

जैविक खेती की पद्धतियों के माध्यम से सतत मृदा प्रबंधन



**डॉ. राजपाल सिंह^{1*},
पंकज कुमार²,
डॉ. अनिल कुमार³**

¹विभागाध्यक्ष, शस्य विज्ञान विभाग,
अमर सिंह कॉलेज लखावटी
बुलंदशहर, उत्तर प्रदेश- 203407
²फार्म मैनेजर, अमर सिंह कॉलेज
लखावटी बुलंदशहर, उत्तर प्रदेश-
203407

³सहायक प्राध्यापक, शस्य विज्ञान
विभाग, एकलव्य विश्वविद्यालय,
दमोह, मध्य प्रदेश-470661

*अनुरूपी लेखक

डॉ. राजपाल सिंह*

जैविक खेती की पद्धतियों के माध्यम से सतत मृदा प्रबंधन मृदा की उर्वरता, फसल उत्पादकता तथा पर्यावरणीय गुणवत्ता को बनाए रखने के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। जैविक तकनीकें जैसे कम्पोस्टिंग, गोबर की सड़ी खाद (फार्मयार्ड मैन्योर), हरी खाद, फसल चक्र, मल्लिंग तथा जैव उर्वरकों का उपयोग मृदा में कार्बनिक पदार्थ की मात्रा, पोषक तत्वों के चक्रण तथा सूक्ष्मजीवी गतिविधियों को बढ़ाते हैं। ये पद्धतियाँ मृदा के भौतिक, रासायनिक एवं जैविक गुणों में सुधार करती हैं, जल धारण क्षमता को बढ़ाती हैं तथा मृदा अपरदन को कम करती हैं। यद्यपि श्रम की अधिक आवश्यकता तथा जैविक आदानों की सीमित उपलब्धता जैसी कुछ चुनौतियाँ मौजूद हैं, फिर भी जैविक खेती क्षतिग्रस्त मृदाओं के पुनर्स्थापन, प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण तथा दीर्घकालिक कृषि स्थिरता और खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए एक प्रभावी, पर्यावरण-अनुकूल और टिकाऊ उपाय प्रदान करती है।

मृदा कृषि उत्पादकता की आधारशिला है और पारिस्थितिकी तंत्र की स्थिरता, खाद्य सुरक्षा तथा पर्यावरणीय सततता को बनाए रखने में अत्यंत महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। स्वस्थ मृदा पौधों को आवश्यक पोषक तत्व प्रदान करती है, जल का संचयन करती है, लाभकारी सूक्ष्मजीवों को आश्रय देती है तथा पौधों की सशक्त वृद्धि को प्रोत्साहित करती है। किन्तु रासायनिक उर्वरकों और कीटनाशकों के अत्यधिक उपयोग तथा अनुचित भूमि प्रबंधन पद्धतियों के कारण

मृदा क्षरण, उर्वरता में कमी, अपरदन तथा जैव विविधता के ह्रास जैसी गंभीर समस्याएँ उत्पन्न हुई हैं।

जैविक खेती एक ऐसी टिकाऊ कृषि पद्धति के रूप में उभरी है, जो प्राकृतिक आदानों और पारिस्थितिक प्रक्रियाओं के उपयोग द्वारा मृदा स्वास्थ्य की पुनर्स्थापना एवं संरक्षण करती है। कम्पोस्ट का प्रयोग, हरी खाद, फसल चक्र, आवरण फसलें (कवर क्रॉपिंग), मल्लिंग तथा जैव उर्वरकों जैसी तकनीकें मृदा में कार्बनिक पदार्थ की मात्रा बढ़ाती हैं, पोषक तत्वों के चक्रण को

