NEW ERA AGRICULTURE MAGAZINE

हाइड्रोपोनिक्स: बुंदेलखंड की खेती के लिए एक वरदान

Pooja Singh*, Naushad Khan[a+], Neha Singh[b+], Sudhir Pal* and Shashwat Patel*

सारांश:-

बुंदेलखंड उत्तर प्रदेश और मध्य प्रदेश के 13 जिलों में फैला अर्ध-शुष्क क्षेत्र है, जहाँ अनियमित वर्षा, बार-बार पड़ने वाला सूखा, उथली और कम जलधारण क्षमता वाली मिट्टी तथा पानी की कमी खेती की सबसे बड़ी बाधाएँ हैं। हाइड्रोपोनिक्स, यानी मिट्टी के बिना पोषक घोल में पौधे उगाने की तकनीक, पारंपरिक खेती की तुलना में बहुत कम पानी में प्रति इकाई क्षेत्र अधिक उपज देती है और मिट्टी की कमज़ोरी से मुक्त है। यह लेख बुंदेलखंड के संदर्भ में हाइड्रोपोनिक्स की संभावनाओं, उपयुक्त फसलों के उदाहरणों, हाल के केस स्टडी, चुनौतियों और आगे की राह की चर्चा करता है। निष्कर्ष यह है कि हाइड्रोपोनिक्स गेहूँ-चना का विकल्प नहीं, बल्कि कम पानी में अधिक आय देने वाला पूरक मॉडल है, जो उच्च मूल्य वाली फसलों, हरे चारे और युवा उद्यमियों के लिए विशेष रूप से उपयोगी है।

मुख्य शब्द: हाइड्रोपोनिक्स, बुंदेलखंड, मृदा-रहित खेती, संरक्षित खेती, जल संरक्षण, हाइड्रोपोनिक चारा

AGRICULTURE MAGAZINE

1. प्रस्तावना:

भारतीय कृषि के सामने आज दोहरी चुनौती है: एक ओर बढ़ती जनसंख्या के लिए अधिक खाद्य उत्पादन करना है, दूसरी ओर घटते जल संसाधनों, बिगड़ती मिट्टी और जलवायु परिवर्तन के बीच यह काम करना है। ऐसे में ऐसी तकनीकों की ज़रूरत है जो कम ज़मीन और कम पानी में अधिक उत्पादन दे सकें। हाइड्रोपोनिक्स ऐसी ही एक तकनीक है, जिसमें पौधों की जड़ों तक आवश्यक पोषक तत्व पानी में घुले रूप में सीधे पहुँचाए जाते हैं।

बुंदेलखंड का नाम आते ही सूखा, पलायन और कर्ज़ की तस्वीर उभरती है। परंतु इसी क्षेत्र में हाल के वर्षों में स्ट्रॉबेरी जैसी फसलों ने दिखाया है कि सही तकनीक और बाज़ार मिलने पर यहाँ के किसान भी उच्च मूल्य

Pooja Singh*, Naushad Khan[a+], Neha Singh[b+], Sudhir Pal* and Shashwat Patel*
*Department of Agronomy, Chandra Shekhar Azad University of Agriculture and Technology, Kanpur, Uttar Pradesh, India
a+ Professor, Department of Agronomy, Chandra Shekhar Azad University of Agriculture and Technology, Kanpur, Uttar Pradesh, India
b+ Assistant Professor, Department of Extension education and Communication Management, College of Community science, ANDUAT, Kumarganj, U.P.

खेती कर सकते हैं। इस पृष्ठभूमि में यह प्रश्न स्वाभाविक है कि क्या हाइड्रोपोनिक्स इस क्षेत्र के लिए वरदान बन सकती है।

2. बुंदेलखंड की कृषि: मुख्य चुनौतियाँ

बुंदेलखंड क्षेत्र लगभग 71.6 लाख हेक्टेयर में फैला है और इसमें उत्तर प्रदेश के सात जिले (झाँसी, जालौन, ललितपुर, हमीरपुर, महोबा, बाँदा, चित्रकूट) तथा मध्य प्रदेश के छह जिले (सागर, टीकमगढ़, छतरपुर, पन्ना, दमोह, दतिया) आते हैं। यहाँ की खेती मुख्यतः वर्षा पर निर्भर है और रबी में गेहूँ, चना, मसूर, सरसों तथा खरीफ में उड़द, तिल, मूँगफली और अरहर प्रमुख फसलें हैं। क्षेत्र की प्रमुख समस्याओं और उनके संभावित हाइड्रोपोनिक समाधान को तालिका 1 में दर्शाया गया है।

