http://krishipravahika.vitalbiotech.org/

कृषि प्रवाहिका: ई-समाचार पत्रिका

e-ISSN: 2583 – 0430

कृषि-प्रवाहिका: ई-समाचार पत्रिका, (2024) वर्ष 4, अंक 1, 11-18

Article ID: 346

ऊर्ध्वाधर खेती (Vertical Farming): आधुनिक कृषि तकनीक में सूचना और संचार प्रौद्योगिकी का उपयोग

लव कुमार[1], एम के सिन्हा[1,2], दिनेश कुमार[1], आशा कुमारी[1], शुचि कुमारी[1], ए के सिंह[2]

[1]कृषि अभियंत्रण महाविद्यालय, आरा, बिहार कृषि विश्वविद्यालय, सबौर (भागलपुर)

[2]वी के एस कृषि महाविद्यालय, डुमरांव, बिहार कृषि विश्वविद्यालय, सबौर (भागलपुर)

21 वीं सदी में शहरीकरण तेजी से होगा और 2050 तक आबादी 9.6 अरब तक पहुंच जाएगी। इनमें से 67.2 प्रतिशत या 6.5 अरब, शहरी क्षेत्रों में रहने की उम्मीद है। इस बढ़ती, तेजी से शहरीकृत आबादी की भोजन की मांग को पूरा करने के लिए, संयुक्त राष्ट्र का अनुमान है कि खाद्य मांग में 70 प्रतिशत की वृद्धि की जरूरत है । शहर के केंद्र की बड़ी आबादी के लिए इमारतों और बुनियादी ढांचे को उपलब्ध कराने में शहरी निर्मित क्षेत्रों में तेजी से बदलाव ने शहरी जलवायु को अस्वास्थ्य रहने की स्थिति में बदल दिया है। यह स्थिति रहने योग्य शहरी जीवन पर्यावरण एवं शहरवासियों की बुनियादी जरूरतों की मांग के लिए अनुकूल नहीं है। इसके अलावा, एक बड़ी शहरी आबादी भी ताजा और अच्छी गुणवत्ता वाले खाद्य आपूर्ति की मांग करती है। ऊर्ध्वाधर खेती समाजों को अतिरिक्त कृषि भूमि के बिना इस बढ़ी हुई मांग को पूरा करने में मदद करने के संभावित समाधानों में से एक है ।

ऊर्ध्वाधर खेती या तो अनेक खंड की बड़ी ऊँची इमारतों में या अंतरिक्ष के तीसरे आयाम अर्थात ऊँची का उपयोग करके कृत्रिम रूप से पौधों को एक दूसरे के ऊपर खड़ी करके फसल उगाने की एक नई विधि है इससे भविष्य की कई समस्याओं जैसे कुपोषण, प्रदूषित भोजन, भोजन की कमी आदि को हल करने में मदद मिल सकती हैं । इस तरह की खेती में अधिक कृषि उपज प्राप्त करने की बहुत बड़ी गुंजाइश है क्योंकि यह तकनीक पारंपरिक खेती और पर्माकल्चर, बायोडायनामिक और कृषि–पारिस्थितिक खेती जैसे अन्य विकल्पों की तुलना में बहुत कम स्थान पर फसलों की एक बड़ी मात्रा में उगाने की अनुमति देता है इस प्रकार कृषि भूमि का उपयोग कम हो गया हैं । इसके अलावा, यह तकनीक पानी और पोषक तत्वों जैसे अन्य प्राकृतिक संसाधनों का पुनर्चक्रण और पुनः उपयोग करता है और कम अपशिष्ट पैदा करता है क्योंकि पौधे मिट्टी–रहित मीडिया में विकसित होते हैं। फलस्वरूप, ऊर्ध्वाधर खेती कम कार्बन उत्सर्जन की ओर ले जाती है और पर्यावरण के लिए बहुत कम प्रदूषण का कारक बनती है ।

ऊर्ध्वाधर खेती का इतिहास 1915 का है जब अमेरिकी भूविज्ञानी गिल्बर्ट एलिस बेली ने ऊर्ध्वाधर खेती नामक एक पुस्तक लिखी थी। हालांकि पुस्तक मुख्य रूप से फसलों को उगाने के लिए विशेष प्रकार की मिट्टी का उपयोग करने के विषय से सम्बंधित है, लेकिन ऊर्ध्वाधर खेती का विचार इस पुस्तक के सिद्धांत से आया था। ऊर्ध्वाधर खेती की अवधारणा दशकों से है हालांकि, अधिक खाद्य उत्पादन, प्रदूषण मुक्त उत्पाद और आधुनिक तकनीकों को शामिल करने की मांग किसानों, कृषि समितियों और वाणिज्यिक कंपनियों को बड़े पैमाने पर ऊर्ध्वाधर खेती करने के लिए प्रेरित करेगी। पहला ऊर्ध्वाधर खेत 1950 के दशक में बड़े पैमाने पर घर के अंदर विकसित करने के लिए अस्तित्व में आया था। आज कई जैव प्रौद्योगिकी कंपनियों और