सुधारती हैं तथा सूक्ष्मजीवी गतिविधियों को सक्रिय करती हैं। जैविक खेती के माध्यम से सतत मृदा प्रबंधन न केवल फसलों की उत्पादकता और गुणवत्ता में वृद्धि करता है, बल्कि प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण करता है तथा जलवायु परिवर्तन के प्रति कृषि प्रणाली की सहनशीलता को मजबूत बनाता है। इस प्रकार यह दीर्घकालिक कृषि स्थिरता और पर्यावरण संरक्षण सुनिश्चित करने का एक प्रभावी उपाय है।

जैविक खेती की पद्धतियों के माध्यम से सतत मृदा प्रबंधन

जैविक खेती की पद्धतियाँ मृदा की उर्वरता, संरचना, जैविक सक्रियता और जल धारण क्षमता को बढ़ाकर सतत कृषि उत्पादन तथा पर्यावरणीय संतुलन बनाए रखने में सहायक हैं।



मृदा स्वास्थ्य एवं सततता की अवधारणा

मृदा स्वास्थ्य (Soil Health) से तात्पर्य मृदा की उस निरंतर क्षमता से है, जिसके द्वारा वह एक जीवित एवं गतिशील पारिस्थितिकी तंत्र के रूप में कार्य करते हुए पौधों, पशुओं तथा मनुष्यों का पोषण और संरक्षण करती है। स्वस्थ मृदा अपने भौतिक, रासायनिक एवं जैविक गुणों को संतुलित रूप में बनाए रखती है, जिससे वह पोषक तत्वों के चक्रण, जल निस्पंदन, कार्बन पृथक्करण तथा पौधों की वृद्धि को सहारा देने जैसी महत्वपूर्ण पारिस्थितिकी सेवाएँ प्रदान करती है। मृदा स्वास्थ्य का निर्धारण मृदा संरचना, कार्बनिक पदार्थ की मात्रा,

पोषक तत्वों की उपलब्धता, सूक्ष्मजीवी विविधता, जल धारण क्षमता तथा pH संतुलन जैसे गुणों से होता है।

स्वस्थ मृदा के भौतिक गुणों में उत्तम कण समुच्चयन, पर्याप्त रंध्रता तथा बेहतर जल अवशोषण शामिल हैं, जो जड़ों की गहरी पैठ को बढ़ावा देते हैं और मृदा अपरदन को कम करते हैं। रासायनिक गुणों में आवश्यक पोषक तत्वों की संतुलित उपलब्धता, उपयुक्त pH तथा विषैले पदार्थों की न्यूनतम मात्रा शामिल होती है। जैविक गुणों में जीवाणु, कवक, एक्टिनोमाइसीट्स तथा *Eisenia fetida* जैसे लाभकारी केंचुओं की पर्याप्त संख्या और सक्रियता शामिल है, जो कार्बनिक पदार्थों का अपघटन

कर पोषक तत्वों की उपलब्धता बढ़ाते हैं।

मृदा प्रबंधन में सततता (Sustainability) का अर्थ ऐसी पद्धतियों को अपनाना है, जो प्राकृतिक संसाधनों का क्षय या पर्यावरणीय हानि किए बिना मृदा की उत्पादकता को संरक्षित और उन्नत करें। सतत मृदा लगातार फसल उत्पादन का समर्थन करती है तथा भविष्य की पीढ़ियों के लिए पारिस्थितिक संतुलन बनाए रखती है। ऐसी मृदा सूखा, बाढ़, लवणता और जलवायु परिवर्तन जैसी प्रतिकूल परिस्थितियों के प्रति अधिक सहनशील होती है।

सतत मृदा प्रबंधन की अवधारणा मृदा संसाधनों के

संरक्षण, पुनर्स्थापना और कुशल उपयोग पर आधारित है। इसमें मृदा को कम से कम विचलित करना, सतह को ढका रखना, कार्बनिक पदार्थ बढ़ाना, जैव विविधता को प्रोत्साहित करना तथा कृत्रिम रसायनों पर निर्भरता कम करना शामिल है। फसल चक्र, कम्पोस्ट, हरी खाद, मल्लिंग और अन्य जैविक संशोधन इस दिशा में अत्यंत प्रभावी उपाय हैं।

