट्ठा करने और संगृहीत करने के लिए किया जाता है। विभिन्न आवश्यकताओं और स्थान के आधार पर, भंडारण टैंक विभिन्न आकारों, डिज़ाइनों और गुणवत्ता में उपलब्ध हैं। ये भंडारण टैंक आमतौर पर भूमिगत होते हैं। इसलिए, यह सुनिश्चित करना महत्वपूर्ण है कि वे सही आकार के हों, खासकर शुष्क मौसम के दौरान जब पानी की आपूर्ति बेहद कम हो जाती है।

वर्षा जल संचयन के लाभ

- जल की बर्बादी को रोकना
- भूजल स्तर को बढ़ाना
- कृषि क्षेत्र में जल की उपलब्धता में वृद्धि
- शुद्ध पेयजल का स्रोत
- शहरी जल निकासी समस्याओं को कम करना
- जल संग्रहण एवं संरक्षण
- घरेलू काम के उपयोग में लाया जा सकता है। जिससे स्वच्छ पीने योग्य पानी को हम बचा सकते हैं।
- वर्षा जल किसानों के लिए सबसे कारगर साबित हुआ है, ज्यादातर किसान गर्मियों के महीने में बहुत ही आसानी से जल संचय द्वारा जल संकट को दूर कर सकते हैं।

जल पुनर्चक्रण

जल पुनर्चक्रण एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें उपयोग किए गए जल को विभिन्न विधियों से शुद्ध करके पुनः प्रयोग योग्य बनाया जाता है। यह जल विशेष रूप से उद्योगों, घरेलू उपयोग और कृषि के लिए उपयोगी होता है। जल पुनर्चक्रण, अपशिष्ट जल को उपचारित करके उसे फिर से इस्तेमाल करने की प्रक्रिया है। इसे जल सुधार या जल पुनः उपयोग भी कहा जाता है। जल पुनर्चक्रण, समग्र जल खपत और पर्यावरण में छोड़े जाने वाले प्रदूषित पानी की मात्रा को कम करने का एक व्यवहार्य तरीका है। ठोस पदार्थों को छानने और कुछ संदूषकों को हटाने के लिए पानी का उपचार किया जाता है, जो कार्बनिक या अकार्बनिक हो सकते हैं। पानी को वांछित विशिष्टता के मुताबिक उपचारित किया जाता है। आवश्यक उपचार पानी में संदूषकों के प्रकार और शुद्ध उत्पाद की वांछित विशिष्टता पर निर्भर करता है। जल पुनर्चक्रण पुनः उपयोग के माध्यम से संसाधनों को बचाता है और विशेष रूप से उन क्षेत्रों में उपयोगी है जहां पानी सीमित है।

जल पुनर्चक्रण की विधियां

- **माइक्रोफिल्ट्रेशन और अल्ट्राफिल्ट्रेशन:** इस प्रक्रिया में झिल्लियों का उपयोग करके जल में मौजूद ठोस पदार्थों और अशुद्धियों को हटाया जाता है।
- **रिवर्स ऑस्मोसिस:** यह एक उच्चस्तरीय जल शुद्धिकरण तकनीक है, जो समुद्री जल और गंदे जल को पीने योग्य बनाती है।
- **सिवेज ट्रीटमेंट प्लांट:** घरेलू और औद्योगिक अपशिष्ट जल को उपचारित कर पुनः उपयोग के योग्य बनाया जाता है।
- **वेटलैंड सिस्टम:** यह एक प्राकृतिक तकनीक है जिसमें विशेष पौधों और मिट्टी की मदद से जल को साफ किया जाता है।

जल पुनर्चक्रण के लाभ:

- पानी के संसाधनों की बचत होती है
- पानी की खपत कम होती है
- जल स्रोतों पर निर्भरता घटती है
- पर्यावरणीय संतुलन बनाए रखती है
- उद्योगों में जल की लागत को कम करती है
- प्रदूषण को नियंत्रित करती है
- ऊर्जा की खपत कम होती है

जल पुनर्चक्रण प्रणाली

जल पुनर्चक्रण प्रणाली का चयन करते समय हमें पानी के पुनः उपयोग के लिए ज़रूरी गुणवत्ता का ध्यान रखना चाहिए। इसीलिए पुनः उपयोग के लिए ज़रूरी उपचार की प्रक्रिया तथा ज़रूरी निस्पंदन प्रणाली का चयन करना

चाहिए। जल पुनर्चक्रण प्रणाली अपशिष्ट जल से दूषित पदार्थों को निकाल कर शुद्ध उत्पाद बनाती है। इस प्रक्रिया में कई तकनीकों का उपयोग किया जाता है, जिनका आकार और विनिर्देश अपशिष्ट जल की संरचना और भार के आधार पर निर्धारित किया जाता है। आज, रसायनों के बिना पानी को पुनर्चक्रित, पुनः प्राप्त और पुनः उपयोग करना संभव है, जिससे जल पुनर्चक्रण और भी अधिक पर्यावरण-अनुकूल प्रक्रिया बन जाती है। जो उन उद्योगों के लिए भी महत्वपूर्ण है, जहां क्लोरीन जैसे रसायनों का उपयोग निषिद्ध है। आधुनिक जल पुनर्चक्रण इकाइयां ठोस पदार्थों को हटाने के लिए झिल्ली निस्पंदन और कार्बनिक और ऑक्सीकरण योग्य पदार्थों को हटाने के लिए जैविक उपचार के संयोजन का उपयोग करती हैं, जिन्हें एकल प्रणाली में संयोजित किया जाता है जिसे झिल्ली बायोरिएक्टर (MBR) कहा जाता है।

झिल्ली बायोरिएक्टर

झिल्ली बायोरिएक्टर एक जैविक अपशिष्ट जल उपचार प्रणाली है, जिसमें रिएक्टर के अंदर सूक्ष्मजीवों द्वारा कार्बनिक पदार्थ, नाइट्रोजन और फास्फोरस को समाप्त किया जाता है, जो दूषित पदार्थों को बायोमास में समाहित कर लेते हैं। झिल्ली बायोरिएक्टर स्व-निहित जल उपचार प्रणाली है जिसमें कम अपशिष्ट होता है।



चित्र 8: झिल्ली बायोरिएक्टर जैविक अपशिष्ट जल उपचार प्रणाली

सिरेमिक झिल्ली

सिरेमिक झिल्ली फिल्टर होते हैं जो निलंबित ठोस पदार्थों की उच्च सांद्रता वाले तरल पदार्थों को फिल्टर करते हैं। सिरेमिक झिल्ली उच्च प्रवाह पर निस्पंदन प्रदान करते हैं और ये उच्च-भारित पानी और तरल अपशिष्ट को फिल्टर करने के लिए उपयुक्त हैं। सिरेमिक झिल्ली को उपरोक्त झिल्ली बायोरिएक्टर में एक अतिरिक्त उपचार के रूप में लिया जाता है। झिल्ली अल्ट्राफिल्ट्रेशन (यूएफ) या नैनोफिल्ट्रेशन (एनएफ) प्रकार की होती है, और कुछ बायोरिएक्टर दोनों का उपयोग करते हैं। दोनों झिल्ली एक ही तरह से काम करती हैं: एक दूषित तरल दबाव में एक झिल्ली से होकर

गुजरता है, जिससे एक शुद्ध तरल धारा निकलती है। सिरेमिक झिल्ली अपशिष्ट जल और बहिःस्राव का उपचार करती है जो तेल, लवण और अन्य ठोस पदार्थों और खनिजों से भरपूर होता है। जैविक उपचारों को सिरेमिक झिल्ली के साथ मिलाकर, एक एमबीआर कार्बनिक और अकार्बनिक संदूषकों को कुशलतापूर्वक हटाता है।



चित्र 9: सिरेमिक झिल्ली फिल्टर

सिरेमिक अल्ट्राफिल्ट्रेशन

सिरेमिक अल्ट्राफिल्ट्रेशन एक भौतिक पृथक्करण तकनीक है। 100 से 2nm के बीच छिद्र आकार वाली अकार्बनिक छिद्रपूर्ण झिल्लियों का उपयोग तरल घोल में वायरस और प्रोटीन जैसे पदार्थों को अलग करने के लिए किया जाता है। इस पृथक्करण तकनीक में घोल को फ़िल्ट्रेशन मीडिया, सिरेमिक झिल्ली की सतह पर स्पर्शरूपा रूप से पुनः प्रसारित किया जाता है। घोल का एक हिस्सा झिल्ली से होकर गुजरता है और साफ़ हो जाता है। झिल्ली निस्पंदन तकनीक झिल्ली के छिद्र आकार से बड़े विलेय को बनाए रखने में सक्षम बनाने के लिए दबाव अंतर के निर्माण पर निर्भर करती है। जबकि विलायक को झिल्ली से गुजरने की अनुमति देती है। यह एक स्वचालित प्रक्रिया, जिसके लिए लगातार ऑपरेटर के हस्तक्षेप की आवश्यकता नहीं होती है।

वर्षा जल संचयन और जल पुनर्चक्रण जल संरक्षण के दो प्रभावी उपाय हैं, जिनका सही तरीके से उपयोग कर हम जल संकट को कम कर सकते हैं। यह केवल सरकार और प्रशासन की जिम्मेदारी नहीं, बल्कि हर नागरिक को भी जल बचाने की दिशा में प्रयास करना चाहिए। छोटे स्तर पर भी अगर हम इन तकनीकों को अपनाएं, तो आने वाली पीढ़ियों के लिए जल का सुरक्षित भंडार सुनिश्चित किया जा सकता है।

03

मृदा प्रबंधन और संरक्षण तकनीकें

जैविक खेती

मौटे तौर पर जैविक खेती में संश्लेषित उर्वरकों, संश्लेषित पीड़कनाशियों (कीटनाशी, कवकनाशी, जीवाणुनाशी, शाकनाशी) और कृत्रिम वृद्धि नियामकों का प्रयोग सर्वथा वर्जित होता है। बाह्य निवेशों के न्यूनतम प्रयोग एवं फार्म पर उत्पादित निवेशों के अधिकतम प्रयोग पर बल दिया जाता है। साथ ही भूमि की उर्वरा शक्ति को बनाए रखने अथवा उसकी वृद्धि पर विशेष बल दिया जाता है। मृदा उर्वरता प्रबंधन के लिए फसल चक्र, हरी खाद, कम्पोस्ट आदि के प्रयोग पर बल दिया जाता है। जैविक खेती अपनाए जाने से फसल, मानव, मृदा और पर्यावरण स्वास्थ्य में पर्याप्त वृद्धि एवं टिकाऊपन आता है। भारत में जैविक खेती द्वारा उत्पादित खाद्य सामग्री एवं अन्य उत्पादों की बाज़ार में काफी मांग है। कृषकों को जैविक विधि से उत्पादित खाद्य एवं अन्य पदार्थों के बाज़ार मूल्य भी अच्छे प्राप्त होते हैं।

जैविक खेती की आवश्यकता

प्राकृतिक संसाधनों के कृषि एवं अन्य क्षेत्रों में अत्यधिक दोहन से अनेक समस्याओं का जन्म हुआ है। कुछ क्षेत्रों/दशाओं में कृषि उत्पादन के अंतर्गत रासायनिक पीड़कनाशियों का अविवेकपूर्ण एवं अंधाधुंध प्रयोग किया गया है जिसके अनेक दुष्परिणाम सामने आए हैं। जल, वायु, मृदा और यहाँ तक कि विभिन्न खाद्य पदार्थ भी दूषित हो चुके हैं। मृदा, जल और वायु की गुणवत्ता में काफी गिरावट आ चुकी है जिससे वर्तमान कृषि उत्पादन की सततता बनाए रखना अत्यधिक कठिन प्रतीत होता है। रासायनिक (परंपरागत) खेती से उत्पादित बहुत से खाद्य पदार्थों में पीड़कनाशियों एवं अन्य जहरीले रसायनों के अवशेष पाए जा रहे हैं। कई बार तो इन अवशेषों का स्तर खाद्य पदार्थों में अनुमत सीमा से भी कई गुना अधिक होता है। इस तरह के खाद्य पदार्थों का लगातार उपभोग करने से जानवरों एवं मनुष्यों में कई प्रकार के असाध्य रोग आ जाते हैं। जैविक खेती को अपनाकर उपरोक्त में से कई समस्याओं का समाधान किया जा सकता है।

जैविक उत्पादन के घटक

जैविक खेती के चार प्रमुख चरण हैं – जैविक मानक, प्रमाणीकरण, तकनीकी पैकेज एवं विपणन। जैविक उत्पादन के मानकों का अर्थ उन नियमों एवं अधिनियमों को अपनाए जाने से है जिनके आधार पर जैविक आधार पर उत्पादन किया जाए अथवा जैविक उत्पादों को बनाया जाए अथवा उनका प्रसंस्करण किया जाए। उत्पादों पर किस तरह से लेबल (नामपत्र) लगाया जाए। परंपरागत खेती से जैविक खेती के रूपान्तरण के क्या नियम हों। फसल उत्पादन में किन-किन विधियों एवं सामग्रियों का प्रयोग किया जाए। इन सभी बातों का उल्लेख जैविक मानकों में किया जाता है।

प्रमाणीकरण वह प्रक्रिया है जिसके द्वारा प्रमाणीकरण एजेंसी (संस्था) द्वारा एक लिखित आश्वासन दिया जाता है की एक स्पष्ट रूप से निर्धारित उत्पादन अथवा प्रसंस्करण प्रणाली का विधिवत ढंग से मूल्यांकन किया गया है और विनिर्दिष्ट आवश्यकताओं के अनुरूप है। विभिन्न राज्यों में अनेक संस्थाएं जैविक प्रमाणीकरण का कार्य कर रही हैं। भारत में जैविक पदार्थों का प्रमाणीकरण दो प्रकार से किया जाता है- तृतीय पक्ष प्रमाणीकरण एवं सहभागिता गारंटी प्रणाली (पार्टिसिपेटरी गारंटी सिस्टम: पी जी एस- इंडिया)। विभिन्न फसलों के जैविक उत्पादन के लिए तकनीकी जानकारियों का विकास चल रहा है और काफी हद तक जानकारी उपलब्ध है।

जैविक खेती में फसल चक्रों का समावेश आवश्यक

जैविक खेती से जैव विविधता का बहुमुखी विकास होता है। जैविक खेती में पोषक तत्व एवं पीड़क-प्रबंधन के लिए फसल विविधीकरण और फसल चक्रों पर विशेष जोर दिया जाता है जो मृदा के ऊपर एवं अंदर जैव विविधता को बढ़ाते हैं। मृदा के अंदर एवं बाहर रहने वाले मित्र कीटों एवं अन्य जीवों की संख्या में वृद्धि होती है, जबकि फसल के लिए हानिकारक जीवों की संख्या में कमी आती है। एक अनुसंधान में परंपरागत फार्म की तुलना में जैविक फार्म पर चमगादड़ों की अधिक संख्या पाई गई है। जैविक खेती में फसल चक्रों पर विशेष बल दिया जाता है। इन फसल चक्रों में दलहनी और फलियों वाली फसलों का शामिल किया जाना चाहिए। साथ ही समय-समय पर हरी खाद की फसलों को भी शामिल किया जाना चाहिए। फसल चक्रों में ऐसी फसलों को शामिल किया जाए जिनके लिए पर्याप्त विपणन सुविधाएं भी उपलब्ध हों।

फसल चक्र एक वर्ष से लेकर तीन या चार वर्ष का हो सकता है। लगातार एक प्रकार की फसलों को उगाने से मिट्टी की उर्वरा शक्ति में गिरावट आ जाती है। साथ ही कीड़े-मकोड़ों, बीमारियों और खरपतवारों का नियंत्रण भी एक गंभीर समस्या बन जाती है। उदाहरण के लिए लगातार धान-गेहूं फसल-चक्र अपनाएने से गेहूंसा (गुल्ली डंडा) खरपतवार की बढ़वार अधिक होती है जो गेहूं की पैदावार पर प्रतिकूल प्रभाव डालता है। धान के कुछ कीट गेहूं की फसल को नुकसान पहुँचा सकते हैं। अतः ऐसी परिस्थिति में इस फसल चक्र धान-गेहूं का विविधीकरण करके उपरोक्त समस्याओं का निवारण किया जा सकता है। धान-गेहूं फसलचक्र के स्थान पर धान-आलू, धान-बरसीम, धान-सूरजमुखी अथवा धान-गेहूं -मूंग, आदि फसलचक्रों को अपनाया जा सकता है। यदि संभव हो तो फसलचक्र में हरी खाद को शामिल किया जा सकता है।

जैविक खेती में पोषक तत्व प्रबंधन

- जैविक खेती में पोषक तत्व प्रबंधन के लिए किसानों को निम्न तथ्यों पर ध्यान देना चाहिए:
- किसी भी कृत्रिम अथवा संश्लेषित उर्वरकों का प्रयोग वर्जित होता है।
- फसल चक्रों में दलहनी एवं हरी खाद फसलों को शामिल करके।
- पोषक तत्वों की हानियों (मृदा क्षरण) को कम किया जाए।
- मृदा में भारी धातु (पारा, कैडमियम, आर्सेनिक) न पहुंचे।
- मृदा का सही पी एच बनाया जाए।
- अकृत्रिम अथवा प्राकृतिक खनिज उर्वरकों का प्रयोग (जिप्सम, रॉक फॉस्फेट) किया जा सकता है।

- कम्पोस्ट, वर्मिकम्पोस्ट (केंचुआ खाद), गोबर की खाद का प्रयोग लाभकारी होता है।
- फसल अवशेषों का प्रयोग।
- जैव उर्वरक (राइज़ोबियम, एजोस्फिरिलम, एजोटो बैक्टीर, एजोटोमोनास, माइक्रोराइजा, पी.एस.बी., धान में नील हरित शैवाल, आदि)।



चित्र 1: कृषि में पोषक प्रबंधन के लिए हरी खाद का उपयोग

जैविक खेती में कीटों, रोगों और खरपतवारों का प्रबंधन

जैविक खेती में कीटों, रोगों एवं खरपतवारों के प्रबंधन के लिए किसानों को निम्न तथ्यों पर ध्यान देना चाहिए:

- कृत्रिम पीड़कनाशियों (कीटनाशी, कवकनाशी, जीवाणुनाशी, शाकनाशी) का प्रयोग वर्जित रहता है।
- कृत्रिम वृद्धि नियामकों एवं रंगों का प्रयोग सर्वथा वर्जित है।
- आनुवांशिक रूप से निर्मित जीवों तथा उत्पादों का प्रयोग भी वर्जित है।
- निवारक एवं सस्य-विधियों का प्रयोग (बुवाई का समय एवं विधि, पादप संख्या, सिंचाई, फसल चक्र आदि)।
- कीटों एवं रोगों के प्राकृतिक शत्रुओं की संख्या बढ़ाने पर ध्यान।
- चिड़ियों के घोंसलों को नष्ट न किया जाए।
- अनुमत्त यांत्रिक एवं भौतिक विधियों (प्रकाश प्रपंच) का समुचित प्रयोग।
- शत्रु कीटों के जीवन चक्र में बाधा उत्पन्न करना।
- आवश्यकतानुसार नीम के तेल का प्रयोग।
- कीटों अथवा खरपतवारों के परजीवी शिकारियों का प्रयोग।
- आवश्यकतानुसार सिरका, चूना, गंधक, हल्के खनिज तेल का प्रयोग।
- मशरूम और क्लोरेला (हरा शैवाल) के अर्क का प्रयोग।
- विषाणु विनिर्मित पदार्थ (एनपीवी); कवक विनिर्मित पदार्थ (ट्राइकोडर्मा); जीवाणु विनिर्मित पदार्थ (बेसिलस), परजीवी और परभक्षी आदि का आवश्यकतानुसार उपयोग।

जैविक फसलों में खरपतवार नियंत्रण

जैविक खेती में खरपतवार प्रबंधन तकनीकों की विस्तृत विवेचना से पूर्व यह जानना आवश्यक है कि खरपतवार क्या हैं और इनका जैविक खेती में किस प्रकार प्रबंधन किया जाए। खरपतवार वह पौधा है जो कि किसी परिस्थिति में कृषि के लिए लाभदायक की तुलना में अधिक हानिकारक होते हैं। कृषि के प्रारंभिक समय से ही कृषक खेतों में उपस्थित खरपतवारों से संघर्ष करते रहे हैं। खरपतवार फसलों से जल, सूर्य प्रकाश, स्थान और पोषक तत्वों के लिए प्रतियोगिता करके फसल उत्पादन को घटा देते हैं। इनके अलावा और भी बहुत से हानिकर एवं अवांछित प्रभाव खरपतवार के द्वारा फसल उत्पाद एवं पशु उत्पाद पर पड़ते हैं। फसल की उत्पादन हानि से बचाव के लिए फसल को खरपतवार मुक्त रखा जाता है अन्यथा उत्पादन में काफी हानि होती है। जैविक खरपतवार नियंत्रण में निम्न तकनीकों अथवा विधियों का उपयोग लाभकारी सिद्ध होगा।

भूपरिष्करण/ गहरी जुताई

भूपरिष्करण पद्धति के माध्यम से मृदा में दबे हुए खरपतवारों के बीज गहराई में चले जाते हैं या उनका स्थान बदल जाता है, जिससे वे अंकुरित नहीं हो पाते और खेत की ऊपरी सतह पर खरपतवारों की समस्या में उल्लेखनीय कमी आती है। जुताई खरपतवारों के बीजों के अंकुरण में सहायक होती है जिससे इनको यांत्रिक विधियों से आसानी से नियंत्रित किया जा सकता है। गर्मी की जुताई से बहुवर्षीय खरपतवारों की जड़ें भूमि की सतह पर आ जाते हैं जो सूर्य की तीव्र रोशनी से सूखकर मर जाते हैं। जुताई करने से खरपतवार उखड़ जाते हैं या मिट्टी में गहराई पर दब कर नष्ट हो जाते हैं। यदि गर्मी के दिनों में खेतों की गहरी जुताई करके छोड़ दिया जाए तो खरपतवारों के बीज व कंद जमीन के उपर आ जाते हैं तथा तेज धूप में अपनी अंकुरण क्षमता खोकर निष्क्रिय हो जाते हैं। इस विधि से कीटों एवं बीमारियों का प्रकोप भी काफी कम हो जाता है। खरपतवारों को नष्ट करने की यह पद्धति वहाँ अपनाई जा सकती है, जहाँ गर्मी में कोई भी फसल न ली जाती हो।

स्वच्छता

इसके द्वारा खेत में नए खरपतवारों के प्रवेश को रोकने के अलावा खेत में खरपतवारों के बीजों की संख्या को कम करने में भी मदद मिलती है।

फसल चक्र

फसल चक्र विभिन्न फसलों को सुव्यवस्थित क्रम में परिवर्तन करके फसल उगाना फसल चक्र कहलाता है। फसल चक्र लम्बे समय के लिए खरपतवार नियंत्रण के लिए महत्वपूर्ण होता है। इसी प्रकार फसल चक्र में खेत को खाली छोड़ना बहुवर्षीय खरपतवारों को कम कर देता है। सामान्यतया एकवर्षीय खरपतवारों के नियंत्रण के लिए यह विधि अधिक लाभकारी होती है।

आच्छादन फसलें

आच्छादन फसलें ऐसी फसलें हैं जिनका विकास तेजी से होता है एवं भूमि सतह को सघनता से आच्छादित कर लेती है जिससे खरपतवारों की वृद्धि को दबा दिया जाता है। इसके साथ-साथ आच्छादन फसलों के अवशेष जब सड़ते-गलते हैं तो उनसे विषैले रसायन पैदा होते हैं जो कि खरपतवारों के बीजों के अंकुरण एवं विकास में बाधा पहुंचाते हैं।

अन्तर्वर्ती खेती

अन्तर्वर्ती खेती में मुख्य फसल की दो कतारों के बीच में ऐसी फसल लगा दी जाती है जो कि खरपतवारों की वृद्धि को दबा देती है। अंतर्वर्ती फसलों के लिए फसल का चुनाव इस प्रकार करना चाहिए उनके विकास को रोक देती है तथा मुख्य फसलों को भी प्रभावित नहीं करती है।

पलवार (मल्लिचंग)

पलवार का उपयोग मृदा-सतह को ढककर किया जाता है। यह पलवार खरपतवार के बीजों के अंकुरण को रोकती है और साथ ही अंकुरित खरपतवारों की वृद्धि को दबा देती है। साथ ही प्रकाश की रौशनी भी खरपतवारों तक नहीं पहुँचती है जिससे वे मर जाते हैं। सजीव पलवार वे पौधे प्रजातियाँ हैं जो अत्यधिक घनी उगती हैं एवं धरातल में पूर्ण से छा जाती है जैसे जंगली पालक, बरसीम, रिजका आदि। सजीव पलवार को फसल बुवाई या फसल स्थापित होने के पूर्व या बाद दोनों स्थितियों में लगाया जा सकता है। इनका उद्देश्य मृदा की संरचना में सुधार, उर्वरा शक्ति में वृद्धि एवं पीड़क समस्या को कम करना होता है तथा खरपतवार नियंत्रण इसके द्वारा अतिरिक्त लाभ के रूप में होता है। जैविक पलवार के रूप में कम्पोस्ट खाद पुआल, सूखी घास पत्तियाँ पौधे की छाल, फसल अवशेष, इत्यादि का उपयोग किया जा सकता है। पलवार के रूप में इनके द्वारा प्रभावी खरपतवार नियंत्रण होता है। कार्बनिक/जैविक पलवार के लिए पुआल का उपयोग बहुत ही प्रभावी होता है।

फसलों की बुवाई का समय

बुवाई के समय में परिवर्तन करके खरपतवारों के प्रकोप को कम किया जा सकता है। इन उगे हुए खरपतवारों को जुताई द्वारा नष्ट करने के बाद फसल की बुवाई करना लाभकारी होता है।

किस्म का चुनाव

जैविक कृषि में खरपतवार नियंत्रण हेतु ऐसी फसल किस्म का चुनाव करना चाहिए जो शीघ्र उगने वाली हो एवं उसका क्षेत्राच्छान अधिक हो।

अन्य उपाय

सिंचाई एवं जल निकास नालियों में भारी मात्राओं में खरपतवार पनपते रहते हैं और यहां से इनका फैलाव खेतों तक होता रहता है। इनके दबाव में कमी लाई जा सकती है।

हाथ से निकाई

यह खरपतवारों पर नियंत्रण पाने की सरल व प्रभावपूर्ण तथा उत्तम विधि है। फसलों की आरंभिक अवस्था बुआई के 15-45 दिन के मध्य का समय खरपतवारों से प्रतियोगिता की दृष्टि से महात्वपूर्ण समय है। परिणामस्वरूप, आरंभिक अवस्था में ही फसलों को खरपतवार से मुक्त करना फसल के लिए अधिक लाभदायक होता है। बुआई के 20 दिनों के बाद ही खुरपी या डच हो से पहली निकाई करके खेत को खरपतवार रहित करना आवश्यक होता है जिससे खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण किया जा सके।

यांत्रिक विधियां

खरपतवारों को नियंत्रण में रखने के लिए कई तरीकों का प्रयोग किया जाता है। जब खरपतवार इतने बड़े हो जाएँ कि उन्हें हाथ से आसानी से पकड़ा जा सके, तब उन्हें हाथ से उखाड़ना प्रभावी होता है। इसी प्रकार, हस्तचालित यंत्रों (जैसे डच हो या ग्रबर) से निराई-गुड़ाई करके भी खरपतवार नष्ट किए जा सकते हैं। यदि एकवर्षीय खरपतवारों को बीज बनने से पहले ही निकाल दिया जाए तो इनकी वृद्धि पर बेहतर नियंत्रण पाया जा सकता है। बंसीजया (जलभराव विधि) द्वारा भी खरपतवार नियंत्रण संभव है, जिसमें पर्याप्त पानी उपलब्ध होने पर खेत में खरपतवारों को पानी में डुबाकर रखा जाता है। परिणामस्वरूप उन्हें प्रकाश और श्वसन के लिए आवश्यक ऑक्सीजन नहीं मिल पाती और वे नष्ट हो जाते हैं। हाथ से चलने वाले गुड़ाई यंत्रों का उपयोग विशेष रूप से उन्हीं खेतों में अधिक प्रभावी होता है जहाँ फसलें पंक्तिबद्ध तरीके से बोई गई हों।

तापीय खरपतवार नियंत्रण

खरपतवार नियंत्रण में लपट-कारक (फलेमर्स) बहुत ही उपयोगी सिद्ध हुए हैं। तापीय खरपतवार नियंत्रण में लापट-कारक यंत्रों का उपयोग लपट/ज्वाला एवं पौधों के बीच सीधा संपर्क बनाने के लिए किया जाता है। फल बगानों जैसे सेव एवं नाशपाती के बगानों में लपट-कारक उपचार खरपतवारों की वृद्धि को रोकने में सफल पाया गया है। जैविक विधियां, जैविक कृषि में खरपतवार नियंत्रण के लिए काफी उपयोगी सिद्ध हुई हैं। एलीलोपैथी द्वारा किसी पौधे का दूसरे पड़ोसी पौधे के अंकुरण, वृद्धि एवं विकास पर प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्ष प्रतिकूल रासायनिक प्रभाव पड़ता है। एलीलोपैथिक रसायन बेन्जोइक अम्ल, सिनामिक अम्ल, फिनॉलिक अम्ल, बेन्जो क्विनिन् हाइड्रोक्विनिन्स, क्युमैरिन्स, थियोपिन्स, साइनीओल्स आदि हैं। लाभदायी जीवधारी खरपतवारों की संख्या के प्रबंधन के लिए परभक्षी एवं परपोषी सूक्ष्म जीवों एवं कीटों के उपयोग पर बहुत कम अनुसंधान किया गया है। जलीय खरपतवार सैलविनिया के लिए घुन तथा स्केलेटान खरपतवार के लिए चूर्णी एवं नागफनी आदि।

मृदा सौर्यकरण

पौधशाला की मृदा को सूर्य के प्रकाश में शोधन करने की प्रक्रिया को मृदा सौर्यकरण कहते हैं। इसके लिए सर्वप्रथम पौधशाला वाली जगह में क्यारी बना कर जुताई करें तथा सिंचाई कर मिट्टी को नम कर लें। अब क्यारी को 200 गेज वाली पारदर्शी पॉलीथिन की चादर से इस प्रकार ढकते हैं कि अन्दर की हवा बाहर न निकले। यह कार्य ग्रीष्मकाल में करते हैं। ऐसा करने से क्यारी का तापमान 48 – 52° से. तक पहुँच जाता है जिससे हानिकारक कीट एवं जीवाणुओं का नाश हो जाता है। लम्बे समय तक उच्च तापमान बने रहने से मृदा में पाए जाने वाली कई प्रजातियों के खरपतवारों के बीज मर जाते हैं। 2-3 सप्ताह बाद इन चादरों को हटाकर बीज की बुवाई करते हैं। यदि मृदा सौर्यकरण के समय पॉलीथिन ढकने से पहले मिट्टी में सरसों कुल के पौधे को काट कर मिला दिया जाये तो फ्यूजेरियम, पीथियम तथा स्कलेरोसियम रोग का प्रभाव कम होता है। साथ ही मृदा में उपस्थित फॉस्फोरस, पोटाश व अन्य सूक्ष्म तत्वों की उपलब्धता पौधे हेतु बढ़ जाती है। इससे फसलों की वृद्धि और विकास पर भी अनुकूल प्रभाव पड़ता है। मृदा सौर्यकरण से कार्बन डाइऑक्साइड का उत्सर्जन नगण्य होता है और पर्यावरण को कोई विशेष नुकसान नहीं पहुँचता। अतः जैविक खेती में खरपतवार, बीमारी व कीड़ों के प्रबंधन में इस विधि को विशेष स्थान दिया जाना चाहिए।

जैविक खेती में फसल उत्पादकता

विश्व और भारत में किए गए अनेक कृषि अनुसंधान परिणामों से ज्ञात हुआ है कि परंपरागत खेती की तुलना में जैविक खेती से उत्पादन से आरंभिक 3 रूपांतरण वर्षों के दौरान उत्पादन में लगभग 10-35% तक गिरावट आती है। वर्षा-आधारित (बारानी) क्षेत्रों में सिंचित क्षेत्रों की तुलना में जैविक उत्पादन में बहुत ही कम कमी आती है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि बारानी क्षेत्रों में पहले से ही आधुनिक निवेशों (कृत्रिम उर्वरक एवं रसायन) का प्रयोग न के बराबर होता रहा है और साथ ही जैविक खेती अपनाने से मृदा में जैव पदार्थ बढ़ता है जिससे फसलों की सूखा सहने की क्षमता में बढ़ोत्तरी होती है और फसल उत्पादन प्रभावित नहीं होता है। कुछ ऐसी भी रिपोर्ट्स हैं कि दीर्घकाल में यह उत्पादन अंतर और कम हो जाता है। बहुत से अनुसंधान परिणामों में परंपरागत और जैविक कृषि की पैदावार में कोई अंतर नहीं पाया गया है।

भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, पूसा, नई दिल्ली में जैविक खेती पर बासमती धान – गेहूं फसल चक्र पर दीर्घकालिक अनुसंधान किए गए। परिणामों में पाया गया कि जैविक विधि से उगाए गए बासमती धान की दस वर्षों की औसत उपज 4.5 टन/हेक्टेयर थी, जबकि परंपरागत विधि से बासमती धान उगाने पर लगभग इतनी ही उपज प्राप्त होती है। हालांकि फसल चक्र में शामिल जैविक गेहूं की उपज में परंपरागत गेहूं की तुलना में लगभग 1.5 टन/हेक्टेयर की गिरावट आई। भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि प्रणाली अनुसंधान संस्थान, मोदीपुरम, मेरठ (उत्तर प्रदेश) के द्वारा जैविक खेती पर देश के विभिन्न राज्यों में एक नेटवर्क परियोजना चलाई जा रही है, जिसके 8 फसल-चक्रीय वर्ष पूर्ण हो चुके हैं। इस परियोजना के 8 फसल-चक्रीय वर्ष पूर्ण होने पर मुख्य रूप से निम्नलिखित परिणाम प्राप्त किए गए हैं:

- बासमती धान, सोयाबीन, लहसुन, मूँगफली, फूलगोभी और टमाटर फसलों की जैविक खेती से प्राप्त उपज परंपरागत खेती से प्राप्त उपज से 4 – 6% अधिक थी।
- मूँग, प्याज, मिर्च, बंदगोभी और हल्दी फसलों की जैविक खेती से प्राप्त उपज परंपरागत खेती से प्राप्त उपज से 7 – 14% अधिक थी।
- गेहूं, सरसों, मसूर, आलू और राजमा की फसलों की जैविक खेती से प्राप्त उपज परंपरागत खेती से प्राप्त उपज से 5 – 8% कम थी।
- 6 वर्षों में जैव-कार्बन की मात्रा जैविक खेती करने से 22% बढ़ गई।
- जैविक खेती करने से परियोजना के सभी केन्द्रों पर सूक्ष्म-जीवों की संख्या में वृद्धि पाई गई।

जैविक खेती से आय

जैविक उत्पादों के निर्यात को बढ़ाकर इनसे प्राप्त आय को बढ़ाया जा सकता है। भारत देश जैविक विधि से उत्पादित सोयाबीन, कपास, गन्ना, तिलहन, दलहन, बासमती धान, मसाले, चाय, फल, सूखे फल, सब्जियाँ, कॉफी और उनसे प्राप्त मूल्य-संवर्धित उत्पादों का निर्यात करता है। आमतौर पर बाज़ार में जैविक उत्पाद कुछ महंगे मिलते हैं और आम आदमी की पहुँच से दूर होते हैं। परंतु जो उपभोक्ता इन महंगे उत्पादों को खरीद सकते हैं उन्हें ऐसा कर लेना चाहिए क्योंकि इन उत्पादों से मानव स्वास्थ्य अच्छा रहता है। जैविक खेती को अपनाकर कृषि आय में वृद्धि की

जा सकती है। क्योंकि जैविक उत्पादन में लगभग 15-20% लागत कम आती है और जैविक उत्पादों की बिक्री पर 25-50% तक प्रीमियम (अधिक मूल्य) मिलता है। अतः यदि जैविक खेती में फसलों का उचित प्रकार से प्रबंधन किया जाए तो अच्छी आमदनी की प्राप्ति होगी।

भारत में जैविक खेती के प्रसार की संभावनाएं

देश में वर्तमान समय में सीमित भूमि पर जैविक खेती की जा रही है। यह तो संभव ही नहीं है कि देश की समस्त खेती वाली भूमि को जैविक खेती में परिवर्तित कर दिया जाए क्योंकि खाद्य सुरक्षा की निरंतरता को बनाए रखने के लिए परंपरागत खेती भी आवश्यक है। विभिन्न राज्यों की चुनिंदा भूमियों और क्षेत्रों में जैविक खेती को अपनाया जा सकता है। खासकर उन क्षेत्रों में जहां रासायनिक उर्वरकों और कृत्रिम पीड़कनाशियों का खेती में पहले ही से न्यूनतम प्रयोग हो रहा है। दूसरी तरफ सिंचित क्षेत्रों में भी, जहां रासायनिक उर्वरकों और कीटनाशकों का उपयोग अपेक्षाकृत अधिक होता है और भूमि की उपजाऊ क्षमता में भी कमी आ चुकी है, जैविक खेती को अपनाकर मृदा एवं पर्यावरण स्वास्थ्य में वृद्धि की जा सकती है। फसल उत्पादन (कृषि) के अतिरिक्त पशुपालन, मुर्गीपालन, मधुमक्खीपालन, मछलीपालन एवं डेयरी, आदि को भी जैविक विधियों से किया जा सकता है। इससे कृषकों की आय-वृद्धि की भरपूर संभावनाएं हैं। चूंकि जैविक उत्पादन में प्रमाणीकरण एक महत्वपूर्ण प्रक्रिया है जिसमें किसानों को काफी पैसा खर्च करना पड़ता है। अतः प्रमाणीकरण में आने वाले खर्च को कम करने की नितांत आवश्यकता है जिससे कि लघु एवं सीमांत किसान भी जैविक उत्पादन कर सकें। इससे जैविक खेती को प्रोत्साहन मिलेगा। साथ ही आरंभ के कुछ वर्षों में, खासकर परिवर्तन अथवा रूपांतरण काल में, जैविक खेती से कम उपज प्राप्त होती है। अतः इस प्रारम्भिक अवधि के दौरान किसानों को उचित मुआवजा भी मिले।

जैविक खेती में रोजगार के अवसर

- जैविक बीज उत्पादन से रोजगार की प्राप्ति संभव है। चूंकि जैविक बीज की उपलब्धता में काफी कमी है इसलिए कृषक बीज पैदा करके इसकी उपलब्धता बढ़ा सकते हैं जिससे उनकी आय में वृद्धि के साथ-साथ जैविक खेती के उत्पादन-क्षेत्र में भी वृद्धि होगी।
- जैविक खेती से प्राप्त कच्चे पदार्थों का ग्रामीण स्तर पर मूल्य-संवर्धन किया जा सकता है। किसान अपने जैविक उत्पादों का प्राथमिक खाद्य प्रसंस्करण करके अधिक मुनाफा कमा सकते हैं। फल, सब्जियों एवं दालों आदि से सम्बंधित प्रसंस्करण इकाइयों को स्थापित करके रोजगार के अवसरों एवं आय में पुनः वृद्धि की जा सकती है।
- जैविक खेती में अनेक आदानों का प्रयोग होता है। उदाहरण के लिए जैविक खेती में कम्पोस्ट, वर्मीकम्पोस्ट, गोबर गैस स्लरी, जैव-पीड़कनाशियों, जैव उर्वरकों आदि की आवश्यकता होती है। अतः उपरोक्त आदानों का उत्पादन एवं विपणन ग्रामीणों द्वारा स्वयं किया जा सकता है जिससे काफी ग्रामीण युवक रोजगार की प्राप्ति कर सकते हैं।
- यदि ग्रामीणों को जैविक खेती पर उपयुक्त प्रशिक्षण दिया जाता है तो इससे उनके कौशल का विकास होगा जिससे अंततः उनका आत्मविश्वास बढ़ेगा और वे रोजगार का सृजन कर सकेंगे।
- ग्रामीण उत्पादक अपने उत्पादों का स्वयं विपणन करके भी रोजगार की प्राप्ति कर सकते हैं।

- जैविक प्रमाणीकरण में भी काफी व्यक्तियों को रोज़गार की प्राप्ति होती है।
- चूंकि जैविक खेती में फसल-विविधीकरण एवं फसल-चक्रों पर विशेष बल दिया जाता है, अतः इससे वर्ष भर रोज़गार के अवसरों की उपलब्धता रहती है।

भारत में जैविक खेती के विकास में बाधाएं

- जैविक बीजों की कमी।
- किसान से उपभोक्ता तक कुशल विपणन प्रणाली का अभाव। अक्सर किसानों को कम मूल्य मिलता है और उपभोक्ता को अधिक कीमत चुकानी पड़ती है।
- कुछ मामलों में फसल की पैदावार में कमी आ जाती है, विशेष जैविक खेती अपनाते के आरंभ के कुछ वर्षों में। कई बार कम पैदावार मिलने से किसानों में जैविक खेती के प्रति मोह भंग हो सकता है। हालांकि सर्वथा ऐसा नहीं है। उपयुक्त प्रशिक्षण प्राप्त करके एवं जैविक खेती की वैज्ञानिक विधियों को अपनाकर फसल उत्पादन में वृद्धि की जा सकती है।
- रूपांतरण अवधि के दौरान कम आय जैविक खेती के प्रसार में बाधा बनती है।
- किसानों को जैविक उत्पादों की प्रीमियम कीमतों की अनुपलब्धता।
- फसल, मिट्टी और जलवायु परिस्थितियों के लिए प्रौद्योगिकी पैकेजों का अभाव। जैविक उत्पादन प्रणालियों में खरपतवार, कीट-पीडक और रोगों के प्रबंधन के लिए पर्यावरण-अनुकूल तकनीकों को विकसित करने के लिए और अधिक शोधों की आवश्यकता है।
- जैविक खाद और जैव उर्वरकों की सीमित उपलब्धता।
- प्रमाणीकरण प्रक्रियाओं में जटिलताएं एवं अधिक खर्च।
- जैविक क्षेत्र में संगठनों के बीच कमजोर संबंध।
- बुनियादी सुविधाओं का अभाव।
- कुछ आदानों की उच्च लागत।

अपनी विविध भौगोलिक और जलवायु परिस्थितियों के कारण जैविक कृषि लाभप्रद स्थिति में है। भारत में बरसाती क्षेत्रों/शुष्क क्षेत्रों/पर्वतीय क्षेत्रों में जैविक कृषि का क्षेत्रफल बढ़ाने की अत्यधिक संभावना है। ऐसे अनेक क्षेत्र हैं जो पहले से ही जैविक हैं और उनको जैविक के तौर पर प्रमाणित किया जा सकता है। अनुसंधान परिणामों से सिद्ध हो चुका है कि यदि इन भूमियों का जैविक प्रबंधन किया जाए तो इनसे उत्पादन हो सकता है। इसलिए, ऐसे क्षेत्रों का विशेषतः सूखे की बढ़ती बारंबारता को ध्यान में रखते हुए अधिक से अधिक जैविक कृषि के लिए उपयोग किया जाए। जैविक निविष्टियों और पैदावार (जैविक उत्पादों) के निर्यात एवं विपणन में भी बहुत संभावनाएं हैं। देश में निर्यात के अवसर बढ़ रहे हैं। साथ ही साथ जैविक खाद्य के लिए स्थानीय मांग में भी वृद्धि हो रही है। जैविक खेती में बाह्य फार्म निवेशों एवं ऊर्जा उपयोग पर निर्भरता में कमी आती है, और कृषि आय में वृद्धि होती है। मृदा, जल, वायु और पर्यावरण स्वास्थ्य में भी वृद्धि होती है। आरंभ के कुछ वर्षों में फसलों की उत्पादकता कम होती है। यदि जैविक खेती में उपयुक्त