स्टार्टअप ने प्रदूषण मुक्त या जैविक खेती को देखते हुए ऊर्ध्वाधर खेती को आर्थिक रूप से व्यवहार्य मॉडल बनाते हुए इस अवधारणा को अगले स्तर पर ले लिया है।

ऊर्ध्वाधर खेतों का निर्माण करना महंगा हो सकता है लेकिन एक बार बन जाने के बाद वे भूमि आधारित खेतों की तुलना में चलाने के लिए वास्तव में कम खर्चीले होते हैं और ऊर्ध्वाधर खेतों से प्राप्त उत्पाद आम तौर पर बेहतर गुणवत्ता तथा प्रदूषण मुक्त होते हैं क्योंकि यह ज्यादातर पानी और पोषक तत्वों का उपयोग करके बढ़ता है। इस प्रकार, ये फसलें अधिक मूल्य प्राप्त कर सकती हैं। पारंपरिक खेती किसानों को मौसम की आपदा, श्रम के लंबे घंटों, उपज अनिश्चितता, फसलों की कीट और बीमारी की चपेट में आने, निवेश पर कम रिटर्न जैसी कई बाधाओं में डालती है, ऊर्ध्वाधर खेती एक स्वागत योग्य बदलाव हो सकता है, क्योंकि यह संचालन में आसानी और उच्च उपज प्रतिशत देगा।

वनस्पति प्रयोगशाला के रूप में कई ऊर्ध्वाधर कृषि कंपनियां कई देशों के शहरी हिस्सों में बढ़ रही हैं। जिस के पास सीमित कृषि भूमि है, वे सब्जियों को उगाने के तरीकों को बदलने की कोशिश कर रहे हैं। इन खेतों में आदर्श पौधों के विकास के लिए विकसित फसल के अनुसार विशिष्ट निर्धारणों को पूरा करने के लिए पोषक तत्व, हवा का तापमान, आर्द्रता और रोशनी को नियंत्रित किया जाता है।

ऊर्ध्वाधर खेती पानी के पुनर्चक्रण के माध्यम से पानी के उपयोग को कम करके फसलों को टिकाऊ रूप से विकसित करने, क्षेत्र की प्रति इकाई उत्पादकता में वृद्धि, पारिस्थितिकी तंत्र के स्वास्थ्य को बनाए रखने के लिए उर्वरक या कीटनाशक के उपयोग को कम करके और मौसम संबंधी आपदाओं से फसलों की रक्षा करके फसलों को स्थायी रूप से विकसित करने के अवसर प्रदान करती है, इस कृषि प्रणाली के लाभों को ध्यान में रखते हुए, पर्यावरणविद, टिकाऊ विकासकर्ता और भविष्यवादी शहरों में ऊर्ध्वाधर कृषि संरचनाओं का उपयोग करके फसल उगाने की वकालत करते हैं।

ऊर्ध्वाधर खेती संरक्षित संरचनाओं के अंदर या बाहर पौधों उगाने से संबंधित सटीक प्रौद्योगिकी है, जिसमे ऊर्ध्वाधर स्थान और समन्वय का उपयोग होता है। ऊर्ध्वाधर खेती में शामिल प्रमुख प्रौद्योगिकियां मिट्टी रहित, हाइड्रोपोनिक्स, एरोपोनिक्स, एक्वापोनिक्स और इन प्रौद्योगिकियों के संयोजन हैं। सिंचाई और जल निकासी से संबंधित विभिन्न बाधाओं और समग्र दक्षता बढ़ाने के लिए पानी और पोषक तत्व प्रबंधन रणनीति से संबंधित विभिन्न बाधाओं के कारण फसलों को उगाने के लिए ऊर्ध्वाधर खेती में मिट्टी के बजाय विभिन्न निष्क्रिय मिट्टी रहित मीडिया का उपयोग किया जाता है। मृदा रहित हाइड्रोपोनिक्स खेती में उपयोग किए जाने वाले निष्क्रिय माध्यमों में पोषक तत्वों की मात्रा बहुत कम होती है और इनकी जल धारण क्षमता में काफी भिन्नता होती है। ऊर्ध्वाधर खेती में जल और पोषक तत्व प्रबंधन और दक्षता प्रमुख भूमिका निभाती है। ऊर्ध्वाधर खेती में पानी और पोषक तत्व प्रबंधन के लिए निम्नलिखित बिंदु प्रासंगिक हैं जिसे ध्यान में रखा जाना चाहिए।

- विभिन्न मृदा रहित माध्यमों के भौतिक और रासायनिक गुणों जैसे थोक घनत्व, क्षेत्र क्षमता, गलन बिंदु, विद्युत चालकता, pH को बढ़ती अवधि से पहले और उसके दौरान निर्धारित किया जाना चाहिए।

