

मेट्रो शहरों में वर्टिकल खेती

हर्ष सैनी^{1*} और अमित¹

एम०एस-सी०(कृषि) हॉर्टिकल्चर, आर.एस.एम. (पी.जी.) कालेज, धामपुर, बिजनोर-246761

*E-mail: harshaa3615@gmail.com

शहरीकरण, औद्योगिकरण आदि के कारण भारत में भूमि एक महंगी इकाई बन गई है। इसके अलावा, शहरी क्षेत्रों में ग्रामीण लोगों का प्रवास और बसावट चिंताजनक दर से बढ़ रहा है। चूंकि दुनिया की आबादी तेजी से बढ़ रही है, इसलिए अगले 50 वर्षों में मूलभूत परिवर्तन होने की उम्मीद है, 2050 तक दुनिया की आबादी 9 बिलियन लोगों तक पहुंचने की उम्मीद है, जिसमें से लगभग 80% आबादी शहरों में होगी। इसके अलावा, ग्रह पर कुल कृषि योग्य भूमि का 80 प्रतिशत वर्तमान में उपयोग में है। बढ़ती खाद्य मांग के कारण, खेती के लिए अधिक कृषि योग्य भूमि का उपयोग किया जाना चाहिए, साथ ही खेती के प्रयासों को तेज करना चाहिए, जिससे वैश्विक कृषि प्रभावित हो। ऊर्ध्वाधर खेतों को डिजाइन और विकसित करना एक नई विधि है जो संभावित रूप से इस मांग को पूरा कर सकती है। दूसरी ओर, ऊर्ध्वाधर खेती एक अपेक्षाकृत नई अवधारणा है, और कुछ अध्ययनों ने इस बात पर ध्यान दिया है कि इसे शहरी सेटिंग में कैसे एकीकृत किया जाए।



वर्टिकल फार्मिंग क्या है?

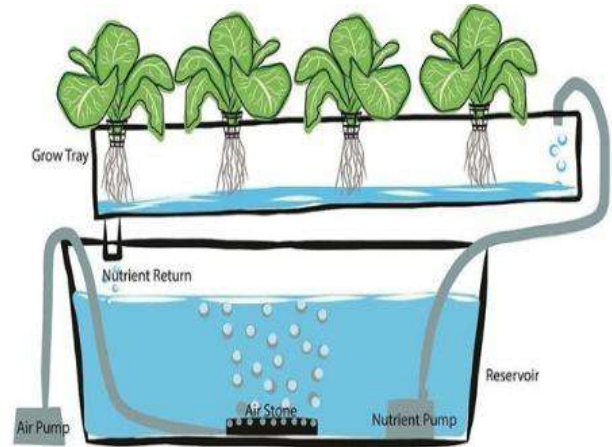
वर्टिकल फार्मिंग, फसलों को परतों में उगाने की प्रक्रिया है, जिन्हें लंबवत रूप से स्टैक किया जाता है। इसमें अक्सर हाइड्रोपोनिक्स, एक्वापोनिक्स और एरोपोनिक्स जैसी मिट्टी रहित खेती की तकनीकें शामिल होती हैं, साथ ही नियंत्रित वातावरण वाली कृषि भी शामिल होती है, जिसका उद्देश्य पौधों की वृद्धि को अनुकूलित करना होता है। इमारतें, शिपिंग कंटेनर, सुरंगें और परित्यक्त खदान शाफ्ट कुछ सबसे आम संरचनाएँ हैं जिनका उपयोग वर्टिकल फार्मिंग सिस्टम को रखने के लिए किया जाता है।

मेट्रो शहरों को वर्टिकल खेती की आवश्यकता क्यों है?