फसल पद्धतियों एवं समुचित फसल प्रबंधन को अपनाया जाए तो परंपरागत खेती के बराबर अथवा उससे अधिक फसल उपज की प्राप्ति की जा सकती है। अच्छी पैदावार लेने के लिए उचित फसल चक्रों एवं फसल विविधीकरण को अपनाना आवश्यक है। साथ ही उपयुक्त पोषक तत्व, कीट- एवं रोग-प्रबंधन भी जरूरी है। जैविक खेती के माध्यम से किसानों को समृद्ध एवं आत्मनिर्भर बनाने की अपार संभावनाएं हैं। ग्रामीण युवाओं के रोजगार के लिए एक महान अवसर जैविक उत्पादों और आदानों के उत्पादन, प्रसंस्करण और विपणन में मौजूद है।

हरी खाद

हरी खाद वह प्राकृतिक खाद है जो मुख्य रूप से विशेष प्रकार की फसलों (जैसे ढैंचा, सनई, मूँग, उड़द आदि) को खेत में उगाकर, एक निश्चित अवस्था में उन्हें जुताई कर मिट्टी में मिला देने से प्राप्त होती है। यह प्रक्रिया मिट्टी में जैविक पदार्थों की मात्रा बढ़ाने के साथ-साथ उसमें पोषक तत्वों की आपूर्ति करती है, विशेष रूप से नाइट्रोजन की। हरी खाद मिट्टी की उर्वरता, संरचना, जल धारण क्षमता और जैविक सक्रियता को बेहतर बनाती है, जिससे फसल उत्पादन में सुधार होता है। इसके उपयोग से मिट्टी में लाभकारी सूक्ष्मजीवों की संख्या बढ़ती है और मिट्टी का क्षरण भी कम होता है। यह विधि पर्यावरण के लिए भी अनुकूल है क्योंकि इससे रासायनिक उर्वरकों की आवश्यकता कम हो जाती है, जिससे भूमि, जल और वातावरण पर रासायनिक प्रदूषण का प्रभाव घटता है। हरी खाद न केवल मिट्टी को उपजाऊ बनाती है बल्कि किसानों को आत्मनिर्भर बनाकर सतत और जलवायु सहनशील कृषि की ओर एक सकारात्मक कदम भी है। यह एक सरल, सस्ता और टिकाऊ विकल्प है जो छोटे और सीमांत किसानों के लिए विशेष रूप से लाभकारी सिद्ध हो सकता है। बिना सड़े-गले हरे पौधे (दलहनी अथवा अदलहनी अथवा उनके भाग) को जब मृदा की नाइट्रोजन या जीवांश की मात्रा बढ़ाने के लिए खेत में दबाया जाता है तो इस क्रिया को हरी खाद देना कहते हैं। सीमित संसाधनों के समुचित उपयोग हेतु कृषक एक फसली, द्वीफसली कार्यक्रम व विभिन्न फसल चक्र अपना रहे हैं जिससे मृदा का लगातार दोहन हो रहा है और उसमें उपस्थित पौधों की बढ़वार के लिए आवश्यक पोषक तत्व नष्ट होते जा रहे हैं। इस क्षतिपूर्ति हेतु विभिन्न तरह के उर्वरक व खाद का उपयोग किया जाता है। उर्वरक द्वारा मृदा में सिर्फ आवश्यक पोषक तत्व जैसे नाइट्रोजन फास्फोरस, पोटैश, जिंक इत्यादि की पूर्ति होती है।

मिट्टी की उर्वरा शक्ति, जीवाणुओं की मात्रा एवं क्रियाशीलता पर निर्भर रहती है क्योंकि बहुत सी रासायनिक क्रियाओं के लिए सूक्ष्मजीवों की आवश्यकता रहती है। जीवित व सक्रिय मृदा वही कहलाती है जिसमें अधिक से अधिक जीवांश हो। जीवाणुओं का भोजन प्रायः जैविक पदार्थ ही होते हैं। इनकी अधिकता से मृदा की उर्वरा शक्ति पर प्रभाव पड़ता है। केवल जैविक खादों जैसे गोबर खाद, हरी खाद, जीवाणु खाद द्वारा ही स्थायी रूप से मृदा की क्रियाओं को बढ़ाया जा सकता है जिसमें हरी खाद प्रमुख है। इस क्रिया में अधिकांशतः हरे दलहनी पौधों के वानस्पतिक सामग्री को उसी खेत में उगाकर मिट्टी में मिला देते हैं।

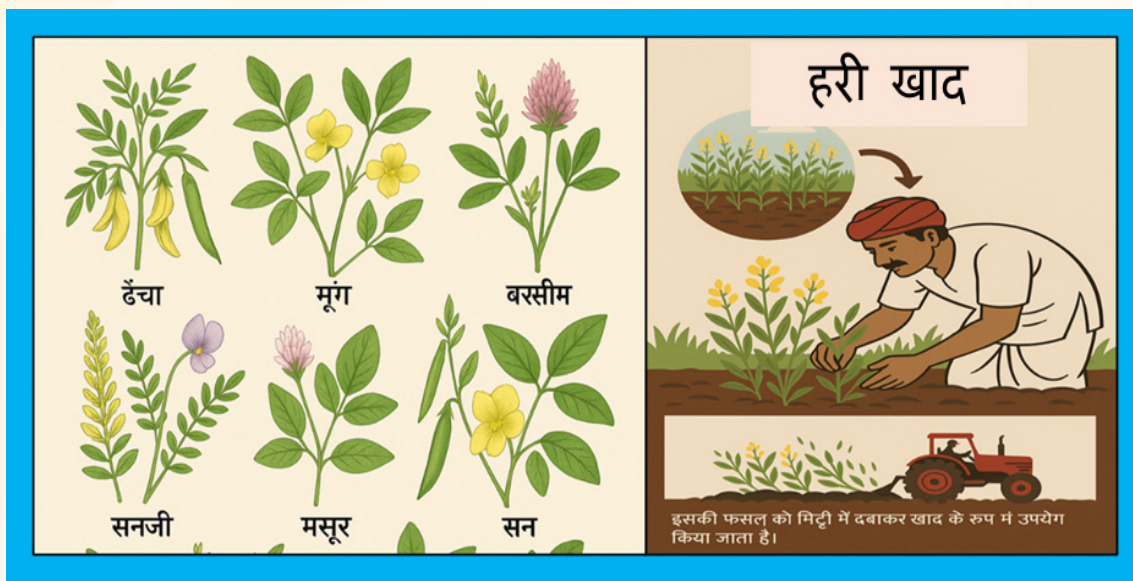
हरी खाद फसल के आवश्यक गुण

1. फसल में वानस्पतिक भाग अधिक व तेजी से बढ़ने वाली हो।
2. फसलों के वानस्पतिक भाग मुलायम और बिना रेशे वाले हों ताकि जल्दी से मिट्टी में मिल जायें।
3. फसलों की जड़े गहरी हों ताकि नीचे की मिट्टी को भुरभुरी बना सकें और नीचे की मिट्टी के पोषक तत्व ऊपरी सतह पर इकट्ठा हो सकें।

4. फसलों की जड़ों में अधिक ग्रंथियां हो ताकि वायु की नाइट्रोजन को अधिक मात्रा में स्थिरीकृत कर सकें।
5. फसलों का उत्पादन खर्च कम हो तथा प्रतिकूल अवस्था जैसे अधिक ताप, वर्षा इत्यादि के प्रति सहनशील हो।

हरी खाद उगाने की विधि

सिंचित अवस्था में मानसून आने के 15 से 20 दिन पूर्व या असिंचित अवस्था में मानसून आने के तुरंत बाद खेत अच्छी प्रकार से तैयार कर हरी खाद की फसल के बीज बोना चाहिए। हरी खाद बोने के समय 80 कि.ग्रा. नाइट्रोजन तथा 40-60 कि.ग्रा./हे. फॉस्फोरस देना चाहिए। इसके बाद जो दूसरी फसल लेनी हो उसमें फॉस्फोरस की मात्रा देने की आवश्यकता नहीं होती। तथा नाइट्रोजन में भी 50 प्रतिशत तक की बचत की जा सकती है। जब फसल की बढ़वार अच्छी हो गयी हो तथा फूल आने के पूर्व इसे हल या डिस्क हैरो द्वारा खेत में पलट कर पाटा चला देना चाहिए। यदि खेत में 5-6 सें.मी. पानी भरा रहता है तो पलटने व मिट्टी में दबाने में कम मेहनत लगती है। जुताई उसी दिशा में करनी चाहिए जिसमें पौधों को गिराया गया हो। इसके बाद खेत में 8-10 दिन तक 4-6 सें.मी. पानी भरा रहना चाहिए जिससे पौधों के अपघटन में सुविधा होती है। यदि पौधों को दबाते समय खेत में पानी की कमी हो या देरे से जुताई की जाती है तो पौधों के अपघटन में अधिक समय लगता है साथ ही यह भी ध्यान देने योग्य बात है कि इसके बाद लगायी जाने वाली फसल में आधार नाइट्रोजन की मात्रा कम दी जानी चाहिए।



चित्र 2: कृषि में उपयोगी विभिन्न प्रकार की हरी खाद

हरी खाद के प्रमुख लाभ:

1. हरी खाद जैविक पदार्थ और नाइट्रोजन की आपूर्ति करती है जिससे मिट्टी उपजाऊ होती है।
2. मिट्टी की संरचना बेहतर होने से वह अधिक समय तक नमी संचित कर सकती है, जो सूखे के समय सहायक होता है।
3. यह फसलें मिट्टी को जकड़ कर रखती हैं जिससे वर्षा या हवा से मिट्टी का कटाव कम होता है।

4. मिट्टी में लाभकारी सूक्ष्मजीवों की संख्या बढ़ती है जिससे पौधों की रोग प्रतिरोधक क्षमता बढ़ती है।
5. हरी खाद जैविक रूप से पौधों को पोषक तत्व प्रदान करती है जिससे रासायनिक उत्पादों पर निर्भरता घटती है।

कटाव रोकने और मिट्टी की उर्वरता बनाए रखने की तकनीकियां

मिट्टी पृथ्वी का एक अनमोल संसाधन है, जो कृषि, वन्य जीवन और पर्यावरण के संतुलन के लिए अत्यंत आवश्यक है, लेकिन यदि इसकी देखभाल न की जाए तो कटाव (Erosion) और उर्वरता में कमी जैसी समस्याएं उत्पन्न हो सकती हैं। इस अध्याय में हम जानेंगे कि कटाव को कैसे रोका जाए और मिट्टी की उर्वरता को किस प्रकार बनाए रखा जा सकता है।

कटाव रोकने की तकनीकियां

कटाव का मतलब होता है पानी, हवा या अन्य प्राकृतिक शक्तियों द्वारा मिट्टी का बह जाना। जलवायु परिवर्तन के कारण पानी, हवा या अन्य प्राकृतिक शक्तियों द्वारा मिट्टी के ऊपरी उपजाऊ सतह का कटाव हो रहा है। इसे रोकने के लिए निम्न तकनीकों का उपयोग किया जा सकता है:

क) कंटूर खेती

कंटूर खेती, जिसे "रेखीय खेती" भी कहा जाता है, एक प्रकार की कृषि विधि है जिसमें फसलें पहाड़ी या ढलानदार भूमि पर समान ऊंचाई की रेखाओं (कंटूर लाइन्स) के साथ बोई जाती हैं, न कि ढलान की दिशा में। इसका मुख्य उद्देश्य मृदा अपरदन को रोकना और वर्षा जल का संरक्षण करना है। कंटूर खेती एक सरल, किफायती और प्रभावी कृषि तकनीक है जो विशेषकर पहाड़ी व ढलानदार क्षेत्रों में मृदा और जल संरक्षण के लिए अत्यंत उपयोगी है। इसे अपनाकर किसान पर्यावरण की रक्षा करते हुए अपनी पैदावार और आय में भी वृद्धि कर सकते हैं। ढलानों पर समोच्च रेखाओं (contour lines) के अनुसार हल चलाकर खेती की जाती है। इससे बारिश का पानी सीधे नीचे नहीं बहता, जिससे मिट्टी के बहाव को रोका जा सकता है।

कंटूर खेती की मुख्य विशेषताएं:

- **मृदा अपरदन में कमी:** कंटूर खेती ढलान पर बहते पानी की गति को कम करती है, जिससे मिट्टी का कटाव कम होता है।
- **जल संरक्षण:** यह विधि वर्षा जल को भूमि में अवशोषित करने में मदद करती है, जिससे जल स्तर सुधरता है और फसलों को अधिक नमी मिलती है।
 - **पोषक तत्वों का संरक्षण:** मृदा अपरदन कम होने से मिट्टी के पोषक तत्व सुरक्षित रहते हैं, जिससे फसलों की उत्पादकता बढ़ती है।
 - **कम लागत, अधिक लाभ:** इसमें भारी मशीनों की आवश्यकता नहीं होती, जिससे छोटे और मध्यम किसान भी इसे आसानी से अपना सकते हैं।

कंटूर खेती करने की प्रक्रिया:

- सर्वेक्षण कर भूमि की कंटूर लाइनें (समान ऊंचाई की रेखाएं) चिह्नित की जाती हैं।

- इन रेखाओं के अनुसार खेतों में जुताई की जाती है।
- फसलें इन रेखाओं के साथ बोई जाती हैं, जिससे पानी खेत में ठहरता है।
- आवश्यकता अनुसार कंटूर बंड्स (छोटे मिट्टी के बांध) भी बनाए जाते हैं।

कंटूर खेती के लाभ:

- जल और मिट्टी संरक्षण
- फसल की बेहतर पैदावार
- सिंचाई की आवश्यकता में कमी
- पर्यावरण संतुलन में सहायक
- पहाड़ी क्षेत्रों के लिए विशेष रूप से उपयोगी



चित्र 3: रेखीय खेती करने की कृषि पद्धति

ख) टेरेसिंग

टेरेसिंग का अर्थ है – ढलानदार भूमि को सीढ़ीनुमा खेतों में बदलना। इस पद्धति में पहाड़ी या ढलवां भूमि को समतल भागों में काटा जाता है, जिससे कई स्तरों (टेरेस या सीढ़ियों) में खेत बनते हैं। यह विधि पानी को नीचे बहने से रोकती है और मिट्टी को स्थिर बनाए रखती है। टेरेसिंग कृषि एक स्थायी, पारिस्थितिकीय रूप से अनुकूल और पारंपरिक लेकिन अत्यंत प्रभावशाली कृषि पद्धति है, जिसका उपयोग विशेष रूप से पहाड़ी और ढलानदार क्षेत्रों में किया जाता है। यह पद्धति न केवल मिट्टी के कटाव को रोकती है, बल्कि जल संरक्षण और फसल उत्पादन में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। आधुनिक कृषि तकनीकों के साथ यदि टेरेसिंग को जोड़ा जाए, तो यह जलवायु परिवर्तन और भूमि क्षरण जैसी समस्याओं का समाधान भी बन सकती है। पहाड़ी इलाकों में सीढ़ीनुमा खेत बनाए जाते हैं, जिन्हें टेरेस कहा जाता है। इससे मिट्टी का क्षरण रुकता है और पानी धीरे-धीरे जमीन में रिसता है। भारत के विभिन्न पहाड़ी राज्यों जैसे – हिमाचल प्रदेश, उत्तराखंड, सिक्किम, नागालैंड और मेघालय में टेरेसिंग व्यापक रूप से अपनाई जाती है। उत्तराखंड की "बारसी खेती" और पूर्वोत्तर की "झूम खेती" को नियंत्रित करने के लिए टेरेसिंग का प्रयोग लाभकारी सिद्ध हुआ है।



चित्र 4: ढलानदार भूमि को सीढ़ीनुमा खेतों में बदलने की पद्धति

टेरेसिंग के लाभ

टेरेसिंग कृषि के कई पर्यावरणीय और आर्थिक लाभ होते हैं:

- **मिट्टी का कटाव रोकता है** – बारिश का पानी सीधे बहने की बजाय धीरे-धीरे रिसता है।
- **जल संरक्षण होता है** – टेरेस पर पानी रुकता है, जिससे भूमि में नमी बनी रहती है।
- **उपज में वृद्धि** – ढलवां जमीन भी उपजाऊ और उपयोगी बन जाती है।
- **मृदा संरचना में सुधार** – मिट्टी की उर्वरता बनी रहती है और पोषक तत्वों का हास कम होता है।
- **स्थानीय आजीविका में वृद्धि** – पहाड़ी क्षेत्रों में खेती संभव होने से लोगों की आय बढ़ती है।

टेरेसिंग की चुनौतियां

हालांकि टेरेसिंग के कई लाभ हैं लेकिन कुछ चुनौतियां भी होती हैं:

- **प्रारंभिक लागत अधिक होती है** – टेरेस बनवाने में मजदूरी और संसाधनों की ज़रूरत होती है।
- **समय-साध्य कार्य** – सीढ़ियाँ बनाना और उनकी देखरेख समय लेती है।
- **उचित रखरखाव आवश्यक** – यदि टेरेसों की समय-समय पर मरम्मत न की जाए तो वे टूट सकते हैं।

ग) घास की पट्टियां (स्ट्रिप क्रॉपिंग)

घास की पट्टियाँ या "स्ट्रिप क्रॉपिंग" एक महत्वपूर्ण मृदा संरक्षण तकनीक है, जिसका उपयोग विशेष रूप से ढलानदार क्षेत्रों में मृदा क्षरण को रोकने के लिए किया जाता है। इसमें फसलों को इस प्रकार उगाया जाता है कि खेत में वैकल्पिक रूप से एक या अधिक पंक्तियों में घास और अन्य फसलें पट्टियों के रूप में लगाई जाती हैं। यह तकनीक जल और वायु से होने वाले मृदा कटाव को रोकने में अत्यंत सहायक है। घास की पट्टियां लगाना एक सरल, सुलभ और पर्यावरण के अनुकूल उपाय है जो मृदा और जल संरक्षण के साथ-साथ कृषि उत्पादन को भी बढ़ाता है। बदलते पर्यावरणीय परिप्रेक्ष्य में, यह तकनीक सतत कृषि पद्धति की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है। यदि इसे स्थानीय परिस्थितियों के अनुसार अपनाया जाए, तो यह न केवल किसानों के लिए लाभदायक सिद्ध हो सकती है, बल्कि भूमि के दीर्घकालिक स्वास्थ्य को भी सुनिश्चित कर सकती है।

घास की पट्टियां खेत में उगाई गई ऐसी हरियाली की पंक्तियाँ होती हैं जो मुख्यतः मृदा को स्थिर रखने और पानी के बहाव को धीमा करने में मदद करती हैं। यह पंक्तियाँ सामान्यतः ढलान के विरुद्ध, क्षैतिज दिशा में लगाई जाती हैं ताकि वर्षा जल की गति धीमी हो जाए और मिट्टी का कटाव रोका जा सके। फसल की पंक्तियों के बीच घास या अन्य आवरण वाली फसलें बोई जाती हैं। इससे मिट्टी के बहाव को रोका जा सकता है और जलधारण क्षमता बढ़ती है।

घास की पट्टियों के प्रकार

- **समोच्च पट्टियां (कंटूर स्ट्रिप क्रॉपिंग):** इन पट्टियों को समोच्च रेखाओं के अनुसार लगाया जाता है, जो जल प्रवाह को धीमा करके मृदा संरक्षण में मदद करती हैं।
- **फसल-घास पट्टियां (फील्ड स्ट्रिप क्रॉपिंग):** इसमें एक ही खेत में अनाज, दलहन आदि फसलें और घास बारी-बारी से पट्टियों में उगाई जाती हैं।
- **फसल-फसल पट्टियां (रॉ स्ट्रिप क्रॉपिंग):** इसमें दो अलग-अलग प्रकार की फसलें, जैसे एक गहरी जड़ वाली और एक सतही जड़ वाली फसल, वैकल्पिक पट्टियों में लगाई जाती हैं।

घास की पट्टियां लगाने के लाभ

- **मृदा संरक्षण:** यह तकनीक वर्षा और तेज हवा से होने वाले कटाव को कम करती है।
- **जल संचयन में वृद्धि:** पानी धीरे-धीरे जमीन में रिसता है, जिससे भूजल स्तर सुधरता है।
- **जैव विविधता को बढ़ावा:** विभिन्न प्रकार की फसलें और घास जैव विविधता को बनाए रखने में मदद करती हैं।
- **उत्पादन में वृद्धि:** कटाव कम होने और नमी बनाए रखने से उपज में सुधार होता है।
- **पर्यावरणीय संतुलन:** यह विधि हरी आवरण बनाए रखती है जिससे वातावरण की गुणवत्ता बनी रहती है।

घास की पट्टियां लगाने की विधि

- खेत की ढलान का अध्ययन कर समोच्च रेखाएँ निर्धारित की जाती हैं।
- समोच्च रेखाओं के अनुसार खेत को पट्टियों में विभाजित किया जाता है।
- हर वैकल्पिक पट्टी में घास जैसे कि नेपियर, सूडान घास या स्थानीय घास बोई जाती है।
- अन्य पट्टियों में इच्छित कृषि फसलें लगाई जाती हैं।

घास की पट्टियों के लिए उपयुक्त घासें

- नेपियर घास
- लैमन घास
- गुनेरा घास
- सूडान घास
- स्थानीय वन घासें

घ) पौधारोपण और वनीकरण

पेड़-पौधे मिट्टी को मजबूती से पकड़ते हैं। वनों का संरक्षण और नए पौधों का रोपण कटाव को रोकने में अत्यंत प्रभावी उपाय है।

ङ) वर्षा जल संचयन

वर्षा के जल को एकत्रित कर इसका उचित उपयोग किया जाए तो इससे न केवल मिट्टी का कटाव रुकेगा बल्कि जल स्तर भी बढ़ेगा।

मिट्टी के कटाव को रोकने की प्रचलित विधियों में कृषिगत उपाय

- **हरी खादों का प्रयोग:** भूमि की उर्वरता बढ़ाने से मिट्टी का कटाव कम होता है, क्योंकि हरी तथा कम्पोस्ट खाद से मिट्टी के कणों में संगठन शक्ति की वृद्धि होती है।
- **शस्यावर्तन:** यदि एक खेत में एक फसल की खेती लगातार की जाए तो उसमें किसी विशेष तत्व की अत्यधिक कमी हो जाती है। अतः खेतों में फसलों को अदल-बदलकर बोना चाहिए। इससे मिट्टी संरचना संतुलित रहती है तथा मिट्टी के कटाव की संभावना न्यूनतम रहती है।
- **समोच्च जुताई:** यह विधि ढालदार स्थानों में अपनाई जाती है। इसमें किसी ढलान के समकोण पर जुताई करके फसलें उगाई जाती हैं। इससे वर्षा के जल के बहाव में अवरोध उत्पन्न होता है। और मिट्टी का कटाव कम होता है।
- **वेदिकाकरण:** यह विधि भी ढालू क्षेत्र में अपनाई जाती है। इसमें किसी ढालू सतह पर सीढ़ीनुमा खेत बनाए जाते हैं। इससे वर्षा के जल के बहाव में रुकावट आ जाती है।
- **गहरी जुताई:** मरुस्थलीय भागों में अधिक गहरी जुताई करनी चाहिए। इससे अपक्षालन क्रिया द्वारा जो आवश्यक तत्व नीचे चले जाते हैं, वे पुनः ऊपर आ जाते हैं।
- **संरक्षी पेटियां लगाना:** स्थान-स्थान पर ऐसे पौधों को उगाना चाहिए जो तेज हवा को रोककर मिट्टी के कटाव को कम कर सकें।
- **पट्टीदार कृषि:** इस विधि में किसी पहाड़ी ढलान के किनारे सदावर्षी पौधे, बीच में वार्षिक तथा द्विवर्षीय पौधे लगाए जाने चाहिए।

मिट्टी की उर्वरता बनाए रखने की तकनीकियां

मिट्टी की उर्वरता फसलों की उत्पादकता के लिए आवश्यक है। निम्नलिखित उपायों से मिट्टी को उपजाऊ बनाए रखा जा सकता है:

क) फसल चक्र

हर मौसम में अलग-अलग प्रकार की फसलें उगाकर मिट्टी के पोषक तत्वों का संतुलन बनाए रखा जाता है। इससे मिट्टी में कीटों और बीमारियों की समस्या भी कम होती है।

ख) जैविक और हरी खाद

गोबर, कम्पोस्ट, और हरी खाद मिट्टी की संरचना और पोषण क्षमता को बढ़ाते हैं। इससे रासायनिक खादों की आवश्यकता कम हो जाती है।

ग) पलवार

मिट्टी की सतह पर सूखे पत्ते, भूसा या प्लास्टिक की परत बिछाकर नमी बनाए रखी जाती है। इससे तापमान संतुलन और खरपतवार नियंत्रण में मदद मिलती है।

घ) रासायनिक खादों का संतुलित उपयोग

रासायनिक खादों का अधिक प्रयोग मिट्टी को नुकसान पहुंचा सकता है। इन्हें संतुलित मात्रा में और उचित समय पर उपयोग करना आवश्यक है।

ङ) मृदा परीक्षण

मिट्टी की गुणवत्ता को जांचकर आवश्यक पोषक तत्वों का निर्धारण किया जाता है और उसी के अनुसार सुधारात्मक उपाय किए जाते हैं।

मिट्टी को बचाना और उसकी उर्वरता को बनाए रखना हमारी प्राथमिक जिम्मेदारी है। यदि हम उपयुक्त तकनीकों का प्रयोग करें, तो न केवल भूमि की उत्पादकता बढ़ेगी बल्कि पर्यावरण संतुलन भी बना रहेगा। सतत कृषि और प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण ही भावी पीढ़ियों के लिए एक सुरक्षित भविष्य सुनिश्चित कर सकता है।

04

कृषि में स्मार्ट और डिजिटल तकनीकें

जलवायु परिवर्तन कृषि पर महत्वपूर्ण प्रभाव डाल रहा है, दोनों सीधे और अप्रत्यक्ष रूप से बढ़ते तापमान, बदलते वर्षा पैटर्न और सूखा और बाढ़ जैसे चरम मौसम घटनाएँ फसल की पैदावार और उनकी गुणवत्ता, साथ ही साथ मवेशियों के स्वास्थ्य और उत्पादकता को प्रभावित कर रही हैं। जैसे-जैसे तापमान के साथ नमी के स्तर में वृद्धि हो रही है, कीट और रोग अधिक आक्रामक हो रहे हैं, जो फसलों और मवेशियों पर अतिरिक्त दबाव डाल रहे हैं। इसके अतिरिक्त, जलवायु परिवर्तन के कारण बदले हुए जलवायु स्थितियाँ, जिनमें उच्च तापमान और बदलते वर्षा पैटर्न शामिल हैं, आक्रामक कीटों और मक्खियों के लिए अधिक अनुकूल वातावरण बना रही हैं, जो कृषि क्षेत्रों में संक्रमण के खतरे और गंभीरता को बढ़ा रही हैं, साथ ही समग्र जैव विविधता को भी प्रभावित कर रही हैं।

यह कृषि के लिए पानी की उपलब्धता और गुणवत्ता को भी प्रभावित कर रहा है, क्योंकि जल संसाधन दुर्लभ हो रहे हैं और तापमान और वर्षा पैटर्न में बदलाव के कारण पानी की गुणवत्ता प्रभावित हो रही है। यह विशेष रूप से उन क्षेत्रों के लिए महत्वपूर्ण है जो ग्लेशियरों के पानी पर निर्भर हैं, क्योंकि हिमखंड का क्षेत्रीय स्तर पर सिकुड़ना तापमान में वृद्धि के कारण हो रहा है। इसके अलावा, बदलते जलवायु पैटर्न के कारण चरम मौसम घटनाओं में वृद्धि हो रही है, जिसमें तीव्र तूफान, उष्णकटिबंधीय तूफान और लंबे समय तक सूखा शामिल हैं, जो प्रभावित क्षेत्रों में मानसून प्रणालियों को महत्वपूर्ण रूप से बाधित कर सकते हैं। ये विघटन जल संकट की समस्याओं को और बढ़ाते हैं और मानसून सत्रों के दौरान स्थिर और अनुमानित वर्षा पैटर्न पर निर्भर कृषि प्रथाओं के लिए अतिरिक्त चुनौतियाँ उत्पन्न करते हैं।

जलवायु परिवर्तन एक प्राकृतिक प्रक्रिया है जो पृथ्वी के इतिहास में हमेशा से हुई है, लेकिन मानव गतिविधियों, विशेष रूप से पिछले एक सदी में, ने इस बदलाव की गति और दायरे को काफी तेज कर दिया है। कृषि, जलवायु परिवर्तन से सबसे अधिक प्रभावित होने वाला क्षेत्र है, क्योंकि यह मौसम पैटर्न पर निर्भर करता है। औद्योगिक कृषि, जिसमें उच्च उत्पादन और रासायनिक व जीवाश्म ईंधन का अत्यधिक उपयोग होता है, निश्चित रूप से पारिस्थितिकियों, मिट्टी की सेहत, और ग्रीनहाउस गैसों के उत्सर्जन को नुकसान पहुंचाती है, जिससे जलवायु परिवर्तन को और बढ़ावा मिला है। हालांकि, टिकाऊ कृषि प्रथाओं की ओर बढ़ना उम्मीद का एक स्रोत है। आधुनिक तकनीकों के साथ, जैसे कि परिष्कृत कृषि, फसल विविधीकरण और पुनर्जनन कृषि, हम अपने कार्बन फुटप्रिंट को कम करते हुए उत्पादकता को बढ़ा सकते हैं और जलवायु परिवर्तन के प्रति अधिक लचीलापन प्राप्त कर सकते हैं।

एआई-समर्थित मिट्टी संवेदक, फसल निगरानी के लिए ड्रोन, और डेटा विश्लेषण जैसी तकनीकें किसानों को जल उपयोग को अनुकूलित करने, कीटनाशकों के उपयोग को घटाने और मौसम पैटर्न का अधिक सटीक पूर्वानुमान करने में मदद कर रही हैं। ये प्रगति न केवल पर्यावरण की रक्षा करती हैं बल्कि उत्पादकता और खाद्य सुरक्षा को भी बढ़ाती हैं, जो कृषि और पृथ्वी दोनों के लिए एक टिकाऊ भविष्य की दिशा में एक रास्ता प्रदान करती हैं। इसी प्रकार, रिमोट सेंसिंग और ड्रोन आधारित तकनीकें कृषि में विभिन्न क्षेत्रों में जलवायु सहनशीलता की दिशा में मददगार साबित हो रही हैं। कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग द्वारा सटीक खेती करते हुए आज का किसान एक मॉडल प्रस्तुत कर रहा है। इसके साथ ही नैनो प्रोद्योगिकियाँ आज के जलवायु परिवर्तन के परिवेश में एक उभरती हुई आशा की किरण साबित हो रही हैं। नैनो प्रोद्योगिकियाँ किस प्रकार प्रभावशाली साबित हो रही हैं, यह किसी से छिपी नहीं हैं।

1. सटीक खेती और आई ओ टी आधारित कृषि

आई ओ टी (इंटरनेट ऑफ थिंग्स) आपस में जुड़े उपकरणों का एक नेटवर्क होता है, जो वास्तविक समय में डेटा इकट्ठा, विश्लेषण और साझा करते हैं। यह पारिस्थितिकी तंत्र किसानों को सूचित निर्णय लेने, प्रक्रियाओं को स्वचालित करने और कृषि में संसाधनों का अनुकूलन करने में सक्षम बनाता है। परिशुद्ध कृषि में आई ओ टी के व्यावहारिक अनुप्रयोगों से जलवायु परिवर्तन, संसाधन संकट और खाद्य सुरक्षा जैसी आधुनिक चुनौतियों का समाधान आसान हो रहा है।

आई ओ टी और डेटा साइंस

आई ओ टी उपकरण, जैसे कि सेंसर और ड्रोन, मिट्टी की सेहत, फसल की वृद्धि और मौसम की स्थितियों पर विशाल मात्रा में डेटा उत्पन्न करते हैं। आई ओ टी उपकरणों के माध्यम से इकट्ठा किए गए डेटा को एकीकृत करना किसानों को मिट्टी और फसल की सेहत की निगरानी करने में मदद करता है, जैसे कि मिट्टी का पीएच, नमी और पोषक तत्वों का स्तर मापना। यह डेटा यह निर्धारित करने में मदद करता है कि पौधारोपण, सिंचाई और उर्वरक के लिए सबसे उपयुक्त समय और विधि क्या है।

कृषि में आई ओ टी के लाभ

- आदानों (मिट्टी, पानी, उर्वरक, कीटनाशक, आदि) के उपयोग की दक्षता में सुधार
- उत्पादन की लागत में कमी
- लाभ में वृद्धि
- टिकाऊपन
- खाद्य सुरक्षा
- पर्यावरण की सुरक्षा

आई ओ टी उपकरण कृषि में जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने में विभिन्न प्रकार से सहायक होते हैं। इन उपकरणों में सेंसर और कुछ अन्य शामिल होते हैं, जो वास्तविक समय में विभिन्न पर्यावरणीय कारकों की निगरानी करते हैं। आई ओ टी सेंसर तापमान, आर्द्रता, वर्षा, हवा की गति, और अन्य पर्यावरणीय डेटा को एकत्रित कर सकते हैं। इससे किसानों को अधिक सटीक पूर्वानुमान मिलता है कि कब वर्षा होगी या तापमान अधिक बढ़ सकता है। आई

ओ टी उपकरण मिट्टी की नमी और तापमान का रिकॉर्ड रखते हैं, जिससे यह पता चलता है कि कौन से क्षेत्र में सिंचाई की आवश्यकता है। इससे पानी की बचत होती है और जलवायु परिवर्तन के प्रभाव को कम किया जा सकता है। आई ओ टी आधारित स्मार्ट सिंचाई सिस्टम पानी की सही मात्रा में सिंचाई करते हैं, जिससे पानी की बर्बादी कम होती है और खेती अधिक स्थिर और सहनशील होती है। आजकल डेटा साइंस भी जलवायु परिवर्तन को समझने और कृषि को सहनशील बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, जैसे, डेटा साइंस द्वारा जलवायु डेटा (जैसे वर्षा, तापमान, हवा की गति) का विश्लेषण किया जा सकता है, ताकि किसानों को बदलते मौसम पैटर्न के बारे में जानकारी मिल सके। इससे वे अपनी फसलों के लिए सही समय पर योजना बना सकते हैं। ये आंकड़े किसानों को कीटों के संक्रमण और रोग के प्रकोप से बचने में मदद करते हैं। इसके अलावा, यह पिछले कुछ वर्षों में जलवायु रुझानों की पहचान करने में मदद करता है, जिससे उन्हें अग्रिम कदम उठाने का अवसर मिलता है। इसके साथ ही डेटा साइंस के माध्यम से कृषि उत्पादन, जलवायु की स्थिति और अन्य कारकों को देखकर उपयुक्त कृषि पैटर्न को तैयार किया जा सकता है। इससे किसानों को अपने उत्पादों की गुणवत्ता और पैदावार बढ़ाने में मदद मिलती है। आई ओ टी और डेटा साइंस मिलकर जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने और सहनशील कृषि को बढ़ावा देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। ये प्रौद्योगिकियाँ किसानों को बदलते मौसम पैटर्न और पर्यावरणीय परिस्थितियों के बारे में बेहतर जानकारी देती हैं, जिससे वे अपने कृषि कार्यों को अधिक प्रभावी और जलवायु-प्रभावी बना सकते हैं।

इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आई ओ टी) और परिशुद्ध कृषि का मिलन सिर्फ एक तकनीकी उन्नति नहीं है। आई ओ टी हमारे खाद्य उत्पादन, संसाधनों के प्रबंधन, और पर्यावरणीय प्रभाव को कम करने के तरीकों को बदल देगा। आई ओ टी कृषि उद्योग को वैश्विक मांग को पूरा करने के लिए नए समाधान प्रदान करता है। इसके बावजूद, कृषि में आई ओ टी अपनाने में उच्च प्रारंभिक लागत, तकनीकी विशेषज्ञता की कमी, और ग्रामीण क्षेत्रों में कनेक्टिविटी समस्याओं जैसी बाधाएँ हैं। सरकारों और निजी क्षेत्र को बुनियादी ढाँचे, प्रशिक्षण और सब्सिडी में निवेश करना चाहिए ताकि आई ओ टी सभी किसानों के लिए सुलभ हो सके। जैसा कि हम आगे बढ़ रहे हैं, परिशुद्ध कृषि बाजार में विस्तार जारी रहेगा, जो आई ओ टी और डेटा विश्लेषण में नवाचारों से प्रेरित है। किसानों को इन प्रौद्योगिकियों को अपनाना चाहिए ताकि वे आधुनिक कृषि की चुनौतियों का सामना कर सकें और सभी के लिए एक स्थिर भविष्य सुनिश्चित कर सकें।

2. रिमोट सेंसिंग और ड्रोन तकनीक

रिमोट सेंसिंग एक ऐसी प्रक्रिया है जिसके माध्यम से किसी क्षेत्र के बारे में जानकारी एकत्र की जाती है, बिना सीधे उस क्षेत्र से संपर्क किए। इसका उपयोग कृषि, पर्यावरण निगरानी, शहरी योजना, आपदा प्रबंधन, प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन और अन्य कई क्षेत्रों में किया जाता है। रिमोट सेंसिंग के माध्यम से हम पृथ्वी की सतह, वायुमंडल और अन्य पर्यावरणीय तत्वों के बारे में महत्वपूर्ण जानकारी प्राप्त कर सकते हैं, जो निर्णय लेने और समस्या हल करने में सहायक होती है। रिमोट सेंसिंग की उत्पत्ति: रिमोट सेंसिंग का इतिहास 19वीं सदी के मध्य तक जाता है, जब मानचित्रण और सर्वेक्षण उद्देश्यों के लिए वायु-फोटोग्राफी का उपयोग किया गया था। पहला ज्ञात हवाई चित्र 1858 में गैस्पार फेलिक्स टॉर्नाचन द्वारा लिया गया था, जो एक फ्रांसीसी फोटोग्राफर और बैलूनिसट थे। तीन वर्षों के प्रयोग के बाद, टॉर्नाचन ने फ्रांसीसी गांव पिटिट-बेसेत्रे का हवाई चित्र लिया, जो एक गर्म हवा के गुब्बारे से 80 मीटर की ऊंचाई से लिया गया था।

20वीं सदी के प्रारंभ में, प्रौद्योगिकी में प्रगति ने विमान से हवाई चित्रों को कैप्चर करने की सुविधा दी। यह तकनीक प्रथम विश्व युद्ध के दौरान सैन्य गुप्तचर कार्यों के लिए बड़े पैमाने पर इस्तेमाल की गई थी, जिसने रिमोट सेंसिंग के इतिहास में महत्वपूर्ण मोड़ लिया। 1960 के दशक में, रिमोट सेंसिंग प्रौद्योगिकी में एक महत्वपूर्ण बदलाव आया, जब संयुक्त राज्य अमेरिका द्वारा पहले रिमोट सेंसिंग उपग्रहों का प्रक्षेपण किया गया। लैंडसैट उपग्रह, जिसे 1972 में प्रक्षिप्त किया गया था, ने इस युग की शुरुआत की। इन उपग्रहों ने विभिन्न प्रकार की प्रौद्योगिकियों का उपयोग किया, जिनमें ऑप्टिकल और रडार सेंसर शामिल थे, ताकि वे अंतरिक्ष से मूल्यवान डेटा एकत्र कर सकें। अगले दो दशकों में रिमोट सेंसिंग प्रौद्योगिकी में निरंतर प्रगति हुई। सिंथेटिक एपर्चर रडार (एसएआर) के विकास ने पृथ्वी की सतह के उच्च-रिज़ॉल्यूशन चित्र बनाने की अनुमति दी, जो कठिन परिस्थितियों में, जैसे बादल या रात के समय, भी सक्षम थे। ग्लोबल पोजीशनिंग सिस्टम (जीपीएस) प्रौद्योगिकी, जो व्यापक रूप से उपलब्ध हो गई, ने रिमोट सेंसिंग मापों की सटीकता और प्रमाणिकता को बढ़ाया।

हाल ही में, अनमैनड एयरक्राफ्ट सिस्टम (यूएवीस) जैसे ड्रोन के विकास ने रिमोट सेंसिंग में एक क्रांति ला दी है। ड्रोन अधिक लचीला और कम लागत वाला डेटा संग्रहण प्रदान करते हैं, जो उच्च स्थानिक रिज़ॉल्यूशन और अधिक लक्षित डेटा अधिग्रहण की सुविधा देते हैं। इस प्रगति ने रिमोट सेंसिंग को अधिक सुलभ और मूल्यवान बना दिया है, खासकर कृषि और पर्यावरण निगरानी जैसे क्षेत्रों में।



चित्र 1: कृषि में उपयोगी ड्रोन एवं रोबोटिक्स तकनीकें

रिमोट सेंसिंग कैसे मदद कर सकता है?

