



## मृदा कार्बन प्रच्छादन : जलवायु परिवर्तन की स्थिति में खाद्य सुरक्षा हेतु समाधान

अमरेश चौधरी<sup>1</sup>, अल्का रानी<sup>2</sup> एवं योगेश्वर सिंह<sup>1</sup>

<sup>1</sup>भाकृअनुप – राष्ट्रीय अजैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान, बारामती, (महाराष्ट्र)

<sup>2</sup>भाकृअनुप – भारतीय मृदा विज्ञान संस्थान, भोपाल, (मध्यप्रदेश)

\*संवादी लेखक का ई-मेल: amu8805@gmail.com

### सारांश

कृषि के मुख्यतः तीन प्रमुख स्तम्भ हैं— मिट्टी, पानी और बीज। परंतु गत कुछ दशकों में परंपरागत कृषि तकनीकों जैसे अत्यधिक जुताई, रासायनिक उर्वरकों और कीटनाशकों के अंधाधुंध प्रयोग एवं जैविक खाद के कम उपयोग, इत्यादि के कारण मिट्टी की गुणवत्ता में गिरावट आई है। मृदा में उपस्थित जैविक कार्बन उसके प्राणों के समान है, जो मृदा की भौतिक, रासायनिक एवं जैविक गुणों को बनाए रखने में काफी महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। जलवायु परिवर्तन एवं वैश्विक ऊष्मीकरण ने जैविक कार्बन की ह्रास की दर को और अधिक गति प्रदान की है, जिस कारण मिट्टी की उर्वरता घट रही है। अतः मृदा की गुणवत्ता को बनाए रखने एवं कार्बन प्रच्छादन को बढ़ाने के लिए अनुशंसित प्रबंधन विधियों को अपनाने की अत्यंत आवश्यकता है। अतः संरक्षण खेती, एकीकृत पोषक तत्वों का प्रबंधन, बंजर एवं निम्न कोटि की भूमि को उपजाऊ बनाना, मृदा अपरदन की रोकथाम, सिंचाई प्रबंधन एवं एकीकृत कृषि प्रणाली जैसी अनुशंसित प्रबंधन विधियों को अपना कर किसान फायदा भी कमा सकते हैं एवं पर्यावरण का संरक्षण करने में भी अपनी महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते हैं। वैज्ञानिकों के एक अनुमान के अनुसार अगर हम इन अनुशंसित प्रबंधन विधियों के द्वारा मृदा में 1 टन कार्बन की मात्रा को बढ़ाते हैं, तो फसलों की उपज में 20 से 40 किलोग्राम प्रति हेक्टेयर तक की वृद्धि संभव हो सकती है। इससे यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि कार्बन प्रच्छादन जलवायु परिवर्तन की समस्या के समाधान के साथ-साथ खाद्य सुरक्षा को बढ़ाने एवं हमें एक बेहतर भविष्य प्रदान करने में भी सक्षम है।

आज पूरा विश्व जलवायु परिवर्तन एवं वैश्विक ऊष्मीकरण (ग्लोबल वार्मिंग) की समस्या का शिकार हो रहा है। वर्तमान

समय में जलवायु परिवर्तन खाद्य सुरक्षा के लिए सबसे बड़ी चुनौती के रूप में प्रकट हुआ है और हमारे किसान इससे सबसे ज्यादा प्रभावित हो रहे हैं। आज किसानों को भविष्य को ध्यान में रखते हुए जलवायु परिवर्तन से बचने के लिए तैयार होने की अत्यंत आवश्यकता है। जलवायु परिवर्तन के कारण भविष्य में हमें कई प्रकार की समस्याओं जैसे अनियमित वर्षा, सूखा, बाढ़, आदि का सामना करना पड़ सकता है। इन सबका कृषि उत्पादकता पर हानिकारक प्रभाव पड़ सकता है। अतः हमें ऐसी कृषि की आवश्यकता होगी जो कि हमारे प्राकृतिक संसाधनों जैसे कि मृदा एवं पानी का समुचित संरक्षण करें, कृषि द्वारा उत्पन्न ग्रीन हाउस गैसों के उत्सर्जन को भी कम करें और कार्बन प्रच्छादन के द्वारा वायुमंडलीय कार्बन को मृदा में लंबे समय तक संरक्षित रखें। इन बातों को ध्यान में रखते हुए विश्व खाद्य संगठन ने जलवायु सहिष्णु कृषि तकनीक के विकास पर जोर दिया है। इसके अंतर्गत कृषि उत्पादन की उन विधियों की पहचान एवं कार्यान्वयन करना है, जो भविष्य के असामान्य जलवायु के जोखिम को कम करें एवं अच्छी उपज दें। इन उत्पादन विधियों (अनुशंसित प्रबंधन विधियों) में ना केवल वर्तमान परिस्थितियों का सहज करने की क्षमता, बल्कि भविष्य में होने वाली समस्याओं का मजबूती से सामना करने वाला होना चाहिए।