हमें सीमित कृषि क्षेत्र में बढ़ती मांगों को पूरा करने के लिए वर्टिकल फार्मिंग में मौसम पर निर्भर नहीं रहना पड़ता है। पानी का अधिक उपयोग दक्षता (पारंपरिक तरीकों की तुलना में पानी का सीमित उपयोग) सिंचाई और अन्य उपचार योग्य प्रबंधन जैसे व्यावसायिक कार्यों को संभालना आसान है। वर्टिकल फार्मिंग के कारण वनों की कटाई और भूमि का उपयोग कम होता है। परिणामस्वरूप, कटाव और बाढ़ कम होगी। पानी का अधिक कुशलता से उपयोग किया जाता है क्योंकि इस पद्धति में मुख्य रूप से ड्रिप सिस्टम का उपयोग किया जाता है। फसलें बाढ़, सूखे और बर्फबारी जैसे चरम मौसम से सुरक्षित रहेंगी। वाहन परिवहन कम हो जाता है क्योंकि उत्पादित फसलें आसानी से खपत हो जाती हैं। कोयला जलाने वाले उत्पादों पर निर्भरता कम करने से CO₂ उत्सर्जन और प्रदूषण कम होता है।

वर्टिकल फार्मिंग में प्रयुक्त प्रौद्योगिकियां

1. हाइड्रोपोनिक्स “हाइड्रोपोनिक्स” शब्द मिट्टी के उपयोग के बिना पौधों को उगाने की एक विधि को संदर्भित करता है। हाइड्रोपोनिक सिस्टम में पौधों की जड़ों को नाइट्रोजन, फॉस्फोरस, सल्फर, पोटेशियम, कैल्शियम और मैग्नीशियम जैसे मैक्रोन्यूट्रिएंट्स के साथ-साथ आयरन, क्लोरीन, मैंगनीज, बोरॉन, जिंक, कॉपर और मोलिब्डेनम जैसे ट्रेस तत्वों वाले

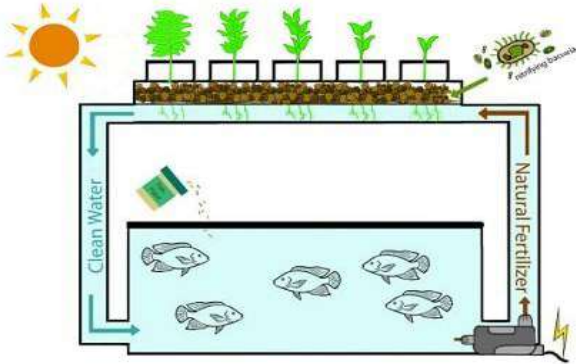


तरल घोल में डुबोया जाता है। इसके अलावा, जड़ों को सहारा देने के लिए, मिट्टी के विकल्प के रूप में बजरी, रेत और चूरा जैसे निष्क्रिय (रासायनिक रूप से निष्क्रिय) माध्यमों का उपयोग किया जाता है। नियंत्रित वातावरण और सख्त प्रमाणन

कानूनों के कारण खतरनाक रसायनों से बचते हुए हाइड्रोपोनिक फ़ार्म अधिक टिकाऊ खाद्य उत्पादन की दिशा में एक व्यवहार्य समाधान प्रदान करते हैं। एक सपना होने से बहुत दूर, हाइड्रोपोनिक खेती पहले से ही बढ़ती वैश्विक खाद्य मांग को पूरा करने के लिए टिकाऊ कृषि में एकीकृत है।

3. एक्वापोनिक्स

एक्वापोनिक्स हाइड्रोपोनिक्स का एक प्रकार है जो प्रकृति की नकल करने वाली बंद लूप प्रणाली में स्थलीय पौधों की खेती के साथ