रिमोट सेंसिंग किसानों और कृषि से जुड़े अन्य हितधारकों को महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान कर सकता है, जिससे वे फसल प्रबंधन और भूमि उपयोग की प्रथाओं के बारे में अधिक सूचित निर्णय ले सकते हैं। रिमोट सेंसिंग के माध्यम से एकत्रित डेटा का उपयोग फसल के विकास और स्वास्थ्य के अधिक सटीक और विश्वसनीय मॉडल विकसित करने में किया जा सकता है, जिससे पानी और उर्वरक जैसे इनपुट्स का अधिक लक्षित और प्रभावी उपयोग संभव हो पाता है। इससे अपव्यय को कम करने और पैदावार बढ़ाने में मदद मिल सकती है, साथ ही कृषि के पर्यावरण पर नकारात्मक प्रभावों को भी कम किया जा सकता है। कृषि और बागवानी विकास बोर्ड के अनुसार, उपग्रह आधुनिक कृषि में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, क्योंकि वे महत्वपूर्ण जानकारी और सुझाव प्रदान करते हैं, जो निम्नलिखित में मदद कर सकते हैं:

- कीटों और रोगों का पता लगाना और उनका नियंत्रण करना
- पानी और पोषक तत्वों की स्थिति को समझना
- फसल पोषण कार्यक्रमों की योजना बनाना
- मौसम के अनुसार सिंचाई को सूचित करना
- पैदावार का अनुमान लगाना
- फसल कटाई का समय अनुमानित करना

उपग्रहों में पाये जाने वाले सेंसर

उपग्रहों पर कई प्रकार के सेंसर होते हैं, हालांकि कृषि में सबसे अधिक उपयोग किए जाने वाले सेंसर निम्नलिखित हैं:

मल्टीस्पेक्ट्रल सेंसर: मल्टीस्पेक्ट्रल सेंसर कई विशिष्ट स्पेक्ट्रल बैंड्स में डेटा एकत्र करते हैं, जिनमें सामान्यतः दृश्य और निकट-अवरक्त क्षेत्र शामिल होते हैं। ये सेंसर विभिन्न स्पेक्ट्रल बैंड्स में परावर्तित सूर्य के प्रकाश की तीव्रता को मापते हैं ताकि वे वनस्पति के पैटर्न और लक्षणों की पहचान कर सकें। मल्टीस्पेक्ट्रल सेंसर का उपयोग फसल स्वास्थ्य की निगरानी, कीट और रोगों का पता लगाने, वनस्पति सूचकांक की गणना करने और भूमि आवरण मानचित्रण में किया जाता है।

हाइपरस्पेक्ट्रल सेंसर: हाइपरस्पेक्ट्रल सेंसर कई बारीक और निरंतर स्पेक्ट्रल बैंड्स में डेटा एकत्र करते हैं, जो मल्टीस्पेक्ट्रल सेंसर की तुलना में अधिक विस्तृत स्पेक्ट्रल जानकारी प्रदान करते हैं। ये सेंसर परावर्तित या उत्सर्जित प्रकाश की तीव्रता को संकीर्ण और निरंतर स्पेक्ट्रल बैंड्स में मापते हैं, जिससे विश्लेषण में अधिक सटीकता मिलती है। हाइपरस्पेक्ट्रल सेंसर का उपयोग सटीक फसल वर्गीकरण, पोषक तत्वों की मात्रा का मूल्यांकन, रोग पहचान और वनस्पति का विस्तृत विश्लेषण करने में किया जाता है।

थर्मल इंफ्रारेड सेंसर: थर्मल इंफ्रारेड सेंसर उन वस्तुओं द्वारा उत्सर्जित थर्मल विकिरण को कैप्चर करते हैं, जिसमें फसलें और मिट्टी शामिल हैं, ताकि तापमान में होने वाले बदलावों का मूल्यांकन किया जा सके। ये सेंसर वस्तुओं द्वारा उत्सर्जित लांग-वेव इंफ्रारेड विकिरण को मापते हैं, जो उनके तापमान के आधार पर होता है। थर्मल इंफ्रारेड सेंसर का

उपयोग फसल जल तनाव की निगरानी, जलवाष्पन दरों का अनुमान, सिंचाई की आवश्यकताओं का पता लगाने और पौधों के स्वास्थ्य और तापमान से संबंधित असामान्यताओं का पता लगाने में मदद करता है।

माइक्रोवेव सेंसर: माइक्रोवेव सेंसर उन वस्तुओं से परस्पर क्रिया करने वाली माइक्रोवेव विकिरण को मापते हैं, जो मिट्टी की नमी सामग्री जैसी विभिन्न गुणों के बारे में जानकारी प्रदान करते हैं। ये सेंसर माइक्रोवेव सिग्नल्स का उत्सर्जन करते हैं और परावर्तित या संप्रेषित सिग्नल्स को मापते हैं ताकि वे विशिष्ट गुणों का विश्लेषण कर सकें। माइक्रोवेव सेंसर का उपयोग मिट्टी की नमी मानचित्रण, सूखा परिस्थितियों की निगरानी, मिट्टी की संरचना का मूल्यांकन और वनस्पति जल सामग्री का विश्लेषण करने में किया जाता है।

रिमोट सेन्सिंग की कृषि क्षेत्र में उपयोगितायें

कीटों और रोगों का पता लगाना और नियंत्रण करना: मल्टीस्पेक्ट्रल या हाइपरस्पेक्ट्रल सेंसर से लैस उपग्रहों का उपयोग कृषि क्षेत्रों की उच्च-रिज़ॉल्यूशन वाली छवियाँ प्राप्त करने के लिए किया जाता है। ये सेंसर विभिन्न तरंग दैर्ध्य में विद्युत चुम्बकीय विकिरण का पता लगाते हैं, जिससे विशिष्ट वनस्पति सूचकांक और पैटर्न की पहचान की जा सकती है। इन छवियों का विश्लेषण करके, किसान और कृषि विशेषज्ञ कीटों और रोगों से प्रभावित क्षेत्रों की पहचान कर सकते हैं, जिससे प्रारंभिक पहचान और लक्षित नियंत्रण उपायों को लागू करना संभव होता है।

पानी और पोषक तत्वों की स्थिति को समझना: थर्मल सेंसर और माइक्रोवेव रेडियोमीटर से लैस उपग्रह मिट्टी की नमी स्तर का मूल्यांकन कर सकते हैं। ये सेंसर मिट्टी का तापमान और पानी की सामग्री मापते हैं, जिससे फसलों के पानी की स्थिति के बारे में जानकारी मिलती है। इसके अतिरिक्त, मल्टीस्पेक्ट्रल सेंसर पोषक तत्वों की सामग्री और स्वास्थ्य से संबंधित वनस्पति सूचकांकों का मूल्यांकन कर सकते हैं। इन मापों को फसल मॉडल और भूमि आधारित अवलोकनों के साथ मिलाकर, किसान सिंचाई प्रथाओं का अनुकूलन कर सकते हैं और पोषक तत्वों के आवेदन को फसल की आवश्यकताओं के अनुसार समायोजित कर सकते हैं।

फसल पोषण कार्यक्रमों की योजना बनाना: मल्टीस्पेक्ट्रल या हाइपरस्पेक्ट्रल सेंसर से लैस उपग्रहों का उपयोग पोषक तत्वों की सामग्री और स्वास्थ्य से संबंधित वनस्पति सूचकांकों की निगरानी करने के लिए किया जाता है। विभिन्न तरंग दैर्ध्य में परावर्तित प्रकाश का विश्लेषण करके, ये सेंसर पौधों की पोषण स्थिति पर जानकारी प्रदान करते हैं। भूमि आधारित अवलोकनों और फसल मॉडलों के साथ मिलाकर, यह डेटा किसानों को सटीक फसल पोषण कार्यक्रम विकसित करने में मदद करता है, जिससे उर्वरक आवेदन को अधिकतम फसल स्वास्थ्य और पर्यावरणीय प्रभाव को कम करने के लिए सुनिश्चित किया जा सकता है।

मौसमी सिंचाई के बारे में सूचना देना: थर्मल सेंसर और माइक्रोवेव रेडियोमीटर से लैस उपग्रह फसलों की जल आवश्यकता का मूल्यांकन कर सकते हैं, क्योंकि वे जलवाष्पन दरों को मापते हैं। ये सेंसर फसलों द्वारा वायुमंडल में छोड़े गए ताप और नमी की मात्रा का पता लगाते हैं, जिससे पानी के उपयोग के बारे में जानकारी मिलती है। इनके द्वारा फसल की जल आवश्यकता की निगरानी करके, किसान सिंचाई अनुसूची और पानी आवंटन के बारे में निर्णय ले सकते हैं, जिससे पानी के उपयोग की दक्षता में सुधार होता है।

पैदावार का अनुमान लगाना: मल्टीस्पेक्ट्रल या हाइपरस्पेक्ट्रल सेंसर से लैस उपग्रह लगातार फसल स्वास्थ्य, वनस्पति घनत्व और विकास पैटर्न की निगरानी करते हैं। विभिन्न तरंग दैर्ध्य में परावर्तित प्रकाश का विश्लेषण करके, ये सेंसर फसल की उत्पादकता और संभावित पैदावार पर जानकारी प्रदान करते हैं। भूमि आधारित अवलोकनों और फसल मॉडलों के साथ मिलाकर, यह डेटा किसानों को पैदावार का अनुमान लगाने में मदद करता है, जिससे कटाई, भंडारण और बाजार रणनीतियों के लिए प्रभावी योजना बनाना संभव हो पाता है।

कटाई के समय का अनुमान लगाना: मल्टीस्पेक्ट्रल सेंसर से लैस उपग्रह फसल के रंग और पकने की अवस्था का मूल्यांकन कर सकते हैं। विशिष्ट तरंग दैर्ध्य में परावर्तित प्रकाश का विश्लेषण करके, ये सेंसर फसल की परिपक्वता और कटाई के लिए तैयार होने की जानकारी प्रदान करते हैं। यह जानकारी किसानों को कटाई के लिए सबसे उपयुक्त समय निर्धारित करने में मदद करती है, जिससे फसलें अपनी सर्वोत्तम गुणवत्ता में काटी जाती हैं और संभावित हानियों को कम किया जा सकता है।

रिमोट सेंसिंग के क्षेत्र में भविष्य में उभरती संभावनाएँ एवं अनुप्रयोग

कृषि और रिमोट सेंसिंग का भविष्य और अधिक प्रगति और अनुप्रयोगों की बड़ी संभावना रखता है। उपग्रह और ड्रोन अपनी इमेजिंग क्षमताओं में सुधार करना जारी रखेंगे, जो उच्चतर स्थानिक और स्पेक्ट्रल रिज़ॉल्यूशन प्रदान करेंगे। इससे किसानों को उनकी फसलों के बारे में अधिक विस्तृत और सटीक जानकारी प्राप्त करने का अवसर मिलेगा। इसके अतिरिक्त, यह संभावना है कि आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI) और मशीन लर्निंग एल्गोरिदम के साथ अधिक एकीकरण होगा। इससे रिमोट सेंसिंग के माध्यम से एकत्रित डेटा का विश्लेषण जैसे कार्य स्वचालित होंगे। उदाहरण के लिए, ये प्रौद्योगिकियां फसलों, कीटों और रोगों का पता लगाने के कार्य को स्वचालित कर सकती हैं।

अंत में, यह संभावना है कि उपग्रह और एयरबोर्न इमेजरी की पहुंच बढ़ेगी और लागत घटेगी। दिन प्रतिदिन रिमोट सेंसिंग उपकरण किसानों के लिए अधिक सुलभ और किफायती होते जा रहे हैं। इसमें सेंसर से लैस कम लागत वाले ड्रोन की उपलब्धता, साथ ही उपग्रह डेटा को ओपन डेटा पहलों और व्यावसायिक सेवाओं के माध्यम से प्रदान किया जाना शामिल है।

कृषि में जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने के लिए ड्रोन का उपयोग

जलवायु परिवर्तन के प्रभाव, दुनिया भर में कृषि को प्रभावित कर रहे हैं। इन चुनौतियों का मुकाबला करने और कृषि प्रथाओं को अनुकूलित करने के लिए, ड्रोन जैसी तकनीकें महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही हैं।

मौसम पैटर्न की निगरानी और भविष्यवाणी: ड्रोन किसानों को मौसम की स्थिति को अधिक सटीकता से मॉनिटर और भविष्यवाणी करने में मदद करते हैं। ड्रोन में लगे सेंसर और कैमरे किसानों को उनके खेतों से स्थानीय मौसम डेटा इकट्ठा करने में मदद करते हैं। उदाहरण के लिए, वे मिट्टी की नमी, तापमान में बदलाव और फसलों के विकास की निगरानी कर सकते हैं। इससे किसानों को समय पर जलवायु परिवर्तन से बचाने के लिए कार्य करने में मदद मिलती है, जैसे सूखा होने पर सिंचाई लागू करना या गर्मी की लहरों के दौरान छांव प्रदान करना।

परिशुद्ध सिंचाई और पानी प्रबंधन: जलवायु परिवर्तन के कारण कृषि में एक बड़ा चुनौती जल की कमी है। ड्रोन डेटा किसानों को जल संसाधनों का अधिक कुशलतापूर्वक प्रबंधन करने में मदद कर सकते हैं। थर्मल इमेजिंग कैमरों

से लैस ड्रोन खेतों का निरीक्षण करके यह पहचान सकते हैं कि किस क्षेत्र में पर्याप्त नमी नहीं है। मिट्टी की नमी के स्तर पर विस्तृत जानकारी प्रदान करने से किसान सिंचाई कार्यक्रमों को अनुकूलित कर सकते हैं, यह सुनिश्चित करते हुए कि फसलों को समय पर और सही मात्रा में पानी मिले, जिससे पानी की बचत होती है।

फसल स्वास्थ्य की निगरानी और जल्दी पहचान: जलवायु परिवर्तन के कारण कीट और रोगों के चक्रों में बदलाव आ गया है, जिससे फसलें ऐसे खतरों के प्रति अधिक संवेदनशील हो गई हैं, जो पहले कभी किसी क्षेत्र में नहीं होते थे। ड्रोन उच्च-रिज़ॉल्यूशन इमेज और डेटा प्रदान करते हैं, जो किसानों को कीटों के संक्रमण, रोगों या पोषक तत्वों की कमी जैसी समस्याओं का पता लगाने में मदद करते हैं। इससे किसानों को लक्षित उपाय करने का मौका मिलता है, जिससे पर्यावरण पर नकारात्मक प्रभाव कम होता है और फसल की हानि को रोका जा सकता है।

उपज का अनुमान और फसल प्रबंधन: सटीक रूप से फसल की उपज का अनुमान लगाना खाद्य सुरक्षा के लिए महत्वपूर्ण है, खासकर जलवायु परिवर्तन के संदर्भ में। उपग्रह और ड्रोन फसल विकास और उपज की भविष्यवाणी में मूल्यवान जानकारी प्रदान करते हैं। ड्रोन किसानों को अधिक विशिष्ट, स्थानीय स्तर पर फसल प्रदर्शन की जानकारी देते हैं। यह जानकारी किसानों को बुआई, उर्वरक आवेदन और कटाई के लिए रणनीतियों को अनुकूलित करने में मदद करती है, जिससे बदलते जलवायु परिस्थितियों में भी अधिक उपज प्राप्त की जा सकती है।

भूमि उपयोग और मिट्टी स्वास्थ्य मूल्यांकन: स्वस्थ मिट्टी को बनाए रखना जलवायु परिवर्तन के प्रभावों जैसे रेगिस्तानकरण और मिट्टी का कटाव कम करने के लिए महत्वपूर्ण है। उपग्रह और ड्रोन तकनीकें किसानों को मिट्टी स्वास्थ्य का मूल्यांकन करने और भूमि उपयोग के बारे में अधिक टिकाऊ निर्णय लेने में मदद करती हैं। ड्रोन खेतों की सतह का निरीक्षण करके यह पहचान सकते हैं कि कौन से क्षेत्र कटाव या पोषक तत्वों की कमी का सामना कर रहे हैं। इस जानकारी के आधार पर, किसान बेहतर मिट्टी प्रबंधन तकनीकों जैसे फसल रोटेशन, मल्लिंंग, और संरक्षण जुताई को अपनाकर मिट्टी स्वास्थ्य को बेहतर बना सकते हैं।

आपदा पश्चात मूल्यांकन और पुनर्प्राप्ति: अत्यधिक मौसम घटनाओं, जैसे बाढ़, तूफान या सूखा, के बाद यह महत्वपूर्ण होता है कि फसलों और खेतों के नुकसान का जल्दी मूल्यांकन किया जाए ताकि पुनर्प्राप्ति रणनीतियों की योजना बनाई जा सके। ड्रोन आपदा-प्रभावित क्षेत्रों के ऊपर उड़कर उच्च-रिज़ॉल्यूशन इमेज कैप्चर करते हैं, जो नुकसान का तुरंत मूल्यांकन करने में मदद करता है। यह जानकारी किसानों को यह तय करने में मदद करती है कि पुनः बुआई की जाए, फसलें बचाई जाएं या प्रभावित क्षेत्रों में विशिष्ट उपचार किए जाएं। इसके अतिरिक्त, ड्रोन पुनर्प्राप्ति आपूर्ति जैसे उर्वरक या पानी के वितरण में भी मदद कर सकते हैं।

स्थिरता को बढ़ावा देना: उपग्रह और ड्रोन दोनों टिकाऊ कृषि प्रथाओं को बढ़ावा देने में योगदान करते हैं क्योंकि ये किसानों को डेटा-आधारित निर्णय लेने की सुविधा प्रदान करते हैं। पानी के उपयोग को अनुकूलित करने, फसल स्वास्थ्य को बेहतर बनाने, कचरे को कम करने और हानिकारक रसायनों के उपयोग को घटाने के द्वारा, ये तकनीकें कृषि को अधिक टिकाऊ और पर्यावरण के अनुकूल बनाने में मदद करती हैं। ड्रोन कृषि में जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहे हैं। मौसम की भविष्यवाणी में सुधार, जल प्रबंधन का अनुकूलन, फसल स्वास्थ्य की निगरानी और स्थिरता को बढ़ावा देने के द्वारा, ये तकनीकें किसानों को बदलते जलवायु परिस्थितियों

के साथ तालमेल बैठाने में मदद करती हैं। हालांकि उच्च लागत और तकनीकी बाधाएँ मौजूद हैं, ड्रोन की क्षमता कृषि को एक अधिक लचीला और टिकाऊ क्षेत्र बनाने में अद्वितीय है, जो भविष्य पीढ़ियों के लिए खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने में मदद करती है।

3. कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए आई) और मशीन लर्निंग का उपयोग

कृषि में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए आई) की भूमिका

कृत्रिम बुद्धिमत्ता ने कृषि में एक परिवर्तनकारी शक्ति के रूप में उभरकर उत्पादन क्षमता बढ़ाने, संसाधनों का उपयोग अनुकूलित करने और जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने के लिए नवाचारपूर्ण समाधान प्रस्तुत किए हैं। कृषि में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का एक प्रमुख अनुप्रयोग प्रिसीजन फार्मिंग (सटीक खेती) है, जहां तकनीकों जैसे कि सेंसर, ड्रोन और उपग्रह इमेजरी का उपयोग फसल की स्थितियों की निगरानी और प्रबंधन के लिए अत्यधिक सटीकता से किया जाता है। मशीन लर्निंग एल्गोरिदम विशाल डेटा का विश्लेषण करके मिट्टी की सेहत, फसल की वृद्धि और कीटों के हमलों पर वास्तविक समय की जानकारी प्रदान करते हैं। यह किसानों को निर्णय लेने में सक्षम बनाता है, जिससे पानी, उर्वरक और कीटनाशकों का उपयोग अनुकूलित होता है। परिणामस्वरूप, यह कृषि के लिए एक अधिक प्रभावी और सतत दृष्टिकोण होता है, जो अपव्यय और पर्यावरणीय प्रभाव को कम करता है।



चित्र 2: कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित कृषि

कृत्रिम बुद्धिमत्ता के साथ जलवायु-स्मार्ट कृषि

कृत्रिम बुद्धिमत्ता को जलवायु-स्मार्ट कृषि प्रथाओं के साथ जोड़ने से एक शक्तिशाली सजीवता उत्पन्न होती है। जलवायु-स्मार्ट कृषि का उद्देश्य जलवायु परिवर्तन के प्रति लचीलापन बढ़ाना है, जबकि इसके पर्यावरणीय प्रभाव को कम किया जाता है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीकें उन्नत विश्लेषण, पूर्वानुमान मॉडलिंग और निर्णय समर्थन उपकरणों द्वारा योगदान करती हैं। उदाहरण के लिए, कृत्रिम बुद्धिमत्ता -प्रेरित मौसम पूर्वानुमान मॉडल किसानों को चरम मौसम घटनाओं का पूर्वानुमान करने में मदद कर सकते हैं, जिससे वे सही योजना बना सकें। कृत्रिम बुद्धिमत्ता एल्गोरिदम से मार्गदर्शित स्मार्ट सिंचाई प्रणालियाँ वास्तविक समय के मौसम के आधार पर पानी के उपयोग को समायोजित करती हैं, जिससे अपव्यय कम होता है और फसलों को उपयुक्त जल आपूर्ति सुनिश्चित होती है। ये तकनीकें किसानों को बदलते जलवायु पैटर्न के अनुकूल बनाने और विपरीत परिस्थितियों के बावजूद उत्पादकता बनाए रखने में सक्षम बनाती हैं।

फसल प्रजनन और आनुवंशिक लचीलेपन को बढ़ाना

एक और क्षेत्र जहाँ कृत्रिम बुद्धिमत्ता अत्यधिक मूल्यवान साबित हो रहा है, वह है फसल प्रजनन और आनुवंशिक अनुसंधान। जलवायु परिवर्तन नए पर्यावरणीय चुनौतियों का सामना करने के लिए ऐसे पौधों के विकास की आवश्यकता को उत्पन्न करता है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता आनुवंशिक डेटा का विश्लेषण करके, वांछनीय गुणों की पहचान करके और यह अनुमान लगाकर कि विभिन्न फसलें बदलते जलवायु परिस्थितियों के प्रति कैसे प्रतिक्रिया करेंगी, प्रजनन प्रक्रिया को तेज करता है। मशीन लर्निंग एल्गोरिदम का उपयोग करके, वैज्ञानिक सूखा, गर्मी और कीटों के प्रति बढ़ी हुई लचीलता वाली फसल किस्मों को विकसित कर सकते हैं। इससे न केवल खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित होती है, बल्कि आनुवंशिक संसाधनों को संरक्षित करके जैव विविधता संरक्षण में भी मदद मिलती है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता -प्रेरित आनुवंशिक प्रगति कृषि में क्रांतिकारी बदलाव लाने की क्षमता रखती है और किसानों को एक बदलते जलवायु में समृद्ध होने के लिए आवश्यक उपकरण प्रदान करती है।

चुनौतियाँ और विचार

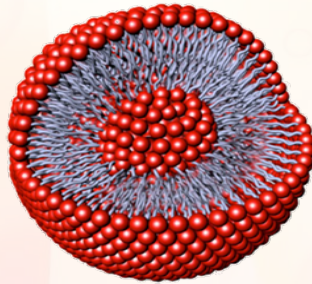
हालाँकि कृत्रिम बुद्धिमत्ता आशाजनक समाधान प्रस्तुत करता है, कृषि में इसके व्यापक उपयोग के साथ कई चुनौतियाँ भी जुड़ी हैं। लागत, पहुँच और डिजिटल विभाजन महत्वपूर्ण बाधाएँ हैं, विशेषकर विकासशील क्षेत्रों में छोटे किसानों के लिए। इन अंतरालों को पाटने के लिए सरकारों, स्वयं सेवी संगठनों, गैर-लाभकारी संस्थाओं और निजी क्षेत्र से सहयोगात्मक प्रयासों की आवश्यकता है, ताकि कृत्रिम बुद्धिमत्ता के लाभ सभी किसानों तक पहुँच सकें, चाहे उनकी आर्थिक या भौगोलिक स्थिति कुछ भी हो। डेटा गोपनीयता, स्वामित्व, और एल्गोरिथमिक पक्षपाती के बारे में नैतिक विचारों की ओर ध्यान देने की आवश्यकता है। जैसे-जैसे कृत्रिम बुद्धिमत्ता कृषि का अभिन्न हिस्सा बनता जा रहा है, यह महत्वपूर्ण है कि ऐसे ढांचे स्थापित किए जाएं जो पारदर्शिता, जवाबदेही, और प्रौद्योगिकी तक समान पहुँच को प्राथमिकता दें।

जलवायु परिवर्तन, कृषि और कृत्रिम बुद्धिमत्ता के बीच का अंतःक्रियात्मक संबंध खाद्य उत्पादन के भविष्य के लिए एक महत्वपूर्ण संयोजन को परिभाषित करता है। आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस की शक्ति का उपयोग करके, हम बदलते जलवायु से उत्पन्न चुनौतियों का सामना कर सकते हैं और एक अधिक सतत और लचीला कृषि क्षेत्र बना सकते

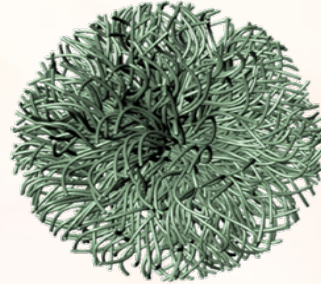
हैं। प्रिंसीजन फार्मिंग, जलवायु-स्मार्ट प्रथाओं और नवाचारी आनुवंशिक समाधानों के माध्यम से, कृत्रिम बुद्धिमत्ता किसानों को अनुकूलित करने, समृद्ध होने और वैश्विक खाद्य सुरक्षा में योगदान देने को सशक्त बनाता है। जैसे-जैसे हम इस सजीवता की संभावनाओं का अन्वेषण करते रहेंगे, कृत्रिम बुद्धिमत्ता का जिम्मेदार तरीके से उपयोग और सहयोग इस भविष्य को साकार करने के लिए महत्वपूर्ण होगा, जहाँ कृषि केवल जीवित नहीं रहेगा बल्कि जलवायु परिवर्तन के बावजूद समृद्ध होगी।

4. जलवायु सहनशील कृषि में नैनो प्रौद्योगिकियों की उपयोगिताएँ

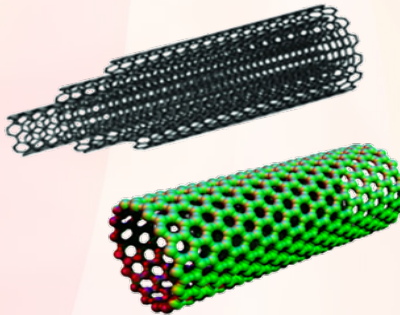
कृषि उत्पादन और गुणवत्ता के अनेक उपयोगों के लिए नैनो सामग्री विकसित की गई है, जिसमें मिट्टी और पानी के उपचार के साथ-साथ नैनोफर्टिलाइजर्स और नैनोपेस्टीसाइड्स जैसे नए समाधान शामिल हैं, जो उत्पादन में वृद्धि करते हुए उर्वरकों और कीटनाशकों की लागू मात्रा को कम करने में योगदान करते हैं। नैनो सामग्री, विशेष रूप से नैनोकण के फसल सुरक्षा के लिए विविध प्रकार से उपयोगी है। यह अनुसंधान का एक प्रमुख क्षेत्र है जिसने कृषि क्षेत्र में कंपनियों को आकर्षित किया है, जिसके परिणामस्वरूप फार्मूलेशन में नैनोकणों को शामिल किया गया है। नैनो पेस्टीसाइड्स और नैनो फर्टिलाइजर्स कीट नियंत्रण, पौधों का पोषण, और पर्यावरण के अनुकूल उत्पादन के तरीकों में योगदान कर सकते हैं। नैनोटेक्नोलॉजी ऊर्जा दक्षता में सुधार, ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करने और पर्यावरण निगरानी को बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती है। नैनो कणों द्वारा लाभान्वित कृषि आज नए आयाम छू रही है। इन सब के पीछे नैनो कणों के विचित्र लाभ हैं।



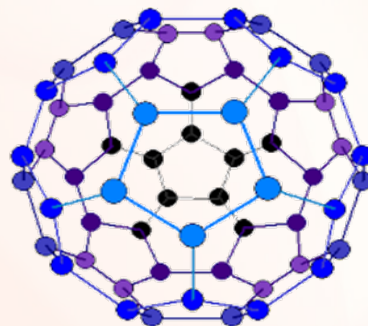
लाईपोसोम्स



बहुलक नैनो कण



कार्बन नैनो कण



फुलरीन

चित्र 3 कृषि में उपयोग होने वाले विभिन्न प्रकार के नैनोकण

नैनोकणों के लाभ

- 1. कम मात्रा में अधिक प्रभाव:** नैनोकणों की उच्च कार्यक्षमता और छोटे आकार के कारण, इन्हें कम मात्रा में उपयोग किया जा सकता है, जो पर्यावरण पर कम दबाव डालता है।
- 2. दीर्घकालिक प्रभाव:** नैनो-पार्टिकल्स धीरे-धीरे रिलीज होते हैं, जिससे कीटों और रोगों के विपरीत प्रभाव दीर्घकालिक रहता है।
- 3. कम लागत और अधिक उत्पादकता:** नैनोकणों का उपयोग कम लागत पर अधिक उत्पादकता और सुरक्षा प्रदान कर सकता है।
- 4. पर्यावरणीय सुरक्षा:** नैनो-प्रौद्योगिकी का उपयोग कृषि में प्रदूषण और रसायनों के उपयोग को कम कर सकता है, जिससे पर्यावरण पर सकारात्मक प्रभाव पड़ता है।

जलवायु परिवर्तन से निपटने में नैनोटेक्नोलॉजी का योगदान

यहां कुछ प्रमुख तरीके दिए गए हैं जिनसे नैनोटेक्नोलॉजी जलवायु परिवर्तन से निपटने में मदद कर सकती है:

कार्बन उत्सर्जन को कम करना: कार्बन कैप्चर और स्टोरेज (सीसीएस): मेटल-ऑर्गेनिक फ्रेमवर्क्स जैसे नैनोपोरस मैटेरियल्स औद्योगिक उत्सर्जन से कार्बन डाइऑक्साइड को पकड़ने में अत्यधिक प्रभावी साबित होते हैं। ये पदार्थ हवा में उपस्थित कार्बन डाइऑक्साइड गैस को अवशोषित करने की क्षमता रखते हैं, जिससे कार्बन उत्सर्जन को नियंत्रित किया जा सकता है। सीसीएस तकनीक का उपयोग वातावरण से कार्बन डाइऑक्साइड को निकालकर उसे सुरक्षित रूप से स्टोर करने में किया जाता है, जो वैश्विक गर्मी में कमी लाने में मदद करता है। यह न केवल पर्यावरण को संरक्षित करने में सहायक है, बल्कि ग्रीनहाउस गैसों के प्रभाव को भी कम करता है।

कुशल उत्प्रेरक: औद्योगिक प्रक्रियाओं में नैनोकैटेलिस्ट्स का उपयोग रासायनिक अभिक्रियाओं को अधिक ऊर्जा-कुशल और पर्यावरण के अनुकूल बनाता है। ये उत्प्रेरक रासायनिक प्रतिक्रियाओं को तेजी से और कम ऊर्जा में पूरा करने में मदद करते हैं, जिससे कार्बन डाइऑक्साइड उत्सर्जन में कमी आती है। इसके अलावा, नैनोकैटेलिस्ट्स का उपयोग रीसायक्लिंग प्रक्रियाओं में भी किया जाता है, जिससे ऊर्जा की बचत होती है और प्रदूषण कम होता है। इस प्रकार, कुशल उत्प्रेरकों के माध्यम से कार्बन उत्सर्जन को सीमित किया जा सकता है और औद्योगिक क्षेत्र की ऊर्जा खपत को भी नियंत्रित किया जा सकता है।

स्वच्छ ईंधन: स्वच्छ ईंधन के विकास में सूक्ष्म कणों का महत्वपूर्ण योगदान है। इन सूक्ष्म कणों का उपयोग दहन दक्षता को बढ़ाने में किया जाता है, जिससे ईंधन जलाने के दौरान प्रदूषण का स्तर कम हो जाता है। जब ईंधन की दहन प्रक्रिया अधिक कुशल होती है, तो कम ऊर्जा की बर्बादी होती है और प्रदूषण का स्तर घटता है। इस प्रकार, स्वच्छ ईंधन के प्रयोग से कार्बन उत्सर्जन को घटाने में मदद मिलती है, जो पर्यावरण संरक्षण की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है।

नैनो-उर्वरक: नैनो-उर्वरक एक नई तकनीक है जो पारंपरिक उर्वरकों से कहीं अधिक प्रभावी साबित होती है। ये उर्वरक नैनोस्केल पर विकसित होते हैं, जिससे वे मिट्टी में जल्दी घुलते हैं और पौधों द्वारा आसानी से अवशोषित किए जाते हैं। इससे रासायनिक अपवाह में कमी आती है, क्योंकि नैनो-उर्वरक पौधों द्वारा आवश्यकतानुसार पोषक तत्वों

की सटीक आपूर्ति करते हैं। इसके परिणामस्वरूप पर्यावरणीय प्रदूषण में कमी आती है और उर्वरकों का अपव्यय भी कम होता है। इस तकनीक का उपयोग कृषि उत्पादकता को बढ़ाने में किया जाता है, जिससे खाद्य सुरक्षा को बढ़ावा मिलता है और पैदावार में सुधार होता है।

कीट नियंत्रण: नैनो-पेस्टिसाइड्स का उपयोग पारंपरिक कीटनाशकों की तुलना में अधिक लक्षित और प्रभावी होता है। ये नैनोमेटेरियल्स विशिष्ट कीटों को निशाना बनाकर उन्हें प्रभावी तरीके से नियंत्रित करते हैं, जिससे पर्यावरणीय क्षति कम होती है। नैनो-पेस्टिसाइड्स में उच्च दक्षता होती है, क्योंकि ये कीटों के शरीर के भीतर जाकर उन्हें नष्ट कर सकते हैं, बिना अन्य लाभकारी कीटों या पर्यावरण को नुकसान पहुंचाए। इससे न केवल कीटनाशकों की खपत कम होती है, बल्कि यह जैविक विविधता को बनाए रखने में भी मदद करता है। इस प्रकार, नैनो-कीट नियंत्रण कृषि में एक सस्टेनेबल विकल्प के रूप में उभर रहा है।

नैनो उर्वरक
ऐसा उत्पाद जो की नैनो कणों में परिवर्तित होने
के कारण पोषक तत्व दक्षता को सुधारने में
सक्षम हो नैनो उर्वरक कहलाता है।

उत्पादन लागत में कमी

प्रोत्साहित फसल वृद्धि

पर्यावरण के अनुकूल

गुणवत्ता में सुधार

मिट्टी की गतिविधि में सुधार

दक्ष (परिशुद्ध) खेती

सूक्ष्मजीवों की गतिविधि में सुधार

संतुलित पोषक तत्व आपूर्ति

अधिक तनाव सहिष्णुता

पानी रोकने की क्षमता में सुधार



पर्यावरण में पोषक तत्वों के प्रवास का विनियमन

चित्र 4: पौधों में नैनोउर्वरक के विभिन्न उपयोग

खाद्य संरक्षण (Food Preservation): नैनो-कोटिंग्स का उपयोग खाद्य पदार्थों की स्व: जीवन को बढ़ाने में किया जाता है। ये कोटिंग्स खाद्य सामग्री की सतह पर एक पतली परत के रूप में लगाई जाती हैं, जो खाद्य पदार्थों को ऑक्सीजन, नमी, और अन्य बाहरी तत्वों से बचाती हैं। इसके परिणामस्वरूप खाद्य पदार्थों की ताजगी बनी रहती है और उनका विघटन धीमा होता है, जिससे खाद्य अपशिष्ट में कमी आती है। नैनो-कोटिंग्स का उपयोग विशेष रूप से ताजे फल, सब्जियाँ और मांस उत्पादों में किया जाता है, ताकि उनकी उपयोगिता अवधि बढ़ सके। इस प्रकार, नैनो-कोटिंग्स खाद्य सुरक्षा और गुणवत्ता को बनाए रखने में सहायक होती हैं और खाद्य संकट को कम करने में मदद करती हैं।



चित्र 5: कृषि में उपयोग होने वाले विभिन्न प्रकार के नैनो उर्वरक

नैनोसेंसर: नैनोसेंसर आधुनिक विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में एक महत्वपूर्ण नवाचार है, जो पर्यावरणीय प्रदूषकों, तापमान परिवर्तनों और ग्रीनहाउस गैसों जैसे तत्वों का उच्च सटीकता के साथ पता लगाते हैं। ये सेंसर नैनोस्केल पर काम करते हैं, जिससे उनकी संवेदनशीलता और सटीकता बहुत अधिक होती है। नैनोसेंसर का उपयोग जलवायु डेटा संग्रहण को बेहतर बनाने में किया जा सकता है, क्योंकि वे विभिन्न प्रदूषकों जैसे कार्बन डाइऑक्साइड, नाइट्रस आक्साइड, और अन्य हानिकारक गैसों को वातावरण में ट्रैक करते हैं। इसके अलावा, इन सेंसरों का उपयोग न केवल प्रदूषण की निगरानी के लिए, बल्कि विभिन्न पर्यावरणीय कारकों के समयबद्ध विश्लेषण के लिए भी किया जाता है। इससे जलवायु परिवर्तन के प्रभावों का पूर्वानुमान बेहतर ढंग से किया जा सकता है और उचित उपाय किए जा सकते हैं। नैनोसेंसरों का उपयोग पर्यावरण संरक्षण, स्वास्थ्य और कृषि क्षेत्रों में भी बढ़ती हुई चिंता के बीच अत्यंत लाभकारी साबित हो रहा है।

अगले चरण की चेतावनी प्रणाली (अर्ली वार्निंग सिस्टम): नैनोटेक आधारित सेंसर अत्याधुनिक चेतावनी प्रणालियों के निर्माण में सहायक हो सकते हैं, जो चरम मौसम घटनाओं और पर्यावरणीय आपदाओं की भविष्यवाणी करने में सक्षम हैं। इन सेंसरों की मदद से हम भूकंप, सुनामी, बाढ़, सूखा, और तूफान जैसी प्राकृतिक आपदाओं का पूर्वानुमान कर सकते हैं। नैनोसेंसरों के द्वारा दी गई जानकारी बेहद सटीक और समय पर होती है, जिससे समय रहते सावधानियां बरती जा सकती हैं और आपदाओं से होने वाले नुकसान को कम किया जा सकता है। यह तकनीक वास्तविक समय में डेटा एकत्रित करके इसे विश्लेषित करती है, और आने वाले खतरे के बारे में पहले से चेतावनी देती है। इस प्रकार, नैनोटेक आधारित चेतावनी प्रणाली से नागरिकों को सुरक्षा प्रदान की जा सकती है, और आपातकालीन प्रतिक्रिया

प्रणालियों को सक्रिय किया जा सकता है। इन प्रणालियों के जरिए न केवल मानव जीवन की सुरक्षा होती है, बल्कि संपत्ति और संसाधनों की रक्षा भी की जा सकती है।

नैनोफर्टिलाइजर्स एवं जलवायु सहनशील कृषि

कृषि क्षेत्र अब ग्रीनहाउस गैस (ग्रीन हाउस गैस) उत्सर्जन में एक प्रमुख योगदानकर्ता बन गया है, जो जलवायु परिवर्तन का कारण बन रहा है। कृषि से होने वाला ग्रीन हाउस गैस उत्सर्जन मुख्य रूप से उर्वरक उद्योग से आता है। जब पारंपरिक उर्वरक बनाए जाते हैं, तो उनकी संश्लेषण और परिवहन में बहुत सारी ऊर्जा और ईंधन का उपयोग किया जाता है। इसके अलावा, इन उर्वरकों की कम उपयोग दक्षता (N, P और K के लिए 20-40%) के कारण इनकी बड़ी मात्रा में आवश्यकता होती है। इसके विपरीत, नैनोफर्टिलाइजर्स की उपयोग दक्षता बहुत अधिक होती है, और इन्हें पारंपरिक उर्वरकों की तुलना में बहुत कम मात्रा में (1/100 बार कम) की आवश्यकता होती है। आवेदन दर को 100 गुना कम करके, नैनोफर्टिलाइजर्स ग्रीन हाउस गैस उत्सर्जन को स्रोत पर ही कम कर सकते हैं। नैनोफर्टिलाइजर्स, अत्यधिक दक्ष होते हैं, इनका उपयोग पारंपरिक उर्वरकों के मुकाबले बहुत कम मात्रा में होता है, जिससे संसाधनों की बचत होती है और पर्यावरण पर कम दबाव पड़ता है।

नैनोफर्टिलाइजर्स की मदद से हम फसल उत्पादन को अधिक प्रभावी तरीके से बढ़ा सकते हैं, और साथ ही ग्रीन हाउस गैस उत्सर्जन को भी काफी हद तक कम कर सकते हैं। इन उर्वरकों की सटीकता से पौधों की वृद्धि में मदद मिलती है और संसाधनों का अधिकतम उपयोग होता है, जिससे पर्यावरणीय नुकसान कम होता है। इस प्रकार, नैनोफर्टिलाइजर्स का उपयोग न केवल कृषि उत्पादकता को बढ़ावा देता है, बल्कि यह जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने में भी सहायक हो सकता है। यह हमें एक अधिक टिकाऊ और पर्यावरणीय रूप से जिम्मेदार कृषि पद्धतियों की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम आगे बढ़ाने की दिशा में मार्गदर्शन करता है।

चुनौतियाँ और विचारणीय बिंदु

हालाँकि नैनोटेक्नोलॉजी आशाजनक समाधान प्रदान करती है, लेकिन इसके समक्ष कुछ चुनौतियाँ बनी हुई हैं, जिनका समाधान ढूँढना जरूरी है।

पर्यावरणीय और स्वास्थ्य जोखिम: नैनोटेक्नोलॉजी के माध्यम से विकसित नैनोपार्टिकल्स विभिन्न क्षेत्रों में उपयोगी साबित हो रहे हैं, लेकिन उनके संभावित पर्यावरणीय और स्वास्थ्य जोखिमों पर अधिक शोध की आवश्यकता है। कुछ नैनोपार्टिकल्स, विशेषकर यदि वे अनियंत्रित रूप से वातावरण में फैल जाएं, तो वे मिट्टी, जल स्रोतों, और वायुमंडल में नकारात्मक प्रभाव डाल सकते हैं। इसके अलावा, यदि इन नैनोपार्टिकल्स का मानव शरीर के संपर्क में आना होता है, तो इसके संभावित विषाक्त प्रभावों का अध्ययन किया जाना चाहिए। नैनोमेडिसिन में उपयोग किए जाने वाले पदार्थों की सुरक्षा को सुनिश्चित करने के लिए अधिक अध्ययन आवश्यक हैं, ताकि उनका प्रयोग सुरक्षित तरीके से किया जा सके और उनके स्वास्थ्य पर नकारात्मक प्रभाव को रोका जा सके।

लागत और विस्तार: नैनोमैटेरियल्स और नैनोटेक्नोलॉजी आधारित उत्पादों की निर्माण लागत अभी भी उच्च है, जो उन्हें बड़े पैमाने पर उत्पादन और वाणिज्यिक रूप से व्यवहार्य बनाने में एक बड़ी चुनौती पेश करता है। कई नैनोमैटेरियल्स को तैयार करने के लिए अत्यधिक सटीक और जटिल प्रक्रियाओं की आवश्यकता होती है, जो महंगी

होती हैं। इसके अलावा, कुछ नैनो उत्पादों का उत्पादन बड़े पैमाने पर करना कठिन हो सकता है, क्योंकि यह तकनीकी रूप से चुनौतीपूर्ण है और संसाधन की भारी आवश्यकता होती है। इस कारण से, नैनोटेक्नोलॉजी के व्यावसायिक स्तर पर अधिक विस्तार करने के लिए लागत में कमी लाने के उपायों की आवश्यकता है।

नियम और सुरक्षा: नैनोटेक्नोलॉजी के सुरक्षित और प्रभावी कार्यान्वयन को सुनिश्चित करने के लिए उचित नियम और दिशानिर्देशों की आवश्यकता है। वर्तमान में, नैनोमैटेरियल्स और उनके उपयोग के लिए एक स्पष्ट और वैश्विक मानक नियमावली की कमी है, जिससे इनका नियंत्रण और सुरक्षा सुनिश्चित करना चुनौतीपूर्ण हो जाता है। नैनोप्रोडक्ट्स के लिए सुरक्षा प्रमाणन और पर्यावरणीय जोखिम मूल्यांकन आवश्यक हैं, ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि इनका उपयोग मानवता और पर्यावरण के लिए सुरक्षित है। साथ ही, नैनो उत्पादों के उपयोग के बारे में उपभोक्ताओं को पूरी जानकारी देना भी जरूरी है, ताकि वे किसी भी नकारात्मक प्रभाव से बच सकें। इस दिशा में अधिक शोध, निगरानी और सख्त नियमों की आवश्यकता है। इन सभी चुनौतियों के बावजूद, नैनोटेक्नोलॉजी की क्षमता अद्वितीय है, और अगर इन समस्याओं का समाधान किया जाता है, तो यह तकनीक भविष्य में काफी प्रभावी और सुरक्षित साबित हो सकती है। बीज प्राइमिंग के लिए नैनोटेक्नोलॉजी का उपयोग अनुसंधान का एक नया क्षेत्र है, तथा इसके आशाजक परिणाम मिले हैं।

