AGRIFRONTLINE
THE VOICE OF SUSTAINABLE AGRICULTURE

12. मृदा कार्बन संचयन द्वारा जलवायु परिवर्तन का समाधान

Dr. Lalit Upadhyay[1], Mukesh Vishnoi[2], Dr. Vishal Kumar[3]

[1]Sr. Scientist Agroforestry
KVK Reasi, SKUAST Jammu
[2]M.Sc in Agronomy,
Dr. K N Modi University, Newai, Tonk, Rajasthan.
[3]Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agricultural Science and Technology,
Bhairav Talab Campus, MGKVP Varanasi
221311

परिचय

जलवायु परिवर्तन आज मानव सभ्यता के सामने सबसे बड़ी चुनौतियों में से एक है। वायुमंडल में ग्रीनहाउस गैसों, विशेषकर कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) की बढ़ती सांद्रता के कारण वैश्विक तापमान में लगातार वृद्धि हो रही है, जिससे सूखा, बाढ़, तूफान, समुद्र-स्तर वृद्धि तथा कृषि उत्पादकता में कमी जैसी गंभीर समस्याएँ उत्पन्न हो रही हैं। इस संकट से निपटने के लिए वायुमंडल से अतिरिक्त कार्बन को हटाकर उसे दीर्घकालिक रूप से सुरक्षित रूप में संग्रहीत करना आवश्यक है। इस संदर्भ में मृदा कार्बन संचयन (Soil Carbon Sequestration) एक प्रभावी और स्थायी समाधान के रूप में उभर रहा है।

मृदा कार्बन संचयन क्या है?

मृदा कार्बन संचयन वह प्रक्रिया है जिसके अंतर्गत वातावरण से कार्बन को हटाकर उसे मृदा के भीतर जैविक और अजैविक यौगिकों के रूप में दीर्घकालिक रूप से संग्रहीत किया जाता है। जब पौधे प्रकाश संश्लेषण के दौरान CO_2 अवशोषित करते हैं, तो उसका एक हिस्सा जड़ों के माध्यम से मिट्टी में पहुँचता है और सूक्ष्मजीव गतिविधियों तथा कार्बनिक पदार्थों के विघटन से मृदा में स्थायी कार्बन का निर्माण होता है।

मृदा कार्बन संचयन का महत्व

1. **ग्रीनहाउस गैसों में कमी**: मृदा कार्बन संचयन वातावरण से अतिरिक्त CO_2 हटाकर उसे स्थायी रूप से मिट्टी में संचित करता है, जिससे जलवायु परिवर्तन की गति धीमी होती है।
2. **मृदा स्वास्थ्य में सुधार**: इससे मृदा की संरचना बेहतर होती है, जल धारण क्षमता बढ़ती है तथा पोषक तत्वों की उपलब्धता सुधरती है।
3. **कृषि उत्पादकता में वृद्धि**: कार्बन-संपन्न मिट्टी अधिक उपजाऊ होती है, जिससे फसलों की वृद्धि बेहतर होती है और किसानों की आय बढ़ती है।
4. **जैव विविधता का संरक्षण**: मृदा में सूक्ष्मजीव गतिविधियाँ बढ़ने से पारिस्थितिक संतुलन बेहतर होता है।

ISSN: 3107-3638 (Online)

5. **दीर्घकालिक कार्बन भंडारण**: यह तकनीक कार्बन को सैकड़ों वर्षों तक सुरक्षित रखने की क्षमता रखती है।

मृदा कार्बन संचयन की प्रमुख तकनीकें

1. संरक्षण कृषि (Conservation Agriculture)

संरक्षण कृषि में न्यूनतम जुताई, फसल अवशेषों का प्रबंधन और फसल चक्र अपनाया जाता है। इससे मिट्टी का क्षरण कम होता है और कार्बनिक पदार्थों का स्तर बढ़ता है।

- **उदाहरण**: भारत के पंजाब और हरियाणा में ज़ीरो टिलेज तकनीक अपनाने से गेहूँ उत्पादन में वृद्धि के साथ मृदा कार्बन संचयन भी बढ़ा है।

