

ऊर्ध्वाधर कृषि (वर्टिकल फार्मिंग) एवं शहरी खेती की भूमिका



सौम्या पटेल^{1*},
मुस्कान श्रीपाल²,
आकांक्षा राजुरकर³,
संदीप पटेल⁴

¹पीएचडी स्कॉलर, आनुवंशिकी एवं पादप प्रजनन विभाग, कृषि महाविद्यालय, जेएनकेवीवी, जबलपुर, मध्य प्रदेश, भारत

²एमएससी, आनुवंशिकी एवं पादप प्रजनन विभाग, कृषि महाविद्यालय, जेएनकेवीवी, जबलपुर, मध्य प्रदेश, भारत

³एमएससी, आनुवंशिकी एवं पादप प्रजनन विभाग, कृषि महाविद्यालय, जेएनकेवीवी, जबलपुर, मध्य प्रदेश, भारत

⁴एमएससी, आनुवंशिकी एवं पादप प्रजनन विभाग, कृषि महाविद्यालय, जेएनकेवीवी, जबलपुर, मध्य प्रदेश, भारत

* अनुरूपी लेखक

सौम्या पटेल

विश्वभर में तेजी से बढ़ती जनसंख्या, तीव्र शहरीकरण, घटती कृषि भूमि और बदलते जलवायु पैटर्न के कारण खाद्य सुरक्षा अत्यंत चुनौतीपूर्ण होती जा रही है। पारंपरिक कृषि पद्धतियाँ इन चुनौतियों के बीच सीमित संसाधनों में पर्याप्त उत्पादन प्रदान करने में असमर्थ होती जा रही हैं। ऐसे परिदृश्य में ऊर्ध्वाधर कृषि (वर्टिकल फार्मिंग) एवं शहरी खेती जैसी अभिनव कृषि प्रणालियाँ नए समाधान प्रस्तुत करती हैं। इनमें पौधों को बहु-स्तरीय संरचनाओं, नियंत्रित वातावरण, लाइट इमिटिंग डायोड प्रकाश व्यवस्था, पोषक घोल आधारित प्रणालियों तथा स्मार्ट सेंसर तकनीक का उपयोग करके उगाया जाता है। वहीं शहरी खेती शहरों के भीतर व आसपास उपलब्ध छोटे स्थानों जैसे छत, बालकनी, दीवार, खाली प्लॉट एवं इनडोर क्षेत्रों में खेती को संभव बनाती है। ये तकनीकें उच्च उत्पादकता, जल संरक्षण, भूमि की बचत, कीटनाशक-मुक्त उत्पादन, पोषण सुरक्षा और स्थानीय आपूर्ति श्रृंखला को मजबूत करने में महत्वपूर्ण योगदान देती हैं। यह लेख वर्टिकल फार्मिंग और शहरी खेती की अवधारणा, तकनीक, महत्व, चुनौतियों और भविष्य की संभावनाओं का विस्तृत विश्लेषण प्रस्तुत करता है।



1. परिचय

विश्व जनसंख्या 2050 तक लगभग 9.7 अरब तक पहुँचने का अनुमान है, जिसके लिए खाद्य उत्पादन में 60-70% की अतिरिक्त वृद्धि आवश्यक होगी। दूसरी ओर कृषि योग्य भूमि तेजी से घट रही है

शहरीकरण, उद्योगीकरण, मृदा हास, जल संकट और जलवायु परिवर्तन के कारण पारंपरिक कृषि प्रणाली बढ़ती मांग को पूरा करने में संघर्ष कर रही है। ऐसे में ऊर्ध्वाधर कृषि और शहरी खेती आधुनिक कृषि के दो महत्वपूर्ण

मॉडल हैं, जो सीमित स्थान में अधिक उत्पादन की क्षमता रखते हैं। ये प्रणालियाँ पर्यावरण नियंत्रण, संसाधन दक्षता, तथा जलवायु परिवर्तन से अपेक्षाकृत स्वतंत्र तरीके से भोजन उत्पादन को संभव बनाती हैं। इन तकनीकों का

उपयोग आज विश्व के अनेक विकसित देशों में तेजी से बढ़ रहा है, और भारत में भी यह खाद्य सुरक्षा एवं पोषण सुधार के लिए एक मजबूत विकल्प के रूप में उभर रही हैं।