जैविक खेती में मृदा को केवल पौधों के बढ़ने का माध्यम नहीं, बल्कि एक जीवित तंत्र माना जाता है, जिसे निरंतर पोषित और संरक्षित किया जाना चाहिए। जैविक पद्धतियाँ प्राकृतिक रूप से मृदा की उर्वरता बढ़ाती हैं, जैविक सक्रियता को सुदृढ़ करती हैं और दीर्घकालिक उत्पादकता सुनिश्चित करती हैं। अतः मृदा स्वास्थ्य और सततता की अवधारणाएँ पर्यावरण-अनुकूल, आर्थिक रूप से व्यवहार्य तथा सामाजिक रूप से उत्तरदायी कृषि प्रणाली की आधारशिला हैं।

जैविक खेती के सिद्धांत

जैविक खेती एक समग्र कृषि प्रणाली है, जिसमें मृदा की उर्वरता, फसल उत्पादकता तथा पर्यावरणीय स्वास्थ्य को बनाए रखने के लिए प्राकृतिक आदानों, पारिस्थितिक संतुलन और जैविक प्रक्रियाओं का उपयोग किया जाता है। इसमें रासायनिक उर्वरकों, कृत्रिम

कीटनाशकों, आनुवंशिक रूप से परिवर्तित जीवों (GMOs) तथा वृद्धि नियंत्रकों का प्रयोग नहीं किया जाता। जैविक खेती के सिद्धांतों को International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) द्वारा औपचारिक रूप से प्रतिपादित किया गया है, जो चार मूलभूत सिद्धांतों—स्वास्थ्य, पारिस्थितिकी, न्याय और सावधानी—पर आधारित हैं।

1. स्वास्थ्य का सिद्धांत

जैविक खेती का उद्देश्य मृदा, पौधों, पशुओं, मनुष्यों तथा संपूर्ण पृथ्वी के स्वास्थ्य को एक परस्पर जुड़े तंत्र के रूप में संरक्षित और उन्नत करना है। कार्बनिक पदार्थ और लाभकारी सूक्ष्मजीवों से समृद्ध स्वस्थ मृदा पौष्टिक फसलें उत्पन्न करती है और सभी जीवों के कल्याण में योगदान देती है। यह सिद्धांत मानता है कि मृदा स्वास्थ्य कृषि उत्पादकता और मानव पोषण की आधारशिला है।

2. पारिस्थितिकी का सिद्धांत

जैविक कृषि जीवित पारिस्थितिक तंत्रों और प्राकृतिक चक्रों पर आधारित होनी चाहिए। इसमें पोषक तत्वों का पुनर्चक्रण, जैविक नाइट्रोजन स्थिरीकरण, अपघटन तथा जैव विविधता संरक्षण जैसी प्राकृतिक प्रक्रियाओं के अनुरूप कार्य किया जाता है। फसल चक्र,

हरी खाद, कम्पोस्टिंग और कृषि वानिकी जैसी तकनीकें मृदा उर्वरता और पारिस्थितिक संतुलन बनाए रखने में सहायक होती हैं।

3. न्याय का सिद्धांत

जैविक खेती ऐसे संबंधों को बढ़ावा देती है जो किसानों, श्रमिकों, उपभोक्ताओं और पशुओं के साथ न्यायपूर्ण व्यवहार सुनिश्चित करें। साथ ही प्राकृतिक संसाधनों का जिम्मेदार उपयोग किया जाए। यह सिद्धांत सामाजिक न्याय, खाद्य सुरक्षा और नैतिक उत्पादन प्रणाली को प्रोत्साहित करता है।