तालिका 1. बुंदेलखंड की चुनौतियाँ और हाइड्रोपोनिक्स की भूमिका

चुनौती	स्थिति	हाइड्रोपोनिक्स से संभावित समाधान
जल की कमी	अनियमित वर्षा, बार-बार सूखा, नदियों का मौसमी प्रवाह	बंद परिसंचरण प्रणाली में पानी का पुनः उपयोग; वाष्पीकरण और रिसाव से हानि बहुत कम
कमज़ोर मिट्टी	उथली, पथरीली (राकर/पड़वा) मिट्टी; कम जैविक कार्बन; कहीं-कहीं लवणता	मिट्टी की आवश्यकता ही नहीं; कोकोपीट, परलाइट या केवल पोषक घोल पर खेती
अत्यधिक गर्मी	गर्मियों में तापमान 45 डिग्री सेल्सियस से ऊपर	नेट-हाउस/पॉलीहाउस में फैन-पैड और शेड-नेट से नियंत्रित तापमान
कम आय और पलायन	छोटी जोत, कम उत्पादकता, मज़दूरी के लिए पलायन	छोटे क्षेत्र से अधिक आय; युवाओं के लिए गाँव में उद्यम के अवसर
चारे की कमी	सूखे में हरे चारे का अभाव, पशुपालन पर संकट	हाइड्रोपोनिक चारा केवल 7-8 दिन में, बहुत कम पानी और जगह में

3. हाइड्रोपोनिक्स क्या है?

हाइड्रोपोनिक्स शब्द ग्रीक भाषा के *हाइड्रो* (जल) और *पोनोस* (श्रम) से बना है। इसमें पौधों की जड़ें पोषक घोल में डूबी रहती हैं या कोकोपीट, परलाइट, वर्मीक्युलाइट जैसे निष्क्रिय माध्यम में टिकी रहती हैं, जिन्हें ड्रिप द्वारा पोषक घोल दिया जाता है। घोल में नाइट्रोजन, फॉस्फोरस, पोटैशियम, कैल्शियम, मैग्नीशियम जैसे प्रमुख तथा लौह, जस्ता, बोरॉन जैसे सूक्ष्म पोषक तत्व संतुलित मात्रा में होते हैं। घोल का पीएच (सामान्यतः 5.5 से 6.5) और विद्युत चालकता (ईसी) नियमित रूप से जाँचकर नियंत्रित की जाती है।

4. बुंदेलखंड के लिए हाइड्रोपोनिक्स क्यों उपयोगी है

4.1 पानी की भारी बचत

जल-संकट वाले क्षेत्र में हाइड्रोपोनिक्स का सबसे बड़ा लाभ जल दक्षता है। बार्बोसा एवं सहयोगियों (2015) के तुलनात्मक अध्ययन में हाइड्रोपोनिक लेट्यूस के लिए लगभग 20 लीटर पानी प्रति किलो उपज लगा, जबकि पारंपरिक खेती में लगभग 250 लीटर, और उपज प्रति इकाई क्षेत्र लगभग 11 गुना अधिक रही। यही अध्ययन यह भी बताता है कि हाइड्रोपोनिक प्रणाली में ऊर्जा की खपत कई गुना अधिक होती है, इसलिए बुंदेलखंड जैसे धूप-बहुल क्षेत्र में सौर ऊर्जा का उपयोग इसकी आर्थिक और पर्यावरणीय सफलता की कुंजी है।

4.2 मिट्टी की सीमाओं से मुक्ति

राकर और पथरीली ज़मीन, जो परंपरागत फसलों के लिए कम उपयोगी मानी जाती है, पर भी नेट-हाउस बनाकर हाइड्रोपोनिक खेती की जा सकती है, क्योंकि इसमें पौधे ज़मीन से नहीं, पोषक घोल से पोषण लेते हैं। मृदा-जनित रोगों और सूत्रकृमि की समस्या भी घटती है।