### जलवायु परिवर्तन का मृदा में उपस्थित कार्बन से संबंध

मृदा में मौजूद कार्बन का वायुमंडलीय तापमान के साथ बहुत गहरा संबंध है। बढ़ते ग्रीन हाउस गैसों की मात्रा से वायुमंडलीय तापमान में वृद्धि से मृदा में मौजूद जैविक कार्बन के ह्रास की दर तीव्र हो जाती है, जिससे मृदा में उपस्थित कार्बन की मात्रा तेजी से घटने लगती है। इसलिए विश्व के



उन भागों में जहाँ तापमान अधिक है, वहाँ जैविक कार्बन की मात्रा कम पाई जाती है और ठंडे प्रदेशों में जैविक कार्बन की मात्रा अधिक पाई जाती है। औद्योगिकरण, शहरीकरण एवं जीवाश्म ईंधन के प्रयोग से हाल के कुछ दशकों में ग्रीन हाउस गैसों की मात्रा में भारी वृद्धि हुई है। ग्रीन हाउस गैसों में मुख्यतः कार्बन डाई ऑक्साइड, नाइट्रस ऑक्साइड, मीथेन एवं क्लोरो फ्लोरो कार्बन आते हैं। इन गैसों के उत्सर्जन का मुख्य स्रोत जीवाश्म ईंधन का जलना, कृषि अपशिष्ट एवं फसल अवशेषों का जलना, वनों की कटाई, खेतों की अत्यधिक जुताई एवं रासायनिक उर्वरकों का अंधाधुंध प्रयोग, चारागाह एवं वनों का कृषि भूमि में परिवर्तन, आदि शामिल हैं। मृदा में मौजूद जैविक कार्बन के अपघटन से मृदा से निकलने वाले कार्बनडाइऑक्साइड की मात्रा और तीव्रता से बढ़ रही है, जो जलवायु परिवर्तन के संकट को और गहरा करती जा रही है। वैज्ञानिकों ने अपने अध्ययन में यह पाया है कि विश्व के कृषि योग्य भूमि से आधा से दो तिहाई गुना तक जैविक कार्बन का ह्रास हुआ है, जो मुख्यतः मृदा के कुप्रबंधन एवं अत्यधिक जुताई का परिणाम है। अतएव, कृषि भूमि पर अनुशंसित प्रबंधन पद्धतियों (चित्र 2) को अपनाने से ना केवल पर्यावरण पर सकारात्मक प्रभाव पड़ेगा, बल्कि हमारी खाद्य सुरक्षा एवं प्राकृतिक संसाधनों जैसे कि जलवायु एवं मृदा की गुणवत्ता में भी सुधार होगा।