2. ऊर्ध्वाधर कृषि की अवधारणा
ऊर्ध्वाधर कृषि वह प्रणाली है जिसमें पौधों को ऊर्ध्व दिशा में कई स्तरों पर उगाया जाता है। इसे आमतौर पर इनडोर या संरक्षित वातावरण में किया जाता है, जहाँ तापमान, आर्द्रता, CO₂ स्तर, प्रकाश, पोषक तत्व और जल आपूर्ति सभी नियंत्रित रहते हैं।

मुख्य विशेषताएँ

1. बहु-स्तरीय रैक सिस्टम

- ✓ स्टील/एल्युमिनियम रैक पर कई स्तरों में पौधों को उगाया जाता है।
- ✓ छोटे क्षेत्र में उत्पादन 10-20 गुना तक बढ़ाया जा सकता है।

2. उन्नत तकनीकों का उपयोग

- ✓ हाइड्रोपोनिक्स, एरोपोनिक्स, एक्वापोनिक्स
- ✓ एलईडी ग्री लाइट्स, जलवायु नियंत्रण, स्मार्ट सेंसर

3. कंट्रोल्ड एनवायरनमेंट एग्रीकल्चर

- ✓ मौसम पर निर्भरता समाप्त
- ✓ वर्ष भर उत्पादन संभव

4. संसाधन दक्षता

- ✓ भूमि उपयोग कम
- ✓ पानी की बचत
- ✓ खाद एवं कीटनाशक उपयोग न्यूनतम

3. ऊर्ध्वाधर कृषि में उपयोग होने वाली तकनीकें

3.1 हाइड्रोपोनिक्स

हाइड्रोपोनिक्स एक *मृदा रहित कृषि प्रणाली* है जहाँ पौधों को पोषक घोल में उगाया जाता है।

- ✓ जड़ें सीधे पोषक तत्व अवशोषित करती हैं।

- ✓ पौधों की वृद्धि तेज होती है और उपज अधिक मिलती है।
- ✓ एनएफटी (पोषक फिल्म तकनीक), डीडब्ल्यूसी (गहन जल संवर्धन), ड्रिप हाइड्रोपोनिक्स आदि प्रणालियाँ प्रचलित हैं।

3.2 एरोपोनिक्स

यह एक उन्नत मृदा रहित तकनीक है जिसमें—

- ✓ पौधों की जड़ें हवा में लटकी रहती हैं।
- ✓ पोषक तत्वों की सूक्ष्म धुंध या मिस्ट स्प्रे की जाती है।
- ✓ पानी की बचत लगभग 90-95% तक।
- ✓ जड़ों में ऑक्सीजन उपलब्धता अधिक होने से वृद्धि दर तेजी से बढ़ती है।

3.3 एक्वापोनिक्स

यह प्रणाली हाइड्रोपोनिक्स + मत्स्य पालन का संयोजन है।

- ✓ मछलियों के अपशिष्ट पौधों के लिए पोषक तत्व प्रदान करते हैं।
- ✓ पौधे जल को पुनः शुद्ध करके मछलियों के लिए उपयुक्त बनाते हैं।
- ✓ यह एक प्राकृतिक, जैविक, और पर्यावरण-अनुकूल प्रणाली है।

4. शहरी खेती

शहरी खेती शहरों और आसपास के क्षेत्रों में भोजन उत्पादन की प्रक्रिया है। यह सीमित जगह में फसल, फल, सब्जियाँ, हर्ब्स, माइक्रोग्रीन्स, फूल तथा मछली पालन तक को शामिल कर सकती है।

मुख्य रूप

- ✓ रूफटॉप फार्मिंग
- ✓ बालकनी गार्डनिंग
- ✓ कंटेनर/पॉट गार्डनिंग
- ✓ वर्टिकल वॉल गार्डन
- ✓ सामुदायिक उद्यान

इनडोर खेती

विशेषताएँ

- ✓ उपलब्ध छोटे स्थानों का अधिकतम उपयोग
- ✓ परिवारों को ताज़ी सब्जियाँ उपलब्ध
- ✓ शहरों में हरित क्षेत्र बढ़ाना
- ✓ पर्यावरण प्रदूषण में कमी
- ✓ शहरी समुदायों में आत्मनिर्भरता