4. सावधानी का सिद्धांत

जैविक कृषि का प्रबंधन सावधानीपूर्वक और जिम्मेदारी से किया जाना चाहिए ताकि वर्तमान और भावी पीढ़ियों के स्वास्थ्य और कल्याण की रक्षा की जा सके। नई तकनीकों या पद्धतियों को अपनाते समय उनके दीर्घकालिक पर्यावरणीय प्रभावों पर विचार करना आवश्यक है। यह सिद्धांत जोखिमों को कम करने और मृदा, जल तथा जैव विविधता के संरक्षण को प्रोत्साहित करता है।

5. मृदा उर्वरता संवर्धन

जैविक खेती का एक प्रमुख सिद्धांत प्राकृतिक साधनों से मृदा की उर्वरता को बनाए रखना और बढ़ाना है। जैविक खाद, कम्पोस्ट, फसल अवशेष, जैव उर्वरक और दलहनी

फसलें पोषक तत्वों की पूर्ति करती हैं, मृदा कार्बनिक कार्बन बढ़ाती हैं और सूक्ष्मजीवी गतिविधियों को सक्रिय करती हैं।

6. जैव विविधता संरक्षण

जैविक खेती आनुवंशिक, प्रजातीय और पारिस्थितिक विविधता को बढ़ावा देती है। बहुफसली प्रणाली, अंतरफसल, मिश्रित खेती और प्राकृतिक आवास संरक्षण से कीटों का प्राकृतिक नियंत्रण, पोषक तत्व चक्रण तथा प्रतिकूल परिस्थितियों के प्रति सहनशीलता बढ़ती है।

7. संसाधनों का पुनर्चक्रण

जैविक कृषि खेत में उपलब्ध संसाधनों—जैसे पशु मल, फसल अवशेष और घरेलू जैविक अपशिष्ट—का कुशल पुनर्चक्रण करती है। इससे बाहरी आदानों पर निर्भरता कम होती है और खेत में पोषक तत्वों का चक्रीय उपयोग सुनिश्चित होता है।

8. न्यूनतम पर्यावरणीय प्रभाव

कृत्रिम रसायनों से परहेज और पारिस्थितिक प्रबंधन पर जोर देने के कारण जैविक खेती मृदा एवं जल प्रदूषण को कम करती है, ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन घटाती है तथा जलवायु परिवर्तन शमन में योगदान देती है।

मृदा प्रबंधन हेतु जैविक खेती की पद्धतियाँ

जैविक खेती में विभिन्न पारिस्थितिक एवं जैविक

आधारित पद्धतियों का उपयोग किया जाता है, जो मृदा की उर्वरता बढ़ाने, संरचना सुधारने तथा दीर्घकालिक उत्पादकता बनाए रखने में सहायक होती हैं। इन पद्धतियों का मुख्य उद्देश्य मृदा में कार्बनिक पदार्थ की मात्रा बढ़ाना, लाभकारी सूक्ष्मजीवों को सक्रिय करना, नमी संरक्षण करना तथा पोषक तत्वों के संतुलित चक्रण को प्रोत्साहित करना है। कृत्रिम बाहरी आदानों पर निर्भरता कम करके और नवीकरणीय संसाधनों का उपयोग करके जैविक खेती एक सुदृढ़ मृदा पारिस्थितिकी तंत्र विकसित करती है, जो निरंतर फसल उत्पादन और पर्यावरणीय गुणवत्ता को बनाए रखने में सक्षम होता है।

1. गोबर की सड़ी खाद (Farmyard Manure, FYM) का प्रयोग

गोबर की सड़ी खाद, जो पशुओं के गोबर, मूत्र, बिछावन सामग्री तथा अवशिष्ट चारे के अपघटन से तैयार होती है, सबसे अधिक उपयोग की जाने वाली जैविक खादों में से एक है। यह नाइट्रोजन, फॉस्फोरस और पोटैश जैसे आवश्यक पोषक तत्व प्रदान करती है तथा मृदा की संरचना, रंध्रता और जल धारण क्षमता में सुधार करती है। साथ ही यह सूक्ष्मजीवी गतिविधि को बढ़ाकर मृदा कार्बनिक कार्बन