### मृदा कार्बन प्रच्छादन

मृदा कार्बन प्रच्छादन का तात्पर्य है, वायुमंडल में मौजूद कार्बनडाइऑक्साइड को बहुत लंबे समय तक कार्बनिक पदार्थों के रूप में मृदा में संग्रहित करना एवं वायुमंडल में उसकी मात्रा को कम करना है। इस संदर्भ में मृदा प्रबंधन एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। सीधे तौर पर कहा जाए तो भूमि कार्बनडाइऑक्साइड का स्रोत एवं अवशोषक दोनों की तरह कार्य करता है। यह इस बात पर निर्भर करता है कि हम उसका प्रबंधन कैसे कर रहे हैं। अगर हम भूमि का प्रबंधन उसकी उपयोगिता के आधार पर करेंगे, तो भूमि कार्बन के अवशोषक के रूप में कार्य करेगी। भूमि का कार्बन अवशोषक होने का मतलब है कि विभिन्न अनुशंसित कृषि विधियों के द्वारा भूमि कार्बन पदार्थ की मात्रा में बढ़ोतरी करना। भूमि का कुप्रबंधन उसे एक औद्योगिक मशीन की तरह बना देगी जो वातावरण में कार्बनडाइऑक्साइड की मात्रा को बढ़ाते रहेगी। मृदा में कार्बन प्रच्छादन करने की सामान्य विधि में मुख्यतः खेतों में पलेवा का प्रयोग करना, न्यूनतम जुताई, एकीकृत पोषक तत्वों का प्रबंधन, समन्वित कीट प्रबंधन एवं प्रिसिषन खेती है। अत्यधिक जुताई के द्वारा भी कार्बनिक पदार्थों की मात्रा कम होती है, जिससे मिट्टी में संरक्षित जैविक कार्बन वायुमंडल के संपर्क में आती है एवं सूक्ष्मजीवों द्वारा उनका अपघटन तीव्र होता है। इसके साथ ही जुताई मिट्टी को भुरभुरी बना देती है, जिससे मृदा अपरदन की समस्या भी बढ़ जाती है।

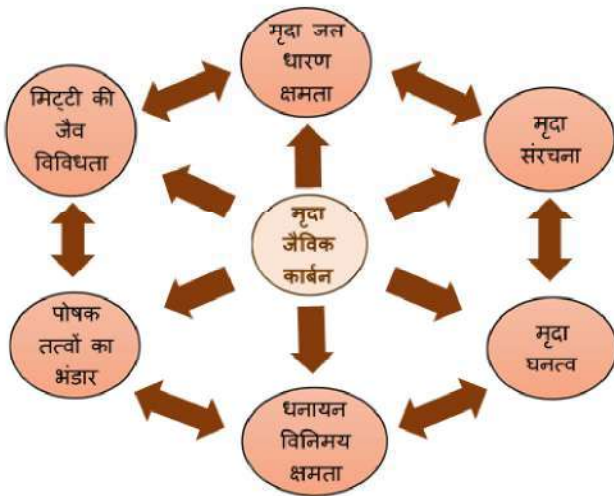
### पारंपरिक एवं अनुशंसित प्रबंधन विधियों के बीच का तुलनात्मक अध्ययन

पारंपरिक विधियां	अनुशंसित प्रबंधन विधियां
1. फसल अवशेषों को जलाना एवं अवशेषों को खेतों से हटाना	1. फसल अवशेषों का पलेवा के रूप में प्रयोग करना
2. खेतों की अत्यधिक जुताई	2. संरक्षण एवं न्यूनतम जुताई
3. फसलों के ना होने पर उन्हें परती छोड़ देना	3. आवरण फसलों का प्रयोग
4. लगातार एक ही फसल का उत्पादन	4. फसल चक्र का प्रयोग
5. केवल रासायनिक उर्वरकों का अधिकतम प्रयोग	5. समन्वित पोषक तत्वों का प्रयोग
6. सिंचाई हेतु भारी मात्रा में जल का प्रयोग	6. नई विधियों जैसे कि फुहारा एवं टपक सिंचाई तकनीक का प्रयोग
7. रासायनिक कीटनाशकों का प्रयोग	7. समेकित कीट प्रबंधन