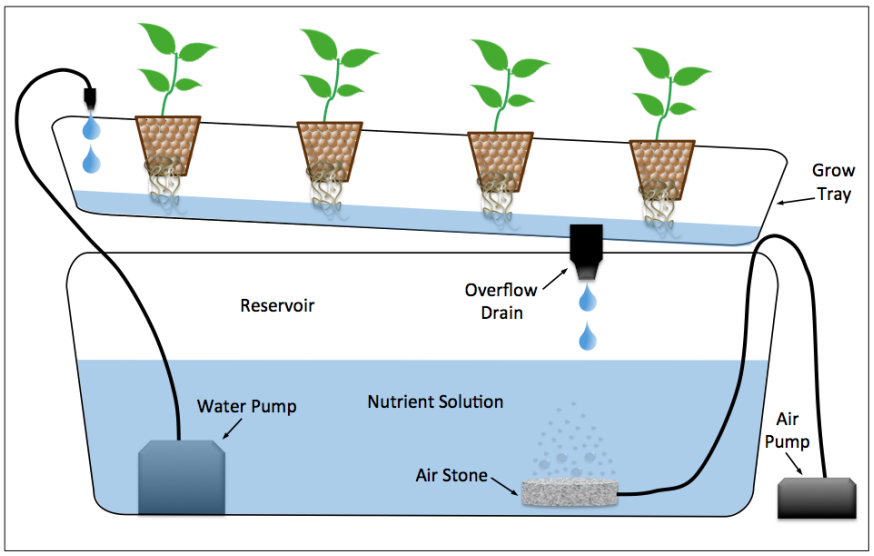
- ड्रिप सिंचाई और फर्टिगेशन, पाइप वाटर फ्लो, स्टेक ड्रिपर फ्लो, न्यूट्रिएंट फिल्म टेक्नोलॉजी (NFT), डीप फिल्म टेक्नोलॉजी (DFT) और नोजल स्प्रे फ्लो पानी और पोषक तत्व प्रबंधन से संबंधित महत्वपूर्ण प्रौद्योगिकियां हैं।

- विभिन्न संरक्षित संरचनाओं में उगाई जाने वाली विभिन्न बागवानी फसलों के लिए ग्रो बैग्स, पॉट्स, NFT, DFT, एरोपोनिक्स के लिए प्रमुख और सूक्ष्म पोषक फर्टिगेशन शेड्यूलिंग को मानकीकृत किया जाना चाहिए।
- ऊर्ध्वाधर खेती में पानी और पोषक तत्वों के कुशल प्रबंधन के लिए फर्टिगेशन मशीनों, नियंत्रकों और सेंसर का उपयोग किया जाना चाहिए।
- EC, pH और TDS प्रबंधन पर प्रमुख ध्यान देने के साथ क्लोज्ड और ओपन लूप टाइप पानी और पोषक तत्व प्रबंधन रणनीतियों का ध्यान रखा जाना चाहिए।
- हाइड्रोपोनिक्स से संबंधित अधिकांश फर्टिगेशन प्रोटोकॉल एरोपोनिक्स हैं जो पुराने हैं और इसलिए स्वदेशी वर्टिकल फार्मिंग मॉडल के लिए बड़े मरम्मत और तदनुसार अद्यतन की आवश्यकता है।
- एयरोपोनिक्स मॉडल के लिए पानी और पोषक तत्व प्रबंधन से संबंधित संचालन दबाव, स्प्रे के चालू और बंद समय, नोजल की विशेषताएं महत्वपूर्ण मापदंड हैं।
- जल प्रवाह की गहराई, पानी की विशेषताएं, पोषक तत्वों के प्रकार, EC, pH, और TDS फर्टिगेशन शेड्यूलिंग हाइड्रोपोनिक्स मॉडल के लिए पानी और पोषक तत्व प्रबंधन से संबंधित महत्वपूर्ण मापदंड हैं।
- पानी में घुलनशील उर्वरक जैसे पोटेशियम नाइट्रेट, कैल्शियम नाइट्रेट, मोनो पोटेशियम फॉस्फेट, मोनो अमोनियम फॉस्फेट, मैग्नीशियम सल्फेट, संतुलित उर्वरक और अन्य उपयुक्त सूक्ष्म पोषक तत्व जैसे बोरॉन, लोहा, तांबा, मैंगनीज मुख्य रूप से केलेटेड रूपों में कुशल पानी और पोषक तत्व प्रबंधन के लिए उपयोग किए जाते हैं।
- ऊर्ध्वाधर खेती के विभिन्न मॉड्यूल के अंदर उगाई जाने वाली विभिन्न फसलों के लिए फसल जल उपयोग दक्षता और उत्पादकता की गणना की जानी चाहिए। सामान्य मिट्टी आधारित खेती के संबंध में यह सामान्य रूप से बहुत अधिक है।

