

वर्टिकल फार्मिंग: शहरों में कृषि की नई दिशा

भावना धाकड़¹ आर. एस. राठौड़², प्रणिता राठौड़³

प्रस्तावना: -

शहरीकरण के बढ़ते दौर में, जमीन की कमी एक बड़ी समस्या बन चुकी है। इसके साथ ही, जनसंख्या की बढ़ती और परंपरागत कृषि की सीमाओं के कारण, खाद्य सुरक्षा एक प्रमुख चिंताजनक मुद्दा है। ऐसे माहौल में, वर्टिकल फार्मिंग एक नवीन और क्रांतिकारी समाधान के रूप में प्रकट हो रही है, जो न केवल स्थान की कमी को पूरा करती है, बल्कि पर्यावरणीय और आर्थिक दोनों हिस्सों में अद्वितीय लाभ प्रदान करती है।

वर्टिकल फार्मिंग क्या है?

वर्टिकल फार्मिंग को एक नवीन कृषि तकनीक के रूप में देखा जा सकता है, जहाँ पौधों को पारंपरिक रूप से जमीन पर नहीं बल्कि एक ऊर्ध्वाधर (वर्टिकल) ढाँचे में उगाया जाता है। इस पद्धति में मिट्टी के बजाय, पौधों को हाइड्रोपोनिक्स या ऐरोपोनिक्स जैसी तकनीकों के माध्यम से पोषित किया जाता है, जो उन्हें आवश्यक पोषक तत्व प्रदान करते हैं। वर्टिकल फार्मिंग का मुख्य लक्ष्य है अधिकतम फसल उत्पादन को सुनिश्चित करना, बहुत सीमित जगह का उपयोग करते हुए। इस प्रणाली को उन्नत प्रौद्योगिकी जैसे एलईडी लाइट्स, सेंसर, व क्लाइमेट कंट्रोल सिस्टम्स की मदद से सक्रिय रूप से संचालित किया जाता है, जिससे पौधों की वृद्धि को अत्यधिक कुशलतापूर्वक नियंत्रित किया जा सकता है।

शहरों में वर्टिकल फार्मिंग का महत्व

शहरीकरण के बढ़ते प्रभाव और खाद्य संकट के समाधान के रूप में वर्टिकल फार्मिंग का महत्व तेजी से बढ़ रहा है। विश्व की बढ़ती जनसंख्या और खाद्य उत्पादन के लिए उपलब्ध भूमि की कमी के चलते, खाद्य उत्पादन की चुनौतियां दिन-प्रतिदिन गंभीर होती जा रही हैं। संयुक्त राष्ट्र की 2018 की रिपोर्ट अनुसार, वर्ष 2050 तक दुनिया की 68% जनसंख्या शहरी क्षेत्रों में बस जाएगी, जिसके परिणामस्वरूप खाद्य सुरक्षा की समस्या और भी जटिल हो जाएगी। इस संदर्भ में, वर्टिकल फार्मिंग शहरी क्षेत्रों में खाद्य उत्पादन के लिए एक कारगर और संभावित समाधान के रूप में उभर रही है।

- वर्टिकल फार्मिंग के उपयोग से भूमि की सीमितता का समाधान:** वर्टिकल फार्मिंग छोटे स्थानों में भी अधिक उपज उत्पन्न करने की चुनौती का सामना कर सकती है। इसे शहरी इलाकों में उच्च भवनों के भीतर स्थापित किया जा सकता है, जिससे उपलब्ध भूमि का उत्तम तरीके से उपयोग संभव होता है।
- वर्टिकल फार्मिंग से परिवहन व्यय में कटौती:** परंपरागत कृषि पद्धतियों में किसानों को अपने उत्पादों को ग्रामीण क्षेत्रों से शहरी बाजारों तक पहुंचाने में महंगा परिवहन व्यय उठाना पड़ता है। वर्टिकल फार्मिंग को शहरों में ही विकसित किए जाने से न केवल परिवहन लागत में भारी बचत होती है, साथ ही, कार्बन