## मृदा में मौजूद जैविक कार्बन का महत्व

मृदा में मौजूद जैविक कार्बन उसके आत्मा की तरह है। जिस प्रकार शरीर से आत्मा के निकल जाने से उसकी मृत्यु हो जाती है, उसी प्रकार मिट्टी से कार्बनिक पदार्थों का क्षय उसके गुणवत्ता को कम करती है। जैविक कार्बन मृदा के भौतिक, रासायनिक एवं जैविक गुणों को प्रभावित करता है (चित्र. 1)। मिट्टी में कार्बनिक पदार्थों की प्रचुर मात्रा होने पर मृदा की जलधारण क्षमता बढ़ती है, जो भूमि के जल स्तर को बढ़ाने के लिए अत्यंत आवश्यक है। मृदा में उपस्थित जैविक कार्बन उसकी जैव विविधता को भी प्रभावित करती है। यह कार्बनिक पदार्थ उन सूक्ष्मजीवों का मुख्य भोजन होता है जो मृदा में मौजूद अपशिष्ट को सड़ा-गलाकर उनमें मौजूद पोषक तत्वों को पौधों के लिए उपयुक्त रूप में परिवर्तित करते हैं एवं मृदा की उर्वरता को भी बढ़ाते हैं। इसके अतिरिक्त मृदा में मौजूद सूक्ष्मजीव विभिन्न प्रकार के कार्बनिक पदार्थों का निर्माण करते हैं, जो कि मृदा के स्वास्थ्य एवं फसलों की उत्पादकता को बढ़ाने में सहायक होते हैं।



चित्र 1 मृदा में मौजूद जैविक कार्बन का महत्व कार्बन प्रच्छादन हेतु मृदा प्रबंधन की प्रमुख विधियां

### 1. शून्य जुताई एवं संरक्षण खेती

पारंपरिक जुताई एवं मृदा अपरदन जैविक कार्बन की मात्रा के तीव्र गति से ह्रास होने का मुख्य कारण है। अतः पारंपरिक

जुताई के स्थान पर शून्य जुताई या संरक्षण जुताई का प्रयोग, फसल चक्र में दलहनी फसलों का प्रयोग, ग्रीष्म ऋतु में शुष्क एवं अर्द्धशुष्क क्षेत्रों में परती भूमि को फसल अवशेषों से ढकने, आदि से मृदा अपरदन की गति में कमी आती है, साथ ही साथ जैविक कार्बन की मात्रा में भी बढ़ोतरी होती है। पलेवा के प्रयोग से मृदा में नमी की मात्रा भी अधिक समय तक बनी रहती है। संरक्षण जुताई का प्रयोग लंबे समय तक करने से मृदा द्वारा उत्पन्न ग्रीन हाउस गैसों की मात्रा में भी कमी आती है।

संरक्षण खेती एक ऐसी कृषि उत्पादन तकनीक है जिसके तीन मुख्य भाग हैं— (1) न्यूनतम जुताई, (2) फसल चक्र एवं (3) फसल अवशेषों का पलेवा (मल्लिचग) के रूप में प्रयोग। यह ना केवल फसल की उत्पादकता को बढ़ाता है, बल्कि मृदा को जल एवं वायु अपरदन से भी बचाता है। यह मृदा की गुणवत्ता में सुधार एवं जैवविविधता को बढ़ाने में भी सहायक होता है।

### 2. आवरण फसल

संरक्षण जुताई अपनाते का अधिकतम लाभ फसल चक्र में आवरण फसलों को शामिल करने पर होता है। दलहनी फसलों का फसल चक्र में समावेश जैवविविधता को बढ़ाता है एवं कार्बन प्रच्छादन की क्षमता का संवर्धन भी करता है। वैज्ञानिकों ने अपने शोध में इस बात को प्रतिस्थापित भी किया है कि मृदा में उचित जैवविविधता अधिकतम कार्बन प्रच्छादन करने में सहायक होती है।

### 3. एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन

एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन से तात्पर्य पोषक तत्वों के सभी संभावित स्रोतों जैसे जैव उर्वरकों, खाद, कंपोस्ट, वर्मिकंपोस्ट, हरी खाद एवं रासायनिक उर्वरकों का फसलों में संतुलित मात्रा में प्रयोग करना है, ताकि मृदा की उर्वरता भी बनी रहे एवं फसलों की उत्पादकता पर कोई प्रतिकूल प्रभाव ना पड़े। केवल रासायनिक उर्वरकों के प्रयोग से मृदा के स्वास्थ्य तथा वातावरण पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है एवं किसानों पर आर्थिक बोझ भी बढ़ता है। इसीलिए एकीकृत पोषक तत्वों के प्रबंधन से कम लागत में बेहतर कृषि उत्पादन किया जा सकता है एवं मृदा स्वास्थ्य को भी सुरक्षित रखा



जा सकता है। एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन से मृदा की कार्बन प्रवर्धन क्षमता में भी वृद्धि होती है।