बीज-प्राइमिंग के लिए नैनोकण

बीज नैनो-प्राइमिंग एक नई तकनीक है जो सीड प्राइमिंग के लिए मुख्य रूप से नैनोकणों का उपयोग करती है। वहीं सीड प्राइमिंग और सीड नैनो-प्राइमिंग के बीच एक महत्वपूर्ण अंतर है। चूँकि कन्वेंशनल सीड प्राइमिंग में मुख्य रूप से पानी (हाइड्रोप्राइमिंग) या पदार्थ (पोषक तत्व, हार्मोन, या बायोपॉलिमर) युक्त घोल इस्तेमाल होते हैं जिसे बीज में सोखते हैं या बीज पर कोटिंग (या ड्रेसिंग) करते हैं। बीज नैनो-प्राइमिंग में सस्पेंशन या नैनोफॉर्म्यूलेशन मीडिया का इस्तेमाल किया जाता है, जहां बीज नैनोकणों को ग्रहण कर सकते हैं या नहीं भी कर सकते हैं। जब नैनोपार्टिकल अपटेक होता है, तो बड़ा अंश कोटिंग (लेप) के रूप में बीज की सतह पर लग जाता है। ऐसे बीज लेप का कवकनाशी या जीवाणुनाशक के साथ भंडारण के दौरान या क्षेत्र में रोगजनकों से बचाव के लिए उपयोग किया जा सकता है। खोदकोवस्काया एट अल (2009) द्वारा बीज के अंकुरण को प्रभावित करने के लिए नैनोमैटेरियल्स की क्षमता दिखाने का प्रथम अध्ययन किया गया था। हालांकि इसमें सीड प्राइमिंग का उपयोग नहीं किया गया था लेकिन लेखकों ने प्रदर्शित किया था कि टमाटर के बीज कार्बन नैनोट्यूब ग्रहण कर सकते हैं। कार्बन नैनोट्यूब ने पानी के अपटेक की मात्रा बढ़ा दी, जिसके परिणामस्वरूप टमाटर के पौधे में फूल 2 गुना अधिक संख्या में बढ़ गए। टमाटर, जौ, सोयाबीन और मक्का में हुये अन्य अध्ययनों में भी ऐसा ही प्रदर्शित किया है कि कार्बन नैनोट्यूब पौधों में बीज चयापचय को नियंत्रित कर सकते हैं तथा कई प्रकार की जल चैनल प्रोटीन जीन अभिव्यक्ति को बढ़ाते हैं।

बीज नैनो-प्राइमिंग, कृषि में दोहन के लिए नैनो तकनीक का एक आशाजनक क्षेत्र है जिसे कृषि में स्थिरता/टिकाऊपन को बढ़ावा देने के लिए नियोजित किया जा सकता है। बीज नैनो-प्राइमिंग से पौधों की स्थापना को बढ़ावा देने के साथ ही जैविक और अजैविक तनावों से सुरक्षा तथा प्रतिरोधिता प्राप्त होती है, जिसके परिणामस्वरूप उत्पादकता और खाद्य गुणवत्ता में सुधार होता है। यह भी स्पष्ट है कि नैनोकण प्रणालियों का उपयोग कीटनाशकों और संदूषण जोखिमों की लागू मात्रा में कमी करता है तथा इसे अपनाने के परिणामस्वरूप पारंपरिक कृषि एवं फसल प्रबंधन में बदलाव आ सकता है जो किसानों, उपभोक्ताओं और पर्यावरण के लिए सुरक्षित होगा।

नैनो प्रौद्योगिकी आधारित कृषि में उभरते हुए नए आयाम

नैनो-प्रौद्योगिकी का उपयोग कृषि में तेजी से बढ़ रहा है, विशेष रूप से बीज संरक्षण, बायोफोर्टिफिकेशन (आहार में पोषक तत्वों का स्तर बढ़ाना), और कीटों और अजैविक तनावों (जैसे सूखा, अत्यधिक तापमान, आदि) के विपरीत प्रतिरोध बनाने के लिए। नैनोकणों की छोटी कण आकार और विशिष्ट गुण उन्हें इन सभी क्षेत्रों में उपयोग करने के लिए उपयुक्त बनाते हैं। यहां हम इन विभिन्न रणनीतियों पर विस्तृत रूप से चर्चा करेंगे।

1. बीज संरक्षण में नैनोकणों का उपयोग

नैनोकणों का उपयोग बीज संरक्षण में एक अत्यधिक प्रभावी तरीका हो सकता है। बीजों के संरक्षण के लिए नैनोकणों का मुख्य उद्देश्य बीजों को हानिकारक कीटों, रोगजनकों, बैक्टीरिया, और फफूंद से बचाना है। नैनो-पार्टिकल्स बीजों पर एक सुरक्षात्मक परत बना सकते हैं, जो बीजों के अंकुरण से पहले उन्हें बाहरी दबावों से सुरक्षा प्रदान करती है। यह परत बीजों को निम्नलिखित तरीकों से सुरक्षा प्रदान करती है:

रोगजनकों और कीटों से सुरक्षा: नैनो-प्रौद्योगिकी से निर्मित पदार्थ बीजों को कीटों और रोगजनकों के हमलों से बचाने में सहायक हो सकते हैं। नैनोकणों का उपयोग बीजों में जैविक सुरक्षा को बढ़ाने के लिए किया जा सकता है, जो पौधों के विकास के पहले चरण में बीजों को बाहरी रोगों से बचाते हैं।

आवश्यक पोषक तत्वों की पहुंच: नैनोकणों का उपयोग बीजों के विकास के लिए आवश्यक पोषक तत्वों को बीजों में समाहित करने के लिए भी किया जा सकता है। यह बीजों के अंकुरण और प्रारंभिक विकास को उत्तेजित करता है।

बीज की गुणवत्ता में सुधार: बीजों के साथ नैनो-कणों का उपचार उनके स्वास्थ्य और गुणवत्ता में सुधार कर सकता है, जिससे उनकी अंकुरण दर बढ़ सकती है और किसानों को उच्च गुणवत्ता वाली फसल प्राप्त हो सकती है।

2. बायोफोर्टिफिकेशन में नैनोकणों का उपयोग

बायोफोर्टिफिकेशन एक प्रक्रिया है जिसमें पौधों में पोषक तत्वों का स्तर बढ़ाया जाता है ताकि वे मानव आहार में पोषण के स्तर को सुधारें। नैनोकणों का उपयोग बायोफोर्टिफिकेशन में पोषक तत्वों को पौधों में कुशलता से लाने के लिए किया जा सकता है। नैनो-पार्टिकल्स को पौधों में आसानी से अवशोषित किया जा सकता है, और ये पौधों में आवश्यक पोषक तत्वों को अधिक प्रभावी ढंग से पहुँचाने में मदद करते हैं।

पोषक तत्वों का सुधार: नैनोकणों के उपयोग से पौधों में सूक्ष्म पोषक तत्वों (जैसे जिंक, आयरन, कैल्शियम) का स्तर बढ़ाया जा सकता है। ये पोषक तत्व फसलों में अधिक कुशलता से शामिल होते हैं, जिससे फसलों में पोषण की गुणवत्ता में सुधार होता है।

जलवायु परिवर्तन के अनुकूल पोषण: नैनोकणों का उपयोग पौधों को पर्यावरणीय तनाव के बावजूद आवश्यक पोषक तत्व प्रदान करने के लिए किया जा सकता है। यह विशेष रूप से उन क्षेत्रों में फायदेमंद हो सकता है जहाँ मिट्टी की उर्वरता कम है या पोषक तत्वों की कमी है।

3. कीटों और अजैविक तनावों के विपरीत नैनोकणों का उपयोग:

नैनो-प्रौद्योगिकी का उपयोग कीटों और अजैविक तनावों के विपरीत भी किया जा सकता है, जो कृषि में मुख्य

चुनौतियाँ हैं। नैनोकणों की मदद से पौधों में ऐसे तंत्र विकसित किए जा सकते हैं जो कीटों और रोगों से रक्षा करने के लिए अधिक प्रतिरोधक क्षमता प्रदान करते हैं।

कीट नियंत्रण: नैनोपार्टिकल्स को कीटनाशकों के रूप में प्रयोग किया जा सकता है, जो कीटों पर नियंत्रित प्रभाव डालते हैं। नैनोकणों के द्वारा कीटनाशक पदार्थों को धीरे-धीरे रिलीज किया जा सकता है, जिससे कीटों पर लंबे समय तक प्रभाव पड़ता है और इनकी प्रभावशीलता बढ़ जाती है।

अजैविक तनावों के विपरीत प्रतिरोध: नैनोकणों का उपयोग पौधों में सूखा, अत्यधिक तापमान, और अन्य अजैविक तनावों के विपरीत प्रणालीगत प्रतिरोध विकसित करने के लिए किया जा सकता है। नैनोकणों द्वारा बीजों को उपचारित करने से पौधों के भीतर प्रणालीगत प्रतिरोध बढ़ता है, जो उन्हें कठिन परिस्थितियों का सामना करने में मदद करता है। उदाहरण के लिए, नैनोकणों से बीजों में पानी की कमी, अत्यधिक तापमान, या अन्य पर्यावरणीय दबावों के विपरीत प्रतिरोध बढ़ सकता है।

प्राकृतिक प्रतिरक्षा प्रणाली का प्रोत्साहन: नैनो-पार्टिकल्स पौधों की प्राकृतिक प्रतिरक्षा प्रणाली को सक्रिय करने में मदद कर सकते हैं। यह उन्हें कीटों, फफूंद, और जीवाणुओं के हमलों से बचाने में मदद करता है।

नैनोकणों का उपयोग कृषि में विभिन्न रणनीतियों के लिए अत्यधिक लाभकारी साबित हो सकता है। बीज संरक्षण, बायोफोर्टिफिकेशन, और कीटों तथा अजैविक तनावों के विपरीत प्रतिरोध विकसित करने में नैनो-प्रौद्योगिकी का उपयोग न केवल उत्पादन में वृद्धि करता है, बल्कि यह पर्यावरणीय प्रभाव को भी कम करता है। इन नैनोकणों के माध्यम से कृषि की उत्पादकता में सुधार, पर्यावरणीय सुरक्षा और पोषक तत्वों की कमी को दूर किया जा सकता है, जो भविष्य में खाद्य सुरक्षा को सुनिश्चित करने के लिए महत्वपूर्ण है।

05

कृषि में नवीकरणीय ऊर्जा एवं हरित प्रौद्योगिकियाँ

सौर ऊर्जा चालित सिंचाई और कृषि मशीनरी

जलवायु परिवर्तन आज एक गंभीर वैश्विक चुनौती बन चुके हैं, जिनके प्रभाव कृषि पर विशेष रूप से पड़ रहे हैं। पर्यावरण में हो रहे बदलावों, जैसे बढ़ती हुई गर्मी, अनियमित वर्षा, और बर्फबारी के बदलते पैटर्न ने कृषि उत्पादन को प्रभावित किया है। इन बदलावों का सामना करने के लिए सौर ऊर्जा-चालित सिंचाई और कृषि मशीनरी एक स्थायी और प्रभावी समाधान प्रस्तुत करती है। यह न केवल ऊर्जा लागत को कम करने में मदद करती है, बल्कि किसानों को अधिक अनुकूलित और पर्यावरण के अनुकूल कृषि प्रणाली अपनाने में भी सक्षम बनाती है।

1. सौर ऊर्जा चालित सिंचाई

सौर ऊर्जा चालित सिंचाई पद्धतियों का उपयोग कृषि क्षेत्र में जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। पारंपरिक सिंचाई विधियों में आमतौर पर बड़ी मात्रा में बिजली की आवश्यकता होती है, जो जलवायु परिवर्तन के कारण असीमित हो सकती है। इसके बजाय, सौर ऊर्जा चालित पंप और सिंचाई प्रणालियाँ प्राकृतिक संसाधनों का उपयोग करती हैं और मौसम की अनिश्चितताओं के बावजूद स्थिर और सस्ता समाधान प्रदान करती हैं। भारत का कृषि क्षेत्र, जो देश की अर्थव्यवस्था की रीढ़ है, लंबे समय से अनियमित वर्षा, घटते भूजल स्तर और बढ़ती ऊर्जा लागत जैसी समस्याओं से जूझ रहा है। इन चुनौतियों का सामना करने के लिए, सौर सिंचाई प्रणालियाँ एक स्थायी और प्रभावी समाधान के रूप में उभरी हैं। सूर्य की शक्ति का उपयोग करके, किसान अपनी फसलों की सिंचाई कर सकते हैं, जिससे पर्यावरण पर न्यूनतम प्रभाव पड़ता है और महंगे डीजल या विदूत पंपों पर उनकी निर्भरता कम होती है।

सौर सिंचाई

सौर सिंचाई प्रणाली सूरज की रोशनी को बिजली में बदलने के लिए सौर पैनल का उपयोग करती है, जो पानी पंपों को संचालित करता है जो नदियों, झीलों, तालाबों या भूजल स्रोतों से पानी खींचकर सिंचाई के लिए उपयोग करते हैं। ये प्रणालियाँ विभिन्न सिंचाई विधियों के लिए उपयुक्त होती हैं, जिनमें ड्रिप, स्प्रींकलर और बाढ़ सिंचाई शामिल हैं।

सौर सिंचाई प्रणाली के मुख्य घटक हैं:

- **सौर पैनल:** ये सूर्य की रोशनी को प्राप्त करके उसे बिजली में बदलते हैं।

- **इन्वर्टर:** यह सौर पैनल से मिलने वाली प्रत्यक्ष धारा (डीसी) को वैकल्पिक धारा (एसी) में बदलता है, जो पंप को संचालित करती है।
- **पानी पंप:** यह पानी खींचकर खेतों तक पहुंचाता है।
- **पानी भंडारण:** कुछ प्रणालियों में अतिरिक्त पानी को संग्रहीत करने के लिए टैंक होते हैं, जो बादल वाले दिनों या रात में जल आपूर्ति सुनिश्चित करते हैं।



चित्र 1: जलवायु सहनशील सतत कृषि के लिए सौर ऊर्जा आधारित सिंचाई

सौर सिंचाई न केवल पर्यावरण के अनुकूल है, बल्कि यह किसानों की संचालन लागत को भी कम करता है, और उन क्षेत्रों में एक आवश्यक समाधान प्रदान करता है जहाँ ऊर्जा की आपूर्ति अविश्वसनीय या महंगी है।

सौर सिंचाई प्रणालियों के लाभ

1. लागत-प्रभावी सिंचाई

परंपरागत सिंचाई विधियाँ आमतौर पर डीजल या बिजली से चलने वाले पंपों पर निर्भर करती हैं, जो महंगे हो सकते हैं और मूल्य में उतार-चढ़ाव का शिकार होते हैं। सौर सिंचाई, दूसरी ओर, शुरुआती सेटअप के बाद न्यूनतम चल रहे खर्चों के साथ काम करती है, क्योंकि सूर्य की रोशनी एक मुफ्त और नवीकरणीय संसाधन है। यह छोटे और सीमांत किसानों के लिए आदर्श समाधान बनाती है, जिन्हें विश्वसनीय विद्युत आपूर्ति का अभाव हो सकता है।

- **जीरो ईंधन लागत:** सौर सिंचाई डीजल या बिजली की आवश्यकता को समाप्त कर देती है, जिससे किसानों के संचालन खर्च कम होते हैं।

- **दीर्घकालिक बचत:** हालांकि सौर पैनल और पंपों में प्रारंभिक निवेश अधिक हो सकता है, यह प्रणाली समय के साथ अपने आप को लौटा देती है, क्योंकि डीजल और बिजली की लागत में महत्वपूर्ण बचत होती है।

2. स्थायी और पर्यावरणीय रूप से अनुकूल

सौर सिंचाई एक स्वच्छ ऊर्जा समाधान है जो कृषि के कार्बन फुटप्रिंट को घटाता है। सौर ऊर्जा पर निर्भर रहते हुए, किसान डीजल पंपों से जुड़ी ग्रीनहाउस गैसों का उत्सर्जन कम कर सकते हैं, जिससे कृषि क्षेत्र को अधिक हरित और स्थायी बनाते हैं।

- **प्रदूषण में कमी:** डीजल से चलने वाले पंप हानिकारक प्रदूषक उत्सर्जित करते हैं, जबकि सौर सिंचाई प्रणालियाँ शून्य उत्सर्जन करती हैं।
- **जल संरक्षण को बढ़ावा:** जब इसे ड्रिप या स्प्रींकलर जैसे कुशल सिंचाई विधियों के साथ जोड़ा जाता है, तो सौर पंप जल उपयोग को अनुकूलित कर सकते हैं, बर्बादी को कम करते हुए भूजल संसाधनों को संरक्षित करते हैं।

3. विश्वसनीय ऊर्जा स्रोत

भारत के ग्रामीण किसान अक्सर असमान बिजली आपूर्ति का सामना करते हैं, खासकर दूरदराज के क्षेत्रों में। सौर सिंचाई एक विश्वसनीय और बिना रुके ऊर्जा स्रोत प्रदान करती है, क्योंकि यह ग्रिड से स्वतंत्र रूप से काम करती है और पावर कट के दौरान भी प्रभावी रूप से कार्य करती है।

- **ऊर्जा स्वतंत्रता:** किसान अब असंगत बिजली आपूर्ति या महंगे डीजल पर निर्भर नहीं रहते, जिससे उन्हें अपने सिंचाई कार्यक्रमों पर अधिक नियंत्रण मिलता है।
- **उत्पादकता में वृद्धि:** विश्वसनीय सिंचाई किसानों को समय पर अपनी फसलों को पानी देने की अनुमति देती है, जिसके परिणामस्वरूप उच्च उपज और बेहतर फसल गुणवत्ता होती है।

4. कम रखरखाव और दीर्घकालिक स्थायित्व

सौर सिंचाई प्रणालियों को न्यूनतम रखरखाव की आवश्यकता होती है और इनकी उम्र लंबी होती है, आमतौर पर 20-25 वर्षों तक। सौर पैनल और पंपों में कोई मूविंग पार्ट्स नहीं होते, जिससे घिसाव और टूट-फूट कम होती है और इनकी कार्यक्षमता में भरोसा रखा जा सकता है।

1. प्रक्रिया एवं मुख्य चरण

सौर सिंचाई प्रणाली सामान्यतः निम्नलिखित चरणों में काम करती है:

- **सौर पैनल स्थापना:** सौर पैनल एक खुले क्षेत्र में स्थापित किए जाते हैं जहाँ वे अधिकतम सूर्य की रोशनी प्राप्त कर सकते हैं। ये पैनल सूर्य की रोशनी को विद्युत ऊर्जा में बदलते हैं।
- **पंप को चालू करना:** सौर पैनल से उत्पन्न विद्युत ऊर्जा का उपयोग पानी पंप को संचालित करने के लिए किया जाता है। पंप एक उपमिर्षणीय या सतही पंप हो सकता है, जो पानी के स्रोत और सिंचाई विधि के आधार पर चयनित होता है।
- **पानी का निष्कर्षण और वितरण:** पंप पानी खींचता है और उसे खेतों में वितरित करता है। किसान ड्रिप,

स्प्रिंकलर या छिड़काव सिंचाई जैसे विभिन्न सिंचाई तकनीकों का उपयोग करके पानी का वितरण प्रभावी ढंग से करते हैं।

- पानी भंडारण (वैकल्पिक): कुछ प्रणालियाँ अतिरिक्त पानी को टैंक में संगृहीत करती हैं, जिससे यह सुनिश्चित किया जा सके कि बादल वाले दिनों या रात में सिंचाई जारी रह सके जब सूर्य की रोशनी उपलब्ध नहीं हो।

2. सौर सिंचाई प्रणालियों को अपनाते में चुनौतियाँ

हालांकि सौर सिंचाई प्रणालियों के कई लाभ हैं, भारत में इनका व्यापक रूप से अपनाया जाना कुछ चुनौतियों का सामना करता है:

1. उच्च प्रारंभिक निवेश: सौर पैनल, पंप और संबंधित इंफ्रास्ट्रक्चर की स्थापना की प्रारंभिक लागत कई छोटे किसानों के लिए बाधा बन सकती है। हालांकि सरकार द्वारा सब्सिडी और वित्तीय सहायता योजनाएं उपलब्ध हैं, प्रारंभिक खर्च अब भी कई किसानों के लिए एक अवरोध है।
2. जागरूकता की कमी: कई किसान अब भी सौर सिंचाई के लाभों से अनजान हैं या इन्हें स्थापित और बनाए रखने के लिए आवश्यक तकनीकी ज्ञान की कमी महसूस करते हैं। किसानों को सौर ऊर्जा के संभावित लाभों को समझाने के लिए जागरूकता अभियान और प्रशिक्षण कार्यक्रम जरूरी हैं।
3. सौर पैनल के लिए भूमि की उपलब्धता: सौर पैनलों को स्थापित करने के लिए खुले और बिना छाए हुए स्थान की आवश्यकता होती है। घनी जनसंख्या वाले या भूमि की कमी वाले क्षेत्रों में पैनल स्थापना के लिए पर्याप्त जगह मिलना एक चुनौती हो सकता है।
4. रखरखाव और समर्थन: हालांकि सौर सिंचाई प्रणालियों को कम रखरखाव की आवश्यकता होती है, फिर भी तकनीकी समस्याएँ जैसे इन्वर्टर की खराबी या पंप की मरम्मत हो सकती हैं। ग्रामीण क्षेत्रों में प्रशिक्षित तकनीशियनों और स्पेयर पार्ट्स की पहुंच सीमित हो सकती है, जिससे समय पर मरम्मत करना चुनौतीपूर्ण हो सकता है।

3. सरकार का समर्थन और सब्सिडी

सौर सिंचाई की क्षमता को पहचानते हुए, भारतीय सरकार ने इसके अपनाने को बढ़ावा देने के लिए कई पहलें शुरू की हैं:

- **प्रधानमंत्री किसान उर्जा सुरक्षा और उत्थान महाभियान (PM-KUSUM):** यह योजना किसानों को सौर पंप स्थापित करने के लिए वित्तीय सहायता प्रदान करने का लक्ष्य रखती है। इसमें स्वतंत्र सौर पंप और ग्रिड से जुड़े सौर पंपों की स्थापना के लिए सब्सिडी उपलब्ध है।
- **सब्सिडी और ऋण:** विभिन्न राज्य सरकारें और कृषि बैंक सौर सिंचाई उपकरण खरीदने के लिए सब्सिडी और कम ब्याज दरों पर ऋण प्रदान करते हैं, जिससे किसानों के लिए यह अधिक सुलभ हो जाता है।

सरकारी समर्थन के साथ, सौर सिंचाई को देश भर में लागू किया जा सकता है, जो कृषि क्षेत्र में स्थायी और समावेशी विकास को बढ़ावा देगा।

4. भारत में सौर सिंचाई का भविष्य

भारत में सौर सिंचाई का भविष्य उज्ज्वल है, क्योंकि यह कृषि उत्पादकता बढ़ाने, जल बचाने और कृषि के पर्यावरणीय प्रभाव को कम करने की क्षमता रखती है। जैसे-जैसे देश जलवायु परिवर्तन, ऊर्जा संकट और जल संकट से जूझ रहा है, सौर सिंचाई एक स्थायी समाधान प्रदान करती है जो किसानों को सशक्त बनाती है और ऊर्जा स्वतंत्रता को बढ़ावा देती है।

वृद्धि के मुख्य क्षेत्र

- जागरूकता में वृद्धि: निरंतर जागरूकता कार्यक्रमों और प्रशिक्षण पहलों से अधिक किसानों को सौर सिंचाई के लाभों को समझने और इन प्रणालियों को लागू करने में मदद मिलेगी।
- प्रौद्योगिकी में नवाचार: सौर तकनीक में निरंतर नवाचार, जैसे अधिक कुशल सौर पैनल और स्मार्ट सिंचाई प्रणालियाँ, सौर ऊर्जा संचालित कृषि की प्रभावशीलता को और भी बढ़ाएंगी।
- सरकारी समर्थन का विस्तार: सब्सिडी, अनुदान और वित्तीय सहायता कार्यक्रमों के विस्तार से सरकार सौर सिंचाई को छोटे और सीमांत किसानों के लिए अधिक सुलभ बना सकती है।

तालिका 1: सौर सिंचाई पंपों एवं पारंपरिक डीजल/विद्युत पंपों की तुलना

मानक	परंपरागत डीजल/विद्युत पंप	सौर सिंचाई पंप
प्रारंभिक निवेश	कम	अधिक
संचालन लागत	उच्च (रखरखाव और ईंधन)	कम (नवीकरणीय ऊर्जा से कम खर्च)
कार्बन उत्सर्जन	महत्वपूर्ण	कोई नहीं
उपज पर प्रभाव	परिवर्तनशील	उच्च, स्थिर जल आपूर्ति के कारण
आर्थिक प्रभाव	किसानों के लिए लागत का बोझ	दीर्घकालिक बचत, अधिक मुनाफा
ऊर्जा स्रोत की विश्वसनीयता	अविश्वसनीय (बिजली कटौती सामान्य)	स्थिर (सौर ऊर्जा)

खेती और कृषि में उपयोग होने वाले उपकरणों को चलाने के लिए सोलर पावर से बनी ऊर्जा का उपयोग किया जा रहा है। इससे किसान बिजली न होने पर भी ट्यूबवेल, सबमर्सिबल समेत कई कृषि उपकरणों को चलाकर खेत पर पड़ने वाले अनावश्यक भार को कम कर सकते हैं। खेती में इस्तेमाल होने वाले विभिन्न उपकरण आजकल सौर ऊर्जा चालित होने से लागत के साथ-साथ मेहनत भी कम हो जाती है।

सौर ऊर्जा चालित कृषि मशीनरी

कृषि मशीनरी जैसे ट्रैक्टर, हैरो, थ्रेशर आदि का सौर ऊर्जा से संचालित होना भी जलवायु परिवर्तन से निपटने और कृषि उत्पादकता को बढ़ाने में मदद करता है। पारंपरिक ईंधन आधारित कृषि उपकरणों की जगह पर सौर ऊर्जा चालित मशीनरी अपनाने से न केवल ऊर्जा की लागत कम होती है, बल्कि यह पर्यावरणीय प्रभावों को भी घटाता है।

सौर ऊर्जा चालित कृषि मशीनरी के लाभ

- **ईंधन की बचत:** सौर ऊर्जा के उपयोग से कृषि मशीनरी में पारंपरिक ईंधन की आवश्यकता कम हो जाती है, जिससे प्रदूषण और ग्रीनहाउस गैसों का उत्सर्जन कम होता है। यह जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने में मदद करता है।
- **लंबी अवधि में बचत:** जबकि प्रारंभिक निवेश अधिक हो सकता है, सौर ऊर्जा चालित उपकरणों के रखरखाव की लागत बहुत कम होती है और ऊर्जा की लागत भी शून्य होती है, जिससे लंबे समय में यह बहुत लाभकारी साबित होता है।
- **मौसम में लचीलापन:** सौर ऊर्जा चालित मशीनरी पर मौसम के प्रभाव कम होते हैं। जब मौसम में परिवर्तन होता है या पारंपरिक ईंधन की आपूर्ति बाधित होती है, तो किसान अपने सौर ऊर्जा प्रणालियों का उपयोग करके कृषि कार्यों को सुचारू रूप से चला सकते हैं।

सौर शुष्कक (सोलर ड्रायर)

भारत में फल, सब्जियों और मसालों की खेती करने वाले किसानों को अक्सर खराब मौसम, अपर्याप्त भंडारण सुविधाओं और बाजार में उचित मूल्य न मिलने जैसी समस्याओं का सामना करना पड़ता है। इन फसलों में उच्च नमी होती है, जिससे वे जल्दी खराब हो जाती हैं और किसान उन्हें बहुत कम दाम पर बेचने को मजबूर होते हैं। विशेष रूप से टमाटर, प्याज, हल्दी, अदरक जैसी फसलों में नमी अधिक होती है, जिससे इनकी शेल्फ लाइफ बहुत कम हो जाती है।

इस समस्या का समाधान सौर ऊर्जा द्वारा संचालित सौर शुष्कक द्वारा किया जा सकता है, जो फसलों को सुरक्षित तरीके से सुखाकर उनकी गुणवत्ता बनाए रखता है और उनकी खराब होने की संभावना को कम करता है। आइए विस्तार से समझते हैं कि सौर शुष्कक कैसे काम करता है और इसके क्या लाभ हैं।

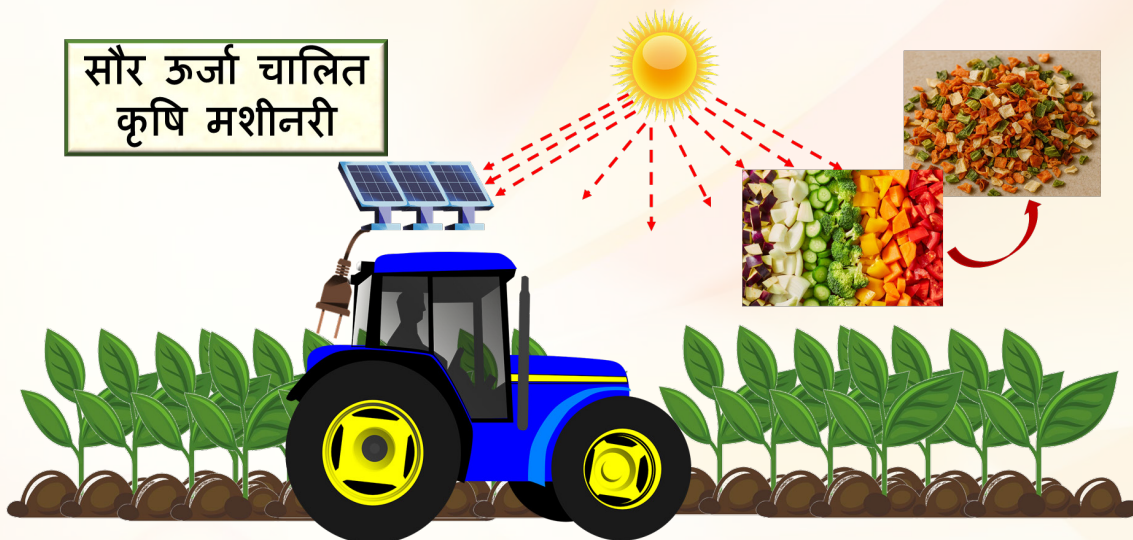
सौर शुष्कक की कार्यप्रणाली

सौर शुष्कक एक ऐसी तकनीक है, जिसमें सूर्य की ऊर्जा का उपयोग फसलों को सुखाने के लिए किया जाता है। इस प्रणाली में एक शेड या कैबिन बनता है जिसमें फसलों को रखा जाता है और एक सोलर पैनल के माध्यम से ऊर्जा उत्पन्न की जाती है, जिससे शेड के अंदर गर्म हवा को प्रवाहित किया जाता है। यह गर्म हवा न केवल फसलों से नमी निकालने में मदद करती है, बल्कि यह उन्हें लंबे समय तक सुरक्षित भी रखती है।

बड़े सौर शुष्कक की विशेषताएँ:

1. **शेड निर्माण:** बड़े सौर शुष्कक में एक शेड बनता है, जिसमें एक रैक होता है जिस पर फसलें रखी जाती हैं। इस शेड में पंखों के माध्यम से गर्म हवा को चलाया जाता है।
2. **सौर पैनल:** शेड के ऊपर सोलर पैनल लगे होते हैं, जो सूर्य की ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करते हैं और इसके माध्यम से पंखों को चालू करते हैं।
3. **गर्म हवा का संचलन:** शेड में पंखे गर्म हवा को प्रवाहित करते हैं, जो फसलों को सुखाती है और उनकी नमी को कम करती है। इस प्रक्रिया से फसलें जल्दी खराब नहीं होतीं और वे लंबे समय तक सुरक्षित रहती हैं।

4. **स्वच्छता:** सौर शुष्कक में फसलों को सुखाने से बाहरी गंदगी और धूल से बचाव होता है, क्योंकि शेड के अंदर कोई बाहरी प्रदूषण नहीं जाता है। यह विशेष रूप से खाद्य पदार्थों के लिए महत्वपूर्ण होता है क्योंकि इसका प्रभाव उनकी गुणवत्ता और स्वच्छता पर पड़ता है।



चित्र 2: सौर ऊर्जा चालित कृषि मशीनरी

छोटे सौर शुष्कक की विशेषताएँ

छोटे सौर शुष्कक का आकार सामान्यतः छोटा होता है, जिसका उपयोग विशेष रूप से छोटे फल, सब्जियाँ और मसाले सुखाने के लिए किया जाता है।

1. **आकार और डिजाइन:** छोटे सौर शुष्कक का आकार लगभग 6 फीट लंबा, 3 फीट ऊँचा और 3 फीट चौड़ा होता है। इसमें एक रैक और एक सौर पैनल होता है।
2. **सुखाने की प्रक्रिया:** इस शुष्कक में भी पंखे के जरिए गर्म हवा को शेड के अंदर भेजा जाता है, जिससे फसलों की नमी निकल जाती है।
3. **रंग में बदलाव कम:** इस प्रक्रिया से फसलों के रंग में अधिक बदलाव नहीं आता, जो उनकी गुणवत्ता को बनाए रखता है।

सौर शुष्कक के लाभ

1. **नमी कम करना और ताजगी बनाए रखना:** सौर शुष्कक के माध्यम से नमी को कम किया जाता है, जिससे फसलों का जीवनकाल बढ़ जाता है। इससे फसलें लंबे समय तक ताजगी बनाए रखती हैं, और किसान अधिक समय तक इन्हें बाजार में बेच सकते हैं।
2. **पैदावार की गुणवत्ता में सुधार:** सौर ऊर्जा द्वारा सुखाई गई फसलों की गुणवत्ता बहुत बेहतर रहती है क्योंकि यह स्वच्छ और नियंत्रित वातावरण में सुखाई जाती है। इससे उत्पादों में किसी भी प्रकार की गंदगी या प्रदूषण नहीं जाता।

3. **पारंपरिक सुखाने की तकनीकों से बेहतर:** पारंपरिक तरीकों से फसलों को सुखाने में बहुत समय लगता है और यह कड़ी मेहनत की आवश्यकता होती है। इसके विपरीत, सौर शुष्कक में यह प्रक्रिया अधिक तेज़, स्वच्छ और कुशल होती है।
4. **ऊर्जा बचत और पर्यावरणीय लाभ:** सौर शुष्कक में ऊर्जा का स्रोत सूरज की रोशनी है, जो एक नवीकरणीय और पर्यावरण के अनुकूल स्रोत है। इससे किसानों को कम खर्च में सुखाने की प्रक्रिया मिलती है, और साथ ही वातावरण पर भी कोई नकारात्मक प्रभाव नहीं पड़ता।
5. **कम लागत पर सुखाने का समाधान:** सौर शुष्कक की स्थापना के बाद किसानों को इसके संचालन के लिए बहुत कम खर्च आता है। इस प्रकार, यह किसानों के लिए एक दीर्घकालिक निवेश साबित होता है।

सौर शुष्कक का उपयोग किसानों के लिए एक अत्यधिक फायदेमंद तकनीक साबित हो रहा है, विशेष रूप से उन किसानों के लिए जो फल, सब्जियाँ और मसाले उगाते हैं। यह तकनीक न केवल उनकी फसलों को लंबे समय तक सुरक्षित रखने में मदद करती है, बल्कि उन्हें उचित मूल्य पर बेचने का अवसर भी देती है। सौर ऊर्जा का उपयोग करके फसलों को सुखाने से न केवल किसानों को आर्थिक लाभ होता है, बल्कि यह पर्यावरणीय दृष्टिकोण से भी एक स्थायी समाधान प्रदान करता है। इस प्रकार, सौर शुष्कक कृषि क्षेत्र में एक महत्वपूर्ण और क्रांतिकारी कदम है, जो किसानों की स्थिति को बेहतर बनाने में मदद कर सकता है।

सोलर फेंसिंग सिस्टम

भारत के कृषि क्षेत्र में जंगली जानवरों और पालतू पशुओं से होने वाले नुकसान की समस्या काफी गंभीर है। खासकर उन क्षेत्रों में जहां पशु और जंगली जानवर खेतों में घुसकर फसलों को नुकसान पहुंचाते हैं, यह किसान के लिए एक बड़ा संकट बन जाता है। ऐसे में सोलर फेंसिंग (Solar Fencing) एक प्रभावी और पर्यावरणीय दृष्टिकोण से स्थायी समाधान साबित हो रही है। यह तकनीक बिना किसी नुकसान के जानवरों को खेतों से दूर रखती है, और किसानों को अपनी फसलों की सुरक्षा सुनिश्चित करने का एक सस्ता और प्रभावी तरीका प्रदान करती है।

सोलर फेंसिंग का निर्माण और कार्यप्रणाली

सोलर फेंसिंग के निर्माण और संचालन के प्रमुख तत्वों को समझना बहुत आवश्यक है, ताकि हम जान सकें कि यह कैसे काम करता है और किसानों के लिए किस प्रकार से लाभकारी है।

सोलर फेंसिंग के प्रमुख घटक

1. **सोलर पैनल:** सोलर फेंसिंग के सबसे महत्वपूर्ण घटकों में से एक सोलर पैनल है। ये पैनल सूरज की ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलते हैं। सोलर पैनल आमतौर पर बाड़ के पास स्थापित किए जाते हैं, और ये दिन भर सूर्य की रोशनी से ऊर्जा उत्पन्न करते हैं।
2. **चार्ज कंट्रोलर:** चार्ज कंट्रोलर का काम सोलर पैनल से प्राप्त ऊर्जा को नियंत्रित करना होता है। यह बैटरी में स्टोर होने वाली ऊर्जा को नियंत्रित करता है, जिससे ऊर्जा की अधिकता से बचा जा सके और बैटरी का जीवनकाल बढ़ सके।
3. **बैटरी:** बैटरी सोलर पैनल द्वारा उत्पन्न ऊर्जा को संगृहीत करती है ताकि रात के समय या बादल वाले दिनों में

भी बाड़ की फेंसिंग को कार्यशील बनाए रखा जा सके। बैटरी से प्राप्त ऊर्जा सोलर फेंसिंग के इलेक्ट्रिक तारों में प्रवाहित होती है, जो जानवरों को डराने के लिए एक हल्का विद्युत प्रवाह उत्पन्न करते हैं।

- 4. इलेक्ट्रिक फेंस:** सोलर फेंसिंग की मुख्य क्रिया इलेक्ट्रिक फेंस पर निर्भर करती है। यह फेंस तारों के रूप में होती है, जो बैटरी से जुड़े होते हैं। जब कोई जानवर इन तारों को छूता है, तो उसे एक हल्का विद्युत झटका लगता है, जिससे वह उस क्षेत्र से दूर हट जाता है। यह झटका जानवरों के लिए नुकसानदायक नहीं होता, लेकिन उन्हें एक चेतावनी के रूप में काम करता है।
- 5. फेंस पोल और तार:** इस फेंसिंग सिस्टम में लकड़ी, स्टील, या प्लास्टिक से बने पोल का इस्तेमाल किया जाता है, जिन्हें खेतों के चारों ओर स्थापित किया जाता है। इन पोल पर विद्युत तार खींचे जाते हैं। तारों को अच्छी तरह से फैलाया जाता है ताकि जानवर इसको आसानी से न तोड़ सकें और न ही इस तक पहुँच सकें।

सौर फेंसिंग की कार्यप्रणाली

- 1. ऊर्जा संग्रहण और संचलन:** सोलर पैनल सूर्य की रोशनी से ऊर्जा उत्पन्न करते हैं, और इसे चार्ज कंट्रोलर के माध्यम से बैटरी में स्टोर किया जाता है। यह बैटरी फिर उस ऊर्जा को इलेक्ट्रिक फेंस को चलाने के लिए उपयोग करती है।
- 2. विद्युत प्रवाह का वितरण:** बैटरी से जुड़े तारों में हल्का विद्युत प्रवाह उत्पन्न होता है, जो फेंस के माध्यम से खेतों के चारों ओर फैलता है। जब कोई जानवर इस विद्युत प्रवाह वाले तार को छूता है, तो उसे एक हल्का झटका लगता है, जिससे वह उस क्षेत्र से बाहर भाग जाता है।
- 3. स्वचालित कार्यप्रणाली:** यह प्रणाली पूरी तरह से स्वचालित होती है, यानी सोलर पैनल अपनी क्षमता के अनुसार ऊर्जा उत्पन्न करते हैं, और बैटरी के माध्यम से ऊर्जा का संचरण होता रहता है। इसे कम रखरखाव की आवश्यकता होती है, और यह किसी भी मौसम में कार्य करता है।

सौर फेंसिंग के लाभ

- 1. पशुओं और जंगली जानवरों से सुरक्षा:** सोलर फेंसिंग के माध्यम से किसानों को जंगली जानवरों जैसे कि नीलगाय, जंगली सूअर, और अन्य वन्य जीवों से सुरक्षा मिलती है, जो अक्सर फसलों को नष्ट कर देते हैं। इसके अलावा, यह पालतू पशुओं को भी खेतों में घुसने से रोकता है।
- 2. पर्यावरणीय लाभ:** सोलर फेंसिंग में कोई हानिकारक रासायनिक या प्रदूषक तत्व नहीं होते, और यह पूरी तरह से नवीकरणीय ऊर्जा पर आधारित है। इसलिए यह पर्यावरण के लिए सुरक्षित और स्थायी उपाय है।
- 3. कम लागत और उच्च प्रभाव:** बैटरी से संचालित सोलर फेंसिंग की लागत प्रति एकड़ लगभग 45,000 से 50,000 रुपये के आसपास होती है। हालांकि, इसमें राज्य सरकारों द्वारा कई अनुदान और सब्सिडी प्रदान की जाती है, जो इस तकनीक को किसानों के लिए और भी सुलभ बनाती हैं।
- 4. कम रखरखाव और दीर्घकालिक लाभ:** सोलर फेंसिंग सिस्टम का रखरखाव काफी कम होता है। इसके अलावा, सोलर पैनल और बैटरी के जीवनकाल के दौरान यह प्रणाली बिना किसी बड़ी मरम्मत के लंबे समय तक कार्य करती रहती है।

- 5. सरकारी सहायता:** कई राज्य सरकारें जैसे राजस्थान और हिमाचल प्रदेश ने सोलर फेंसिंग के लिए अनुदान और सब्सिडी प्रदान की है, जिससे किसानों को यह तकनीक अपनाने में आसानी होती है। इन क्षेत्रों में किसान बड़े पैमाने पर इसका इस्तेमाल कर रहे हैं और इसका लाभ उठा रहे हैं।

सोलर फेंसिंग एक आधुनिक और प्रभावी तकनीक है जो किसानों को अपने खेतों को जंगली जानवरों और पालतू पशुओं से बचाने में मदद करती है। यह पूरी तरह से नवीकरणीय ऊर्जा पर आधारित है और इसकी लागत और रखरखाव अपेक्षाकृत कम होते हैं। सोलर फेंसिंग का उपयोग करके किसान न केवल अपनी फसलों की सुरक्षा कर सकते हैं, बल्कि इस तकनीक से लंबे समय तक लाभ भी प्राप्त कर सकते हैं। इसके अलावा, सरकारी सहायता और अनुदान के कारण इस तकनीक को अपनाना किसानों के लिए और भी आसान हो गया है।