भावना धाकड़¹ आर. एस. राठौड़², प्रणिता राठौड़³

¹पीएचडी शोधार्थी, पीएचडी (उद्यान विभाग) सब्जी विज्ञान विभाग,

²सह आचार्य, उद्यान विभाग,

³पीएचडी शोधार्थी, पीएचडी (उद्यान विभाग) फल विज्ञान विभाग,

स्वामी केशवानन्द राजस्थान कृषि विश्वविद्यालय, बीकानेर 334006

उत्सर्जन भी कम होता है जिससे पर्यावरण पर हानिकारक प्रभाव कम होता है।

3. स्वास्थ्यप्रद खाद्य उत्पादन का एक आधुनिक तरीका: वर्टिकल फार्मिंग के अंतर्गत, पौधे निश्चित एवं नियंत्रित पर्यावरणीय स्थितियों में उगते हैं, जिससे वे मौसमी प्रतिकूलता से मुक्त रहते हैं। इस प्रक्रिया में कीटनाशकों व रासायनिक उर्वरकों का बहुत ही सीमित उपयोग होता है, साथ ही, हम इसमें जैविक खाद और जैविक रसायन के तरल का उपयोग कर सकते हैं। जिससे प्राप्त फसलें अधिक स्वास्थ्यवर्धक और प्राकृतिक होती हैं।

4. जल एवं ऊर्जा संरक्षण: वर्टिकल फार्मिंग परंपरागत खेती की तुलना में काफी कम पानी का उपयोग करती है। हाइड्रोपोनिक्स और एरोपोनिक्स जैसी नवीनतम तकनीकों के चलते, पानी का पुनः उपयोग करने की क्षमता में वृद्धि होती है, जिससे पानी की बर्बादी कम हो जाती है। इसके अतिरिक्त, खेती में LED लाइटिंग का प्रयोग किया जाता है, जो पारंपरिक लाइट स्रोतों की तुलना में कम ऊर्जा खपत करती है, इस प्रकार ऊर्जा की बचत में योगदान देती है।

⇒ इस तरह, वर्टिकल फार्मिंग न केवल पर्यावरण के अनुकूल है बल्कि संसाधनों का संरक्षण करते हुए भी स्वस्थ खाद्य उत्पादन सुनिश्चित करती है।

5. कीटनाशकों का कम उपयोग: वर्टिकल फार्मिंग में फसलें एक नियंत्रित और बंद वातावरण में उगाई जाती हैं, जिससे कीटों और बीमारियों के हमलों की संभावना काफी कम होती है। इसके परिणामस्वरूप कीटनाशकों और रसायनों का उपयोग भी न्यूनतम होता है। इससे उपभोक्ताओं को कीटनाशक-मुक्त और

स्वास्थ्यवर्धक खाद्य पदार्थ मिलते हैं, जो स्वास्थ्य के लिए बेहतर होते हैं।

6. कृषि नवाचार और डिजिटलीकरण: वर्टिकल फार्मिंग में स्मार्ट कृषि तकनीकों, सेंसर, और डेटा मॉनिटरिंग के उपयोग से किसानों को फसलों के बारे में बेहतर जानकारी मिलती है। इसका मतलब है कि खेती की प्रक्रिया को स्वचालित और डिजिटलीकृत किया जा सकता है, जिससे उत्पादकता और दक्षता में सुधार होता है। इसके साथ ही, आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI) और इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) जैसी तकनीकें भी वर्टिकल फार्मिंग को और अधिक कुशल बनाने में सहायक हैं।

7. जलवायु परिवर्तन के खिलाफ लचीलापन: जलवायु परिवर्तन और अनियमित मौसम भारत की पारंपरिक खेती के लिए बड़ी चुनौती बन चुके हैं। वर्टिकल फार्मिंग में तापमान, नमी, और प्रकाश जैसे तत्वों को नियंत्रित किया जा सकता है, जिससे फसलें जलवायु परिवर्तन से कम प्रभावित होती हैं। इससे किसानों को बेमौसम बारिश या सूखे जैसी प्राकृतिक आपदाओं के कारण फसल हानि से बचने में मदद मिलती है।