ऊर्ध्वाधर खेती के प्रकार

हाइड्रोपोनिक्स

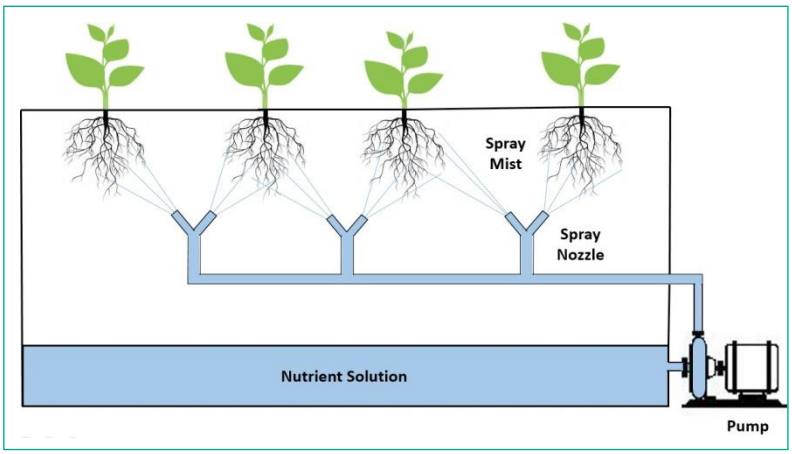
हाइड्रोपोनिक्स ऊर्ध्वाधर खेतों में उपयोग की जाने वाली प्रमुख बढ़ती प्रणाली है। इस प्रणाली में पौधों को मिट्टी से मुक्त पोषक तत्वों के घोल में उगाया जाता है। पौधों की जड़ों को ग्रो ट्रे में निहित पोषक घोल में इस तरह उगाया जाता है कि जड़ें घोल में डूबी रहती हैं। ट्रे के नीचे एक जलाशय, एक पानी पंप, और एक टाइमर का उपयोग करके ग्रो ट्रे को दिन में नियत समय पर पोषक तत्व के घोल से भरा जाता है। टाइमर को पौधों के आकार, पौधों की पानी और पोषक तत्वों की आवश्यकताओं, पौधों के विकास चक्र के साथ–साथ हवा के तापमान जैसे मापदंडों के आधार पर सेट किया जाता है। टाइमर द्वारा निर्धारित समय के आधार पर, ग्रो ट्रे को पोषक तत्व के घोल से तब तक भरा जाता है जब तक कि पानी पंप का उपयोग करके उसमें पानी भर न जाए। ट्रे में पानी भर जाने के बाद, गुरुत्वाकर्षण बल के कारण, अतिरिक्त घोल को जलाशय में वापस बहा दिया जाता है जहाँ यह अगले पानी भर जाने तक रहता है (चित्र 1)। हाइड्रोपोनिक्स प्रणाली में उपयोग किए जाने वाले आवश्यक पोषक तत्व कैल्शियम नाइट्रेट, पोटेशियम सल्फेट, पोटेशियम नाइट्रेट, मोनो पोटेशियम फॉस्फेट और मैग्नीशियम सल्फेट हैं। उपयोग किए जाने वाले सूक्ष्म पोषक तत्वों में बोरॉन, क्लोरीन, तांबा, लोहा, मैंगनीज, सोडियम, जस्ता, मोलिब्डेनम, निकल, कोबाल्ट और सिलिकॉन शामिल हैं।