के दीर्घकालिक संचयन में योगदान देती है।

2. कम्पोस्टिंग

कम्पोस्ट फसल अवशेषों, पशु अपशिष्टों, रसोई अपशिष्ट तथा अन्य जैविक पदार्थों के नियंत्रित अपघटन से तैयार किया जाता है। यह पोषक तत्वों और ह्यूमस का स्थिर स्रोत प्रदान करता है, मृदा की धनायन विनिमय क्षमता (CEC) बढ़ाता है, pH संतुलित करता है तथा लाभकारी सूक्ष्मजीवों को प्रोत्साहित करता है। नियमित कम्पोस्ट उपयोग से मृदा उर्वरता और रोग प्रतिरोधक क्षमता दोनों में सुधार होता है।

3. वर्मी कम्पोस्टिंग

वर्मी कम्पोस्ट केंचुओं जैसे *Eisenia fetida* और *Eudrilus eugeniae* की सहायता से तैयार किया जाता है। यह उपलब्ध पोषक तत्वों, एंजाइमों, विटामिनों तथा पौध वृद्धि प्रोत्साहक पदार्थों से समृद्ध होता है। वर्मी कम्पोस्ट जड़ विकास, सूक्ष्मजीवी विविधता तथा पोषक तत्व अवशोषण को बढ़ाता है और मृदा की बनावट एवं वायुसंचार में सुधार करता है।

4. हरी खाद

हरी खाद में तीव्र वृद्धि वाली दलहनी फसलों को कोमल अवस्था में मिट्टी में मिला दिया जाता है। ढैंचा (*Sesbania bispinosa*), सने (*Crotalaria juncea*) तथा लोबिया जैसी फसलें पर्याप्त जैव द्रव्यमान

और जैविक रूप से स्थिर नाइट्रोजन प्रदान करती हैं। इससे कार्बनिक पदार्थ, पोषक तत्व उपलब्धता तथा मृदा संरचना में सुधार होता है और खरपतवारों का दमन होता है।

5. फसल चक्र

एक ही खेत में विभिन्न फसलों को नियोजित क्रम में उगाने की प्रणाली को फसल चक्र कहते हैं। दलहनी, अनाज, तिलहनी तथा आवरण फसलों को शामिल करने से पोषक तत्वों की मांग संतुलित रहती है, कीट एवं रोग चक्र टूटते हैं और मृदा जैव विविधता बढ़ती है। इससे पोषक तत्व उपयोग दक्षता बढ़ती है और मृदा का क्षय कम होता है।

6. आवरण फसलें

आवरण फसलें मुख्यतः मृदा संरक्षण और सुधार के उद्देश्य से उगाई जाती हैं। क्लोवर, राई और सरसों जैसी फसलें अपरदन रोकती हैं, पोषक तत्वों के रिसाव को कम करती हैं, खरपतवार दबाती हैं तथा कार्बनिक अवशेष प्रदान करती हैं। उनकी जड़ें मृदा संरचना और जल प्रवेश क्षमता को सुधारती हैं।

7. मल्लिचिंग

मल्लिचिंग में मृदा सतह को फसल अवशेषों, भूसे, पत्तियों या अन्य जैविक पदार्थों से ढक दिया जाता है। इससे नमी संरक्षण, तापमान संतुलन, खरपतवार नियंत्रण और अपरदन में कमी होती है।

समय के साथ मल्लिचिंग विघटित होकर मृदा में कार्बनिक पदार्थ की मात्रा बढ़ाता है।

8. जैव उर्वरक

जैव उर्वरकों में लाभकारी सूक्ष्मजीव होते हैं, जो पोषक तत्वों की उपलब्धता और अवशोषण को बढ़ाते हैं। उदाहरणस्वरूप Rhizobium, Azotobacter, Azospirillum, फॉस्फेट घुलनशील जीवाणु (PSB) तथा आर्बस्कुलर माइकोराइजा शामिल हैं। ये मृदा की जैविक सक्रियता और पोषक चक्रण को सुदृढ़ करते हैं।