2. जैविक खाद और कम्पोस्ट का उपयोग

जैविक खादें जैसे गोबर खाद, वर्मी कम्पोस्ट और हरी खाद मिट्टी में कार्बन की मात्रा बढ़ाने के लिए अत्यंत प्रभावी होती हैं।

- **अध्ययन**: आईसीएआर (ICAR) की एक रिपोर्ट के अनुसार जैविक खाद के नियमित प्रयोग से मृदा कार्बन में 15–20% तक वृद्धि संभव है।

3. एग्रोफॉरेस्ट्री (Agroforestry)

खेती के साथ पेड़ लगाने से मिट्टी में कार्बनिक पदार्थों का स्तर बढ़ता है और लंबी अवधि तक कार्बन भंडारण सुनिश्चित होता है।

- **उदाहरण**: सहारनपुर (उत्तर प्रदेश) में एग्रोफॉरेस्ट्री मॉडल के तहत आम और पॉपलर के पेड़ों के साथ खेती करने से मृदा कार्बन घनत्व में उल्लेखनीय वृद्धि हुई।

4. कवर क्रॉपिंग (Cover Cropping)

फसल कटाई के बाद खाली खेतों में हरी खाद वाली फसलें जैसे सनई, ढैंचा या क्लोवर बोना मिट्टी में कार्बन बढ़ाने में मदद करता है।

5. बायोचार (Biochar) का उपयोग

बायोचार कार्बन से समृद्ध चारकोल है जो मिट्टी में मिलाने पर दीर्घकालिक कार्बन भंडारण के साथ मिट्टी की उर्वरता बढ़ाता है।

- **शोध**: इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ सॉइल साइंस (IISS) की रिपोर्ट के अनुसार बायोचार के उपयोग से कार्बन स्थिरीकरण क्षमता 30–40% तक बढ़ सकती है।

मृदा कार्बन संचयन की वैश्विक पहलें

- **4 प्रति 1000 पहल (4 per 1000 Initiative)**: 2015 में पेरिस जलवायु सम्मेलन में प्रारंभ हुई इस पहल का उद्देश्य विश्वभर में मिट्टी के कार्बन स्टॉक को प्रति वर्ष 0.4% बढ़ाना है।
- **FAO (संयुक्त राष्ट्र खाद्य एवं कृषि संगठन)**: मृदा कार्बन संचयन को

ISSN: 3107-3638 (Online)

टिकाऊ कृषि का आधार मानते हुए विभिन्न देशों में जागरूकता कार्यक्रम चला रहा है।

- **भारत में प्रयास**: भारत सरकार के "मृदा स्वास्थ्य कार्ड योजना" और "राष्ट्रीय कृषि विकास योजना" के अंतर्गत किसानों को जैविक खाद और संरक्षण कृषि तकनीक अपनाने हेतु प्रोत्साहित किया जा रहा है।

मृदा कार्बन संचयन और जलवायु परिवर्तन समाधान का संबंध

जलवायु परिवर्तन को कम करने के लिए केवल उत्सर्जन घटाना पर्याप्त नहीं है, बल्कि पहले से वायुमंडल में मौजूद अतिरिक्त कार्बन को हटाना भी आवश्यक है। मृदा कार्बन संचयन इस दिशा में सबसे किफायती और व्यवहारिक समाधान है क्योंकि:

- यह बड़े पैमाने पर लागू किया जा सकता है।
- कृषि आधारित अर्थव्यवस्थाओं के लिए अनुकूल है।
- कार्बन ट्रेडिंग और कार्बन क्रेडिट्स से किसानों की आय में भी वृद्धि संभव है।