चित्र 1 हाइड्रोपोनिक प्रणाली का योजनाबद्ध आरेख

एयरोपोनिक्स

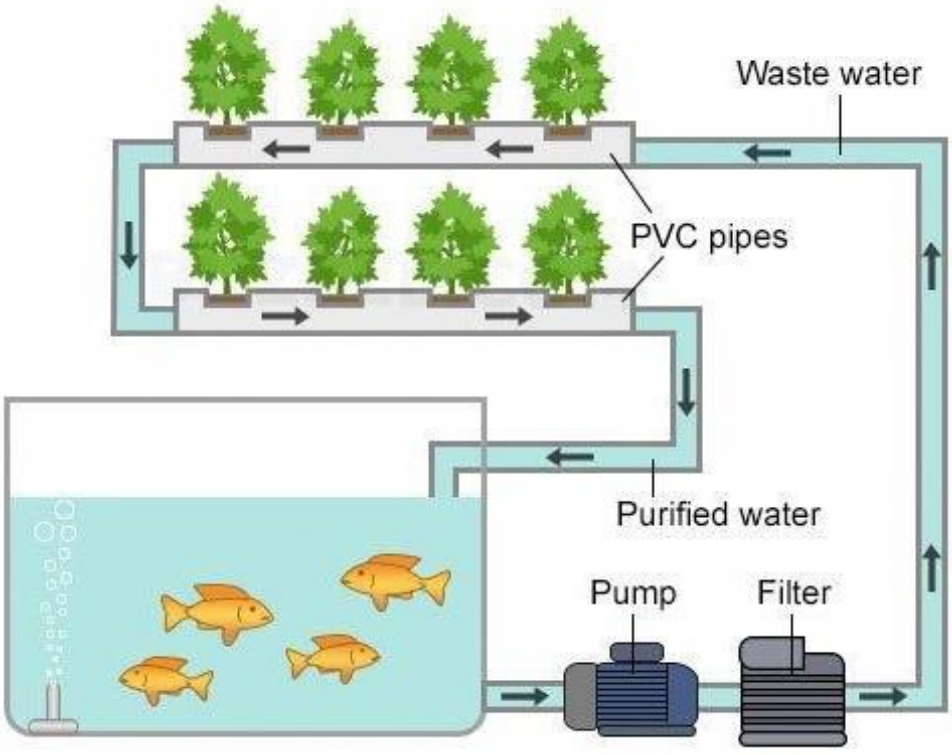
एरोपोनिक प्रणाली में, पौधों को ऐसे वातावरण में उगाया जाता है जहाँ बहुत कम पानी या धुंध और बिना मिट्टी वाली वातावरण का उपयोग किया जाता है। इस प्रणाली में पौधे की जड़ें हवा में लटकी रहती हैं। इसलिए, जड़ों को पर्याप्त ऑक्सीजन मिले यह सुनिश्चित करने के लिए एक महीन छिड़काव यंत्र का उपयोग करके निरंतर आधार पर पोषक तत्वों के घोल के साथ जड़ क्षेत्रों को गिला करके जड़ों को पोषण दिया जाता है (चित्र 2)। यह प्रणाली सबसे कुशल ऊर्ध्वाधर कृषि प्रणाली है, क्योंकि यह सबसे कुशल हाइड्रोपोनिक प्रणाली की तुलना में 90 प्रतिशत कम पानी का उपयोग करती है और यह देखा गया है कि पौधे अन्य प्रकार की हाइड्रोपोनिक प्रणालियों की तुलना में तेजी से बढ़ते हैं। इसके अलावा, उर्वरक उपयोग में 60 प्रतिशत की कमी आती है, जबकि फसल की पैदावार 45 से 75 प्रतिशत तक बढ़ जाती है। इन प्रणालियों में उगाए जाने वाले पौधों को खनिजों और विटामिनों की उच्च सांद्रता को तेज करने के लिए भी दिखाया गया है, जिससे पौधों को स्वस्थ और संभावित रूप से अधिक पौष्टिक हो जाते हैं।



चित्र 2 एयरोपोनिक प्रणाली के योजनाबद्ध आरेख

एक्वापोनिक्स

यह एक ही पारिस्थितिकी तंत्र में जलकृषि (टैंकों या तालाबों में मछली की स्थापना) और हाइड्रोपोनिक्स को जोड़ती है। मछली के टैंकों में उत्पाद की जाने वाली मछली, ऐसे अपशिष्ट का उत्पादन करती है जिसमें पोषक तत्वों की मात्रा अधिक होती है, जिसका उपयोग पौधों को बढ़ने वाली ट्रे में उगाने के लिए पोषक तत्व के रूप में किया जा सकता है। दूसरी ओर पौधे प्राकृतिक रूप से उस पानी को साफ करते हैं जिसमें मछली रहती है। मछली के टैंक से पानी, जो अमोनिया से भरपूर होता है, ग्रो ट्रे में परिचालित किया जाता है(चित्र 3)। वहां नाइट्रिफाइंग बैक्टीरिया, जो ग्रोथ बेड में पनपते हैं, जहां पौधे बढ़ रहे हैं, अमोनिया को पहले नाइट्राइट में परिवर्तित करते हैं, फिर नाइट्रेट्स में और अंत में ठोस को वर्मी कम्पोस्ट में बदल दिया जाता है, जिसका उपयोग पौधों द्वारा जैव उर्वरक के रूप में किया जा सकता है। यह पानी, जिसमें सभी अपशिष्ट विघटित हो जाते हैं और पौधों द्वारा पोषक तत्वों के रूप में उपयोग किए जाते हैं, मछली टैंक में वापस पुनर्नवीनीकरण किया जाता है। एक्वापोनिक्स प्रणाली का प्रमुख लाभ यह है कि पहले महीने तक इसकी सावधानीपूर्वक निगरानी करनी पड़ती है, लेकिन एक बार प्रणाली स्थापित हो जाने के बाद, हर सप्ताह केवल pH और अमोनिया के स्तर की निगरानी करनी होती है।