रेस्टोरेंट और सुपरमार्केट जैसे खरीदार ऐसी उपज के लिए बेहतर दाम देते हैं।

4.4 पशुपालन को सहारा: हाइड्रोपोनिक चारा

बुंदेलखंड में पशुपालन आजीविका का महत्वपूर्ण स्रोत है, परंतु सूखे के वर्षों में हरे चारे का संकट गहरा जाता है। मक्का या जौ के बीज को ट्रे में अंकुरित

तालिका 3. हाइड्रोपोनिक खेती के लिए चयनित फसलों के उदाहरण

फसल	उपयुक्त विधि	अनुमानित अवधि	विशेषता / बाज़ार
लेट्यूस, पालक	एनएफटी, डीडब्ल्यूसी	30-45 दिन	शहरी बाज़ार, होटल-रेस्टोरेंट, सुपरमार्केट में अधिक माँग
धनिया, पुदीना, तुलसी	एनएफटी, विक	30-40 दिन	ताज़ी जड़ी-बूटियाँ; लगातार कटाई संभव
टमाटर (चेरी सहित)	ग्रो-बैग / ड्रिप	रोपाई के लगभग 60-70 दिन बाद तुड़ाई शुरू	लंबी तुड़ाई अवधि; चेरी टमाटर में अधिक दाम
खीरा (पार्थेनोकार्पिक)	ग्रो-बैग / ड्रिप	लगभग 40-50 दिन	कम अवधि में जल्दी आय; सलाद की माँग
रंगीन शिमला मिर्च	ग्रो-बैग / ड्रिप	लगभग 70-80 दिन	प्रीमियम बाज़ार; गुणवत्ता पर उच्च कीमत
स्ट्रॉबेरी	ए-फ्रेम / वर्टिकल, कोकोपीट	लगभग 2-2.5 माह	झाँसी क्षेत्र में पहले से बाज़ार और किसानों की रुचि
माइक्रोग्रीन्स (मूँग, सरसों, मूली, मेथी)	ट्रे, कोकोपीट/टिश्यू	7-15 दिन	बहुत कम जगह, कम पूँजी; स्वास्थ्य-जागरूक ग्राहक
हाइड्रोपोनिक चारा (मक्का, जौ)	ट्रे प्रणाली	7-8 दिन	डेयरी और पशुपालकों के लिए सस्ता हरा चारा

4.3 कम क्षेत्र में अधिक और साल भर उत्पादन

नियंत्रित वातावरण में मौसम की मार का असर कम होता है और वर्टिकल व्यवस्था से एक ही जगह में कई परत उगाई जा सकती हैं। इससे छोटी जोत वाले किसान भी 200-500 वर्ग मीटर के छोटे ढाँचे से नियमित आय प्राप्त कर सकते हैं।

4.3.1 कीटनाशकों में कमी और गुणवत्ता

संरक्षित वातावरण में कीट-रोगों का दबाव कम होता है, जिससे रसायनों की ज़रूरत घटती है और उपज की गुणवत्ता तथा एकरूपता बेहतर रहती है। होटल,

करके 7-8 दिन में लगभग 6 से 8 किलो हरा चारा प्रति किलो बीज प्राप्त किया जा सकता है। इसमें बहुत कम जल और स्थान लगता है और साल भर चारा मिल सकता है। झाँसी स्थित भारतीय चरागाह एवं चारा अनुसंधान संस्थान तथा कृषि विज्ञान केंद्र इस दिशा में तकनीकी मार्गदर्शन दे सकते हैं।

5. बुंदेलखंड के लिए उपयुक्त फसलों के उदाहरण

हाइड्रोपोनिक्स में वही फसलें लाभकारी होती हैं जिनकी बाज़ार में माँग और कीमत अधिक हो तथा जो कम अवधि में उपज दें। गेहूँ, चना जैसी अनाज-दलहन