#### 4. समस्या ग्रस्त मृदा का सुधार

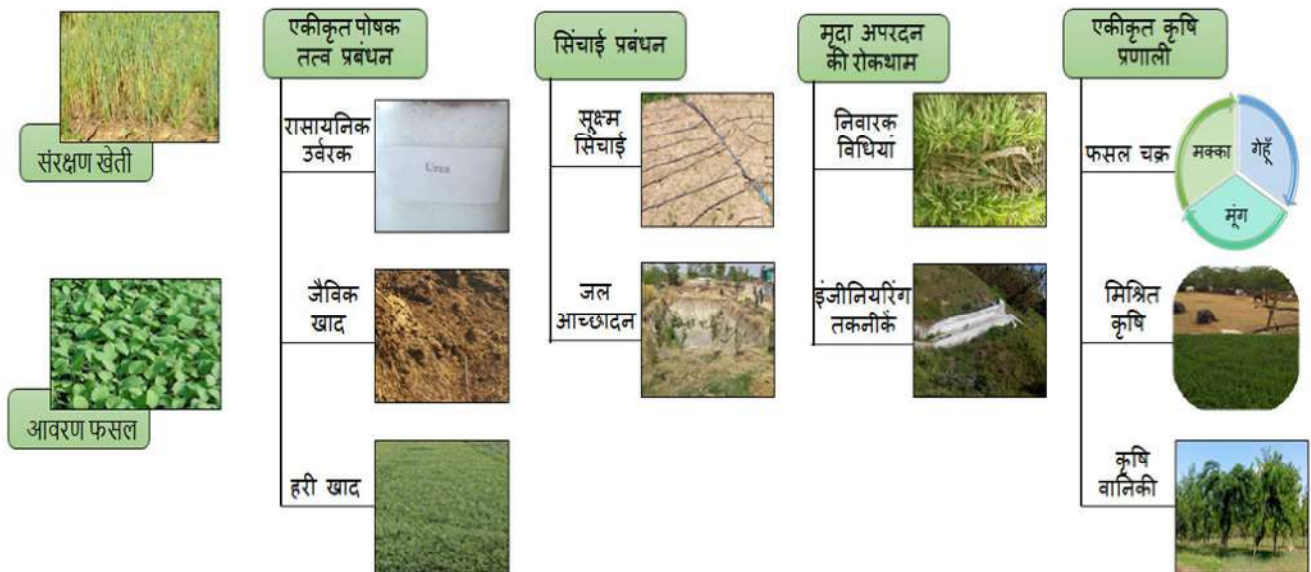
समस्या ग्रस्त मृदा में मुख्यतः अम्लीय, क्षारीय एवं लवणीकृत मृदा होती हैं, इनमें पोषक तत्वों का असंतुलन पाया जाता है। अम्लीय मृदा में लौह तत्व की अधिकता फसलों में इसकी विषाक्तता को उत्पन्न करती है, जबकि क्षारीय मृदा में इसकी भारी कमी पाई जाती है। लवणीकृत मृदा में लवणों की अधिक मात्रा पौधों की जड़ों से पानी के सोखने की क्षमता कम करती है, जो फसलों के विकास पर प्रतिकूल प्रभाव डालती है। अम्लीय मृदा में चूने के प्रयोग एवं क्षारीय मृदा में जिप्सम के प्रयोग से सुधार किया जा सकता है। लवणीय मृदाओं का सुधार, उच्च गुणवत्ता वाले पानी के द्वारा लवणों के निक्षालन से संभव है। खाद, कंपोस्ट एवं हरी खाद के प्रयोग से इनमें कार्बन की मात्रा बढ़ सकती है, जिसके परिणाम स्वरूप इन समस्या ग्रस्त खेतों में सकारात्मक परिवर्तन आ सकता है। इनके समुचित प्रबंधन से इनकी उर्वरा शक्ति को पुनः स्थापित किया जा सकता है। निम्न कोटि एवं बंजर भूमि पर कृषि