चित्र 2 एक्वापोनिक्स प्रणाली के योजनाबद्ध आरेख

ऊर्ध्वाधर खेती में चुनौतियां

ऊर्ध्वाधर खेती में कई चुनौतियां हैं, जिनका समाधान किया जाना है ताकि कृषि प्रणाली दुनिया भर में खाद्य पदार्थों की कमी को सुलझाने में सक्षम मुख्यधारा की खेती की प्रक्रिया बन सके । अभी के लिए सबसे बड़ी चिंता पैमाने की अर्थव्यवस्थाएं हैं। ऊर्ध्वाधर खेती प्रणाली वर्तमान में पैमाने की अर्थव्यवस्थाओं के लाभों को

क्षैतिज खेती के रूप में कुशलतापूर्वक उपयोग करने के लिए अच्छी तरह से सुसज्जित नहीं है। ऊर्ध्वाधर खेती के लिए बुनियादी ढांचे की स्थापना और बड़े पैमाने पर बड़े निवेश की आवश्यकता होती है। इसके अलावा, उत्पादन लागत और निवेश पर रिटर्न को देखते हुए ऊर्ध्वाधर खेती तुलसी, सीताफल या प्याज, ,जड़ी–बूटियों, फार्मास्युटिकल प्लांट्स जैसी हरी पत्तेदार सब्जियां उगाने के लिए उपयुक्त हो सकती है। एक ही ऊर्ध्वाधर कृषि सुविधा में कई प्रकार की फसलों या विभिन्न फसलों को उगाने के लिए एक बाधा है क्योंकि प्रत्येक फसल की अलग–अलग पर्यावरणीय आवश्यकताएं होती हैं और विभिन्न फसलों की जरूरतों के अनुरूप ऊर्ध्वाधर खेती की सुविधा के बनावट को बदलना बहुत मुश्किल होता है। यहां तक कि अगर यह संभव है, तो ऐसा करने की लागत बहुत बड़ी होगी। ऊर्ध्वाधर खेती से संबंधित अन्य लागतें जैसे श्रम लागत, ऊर्जा लागत और रखरखाव लागत भी ऊर्ध्वाधर खेतों के कार्य करने के लिए खुले खेत की स्थितियों में एक फसल के समान उत्पादन के लिए क्षैतिज खेती की तुलना में बहुत अधिक हैं । कुछ प्राकृतिक प्रक्रियाओं जैसे कि क्रॉस परागण को मैन्युअल रूप से करना पड़ता है जिसके लिए बहुत अधिक जनशक्ति और धन की आवश्यकता होती है।

कृषि प्रणाली ऊर्जा गहन प्रणाली है। भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली के शोधकर्ताओं के अनुसार, ऊर्जा के सबसे प्रभावी स्रोत (यह मानते हुए कि वे अपनी क्षमता के चरम पर कार्य करते हैं) भी पौधों की उच्च ऊर्जा आवश्यकताओं के कारण भारी लागत वहन करते हैं। इन लागतों से खेती की कुल लागत में वृद्धि होती है। संयंत्र सूक्ष्म पर्यावरण को नियंत्रित करने के लिए संरचना और उपकरणों की रखरखाव लागत अभी के लिए एक और महत्वपूर्ण निवारक कारक है।

ऊर्ध्वाधर खेती को आकर्षक बनाने के लिए तकनीकी हस्तक्षेप

फसल उत्पादन बड़ी मात्रा में डेटा का उत्पादन करता है और इसका विश्लेषण करना और प्रभावी फसल विकास के लिए अंतर्दृष्टि प्राप्त करना हमेशा महत्वपूर्ण हो जाता है। दिन–प्रतिदिन के कार्यों की सफलता प्रभावी डेटा संग्रह और विश्लेषण पर निर्भर करती है, जिसके लिए फसल विशिष्ट सिमुलेशन मॉडल की आवश्यकता होती है ताकि ये संरचनाएं संरचना में उगाई जाने वाली फसल के लिए विशिष्ट सभी जरूरतों का ध्यान रखते हुए न्यूनतम मानवीय हस्तक्षेप के साथ चल सकें।

हालांकि ऊर्ध्वाधर खेती क्षैतिज खेती का आशाजनक विकल्प प्रतीत होता है, यह तभी एक व्यवहार्य विकल्प हो सकता है जब उपरोक्त सभी चुनौतियों का समाधान किया जाए।

यद्यपि प्रौद्योगिकी के उन्नत उपयोग की सहायता से ऊर्ध्वाधर खेती का अभ्यास तेजी से बढ़ रहा है, फिर भी इन संरचनाओं को निवेश पर प्रतिफल और जटिलता के दृष्टिकोण से अधिक व्यवहार्य बनाने के लिए एक लंबा रास्ता तय करना है। निर्णय लेने की प्रक्रियाओं का समर्थन करने के लिए आसान डेटा संग्रह और विश्लेषण को सक्षम करने के लिए सूचना प्रौद्योगिकी (IT) की महत्वपूर्ण भूमिका है। वास्तव में, स्वचालन और IT को साथ–साथ चलना होगा ताकि कृषि क्षेत्र के सिद्धांतों को फसल उत्पादन प्रणाली के लिए प्रभावी ढंग से लागू किया जा सके।

भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली के मुख्य वैज्ञानिक डॉ. मुर्तुजा हसन के अनुसार, ऊर्ध्वाधर खेती को एक वास्तविकता बनाने के लिए प्रौद्योगिकी काफी उन्नत है, केवल विभिन्न प्रकार की तकनीकों को एक साथ लाया जाना चाहिए और एकीकृत कर किया जाना चाहिए ताकि एक बनावटी वातावरण में फसलों को घर के अंदर उगाया जा सके।

कई भारतीय स्थित फर्मों ने एक इंटरनेट ऑफ

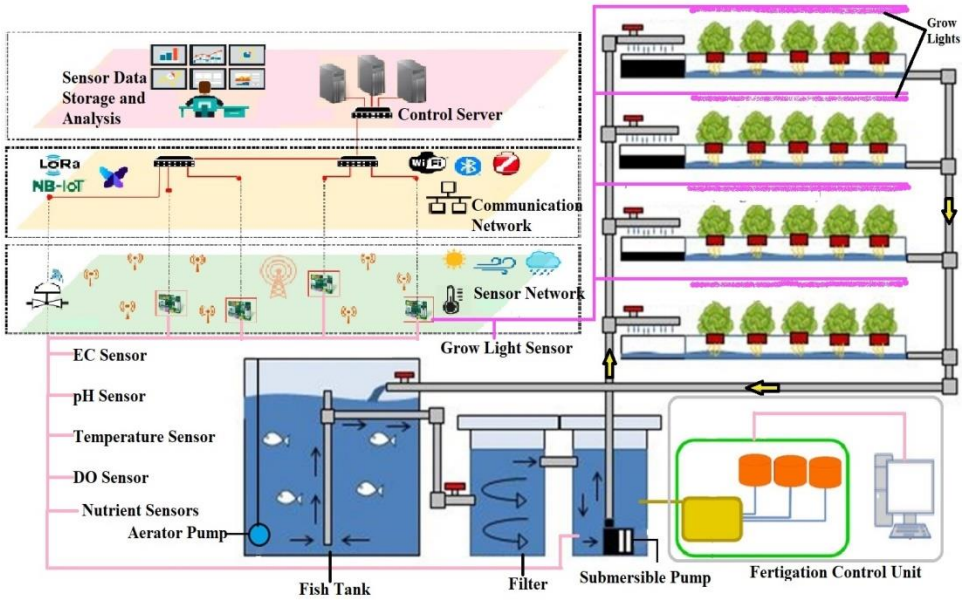
थिंग्स (IoT) आधारित समाधान विकसित किया है। जो कि कुशलता से उगाई जाने वाली पाक जड़ी–बूटियों और साग–सब्जियों के लिए अनुकूलतम परिस्थितियाँ प्रदान करता है ताकि उपयोगकर्ताओं को उगाने के बारे में पूर्व ज्ञान की आवश्यकता न हो तथा यह पौधों की वृद्धि के विभिन्न चरणों के दौरान आवश्यक पोषक तत्वों, सिंचाई, प्रकाश और अन्य महत्वपूर्ण मापदंडों की स्वचालित निगरानी और नियंत्रण प्रदान करता है और अन्य इनडोर या सटीक कृषि प्रौद्योगिकियों द्वारा संचालित है ताकि पोषक तत्व प्रबंधन, सिंचाई प्रबंधन, प्रकाश प्रबंधन और विकास क्षेत्र प्रबंधन जैसे विकास कार्यों को स्वचालित किया जा सके।

बड़े आंकड़े का विश्लेषण, IoT और सिमुलेशन मॉडलिंग की मदद से, वर्टिकल फार्म में बढ़ते पर्यावरण की लगातार निगरानी, परीक्षण, समीक्षा और भविष्य कहने वाला विश्लेषण का उपयोग करके सुधार किया जा सकता है। IoT में सेंसर का उपयोग करके ऊर्ध्वाधर खेती की आधार बनने की क्षमता है। प्रौद्योगिकी कंपनियां दिलचस्पी डेटा एकत्र करने के लिए वायरलेस सेंसर तैनात कर सकती हैं जैसे प्राकृतिक प्रकाश में परिवर्तन और तापमान, pH इत्यादि जैसी बढ़ती पर्यावरण जानकारी और IoT का उपयोग उन कार्यों को स्वचालित करने के लिए किया जा सकता है। ऐसे सेंसरों के साथ मिलकर, बुद्धिमान प्रणाली विकसित की जा सकती है जो संयंत्र की जरूरतों का आकलन कर सकती है और गणना कर सकती है कि क्या उन जरूरतों को उपलब्ध वातावरण से पूरा किया जा सकता है या नहीं। यदि नहीं, तो विकास की इष्टतम स्थितियों को पूरा करने के लिए संतुलन वृद्धि की स्थिति और कृत्रिम प्रकाश प्रदान या बनाया जा सकता है। इसके अलावा, यदि प्राकृतिक प्रकाश से पराबैंगनी का स्तर पौधों के लिए बहुत तीव्र है, तो स्विचेबल ग्लास जैसी तकनीकों के उपयोग से प्रकाश की तीव्रता को कम करने के प्रावधान किए जा सकते हैं। इस तरह के सेंसर भवन और मशीनरी के स्वास्थ्य पर रखरखाव दल (मानव और रोबोट दोनों) के स्वास्थ्य पर नियमित जानकारी प्रसारण कर सकते हैं ताकि स्थितियों को बनाए रखने के लिए सक्रिय कार्रवाई की जा सके।