चुनौतियाँ

1. **तकनीकी ज्ञान की कमी**: ग्रामीण क्षेत्रों में किसानों के बीच नई तकनीकों को लेकर जागरूकता की कमी है।
2. **अल्पकालिक दृष्टिकोण**: किसान तत्काल लाभ को प्राथमिकता देते हैं, जबकि मृदा कार्बन संचयन के लाभ दीर्घकालिक होते हैं।
3. **वित्तीय संसाधन की कमी**: जैविक खाद, बायोचार और एग्रोफॉरेस्ट्री के लिए प्रारंभिक निवेश अधिक होता है।
4. **मॉनिटरिंग की समस्या**: कार्बन संचयन की सही माप और सत्यापन के लिए उन्नत तकनीक की आवश्यकता है।

समाधान एवं नीतिगत सुझाव

1. **प्रशिक्षण एवं जागरूकता**: किसानों के लिए प्रशिक्षण कार्यक्रम और फील्ड डेमो आयोजित किए जाएँ।
2. **वित्तीय सहायता**: सरकार को कार्बन क्रेडिट प्रणाली और सब्सिडी के माध्यम से किसानों को प्रोत्साहित करना चाहिए।
3. **अनुसंधान एवं विकास**: नई तकनीकों जैसे नैनोफर्टिलाइज़र और रिमोट सेंसिंग आधारित मृदा निगरानी को बढ़ावा देना चाहिए।
4. **समेकित नीति**: कृषि, पर्यावरण और ऊर्जा मंत्रालयों को मिलकर दीर्घकालिक

ISSN: 3107-3638 (Online)

कार्बन संचयन नीति तैयार करनी चाहिए।

निष्कर्ष

मृदा कार्बन संचयन न केवल जलवायु परिवर्तन का एक स्थायी समाधान है, बल्कि यह कृषि उत्पादकता और ग्रामीण अर्थव्यवस्था को भी मजबूत करता है। यदि इसे वैज्ञानिक दृष्टिकोण, नीतिगत समर्थन और किसान सहभागिता के साथ लागू किया जाए, तो भारत जैसे कृषि प्रधान देश न केवल जलवायु संकट का प्रभावी समाधान दे सकते हैं, बल्कि वैश्विक स्तर पर कार्बन न्यूट्रल अर्थव्यवस्था की दिशा में महत्वपूर्ण योगदान भी कर सकते हैं।

इस प्रकार, मृदा कार्बन संचयन को अपनाना समय की माँग है, जो न केवल जलवायु परिवर्तन की चुनौती का समाधान देगा, बल्कि एक हरित और स्थायी भविष्य का मार्ग भी प्रशस्त करेगा।

संदर्भ

1. Lal, R. (2020). Soil organic matter and water retention. *Agronomy Journal*, 112(5), 3265–3277.
2. Paustian, K., Lehmann, J., Ogle, S., Reay, D., Robertson, G. P., & Smith, P. (2016). Climate-smart soils. *Nature*, 532(7597), 49–57.
3. FAO (2021). Soil Organic Carbon: the hidden potential. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
4. Choudhary, M., Datta, A., Jat, H. S., et al. (2018). Changes in soil biology under conservation agriculture based sustainable intensification of cereal systems in Indo-Gangetic Plains. *Geoderma*, 313, 193–204.
5. Smith, P., Soussana, J. F., Angers, D., et al. (2020). How to measure, report and verify soil carbon change to realize the potential of soil carbon sequestration for atmospheric greenhouse gas removal. *Global Change Biology*, 26(1), 219–241.
6. ICAR (2022). Annual Report on Soil Health Management. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi.
7. Woolf, D., Lehmann, J. (2019). Microbial stabilization of biochar-derived carbon in soil. *Nature Communications*, 10, 1–10.
8. Lal, R. (2018). Digging deeper: A holistic perspective of factors affecting soil organic carbon sequestration in agroecosystems. *Global Change Biology*, 24(8), 3285–3301.
9. Government of India (2021). National Mission for Sustainable Agriculture. Ministry of Agriculture & Farmers Welfare.
10. Minasny, B., Malone, B. P., McBratney, A. B., et al. (2017). Soil carbon 4 per mille. *Geoderma*, 292, 59–86.

ISSN: 3107-3638 (Online)