

## एग्रोफोरेस्ट्री के माध्यम से कार्बन संचयन की संभावनाएँ



### रीटा फ्रेडरिक्स

सीईओ, प्रेसिजन ग्रो (टेक विजिट आईटी प्राइवेट लिमिटेड की एक इकाई)

\*अनुरूपी लेखक  
रीटा फ्रेडरिक्स\*

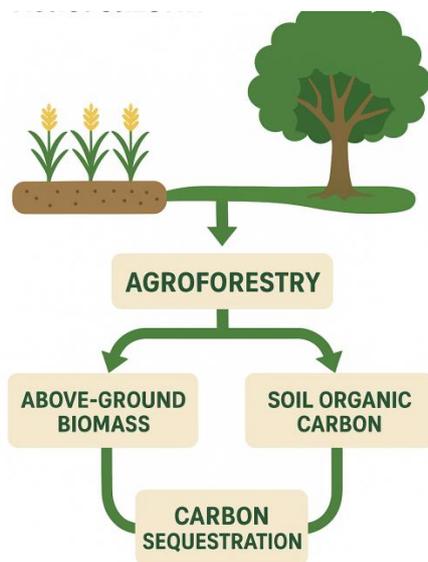
जलवायु परिवर्तन वर्तमान समय की सबसे गंभीर वैश्विक चुनौती है, जिसका प्रमुख कारण वायुमंडल में ग्रीनहाउस गैसों, विशेष रूप से कार्बन डाइऑक्साइड (CO<sub>2</sub>), की बढ़ती सांद्रता है। कृषि क्षेत्र न केवल जलवायु परिवर्तन से प्रभावित होता है, बल्कि कुछ हद तक इसके लिए उत्तरदायी भी है। ऐसे में एग्रोफोरेस्ट्री प्रणाली, जिसमें कृषि फसलों के साथ बहुवर्षीय वृक्षों और झाड़ियों का समन्वित प्रबंधन किया जाता है, एक प्रभावी जलवायु-शमन रणनीति के रूप में उभरकर सामने आई है। एग्रोफोरेस्ट्री वायुमंडलीय कार्बन को वृक्षों की जैवमात्रा तथा मिट्टी में स्थायी रूप से संग्रहीत कर कार्बन संचयन को बढ़ावा देती है। यह प्रणाली न केवल कार्बन उत्सर्जन को कम करती है, बल्कि किसानों की आय, मृदा स्वास्थ्य, जैव विविधता और कृषि स्थिरता में भी वृद्धि करती है। यह लेख एग्रोफोरेस्ट्री की अवधारणा, कार्बन संचयन की प्रक्रिया, विभिन्न एग्रोफोरेस्ट्री प्रणालियों की क्षमता, लाभ, चुनौतियाँ तथा भविष्य की संभावनाओं का विस्तृत विवेचन प्रस्तुत करता है।

### 1. परिचय

वैश्विक तापमान में निरंतर वृद्धि, अनियमित वर्षा, सूखा, बाढ़ और चरम मौसमी घटनाएँ जलवायु परिवर्तन के प्रत्यक्ष प्रमाण हैं। आईपीसीसी की रिपोर्टों के

अनुसार, वायुमंडलीय CO<sub>2</sub> की सांद्रता औद्योगिक युग के बाद से अभूतपूर्व स्तर तक पहुँच चुकी है। भारत जैसे कृषि प्रधान देश में, जहाँ बड़ी जनसंख्या आजीविका के लिए कृषि पर निर्भर है, जलवायु

परिवर्तन के प्रभाव अधिक गंभीर हो सकते हैं। इस संदर्भ में प्रकृति-आधारित समाधान जैसे एग्रोफोरेस्ट्री, जलवायु शमन और अनुकूलन दोनों के लिए अत्यंत उपयोगी सिद्ध होती है।



## 2. एग्रोफोरेस्ट्री की अवधारणा

एग्रोफोरेस्ट्री एक ऐसी भूमि उपयोग प्रणाली है जिसमें—

- कृषि फसलें,
  - वृक्ष/झाड़ियाँ,
  - और कभी-कभी पशुधन
- को एक ही इकाई में वैज्ञानिक ढंग से प्रबंधित किया जाता है।

### मुख्य विशेषताएँ

- बहु-स्तरीय वनस्पति संरचना
- सतत उत्पादन प्रणाली
- जैविक पदार्थों की निरंतर आपूर्ति
- पर्यावरणीय एवं आर्थिक लाभों का संतुलन

## 3. कार्बन संचयन: अवधारणा

कार्बन संचयन वह प्रक्रिया है जिसके अंतर्गत वायुमंडल से CO<sub>2</sub> को हटाकर उसे दीर्घकाल तक वृक्षों, पौधों और मिट्टी में संग्रहीत किया जाता है।

### कार्बन संचयन के प्रमुख भंडार

1. भूमिगत कार्बन
2. भूमि के ऊपर का जैवमात्रा कार्बन
3. भूमिगत जैवमात्रा
4. लकड़ी उत्पादों में संग्रहीत कार्बन

## 4. एग्रोफोरेस्ट्री में कार्बन संचयन की प्रक्रिया

### 4.1 वृक्षों द्वारा कार्बन अवशोषण

वृक्ष प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से CO<sub>2</sub> को अवशोषित कर अपनी तनों, शाखाओं, पत्तियों और जड़ों में कार्बन संग्रहीत करते हैं।