8. पारंपरिक खेती पर दबाव में कमी: वर्टिकल फार्मिंग के माध्यम से शहरी क्षेत्रों में खेती की जा सकती है, जिससे ग्रामीण क्षेत्रों पर कृषि के बोझ को कम किया जा सकता है। इससे ग्रामीण क्षेत्रों में भूमि का दबाव घटेगा और वहाँ की भूमि को अधिक स्थायी और पारंपरिक खेती के लिए उपयोग किया जा सकेगा। इससे ग्रामीण और शहरी दोनों क्षेत्रों के लिए संतुलित विकास का मार्ग प्रशस्त हो सकता है।

वर्टिकल खेती की उन्नत तकनीकें

1. **हाइड्रोपोनिक्स:** इस विधि में, पौधों को मिट्टी के बजाय पानी के माध्यम से उगाया जाता है, जिसमें सभी आवश्यक पोषक तत्व मिलाए जाते हैं। यह तकनीक न केवल पानी की खपत को घटाती है बल्कि पौधों के विकास को भी तीव्रता से बढ़ाती है।



4. **एलईडी लाइटिंग सिस्टम:** वर्टिकल फार्मिंग में पौधों की वृद्धि को नियंत्रित करने के लिए कृत्रिम प्रकाश स्रोतों का सहारा लिया जाता है। यहाँ, एलईडी लाइट्स का उपयोग सूर्य की रोशनी की कमी को पूरा करने के लिए किया जाता है। ये लाइट्स पौधों की खास जरूरतों के अनुसार प्रकाश की तीव्रता और रंग को समायोजित कर सकती हैं, जिससे उनकी वृद्धि में सुधार होता है। एलईडी लाइटिंग का लाभ केवल फसलों के उत्पादन में दीर्घकालिक वृद्धि नहीं है, बल्कि यह ऊर्जा की खपत को भी कम करता है। विशेषकर भारत में, इस तकनीक का उपयोग बंद स्थानों में वर्टिकल फार्मिंग के लिए तेजी से किया जा रहा है।



2. **एरोपोनिक्स:** इस तकनीक में, पौधों की जड़ें हवा में उतारान करते हुए उनपर पोषक तत्व युक्त जल का स्प्रे किया जाता है। यह विधि पानी और पोषक तत्वों के उपयोग को कारगर बनाती है, जिससे संसाधनों का अधिकतम दक्षतापूर्ण उपयोग संभव होता है।
3. **क्लाइमेट कंट्रोल:** वर्टिकल खेती में तापमान, आर्द्रता, और प्रकाश की मात्रा को कुशलतापूर्वक नियंत्रित करके, पौधों के लिए एक आदर्श वातावरण निर्मित किया जाता है। यह नियंत्रण न सिर्फ पौधों की वृद्धि को बढ़ाता है, बल्कि वर्ष भर निरंतर फसल उत्पादन को भी समर्थ बनाता है।

5. **स्मार्ट सेंसर और डेटा एनालिटिक्स:** वर्टिकल फार्मिंग में स्मार्ट सेंसर और डेटा एनालिटिक्स का प्रयोग पौधों के स्वास्थ्य, तापमान, नमी और पोषक तत्वों के स्तर की निगरानी के लिए किया जाता है। ये सेंसर स्वचालित रूप से पौधों की आवश्यकताओं की पहचान करते हुए पानी, पोषक तत्व और प्रकाश की आपूर्ति को अनुकूलित करते हैं।
6. **वर्टिकल टॉवर और मॉड्यूलर सिस्टम:** वर्टिकल फार्मिंग तकनीक में पौधों को उगाने के लिए विविध प्रकार के वर्टिकल टॉवर और मॉड्यूलर ढांचों का