9. न्यूनतम जुताई

जैविक प्रणालियों में कम या संरक्षण जुताई अपनाई जाती है, जिससे मृदा में कम व्यवधान होता है। इससे मृदा कणों का समुच्चयन सुरक्षित रहता है, कार्बनिक पदार्थ का ऑक्सीकरण कम होता है तथा केंचुओं और सूक्ष्मजीवों का प्राकृतिक आवास संरक्षित रहता है।

10. कृषि वानिकी एवं एकीकृत कृषि प्रणाली

पेड़, फसल और पशुपालन को एक साथ जोड़ने से पोषक तत्वों के स्रोत विविध होते हैं तथा उनका पुनर्चक्रण बेहतर होता है। वृक्षों की पत्तियाँ, जड़ों का अपघटन तथा पशु मल मृदा कार्बनिक पदार्थ बढ़ाते हैं और संपूर्ण कृषि पारितंत्र की सहनशीलता को मजबूत बनाते हैं।

जैविक संशोधनों एवं जैव उर्वरकों की भूमिका

जैविक संशोधन (Organic Amendments) तथा जैव उर्वरक (Biofertilizers) जैविक खेती आधारित सतत मृदा प्रबंधन के अत्यंत महत्वपूर्ण घटक हैं। ये मृदा की उर्वरता में वृद्धि करते हैं, संरचना में सुधार लाते हैं, सूक्ष्मजीवी गतिविधियों को सक्रिय करते हैं तथा पोषक तत्वों के संतुलित चक्रण को प्रोत्साहित करते हैं। रासायनिक उर्वरकों के विपरीत, ये आदान मृदा पारिस्थितिकी तंत्र को पोषित करते हुए धीरे-धीरे पोषक तत्व उपलब्ध कराते हैं, जिससे दीर्घकाल तक फसल उत्पादकता और पर्यावरणीय गुणवत्ता बनी रहती है।

जैविक संशोधन

जैविक संशोधन वे प्राकृतिक पदार्थ हैं जिन्हें मृदा में मिलाकर कार्बनिक पदार्थ की मात्रा बढ़ाई जाती है तथा मृदा के भौतिक, रासायनिक और जैविक गुणों में सुधार किया जाता है।

1. गोबर की सड़ी खाद

गोबर की सड़ी खाद प्रमुख एवं सूक्ष्म पोषक तत्वों की संतुलित आपूर्ति करती है। यह मृदा की संरचना, कण समुच्चयन, रंध्रता तथा नमी धारण क्षमता को सुधारती है। साथ ही यह सूक्ष्मजीवों की वृद्धि को बढ़ावा देती है और मृदा कार्बनिक कार्बन की मात्रा में वृद्धि करती है।

2. कम्पोस्ट

कम्पोस्ट स्थिर कार्बनिक पदार्थ (ह्यूमस) का उत्कृष्ट स्रोत है। यह मृदा की धनायन विनिमय क्षमता (CEC) बढ़ाता है, pH को संतुलित करता है तथा पोषक तत्वों की उपलब्धता में सुधार करता है। इसके नियमित उपयोग से रोगों का दमन और जड़ों की बेहतर वृद्धि होती है।

3. वर्मी कम्पोस्ट

Eisenia fetida जैसे केंचुओं द्वारा निर्मित वर्मी कम्पोस्ट उपलब्ध पोषक तत्वों, एंजाइमों तथा वृद्धि प्रोत्साहक पदार्थों से समृद्ध होता है। यह जड़ विकास, पोषक तत्व अवशोषण और मृदा की जैविक सक्रियता को बढ़ाता है।

4. हरी खाद

ढैंचा (*Sesbania bispinosa*) तथा सनै (*Crotalaria juncea*) जैसी दलहनी फसलें ताजा जैव द्रव्यमान और जैविक रूप से स्थिर नाइट्रोजन प्रदान करती हैं। ये मृदा कार्बनिक पदार्थ, संरचना और पोषक तत्व चक्रण को बेहतर बनाती हैं।