जलीय जीवों की खेती को जोड़ता है। मछली के टैंकों से पोषक तत्वों से भरपूर अपशिष्ट जल को बायो-फ़िल्टर में भेजे जाने से पहले एक ठोस निष्कासन इकाई द्वारा फ़िल्टर किया जाता है, जहाँ विषाक्त अमोनिया को पोषक तत्वों से भरपूर नाइट्रेट में बदल दिया जाता है। पौधे पोषक तत्वों को अवशोषित करते हैं और फिर मछली के टैंकों में वापस जाने से पहले अपशिष्ट जल को शुद्ध करते हैं। इसके अलावा, पौधे मछली के कार्बन डाइऑक्साइड का उपभोग करते हैं, और मछली के टैंकों में पानी गर्मी को अवशोषित करता है, जिससे ग्रीनहाउस रात में अपना तापमान बनाए रख सकता है और ऊर्जा बचा सकता है। चूंकि अधिकांश वाणिज्यिक ऊर्ध्वाधर खेती प्रणालियाँ कुछ तेजी से बढ़ने वाली सब्जी फसलों के उत्पादन पर ध्यान केंद्रित करती हैं, एक्वापोनिक्स, जिसमें एक जलीय कृषि घटक भी शामिल है, वर्तमान में पारंपरिक हाइड्रोपोनिक्स के रूप में व्यापक रूप से उपयोग नहीं किया जाता है।

3. **एरोपोनिक्स** 1990 के दशक में अंतरिक्ष में पौधे उगाने का एक कुशल तरीका खोजने के लिए नासा (राष्ट्रीय वैमानिकी और अंतरिक्ष प्रशासन) की पहल ने एरोपोनिक्स के विकास को प्रेरित किया। हाइड्रोपोनिक्स और एक्वापोनिक्स के विपरीत, एरोपोनिक्स में पौधों को उगाने के लिए तरल या ठोस माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है। इसके बजाय, पोषक तत्वों से भरपूर तरल घोल को हवा के कक्षों में छिड़का जाता है जहाँ पौधे लटके रहते हैं। एरोपोनिक्स अब तक की सबसे टिकाऊ मिट्टी रहित बढ़ती तकनीक है, जिसमें बढ़ते माध्यम को बदलने की आवश्यकता नहीं होती है और सबसे कुशल पारंपरिक हाइड्रोपोनिक सिस्टम की तुलना में 90% कम पानी का उपयोग होता है। इसके अलावा, बढ़ते माध्यम की कमी एरोपोनिक सिस्टम को लंबवत रूप से डिज़ाइन करने की

अनुमति देती है, जिससे ऊर्जा की बचत होती है क्योंकि अतिरिक्त तरल स्वचालित रूप से गुरुत्वाकर्षण द्वारा बह जाता है, जबकि पारंपरिक क्षैतिज हाइड्रोपोनिक सिस्टम को अक्सर पानी के पंप की आवश्यकता होती है। अतिरिक्त घोल को नियंत्रित करें। वर्तमान में, एरोपोनिक सिस्टम को ऊर्ध्वाधर खेती में व्यापक रूप से लागू नहीं किया गया है, लेकिन यह महत्वपूर्ण ध्यान आकर्षित करना शुरू कर रहा है।



4. **पशुधन उत्पादन:** जब चारागाह आधारित पशुधन को मछली पालन के समान ऊर्ध्वाधर खेती में शामिल किया जाता है, तो इसके कुछ सामाजिक और पर्यावरणीय लाभ होते हैं। इसमें सांस्कृतिक प्रभावों की एक विस्तृत श्रृंखला का लाभ है। विकसित देशों में पशुधन उद्योग का ध्यान निर्माता की गुणवत्ता के बजाय पशु स्वास्थ्य, पर्यावरणीय मुद्दों, खाद्य सुरक्षा और मानव कल्याण पर रहा है, यह सुनिश्चित करने के लिए अतिरिक्त शोध की आवश्यकता है कि पशुधन अनुभाग पशु-आधारित उत्पादों की बढ़ती मांग के प्रति उत्तरदायी है। उन्हें पर्यावरण, खाद्य गुणवत्ता और पशु स्वास्थ्य नैतिकता के बारे में वैश्विक चिंताओं को कम करने के लिए पशुधन उत्पादन के नकारात्मक पर्यावरणीय प्रभावों पर विचार करना चाहिए। इसके अलावा, पोल्ट्री फार्मिंग, जिसके लिए सबसे कम जगह की आवश्यकता होती है लेकिन किलो के हिसाब से सबसे अधिक मांस का उत्पादन होता है, का उल्लेख किया जा सकता है।