सोलर इन्सेक्ट ट्रेप

सोलर इन्सेक्ट ट्रेप एक अत्याधुनिक और पर्यावरण के अनुकूल तकनीक है, जो कृषि क्षेत्र में कीटों के नियंत्रण के लिए उपयोग की जाती है। यह विशेष रूप से उन किसानों के लिए फायदेमंद है, जो बिना रासायनिक कीटनाशकों का उपयोग किए अपनी फसलों की रक्षा करना चाहते हैं। सोलर इन्सेक्ट ट्रेप की कार्यप्रणाली और इसके निर्माण के बारे में विस्तार से जानना आवश्यक है ताकि किसान इसे सही तरीके से उपयोग कर सकें।

सोलर इन्सेक्ट ट्रेप का निर्माण

- 1. सोलर पैनल:** सोलर इन्सेक्ट ट्रेप में सौर ऊर्जा का उपयोग किया जाता है। इसमें एक सोलर पैनल लगा होता है जो सूर्य की रोशनी से ऊर्जा उत्पन्न करता है। यह ऊर्जा बैटरी में स्टोर की जाती है, जिससे ट्रेप पूरी रात काम करता है। सोलर पैनल का आकार और क्षमता इस बात पर निर्भर करती है कि ट्रेप को कितने समय तक और कितनी प्रभावी तरीके से काम करना है।
- 2. सोलर चार्जबल बैटरी:** सोलर पैनल से ऊर्जा प्राप्त करने के बाद, इसे एक चार्जबल बैटरी में स्टोर किया जाता है। यह बैटरी रात भर या बादल वाले दिनों में ट्रेप को ऊर्जा प्रदान करती है। बैटरी के चार्ज होने पर, यह कीटों को आकर्षित करने और ट्रेप को चलाने के लिए आवश्यक ऊर्जा का स्रोत बनती है।
- 3. परा बैंगनी (यूवी) एलईडी लाइट्स:** सोलर इन्सेक्ट ट्रेप के मुख्य आकर्षण का स्रोत होती हैं अल्ट्रा वायोलेट एलईडी लाइट्स। कीट विशेष रूप से यूवी लाइट्स की ओर आकर्षित होते हैं, क्योंकि ये लाइट्स उनके दृष्टि क्षेत्र को उत्तेजित करती हैं। यह लाइट्स रात के समय अधिक प्रभावी होती हैं जब कीटों का प्रकोप सबसे अधिक होता है। यूवी लाइट्स की तीव्रता और रंग की आवृत्ति कीटों को आकर्षित करने के लिए विशेष रूप से डिज़ाइन की जाती है।
- 4. कीटों को पकड़ने और समाप्त करने की प्रक्रिया:** जब कीट यूवी लाइट की ओर आकर्षित होते हैं, तो वे ट्रेप के नजदीक आते हैं। इसके बाद, ट्रेप में एक छोटा सा कुंडा या गहरे कंटेनर में केरोसिन या डीजल डाला जाता है। जब कीट इस लाइट के पास आते हैं, वे इन तरल पदार्थों में गिर जाते हैं और मर जाते हैं। यह तरीका बिना किसी रासायनिक कीटनाशक के, कीटों को समाप्त करने का एक पर्यावरणीय और सुरक्षित तरीका है।

सोलर इंसेक्ट ट्रेप का कार्यप्रणाली

- 1. दिन के समय ऊर्जा संचय:** दिन के समय सोलर पैनल सूर्य से ऊर्जा प्राप्त करते हैं और इसे बैटरी में स्टोर कर लेते हैं। यह ऊर्जा रात के समय ट्रेप को सक्रिय रखने के लिए इस्तेमाल होती है। सोलर पैनल की ऊर्जा संग्रहण क्षमता इसके आकार और स्थान पर निर्भर करती है, इसलिए इसे खुले और सूर्य की अधिक रोशनी वाले स्थान पर स्थापित किया जाता है।
- 2. रात में कीटों का आकर्षण और नियंत्रण:** शाम होते ही, जब सूरज की रोशनी कम होती है, सोलर इंसेक्ट ट्रेप अपने कार्य को शुरू कर देती है। जैसे ही सूरज ढलता है, बैटरी सक्रिय होती है और UV लाइट्स जलने लगती हैं। इन लाइट्स से कीट आकर्षित होते हैं और जैसे ही वे इसके पास आते हैं, उन्हें गहरे कंटेनर में गिरने का खतरा होता है।
- 3. ऑटोमेटिक ऑन और ऑफ:** सोलर इंसेक्ट ट्रेप की एक बड़ी विशेषता यह है कि यह पूरी तरह से स्वचालित होती है। जैसे ही सूरज की रोशनी मद्धम पड़ने लगती है, ट्रेप खुद ही चालू हो जाती है और सुबह होते ही स्वतः बंद हो जाती है। यह प्रणाली पूरी तरह से ऊर्जा की बचत करती है और बिना किसी बाहरी हस्तक्षेप के काम करती है।

तकनीकी विवरण

- 1. सोलर पैनल:** सोलर पैनल की क्षमता आमतौर पर 10W से 50W तक होती है, जो पूरी तरह से बैटरी को चार्ज करने और ट्रेप को पूरी रात सक्रिय रखने के लिए पर्याप्त होती है। सोलर पैनल के कार्यात्मक होने के लिए उसे खुली और सूर्य की रोशनी में स्थित करना महत्वपूर्ण होता है।
- 2. बैटरी:** बैटरी की क्षमता 12V या 6V हो सकती है, जो लगभग 5-6 घंटे तक निरंतर कार्य करने के लिए पर्याप्त होती है। बैटरी को समय-समय पर चार्ज किया जाता है, और उसकी देखरेख के लिए एक चार्ज नियंत्रक होता है जो बैटरी को ओवरचार्ज होने से बचाता है।
- 3. परा बैंगनी लाइट:** यूवी एलईडी लाइट्स का मुख्य उद्देश्य कीटों को आकर्षित करना है। यह लाइट्स कम ऊर्जा खपत करने वाली होती हैं और रात के समय में उच्च तीव्रता से कार्य करती हैं। यूवी लाइट्स को इस प्रकार डिज़ाइन किया जाता है कि वे विशेष प्रकार के कीटों को आकर्षित करती हैं, जैसे कि मच्छर, मधुमक्खी, और अन्य हानिकारक कीट जो फसलों को नुकसान पहुंचाते हैं।
- 4. केरोसिन/डीजल कंटेनर:** कीटों को पकड़ने के लिए ट्रेप में एक कंटेनर होता है जिसमें केरोसिन या डीजल डाला जाता है। ये तरल पदार्थ कीटों को पूरी तरह से समाप्त कर देते हैं।

सोलर इंसेक्ट ट्रेप के फायदे

- 1. पर्यावरण अनुकूल:** सोलर इंसेक्ट ट्रेप पूरी तरह से इको-फ्रेंडली होती है क्योंकि यह सौर ऊर्जा का उपयोग करती है और रासायनिक कीटनाशकों से बचाती है।
- 2. कम लागत और उच्च दक्षता:** इन ट्रेप्स की कीमत लगभग ₹3000 से ₹5000 तक होती है, जो किसानों के लिए एक किफायती विकल्प है। इसके अलावा, कई राज्य सरकारें इस पर अनुदान भी देती हैं, जिससे इसकी लागत और भी कम हो जाती है।

3. **स्वचालित संचालन:** इस प्रणाली को चलाने के लिए किसी भी प्रकार के मैन्युअल हस्तक्षेप की आवश्यकता नहीं होती। यह स्वचालित रूप से सक्रिय और निष्क्रिय होती है, जिससे किसानों को इसकी लगातार निगरानी करने की जरूरत नहीं होती।
4. **पसंद का निस्तारण:** इस ट्रेप के द्वारा कोई भी कीट पूरी तरह से नष्ट हो जाता है, जिससे किसानों को फसलों की सुरक्षा मिलती है।

सोलर इंसेक्ट ट्रेप एक प्रभावी, पर्यावरणीय और किफायती तकनीक है, जो किसानों को रासायनिक कीटनाशकों का उपयोग किए बिना कीटों से सुरक्षा प्रदान करती है। यह सोलर ऊर्जा का उपयोग करती है, जिससे इसे चलाने के लिए किसी बाहरी ऊर्जा स्रोत की आवश्यकता नहीं होती। इसके प्रभावी उपयोग से किसान अपनी फसलों को सुरक्षित रख सकते हैं, और साथ ही इससे किसानों को आर्थिक रूप से भी लाभ होता है।

सोलर स्प्रेयर

सौर ऊर्जा आधारित कीटनाशक स्प्रे पंप, पेट्रोल इंजन वाले कीटनाशक स्प्रे पंप का एक उन्नत संस्करण है। यह कृषि क्षेत्र में विशेष रूप से उपयोग किया जाता है और इसके अलावा विभिन्न अन्य उद्देश्यों के लिए भी प्रयोग किया जाता है। इस पंप के उपयोग में कई फायदे हैं, और यह पेट्रोल इंजन पंप की तुलना में अधिक लाभकारी है। यह सौर ऊर्जा का उपयोग करता है, जिससे यह एक प्रदूषण मुक्त पंप बनता है, जबकि पेट्रोल इंजन पंप पर्यावरण को हानि पहुंचाता है।

निर्माण विवरण

1. **सोलर पैनल:** सौर ऊर्जा आधारित कीटनाशक स्प्रे पंप में मुख्य रूप से एक सोलर पैनल होता है, जो सूर्य की रोशनी को बिजली में बदलता है। सोलर पैनल का आकार और क्षमता इस पंप के उपयोग के समय और आवश्यकता के अनुसार निर्धारित होती है। सामान्यतः 10 वाट से 50 वाट तक के सोलर पैनल का उपयोग किया जाता है। पैनल को खुले स्थान पर स्थापित किया जाता है, ताकि यह अधिकतम सूर्य की रोशनी प्राप्त कर सके। इसका स्थान सुनिश्चित करते समय यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण होता है कि पैनल पर कोई छाया न हो, जिससे इसे अधिकतम ऊर्जा मिल सके।
2. **मोटर:** सोलर पंप में एक इलेक्ट्रिक मोटर होती है जो सौर ऊर्जा से चलती है। यह मोटर पंप को चलाने के लिए आवश्यक शक्ति प्रदान करती है। पेट्रोल इंजन की तुलना में यह मोटर अधिक स्थिर और शांत होती है। मोटर को सोलर पैनल से जुड़े बैटरी सिस्टम से ऊर्जा मिलती है, जिससे इसे दिन और रात दोनों समय चलाया जा सकता है।
3. **बैटरी:** सोलर पंप सिस्टम में एक बैटरी भी शामिल होती है, जो सौर पैनल से उत्पन्न ऊर्जा को स्टोर करती है। यह बैटरी पंप को रात में या बादल वाले दिनों में भी चलाने के लिए पर्याप्त ऊर्जा प्रदान करती है। बैटरी की क्षमता आमतौर पर 12 वोल्ट या 24 वोल्ट होती है, और यह समय-समय पर चार्ज होती रहती है, ताकि पंप हमेशा कार्य करने के लिए तैयार रहे।
4. **स्प्रे नोजल:** सोलर कीटनाशक स्प्रे पंप में एक स्प्रे नोजल होता है, जो कीटनाशक या अन्य कृषि रसायन को

फसलों पर समान रूप से छिड़कने के लिए प्रयोग किया जाता है। यह नोजल विभिन्न प्रकार के होते हैं, जैसे कि कोनिकल स्प्रे, फ्लैट फैन स्प्रे, या ड्रिप स्प्रे, जो विभिन्न प्रकार के स्प्रेयर सिस्टम के लिए उपयुक्त होते हैं।

5. **पंप बॉडी:** पंप की बॉडी मेटल या प्लास्टिक से बनी होती है, और इसका डिज़ाइन इस प्रकार से होता है कि यह नमी, गंदगी और अन्य बाहरी तत्वों से बच सके। पंप बॉडी का आकार भी इसे जमीन पर आसानी से रखने के लिए उपयुक्त होता है।

कार्यप्रणाली

1. **सौर ऊर्जा संग्रहण:** पंप सिस्टम को चलाने के लिए सबसे पहले सोलर पैनल सूर्य की रोशनी को इलेक्ट्रिक ऊर्जा में बदलता है। यह ऊर्जा बैटरी में स्टोर होती है। बैटरी की पूरी चार्जिंग प्रक्रिया दिन के समय होती है जब सूर्य की रोशनी पर्याप्त मात्रा में उपलब्ध होती है।
2. **बैटरी से मोटर को शक्ति प्रदान करना:** एक बार जब बैटरी पूरी तरह से चार्ज हो जाती है, तो यह पंप की मोटर को शक्ति प्रदान करती है। मोटर पंप को चलाती है, जिससे कीटनाशक या अन्य तरल पदार्थ फसलों पर छिड़कने के लिए स्प्रे नोजल से निकलते हैं।
3. **कीटनाशक का छिड़काव:** पंप द्वारा उत्पन्न दबाव के कारण, कीटनाशक को स्प्रे नोजल के माध्यम से एक समान और नियंत्रित तरीके से फसलों पर छिड़का जाता है। यह स्प्रे पंप फसलों की सुरक्षा के लिए अधिक प्रभावी होता है, क्योंकि यह कीटनाशक को अधिक सटीकता से फसलों तक पहुंचाता है।
4. **स्वचालित संचालन:** यह पंप पूरी तरह से स्वचालित होता है। जैसे ही बैटरी में पर्याप्त ऊर्जा होती है, पंप स्वतः चालू हो जाता है। पंप का संचालन सरल और उपयोग में सुविधाजनक होता है, जो किसानों के लिए बहुत मददगार साबित होता है।

तकनीकी विवरण

1. **सोलर पैनल क्षमता:** सोलर पैनल की क्षमता को पंप के आकार और उपयोग की आवश्यकता के अनुसार चुना जाता है। सामान्यतः 20 वाट से 50 वाट तक के पैनल का उपयोग होता है। यह पैनल दिनभर में पर्याप्त ऊर्जा संग्रह कर लेते हैं और बैटरी को पूरी तरह से चार्ज कर सकते हैं।
2. **बैटरी क्षमता:** बैटरी की क्षमता 12 वोल्ट/24 वोल्ट तक होती है और यह लगभग 4-6 घंटे तक निरंतर कार्य करने के लिए पर्याप्त होती है। बैटरी का चार्ज होने का समय सूर्य की रोशनी और पैनल की क्षमता पर निर्भर करता है।
3. **मोटर की क्षमता:** सोलर पंप में सामान्यतः 0.5 अश्व शक्ति से 1 अश्व शक्ति तक की मोटर लगाई जाती है, जो कीटनाशक को उच्च दबाव के साथ स्प्रे करने के लिए सक्षम होती है। यह मोटर पेट्रोल इंजन की तुलना में अधिक शांत और प्रदूषण मुक्त होती है।
4. **कीटनाशक की स्प्रे दर:** पंप की स्प्रे दर आमतौर पर 1-2 लीटर प्रति मिनट होती है, जो फसलों पर कीटनाशक के समान वितरण को सुनिश्चित करती है। स्प्रे नोजल की डिज़ाइन इस प्रकार होती है कि यह न केवल कीटनाशक को फसलों पर सही तरीके से छिड़कता है, बल्कि यह हवा में भी कम फैलता है, जिससे पर्यावरणीय नुकसान कम होता है।

सोलर पंप के लाभ

- 1. पर्यावरण के लिए सुरक्षित:** यह पंप सौर ऊर्जा का उपयोग करता है, जिससे यह पेट्रोल या डीजल इंजन पंप की तुलना में पूरी तरह से प्रदूषण मुक्त होता है। इससे वातावरण में CO₂ का उत्सर्जन नहीं होता है और प्राकृतिक संसाधनों की बचत होती है।
- 2. किफायती एवं ऊर्जा दक्ष:** चूंकि यह पंप सोलर पैनल से चलता है, इसका संचालन बहुत सस्ता होता है। एक बार पंप और पैनल इंस्टॉल होने के बाद, इसके चलने की लागत बहुत कम होती है। पेट्रोल या डीजल के मुकाबले यह कहीं अधिक किफायती है।
- 3. कम रखरखाव:** सोलर पंपों का रखरखाव बहुत सरल होता है। पेट्रोल इंजन के मुकाबले इसमें अधिक देखभाल की आवश्यकता नहीं होती है, जैसे कि इंजन की सर्विसिंग या ईंधन की खरीद।
- 4. स्वचालित संचालन:** सोलर पंप पूरी तरह से स्वचालित होते हैं, जिससे किसानों को किसी भी प्रकार की मैनुअल हस्तक्षेप की आवश्यकता नहीं होती। यह सिस्टम पूरी तरह से ऊर्जा संचय और स्वचालित कार्यप्रणाली के तहत काम करता है।
- 5. कृषि में बेहतर प्रदर्शन:** सोलर पंप फसलों पर एक समान दबाव में कीटनाशक छिड़कता है, जिससे बेहतर प्रदर्शन और कीटों के नियंत्रण में मदद मिलती है।

सोलर आधारित कीटनाशक स्प्रे पंप एक उन्नत और पर्यावरण के अनुकूल समाधान है, जो किसानों को लागत में कमी और बेहतर कीट नियंत्रण प्रदान करता है। यह तकनीक प्रदूषण मुक्त और ऊर्जा दक्ष है, जो कृषि क्षेत्र के लिए बेहद फायदेमंद साबित हो रही है। सोलर पंप के उपयोग से न केवल पर्यावरण की सुरक्षा होती है, बल्कि यह किसानों को आर्थिक रूप से भी लाभ पहुंचाता है।

जलवायु परिवर्तन के प्रति सहनशीलता और अनुकूलन

जलवायु परिवर्तन के कारण बढ़ती हुई गर्मी, अनियमित वर्षा और प्राकृतिक आपदाओं जैसे बाढ़ और सूखा से निपटना किसानों के लिए चुनौतीपूर्ण हो गया है। सौर ऊर्जा चालित सिंचाई और कृषि मशीनरी इन समस्याओं से निपटने के लिए एक प्रभावी रणनीति प्रदान करती हैं।

- **सूखा और पानी की कमी:** जब पानी की कमी होती है, तो सौर ऊर्जा से संचालित सिंचाई प्रणालियाँ पानी की दक्षता को बढ़ाती हैं। यह सुनिश्चित करती हैं कि उपलब्ध जल का सर्वोत्तम उपयोग हो, जिससे सूखा जैसी स्थितियों में भी फसलों की सिंचाई की जा सके।
- **अत्यधिक गर्मी:** सौर ऊर्जा से संचालित उपकरणों का उपयोग गर्मी के मौसम में भी फसलों की देखभाल में सहायक होता है। इसके अलावा, यह वातावरण में अतिरिक्त तापमान नहीं जोड़ता, जिससे कृषि पर्यावरण में संतुलन बनाए रखने में मदद मिलती है।
- **नवीकरणीय ऊर्जा का उपयोग:** सौर ऊर्जा एक स्वच्छ और नवीकरणीय स्रोत है, जो जलवायु परिवर्तन से लड़ने में एक अहम भूमिका निभाता है। यह परंपरागत ऊर्जा स्रोतों पर निर्भरता को कम करता है, जिससे ग्रीनहाउस गैसों का उत्सर्जन कम होता है और पर्यावरण पर दबाव घटता है।

सौर ऊर्जा का भविष्य

भारत सहित कई विकासशील देशों में सौर ऊर्जा का इस्तेमाल तेजी से बढ़ रहा है, खासकर कृषि क्षेत्र में। इससे न केवल ऊर्जा संकट हल होता है, बल्कि यह किसानों को जलवायु परिवर्तन और मौसम में बदलाव के प्रति अधिक लचीला और अनुकूलित बनाता है। सरकारें और विभिन्न एजेंसियां सौर ऊर्जा आधारित कृषि तकनीकों को प्रोत्साहित करने के लिए योजनाएं बना रही हैं और वित्तीय सहायता प्रदान कर रही हैं।

सौर ऊर्जा चालित सिंचाई और कृषि मशीनरी जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने और कृषि में स्थिरता बनाए रखने में अत्यधिक सहायक हैं। यह कृषि क्षेत्र को न केवल पर्यावरणीय दृष्टि से अधिक टिकाऊ बनाती हैं, बल्कि किसानों को अधिक लचीला और आत्मनिर्भर भी बनाती हैं। जलवायु परिवर्तन के बढ़ते प्रभावों को देखते हुए, सौर ऊर्जा का अधिक से अधिक उपयोग भविष्य में कृषि के लिए एक महत्वपूर्ण समाधान बन सकता है।

जैव ऊर्जा और कृषि अपशिष्ट प्रबंधन

बायोमास एक जैविक पदार्थ है जो पादपों, कृषि अवशेषों, पशु अपशिष्टों और अन्य जैविक स्रोतों से उत्पन्न होता है। यह एक पुनःउत्पादित होने वाला (रिन्यूएबल) संसाधन है जिसे ऊर्जा उत्पादन, जैव ईंधन (बायोफ्यूल) और औद्योगिक उपयोग के लिए प्रयुक्त किया जाता है। बायोमास विभिन्न जैविक स्रोतों से प्राप्त होता है, जिनमें मुख्य रूप से निम्नलिखित शामिल हैं:

- **फसल अवशेष:** कटाई के बाद बचे डंठल, पत्तियां, भूसी और भूसा (गेहूं, चावल, मक्का, गन्ना आदि से)
- **पशु मल:** मल-मूत्र और पशु बिछावन सामग्री
- **कृषि रसायन कंटेनर:** कीटनाशक, खरपतवारनाशक और उर्वरकों के डिब्बे
- **बचा हुआ चारा:** अनाज, चारा और अन्य पशु आहार सामग्री
- **फसल कटाई और प्रसंस्करण अपशिष्ट:** फलों के छिलके, सब्जियों की कतरन, खराब या अस्वीकृत उत्पादन, और खाद्य प्रसंस्करण से उत्पन्न उप-उत्पाद
- **पैकेजिंग सामग्री:** प्लास्टिक बैग, कार्डबोर्ड बॉक्स और अन्य कंटेनर
- **हरा कचरा:** पेड़-पौधों की छंटाई, पत्तियां, शाखाएं और घास की कटिंग

कृषि अपशिष्ट उन जैविक और अकार्बनिक पदार्थों की विस्तृत श्रेणी को संदर्भित करता है जो फसल उत्पादन या पशुपालन जैसे कृषि प्रक्रियाओं के बाद त्याग दिए जाते हैं। इसमें फसल अवशेष (डंठल, चावल का भूसा, पत्तियां, या भूसी), पशु मल, बचा हुआ चारा, कृषि रसायन और उत्पादन तथा आपूर्ति श्रृंखला में प्रयुक्त सभी पैकेजिंग सामग्री शामिल होती है।

इन सामग्रियों की विविधता और वार्षिक रूप से उत्पादित बड़ी मात्रा को देखते हुए, कृषि अपशिष्ट दोधारी तलवार की तरह होता है। उचित प्रबंधन किए जाने पर इसका जबरदस्त उपयोग हो सकता है क्योंकि यह जैव-अवक्षरणीय (बायोडिग्रेडेबल) और पोषक तत्वों से भरपूर होता है। इसलिए, इसे खाद (कम्पोस्ट), जैव ईंधन (बायोफ्यूल) या बायोगैस में परिवर्तित करके एक मूल्यवान संसाधन बनाया जा सकता है।

जैव ऊर्जा और कृषि अपशिष्ट प्रबंधन



चित्र 3: कृषि अपशिष्ट प्रबंधन एवं जैविक ऊर्जा उत्पादन

दूसरी ओर, कृषि अपशिष्ट का अनुचित प्रबंधन जीवन की गुणवत्ता को प्रभावित कर सकता है और पारिस्थितिक तंत्र को नष्ट कर सकता है। कृषि उप-उत्पादों के गलत निपटान से जल प्रदूषण, मिट्टी की उर्वरता में कमी, जलवायु परिवर्तन और मूल्यवान जैविक पदार्थों की हानि हो सकती है। इसके अलावा, यह मानव स्वास्थ्य पर भी गंभीर प्रभाव डाल सकता है। इसलिए, कृषि अपशिष्ट प्रबंधन प्रणाली को अपनाना आवश्यक है ताकि खाद्य उत्पादन की चुनौतियों का सामना किया जा सके। दुनिया की बढ़ती आबादी को खाद्य सुरक्षा और कृषि उत्पादन में वृद्धि की आवश्यकता है। कृषि गतिविधियां बड़े पैमाने पर अपशिष्ट उत्पन्न करती रहेंगी, और यह आवश्यक है कि यह कचरा लैंडफिल में न जाए। किसानों को कृषि अपशिष्ट की संभावनाओं को पहचानना और संसाधनों की अधिक कुशलता से उपयोग करने के लिए पर्यावरण-अनुकूल रणनीतियां अपनानी चाहिए।

बायोमास को विभिन्न विधियों से जैव ऊर्जा में परिवर्तित किया जाता है। इसमें निम्नलिखित प्रमुख प्रक्रियाएं शामिल हैं:

1. जैविक रूपांतरण

इस प्रक्रिया में सूक्ष्मजीवों या एंजाइमों की सहायता से बायोमास को ऊर्जा स्रोतों में बदला जाता है।

- **एनारोबिक डाइजेशन:** यह एक ऑक्सीजन रहित प्रक्रिया है जिसमें जैविक पदार्थ विघटित होकर बायोगैस (मीथेन और कार्बन डाइऑक्साइड) उत्पन्न करता है। इसका प्रमुख उत्पाद है: बायोगैस
- **फर्मेंटेशन:** शर्करायुक्त जैविक पदार्थों को सूक्ष्मजीवों की सहायता से इथेनॉल में परिवर्तित किया जाता है। इसका प्रमुख उत्पाद है: इथेनॉल

2. थर्मोकैमिकल रूपांतरण

इस प्रक्रिया में उच्च तापमान का उपयोग करके बायोमास को विभिन्न ऊर्जा स्रोतों में बदला जाता है।

- **दहन:** बायोमास को जलाकर सीधे हीट या इलेक्ट्रिसिटी उत्पन्न की जाती है। उदाहरण: लकड़ी, पुआल, गन्ने की खोई जलाकर ऊर्जा उत्पादन।
- **गैसीकरण:** बायोमास को नियंत्रित ऑक्सीजन की उपस्थिति में जलाकर सिंथेटिक गैस (Syngas) उत्पन्न की जाती है। प्रमुख उत्पाद: हाइड्रोजन, कार्बन मोनोऑक्साइड, मीथेन
- **पाइरोलिसिस:** बिना ऑक्सीजन के उच्च तापमान पर बायोमास को जलाने की प्रक्रिया जिससे बायो-तेल, बायो-कोल और बायोगैस उत्पन्न होती है।

3. बायोमास और जैव ऊर्जा के लाभ

- **नवीकरणीय:** बायोमास एक सतत रूप से उपलब्ध संसाधन है जो बार-बार उत्पन्न किया जा सकता है।
- **पर्यावरण-अनुकूल:** पारंपरिक जीवाश्म ईंधनों की तुलना में बायोमास जलाने से कार्बन डाइऑक्साइड उत्सर्जन कम होता है।
- **अपशिष्ट प्रबंधन:** कृषि अवशेष और घरेलू जैविक कचरे का पुनः उपयोग होता है।
- **ऊर्जा सुरक्षा:** जीवाश्म ईंधनों पर निर्भरता कम करने में सहायक।
- **ग्रामीण विकास:** किसानों के लिए अतिरिक्त आय का स्रोत बन सकता है।

कृषि अपशिष्ट प्रबंधन

कम्पोस्टिंग

कम्पोस्टिंग एक प्रभावी समाधान है जो पौधों के अवशेष, कटिंग, पशु मल-मूत्र और अन्य कृषि अपशिष्टों को पोषक तत्वों से भरपूर खाद में बदलने में मदद करता है। इसका सबसे बड़ा लाभ यह है कि इसे छोटे और बड़े पैमाने पर आसानी से अपनाया जा सकता है—घर के बगीचों से लेकर छोटे खेतों और बड़े कृषि संगठनों तक।

कृषि अपशिष्ट से बनी कम्पोस्ट और जैविक उर्वरक मिट्टी की उर्वरता को बढ़ाते हैं, फसल उत्पादन में सुधार करते हैं और रासायनिक उर्वरकों की आवश्यकता को कम या पूरी तरह समाप्त कर सकते हैं।

बायोगैस उत्पादन

बायोगैस उत्पादन कृषि अपशिष्ट प्रबंधन का एक अत्यधिक प्रभावी तरीका बनकर उभरा है, खासकर विकासशील देशों में। पिछले पांच दशकों में, सरकारों और गैर-सरकारी संगठनों ने ग्रामीण क्षेत्रों में छोटे पैमाने के बायोगैस संयंत्रों को बढ़ावा दिया है, खासकर एशिया, दक्षिण अमेरिका और अफ्रीका में। ये संयंत्र अपशिष्ट को बायोगैस में बदलते हैं, जो खाना पकाने, गर्मी पैदा करने और बिजली उत्पादन के लिए एक नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत के रूप में उपयोग किया जा सकता है।

यूरोपीय संघ (ईयू) भी कृषि अपशिष्ट प्रबंधन के रूप में बायोगैस उत्पादन को बढ़ावा देने के लिए टिकाऊ कृषि प्रथाओं को प्रोत्साहित करने वाले कानूनों में सुधार कर रहा है।

बायोगैस न केवल कृषि अपशिष्ट को प्रभावी ढंग से प्रबंधित करने में मदद करता है, बल्कि स्वच्छ और अधिक प्रभावी ऊर्जा उत्पादन तक पहुंच प्रदान कर जीवन की गुणवत्ता में सुधार करता है। यह वायु और जल प्रदूषण को कम करता है और ग्रामीण समुदायों के जीवन स्तर को ऊपर उठाता है।

पलवार

कृषि ठोस अपशिष्ट का उपयोग पलवार के रूप में करने से मिट्टी में नमी संरक्षित रहती है, खरपतवार की वृद्धि नियंत्रित होती है और पोषक तत्वों का संरक्षण होता है। पलवार मिट्टी को कटाव और तापमान के उतार-चढ़ाव से बचाती है, जिससे फसल का स्वास्थ्य और उत्पादन बेहतर होता है। सबसे आम और प्रभावी कृषि अपशिष्ट जो मल्लिंग के लिए उपयोग किए जाते हैं, उनमें निम्नलिखित शामिल हैं: पुआल (गेहूं, धान, या जौ), घास और फसल अवशेष (मक्का के डंठल, सेम की बेल, या गन्ने की पत्तियां), पत्तियां और घास की कतरन। पलवार से मिट्टी की नमी बरकरार रहती है, उर्वरता बढ़ती है और सिंचाई की आवश्यकता कम होती है, जिससे यह एक अत्यधिक लाभकारी कृषि अपशिष्ट प्रबंधन तकनीक बन जाती है।

तालिका 2. कृषि अपशिष्ट प्रबंधन हेतु विधियाँ एवं लाभ

कृषि अपशिष्ट का प्रकार	स्रोत	प्रबंधन विधियाँ	मुख्य लाभ
फसल अवशेष	गेहूं, धान, गन्ना, मक्का, दलहन, तिलहन	जैविक खाद, बायोगैस उत्पादन, मल्लिंग, बायोचार उत्पादन, चारा उपयोग	मृदा उर्वरता में वृद्धि, कार्बन पृथक्करण, ऊर्जा उत्पादन
पशु मल-मूत्र	गाय, भैंस, मुर्गी पालन, सुअर पालन	जैविक खाद, बायोगैस उत्पादन, खेतों में उर्वरक के रूप में उपयोग	प्राकृतिक उर्वरक, मीथेन गैस से ऊर्जा उत्पादन
खाद्य प्रसंस्करण अपशिष्ट	फलों और सब्जियों के छिलके, गूदा, बीज	खाद निर्माण, पशु आहार, जैव ईंधन उत्पादन	अपशिष्ट प्रबंधन, ऊर्जा और पोषण पुनः चक्रण
एग्रोकैमिकल कंटेनर	कीटनाशक, उर्वरक, हर्बिसाइड कंटेनर	पुनर्चक्रण, सुरक्षित निपटान	पर्यावरणीय प्रदूषण में कमी
कृषि प्लास्टिक और पैकेजिंग सामग्री	पॉलीथीन बैग, पॉलिथिन शीट, पैकिंग बॉक्स	पुनर्चक्रण, अपशिष्ट जलन, वैकल्पिक बायोडिग्रेडेबल सामग्री का उपयोग	प्लास्टिक प्रदूषण कम करना
हरी जैविक अपशिष्ट	पेड़-पौधों की कटाई, घास की कतरन	जैविक खाद, बायोगैस उत्पादन	मिट्टी की उर्वरता में सुधार, अपशिष्ट पुनर्चक्रण
नहर और जल स्रोतों से निकला अपशिष्ट	जलीय पौधे, खरपतवार	जैविक खाद, चारा उत्पादन	जल निकासी प्रणाली की सफाई, कृषि में पुनः उपयोग
मिल और उद्योगों से निकला कृषि अपशिष्ट	गन्ने की खोई, शीरा, तेल बीज अवशेष	इथेनॉल उत्पादन, पशु चारा, जैविक उर्वरक	ऊर्जा उत्पादन, कचरा प्रबंधन

बायोमास रूपांतरण

बायोमास रूपांतरण में विभिन्न तकनीकों का उपयोग किया जाता है, जैसे कि थर्मोकैमिकल और बायोकेमिकल रूपांतरण, जो कृषि अपशिष्ट को मूल्यवान उत्पादों में बदलते हैं, जैसे बायोफ्यूल, जैव-रसायन, और बायोप्लास्टिक। नीचे कुछ महत्वपूर्ण बायोमास रूपांतरण प्रक्रियाएं दी गई हैं:

1. दहन

इस प्रक्रिया में बायोमास को जलाकर ताप और बिजली उत्पन्न की जाती है। यह जीवाश्म ईंधनों को जलाने की तुलना में अधिक टिकाऊ है क्योंकि दहन के दौरान उत्सर्जित कार्बन डाइऑक्साइड प्राकृतिक कार्बन चक्र का हिस्सा होता है।

2. किण्वन

किण्वित फसलों (जैसे मक्का या गन्ना) का उपयोग इथेनॉल या बायोडीजल जैसे जैव-ईंधनों के उत्पादन में किया जाता है। ये ईंधन परिवहन और अन्य उद्योगों में जीवाश्म ईंधनों के लिए एक स्वच्छ और पर्यावरण-अनुकूल विकल्प प्रदान करते हैं।

3. पायरोलीसिस

इस प्रक्रिया में बायोमास को ऑक्सीजन रहित वातावरण में गर्म किया जाता है, जिससे बायोचार, बायो-ऑयल और सिंगैस उत्पन्न होते हैं। बायोचार मिट्टी की गुणवत्ता बढ़ाने के लिए उपयोग किया जा सकता है। बायो-ऑयल और सिंगैस को आगे जैव-ईंधन और अन्य मूल्यवान उत्पादों में परिवर्तित किया जा सकता है।

4. गैसीकरण

यह आंशिक ऑक्सीकरण प्रक्रिया बायोमास को सिंगैस नामक गैस मिश्रण में बदल देती है। सिंगैस का उपयोग बिजली उत्पादन या विभिन्न रसायनों और तरल ईंधनों के उत्पादन के लिए किया जा सकता है।

पैकेजिंग सामग्री का पुनर्चक्रण

कृषि गतिविधियों में विभिन्न प्रकार की प्लास्टिक सामग्री, थैलियों और पैकेजिंग का उपयोग किया जाता है, जो फसल रोपण, कटाई और परिवहन में मदद करते हैं। हालांकि ये सामग्री कृषि को अधिक कुशल और स्वच्छ बनाने में सहायक होती हैं, लेकिन इनका अत्यधिक उपयोग पर्यावरण पर अपशिष्ट प्रदूषण के प्रभाव को बढ़ा सकता है। सही पुनर्चक्रण की प्रक्रिया: प्लास्टिक कचरे का संग्रह, छंटाई और प्रसंस्करण किया जाता है। इन सामग्रियों को नए उत्पादों या निर्माण के लिए कच्चे माल में बदला जाता है। पुनर्चक्रण में भाग लेने वाले कृषि संगठन परिपत्र अर्थव्यवस्था को बढ़ावा देते हैं, जिससे नए कच्चे माल की मांग कम होती है और प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण होता है।

बायोमास और जैव ऊर्जा की चुनौतियाँ

उच्च उत्पादन लागत: बायोमास के संग्रहण, परिवहन और प्रसंस्करण में अधिक लागत आती है।

तकनीकी सीमाएँ: ऊर्जा रूपांतरण के लिए विशेष उपकरण और तकनीकों की आवश्यकता होती है।

पर्यावरणीय प्रभाव: अत्यधिक दोहन से वनों की कटाई और भूमि निम्नीकरण हो सकता है।

मौसम पर निर्भरता: बायोमास उत्पादन जलवायु और कृषि उत्पादन पर निर्भर करता है।

बायोमास और जैव ऊर्जा सतत विकास के लिए महत्वपूर्ण संसाधन हैं। यह पारंपरिक जीवाश्म ईंधनों का एक बढ़िया विकल्प प्रदान करता है और पर्यावरणीय प्रभाव को कम करने में सहायक है। सही नीति और तकनीकों को अपनाकर बायोमास ऊर्जा को और अधिक कुशलता से उपयोग में लाया जा सकता है। यदि सरकारें, उद्योग और किसान मिलकर इस दिशा में कार्य करें, तो जैव ऊर्जा भविष्य में स्वच्छ और हरित ऊर्जा उत्पादन का मुख्य स्रोत बन सकती है।

हरित गृह (ग्रीनहाउस) और नियंत्रित वातावरण खेती

ग्रीन हाउस, पॉलीथिन या कांच से बना हुआ अर्द्ध चंद्राकार या झोपड़ीनुमा संरचना होती है, जिसके अन्दर नियंत्रित वातावरण में पौधों को उगाया जाता है तथा उत्पादन को प्रभावित करने वाले कारक जैसे सूर्य का प्रकाश, तापमान, आद्रता आदि विभिन्न कारकों पर नियंत्रण होता है। ठण्ड की अधिकता में जहां खुले वातावरण में फसल विशेष आसानी से प्राप्त नहीं की जा सकती, वहीं ग्रीन हाउस में सफलतापूर्वक इसका उत्पादन किया जा सकता है। कारण सूर्य प्रकाश द्वारा विकिरण से प्राप्त ऊर्जा ग्रीन हाउस के अंदर संचित की जाती है, जिससे इसका सूक्ष्म वातावरण बदल जाता है। तापमान बढ़ने से अधिकतर फसलों का उत्पादन ग्रीन हाउस के नियंत्रित वातावरण में संभव हो सकता है।

ग्रीन हाउस के लाभ

- सामान्य खेत में सब्जियों का सफल एवं अधिक उत्पादन लेना संभव नहीं होता है जबकि ग्रीन हाउस में सफलतापूर्वक कई गुना अधिक लिया जा सकता है।
- स्थान विशेष में कुछ सब्जियों को ग्रीन हाउस के अंदर वर्ष पर्यंत उगाया जा सकता है, बेमौसम में भाव भी अधिक मिलता है।
- ग्रीन हाउस में उगायी गई सब्जियां उत्तम गुणवत्ता वाली होती हैं। फलतः अन्तरराष्ट्रीय बाजार में भेजने के अवसर प्राप्त किये जा सकते हैं तथा विदेशी मुद्रा अर्जित की जा सकती है।
- ग्रीनहाउस के नियंत्रित वातावरण में फसल सुरक्षा आसान होती है। यानी कीटनाशकों पर कम खर्च होता है।
- ग्रीन हाउस में सब्जियों की नर्सरी के साथ-साथ अलैंगिक प्रवर्धन के लिए भी उपयुक्त वातावरण होता है।
- सब्जियों में जैविक खादों का उपयोग कर अच्छा उत्पादन प्राप्त किया जा सकता है।

तालिका 3. ग्रीनहाउस संरचना के मुख्य भागों की तुलना

क्रम संख्या	भाग	विवरण	मुख्य सामग्री	आयु/ कार्यकाल
1	फ्रेम या ढांचा	ग्रीनहाउस का आधारभूत संरचनात्मक भाग, जो तेज हवा, गर्मी, ठंड एवं वर्षा के प्रभाव से सुरक्षा प्रदान करता है।	लोहे के पाइप (जी.आई. पाइप), एल्यूमिनियम, लकड़ी	15-20 वर्ष
2	ग्लेजिंग वस्तु आवरण	संरचना को ढंकने के लिए अल्ट्रावायलेट स्टेबलाइज्ड पॉलीथिन फिल्म का उपयोग किया जाता है, जो तापमान को नियंत्रित रखने में सहायक होती है।	गैल्वेनाइज्ड माइल्ड स्टील पाइप, पॉलीथिन फिल्म (100-250 माइक्रॉन मोटाई)	3-4 वर्ष
3	निगरानी यंत्र	तापमान, आद्रता, सूर्य प्रकाश एवं कार्बन डाइऑक्साइड के स्तर की निगरानी के लिए उपकरण लगाए जाते हैं।	विभिन्न सेंसर और निगरानी यंत्र	जलवायु और उपयोग के अनुसार

स्थल का चुनाव- ग्रीन हाउस के निर्माण के लिए ऐसे स्थान का चुनाव करना चाहिए जहां कम से कम लागत लगे. साथ ही आवश्यक सामग्री, जो ग्रीनहाउस के निर्माण में सहायक हो, उसकी उपलब्धता नियमित और समय पर हो, ताकि इसके निर्माण और कार्यक्षमता में कम से कम बाधा आये. इस हेतु कुछ महत्वपूर्ण बिन्दु निम्नानुसार है:

ग्रीन हाउस निर्माण के उपयोग में लाए गए विविध अवयवों एवं आई लागत के आधार पर इन्हें तीन प्रकार से वर्गीकृत किया गया है-

- अल्प लागत : जिसमें फसलों के लिए वर्षा, धूप एवं लू से सुरक्षा हेतु व्यवस्था की जाती है.
- मध्यम लागत : जिसमें संरचना की आंतरिक जलवायु का तापमान फसलों की आवश्यकतानुसार कम व अधिक करने संबंधी (कूलिंग पैड सिस्टम) का समावेश किया जाता है.
- उच्च लागत : यह ग्रीन हाउस आधुनिकतम तकनीक से सुसज्जित एवं कम्प्यूटर नियंत्रण प्रणाली द्वारा संचालित, जिसमें फसल उत्पादन को प्रभावित करने वाले प्रत्येक कारकों जैसे- प्रकाश, तापमान, आर्द्रता एवं कार्बन डाइऑक्साइड आदि का नियंत्रण संभव होता है.