CO_2 के स्तर, नमी की मात्रा और संरचनाओं के भीतर पोषण की स्थिति की निगरानी की जाती है, और पूरी तरह से एकीकृत कंप्यूटर प्रबंधन प्रणाली की मदद से अधिकतम बढ़ती परिस्थितियों को बनाए रखने के लिए नियंत्रित किया जाता है। IT कंपनियां ऐसी एकीकृत प्रणालियों के निर्माण में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती हैं, जिनका उपयोग किसान संबंधित मापदंडों को पूरी तरह से नियंत्रित करने के लिए दूर से कर सकते हैं। IoT ढांचा तीन कार्यात्मक परतों को समाहित और एकीकृत करके एक प्रमुख भूमिका निभा सकता है संवेदन परत, वितरण परत और नियंत्रण परत। संवेदन परत में पर्यावरणीय सेंसर होते हैं जो पर्यावरणीय परिस्थितियों जैसे pH, तापमान, मिट्टी की नमी आदि में बदलाव को महसूस कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, प्रकाश सेंसर वास्तविक समय में प्रकाश की तीव्रता के वितरण को दिखा सकता है। विभिन्न आवश्यक हस्तक्षेपों को तय करने के लिए संयंत्र के आकार की निगरानी के लिए वीडियो सेंसर उपयोगी होते हैं। इसके अलावा, वर्णक्रमीय विश्लेषण वास्तविक समय के आधार पर आगे के विश्लेषण और इलाज के लिए जैव–तनाव का संकेत दे सकता है।

वितरण परत विभिन्न प्रोटोकॉल जैसे Wi&Fi, Zwave, नियर फील्ड कम्युनिकेशन, ब्लूटूथ, मोबाइल–फोन टेक्नोलॉजी (2 जी / 3 जी / 4 जी) आदि का उपयोग करके संवेदन परत से कंट्रोल लेयर तक एकत्रित जानकारी को प्रदान करती है।

तीसरी परत बुद्धिमान नियंत्रण परत है, जिसमें क्लाउड कंप्यूटिंग सुविधाएं, व्यक्तिगत डिजिटल सहायक, नियंत्रक, विनियमन उपकरण और ऑपरेटिंग टर्मिनल शामिल हैं। इस परत में बेहतर फसल विकास के पक्ष में प्रासंगिक निर्णय लेने के लिए सिमुलेशन मॉडलिंग वाले बुद्धिमान प्रणाली शामिल हैं। इस तरह के सिमुलेशन मॉडलिंग कई बाधाओं जैसे मिट्टी की नमी, जैव–तनाव, मौसम पूर्वानुमान, वाष्पीकरण, फसल प्रबंधन प्रथाओं आदि पर विचार करते हुए संपूर्ण विश्लेषण के लिए विभिन्न प्रकार के अवलोकनों और संदर्भ डेटा का उपयोग कर सकते हैं। चित्र 4 ऐसे विश्लेषण के कुछ उदाहरण दिखाता है। LEDs को विशिष्ट स्पेक्ट्रम और तीव्रता के अनुरूप बनाया जा सकता है, हवादार, पानी के छिड़काव की मात्रा और यहां तक कि जड़ के तापमान को सटीक आवश्यक मात्रा में समायोजित किया जा सकता है।



चित्र 4 ऊर्ध्वाधर खेती में IoT के कार्यान्वयन का योजनाबद्ध आरेख

फसलों के भविष्य के विकास की भविष्यवाणी करने के लिए शोधकर्ताओं द्वारा इन भारी मात्रा में डेटा का उपयोग किया जाता है। इस प्रकार, IT कंपनियों के लिए विश्लेषण के लिए इन आंकड़ों को संग्रहीत और संसाधित करने की बहुत बड़ी गुंजाइश है। इस प्रकार, प्रौद्योगिकी का उपयोग भविष्य में खाद्यान्न उगाने के लिए ऊर्ध्वाधर खेती को प्रमुख अभ्यास बना सकता है।