फसलें इस तकनीक के लिए आर्थिक रूप से उपयुक्त नहीं हैं। तालिका 3 में कुछ संभावित फसलें दी गई हैं। अवधियाँ अनुमानित हैं और किस्म, मौसम व तकनीक के अनुसार बदलती हैं।

6. प्रारंभिक मॉडल: छोटी इकाई कैसे शुरू करें

नए किसान या युवा उद्यमी के लिए चरणबद्ध शुरुआत अधिक सुरक्षित है। एक व्यावहारिक रूपरेखा इस प्रकार है।

- **प्रशिक्षण:** कृषि विज्ञान केंद्र, कृषि विश्वविद्यालय या उद्यानिकी विभाग से पोषक घोल, पीएच-ईसी प्रबंधन और रोग नियंत्रण का प्रशिक्षण लें।
- **छोटी शुरुआत:** पहले 100-200 वर्ग मीटर में पत्तेदार सब्ज़ी, माइक्रोग्रीन्स या चारे से शुरू करें, फिर टमाटर-खीरा जैसी फसलों की ओर बढ़ें।
- **ढाँचा:** गर्मी रोकने हेतु शेड-नेट या फैन-पैड युक्त नेट-हाउस/पॉलीहाउस बनाएँ; राष्ट्रीय बागवानी मिशन में संरक्षित खेती के अनुदान का प्रावधान है, दरें व शर्तें राज्य के उद्यानिकी विभाग से पता करें।
- **ऊर्जा और जल:** सौर पंप तथा वर्षा-जल या स्थानीय जलस्रोत का उपयोग करें; पानी की गुणवत्ता (ईसी, खारापन) पहले जाँच लें।
- **बाज़ार:** उत्पादन से पहले होटल, रेस्टोरेंट, सुपरमार्केट, अस्पताल की कैंटीन या एफपीओ के माध्यम से खरीदार तय करें।
- **अभिलेख:** पोषक घोल, पीएच-ईसी, तापमान, कीट-रोग और बिक्री का नियमित रिकॉर्ड रखें, ताकि लागत और लाभ का सही आकलन हो सके।

7. चुनौतियाँ और समाधान

यह भी स्पष्ट है कि बुंदेलखंड में पर्याप्त कृषि भूमि है, इसलिए हाइड्रोपोनिक्स का उद्देश्य सामान्य फसलों को हटाना नहीं, बल्कि सीमित जल से उच्च मूल्य उत्पादन करना होना चाहिए। केन-बेतवा जैसी सिंचाई परियोजनाओं से जहाँ पानी उपलब्ध होगा, वहाँ पारंपरिक खेती मज़बूत होगी, जबकि जल-अभाव वाले क्षेत्रों में हाइड्रोपोनिक्स अतिरिक्त विकल्प रहेगा।

8. आगे की राह और सुझाव

- बुंदेलखंड के कृषि विश्वविद्यालयों और केवीके

तालिका 4. हाइड्रोपोनिक्स अपनाने में प्रमुख बाधाएँ और समाधान

बाधा	विवरण	संभावित समाधान
उच्च प्रारंभिक लागत	ढाँचा, पाइप, टैंक, पंप, नियंत्रण उपकरण महँगे	अनुदान, बैंक ऋण, एफपीओ/समूह आधारित साझा इकाइयाँ, चरणबद्ध विस्तार
तकनीकी ज्ञान की कमी	पीएच, ईसी, पोषक घोल और रोग प्रबंधन की जानकारी सीमित	केवीके और विश्वविद्यालय में प्रदर्शन इकाइयाँ और स्थानीय भाषा में प्रशिक्षण
बिजली और अत्यधिक गर्मी	पंप, पंखे और शीतलन में ऊर्जा की ज़रूरत; गर्मी में घोल का तापमान बढ़ना	सौर ऊर्जा, शेड-नेट, घोल टैंक को छाया या भूमिगत रखना
बाज़ार और विपणन	ग्रामीण मंडी में प्रीमियम दाम नहीं	अनुबंध खेती, ब्रांडिंग, शहरी खुदरा श्रृंखलाओं से सीधा जुड़ाव
जोखिम	पंप बंद होने या घोल बिगड़ने पर कुछ ही घंटों में फसल को नुकसान	बैकअप पंप, अलार्म-सेंसर, नियमित निगरानी