ग्रीनहाउस की संरचना मजबूती, तापमान नियंत्रण, और निगरानी यंत्रों पर आधारित होती है।

नियंत्रित वातावरण खेती

नियंत्रित पर्यावरण कृषि (सीईए) उन तकनीकों और विधियों को संदर्भित करता है, जिनके माध्यम से पौधों की बढ़वार के लिए अनुकूल पर्यावरण तैयार किया जाता है। इसका उद्देश्य संसाधनों का इष्टतम उपयोग करना और उत्पादन क्षमता बढ़ाना होता है। सीईए प्रणालियों में विभिन्न प्रकार की फसलें उगाई जा सकती हैं, क्योंकि इन प्रणालियों में वायुमंडलीय और जड़ पर्यावरण को इस प्रकार नियंत्रित किया जाता है कि पौधे अपने आदर्श विकास क्षेत्र में रहें।

नियंत्रित वातावरण खेती की विभिन्न तकनीकी स्तरों पर श्रेणियाँ

सीईए प्रणाली को इसके तकनीकी एकीकरण और पर्यावरण नियंत्रण के अनुसार चार प्रमुख स्तरों में विभाजित किया जा सकता है:

खुले खेतों में न्यूनतम पर्यावरण नियंत्रण

- इसमें छायांकन और सिंचाई प्रणाली जैसी बुनियादी तकनीकों का उपयोग किया जाता है।
- इससे फसलों को तेज धूप और पानी की कमी से बचाया जाता है।

उच्च सुरंगों में निष्क्रिय पर्यावरण नियंत्रण

- मिट्टी में फसलों की खेती के लिए संरचनात्मक डिज़ाइन और आवरण सामग्री का उपयोग किया जाता है।
- यह मौसम की चरम स्थितियों से सुरक्षा प्रदान करता है और फसलों की वृद्धि को बढ़ाता है।

ग्रीनहाउस में एकीकृत सेंसर और सक्रिय नियंत्रण प्रणाली

- इसमें स्वचालित तापमान नियंत्रण, प्रकाश व्यवस्था और नमी संतुलन प्रणाली का उपयोग किया जाता है।
- यह सूर्य के प्रकाश के साथ-साथ कृत्रिम रोशनी को भी नियंत्रित कर सकता है।

तरह से इनडोर उत्पादन प्रणाली

- यह सबसे जटिल प्रणाली है जिसमें पौधों को बाहरी वातावरण पर निर्भर बिना कृत्रिम तकनीकों द्वारा उगाया जाता है।
- यह प्रणाली अत्याधुनिक तकनीक जैसे एलईडी लाइटिंग, क्लाइमेट कंट्रोल और स्वचालित पोषक तत्व आपूर्ति प्रणाली का उपयोग करती है।
- इसका उपयोग शहरों में वर्टिकल फार्मिंग और नियंत्रित कृषि उत्पादों के लिए किया जाता है।

यह एक आधुनिक कृषि तकनीक है जो जलवायु परिवर्तन, भूमि की कमी और जल संकट जैसी समस्याओं के समाधान में मदद कर सकती है। यह कम संसाधनों में अधिक उत्पादन, उच्च गुणवत्ता वाली फसलें, और पर्यावरणीय संतुलन बनाए रखने में सहायक है। भारत जैसे कृषि प्रधान देश में नियंत्रित पर्यावरण कृषि को अपनाकर खेती को अधिक लाभकारी और टिकाऊ बनाया जा सकता है।

हाइड्रोपोनिक प्रणाली: हाइड्रोपोनिक खेती, नियंत्रित पर्यावरण कृषि का एक प्रकार है। इसमें मिट्टी के बिना पौधों को पोषक तत्वों से युक्त जल विलयन में उगाया जाता है। यह प्रणाली जल और पोषक तत्वों का इष्टतम उपयोग करके फसलों की वृद्धि को बढ़ावा देती है। यह एक इनडोर प्रणाली होती है जिसमें पौधों को बिना मिट्टी के उगाया जाता है। इसमें पोषक तत्वों को पानी के माध्यम से पौधों तक पहुँचाया जाता है। इसका उपयोग फल और सब्जियों की खेती के लिए किया जाता है। इनडोर हाइड्रोपोनिक सिस्टम फसलों को समुचित समर्थन, जल और पोषक तत्व प्रदान करते हैं। इसमें पौधों की जड़ें या तो तरल पोषक घोल में सीधे संपर्क में रहती हैं, जिन्हें फ्लोटिंग राफ्ट या प्लास्टिक ट्रे द्वारा सहारा दिया जाता है, या फिर कोकोपीट, रॉकवूल, पीट मिक्स जैसे मृदाहीन माध्यमों में उगाई जाती हैं। ऐसे उत्पादन प्रणालियों में सिंचाई जल ही पौधों की सभी पोषक आवश्यकताओं को पूरा करता है।

हाइड्रोपोनिक प्रणाली के लाभ और चुनौतियाँ

हाइड्रोपोनिक प्रणाली भोजन उत्पादन के लिए कई लाभ प्रदान करती है। यह पूरे वर्ष खेती को संभव बनाती है, जिससे सर्दियों में भी फसल उत्पादन जारी रहता है। नियंत्रित पर्यावरण कृषि (सीईए) प्रणाली के अंतर्गत फसलें बाहरी मौसम की क्षति से बची रहती हैं। पारंपरिक खेतों की तुलना में छोटी जगह में अधिक उपज संभव होती है।

तालिका 4. हाइड्रोपोनिक प्रणाली के लाभ और चुनौतियाँ

लाभ	चुनौतियाँ
कोई मौसमी प्रतिबंध नहीं	उच्च प्रारंभिक निवेश लागत
खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित	अधिक ऊर्जा खपत
खाद्य उपलब्धता और शहरी कृषि	सीमित प्रकार की फसलें
उच्च उत्पादकता	अधिक उत्पादन लागत
संसाधनों का कुशल उपयोग (ऊर्जा छोड़कर)	विशेष कौशल की आवश्यकता

नियंत्रित पर्यावरण कृषि (सीईए) से पर्यावरण को होने वाले लाभ

- 1. परिवहन से होने वाले उत्सर्जन में कमी:** वर्तमान में, यूके अपने 45% खाद्य पदार्थों का आयात करता है, जिससे भूमि, वायु और समुद्री परिवहन के माध्यम से भारी मात्रा में कार्बन डाइऑक्साइड उत्सर्जन होता है। नियंत्रित पर्यावरण कृषि (सीईए) के माध्यम से ऐसी फसलें भी उगाई जा सकती हैं जो सामान्य परिस्थितियों में वहां नहीं उग सकतीं। इस तकनीक के कारण, स्थानीय स्तर पर फसलें उगाई जा सकती हैं, जिससे खाद्य पदार्थों के आयात की आवश्यकता कम हो जाती है और कार्बन डाइऑक्साइड उत्सर्जन में कमी आती है। भारत में भी इस तकनीक को अपनाकर परिवहन पर निर्भरता घटाई जा सकती है और जलवायु परिवर्तन को नियंत्रित करने में मदद मिल सकती है।
- 2. कम भूमि की आवश्यकता:** वर्टिकल फार्मिंग में पारंपरिक खेती की तुलना में प्रति वर्ग मीटर 50 गुना अधिक उत्पादन संभव है। दुनिया भर में कृषि के लिए वन भूमि नष्ट की जा रही है, लेकिन नियंत्रित पर्यावरण कृषि से कम भूमि में अधिक उत्पादन संभव होगा। भारतीय संदर्भ में, जहां शहरीकरण तेजी से बढ़ रहा है और कृषि भूमि सीमित हो रही है, वर्टिकल फार्मिंग से खाद्य उत्पादन को अधिकतम किया जा सकता है।
- 3. कीटनाशकों और रसायनों का कम उपयोग:** नियंत्रित कृषि प्रणाली में कीट नहीं होते, जिससे कीटनाशकों की आवश्यकता नहीं पड़ती। इससे जैविक (ऑर्गेनिक) खेती को बढ़ावा मिलता है और मिट्टी व जल स्रोतों को रासायनिक प्रदूषण से बचाया जा सकता है। भारत में, कीटनाशकों के अत्यधिक उपयोग से पर्यावरण और स्वास्थ्य पर नकारात्मक प्रभाव पड़ा है, जिसे इस तकनीक के माध्यम से कम किया जा सकता है।
- 4. खाद्य अपशिष्ट में कमी:** संयुक्त राष्ट्र के अनुसार, दुनिया में एक तिहाई खाद्य पदार्थ बर्बाद हो जाते हैं। सीईए में कटाई और पैकेजिंग स्वचालित होती है, जिससे अपशिष्ट कम होता है। भारत में परिवहन और भंडारण की असमर्थता के कारण भारी मात्रा में फल और सब्जियां बर्बाद हो जाती हैं। सीईए इस समस्या को हल कर सकता है।
- 5. कम जल की आवश्यकता:** नियंत्रित पर्यावरण कृषि में पारंपरिक कृषि की तुलना में 95% कम पानी की आवश्यकता होती है। कुछ वर्टिकल फार्मिंग इकाइयां वर्षा जल संचयन (Rainwater Harvesting) की तकनीक पर भी काम कर रही हैं। भारत में, जहां कई क्षेत्र जल संकट से जूझ रहे हैं, यह तकनीक जल संरक्षण में सहायक हो सकती है।
- 6. आर्थिक लाभ:** वर्टिकल फार्मिंग के शुरुआती खर्च अधिक होते हैं, लेकिन यह सालभर उत्पादन प्रदान कर सकता है, जिससे उच्च गुणवत्ता वाले जैविक उत्पाद बेचे जा सकते हैं। तेजी से बढ़ने वाली सलाद फसलें, औषधीय पौधे और उच्च मूल्य वाले उत्पाद उगाकर किसान अच्छा लाभ कमा सकते हैं। भारत में, सरकार स्मार्ट कृषि और हाइड्रोपोनिक्स जैसी तकनीकों को प्रोत्साहित कर रही है, जिससे इस क्षेत्र में निवेश बढ़ सकता है।

भारतीय संदर्भ में नियंत्रित पर्यावरण कृषि का महत्व

- भारत की बढ़ती जनसंख्या और घटती कृषि भूमि को देखते हुए यह तकनीक अत्यंत उपयोगी हो सकती है।
- जलवायु परिवर्तन के कारण अकाल, बाढ़ और असमय बारिश से फसलों को नुकसान होता है। नियंत्रित पर्यावरण कृषि से इस समस्या का समाधान संभव है।
- कृषि आधारित स्टार्टअप और निवेशकों के लिए यह एक सुनहरा अवसर है, क्योंकि सरकार भी कृषि नवाचार और स्मार्ट खेती को बढ़ावा दे रही है।

06

कीट और रोग प्रबंधन में जलवायु सहनशील रणनीतियां

प्राकृतिक कीटनाशक

आज की आधुनिक खेती में रासायनिक कीटनाशकों का अत्यधिक उपयोग किया जाता है, जो मिट्टी, पानी और पर्यावरण को प्रदूषित करने के साथ-साथ मानव स्वास्थ्य पर भी नकारात्मक प्रभाव डालते हैं। इनकी अधिकता से मृदा की उर्वरता कम होती है, कीटों में प्रतिरोधक क्षमता बढ़ती है और खाद्य पदार्थों में विषाक्तता बढ़ती है। ऐसे में प्राकृतिक कीटनाशकों की आवश्यकता महसूस की जाती है, क्योंकि ये बिना किसी हानिकारक प्रभाव के फसलों को सुरक्षित रखते हैं और जैविक खेती को बढ़ावा देते हैं। प्राकृतिक कीटनाशक पर्यावरण संरक्षण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं क्योंकि ये मिट्टी, जल और वायु को प्रदूषित नहीं करते और जैव विविधता को संरक्षित रखते हैं। ये मृदा में लाभकारी जीवों जैसे केंचुए और सूक्ष्मजीवों को नुकसान नहीं पहुंचाते, जिससे मिट्टी की प्राकृतिक उर्वरता बनी रहती है। इसके अतिरिक्त, प्राकृतिक कीटनाशक मानव स्वास्थ्य के लिए भी सुरक्षित होते हैं। रासायनिक कीटनाशकों के अत्यधिक उपयोग से कैंसर, त्वचा रोग और श्वसन संबंधी समस्याएं बढ़ रही हैं, जबकि प्राकृतिक कीटनाशक विषमुक्त फल, सब्जियां और अनाज प्रदान कर खाद्य सुरक्षा को सुनिश्चित करते हैं। मिट्टी की उर्वरता बनाए रखने में भी प्राकृतिक कीटनाशक प्रभावी होते हैं। रासायनिक कीटनाशकों के अधिक प्रयोग से मिट्टी की उर्वरक क्षमता घटती है, जबकि प्राकृतिक कीटनाशक मिट्टी को आवश्यक पोषक तत्व प्रदान करते हैं और जैविक कार्बन की मात्रा बढ़ाते हैं। इसके अलावा, प्राकृतिक कीटनाशक मित्र कीटों के संरक्षण में भी सहायक होते हैं क्योंकि ये केवल हानिकारक कीटों को नष्ट करते हैं और मधुमक्खियों, तितलियों तथा अन्य परागण करने वाले कीटों को कोई नुकसान नहीं पहुंचाते। इससे पारिस्थितिक संतुलन बना रहता है और जैव विविधता सुरक्षित रहती है। कृषि उत्पादन और गुणवत्ता को सुधारने में भी प्राकृतिक कीटनाशकों की महत्वपूर्ण भूमिका है। इनका उपयोग करने से फसलें स्वस्थ रहती हैं और अधिक उत्पादन देती हैं, जिससे भूख और कुपोषण जैसी समस्याओं को कम करने में सहायता मिलती है। इसके अलावा, रासायनिक कीटनाशकों के अत्यधिक उपयोग से कीटों में प्रतिरोधक क्षमता विकसित हो जाती है, जिससे वे अधिक शक्तिशाली और खतरनाक हो जाते हैं। प्राकृतिक कीटनाशक इस समस्या को कम करने में सहायक होते हैं क्योंकि ये कीटों में प्रतिरोधक क्षमता विकसित नहीं होने देते और लंबे समय तक प्रभावी बने रहते हैं। सबसे महत्वपूर्ण बात यह है कि प्राकृतिक कीटनाशक किफायती और आसानी से उपलब्ध होते हैं। इन्हें घरेलू स्तर पर भी तैयार किया जा सकता है, जिससे किसानों की लागत कम होती है। साथ ही, ये स्थानीय स्तर पर आसानी से प्राप्त किए जा सकते हैं और इनका उपयोग भी सरल होता है। इन सभी लाभों के कारण प्राकृतिक कीटनाशकों का उपयोग सतत कृषि और पर्यावरण के संरक्षण के लिए अत्यंत आवश्यक हो गया है।

वनस्पति आधारित कीटनाशक

वनस्पति आधारित प्राकृतिक कीटनाशक (Botanical Pesticides) पौधों के अर्क और तेलों से बनाए जाते हैं, जो प्राकृतिक रूप से कीटों को नियंत्रित करने में सहायक होते हैं। इन कीटनाशकों में पौधों में मौजूद रासायनिक यौगिक होते हैं, जो कीटों के तंत्रिका तंत्र या विकास प्रक्रिया को प्रभावित करते हैं। ये पूरी तरह से जैविक होते हैं और किसी भी प्रकार की रासायनिक प्रक्रिया का इस्तेमाल नहीं करते, जिससे पर्यावरण पर इनके उपयोग का नकारात्मक प्रभाव नहीं पड़ता। वनस्पति आधारित कीटनाशक हानिकारक कीटों को नष्ट करते हैं, लेकिन मित्र कीटों जैसे मधुमक्खियों, तितलियों और अन्य परागण करने वाले कीटों को कोई नुकसान नहीं पहुँचाते, इस प्रकार ये पारिस्थितिकी तंत्र का संतुलन बनाए रखते हैं। इनकी एक प्रमुख विशेषता यह है कि ये मूल रूप से सुरक्षित और विषमुक्त होते हैं, जो फसलों, फल और सब्जियों पर उपयोग करने के बाद भी इंसान और पशुओं के लिए सुरक्षित रहते हैं। वनस्पति आधारित कीटनाशकों के सबसे प्रसिद्ध उदाहरणों में नीम का तेल, लहसुन और मिर्च का घोल, और अदरक और हल्दी का अर्क शामिल हैं। नीम का तेल विशेष रूप से माहू, थ्रिप्स और सफेद मक्खी जैसे कीटों को नियंत्रित करने के लिए प्रसिद्ध है, जबकि लहसुन और मिर्च का घोल कीटों को भगाने के लिए प्रभावी होता है। इस प्रकार, वनस्पति आधारित कीटनाशक न केवल फसलों को सुरक्षित रखते हैं, बल्कि पर्यावरण और मानव स्वास्थ्य के लिए भी लाभकारी होते हैं। मिट्टी में उपयोग किए जाने वाले प्राकृतिक कीटनाशक (Soil-Based Pesticides) प्राकृतिक कीटनाशकों का एक महत्वपूर्ण वर्ग है, जिन्हें सीधे मिट्टी में मिलाया जाता है। ये कीटनाशक मिट्टी के भीतर कीटों के नियंत्रण के लिए काम करते हैं, साथ ही मिट्टी की उर्वरता और संरचना को भी बनाए रखते हैं। मिट्टी आधारित कीटनाशकों का उपयोग फसलों की जड़ों के पास या सतह पर हानिकारक कीटों की वृद्धि को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है, ताकि पौधों को किसी भी प्रकार के कीटों से बचाया जा सके। इसके अलावा, ये प्राकृतिक कीटनाशक मिट्टी में लाभकारी सूक्ष्मजीवों के लिए भी सहायक होते हैं, जो पौधों की वृद्धि को बढ़ावा देते हैं और मिट्टी की उर्वरक क्षमता को बनाए रखते हैं।

• गोमूत्र और छाछ का घोल

गोमूत्र और छाछ का घोल एक बहुत ही प्रभावी मिट्टी आधारित कीटनाशक है, जो न केवल कीटों से लड़ता है बल्कि मिट्टी के पोषक तत्वों को भी संतुलित रखता है। गोमूत्र में प्राकृतिक एंटीबायोटिक और एंटीफंगल गुण होते हैं जो मिट्टी में हानिकारक जीवाणुओं और फंगल संक्रमण को नियंत्रित करते हैं। गोमूत्र का उपयोग मिट्टी की उर्वरता को बढ़ाने के लिए भी किया जाता है। इसके अलावा, छाछ में लैक्टिक एसिड जीवाणुओं होते हैं जो मिट्टी के सूक्ष्मजीवों को सक्रिय करते हैं और पौधों की जड़ों को मजबूत बनाने में मदद करते हैं। दोनों का मिलाजुला घोल मिट्टी को पोषक तत्व प्रदान करने के साथ-साथ कीटों और रोगों से भी रक्षा करता है।

• जैविक खाद और वर्मी कम्पोस्ट

जैविक खाद और वर्मी कम्पोस्ट में मौजूद सूक्ष्म जीवाणु और कवक मिट्टी को प्राकृतिक रूप से कीट मुक्त रखते हैं। ये दोनों तत्व न केवल मिट्टी में लाभकारी सूक्ष्मजीवों की वृद्धि को बढ़ावा देते हैं बल्कि कीटों और रोगों के विपरीत भी प्रभावी होते हैं। वर्मी कम्पोस्ट में वर्मा जीवाणुओं होते हैं, जो मिट्टी के प्रदूषण को कम करते हैं और रासायनिक कीटनाशकों के प्रभाव को घटाते हैं। यह मिट्टी के जल धारण क्षमता को भी बढ़ाता है, जिससे फसलें अधिक स्वस्थ और मजबूत होती हैं। इसके अलावा, जैविक खाद में पाए जाने वाले फाइटोथेरेपी गुण मिट्टी में कीटों और रोगजनकों की वृद्धि को नियंत्रित करते हैं, जिससे फसल की उत्पादकता में सुधार होता है।

• राख और लकड़ी का चूर्ण

राख और लकड़ी का चूर्ण मिट्टी में मिलाने के लिए एक अन्य प्राकृतिक उपाय है, जो न केवल कीटों से छुटकारा दिलाता है बल्कि मिट्टी में पोटैशियम और कैल्शियम जैसे पोषक तत्वों की मात्रा को भी बढ़ाता है। लकड़ी की राख में कैल्शियम कार्बोनेट होता है, जो मिट्टी के pH स्तर को संतुलित करता है और कीटों के विकास को रोकता है। यह मिट्टी में नमी बनाए रखता है और साथ ही कीटों को नष्ट करने के लिए एक प्राकृतिक बैरियर के रूप में काम करता है। इसके अलावा, राख और लकड़ी का चूर्ण फसलों को चूषण कीटों से बचाता है, जैसे कि माहू और जड़ कीट।

जैविक कीटनाशक

जैविक कीटनाशक वे कीटनाशक होते हैं जो प्राकृतिक स्रोतों जैसे कि बैक्टीरिया, कवक, विषाणु, पौधों, और अन्य जैविक तत्वों से प्राप्त होते हैं। ये केवल लक्षित कीटों को प्रभावित करते हैं और मित्र कीटों (जैसे परागण करने वाले कीट, मक्खियां, और लाभकारी जीव) को नुकसान नहीं पहुंचाते। रासायनिक कीटनाशकों की तुलना में जैविक कीटनाशक पर्यावरण के लिए सुरक्षित होते हैं, जल्दी अपघटित हो जाते हैं और मिट्टी की गुणवत्ता को बनाए रखते हैं।

जैविक कीटनाशकों के लाभ

जैविक कीटनाशक पर्यावरण के अनुकूल होते हैं और पारंपरिक रासायनिक कीटनाशकों की तुलना में अधिक सुरक्षित विकल्प प्रदान करते हैं। ये प्राकृतिक स्रोतों जैसे बैक्टीरिया, कवक, विषाणु और पौधों से प्राप्त होते हैं, जिससे वे पर्यावरण और मानव स्वास्थ्य के लिए हानिरहित होते हैं। इनका उपयोग मिट्टी की उर्वरता बनाए रखने, जल स्रोतों को प्रदूषित होने से बचाने और मित्र कीटों को संरक्षित करने में सहायक होता है। जैविक कीटनाशक केवल लक्षित कीटों को प्रभावित करते हैं, जिससे जैविक संतुलन बना रहता है और फसलों की उत्पादकता में सुधार होता है। प्रमुख लाभ निम्न प्रकार हैं,

- पर्यावरण के अनुकूल – मिट्टी, जल और वायु को प्रदूषित नहीं करते।
- मित्र कीटों का संरक्षण – केवल लक्षित कीटों को प्रभावित करते हैं।
- मानव स्वास्थ्य के लिए सुरक्षित – जहरीले अवशेष नहीं छोड़ते।
- कीटों में प्रतिरोधक क्षमता नहीं विकसित होती – रासायनिक कीटनाशकों के विपरीत, जैविक कीटनाशकों का प्रभाव लम्बे समय तक बना रहता है।
- कम लागत – किसान इन्हें घर पर भी बना सकते हैं।
- फसल की गुणवत्ता में सुधार – जैविक कीटनाशकों से उगाई गई फसलें अधिक पोषक और सुरक्षित होती हैं।

जैविक कीटनाशकों का छिड़काव: उपयोग के तरीके

जैविक कीटनाशकों का सही ढंग से उपयोग करने से न केवल कीटों का प्रभावी नियंत्रण होता है बल्कि मिट्टी की उर्वरता बनी रहती है और फसल की गुणवत्ता में भी सुधार होता है। जैविक कीटनाशकों को स्प्रे, बीज उपचार, मिट्टी में मिलाना और ट्रैप्स जैसे विभिन्न तरीकों से उपयोग किया जा सकता है। नीचे इन सभी विधियों का विस्तृत विवरण दिया गया है।

1. छिड़काव

छिड़काव विधि सबसे सामान्य और प्रभावी तरीका है जिसमें जैविक कीटनाशकों को पानी में घोलकर फसल पर छिड़काव किया जाता है। यह विधि मुख्य रूप से पत्तियों, फूलों और फलों पर लगने वाले कीटों को नियंत्रित करने के लिए उपयोग की जाती है। इस विधि को करने का तरीका निम्न है:

समाधान तैयार करें – जैविक कीटनाशक को निर्देशानुसार पानी में मिलाएं। उदाहरण के लिए, नीम का तेल 5 मि.लि. प्रति लीटर पानी में मिलाया जाता है।

अच्छी तरह मिलाएं – मिश्रण को हिलाकर सुनिश्चित करें कि कीटनाशक पूरी तरह घुल गया है।

छिड़काव करें – छिड़काव पंप का उपयोग करके पत्तियों के ऊपर और नीचे, तनों और फलों पर छिड़काव करें।

समय का ध्यान रखें – प्रातःकाल या शाम के समय छिड़काव करना अधिक प्रभावी होता है क्योंकि इस समय सूर्य की रोशनी कम होती है और जैविक कीटनाशक तेजी से नष्ट नहीं होते।

आवश्यकता अनुसार दोहराएं – यदि कीटों का प्रभाव बना रहता है तो 7-10 दिनों के अंतराल में पुनः छिड़काव करें।

जैविक कीटनाशक जो की छिड़काव के रूप में उपयोग किए जाते हैं, इस प्रकार हैं, नीम तेल, बेसिलस थुरिंजिएन्सिस (Bt), लहसुन और मिर्च अर्क इत्यादि।

2. फसल बोने से पहले बीजों का उपचार

बीज उपचार का मतलब है कि बीजों को बोने से पहले जैविक कीटनाशकों में डुबोकर उनका संरक्षण किया जाए। यह विधि मिट्टी में पनपने वाले कीटों और बीमारियों से बचाव के लिए सबसे उपयोगी होती है। इसको निम्न प्रकार से किया जाता है।

1. बीजों को साफ करें – बोने से पहले बीजों को धूल, गंदगी और अन्य अवशेषों से साफ करें।
2. उपचार घोल तैयार करें – जैविक कीटनाशक (जैसे *ट्राइकोडर्मा विरिडी* या *पेसिलोमाइसिस*) को पानी में मिलाएं।
3. बीजों को डुबोएं – बीजों को इस घोल में 15-30 मिनट तक डुबोकर रखें।
4. छाया में सुखाएं – उपचारित बीजों को सीधे धूप में न सुखाकर छाया में सुखाएं और तुरंत बुआई करें।

कुछ जैविक कीटनाशक जो बीज उपचार के लिए उपयोग किए जाते हैं, इस प्रकार हैं, *ट्राइकोडर्मा विरिडी*, *पेसिलोमाइसिस*, *बेसिलस सबटिलिस* इत्यादि।

3. जैविक कीटनाशक मिट्टी में मिलाना

इस विधि में जैविक कीटनाशकों को मिट्टी में मिलाया जाता है ताकि जड़ों और मिट्टी में पनपने वाले कीटों को नियंत्रित किया जा सके। यह विधि जड़ गलन, दीमक, सफेद सूंडी और अन्य मिट्टी के कीटों के विपरीत प्रभावी होती है। यह प्रक्रिया निम्न प्रकार से की जाती है।

खेत की तैयारी करें – मिट्टी को अच्छी तरह जोतें ताकि कीटनाशक समान रूप से फैल सके।

जैविक कीटनाशक मिलाएं- गोबर खाद या वर्मी कम्पोस्ट में मिलाकर मिट्टी में डालें। पानी में घोलकर ड्रिप सिंचाई के माध्यम से मिट्टी में पहुंचाएं।

सिंचाई करें – कीटनाशक को मिट्टी में फैलाने के लिए हल्की सिंचाई करें।

कुछ जैविक कीटनाशक जो मिट्टी में मिलाने के लिए उपयोग किए जाते हैं, इस प्रकार हैं, *ब्यूवेरिया बैसियाना*, *मेटाराइजियम एनीसोपली*, *ट्राइकोडर्मा* इत्यादि।

मुख्य प्रकार के जैविक कीटनाशक

1. सूक्ष्मजीवी कीटनाशक

सूक्ष्मजीवी कीटनाशक विशेष प्रकार के सूक्ष्मजीवों (जीवाणु, कवक, विषाणु, सूत्रकृमि आदि) से बनाए जाते हैं, जो हानिकारक कीटों को मारने या उनकी संख्या को नियंत्रित करने में मदद करते हैं।

तालिका 1. विभिन्न प्रकार के सूक्ष्मजीवी कीटनाशक एवं उनकी कार्य प्रणाली

सूक्ष्मजीव	प्रभावित कीट	कार्य प्रणाली
<i>बेसिलस थुरिंजिएन्सिस (बीटी)</i>	इल्ली, टिड्डे	बीटी जीवाणु कीट के शरीर में प्रवेश कर उनके आंतरिक ऊतकों को नष्ट करता है।
<i>ब्यूवेरिया बैसियाना</i>	माहू, सफेद मक्खी, टिड्डे	यह कवक कीटों के शरीर पर बढ़ता है और उन्हें मार देता है।
<i>मेटाराइजियम एनीसोपली</i>	दीमक, भृंग, हानिकारक टिड्डे	यह कवक कीटों के शरीर में प्रवेश कर उनकी कोशिकाओं को संक्रमित करता है।
<i>न्यूक्लियर पॉलीहेड्रोसिस विषाणु (एनपीवी)</i>	तंबाकू की इल्ली, आर्मवर्म	यह विषाणु केवल लक्षित कीटों को संक्रमित करता है और उनकी कोशिकाओं को नष्ट कर देता है।

बेसिलस थुरिंजिएन्सिस (बीटी)

बेसिलस थुरिंजिएन्सिस एक प्राकृतिक जीवाणु है, जो विशेष रूप से इल्ली और इल्ली जैसे कीटों के नियंत्रण में प्रभावी होता है। यह जीवाणु कीटों के आंतरिक पाचन तंत्र को प्रभावित करता है, जिससे उनके पेट में रुकावट आती है और वे मर जाते हैं। बीटी के उपयोग से, फसलों को सुरक्षा मिलती है बिना कीटों के प्राकृतिक शिकारियों को नुकसान पहुंचाए। इस जीवाणुओं का उपयोग मुख्य रूप से कपास, सब्जियों, और दालों की फसलों में किया जाता है, खासकर उन कीटों से बचाव के लिए जो पत्तियों और फूलों को नुकसान पहुंचाते हैं। बीटी का उपयोग ऑर्गेनिक खेती में भी बढ़ रहा है क्योंकि यह जैविक कीटनाशक के रूप में एक प्रभावी विकल्प प्रदान करता है।

ब्यूवेरिया बैसियाना

ब्यूवेरिया बैसियाना एक प्राकृतिक कवक है, जो कीटों जैसे दीमक, सफेद मक्खी, और माहू पर हमला करता है। यह कवक कीटों के शरीर में प्रवेश करता है और वहां से उन्हें नष्ट कर देता है। यह खासतौर पर गर्म और आर्द्र जलवायु में अधिक प्रभावी होता है, जहां इसकी वृद्धि और प्रसार अधिक होता है। *ब्यूवेरिया बैसियाना* का उपयोग बागवानी, फसल संरक्षण और वाणिज्यिक कृषि में किया जाता है। यह कीटनाशक प्राकृतिक तरीके से कीटों को नियंत्रित करता है और वातावरण पर कोई नकारात्मक प्रभाव नहीं डालता।

मेटाराइजियम एनीसोपली

मेटाराइजियम एनीसोपली एक और प्रभावी प्राकृतिक कवक है, जो कीटों को नियंत्रित करता है, विशेषकर टिट्टियों, दीमक, और अन्य चूसक कीटों को। यह कवक कीटों के शरीर पर आक्रमण करता है और उन्हें नष्ट कर देता है। मेटाराइजियम एनीसोपली का उपयोग विशेष रूप से जैविक खेती और ऑर्गेनिक गार्डनिंग में किया जाता है, क्योंकि यह रासायनिक कीटनाशकों के बजाय एक प्राकृतिक विकल्प प्रदान करता है। यह पर्यावरण के लिए सुरक्षित है और कीटों के प्रति लंबे समय तक प्रभावी रहता है, जिससे कीट प्रतिरोध की समस्या को कम किया जा सकता है। इस प्रकार, जैव नियंत्रण एजेंट कीटों से लड़ने के लिए एक प्रभावी और पर्यावरणीय रूप से सुरक्षित तरीका प्रदान करते हैं। इनका उपयोग कृषि उत्पादन को बढ़ाने, जैव विविधता को बनाए रखने, और स्वस्थ पर्यावरण सुनिश्चित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। ये कीटनाशक विभिन्न प्रकार से किसानों के लिए लाभकारी साबित हो रहे हैं। ये केवल लक्षित कीटों को प्रभावित करता है, अन्य जीवों को नुकसान नहीं पहुंचाते। दूसरा, ये कीटनाशक पर्यावरण के अनुकूल और जैविक खेती में उपयोगी हैं। ये कीटनाशक मिट्टी की उर्वरता को बनाए रखते हैं।



कृषि में हानिकारक कीट

चित्र 1: कृषि उत्पादन में हानि पहुंचाने वाले विभिन्न कीट

2. बायोटैकनिकल कीटनाशक

बायोटैकनिकल कीटनाशक पौधों से प्राप्त प्राकृतिक रसायनों पर आधारित होते हैं, जो कीटों को दूर भगाने, मारने या उनकी वृद्धि को रोकने में सहायक होते हैं।

तालिका 2. विभिन्न प्रकार के बाँटैनिकल कीटनाशक एवं प्रभावित कीट

पादप स्रोत	प्रभावित कीट	प्रभाव
नीम का तेल (एज़ाडिरेक्टिन)	चूसने वाले कीट, माहू, टिट्टे	कीटों की प्रजनन क्षमता और भोजन ग्रहण करने की क्षमता को प्रभावित करता है।
लहसुन और अदरक का अर्क	सफेद मक्खी, माहू, इल्ली	कीटों को दूर भगाने में सहायक।
तंबाकू का घोल (निकोटिन आधारित)	हानिकारक कीट, माहू	निकोटिन तंत्रिका तंत्र को प्रभावित करता है और कीटों को मार देता है।
प्याज और मिर्च का मिश्रण	इल्ली, माहू, पतंगे	प्राकृतिक रूप से कीटों को नियंत्रित करता है।

इन कीटनाशकों के विभिन्न लाभ हैं। पहला ये आसानी से उपलब्ध और सस्ते हैं। दूसरा, ये फसलों के लिए सुरक्षित और मिट्टी की गुणवत्ता को प्रभावित नहीं करते, तीसरा, ये कम समय में अपघटित हो जाते हैं, जिससे कोई जहरीला अवशेष नहीं बचता।

Microbial Pesticides



- Derived from bacteria, fungi, viruses, or other microorganisms
- Target specific pests such as insects, pathogens, or weeds
- Typically less harmful to non-target organisms and the environment




जैविक कीटनाशकों के जाल





बाँटैनिकल कीटनाशक

चित्र 2: कृषि में उपयोग किए जाने वाले विभिन्न प्रकार के सुक्ष्मजीवी कीटनाशक

3. बायोकेमिकल कीटनाशक

बायोकेमिकल कीटनाशक वे प्राकृतिक रसायन होते हैं जो कीटों के व्यवहार, प्रजनन और वृद्धि को नियंत्रित करने के लिए उपयोग किए जाते हैं।

तालिका 3. विभिन्न परकर के बायोकेमिकल कीटनाशक एवं प्रभावित कीट

बायोकेमिकल तत्व	प्रभावित कीट	कार्य प्रणाली
फेरोमोन ट्रैप	पतंगे, फल मक्खी	फेरोमोन गंध से नर कीटों को आकर्षित कर पकड़ लेता है, जिससे प्रजनन चक्र टूट जाता है।
इंसेक्ट ग्रोथ रेगुलेटर	इल्ली, सफेद मक्खी	कीटों के विकास को रोकता है, जिससे वे पूर्ण विकसित नहीं हो पाते।
काईनिन्स	पौधों को नुकसान पहुंचाने वाले कीट	कीटों के व्यवहार को बदलकर उन्हें नियंत्रित करता है।

फेरोमोन ट्रैप और जैविक जाल

फेरोमोन ट्रैप और जैविक जाल कृषि में कीट नियंत्रण के लिए अत्यंत प्रभावी उपकरण हैं। इनका मुख्य उद्देश्य कीटों के प्रजनन और संख्या को नियंत्रित करना है, जिससे फसलों पर होने वाले नुकसान को कम किया जा सके। इन ट्रैप का उपयोग विशेष रूप से नर कीटों को आकर्षित कर फंसाने के लिए किया जाता है, जिससे उनकी संख्या कम हो जाती है और प्रजनन दर प्रभावित होती है। यह न केवल कीटों की संख्या को नियंत्रित करता है बल्कि कीटों द्वारा फैलने वाले रोगों की संभावना को भी कम करता है। जैविक जाल पर्यावरणीय दृष्टिकोण से बहुत महत्वपूर्ण हैं क्योंकि ये रासायनिक कीटनाशकों का विकल्प प्रदान करते हैं और पारिस्थितिकीय संतुलन को बनाए रखने में मदद करते हैं।

फेरोमोन ट्रैप

फेरोमोन ट्रैप एक बहुत ही प्रभावी जैविक जाल है, जो कीटों के प्राकृतिक फेरोमोन (गंधयुक्त रसायन) का उपयोग करता है। इन फेरोमोन का उपयोग विशेष रूप से नर कीटों को आकर्षित करने के लिए किया जाता है। जब नर कीट फेरोमोन से आकर्षित होकर ट्रैप की ओर आते हैं, तो वे उसमें फंस जाते हैं और प्रजनन प्रक्रिया में बाधा उत्पन्न होती है। यह तरीका खासकर फल मक्खी, तना छेदक, और महील कीटों के नियंत्रण में बहुत प्रभावी होता है। फेरोमोन ट्रैप के उपयोग से कीटों की प्रजनन दर में कमी आती है, जिससे उनकी संख्या प्राकृतिक रूप से घटती है और फसलों पर होने वाला क्षति भी कम होता है। इस ट्रैप का सबसे बड़ा लाभ यह है कि यह लक्षित कीटों को ही आकर्षित करता है और अन्य फायदेमंद कीटों को कोई नुकसान नहीं पहुंचाता, जिससे पारिस्थितिकी तंत्र का संतुलन बनाए रहता है।

ये कीटनाशक बिना किसी प्रत्यक्ष जहरीले प्रभाव के कीटों की संख्या को नियंत्रित करते हैं। ये कीटनाशक मित्र कीटों को कोई नुकसान नहीं पहुंचाते। इसके अलावा, ये जैविक खेती और एकीकृत कीट प्रबंधन (IPM) में उपयोगी हैं।

तालिका 4. जैविक और प्राकृतिक कीटनाशकों की तुलना

श्रेणी	जैविक कीटनाशक	प्राकृतिक कीटनाशक
अर्थ	सूक्ष्मजीवों (बैक्टीरिया, कवक, विषाणु) या उनके उत्पादों से बने कीटनाशक	पौधों, खनिजों और प्राकृतिक तत्वों से बनाए गए कीटनाशक
स्रोत	बैक्टीरिया, कवक, विषाणु, सूत्रकृमि आदि	नीम, लहसुन, गोमूत्र, मिर्च, हल्दी, तंबाकू आदि

प्रभाव	केवल लक्षित कीटों को मारते हैं	व्यापक प्रभाव वाले, कई प्रकार के कीटों को नियंत्रित करते हैं
पर्यावरणीय प्रभाव	पर्यावरण के अनुकूल, मिट्टी और जल को प्रदूषित नहीं करते	जैविक रूप से अपघटित होते हैं, बिना प्रदूषण के प्रभावी
लागत	कुछ जैविक कीटनाशक महंगे हो सकते हैं	सस्ते और घर पर भी बनाए जा सकते हैं
कीट प्रतिरोध	कीटों में प्रतिरोधक क्षमता विकसित नहीं होती	लंबे समय तक प्रभावी रहते हैं, लेकिन समय-समय पर बदलाव जरूरी
उदाहरण	<i>बेसिलस थुरिंजिएन्सिस (बीटी), ब्यूवेरिया बैसियाना, मेटाराइजियम एनीसोपली</i>	नीम का अर्क, लहसुन-मिर्च का घोल, तंबाकू घोल, दशपर्णी अर्क
फसल के लिए उपयुक्तता	जैविक खेती और एकीकृत कीट प्रबंधन (IPM) में उपयोगी	सभी प्रकार की फसलों के लिए अनुकूल
प्रभाव की गति	धीरे-धीरे असर दिखाते हैं	जल्दी असर दिखाते हैं लेकिन नियमित उपयोग जरूरी
मानव स्वास्थ्य पर प्रभाव	पूरी तरह सुरक्षित	सुरक्षित, लेकिन कुछ में हल्की जलन या एलर्जी हो सकती है
अनुप्रयोग का तरीका	पानी में मिलाकर छिड़काव, मिट्टी में मिलाना, बीज उपचार	छिड़काव, पौधों पर लेप, भूमि उपचार

जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा

जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा एक रणनीति है, जो बदलती जलवायु परिस्थितियों के कारण उत्पन्न होने वाली चुनौतियों को ध्यान में रखते हुए फसल सुरक्षा को बेहतर बनाने के लिए अपनाई जाती है। जलवायु परिवर्तन, जैसे कि अधिक गर्मी, अनियमित वर्षा, सूखा और बर्फबारी की घटनाएं, कीटों, रोगों और अन्य कृषि संकटों को प्रभावित कर रही हैं। ऐसे में, जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा का उद्देश्य पर्यावरण, कृषि उत्पादकता और स्वास्थ्य के लिए सुरक्षित उपायों को अपनाना है। जलवायु परिवर्तन ने कृषि क्षेत्र में कई नए और जटिल समस्याएँ उत्पन्न की हैं, जिनसे निपटने के लिए पारंपरिक तरीकों के अलावा नए और स्थायी समाधानों की आवश्यकता है। जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा इस संदर्भ में अत्यंत महत्वपूर्ण बन गई है, क्योंकि यह केवल कृषि उत्पादकता को बढ़ाने का काम नहीं करती, बल्कि पर्यावरणीय संतुलन और दीर्घकालिक कृषि स्थिरता को भी सुनिश्चित करती है। जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा की आवश्यकता को निम्नलिखित कारणों से समझा जा सकता है:

1. जलवायु परिवर्तन से उत्पन्न नई चुनौतियाँ

जलवायु परिवर्तन के कारण मौसम के पैटर्न में असामान्य परिवर्तन हो रहे हैं, जैसे अधिक तापमान, अत्यधिक वर्षा, सूखा, और तीव्र बर्फबारी। ये परिवर्तन कीटों, रोगों और पौधों के जीवन चक्र को प्रभावित करते हैं। इससे फसलों पर कीटों और रोगों का प्रकोप बढ़ सकता है, जिनसे निपटने के लिए पारंपरिक कृषि सुरक्षा उपायों में कमी हो सकती है। इसलिए, जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा के उपायों की आवश्यकता है जो इन बदलती परिस्थितियों का मुकाबला कर सकें।

2. पारिस्थितिकी तंत्र और जैव विविधता की रक्षा

जलवायु परिवर्तन के प्रभावों से पारिस्थितिकी तंत्र और जैव विविधता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ सकता है। पारंपरिक कीटनाशकों और रासायनिक उपायों के अत्यधिक उपयोग से प्राकृतिक संतुलन बिगड़ सकता है। जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा में जैविक और प्राकृतिक उपायों का उपयोग किया जाता है, जैसे कि मित्र कीटों का संरक्षण, बायोकंट्रोल एजेंट्स और प्राकृतिक कीटनाशकों का उपयोग। ये उपाय पारिस्थितिकी तंत्र को नुकसान पहुँचाए बिना कीटों और रोगों का नियंत्रण करते हैं।

3. पर्यावरणीय प्रभाव को कम करना

जलवायु परिवर्तन से जुड़े पर्यावरणीय संकटों में जल प्रदूषण, मिट्टी का क्षरण, और वायुमंडलीय प्रदूषण शामिल हैं। पारंपरिक रासायनिक कीटनाशक इन समस्याओं को और बढ़ा सकते हैं, क्योंकि इनसे जल स्रोतों और मिट्टी में विषाक्त पदार्थ जमा हो सकते हैं। जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा ऐसे उपायों को बढ़ावा देती है जो पर्यावरण को सुरक्षित रखते हैं। जैविक कीटनाशकों और प्राकृतिक संसाधनों के उपयोग से पर्यावरणीय प्रदूषण को कम किया जा सकता है।