ऊर्ध्वाधर खेती के लाभ

- प्रति इकाई क्षेत्र में उच्च उत्पादकता यानी, ऊर्ध्वाधर खेती में प्रति इकाई क्षेत्र में लगभग 80% अधिक फसल।
- बाढ़, भारी बारिश, बर्फबारी, सूखा और कीटों और बीमारियों की महामारी जैसी प्राकृतिक आपदाओं के जोखिम के बिना पूरे वर्ष भोजन का उत्पादन करना।
- इससे ग्रामीण क्षेत्रों से शहरी क्षेत्रों में खाद्यान्न परिवहन की लागत कम हो जाती है।

- गांवों से शहरों तक कृषि उपज के परिवहन में जीवाश्म ईंधन की खपत भी काफी हद तक कम हो जाती है।
- ऊर्ध्वाधर खेती में पारंपरिक खेती की तुलना में 70 से 95% कम पानी का उपयोग होता है।
- ऊर्ध्वाधर खेती में कम या बिल्कुल मिट्टी की आवश्यकता नहीं होती है और इस प्रकार कीट और रोग का प्रकोप नहीं होता है।
- जैविक खाद्यान्न का उत्पादन होता है क्योंकि कीटनाशकों का उपयोग नहीं किया जाता है।
- उपभोक्ताओं को सभी मूल पोषक गुणों के साथ ताजा उपज मिलती है।
- शहरी क्षेत्रों को हरा-भरा बनाना और शहरों में बढ़ते तापमान और वायु प्रदूषण को कम करने में मदद करना।

वर्टिकल राइस नर्सरी

हाइड्रोपोनिक धान नर्सरी के उपयोग को बढ़ाने से भारतीय चावल किसानों को बहुत सारा पानी, भूमि, श्रम, समय और अन्य संसाधनों की बचत हो सकती है। चावल की फसल के शुरुआती चरणों का उसके प्रदर्शन और उत्पादन पर महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है। बीमार पौधों के उपयोग से उत्पादन में 10% तक की कमी आ सकती है। सर्वोत्तम उपज प्राप्त करने के लिए सही समय पर पौधों की रोपाई भी महत्वपूर्ण है। पारंपरिक कृषि की तुलना में, हाइड्रोपोनिक के कई फायदे हैं। नर्सरी खरपतवारों से मुक्त होती है और कीटों से सुरक्षित रहती है क्योंकि फसलें एक विनियमित वातावरण में उगाई जाती हैं। पारंपरिक नर्सरी खेती की तुलना में हाइड्रोपोनिक धान नर्सरी खेती के कुछ अन्य फायदे निम्नलिखित हैं:

- हाइड्रोपोनिक में उगाए गए पौधे तेजी से बढ़ते हैं।
- जोरदार तरीके से टिलर बनाते हैं, समान रूप से परिपक्व होते हैं, और अधिक उपज प्राप्त करते हैं।
- फसलें जल्दी पकती हैं जिससे कटाई जल्दी होती है और बेहतर रिटर्न मिलता है।
- 85% कम पानी का उपयोग होता है।
- देर से आने वाले मानसून की स्थिति के लिए उपयुक्त।
- नर्सरी के लिए भूमि का उपयोग अन्य उद्देश्यों के लिए किया जा सकता है।

वर्टिकल फार्म में क्या उगाएं?