- दीर्घायु वृक्ष अधिक समय तक कार्बन संचित करते हैं।
- तेजी से बढ़ने वाली प्रजातियाँ प्रारंभिक वर्षों में उच्च कार्बन संचयन करती हैं।

### 4.2 मिट्टी में कार्बन संचयन

- पत्तियों का झड़ना
- जड़ों का क्षय
- जैविक पदार्थों का अपघटन

इन प्रक्रियाओं से मिट्टी में कार्बनिक कार्बन बढ़ता है, जो दीर्घकालिक कार्बन भंडार होता है।

## 4.3 अवशेष प्रबंधन और न्यूनतम जुताई

एग्रोफोरेस्ट्री में कम जुताई और जैव अवशेषों के संरक्षण से कार्बन का ऑक्सीकरण कम होता है और भंडारण बढ़ता है।

## 5. विभिन्न एग्रोफोरेस्ट्री प्रणालियाँ और कार्बन संचयन क्षमता

### 5.1 एग्री-सिल्वीकल्चर सिस्टम

(फसल + वृक्ष)

- गेहूँ/धान + पॉपलर, यूकेलिप्टस
- 3-10 टन C/हेक्टेयर/वर्ष तक संचयन संभव

### 5.2 सिल्वि-पाश्चर सिस्टम

(वृक्ष + चारागाह)

- मृदा कार्बन में तीव्र वृद्धि
- शुष्क क्षेत्रों के लिए अत्यंत उपयुक्त

### 5.3 एग्री-सिल्वि-पाश्चर सिस्टम

(फसल + वृक्ष + पशुधन)

- सर्वाधिक कार्बन संचयन क्षमता
- बहुआयामी आजीविका सुरक्षा

## 5.4 बागवानी आधारित एग्रोफोरेस्ट्री

- आम, अमरूद, आंवला, कटहल + दलहन/सब्जियाँ
- दीर्घकालिक कार्बन भंडारण एवं आय स्थिरता

## 6. एग्रोफोरेस्ट्री के माध्यम से कार्बन संचयन के लाभ

### 6.1 जलवायु परिवर्तन शमन

- CO<sub>2</sub> अवशोषण
- ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में कमी

### 6.2 मिट्टी की गुणवत्ता में सुधार

- एसओसी में वृद्धि
- जल धारण क्षमता बेहतर
- पोषक तत्व चक्रण में सुधार

## 6.3 जैव विविधता संरक्षण

- पक्षी, कीट, सूक्ष्मजीवों के लिए अनुकूल आवास
- परागण सेवाओं में वृद्धि

## 6.4 किसानों की आय में वृद्धि

- लकड़ी, फल, चारा, ईंधन
- जोखिम का विविधीकरण

## 6.5 कार्बन क्रेडिट की संभावनाएँ

- स्वैच्छिक कार्बन बाजार
- भविष्य में किसानों के लिए अतिरिक्त आय का स्रोत

## 7. भारत में एग्रोफोरेस्ट्री और कार्बन संचयन की स्थिति

भारत विश्व के उन देशों में अग्रणी है जहाँ—

- राष्ट्रीय एग्रोफोरेस्ट्री नीति (2014) लागू है।
- अनुमानतः 8-9% भौगोलिक क्षेत्र एग्रोफोरेस्ट्री के अंतर्गत है।
- पॉपलर, यूकेलिप्टस, बांस, नीम, शीशम प्रमुख वृक्ष हैं।

## 8. चुनौतियाँ

- कार्बन मापन एवं सत्यापन की जटिलता
- किसानों में तकनीकी जागरूकता की कमी
- वृक्षों की कटाई-परिवहन संबंधी कानूनी अड़चनें
- कार्बन बाजार तक सीमित पहुँच

## 9. समाधान एवं रणनीतियाँ

- सरल एमआरवी (मापन, रिपोर्टिंग, सत्यापन) प्रणाली
- केवीके एवं विश्वविद्यालयों द्वारा प्रशिक्षण
- डिजिटल टूल्स, रिमोट सेंसिंग, AI आधारित कार्बन आकलन
- नीति समर्थन एवं कार्बन वित्त पोषण

## 10. भविष्य की संभावनाएँ

- जलवायु अनुकूल कृषि में केंद्रीय भूमिका

- किसानों के लिए ग्रीन इनकम का नया मार्ग
- राष्ट्रीय स्तर पर निर्धारित अंशदान (एनडीसी) प्राप्ति में योगदान
- सतत विकास लक्ष्यों की पूर्ति

### निष्कर्ष

एग्रोफोरेस्ट्री जलवायु परिवर्तन से निपटने का एक प्रभावी, व्यावहारिक और किसान-अनुकूल उपाय है। यह प्रणाली वायुमंडलीय कार्बन को स्थायी रूप से संग्रहीत कर न केवल पर्यावरणीय लाभ प्रदान करती है, बल्कि किसानों

की आय, मिट्टी स्वास्थ्य और कृषि स्थिरता को भी मजबूत बनाती है। भारत जैसे विकासशील और कृषि प्रधान देश के लिए एग्रोफोरेस्ट्री आधारित कार्बन संचयन भविष्य की टिकाऊ कृषि एवं जलवायु रणनीति की आधारशिला बन सकता है।