4. स्वास्थ्य के लिए सुरक्षित उपाय

रासायनिक कीटनाशकों के लंबे समय तक उपयोग से किसानों, उपभोक्ताओं और अन्य संबंधित व्यक्तियों के स्वास्थ्य पर नकारात्मक प्रभाव पड़ सकता है, जैसे कैंसर, त्वचा रोग, श्वसन समस्याएँ, आदि। जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा के उपायों में जैविक और प्राकृतिक कीटनाशकों का उपयोग किया जाता है, जो मानव स्वास्थ्य के लिए सुरक्षित होते हैं और उत्पादों में विषाक्तता का जोखिम कम करते हैं।

5. जलवायु परिवर्तन के कारण बढ़ते कीट और रोगों के प्रकोप को नियंत्रित करना

जलवायु परिवर्तन के कारण कीटों और रोगों का प्रकोप तीव्र हो सकता है, क्योंकि अधिक गर्मी और आर्द्रता की स्थिति कीटों और रोगों की वृद्धि के लिए आदर्श वातावरण प्रदान करती है। जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा के उपायों में निगरानी और पूर्वानुमान तकनीकों का उपयोग किया जाता है, जैसे मौसम आधारित कीट निगरानी प्रणाली और डिजिटल प्लेटफार्म। ये उपाय किसानों को समय से पहले सतर्क करते हैं और उपयुक्त कार्रवाई करने में मदद करते हैं।

6. मृदा स्वास्थ्य और उर्वरता की रक्षा

जलवायु परिवर्तन के कारण मृदा में सूखा, अत्यधिक वर्षा, और अन्य समस्याएँ बढ़ सकती हैं, जो मृदा की उर्वरता को प्रभावित करती हैं। पारंपरिक कीटनाशकों के उपयोग से मृदा के प्राकृतिक सूक्ष्मजीव नष्ट हो सकते हैं, जिससे मृदा की उर्वरता में कमी आती है। जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा में मृदा संरक्षण उपायों को प्राथमिकता दी जाती है, जैसे वर्मी कम्पोस्ट, जैविक खाद, मल्लिचंग, और सतत कृषि प्रथाएँ। ये उपाय मृदा की उर्वरता को बनाए रखते हैं और उसकी जैविक क्षमता को बढ़ाते हैं।

7. कृषि उत्पादन में स्थिरता और लचीलापन

जलवायु परिवर्तन के कारण कृषि उत्पादकता में उतार-चढ़ाव हो सकता है। सूखा, अत्यधिक वर्षा, और अन्य जलवायु परिस्थितियाँ फसलों की वृद्धि और उत्पादन पर नकारात्मक प्रभाव डाल सकती हैं। जलवायु अनुकूल फसल

सुरक्षा उपायों के माध्यम से, किसान जलवायु परिवर्तन के प्रभावों के बावजूद कृषि उत्पादन को स्थिर बनाए रख सकते हैं। उदाहरण स्वरूप, स्मार्ट सिंचाई तकनीकें, जलवायु-सम्पन्न फसल किस्में, और फसल विविधीकरण जैसी प्रथाएँ कृषि उत्पादन में स्थिरता प्रदान करती हैं।

8. आर्थिक दृष्टिकोण से लाभकारी

जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा उपाय, जैसे कि जैविक कीटनाशकों और प्राकृतिक संसाधनों का उपयोग, आर्थिक दृष्टिकोण से भी लाभकारी होते हैं। ये उपाय किसानों की लागत को कम करते हैं क्योंकि वे रासायनिक कीटनाशकों और अन्य महंगे उत्पादों के मुकाबले सस्ते होते हैं। इसके अतिरिक्त, किसानों को दीर्घकालिक कृषि स्थिरता और बेहतर उत्पादकता मिलती है, जो उनके आर्थिक हालात को मजबूत करती है।

सुरक्षा रणनीतियाँ

जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा का अर्थ है ऐसी फसल सुरक्षा रणनीतियों को अपनाना जो जलवायु परिवर्तन के खतरों के प्रति लचीलापन बढ़ाती हैं, जैसे कि सूखे, बाढ़, और चरम तापमान। यहां कुछ महत्वपूर्ण बिंदु दिए जा रहे हैं जो जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा के तहत आते हैं:

1. संवेदनशीलता का मूल्यांकन और कीटों की निगरानी

जलवायु परिवर्तन के कारण मौसम में बदलाव और अनियमितता आ रही है, जिससे कीटों और रोगों का प्रकोप पहले की तुलना में कहीं अधिक हो सकता है। इस परिवर्तन से न केवल फसलें प्रभावित होती हैं, बल्कि कीटों के जीवन चक्र, प्रजनन क्षमता और प्रकोप के समय भी बदलाव आता है। किसानों को इस बदलते परिदृश्य को समझने और उसके अनुरूप अपनी फसलों की सुरक्षा करने के लिए संवेदनशील क्षेत्रों की पहचान करना जरूरी है।

इसके लिए मौसम आधारित कीटों और रोगों की भविष्यवाणी के लिए उन्नत निगरानी तकनीकों का उपयोग किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, डिजिटल प्लेटफार्मों और मोबाइल ऐप्स का उपयोग कर किसान मौसम की पूर्वानुमान, कीटों और रोगों के संभावित प्रकोप, और उनके उपायों के बारे में जानकारी प्राप्त कर सकते हैं। स्मार्ट ट्रैप्स, सेंसर तकनीक, और ड्रोन आधारित निगरानी जैसी उन्नत प्रणालियाँ भी कीट निगरानी में सहायक होती हैं। इन उपकरणों द्वारा एकत्रित डेटा का विश्लेषण करके, कीटों के हमलों की समयपूर्व चेतावनी दी जा सकती है, जिससे किसानों को सही समय पर कीटनाशक का उपयोग करने का अवसर मिलता है। इसके अलावा, हवा की दिशा, आर्द्रता और तापमान जैसी जलवायु स्थितियों को भी ट्रैक किया जा सकता है, ताकि कीटों के प्रकोप का अनुमान लगाया जा सके।

2. संवर्धित कीट नियंत्रण उपाय

जलवायु परिवर्तन से कीटों की प्रजातियों में वृद्धि हो सकती है, जिससे इनकी संख्या और प्रकोप पहले से अधिक हो सकता है। इसके लिए पारंपरिक कीटनाशकों की तुलना में जैविक और पर्यावरण के लिए सुरक्षित उपायों का चयन महत्वपूर्ण हो जाता है। जैविक कीटनाशकों का उपयोग एक प्रभावी विकल्प है, जैसे कि *बेसिलस थुरिंजिएन्सिस* (बीटी), जो एक प्राकृतिक जीवाणुओं है और इल्ली और इल्ली को मारने में मदद करता है। इसके अलावा, नीम का तेल, लहसुन का अर्क और मिर्च का घोल जैसे पौधों से प्राप्त कीटनाशक कीटों को नियंत्रित करने में प्रभावी होते हैं। फेरोमोन ट्रैप्स का उपयोग नर कीटों को आकर्षित करके उनकी प्रजनन दर को कम करने के लिए किया जा सकता है,

जिससे कीटों का नियंत्रण संभव होता है। इन उपायों के उपयोग से न केवल कीटों की संख्या में कमी आती है, बल्कि प्राकृतिक पर्यावरण पर भी कोई नकारात्मक प्रभाव नहीं पड़ता, क्योंकि ये जैविक होते हैं और अनावश्यक रासायनिक अवशेष छोड़ने से बचते हैं।

3. स्मार्ट जल प्रबंधन

जलवायु परिवर्तन के कारण जलवायु संकट और जल की कमी जैसी समस्याएं बढ़ सकती हैं। इसके प्रभाव से फसलों के लिए पानी की उपलब्धता पर सीधा असर पड़ता है। जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा के लिए स्मार्ट जल प्रबंधन तकनीकों का उपयोग अनिवार्य है, जो फसलों को आवश्यक जल आपूर्ति प्रदान करती हैं और जल संकट से बचने में मदद करती हैं। ड्रिप सिंचाई प्रणाली, जो पानी की नकल करती है, न केवल पानी का सही तरीके से उपयोग करती है, बल्कि फसलों को सीधे जड़ों तक पानी पहुंचाकर उनकी वृद्धि को बेहतर बनाती है। वाटर कंजरवेशन टेक्नोलॉजी जैसे वाटर हार्वेस्टिंग और पानी के पुनर्चक्रण के उपाय भी जल की बचत करने के लिए महत्वपूर्ण हैं। ये उपाय जल की बर्बादी को रोकते हैं और किसानों को सूखा और जल संकट जैसी समस्याओं से बचने में मदद करते हैं। इसके अलावा, मिट्टी की नमी को बनाए रखने के लिए मल्लिचंग जैसी तकनीकों का इस्तेमाल किया जा सकता है।

4. सहिष्णु किस्मों का चयन

जलवायु परिवर्तन के कारण तापमान, वर्षा और मौसम के पैटर्न में बदलाव आ रहा है, जो विभिन्न फसलों की उत्पादकता को प्रभावित कर सकता है। कुछ फसलें अधिक गर्मी, सूखा या अधिक वर्षा के लिए संवेदनशील हो सकती हैं। इसलिए, जलवायु के अनुकूल सहिष्णु किस्मों का चयन करना बहुत महत्वपूर्ण है। सहिष्णु किस्में वे हैं जो बदलते जलवायु परिस्थितियों को सहन कर सकती हैं और इनका प्रदर्शन आदर्श जलवायु परिस्थितियों के बावजूद अच्छे स्तर पर रहता है। उदाहरण के लिए, सुखा सहिष्णु किस्में, उच्च तापमान सहिष्णु किस्में, और वर्षा सहिष्णु किस्में जलवायु परिवर्तन के प्रभाव को कम करने में मदद कर सकती हैं। इसके साथ ही, जीएम फसलें (जैविक रूप से संशोधित) भी जलवायु अनुकूल किस्मों के रूप में एक प्रभावी विकल्प हो सकती हैं। स्थानीय रूप से अनुकूल किस्में भी समय के साथ जलवायु परिवर्तन के अनुकूल होती हैं और किसान इन्हें आसानी से अपनी क्षेत्रीय स्थितियों में उपयुक्त पा सकते हैं।

5. मृदा संरक्षण

जलवायु परिवर्तन के कारण मृदा अपरदन, सूखा, और बढ़ती मिट्टी की नमी की समस्याएं बढ़ सकती हैं, जो कृषि उत्पादकता को प्रभावित करती हैं। मृदा संरक्षण के उपायों को अपनाना, जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा के अंतर्गत एक प्रमुख आवश्यकता है। वर्मी कम्पोस्ट, मल्लिचंग, और सार्वजनिक खाद जैसे जैविक उपाय मृदा की उर्वरता बनाए रखने में मदद करते हैं। इसके अलावा, संवर्धित मृदा जलधारण क्षमता के उपाय जैसे जैविक कवर क्रॉप्स का उपयोग मिट्टी की गुणवत्ता में सुधार करता है। मृदा अपरदन से बचने के लिए नदी और जल स्रोतों के पास फसलों का समुचित चयन और नदी संरक्षण तकनीकें भी महत्वपूर्ण होती हैं।

6. पारिस्थितिकी तंत्र और जैविक विविधता का संरक्षण

पारिस्थितिकी तंत्र और जैविक विविधता का संरक्षण जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा के सबसे महत्वपूर्ण पहलुओं में से एक है। जैविक विविधता पारिस्थितिकी तंत्र का आधार होती है, जो फसलों की प्राकृतिक सुरक्षा और विकास को बनाए रखने में मदद करती है।

इसमें मित्र कीटों जैसे मधुमक्खी, तितलियाँ, और परागण करने वाले कीटों का संरक्षण जरूरी है। ये कीट प्राकृतिक रूप से कीटों और रोगों को नियंत्रित करते हैं। इसके अलावा, मिट्टी में रहने वाले सूक्ष्मजीवों का संरक्षण भी पारिस्थितिकी संतुलन बनाए रखने में मदद करता है। जैविक विविधता के संरक्षण से कीटों की प्राकृतिक प्रजातियाँ नियंत्रण में रहती हैं, जो पर्यावरण को संतुलित बनाए रखते हैं।

7. पुनः उपयोग योग्य कृषि प्रणालियाँ

जलवायु परिवर्तन के प्रभाव से कृषि प्रणालियाँ बाधित हो सकती हैं, इसलिए स्थिर और लचीली प्रणालियों को अपनाना महत्वपूर्ण हो जाता है। स्थिर कृषि प्रणालियाँ जैसे सतत कृषि और संवर्धित भूमि उपयोग किसानों को बदलती जलवायु परिस्थितियों में भी टिकाऊ कृषि प्रथाओं को अपनाने में मदद करती हैं। इन प्रणालियों के अंतर्गत, पारिस्थितिकी आधारित कृषि, जैविक खेती, न्यूनतम जुताई और समग्र कृषि प्रणालियाँ शामिल होती हैं, जो भूमि, पानी और अन्य प्राकृतिक संसाधनों का सर्वोत्तम उपयोग करती हैं। ये प्रणालियाँ अधिक उत्पादक और स्थिर होती हैं, जिससे दीर्घकालिक कृषि लाभ सुनिश्चित होता है।

8. जलवायु परिवर्तन पर आधारित नीति निर्माण और कृषि शिक्षा

जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने और किसानों को उपयुक्त रणनीतियों से अवगत कराने के लिए नीति निर्माण और कृषि शिक्षा जरूरी है। किसानों को जलवायु परिवर्तन के बारे में सही जानकारी प्रदान करने के लिए प्रशिक्षण और जागरूकता कार्यक्रम चलाए जाने चाहिए। सरकारी और गैर-सरकारी संगठनों को जलवायु अनुकूल नीतियाँ और योजनाएँ बनानी चाहिए, जो किसानों को जलवायु परिवर्तन से निपटने के लिए आवश्यक उपकरण और संसाधन उपलब्ध कराएं। जलवायु अनुकूल खेती के बारे में किसानों को शिक्षित करना, ताकि वे अपने खेती के तरीकों को जलवायु परिवर्तन के अनुरूप ढाल सकें।

9. प्राकृतिक संसाधनों का उचित उपयोग

जलवायु परिवर्तन के प्रभाव से कृषि प्रणालियाँ बाधित हो सकती हैं, इसलिए प्राकृतिक संसाधनों का अधिकतम उपयोग करना आवश्यक हो जाता है। सौर ऊर्जा और वायु ऊर्जा जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों का उपयोग बढ़ाना जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा की दिशा में एक कदम है। इन ऊर्जा स्रोतों का उपयोग कृषि उपकरणों, सिंचाई प्रणालियों और अन्य आवश्यकताओं के लिए किया जा सकता है। इससे न केवल कार्बन उत्सर्जन में कमी आती है, बल्कि खेती के लिए आवश्यक संसाधनों की उपलब्धता भी सुनिश्चित होती है, जो कि बदलते जलवायु परिस्थितियों के बावजूद कृषि उत्पादकता बनाए रखने में सहायक होते हैं।

एकीकृत कीट प्रबंधन

एकीकृत कीट प्रबंधन एक ऐसी व्यापक रणनीति है, जो कीटों के नियंत्रण और प्रबंधन के लिए विभिन्न तरीकों का संयोजन करती है, ताकि फसलें सुरक्षित रहें, पर्यावरण को न्यूनतम नुकसान पहुंचे और दीर्घकालिक लाभ प्राप्त हो। जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा के संदर्भ में एकीकृत कीट प्रबंधन अत्यधिक महत्वपूर्ण है क्योंकि यह किसानों को जलवायु परिवर्तन के प्रभावों से निपटने और कीटों के प्रकोप को नियंत्रित करने में मदद करता है। एकीकृत कीट प्रबंधन में पारंपरिक, जैविक, रासायनिक और भौतिक उपायों का संतुलित और विवेकपूर्ण उपयोग किया जाता है, जिससे जलवायु परिवर्तन के कारण उत्पन्न होने वाली चुनौतियों का प्रभावी रूप से समाधान होता है।

एकीकृत कीट प्रबंधन की विशेषताएँ और जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा में इसका योगदान

- 1. कीटों और रोगों की निगरानी और पूर्वानुमान:** जलवायु परिवर्तन के कारण मौसम में बदलाव होता है, जिससे कीटों और रोगों का प्रकोप बढ़ सकता है। एकीकृत कीट प्रबंधन में निगरानी और पूर्वानुमान की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। इसमें मौसम आधारित कीट निगरानी प्रणाली, डिजिटल प्लेटफार्म्स और मोबाइल ऐप्स का उपयोग करके किसानों को कीटों और रोगों के संभावित प्रकोप के बारे में सूचित किया जाता है। इससे समय रहते उचित उपाय अपनाए जा सकते हैं, जैसे कि जैविक कीटनाशकों का प्रयोग या फेरोमोन ट्रेप का उपयोग। यह किसानों को जलवायु परिवर्तन के प्रभावों से बचाव करने में मदद करता है और फसलों की सुरक्षा सुनिश्चित करता है।
- 2. जैविक और प्राकृतिक कीटनाशकों का उपयोग:** जलवायु परिवर्तन के कारण रासायनिक कीटनाशकों के उपयोग से होने वाले पर्यावरणीय और स्वास्थ्य पर प्रतिकूल प्रभाव बढ़ सकते हैं। एकीकृत कीट प्रबंधन में प्राकृतिक और जैविक कीटनाशकों का उपयोग किया जाता है, जैसे कि *बेसिलस थुरिंजिएन्सिस (बीटी)*, नीम का तेल, लहसुन का अर्क, और फेरोमोन ट्रेप। ये उपाय पर्यावरण के लिए सुरक्षित होते हैं, साथ ही कीटों का नियंत्रण भी प्रभावी रूप से करते हैं। जलवायु परिवर्तन के चलते बढ़ते कीट प्रकोप से निपटने के लिए यह दृष्टिकोण महत्वपूर्ण है।
- 3. फसल विविधीकरण और सहिष्णु किस्मों का चयन:** जलवायु परिवर्तन के कारण तापमान और वर्षा पैटर्न में परिवर्तन हो रहा है, जिससे कुछ फसलें सूखा, गर्मी, और अत्यधिक वर्षा से प्रभावित हो सकती हैं। एकीकृत कीट प्रबंधन में फसल विविधीकरण और सहिष्णु किस्मों का चयन एक महत्वपूर्ण रणनीति है। किसानों को ऐसी फसल किस्मों का चयन करने के लिए प्रेरित किया जाता है, जो बदलते जलवायु परिस्थितियों के लिए सहिष्णु हों। इससे फसलों पर कीटों और रोगों का प्रकोप कम होता है, और कृषि उत्पादन स्थिर रहता है।
- 4. स्मार्ट जल प्रबंधन:** जलवायु परिवर्तन के कारण सूखा और जल संकट की समस्याएँ बढ़ सकती हैं, जो फसल सुरक्षा को प्रभावित कर सकती हैं। एकीकृत कीट प्रबंधन में स्मार्ट जल प्रबंधन का महत्वपूर्ण योगदान है। इसमें ड्रिप सिंचाई और वाटर कंजरवेशन टेक्नोलॉजी का उपयोग किया जाता है, जिससे फसलों को जल की पर्याप्त आपूर्ति होती है और कीटों की संख्या नियंत्रित रहती है। जलवायु अनुकूल फसल सुरक्षा में एकीकृत कीट प्रबंधन के माध्यम से जल प्रबंधन के उपायों को अपनाकर जल संकट से बचा जा सकता है।
- 5. मिट्टी का संरक्षण और सुधार:** जलवायु परिवर्तन के कारण मृदा अपरदन और सूखा जैसी समस्याएँ बढ़ सकती हैं। एकीकृत कीट प्रबंधन में मृदा संरक्षण और सुधार की रणनीतियाँ भी महत्वपूर्ण होती हैं। इसमें वर्मी कम्पोस्ट, मल्टिचिंग, और जैविक खाद का उपयोग किया जाता है, जो मिट्टी की उर्वरता को बनाए रखते हैं और उसमें मौजूद सूक्ष्मजीवों को पोषित करते हैं। यह मृदा स्वास्थ्य को बनाए रखता है, जिससे फसलों की वृद्धि और कीटों के नियंत्रण में मदद मिलती है।
- 6. भौतिक और सांस्कृतिक नियंत्रण उपाय:** जलवायु परिवर्तन के कारण कीटों का प्रकोप बढ़ सकता है, लेकिन एकीकृत कीट प्रबंधन में भौतिक और सांस्कृतिक नियंत्रण उपायों का भी महत्वपूर्ण स्थान है। इसमें फसल घेराबंदी, फसल की समयबद्ध बुवाई, और कीटों के प्राकृतिक शत्रुओं का संरक्षण शामिल है। उदाहरण के तौर पर, मित्र कीटों जैसे मधुमक्खियाँ, तितलियाँ और परागण करने वाले कीटों का संरक्षण किया जाता है। ये उपाय पारिस्थितिकी तंत्र में प्राकृतिक संतुलन बनाए रखते हैं और कीटों के प्रकोप को कम करते हैं।

जलवायु अनुकूल कृषि भविष्य की संभावनाएं और अनुसंधान

जलवायु अनुकूल कृषि

कृषि, जलवायु परिवर्तन के रूप में एक अभूतपूर्व चुनौती का सामना कर रही है। दुनिया भर के किसान वैश्विक उठमन (ग्लोबल वार्मिंग), बढ़ते तापमान, अप्रत्याशित मौसम और लगातार होने वाली चरम जलवायु घटनाओं जैसी चुनौतियों का सामना कर रहे हैं। इसलिए, जलवायु अनुकूल कृषि एक ऐसी अवधारणा के रूप में उभरी है, जिसका मुख्य उद्देश्य खाद्य सुरक्षा, सतत आजीविका और पर्यावरण संरक्षण सुनिश्चित करना है। जलवायु परिवर्तन के कारण होने वाली चुनौतियों और परिवर्तनों के लिए कृषि उत्पादन को अनुकूलित करने का एक तरीका जलवायु परिवर्तन के कारण होने वाले परिवर्तनों के अनुकूल कृषि है। साथ ही उत्पादन को संरक्षित करना और पर्यावरण को होने वाले नुकसान को कम करना है। इसमें फसल, पशुधन और पारिस्थितिकी तंत्र को जलवायु तनावों, जैसे सूखा, बाढ़, अत्यधिक गर्मी और कीट प्रकोपों के प्रति लचीलापन बढ़ाने के लिए तैयार नई कृषि पद्धतियों का विकास और अपनाना शामिल है।

जलवायु परिवर्तन वैश्विक खाद्य उत्पादन को गंभीर रूप से प्रभावित करता है, इसलिए जलवायु अनुकूल कृषि की अति आवश्यकता है। जलवायु परिवर्तन पर अंतर-सरकारी पैनल (आई पी सी सी) का कहना है कि जलवायु परिवर्तन के कारण, 2050 तक कृषि उत्पादकता में 10-25% की गिरावट आने की संभावना है। जिसका खाद्य सुरक्षा, आजीविका और अर्थव्यवस्था पर असर पड़ेगा, खासकर विकासशील देशों में जहां कृषि महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। खाद्य एवं कृषि संगठन (एफएओ) के अनुसार, जलवायु अनुकूल/ लचीली कृषि को "जलवायु और चरम मौसम में परिवर्तन के प्रभावों का पूर्वानुमान लगाने तथा उसके लिये तैयारी करने, साथ ही उसके अनुकूल होने, उसे आत्मसात करने एवं उससे उबरने की कृषि प्रणाली की क्षमता" के रूप में परिभाषित किया जाता है।

जलवायु अनुकूल कृषि अनेक सतत विकास लक्ष्यों (एसडीजी) में योगदान देती है, जैसे सडीजी 2 (भूखमरी समाप्त), एसडीजी 13 (जलवायु कार्रवाई), एसडीजी 1 (गरीबी समाप्त), एसडीजी 6 (स्वच्छ जल और स्वच्छता), एसडीजी 15 (भूमि पर जीवन) और एसडीजी 12 (जिम्मेदार उपभोग और उत्पादन)।

जलवायु अनुकूल कृषि की महत्वपूर्ण विशेषताएं

- **जलवायु संबंधी घटनाओं के प्रति लचीलापन:** जलवायु अनुकूल कृषि उन फसलों और पशुधन नस्लों की शुरूआत को इंगित करता है जो उच्च तापमान, सूखे या अत्यधिक वर्षा को सहन कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, जलवायु अनुकूल कृषि में सूखा प्रतिरोधी फसलें या गर्मी प्रतिरोधी पशुधन नस्लें शामिल हैं। जलवायु अनुकूल कृषि ने चरम मौसमीय घटनाओं के कठोर परिस्थितियों में भी उत्पादकता को बनाए रखना संभव बना दिया है।
- **संधारणीय (टिकाऊ) कृषि पद्धतियां:** इसमें संधारणीय कृषि प्रणालियों पर ध्यान केन्द्रित किया जाता है। इसमें मृदा स्वास्थ्य में सुधार और जल संरक्षण के साथ-साथ रसायनों के उपयोग में कमी शामिल है। ऐसी विधियों में संरक्षण कृषि, कृषि वानिकी और जैविक खेती आदि शामिल हैं। ये जलवायु अनुकूल कृषि के लिए महत्वपूर्ण हैं, क्योंकि यह दो परस्पर विरोधी वास्तविकताओं (उत्पादक कृषि और पर्यावरणीय स्वास्थ्य) के लिए प्रयास करता है।
- **जलवायु-स्मार्ट प्रौद्योगिकियों का उपयोग:** कृषि को अधिक लचीला बनाने की प्रक्रिया में प्रौद्योगिकी का उपयोग शामिल है। इसकी प्रमुख प्रौद्योगिकियों में सटीक खेती शामिल है। जहां जलवायु प्रिय संसाधनों का उपयोग अनुकूलित किया जाता है। फसल की किस्मों में सुधार और वृद्धि की जाती है, और प्रारंभिक चेतावनी प्रणाली जो किसानों को अधिक विस्तृत जलवायु जानकारी प्रदान करती है। जलवायु-संबंधी तनाव का प्रतिरोध करने के लिए जैव प्रौद्योगिकी के माध्यम से फसल की किस्मों में सुधार और वृद्धि की जाती है।
- **फसल और आजीविका विविधीकरण:** जलवायु-अनुकूल कृषि, जोखिम प्रबंधन के रूप में विविधीकरण को बढ़ावा देती है। कई फसलें उगाना या पशुधन और जलीय कृषि को एकीकृत करना एक ही फसल या उत्पाद पर निर्भरता को कम करता है, जो जलवायु-संबंधी परिवर्तनशीलता के तहत विफल हो सकता है। वैकल्पिक रूप से, कृषि-पर्यटन या मूल्य-वर्धित प्रसंस्करण जैसे आय के वैकल्पिक स्रोत किसानों की आय सुरक्षा की गारंटी देते हैं।
- **स्थिरता के लिए जल प्रबंधन:** खेती में पानी की अहम भूमिका होती है और जलवायु परिवर्तन जल संसाधनों को काफी हद तक प्रभावित करता है। वर्षा जल संचयन, ड्रिप सिंचाई और कृषि में पानी के कुशल उपयोग जैसी जलवायु-अनुकूल कृषि प्रथाएं विभिन्न क्षेत्रों में पानी की कमी के कारक को रोकने में मदद करती हैं। बाढ़ का सामना करने वाले क्षेत्रों में पानी की निकासी के लिए उचित प्रणालियों की आवश्यकता होती है। जबकि उनका बुनियादी ढांचा मौसम प्रतिरोध के लिए बनाया जाता है।
- **कृषि-पारिस्थितिकी दृष्टिकोण:** कृषि-पारिस्थितिकी को जलवायु-अनुकूल कृषि में एकीकृत किया जाता है, जो एक टिकाऊ कृषि प्रणाली है। जो प्राकृतिक पारिस्थितिकी प्रणालियों से काफी मिलती-जुलती है। कृषि पारिस्थितिकी में ऐसी उत्पादन प्रणालियों का डिजाइन करना शामिल है जो वस्तुतः आत्मनिर्भर हो जाएं तथा पारम्परिक प्रणालियों की तुलना में पर्यावरणीय अप्रत्याशित घटनाओं के प्रति अधिक संवेदनशील हो जाएं, उदाहरण के लिए, फसल चक्र, एकीकृत कीट प्रबंधन, या कवर फसलें जो मृदा उर्वरता और जैव विविधता को बढ़ावा देती हैं।

- **कार्बन पृथक्करण और शमन:** जलवायु-अनुकूल कृषि का एक प्रमुख लक्ष्य कृषि में ग्रीनहाउस गैसों के उत्सर्जन को कम करना है। बिना जुताई वाली खेती, कृषि वानिकी और पशुधन खेती में खाद प्रबंधन में सुधार सभी मिट्टी में कार्बन पृथक्करण में योगदान करते हैं। इसलिए, उत्सर्जन में कमी के माध्यम से, कृषि जलवायु परिवर्तन के अनुकूल होने के साथ-साथ मौसम से होने वाले दुष्प्रभावों को कम करती है।
- **समुदाय-आधारित और सहभागी दृष्टिकोण:** जलवायु-अनुकूल कृषि स्थानीय समुदायों और किसानों को निर्णय लेने की प्रक्रिया में लाता है। यह स्वदेशी ज्ञान और प्रथाओं के लिए आवश्यक है जो क्षेत्रीय समस्याओं के लिए अत्यधिक अनुकूलित समाधान की ओर ले जाते हैं। यह महिलाओं को भी सशक्त बनाता है। क्योंकि कई छोटे पैमाने की कृषि प्रणालियों में महिलाएं खाद्य उत्पादन और संसाधन प्रबंधन में बहुत महत्वपूर्ण योगदान देती हैं।

जलवायु अनुकूल कृषि पद्धति

- **कृषि वानिकी:** कृषि वानिकी का अर्थ है कृषि और वृक्षों का संयोजन। कृषि वानिकी को कृषि-सिल्विकल्चर या वन खेती के रूप में भी जाना जाता है, यह एक ऐसी भूमि उपयोग प्रणाली है जो पेड़ों को फसलों या चारागाह के साथ एकीकृत करती है, जिससे कृषि और वानिकी प्रौद्योगिकियों को जोड़ा जाता है। जिससे मृदा स्वास्थ्य में सुधार, मृदा अपरदन में कमी तथा जैवविविधता को बढ़ाने में मदद मिल सकती है। यह पद्धति मृदा में नमी बनाए रखने में मदद करती है तथा किसानों को अनेक लाभ प्रदान करती है। कृषि वानिकी से कई लाभ होते हैं, जैसे कि बेहतर कृषि उत्पादकता, स्वस्थ वातावरण, किसानों के लिए जोखिम में कमी, मिट्टी के कटाव में कमी, वन्यजीव आवास का निर्माण, जैव विविधता में वृद्धि, मिट्टी की संरचना में सुधार और कार्बन पृथक्करण। कृषि वानिकी विशेष रूप से छोटे पैमाने के किसानों और अन्य ग्रामीण लोगों के लिए महत्वपूर्ण है क्योंकि यह उन्हें अधिक भोजन प्राप्त करने, अधिक पैसा कमाने और स्वस्थ रहने में मदद कर सकती है।
- **मृदा एवं जल संरक्षण:** कंटूर बंडिंग, कृषि तालाब और चेक डैम तकनीकें मृदा में नमी बनाए रखने, मृदा अपरदन को कम करने तथा भू-जल पुनर्भरण को बढ़ाने में मदद करती हैं। ये पद्धतियां किसानों को सूखे और जल की कमी से निपटने में भी मदद कर सकती हैं, जो जलवायु परिवर्तन के कारण लगातार बढ़ती जा रही हैं।
- **सतत कृषि:** फसल विविधीकरण, जैविक कृषि और एकीकृत कीट प्रबंधन पद्धतियां रासायनिक इनपुट के उपयोग को कम करने तथा मृदा स्वास्थ्य में सुधार करने में मदद करती हैं। इन पद्धति से ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में भी कमी आती है तथा किसानों की आय और खाद्य सुरक्षा में सुधार होता है।
- **पशुधन प्रबंधन:** पशुधन प्रबंधन पद्धतियां, जैसे स्टाल-फीडिंग और मिश्रित फसल, पशुधन प्रणालियों की उत्पादकता तथा लचीलेपन में सुधार कर सकती हैं। इन प्रणालियों से प्राकृतिक संसाधनों जैसे चरागाह भूमि पर दबाव भी कम होता है, जो जलवायु परिवर्तन के कारण दुर्लभ होते जा रहे हैं।

जलवायु अनुकूल कृषि प्रौद्योगिकी का महत्व

जलवायु अनुकूल कृषि प्रौद्योगिकी का निम्नलिखित महत्व है :

- कृषि उत्पादन को स्थिर बनाए रखना –जलवायु सहनशील कृषि तकनीकें सूखा, बाढ़ और उच्च तापमान से फसलों का बचाव करती है तथा कृषि उत्पादन को स्थिर बनाए रखने में योगदान करती है।

- मृदा और जल संसाधनों का संरक्षण – जलवायु अनुकूल खेती पद्धतियों का उपयोग करके मृदा और जल संसाधनों का संरक्षण कर सकते हैं।
- जैव विविधता की रक्षा करना।
- खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करना – बढ़ती जनसंख्या के लिए पर्याप्त भोजन उपलब्ध कराना।
- किसानों की आय और जीवन स्तर में सुधार – जलवायु सहनशील कृषि को अपनाकर फसल क्षति को कम करके, उत्पादन लागत कम करके किसानों की आय में वृद्धि एवं आर्थिक स्थिरता प्रदान कर सकते हैं।
- पारिस्थितिक संतुलन बनाए रखना – टिकाऊ कृषि प्रणालियों का विकास करके कृषि में पारिस्थितिक संतुलन बनाए रख सकते हैं।

जलवायु-अनुकूल कृषि को बढ़ाने में प्रौद्योगिकी की भूमिका

जलवायु-अनुकूल कृषि में प्रौद्योगिकी की निम्नलिखित भूमिकाएं हैं:

- **परिशुद्ध कृषि:** यह कृषि में संसाधनों के उपयोग को अनुकूलित करने के लिए जीपीएस, सेंसर और डेटा एनालिटिक्स जैसी तकनीकों को लागू करती है।
- **जैव प्रौद्योगिकी:** इसमें फसलों की किस्मों का विकास है जो बेहतर लचीलापन गुण प्रदर्शित करती हैं।
- **मोबाइल एप्लीकेशन:** किसानों को वास्तविक समय में मौसम संबंधी अपडेट, बाज़ार की जानकारी और सर्वोत्तम अभ्यास प्रदान करना।
- **रिमोट सेंसिंग और जीआईएस:** फसल स्वास्थ्य, मिट्टी की नमी और जलवायु पैटर्न की निगरानी रिमोट सेंसिंग तकनीकों द्वारा की जाती है।
- **स्वचालन और मशीनीकरण:** इसने श्रम निर्भरता को कम किया है और खेती के संचालन में दक्षता बढ़ाई है।

जलवायु अनुकूल कृषि की चुनौतियां और समाधान

जलवायु अनुकूल कृषि की प्रमुख चुनौतियां निम्न हैं:

- जलवायु परिवर्तन का बढ़ता प्रभाव।
- छोटे और सीमांत किसानों के लिए आधुनिक तकनीकों तक सीमित पहुंच।
- कृषि तकनीकों को अपनाने में प्रारंभिक लागत की बाधा।
- जल और मृदा संसाधनों की गिरती गुणवत्ता।
- कृषि नीति और वित्तीय सहायता का अभाव।
- प्राकृतिक संसाधनों का तेजी से क्षरण।
- विकासशील देश जलवायु जोखिमों के प्रति अधिक संवेदनशील हैं, क्योंकि वे प्रमुख रूप से कृषि पर निर्भर हैं तथा जोखिम प्रबंधन के लिये आवश्यक प्रौद्योगिकियों का अभाव है। उदाहरण हेतु भारत में 65% जनसंख्या कृषि और उससे संबंधित गतिविधियों में लगी हुई है।

- जोखिमों को कम करने और अनुकूलन उपायों के अभाव के कारण ये गरीब किसान निम्न आय, उच्च ऋण तथा गरीबी के चक्र से उबर नहीं पाते हैं।
- वर्तमान में न्यूनतम समर्थन मूल्य व्यवस्था कुछ फसलों पर केंद्रित है जिसमें अन्य फसलों के लिये पर्याप्त सहायता नहीं दी जाती है, जिसके परिणामस्वरूप फसलों का विविधीकरण कम होता है।
- विशेष रूप से उत्तरी भारत में भू-जल पर अत्यधिक निर्भरता से सतत कृषि के क्षेत्र में किये गए प्रयासों की प्रभावशीलता कम होती है।
- कृषि क्षेत्र का देश के ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में और कृत्रिम नाइट्रोजन उर्वरकों के उपयोग से नाइट्रस ऑक्साइड उत्सर्जन में योगदान है।
- जलवायु परिवर्तन नीति का सबसे चुनौतीपूर्ण पहलू ग्राम पंचायतों या स्थानीय स्वशासी निकायों द्वारा ज़मीनी स्तर पर नीतिगत पहल का अभाव है।

जलवायु अनुकूल कृषि की चुनौतियां से उभरने के कुछ संभावित समाधान किए जा सकते हैं जो इस प्रकार हैं:

- सरकारी और निजी क्षेत्र का सहयोग बढ़ाना।
- कृषि तकनीकों पर किसानों को प्रशिक्षित करना।
- स्थानीय स्तर पर जलवायु अनुकूल खेती को प्रोत्साहित करना।
- कम लागत वाली जलवायु स्मार्ट तकनीकों का विकास और वितरण करना।
- जलवायु सहनशील कृषि तथा सतत कृषि तकनीकों का प्रचार-प्रसार।
- जैविक और प्राकृतिक खेती को बढ़ावा देना।
- डिजिटल कृषि और स्मार्ट तकनीकों को अपनाना।
- किसानों को वित्तीय सहायता और सब्सिडी प्रदान करना।

जलवायु अनुकूल कृषि को बढ़ावा देने हेतु सरकार द्वारा उठाए गए कदम

- **जलवायु परिवर्तन पर राष्ट्रीय कार्य योजना (एनएपीसीसी):** सरकार जलवायु-अनुकूल कृषि पर राष्ट्रीय नवाचार का क्रियान्वयन कर रही है, जो देश में जलवायु कार्रवाई के लिये नीतिगत ढाँचा प्रदान करती है। राष्ट्रीय सतत कृषि मिशन, जलवायु-अनुकूल कृषि पर राष्ट्रीय नवाचार के अंतर्गत भारतीय कृषि को अधिक लचीला बनाने के लिये चलाए जा रहे मिशनों में से एक है। राष्ट्रीय सतत कृषि मिशन के तहत जलवायु सहनशील कृषि को बढ़ावा देना तथा मृदा स्वास्थ्य कार्ड योजना और जैविक खेती शामिल है। राष्ट्रीय सतत कृषि मिशन को तीन प्रमुख घटकों अर्थात् वर्षा आधारित क्षेत्र विकास, खेत पर जल प्रबंधन और मृदा स्वास्थ्य प्रबंधन के लिये अनुमोदित किया गया है। इसके अलावा मृदा स्वास्थ्य कार्ड, परंपरागत कृषि विकास योजना, पूर्वोत्तर क्षेत्र में जैविक मूल्य शृंखला विकास मिशन और प्रति बूंद अधिक फसल नए कार्यक्रम भी शुरू किये गए हैं। इसके अतिरिक्त पुनर्गठित राष्ट्रीय बाँस मिशन अप्रैल 2018 में शुरू किया गया।

- **राष्ट्रीय कृषि अनुसंधान प्रणाली (एनएआरएस) :** राष्ट्रीय कृषि अनुसंधान प्रणाली के अंतर्गत भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (आईसीएआर) द्वारा जलवायु सहनशील फसलों का विकास तथा स्थानीय किसानों के लिए प्रशिक्षण कार्यक्रम प्रदान करना है। भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद ने जलवायु अनुकूल कृषि पद्धतियों को बढ़ावा देने के लिये वर्ष 2011 में राष्ट्रीय जलवायु अनुकूल कृषि नवाचार नामक एक प्रमुख नेटवर्क परियोजना शुरू की। यह एक बहु-क्षेत्रीय, बहु-स्थानीय कार्यक्रम है जिसका मूल उद्देश्य जलवायु परिवर्तन और परिवर्तनीयता को संबोधित करना तथा समग्र देश में हितधारकों की विभिन्न आवश्यकताओं को पूरा करना है। कृषि और जलवायु परिवर्तन से संबंधित कई पहलुओं पर नीतिगत जानकारी प्रदान करने के अतिरिक्त अनुसंधान, प्रदर्शन तथा क्षमता निर्माण इसके तीन प्रमुख घटक हैं। जलवायु अनुकूल कृषि पर भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद की प्रमुख उपलब्धियों में विभिन्न जलवायु उपयुक्त फसल किस्मों का विकास, विभिन्न जिलों के लिये जिला कृषि आकस्मिकता योजनाओं का विकास आदि शामिल हैं।
- **प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना (पीएमकेएसवाई) :** इस योजना के तहत स्मार्ट और जल-संरक्षण तकनीकों का उपयोग तथा "हर खेत को पानी" अभियान शामिल है।
- **राष्ट्रीय कृषि विकास योजना (आरकेवीवाई) :** इस योजना के तहत जलवायु अनुकूल कृषि तकनीकों को बढ़ावा देना तथा कृषि अनुसंधान और नवाचार को प्रोत्साहित करना शामिल है।
- **जलवायु बीमा और सब्सिडी योजनाएं :** जलवायु परिवर्तन और अनिश्चित मौसम के कारण किसानों और अन्य व्यवसायों को भारी आर्थिक नुकसान उठाना पड़ता है। इस जोखिम को कम करने के लिए सरकारें और वित्तीय संस्थाएं जलवायु बीमा और सब्सिडी योजनाएं प्रदान करती हैं। जलवायु बीमा और सब्सिडी योजनाएं जलवायु परिवर्तन के प्रभाव को कम करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। यह न केवल किसानों और उद्योगों को आर्थिक सुरक्षा प्रदान करती हैं, बल्कि सतत विकास को भी प्रोत्साहित करती हैं। सरकार और वित्तीय संस्थानों को इन योजनाओं का अधिक व्यापक प्रचारएहाचानरक रासप्र-, ताकि अधिक से अधिक लोग इनका लाभ उठा सकें।
- **जलवायु बीमा:** जलवायु बीमा किसानों, व्यापारियों और उद्योगों को मौसम से जुड़ी अनिश्चितताओं से बचाने के लिए एक महत्वपूर्ण साधन है। यह बीमा कई प्रकार के प्राकृतिक आपदाओं से होने वाले नुकसान की भरपाई करता है, जैसे कि:
 - **सूखा:** यदि लंबे समय तक वर्षा नहीं होती है, तो फसलों को नुकसान पहुंचता है।
 - **अत्यधिक वर्षा:** ज्यादा वर्षा होने से फसलें खराब हो सकती हैं।
 - **तूफान और बवंडर:** तेज़ हवाओं और भारी वर्षा से संपत्ति और फसलों का नुकसान हो सकता है।
 - **ओलावृष्टि:** खेतों में खड़ी फसलों को भारी नुकसान पहुंचता है।
- **प्रधानमंत्री फसल बीमा योजना (पीएमएफबीवाई) :** यह योजना किसानों को फसल नुकसान की भरपाई के लिए दी जाती है। सरकार ने लघु भू-धारकों सहित किसानों को जलवायु संबंधी जोखिमों से बचाने के लिये वर्ष 2016 के खरीफ सीज़न से उपज आधारित प्रधानमंत्री फसल बीमा योजना के सहित पुनर्गठित मौसम आधारित फसल बीमा योजना की शुरुआत की है। इस योजना का उद्देश्य अप्रत्याशित प्राकृतिक आपदाओं, मौसम की