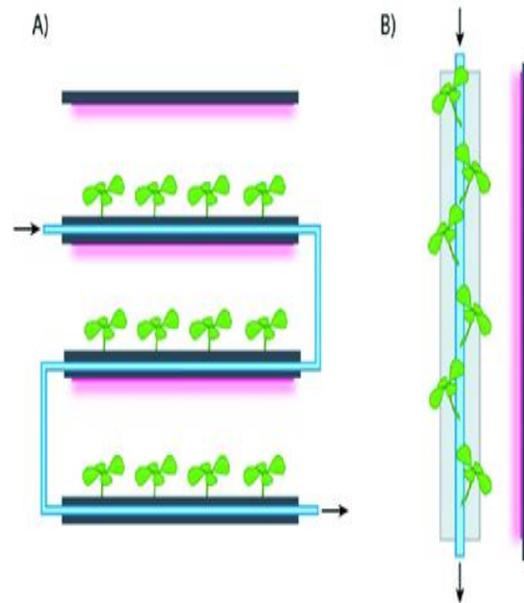
प्रयोग किया जाता है। ये संरचनाएँ कई स्तरों पर पौधों की खेती की अनुमति देती हैं, जिससे सीमित स्थान में अधिक उत्पादन संभव होता है। इस प्रणाली में पौधों की देखभाल और फसल की कटाई हेतु स्वचालित उपकरणों का समावेश भी किया जा सकता है। भारत के अनेक शहरी क्षेत्रों में वर्टिकल टॉवर के माध्यम से छतों और बालकनियों में सब्जियाँ उगाने के प्रयास किए जा रहे हैं।

7. कंट्रोल्ड एनवायरनमेंट एग्रीकल्चर: CEA तकनीक में वर्टिकल फार्मिंग के लिए एक नियंत्रित वातावरण का निर्माण किया जाता है, जिसमें तापमान, आकाशीय रोशनी, वेंटिलेशन और नमी का संयमित नियंत्रण होता है। इस विधि में पौधों को ऐसे वातावरण में उगाया जाता है जहाँ बाहरी मौसम की स्थितियों का उन पर कोई प्रतिकूल प्रभाव नहीं पड़ता। इसके माध्यम से पूरे वर्ष फसलें उगाई जा सकती हैं, जिससे उत्पादन की निरंतरता बनी रहती है। CEA तकनीक का उपयोग भारत में तेजी से बढ़ रहा है, क्योंकि यह कृषि की पारंपरिक विधियों की तुलना में कई लाभ प्रस्तुत करती है।

8. कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग: वर्टिकल फार्मिंग में कृषि उत्पादन की निगरानी और प्रबंधन के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) और मशीन लर्निंग का उपयोग हो रहा है। ये तकनीकें फसलों के विकास, जल उपयोग, पोषक तत्वों की आवश्यकताएँ, और प्रकाश की स्थितियों पर बेहतर डेटा विश्लेषण प्रदान करती हैं। AI के माध्यम से, किसानों को अपने वर्टिकल फार्म की सतत स्थिति की सटीक जानकारी मिलती है, जिससे वे फसल उत्पादन की प्रक्रियाओं को स्वचालित और बेहतर ढंग से अनुकूलित कर सकते हैं।

9. ड्रिप इरिगेशन प्रणाली: वर्टिकल फार्मिंग में जल का अधिकतम संरक्षण सुनिश्चित करने के लिए ड्रिप

इरिगेशन प्रणाली का उपयोग किया जाता है। इस प्रणाली के अंतर्गत, पौधों की जड़ों में धीरे-धीरे जल और पोषक तत्वों का वितरण किया जाता है, जो जल की बर्बादी को कम करता है। ड्रिप इरिगेशन के द्वारा पौधों को उनकी आवश्यकतानुसार पानी प्राप्त होता है, जिससे उनके विकास में सुधार होता है। यह तकनीक भारत में शहरी वर्टिकल फार्मिंग के लिए विशेष रूप से उपयुक्त है, खासकर जब जल की उपलब्धता सीमित हो।