वर्टिकल फार्मिंग का उपयोग मुख्य रूप से शहरी क्षेत्रों की जरूरतों को पूरा करने के लिए लेट्यूस, केल, चार्ड और कोलाई ग्रिन्स, चाइक्स और मिंट, तुलसी (मीठा, नींबू, दालचीनी, आदि), अजवायन, अजमोद, टमाटर, स्ट्रॉबेरी, थाइम, मूली, आइसबर्ग, पालक और अन्य मौसमी सब्जियों को उगाने के लिए किया जा रहा है। दूसरी ओर, वर्टिकल फार्मिंग का उपयोग कुछ इनडोर पौधों और फूलों को सौंदर्य प्रयोजनों के लिए उगाने के लिए किया जाता है। छत की दीवार पर वर्टिकल स्पेस का कम इस्तेमाल किया जाना चाहिए। दीवारों और रेलिंग के पास सेम, लौकी और लंबे टमाटर की किस्मों जैसी सब्जी की झाड़ियाँ और बेलें लगाई जा सकती हैं। अपने सब्जी के बगीचे में फूल उगाने का कारण देशी मधुमक्खियों और अन्य लाभकारी कीटों को आकर्षित करना है। बोगनविलिया,

चमेली, हिबिस्कस, सूरजमुखी, ट्यूलिप, लैवेंडर, गुलाब, ओलियंडर आदि जैसे फूल प्लांटर्स में उगाए जा सकते हैं।

Crops	Yield in VF due to Tech (tons/ha)	Field Yield (tons/ha)
Carrots	58	30
Radish	23	15
Potatoes	150	28
Tomatoes	155	45
Pepper	133	30
Strawberry	69	30
Peas	9	6
Cabbage	67	50
Lettuce	37	25
Spinach	22	12
Total (average)	71	28

ऊर्ध्वाधर खेती के कार्य सिद्धांत

महत्वपूर्ण क्षेत्र हैं:

- भौतिक लेआउट:** ऊर्ध्वाधर खेती का प्राथमिक लक्ष्य प्रति वर्ग मीटर अधिक खाद्यान्न उत्पादन करना है और इसलिए फसलों को बढ़ने के लिए लंबवत रूप से ढेर किया जाता है।
- सामग्री:** इमारत का अग्रभाग ETFE (एथिलीन टेफ्लोरो एथिलीन) जैसी स्व-सफाई और स्पष्ट सामग्री से बना है। यह सामग्री पारदर्शी है और इमारत में 95% सूर्य के प्रकाश को आने देती है। ETFE परतों में एक अलग दबाव होता है, जो सूर्य के प्रकाश की तीव्रता के आधार पर स्क्रीन को खोलने और बंद करने में मदद करता है।
- प्रकाश व्यवस्था:** प्रकाश व्यवस्था एक महत्वपूर्ण कारक है जो ऊर्ध्वाधर खेती में फसलों की वृद्धि को नियंत्रित करता है। कमरे में सही प्रकाश स्तर बनाए रखने के लिए प्राकृतिक और कृत्रिम रोशनी का एक सही संयोजन उपयोग किया जाता है। प्रकाश दक्षता में सुधार करने के लिए रोटेटिंग बेड जैसी तकनीकों का उपयोग किया जाता है। कृत्रिम प्रकाश व्यवस्था में एलईडी, सौर सेल शामिल हो सकते हैं। फसलों की वृद्धि को बढ़ाने के लिए प्रकाश की तीव्रता की सीमा की आवश्यकता होती है।
- उगाने का माध्यम:** मिट्टी के बजाय, हम हाइड्रोपोनिक (पौधे की जड़ों को पोषक तत्वों के स्नान में नहलाना) या एरोपोनिक (पौधे की जड़ों पर स्प्रे-धुंध डालना) या एक्वापोनिक उगाने के माध्यमों का उपयोग करेंगे। पीट मॉस या नारियल की सरवनन भूसी और इसी तरह के गैर-मिट्टी के माध्यम ऊर्ध्वाधर खेती में बहुत आम हैं। इस बात का ध्यान रखा जाना चाहिए कि माध्यम में अच्छी नमी बनाए रखने की क्षमता हो, साथ ही पर्याप्त पोषक तत्व आपूर्ति क्षमता भी हो।