प्रतिकूल घटनाओं के कारण फसल हानि से पीड़ित किसानों को वित्तीय सहायता प्रदान करके कृषि क्षेत्र में सतत उत्पादन को बढ़ावा देना है ताकि किसानों की आय में स्थिरता लाई जा सके।

- **मौसम आधारित फसल बीमा योजना (डब्ल्यूबीसीआईएस):** यह योजना विशेष रूप से मौसम की स्थिति को ध्यान में रखकर बनाई गई है।
- **राज्य सरकारों द्वारा संचालित बीमा योजनाएं:** कई राज्य सरकारें अपनी खुद की जलवायु बीमा योजनाएं लागू करती हैं।
- **जलवायु सब्सिडी योजनाएं:** सरकार जलवायु परिवर्तन से बचाव के लिए विभिन्न सब्सिडी योजनाएं लागू करती है, जिनसे किसानों और उद्योगों को आर्थिक सहायता मिलती है।
- **सौर ऊर्जा सब्सिडी:** किसानों को सौर पंप और अन्य नवीकरणीय ऊर्जा साधनों पर सब्सिडी मिलती है।
- **सिंचाई उपकरणों पर सब्सिडी:** ड्रिप और स्प्रिंकलर सिंचाई पद्धतियों को अपनाने पर सरकार अनुदान देती है।
- **जैविक खेती और प्राकृतिक कृषि प्रोत्साहन योजना:** जैविक खेती को बढ़ावा देने के लिए सब्सिडी प्रदान की जाती है।
- **हरित तकनीक पर सब्सिडी:** प्रदूषण नियंत्रण और ऊर्जा कुशल तकनीकों को अपनाने के लिए सरकार आर्थिक सहायता देती है।

सतत कृषि के लिए वैश्विक स्तर पर प्रमुख कार्यनीतियां

सतत कृषि (Sustainable Agriculture) एक ऐसी कृषि प्रणाली है जो पर्यावरण संतुलन, आर्थिक स्थिरता और खाद्य सुरक्षा को सुनिश्चित करने के लिए विकसित की जाती है। वर्तमान में, बढ़ती जनसंख्या, जलवायु परिवर्तन, भूमि क्षरण, और जल संकट जैसी चुनौतियों के कारण सतत कृषि की आवश्यकता पहले से कहीं अधिक बढ़ गई है। विश्व स्तर पर कई संगठन, सरकारें और संस्थाएं सतत कृषि के लिए कार्यनीतियां बना रही हैं, जिनका उद्देश्य प्राकृतिक संसाधनों का विवेकपूर्ण उपयोग करना और किसानों की आजीविका को सुरक्षित रखना है।

सतत कृषि का महत्व

- **खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करना:** भविष्य की पीढ़ियों के लिए पर्याप्त और पौष्टिक भोजन उपलब्ध कराना।
- **जलवायु परिवर्तन से निपटना:** कृषि प्रणाली को जलवायु परिवर्तन के प्रभावों के अनुकूल बनाना।
- **प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण:** भूमि, जल, और जैव विविधता को बचाना।
- **किसानों की आय में वृद्धि:** छोटे और सीमांत किसानों को समर्थन देना।

जलवायु परिवर्तन के बढ़ते प्रभावों को देखते हुए जलवायु अनुकूल कृषि तकनीकियों तथा सतत कृषि का विकास और अपनाना बेहद आवश्यक है। आधुनिक कृषि तकनीकें जैसे स्मार्ट सिंचाई, जलवायु अनुकूल बीज, जैविक खेती, रोबोटिक्स, ड्रोन, और कृत्रिम बुद्धिमत्ता किसानों को जलवायु चुनौतियों से निपटने में मदद कर रही हैं। इसके अलावा, सरकारी योजनाएं, अनुसंधान, और अंतरराष्ट्रीय सहयोग इन तकनीकों के विकास और प्रसार में सहायक सिद्ध हो रहे हैं। अगर इन तकनीकों को सही तरीके से लागू किया जाए, तो कृषि उत्पादन को बढ़ाया जा सकता है। किसानों की आय में वृद्धि हो सकती है, और पर्यावरण संतुलन बनाए रखते हुए सतत कृषि प्रणाली को अपनाया जा सकता है।

वैश्विक स्तर पर सतत कृषि के लिए प्रमुख कार्यनीतियां

- **जलवायु-स्मार्ट कृषि नीतियां:** जलवायु-स्मार्ट कृषि का उद्देश्य कृषि उत्पादकता बढ़ाना, जलवायु परिवर्तन के प्रति सहनशीलता विकसित करना और ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करना है। संयुक्त राष्ट्र खाद्य और कृषि संगठन (एफएओ) इस नीति को बढ़ावा देता है। इसमें संरक्षित कृषि, मिश्रित फसल प्रणाली, और सटीक सिंचाई तकनीकों का उपयोग शामिल है।
- **सतत विकास लक्ष्यों (एसडीजीस) का पालन:** संयुक्त राष्ट्र द्वारा 2030 तक हासिल करने के लिए 17 सतत विकास लक्ष्य (एसडीजीस) निर्धारित किए गए हैं, जिनमें सतत कृषि एक महत्वपूर्ण लक्ष्य है। लक्ष्य 2 (Zero Hunger) और लक्ष्य 13 (Climate Action) सतत कृषि से सीधे जुड़े हुए हैं। इन लक्ष्यों के तहत कृषि उत्पादन में स्थिरता, किसानों की आजीविका में सुधार और जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने के लिए नीतियां बनाई जाती हैं।
- **जैविक और प्राकृतिक खेती को बढ़ावा:** यूरोपीय संघ और अमेरिका में जैविक खेती के लिए सख्त मानक बनाए गए हैं। भारत में 'परंपरागत कृषि विकास योजना (पीकेवीवाई)' और 'राष्ट्रीय जैविक खेती मिशन (NBFM)' जैविक कृषि को बढ़ावा दे रहे हैं। रासायनिक उर्वरकों और कीटनाशकों के स्थान पर जैविक खाद, हरी खाद, और प्राकृतिक कीटनाशकों के उपयोग को प्रोत्साहित किया जा रहा है।
- **जल संसाधन प्रबंधन और सूखा-रोधी कृषि:** "More Crop Per Drop" जैसी योजनाएं जल उपयोग की दक्षता को बढ़ाने के लिए बनाई गई हैं। इजरायल की ड्रिप सिंचाई तकनीक को कई देशों ने अपनाया है, जिससे जल बचाने में मदद मिल रही है। भारत की 'प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना (पीएमकेएसवाई)' भी जल संरक्षण पर केंद्रित है।
- **मृदा संरक्षण और स्थायी भूमि उपयोग:** संयुक्त राष्ट्र का 'मृदा क्षरण तटस्थता (Land Degradation Neutrality - LDN) कार्यक्रम' दुनिया भर में मृदा संरक्षण को बढ़ावा देता है। कृषि में कृषि वानिकी और फसल चक्र को अपनाकर मृदा की उर्वरता बनाए रखने पर ज़ोर दिया जाता है। भारत में 'मृदा स्वास्थ्य कार्ड योजना' किसानों को मिट्टी की गुणवत्ता बनाए रखने में मदद करती है।
- **डिजिटल और स्मार्ट कृषि तकनीकें:** कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), मशीन लर्निंग (ML) और ड्रोन प्रौद्योगिकी का उपयोग कर फसल निगरानी और सटीक कृषि को बढ़ावा दिया जा रहा है। संयुक्त राज्य अमेरिका और यूरोप में कृषि स्वचालन और आईओटी-आधारित स्मार्ट खेती लोकप्रिय हो रही है। भारत में 'ई-नाम' (e-NAM) पोर्टल डिजिटल कृषि विपणन को आसान बना रहा है।
- **कृषि में कार्बन न्यूनीकरण:** कृषि कार्बन ट्रेडिंग प्रणाली के माध्यम से किसानों को ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन कम करने पर प्रोत्साहित किया जाता है। रेजेनेरेटिव फार्मिंग द्वारा मिट्टी में कार्बन संगृहीत कर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव को कम किया जाता है। संयुक्त राष्ट्र के '4 प्रति 1000' पहल के तहत मृदा में कार्बन स्तर बढ़ाने की रणनीति बनाई गई है। संयुक्त राष्ट्र की '4 प्रति 1000' पहल, एक अंतरराष्ट्रीय पहल है जिसका उद्देश्य दुनिया

भर में मिट्टी में कार्बन की मात्रा को 0.4% (प्रति 1000 में 4) की दर से बढ़ाना है। यह पहल जलवायु परिवर्तन से निपटने और खाद्य सुरक्षा में सुधार के लिए एक महत्वपूर्ण कदम है।

कार्बन खेती

जलवायु परिवर्तन आज की सबसे गंभीर समस्याओं में से एक है। इस चुनौती से निपटने के लिए वैज्ञानिकों और पर्यावरणविदों ने "कार्बन खेती" जैसे समाधानों की ओर रुख किया है। यह एक ऐसी प्रणाली है, जो न केवल कार्बन को वातावरण से हटाती है, बल्कि मिट्टी को अधिक उपजाऊ भी बनाती है। कार्बन खेती एक ऐसी कृषि पद्धति है जो वातावरण से कार्बन डाइऑक्साइड (कार्बन डाइऑक्साइड) को निकालकर उसे मिट्टी और पौधों में सुरक्षित रूप से संगृहीत करने पर केंद्रित है। इस प्रक्रिया को कार्बन पृथक्करण कहते हैं। इसका उद्देश्य जलवायु परिवर्तन को रोकना, भूमि की उर्वरता बढ़ाना और सतत कृषि को बढ़ावा देना है। कार्बन खेती न केवल पर्यावरण के लिए फायदेमंद है, बल्कि यह किसानों के लिए भी एक स्थायी विकल्प प्रस्तुत करती है। सरकार, समाज और वैज्ञानिकों के संयुक्त प्रयासों से इसे ज़मीन पर लागू किया जा सकता है।

- कार्बन खेती उन कृषि तरीकों का समुच्चय है जो कार्बन को मिट्टी और पौधों में स्थायी रूप से संगृहीत करते हैं।
- यह पारंपरिक कृषि से अलग होती है क्योंकि इसमें हरितगृह गैसों को कम करने पर विशेष ध्यान दिया जाता है।

सिक्किम, जो पूरी तरह जैविक राज्य है, वहां किसानों ने कवर क्रॉपिंग और कंपोस्टिंग के माध्यम से मिट्टी की गुणवत्ता में सुधार किया। यह कार्बन खेती का उत्कृष्ट उदाहरण है।

कार्बन पृथक्करण

कार्बन पृथक्करण वह प्रक्रिया है, जिसके द्वारा कार्बन डाइऑक्साइड (CO₂) को वायुमंडल से हटाकर किसी स्थायी भंडारण स्थान (जैसे मिट्टी, महासागर या भूगर्भीय संरचनाओं) में जमा किया जाता है। यह प्रक्रिया जलवायु परिवर्तन को नियंत्रित करने में मदद करती है क्योंकि इससे ग्रीनहाउस गैसों की सांद्रता को कम किया जाता है। कार्बन पृथक्करण जलवायु परिवर्तन से निपटने का एक महत्वपूर्ण समाधान है। प्राकृतिक और कृत्रिम दोनों प्रकार की प्रक्रियाएं कार्बन डाइऑक्साइड के स्तर को कम करने में मदद कर सकती हैं। इसके सफल क्रियान्वयन के लिए सतत कृषि, वनीकरण, महासागर संरक्षण और उन्नत तकनीकों को अपनाना आवश्यक है। कार्बन पृथक्करण मुख्य रूप से दो प्रकार का होता है:

प्राकृतिक कार्बन पृथक्करण

इस प्रक्रिया में प्राकृतिक पारिस्थितिक तंत्र कार्बन को अवशोषित और संगृहीत करते हैं।

- **वनस्पति और वृक्षारोपण के माध्यम से:** पेड़-पौधे प्रकाश संश्लेषण के दौरान वायुमंडल से CO₂ अवशोषित करते हैं और इसे बायोमास (लकड़ी, पत्तियां, जड़ें) में संगृहीत करते हैं। वनों का विस्तार और पुनर्वनीकरण (Afforestation & Reforestation) कार्बन पृथक्करण में मदद करता है।
- **मिट्टी के माध्यम से:** स्वस्थ मिट्टी जैविक पदार्थों को संगृहीत करके कार्बन को संचित रखती है। जैविक खेती,

कवर क्रॉप्स और फसल चक्र जैसी तकनीकों से मिट्टी में कार्बन की मात्रा बढ़ाई जा सकती है।

- **महासागरों के माध्यम से:** महासागर प्राकृतिक रूप से वायुमंडलीय CO₂ को अवशोषित करते हैं। समुद्री पौधे, जैसे शैवाल कार्बन को गहराई में संगृहीत करने में सहायक होते हैं।

कृत्रिम कार्बन पृथक्करण

इस प्रक्रिया में वैज्ञानिक और तकनीकी साधनों के माध्यम से वायुमंडल से कार्बन डाइऑक्साइड को हटाकर स्थायी रूप से संगृहीत किया जाता है।

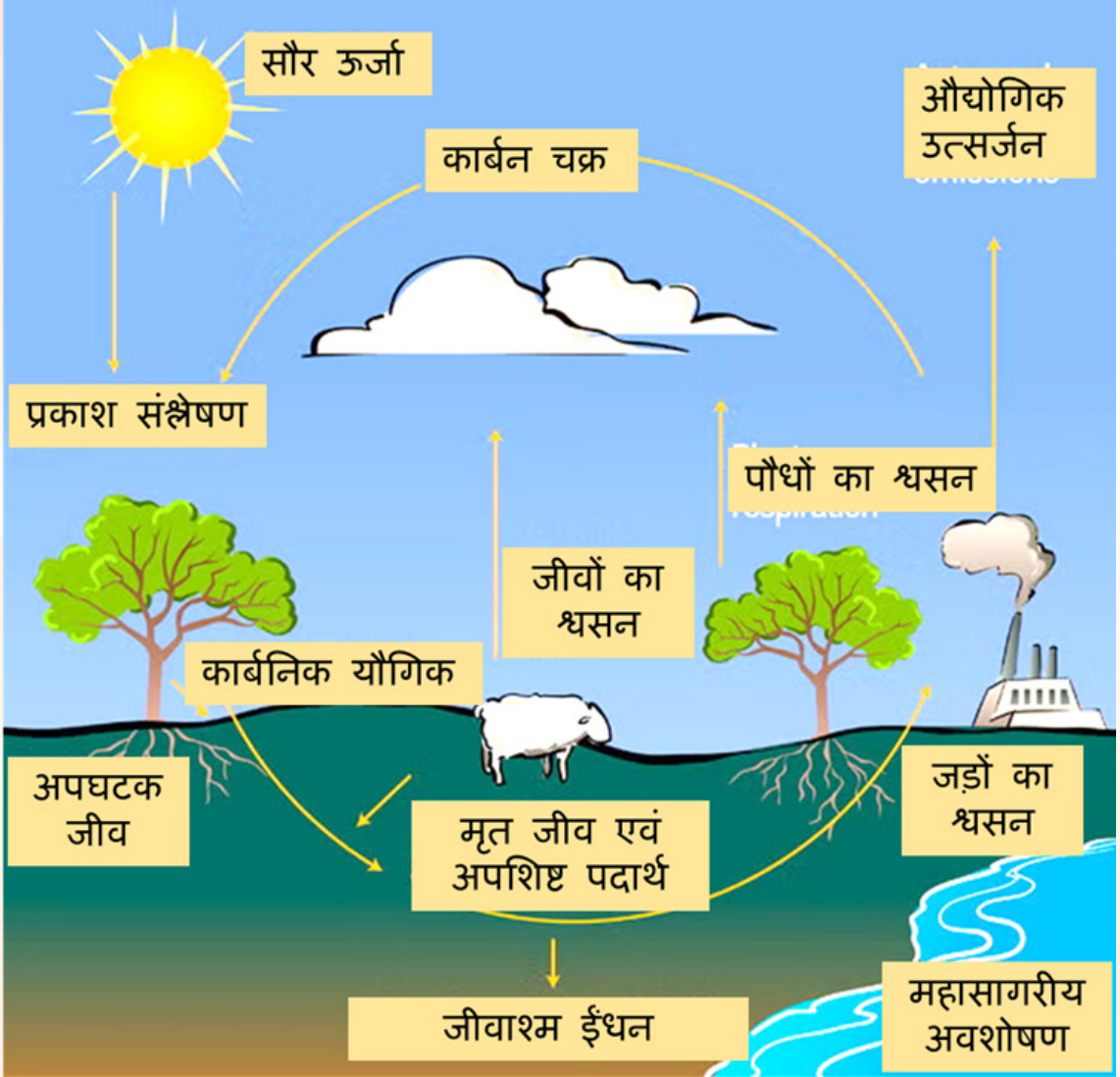
- **भूगर्भीय कार्बन संग्रहण:** औद्योगिक कार्बन उत्सर्जन को लेकर उसे भूगर्भीय चट्टानों में जमा किया जाता है। यह CO₂ गैस को कोयला खदानों, तेल कुओं और नमक की गुफाओं में संगृहीत करने की प्रक्रिया है।
- **जैव-ऊर्जा और सीसीएस:** यह एक तकनीक है जिसमें जैव-ऊर्जा स्रोतों (जैसे लकड़ी और फसलों) को जलाकर ऊर्जा उत्पन्न की जाती है और उत्पन्न CO₂ को पृथक् करके संगृहीत किया जाता है।
- **प्रत्यक्ष वायु पृथक्करण (डीएस):** इसमें मशीनों की सहायता से सीधे वायुमंडल से CO₂ को हटाकर उसे ठोस या द्रव रूप में संगृहीत किया जाता है।

कार्बन पृथक्करण के लाभ

- **जलवायु परिवर्तन को नियंत्रित करना:** वायुमंडलीय CO₂ की मात्रा कम होने से ग्लोबल वार्मिंग को नियंत्रित किया जा सकता है।
- **मृदा की गुणवत्ता सुधारना:** मिट्टी में कार्बन संरक्षण से उसकी उर्वरता और जल धारण क्षमता बढ़ती है।
- **जैव विविधता को बढ़ावा देना:** वन संरक्षण और महासागर पारिस्थितिकी तंत्र को मजबूत करना।
- **ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करना:** औद्योगिक और ऊर्जा उत्पादन क्षेत्रों में CO₂ उत्सर्जन को सीमित करना।

कार्बन चक्र की मुख्य प्रक्रियाएँ:

- **प्रकाश-संश्लेषण:** पौधे वायुमंडल से कार्बन डाइऑक्साइड लेकर उसे कार्बनिक पदार्थों में बदलते हैं।
- **श्वसन:** जीव-जंतु कार्बन डाइऑक्साइड वायुमंडल में छोड़ते हैं।
- **अपघटन:** मृत जीव मिट्टी में मिलकर कार्बन छोड़ते हैं।
- **जीवाश्म ईंधन का दहन:** कोयला, पेट्रोल, डीज़ल के जलने से कार्बन डाइऑक्साइड निकलता है।
- **समुद्र द्वारा अवशोषण:** महासागर वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साइड को सोखते हैं।
- **ज्वालामुखी गतिविधि:** चट्टानों से कार्बन डाइऑक्साइड निकलता है।



चित्र 1: कार्बन चक्र

कार्बन खेती के उदाहरण:

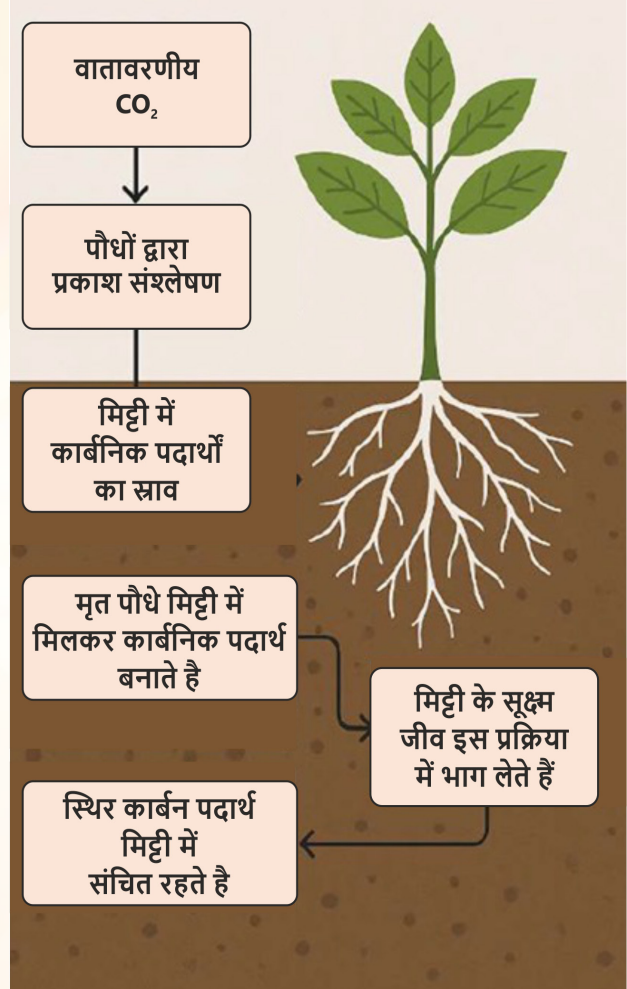
- आच्छादीय फसलें लगाना: खाली खेतों में आच्छादन फसल उगाना।
- शून्य जुताई: जुताई न करना, जिससे मिट्टी में कार्बन स्थिर रहता है।
- फसल चक्रीकरण
- पशुपालन के साथ एकीकृत खेती
- कंपोस्टिंग: जैविक कचरे से खाद बनाना तथा जैविक खाद का प्रयोग करना।
- पेड़ लगाना: खेतों में पेड़ लगाना और उनके साथ खेती करना।

मिट्टी में कार्बन संग्रहण

- मिट्टी प्राकृतिक रूप से कार्बन को संगृहीत करने की क्षमता रखती है।
- पौधे प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से कार्बन डाइऑक्साइड को अवशोषित करते हैं। और इसका कुछ हिस्सा जड़ों और पौधों के अवशेषों के माध्यम से मिट्टी में चला जाता है और वहां जमा हो जाता है।

वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साइड पौधों द्वारा अवशोषित होकर मिट्टी में संगृहीत होती है।

- **प्रकाश संश्लेषण** – पौधे सूर्य के प्रकाश की मदद से वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साइड को अवशोषित करते हैं।
- **पौधों की वृद्धि** – यह कार्बन पौधों के पत्तों, तनों और जड़ों में जाता है।
- **जड़ स्राव** – जड़ें कुछ कार्बन युक्त पदार्थ मिट्टी में छोड़ती हैं।
- **मृत जैव पदार्थ** – गिरे हुए पत्ते, टहनियाँ और मृत पौधों के हिस्से मिट्टी में मिलते हैं।
- **सूक्ष्मजीव क्रिया** – मिट्टी के सूक्ष्मजीव इन पदार्थों को विघटित करते हैं।



चित्र 2: मिट्टी में कार्बन संग्रहण

- **स्थायी कार्बन संग्रहण** – इस प्रक्रिया से मिट्टी में स्थिर कार्बनिक पदार्थ बनते हैं, जैसे ह्यूमस, जो लंबे समय तक कार्बन को संचित रखते हैं।

यह चक्र न केवल जलवायु परिवर्तन को धीमा करता है, बल्कि मिट्टी की गुणवत्ता और उपज में भी सुधार करता है।

मिट्टी में कार्बन संग्रहण के मुख्य तरीके निम्न हैं,

- फसल चक्र
- जैविक पदार्थ जैसे कम्पोस्ट और गोबर खाद डालना
- बायोचार का प्रयोग
- जल प्रबंधन सुधार

कार्बन खेती के लाभ

- वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साइड में कमी
- जलवायु परिवर्तन की गति को धीमा करना
- मिट्टी की गुणवत्ता और उर्वरता में वृद्धि
- जैव विविधता में सुधार
- जल संचयन और सूखा-प्रतिरोध बढ़ाना
- किसानों के लिए अतिरिक्त आय (कार्बन क्रेडिट्स के ज़रिए)

कार्बन खेती में चुनौतियां

- किसानों में जागरूकता की कमी
- आर्थिक सहायता की कमी
- तकनीकी और वित्तीय सहायता की आवश्यकता
- नीति स्तर पर स्पष्ट दिशा निर्देशों का अभाव
- नीति और प्रोत्साहनों की कमी
- दीर्घकालिक प्रभावों की निगरानी का अभाव
- परिणाम देर से दिखते हैं

किसान कार्बन खेती अपनाकर अपने खेतों में कार्बन संग्रहण कर सकते हैं और कार्बन क्रेडिट्स के ज़रिए लाभ भी कमा सकते हैं। कार्बन खेती और मिट्टी में कार्बन संग्रहण, जलवायु परिवर्तन से निपटने का एक शक्तिशाली साधन है। यदि इन विधियों को सही तरह से अपनाया जाए, तो ये न केवल पर्यावरण को बचा सकती हैं, बल्कि किसानों को आर्थिक रूप से भी सशक्त बना सकती हैं।

पुनर्योजी कृषि

पुनर्योजी कृषि एक आधुनिक कृषि पद्धति है, जिसका उद्देश्य मृदा की गुणवत्ता में सुधार करना, जैव विविधता बढ़ाना और पर्यावरण पर सकारात्मक प्रभाव डालना है। यह खेती की पारंपरिक और जैविक विधियों से एक कदम आगे है, क्योंकि इसमें मृदा की उर्वरता को पुनर्जीवित करने और जलवायु परिवर्तन को कम करने पर जोर दिया जाता है।

पुनर्योजी कृषि के मुख्य लक्ष्य:

- **मिट्टी की सेहत में सुधार:** बिना ज़रूरत के जुताई कम करना, जैविक खाद का उपयोग, और ढकने वाली फसलों को उगाना।
- **जैव विविधता बढ़ाना:** फसल चक्र और बहु-फसल प्रणाली अपनाना।
- **कार्बन कैप्चर करना:** मिट्टी में कार्बन को बनाए रखने से ग्रीनहाउस गैसों को कम किया जा सकता है।

- **रासायनिक उर्वरकों और कीटनाशकों का न्यूनतम उपयोग:** जैविक खाद, वर्मिकॉपोस्ट, और प्राकृतिक कीटनाशकों का इस्तेमाल करना।
- **जल संरक्षण:** ड्रिप सिंचाई, वर्षा जल संचयन और जैविक मल्लिचिंग तकनीकों का उपयोग।

पुनर्योजी कृषि के लाभ:

- मिट्टी की उर्वरता और जल धारण क्षमता बढ़ती है।
- पर्यावरण के लिए फायदेमंद और जलवायु परिवर्तन को कम करने में सहायक।
- किसानों के लिए लागत में कमी और दीर्घकालिक लाभ।
- खाद्य पदार्थों की गुणवत्ता और पोषण मूल्य में सुधार।

सतत कृषि केवल एक विकल्प नहीं बल्कि भविष्य की अनिवार्यता बन चुकी है। वैश्विक स्तर पर जलवायु परिवर्तन और बढ़ती खाद्य मांग को ध्यान में रखते हुए एफएओ, यूएन, सीजीआईएआर, और विश्व बैंक जैसी संस्थाएं सतत कृषि कार्यनीतियों को लागू कर रही हैं। यदि इन कार्यनीतियों को प्रभावी ढंग से लागू किया जाए, तो कृषि क्षेत्र को पर्यावरण के अनुकूल बनाकर आर्थिक और सामाजिक लाभ प्राप्त किए जा सकते हैं।

अंतरराष्ट्रीय संगठनों की सतत कृषि में भूमिकाएं

क) संयुक्त राष्ट्र खाद्य और कृषि संगठन (एफएओ)

- सतत कृषि नीति निर्माण और अनुसंधान में सहयोग।
- जलवायु सहनशील कृषि को बढ़ावा देने के लिए जलवायु-स्मार्ट कृषि पहल
- खाद्य सुरक्षा और जलवायु अनुकूल कृषि नीति निर्माण और वित्तीय सहायता।

ख) अंतरराष्ट्रीय कृषि अनुसंधान केंद्र (सीजीआईएआर)

- विभिन्न अनुसंधान केंद्रों के माध्यम से सतत कृषि तकनीकों पर काम करता है।
- भारत में अंतरराष्ट्रीय चावल अनुसंधान संस्थान (आईआरआरआई) और अर्द्ध शुष्क उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों के लिए अंतरराष्ट्रीय फसल अनुसंधान संस्थान (इक्रीसेट) जैसे संस्थान सतत कृषि पर अनुसंधान कर रहे हैं।

ग) जलवायु परिवर्तन पर संयुक्त राष्ट्र फ्रेमवर्क सम्मेलन (यूएनएफसीसी)

- पेरिस समझौता के तहत कृषि में ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन कम करने की पहल।
- जलवायु वित्तपोषण योजनाएं किसानों को सतत कृषि अपनाने में मदद कर रही हैं।

घ) विश्व बैंक और अंतरराष्ट्रीय वित्त निगम (आईएफसी)

- सतत कृषि को बढ़ावा देने के लिए विकासशील देशों को वित्तीय सहायता।
- जलवायु अनुकूल कृषि तकनीकों पर अनुसंधान को वित्तपोषित करना।
- "Adaptation for Smallholder Agriculture Programme (ASAP)" के तहत छोटे किसानों को जलवायु सहनशील खेती को बढ़ावा के लिए मदद।

उभरती हुई जलवायु अनुकूल कृषि तकनीकें: नई शोध दिशा और नवाचार

जलवायु परिवर्तन के प्रभाव जैसे अनियमित वर्षा, सूखा, बाढ़, उच्च तापमान और मृदा क्षरण, कृषि उत्पादन को चुनौतीपूर्ण बना रहे हैं। इन समस्याओं से निपटने के लिए जलवायु अनुकूल कृषि तकनीकें विकसित की जा रही हैं। ये तकनीकें किसानों को बदलते जलवायु परिवेश के अनुकूल बनाने, खाद्य सुरक्षा बनाए रखने और प्राकृतिक संसाधनों का सतत उपयोग सुनिश्चित करने में मदद करती हैं।

जलवायु परिवर्तन के प्रभावों से निपटने के लिए कृषि क्षेत्र में नवाचारों को अपनाना अनिवार्य हो गया है। नई शोध दिशा और तकनीकी नवाचारों के माध्यम से जलवायु अनुकूल कृषि प्रणाली विकसित करना न केवल किसानों के लिए लाभकारी है, बल्कि यह खाद्य सुरक्षा, जल संरक्षण और प्राकृतिक संसाधनों के सतत उपयोग में भी महत्वपूर्ण योगदान देता है। यदि ये नवाचार और तकनीकें सही रणनीति के साथ अपनाई जाएं, तो कृषि क्षेत्र को जलवायु परिवर्तन के प्रति अधिक अनुकूल और टिकाऊ बनाया जा सकता है। जलवायु परिवर्तन के प्रभावों से निपटने के लिए जलवायु अनुकूल कृषि की आवश्यकता तेजी से बढ़ रही है। लगातार बदलते तापमान, अनिश्चित वर्षा, सूखा, बाढ़, और मिट्टी की उर्वरता में गिरावट जैसी चुनौतियों से निपटने के लिए वैज्ञानिक और तकनीकी नवाचारों को अपनाना आवश्यक है। आज, डिजिटल तकनीकें, जैव-प्रौद्योगिकी, और कृत्रिम बुद्धिमत्ता जैसे आधुनिक उपाय कृषि को जलवायु परिवर्तन के प्रति अधिक अनुकूल बना रहे हैं।

जलवायु अनुकूल कृषि के लिए हो रहे नवाचार

- **सूखा, बाढ़ और लवणीयता सहिष्णु फसलें:** वैज्ञानिकों ने जीन एडिटिंग तकनीक का उपयोग कर सूखा, बाढ़ एवं लवणीयता सहिष्णु फसलें विकसित की हैं। अंतर्राष्ट्रीय चावल अनुसंधान संस्थान ने ऐसे धान के बीज विकसित किए हैं, जो बाढ़ के दौरान जलमग्न रहने के बाद भी उपज दे सकते हैं। "शुभ्रा" और "पुसा बासमती-1509" जैसी धान की किस्में सूखे के प्रति अधिक सहनशील पाई गई हैं।
- **जलवायु अनुकूल स्मार्ट बीज:** भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद और अन्य अनुसंधान संस्थानों द्वारा ऐसे बीज विकसित किए जा रहे हैं, जो कम पानी, कम उर्वरक और अधिक तापमान सहन कर सकते हैं। ये बीज किसानों को कम संसाधनों में अधिक उत्पादन देने में सहायक होते हैं।
- **संशोधित बीज प्रौद्योगिकी:** एसी किस्में जो अधिक उत्पादन के साथ साथ कीट-प्रतिरोधी भी हो।
- **संकर और उच्च उपज वाली किस्में:** कम समय में अधिक उत्पादन देने वाली किस्में जो टर्मिनल हीट तनाव से फसलों का बचाव कर सके।
- **जैव प्रौद्योगिकी और प्राकृतिक कृषि नवाचार:** नाइट्रोजन-स्थिर करने वाले जैव-उर्वरक का उपयोग, जिससे कृत्रिम उर्वरकों की आवश्यकता कम होती है। जैविक कीटनाशक जो रसायन मुक्त होते हैं और पर्यावरण को नुकसान नहीं पहुंचाते, जीवाणु एवं कवक आधारित जैव-उर्वरक (माइकोराइजा और राइजोबैक्टीरिया) जो मिट्टी की उर्वरता को बनाए रखते हैं।
- **संरक्षित कृषि:** पॉलीहाउस और ग्रीनहाउस तकनीक का उपयोग।
- **समेकित कृषि प्रणाली:** कृषि, पशुपालन, मत्स्य पालन और वानिकी का समावेश।

नवीनतम जलवायु अनुकूल कृषि तकनीकें

क) स्मार्ट और सटीक कृषि

- जीपीएस और ड्रोन आधारित फसल निगरानी: खेतों में ड्रोन से फसल निगरानी कर जल, खाद और कीटनाशक के छिड़काव को बेहतर बनाना।
- जीआईएस और रिमोट सेंसिंग द्वारा भूमि और फसल की निगरानी।
- सेंसर आधारित सिंचाई प्रणाली: सेंसर द्वारा मिट्टी की नमी के अनुसार सिंचाई करने से पानी की बचत करना।

ख) स्मार्ट सिंचाई तकनीक

- सूक्ष्म सिंचाई का प्रयोग: सूक्ष्म सिंचाई का प्रयोग करने से फसलों को नियंत्रित मात्रा में जल आपूर्ति होती है जिससे फसलों की उत्पादकता बढ़ती है।
- जल की बचत, जल उपयोग की दक्षता बढ़ाने और अधिक उत्पादन के लिए ड्रिप और स्प्रींकलर सिंचाई प्रणाली को बढ़ावा देना।
- वर्षा जल संचयन कर खेतों में जल संरक्षण तकनीक का प्रयोग।
- "प्रति बूंद अधिक फसल" तकनीक से जल का अधिक कुशल उपयोग।

ग) जैविक और प्राकृतिक खेती तकनीक

- कृषि वानिकी: फसलों के साथ वृक्षारोपण कर मिट्टी की उर्वरता बनाए रखना।
- फसल चक्र, मिश्रित और बहुफसली खेती से मिट्टी के पोषण तत्वों को संतुलित बनाए रखना।
- प्राकृतिक खेती: रासायनिक उर्वरकों की जगह जैविक खाद, वर्मी कम्पोस्ट, गोबर की खाद और जीवामृत का उपयोग।
- नीम आधारित कीटनाशकों का उपयोग: जैविक कीटनाशकों से पर्यावरणीय संतुलन बनाए रखना।
- पलवार (मल्लिचंग) का उपयोग: मिट्टी में नमी बनाए रखने और खरपतवार नियंत्रण के लिए पलवार का उपयोग।

घ) मृदा स्वास्थ्य सुधार तकनीकें

- मृदा स्वास्थ्य कार्ड योजना: मिट्टी की गुणवत्ता के अनुसार उर्वरक उपयोग की सिफारिश।
- कवक और जीवाणु आधारित जैव-उर्वरक: मृदा में पोषक तत्वों की उपलब्धता बढ़ाने के लिए कवक और बैक्टीरिया आधारित जैव-उर्वरक की सिफारिश।
- हरी खाद: मिट्टी की उर्वरता बनाए रखने के लिए हरी खाद का उपयोग।

च) IoT (इंटरनेट ऑफ थिंग्स) और डिजिटल कृषि

- मौसम स्टेशन: खेतों में मौसम की जानकारी करने के लिए स्वचालित मौसम स्टेशन का प्रयोग।
- रियल टाइम मौसम पूर्वानुमान और चेतावनी प्रणाली।
- मोबाइल आधारित कृषि परामर्श।

- स्वचालित सिंचाई प्रणाली: फसल में पानी की आवश्यकता के अनुसार स्वचालित जल प्रबंधन के लिए स्मार्ट सेंसर का प्रयोग ।
- रोबोटिक्स और ऑटोमेटेड खेती के उपकरण।

घ) ब्लॉकचेन तकनीक

- कृषि आपूर्ति श्रृंखला में पारदर्शिता: खाद्य सुरक्षा को बेहतर बनाने के लिए कृषि आपूर्ति श्रृंखला में पारदर्शिता ।
- किसानों को उचित मूल्य दिलाना:- बिचौलियों की भूमिका कम करना जिससे किसानों को उनकी फसलों का उचित मूल्य मिल सके ।

ज) कृत्रिम बुद्धिमत्ता और बिग डेटा

- कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित तकनीक से फसलों में कीटों एवं रोगों की पूर्व चेतावनी तथा प्रबंधन के सुझाव देना।
- कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग आधारित स्मार्ट खेती: कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग आधारित कृषि सलाहकार तकनीकी से फसलों की स्थिति का पूर्वानुमान लगाकर सही निर्णय लेना।
- फसल उपज पूर्वानुमान: जलवायु डेटा के आधार पर अनुमानित फसल उत्पादन बताना।

आगे की राह

- विकासशील देशों पर जलवायु परिवर्तन के प्रतिकूल प्रभाव को तकनीकी उन्नति, मौसम विज्ञान और डेटा विज्ञान जैसे एकीकृत दृष्टिकोणों के माध्यम से कम किया जा सकता है।
- जलवायु और मौसम संबंधी घटनाओं से किसानों की रक्षा के लिये राष्ट्रीय जलवायु अनुकूल कृषि नवाचार योजना को सभी जोखिम-संवेदनशील गाँवों में लागू किया जाना चाहिये।
- फसलों के विविधीकरण की आवश्यकता है जो कृषि पारिस्थितिकी तंत्र को जलवायु परिवर्तन के अनुकूल बनाने में सक्षम बनाएगी। फसल विविधता खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने, मृदा की उर्वरता बढ़ाने, कीटों को नियंत्रित करने और उपज स्थिरता लाने में भी मदद करती है।
- ड्रिप सिंचाई के दायरे में न केवल उच्च मूल्य वाली बागवानी फसलों अपितु अन्य फसलों को भी शामिल किया जाना चाहिये।
- सरकार को भू-जल निष्कर्षण के संदर्भ में बिजली सब्सिडी पर सावधानीपूर्वक पुनर्विचार करना चाहिये, क्योंकि भू-जल स्तर में कमी आने में इसकी प्रमुख भूमिका होती है।
- सिंचाई कार्यक्रम को अनुकूलित करने, जल को संरक्षित करने तथा पर्यावरणीय प्रभाव को कम करने वाले उपकरणों का उपयोग किया जाना चाहिये।
- जैविक खेती में नाइट्रोजन उर्वरक का उपयोग प्रतिबंधित होने से नाइट्रस ऑक्साइड का उत्सर्जन कम होता है। जैविक खेती में ग्रीनहाउस गैसों को कम करने की क्षमता होती है | इसलिये जलवायु परिवर्तन के अनुकूल जैविक खेती को बढ़ावा देना चाहिये।
- कृषि विज्ञान केंद्रों के बुनियादी ढाँचे के साथ तकनीकी सुविधाओं में सुधार की आवश्यकता है। उन्हें स्थानीय

भाषाओं में जानकारी प्रदान करने के लिये तकनीकी नवाचारों का उपयोग करना चाहिये। ये परिवर्तन मौजूदा कृषि विज्ञान केंद्रों को नया रूप देने के साथ उन्हें जलवायु संबंधी चुनौतियों का सामना करने के लिये सुसज्जित करेंगे।

- जलवायु-अनुकूल फसल किस्मों को अपनाने और उनका प्रसार करने के क्रम में सार्वजनिक निवेश बढ़ाने की आवश्यकता है। इन फसलों में तापमान तथा वर्षा के उतार-चढ़ाव के प्रति सहनशीलता अधिक होने के साथ जल और पोषक तत्वों का अनुकूल उपयोग सुनिश्चित होगा।
- कृषि नीति के तहत फसल उत्पादकता में सुधार को प्राथमिकता देने के साथ जलवायु परिवर्तन से उत्पन्न जोखिमों से निपटने हेतु आकस्मिक योजना तैयार किया जाना चाहिये।
- जलवायु परिवर्तन के क्षेत्र में प्रशासन द्वारा किये गए प्रयासों में स्थानीय प्रशासन (पंचायतों) को कृषि नीति-निर्माण में शामिल किया जाना चाहिये।
- सरकारी योजनाओं के बारे में राष्ट्रीय तथा क्षेत्रीय स्तर पर जागरूकता कार्यक्रम करने चाहिये।
- जलवायु के प्रति सर्वोत्तम अनुकूलनीय पद्धतियों को अपनाने वाले गाँवों हेतु राष्ट्रीय या क्षेत्रीय स्तर पर प्रोत्साहित करना चाहिये। जिससे ऐसी पद्धतियों को अपनाने वालों को प्रोत्साहन मिल सकता है।

जलवायु परिवर्तन के प्रति अनुकूल/ लचीला कृषि ही यह सुनिश्चित करने का एकमात्र तरीका है कि दुनिया इस जलवायु चुनौती का सामना करते हुए बढ़ती आबादी को भोजन उपलब्ध कराती रहे। स्थिरता, तकनीकी नवाचार और सामुदायिक भागीदारी के रूप में, जलवायु अनुकूल कृषि अधिक लचीली खाद्य प्रणालियां प्रदान करता है। इसलिए, किसानों, सरकारों और अंतर्राष्ट्रीय निकायों को जलवायु अनुकूल कृषि में सहयोग करने वाली प्रणालियों में निवेश करना और उन्हें अपनाना चाहिये, जिससे वैश्विक खाद्य सुरक्षा, और पर्यावरणीय स्थिरता को लाभ हो।



भा.कृ.अनु.प.-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान
नई दिल्ली-110 012