में हाइड्रोपोनिक प्रदर्शन इकाइयाँ स्थापित की जाएँ और इनके आर्थिक आँकड़े सार्वजनिक किए जाएँ।

- हाइड्रोपोनिक चारा इकाइयों को डेयरी सहकारी समितियों और गौशालाओं से जोड़ा जाए।
- युवा और महिला स्वयं सहायता समूहों के लिए माइक्रोग्रीन्स व पत्तेदार सब्ज़ियों की कम लागत वाली इकाइयों पर प्रशिक्षण और ऋण सुविधा दी जाए।
- सौर ऊर्जा से चलने वाले मॉडल विकसित किए जाएँ ताकि ऊर्जा लागत घटे।
- मूँग जैसी दलहनी फसलों के स्प्राउट्स और माइक्रोग्रीन्स पर शोध हो, जिससे क्षेत्र की परंपरागत फसलों का मूल्य-संवर्धन भी संभव है।
- दीर्घकालिक, बहु-स्थानीय परीक्षण हों, जिनमें जल उपयोग, ऊर्जा खपत, लागत-लाभ अनुपात और किसानों की स्वीकार्यता का मूल्यांकन हो।

9. निष्कर्ष

हाइड्रोपोनिक्स बुंदेलखंड की सभी समस्याओं का समाधान नहीं है, किंतु यह जल-अभाव, कमज़ोर मिट्टी और कम आय जैसी चुनौतियों के बीच नया रास्ता खोलती है। कम पानी में उच्च मूल्य की सब्ज़ियाँ, जड़ी-बूटियाँ, स्ट्रॉबेरी और हरा चारा पैदा करके किसान सीमित संसाधनों से बेहतर आय प्राप्त कर सकते हैं। झाँसी की स्ट्रॉबेरी सफलता, मध्य प्रदेश उद्यानिकी विभाग की पहल और स्थानीय विश्वविद्यालय के शोध यह संकेत देते हैं कि क्षेत्र इस दिशा में तैयार हो रहा है। इसकी सफलता प्रशिक्षण, सस्ती ऊर्जा, अनुदान और भरोसेमंद बाज़ार पर निर्भर करेगी। यदि इन्हें सुनिश्चित किया जाए तो हाइड्रोपोनिक्स सचमुच बुंदेलखंड के लिए वरदान साबित हो सकती है।

संदर्भ

1. Barbosa, G.L. et al. (2015). Comparison of land, water, and energy requirements of lettuce grown using hydroponic vs. conventional agricultural methods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(6): 6879-6891.
2. Singh, R.K., Singh, A., Singh, S. and Dwivedi, S.V. (2025). Vertical farming under protected cultivation for enhancing farmers' income in Bundelkhand. *Indian Horticulture*, 70(1): 16-19. https://epubs.icar.org.in/index.php/IndHort/article/view/142041
3. VerticalFarmDaily (20 मार्च 2025). India: Madhya Pradesh Horticulture Department awaits government nod for hydroponic systems (मूल रिपोर्ट: ETV Bharat). https://www.verticalfarmdaily.com/article/9715682/
4. Gaon Connection. Strawberry Brings Sweet Tidings to Bundelkhand Farmers. https://www.gaonconnection.com/kisan-connection/strawberry-brings-sweet-tidings-to-bundelkhand-farmers-2/articleshow/124902363.html

5. The Better India. 23-YO Uses Terrace Garden to Launch 'Strawberry Revolution' in Parched Bundelkhand. https://thebetterindia.com/248587/
6. Free Press Journal (31 जनवरी 2021). 23-year-old Gurleen Chawla brings 'strawberry revolution' in the parched lands of Bundelkhand.
7. Indian Masterminds. Growing strawberry in Uttar Pradesh (झाँसी 'स्ट्रॉबेरी फेस्टिवल' पर साक्षात्कार). https://indianmasterminds.com/features/change-makers/growing-strawberry-in-uttar-pradesh
8. ETV Bharat (दिसंबर 2024). Ken-Betwa River Link Project foundation stone news.

NEW ERA AGRICULTURE MAGAZINE