5. ऊर्ध्वाधर कृषि एवं शहरी खेती का महत्व

5.1 बढ़ती खाद्य मांग को पूरा करना

- ✓ कम भूमि में अधिक उपज
- ✓ 1 एकड़ के बराबर उत्पादन केवल 1/10 क्षेत्र में संभव

5.2 जलवायु परिवर्तन से सुरक्षा

- ✓ सूखा, बाढ़, पाला, लू अत्यधिक वर्षा जैसे प्रभाव नगण्य
- ✓ वर्ष भर उत्पादन की गारंटी

5.3 जल एवं भूमि संरक्षण

- ✓ भूमि उपयोग में 90% तक कमी
- ✓ पानी की बचत 80-95% तक
- ✓ मृदा अपरदन नहीं

5.4 कीटनाशक-मुक्त उत्पादन

- ✓ बंद वातावरण में कीट और रोग का दबाव कम
- ✓ सुरक्षित, स्वच्छ एवं पौष्टिक उत्पाद

5.5 स्थानीय खाद्य उपलब्धता और पोषण सुरक्षा

- ✓ शहरों में ताज़ा सब्जियाँ आसानी से उपलब्ध
- ✓ परिवहन लागत कम
- ✓ पोषक तत्वों का ह्रास कम

5.6 रोजगार एवं उद्यमिता के अवसर

- ✓ माइक्रोग्रीन्स उत्पादन
- ✓ हाइड्रोपोनिक यूनिट की स्थापना
- ✓ हॉर्टिकल्चर कंसल्टेंसी
- ✓ शहरी नर्सरी

- ✓ खाद्य वितरण एवं सप्लाई चेन स्टार्टअप
- ✓ प्रशिक्षण एवं वर्कशॉप बिज़नेस
- 6. संभावित चुनौतियाँ**
- ✓ **उच्च प्रारंभिक निवेश:** संरचना, एलईडी, सेंसर सिस्टम, पंप इत्यादि महंगे।
- ✓ **तकनीकी जानकारी की कमी:** किसानों और उद्यमियों को प्रशिक्षण की आवश्यकता।
- ✓ **ऊर्जा खपत:** एलईडी लाइट्स और पर्यावरण नियंत्रण प्रणाली अधिक बिजली मांगती हैं।
- ✓ **सिस्टम की निरंतर मॉनिटरिंग आवश्यक:** तापमान, EC, pH में छोटे बदलाव भी प्रभाव डालते हैं।
- ✓ **सीमित फसल विविधता:** मुख्यतः लेट्यूस, पालक, हर्ब्स, स्ट्रॉबेरी, टमाटर आदि तक सीमित।

7. भविष्य की संभावनाएँ

भारत में वर्टिकल फार्मिंग और शहरी कृषि की अत्यंत उज्वल संभावनाएँ हैं।

संभावित विकास और नवाचार

- ✓ सौर ऊर्जा आधारित वर्टिकल फार्म
- ✓ AI और मशीन लर्निंग आधारित फसल प्रबंधन
- ✓ IoT, स्मार्ट सेंसर और ऑटोमेशन
- ✓ शहरों में वर्टिकल फार्मिंग टावर
- ✓ शैक्षणिक संस्थानों में प्रायोगिक शिक्षण मॉडल
- ✓ स्मार्ट सिटी मिशन से जोड़कर शहरी खेती को बढ़ावा
- ✓ सस्टेनेबल आर्किटेक्चर में ग्रीन वॉल और ग्रीन रूफ का उपयोग

निष्कर्ष

ऊर्ध्वाधर कृषि एवं शहरी खेती बदलते परिवेश में कृषि का ऐसा आधुनिक स्वरूप है जो भविष्य की खाद्य चुनौतियों का स्थायी और प्रभावी समाधान प्रस्तुत करता है। ये तकनीकें कम भूमि, कम पानी, नियंत्रित वातावरण और उच्च उत्पादन जैसी विशेषताओं के कारण पारंपरिक खेती की सीमाओं को पार करती हैं। भारत में खाद्य सुरक्षा, पोषण सुधार, शहरी हरियाली, रोजगार वृद्धि और सतत कृषि को बढ़ावा देने में इन तकनीकों की भूमिका महत्वपूर्ण है। सही नीति समर्थन, तकनीकी प्रशिक्षण, अनुसंधान निवेश और सार्वजनिक जागरूकता के माध्यम से भारत में वर्टिकल फार्मिंग एवं शहरी खेती एक क्रांतिकारी कृषि प्रणाली का आधार बन सकती है।