वानिकी के द्वारा मृदा अपरदन की रोकथाम करके कार्बन प्रवर्धन को बढ़ाया जा सकता है।

#### 5. सिंचाई प्रबंधन

भारत में लगभग 85% पानी का प्रयोग केवल कृषि में सिंचाई के लिए होता है, परंतु सिंचाई में प्रयुक्त होने वाले पानी का बहुत कम ही भाग पौधों को प्राप्त हो पाता है। इसका कुछ भाग वाष्पीकृत हो जाता है, कुछ भाग मिट्टी में रिसकर गहराई में चला जाता है एवं कुछ भाग बह जाता है। अतः सिंचाई का दक्षता पूर्ण प्रयोग ही भविष्य की जल संकट की समस्या को हल कर सकता है। इसके लिए सूक्ष्म सिंचाई विधियां जैसे टपक सिंचाई, फव्वारा सिंचाई, आदि के द्वारा सिंचाई हेतु पानी की मात्रा में काफी कमी की जा सकती है एवं सिंचाई की दक्षता को भी बढ़ाया जा सकता है। वर्षा आश्रित क्षेत्रों में वर्षा ऋतु के दौरान पानी को मिट्टी में संरक्षित करने हेतु जिओलाइट एवं हाइड्रोजेल का प्रयोग मुख्यतः रेतीली या बलुई मिट्टी में भी काफी कारगर सिद्ध हुआ है। वर्षा के पानी को जिओलाइट एवं हाइड्रोजेल रोक लेते हैं एवं सूखे की स्थिति में पौधों को जल उपलब्ध कराते हैं।

### मृदा में कार्बन प्रच्छादन की प्रमुख विधियां



चित्र. 2 मृदा में कार्बन प्रच्छादन की प्रमुख विधियां





## 6. मृदा अपरदन की रोकथाम

जल एवं वायु मृदा अपरदन के मुख्य कारक हैं। जल का तेज बहाव सतही मिट्टी को बहाकर अपने साथ ले जाता है। वायु की तेज गति भी मिट्टी को अपने साथ उड़ाकर एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाती है। अतः मृदा में उपस्थित जैविक कार्बन भी मिट्टी के साथ विस्थापित हो जाती है एवं हवा के संपर्क में आने से इसका जल्दी ऑक्सीकरण हो जाता है। अपरदन की रोकथाम भी मृदा कार्बन प्रच्छादन में सहायक होती है। मृदा अपरदन की रोकथाम निवारक विधियों तथा इंजीनियरिंग तकनीकों के द्वारा संभव है। निवारक विधियों में पलेवा का प्रयोग, आवरण फसलों की खेती, न्यूनतम या शून्य जुताई, इत्यादि हैं। इंजीनियरिंग तकनीकों में खेतों में मेढों को बनाना, पहाड़ों एवं ढाल वाली ज़मीन पर सीढ़ीदार खेती सम्मिलित हैं।

## 7. एकीकृत कृषि प्रणाली

खेती एवं पशुपालन का किसानों से बहुत गहरा संबंध है। खेती के साथ-साथ पशुपालन करने की विधि को ही मिश्रित खेती कहते हैं। एकीकृत कृषि प्रणाली से तात्पर्य कृषि में प्रयुक्त संसाधनों का दक्षता पूर्ण प्रयोग करके ऐसी व्यवस्था स्थापित करना है जिससे किसानों को पूरे साल अच्छी पैदावार के

साथ-साथ अच्छी आमदनी भी प्राप्त हो सके। इसके अंतर्गत फसल विविधीकरण, पशुओं का समुचित रख-रखाव, तथा पशुधन और कृषि अपशिष्टों का खाद या कंपोस्ट के रूप में प्रयोग किया जाता है, ताकि रासायनिक उर्वरकों पर निर्भरता कम हो एवं भूमि की गुणवत्ता में भी सुधार हो।

ऊपर बताई हुई सभी विधियों के वास्तविक कार्यान्वयन से मृदा में कार्बन की मात्रा को बढ़ाया जा सकता है, जो कि जलवायु परिवर्तन की मार को झेलने में हमारी सहायता कर सकता है और बढ़ती हुई जनसंख्या की खाद्य की मांग को पूरा करने में भी सक्षम है।



हिन्दी का आन्दोलन समूचे देश को आत्म निर्भर और समृद्ध बनाने का संकल्प है।

- डॉ. हजारी प्रसाद द्विवेदी