10. क्लाउड-आधारित कृषि प्रबंधन प्रणाली: वर्टिकल खेती के संचालन में क्लाउड तकनीक का उपयोग फसल उत्पादन की निगरानी और प्रबंधन के लिए महत्वपूर्ण सिद्ध हुआ है। किसान अपने स्मार्टफोन या कंप्यूटर के माध्यम से अपने वर्टिकल फार्म का तापमान, आर्द्रता, प्रकाश और पोषण तत्वों की स्थिति को ट्रैक कर सकते हैं। इस प्रकार की तकनीक की मदद से, किसान अपने फार्म के हालात का सटीक आकलन कर सकते हैं और आवश्यकता के अनुसार सुधारात्मक कदम उठा सकते हैं, जिससे फसल की गुणवत्ता और उत्पादन में सुधार होता है।

चुनौतियाँ और संभावनाएँ

इस प्रकार की खेती को अपनाने में पहली और बड़ी बाधा उच्च प्रारंभिक निवेश लागत है, जो इसे कुछ हद तक दुर्गम बना देती है। इसके अतिरिक्त, तकनीकी ज्ञान और उससे संबंधित विशेषज्ञता की कमी इस क्षेत्र में आगे बढ़ने के लिए एक और प्रमुख चुनौती है। हालांकि, तकनीकी प्रगति और इस क्षेत्र में अधिकाधिक निवेश के साथ, वर्टिकल फार्मिंग की लागत कम होने की उम्मीद है।

सरकारी और निजी संस्थानों की सहभागिता से, इस क्षेत्र में अभिनव शोध और विकास को बढ़ावा दिया जा सकता है। उदाहरण के रूप में, जापान और सिंगापुर ने वर्टिकल फार्मिंग को कुशलतापूर्वक लागू किया है और उनके अनुभव अन्य देशों के लिए मार्गदर्शन का काम कर सकते हैं।

निष्कर्ष

वर्टिकल फार्मिंग शहरी कृषि के क्षेत्र में एक क्रांतिकारी प्रवृत्ति है। यह प्रणाली भूमि की सीमित उपलब्धता की समस्या को हल करने के साथ-साथ पर्यावरण और आर्थिक लाभ प्रदान करती है। आने वाले समय में, वर्टिकल फार्मिंग शहरीकरण की बढ़ती चुनौतियों का सामना करने और खाद्य सुरक्षा को सुनिश्चित करने में एक केंद्रीय भूमिका निभा सकती है। इसके प्रभावी कार्यान्वयन के लिए नवीनता, निवेश और उच्च-तकनीकी ज्ञान आवश्यक होगा।

संदर्भ सूची

1. शर्मा, ए., & सिंह, पी. (2020). वर्टिकल फार्मिंग: शहरी कृषि की नई दिशा. भारतीय कृषि अनुसंधान पत्रिका, 12(3), 45-53.
2. गुप्ता, आर. (2019). शहरी खेती में नवाचार: वर्टिकल फार्मिंग की भूमिका. योजना एवं विकास पत्रिका, 18(2), 67-74.

3. मिश्रा, एस. (2021). हाइड्रोपोनिक्स और वर्टिकल फार्मिंग: शहरी कृषि की नई तकनीक. कृषि विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी जर्नल, 14(1), 123-130.
4. वर्मा, के. (2022). वर्टिकल फार्मिंग और खाद्य सुरक्षा: शहरी कृषि की संभावना. पर्यावरण एवं कृषि अनुसंधान पत्रिका, 21(4), 89-95.
5. सिंह, डी., & पांडे, एम. (2023). भारत में वर्टिकल फार्मिंग की चुनौतियाँ और संभावनाएँ. आधुनिक कृषि विज्ञान जर्नल, 19(2), 112-118.