ऊर्ध्वाधर खेती के नुकसान

- ऊर्ध्वाधर खेती प्रणाली की स्थापना के लिए प्रारंभिक लागत प्रमुख समस्या है।

- इसमें रिमोट-कंट्रोल सिस्टम और सॉफ्टवेयर, स्वचालित रैकिंग और स्टैकिंग सिस्टम, जलवायु नियंत्रण प्रणाली आदि की लागत शामिल है।
- चूंकि ऊर्ध्वाधर खेती प्रणाली के अंदर कोई कीट नहीं होते हैं, इसलिए फसल परागण एक समस्या हो सकती है।
- ऊर्जा की उच्च लागत क्योंकि पौधे पूरी तरह से कृत्रिम रोशनी के साथ बढ़ते हैं।
- ऊर्ध्वाधर खेती में उपयोग किए जाने वाले अतिरिक्त पोषक तत्व मुख्य शहरी जल प्रणाली को दूषित कर सकते हैं।
- ऊर्ध्वाधर खेती वाली इमारतों के आसपास बहुत सारा कचरा, पौधों के अवशेष आदि उत्पन्न हो सकते हैं।
- शुरू में कुशल कार्यबल उपलब्ध नहीं होगा और उन्हें प्रशिक्षित करने की आवश्यकता होगी।

वर्टिकल फार्मिंग का भविष्य

2020 की विश्व जनसंख्या डेटा शीट के अनुसार, वैश्विक जनसंख्या 2020 में 7.8 बिलियन से बढ़कर 2050 तक 9.9 बिलियन हो जाने की उम्मीद है, जो एक शानदार आँकड़ा है। इसके अलावा, 2050 तक, शहरों में रहने वाले लोगों की संख्या 6 बिलियन से अधिक होने की उम्मीद है, जिनमें से 90% विकासशील देशों में रहते हैं। दुनिया भर में मेगासिटीज की यह अभूतपूर्व वृद्धि और विस्तार अस्थिर और पर्यावरणीय रूप से विनाशकारी साबित हो सकता है। वैश्विक अनुमान यह भी दिखाते हैं कि 2040 तक कृषि भूमि को केवल 2% और बढ़ाया जा सकता है (FAOSTAT, 2016)। बढ़ती आबादी को खिलाने के लिए, वर्टिकल फार्मिंग जैसी नई तकनीकें पारंपरिक उत्पादन का एक व्यवहार्य विकल्प प्रदान करती हैं।

निष्कर्ष

बीसवीं सदी के हरित विद्रोह की ओर बढ़ने के लिए हमें कई तरह के तरीकों का इस्तेमाल करना होगा। हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि ऊर्ध्वाधर खेती की बुनियादी समझ भी खाद्य सुरक्षा में उल्लेखनीय सुधार कर सकती है। न केवल एरोपोनिक सिस्टम और कीट-मुक्त पौधों की वृद्धि ने ग्रीनहाउस उद्योग में क्रांति ला दी है, बल्कि उन्होंने छत पर खेती जैसी नई खेती के तरीकों का भी मार्ग प्रशस्त किया है। इन सभी ने घनी आबादी वाले शहरों में स्थानीय खाद्य उत्पादन को सक्षम किया है, जहाँ अधिक लोगों को अधिक भोजन की आवश्यकता होती है और उनकी जरूरतें पूरी नहीं होती हैं। ऊर्ध्वाधर खेती वास्तुकला और शहरी डिजाइन के अवसर भी प्रदान करती है, साथ ही अनुकूलनशीलता और पर्यावरणीय लाभ भी प्रदान करती है, और इसमें बहुत संभावनाएं हैं। भुखमरी का खतरा गायब हो जाएगा, और हानिकारक जलवायु परिवर्तन धीमा हो जाएगा, अगर इसका उपयोग दुनिया भर में आम और व्यापक हो जाता है।