5. फसल अवशेष एवं मल्व

फसल अवशेषों और मल्व को मृदा सतह पर बनाए रखने से वाष्पीकरण और अपरदन कम होता है। इनके विघटन से कार्बनिक पदार्थ और पोषक तत्वों की आपूर्ति होती है।

जैविक संशोधनों के लाभ

मृदा कार्बनिक कार्बन और ह्यूमस की मात्रा में वृद्धि

- ❖ मृदा संरचना, कण समुच्चयन और रंध्रता में सुधार
- ❖ जल धारण क्षमता और जल अवशोषण में वृद्धि
- ❖ प्रमुख एवं सूक्ष्म पोषक तत्वों की धीरेधीरे - उपलब्धता
- ❖ मृदा घनत्व और संघनन में कमी
- ❖ लाभकारी सूक्ष्मजीवों की सक्रियता में वृद्धि
- ❖ मृदा pH का संतुलन तथा धनायन विनिमय क्षमता (CEC) में सुधार

जैव उर्वरकों की भूमिका

जैव उर्वरक जीवित लाभकारी सूक्ष्मजीवों से युक्त होते हैं, जो पौधों को पोषक तत्व उपलब्ध कराने और मृदा की जैविक सक्रियता बढ़ाने में सहायक होते हैं।

प्रमुख जैव उर्वरक

- ❖ *Rhizobium* – दलहनी फसलों में नाइट्रोजन स्थिरीकरण
- ❖ *Azotobacter* – मुक्तजीवी नाइट्रोजन स्थिरीकरण
- ❖ *Azospirillum* – जड़ वृद्धि एवं पोषण सुधार
- ❖ फॉस्फेट घुलनशील जीवाणु (PSB) – अविलेय फॉस्फोरस को घुलनशील बनाना
- ❖ आर्बस्कुलर माइकोराइजा (AM Fungi) – फॉस्फोरस एवं सूक्ष्म पोषक तत्व अवशोषण बढ़ाना

जैव उर्वरकों के लाभ

- ❖ वायुमंडलीय नाइट्रोजन का स्थिरीकरण
- ❖ फॉस्फोरस, जिंक एवं अन्य पोषक तत्वों की उपलब्धता में वृद्धि
- ❖ पौध वृद्धि हार्मोन का उत्पादन
- ❖ जड़ विकास एवं पोषक अवशोषण में सुधार
- ❖ मृदा की जैविक उर्वरता में वृद्धि
- ❖ रासायनिक उर्वरकों की आवश्यकता में कमी

जैव उर्वरक एवं जैविक संशोधनों के साथ उनके समन्वित प्रभाव

जैव उर्वरक ऐसे सूक्ष्मजीव-आधारित उत्पाद हैं जो पोषक तत्वों की उपलब्धता बढ़ाकर पौधों की वृद्धि को प्रोत्साहित करते हैं। *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, फॉस्फेट घुलनशील जीवाणु (PSB) तथा आर्बस्कुलर माइकोराइजल कवक (AMF) नाइट्रोजन स्थिरीकरण, फॉस्फोरस घुलनशीलता, जल अवशोषण तथा जड़ विकास में सहायता करते हैं। जब इनका उपयोग कम्पोस्ट, गोबर की खाद और वर्मी कम्पोस्ट जैसे जैविक संशोधनों के साथ किया जाता है, तो पोषक तत्व उपयोग दक्षता बढ़ती है, मृदा जैविक सक्रियता सुधरती है, फसल की उपज और गुणवत्ता में वृद्धि होती है तथा क्षीण

मृदाओं का पुनर्स्थापन संभव होता है।

मृदा के भौतिक, रासायनिक एवं जैविक गुणों पर प्रभाव

जैविक खेती की पद्धतियाँ मृदा के भौतिक, रासायनिक एवं जैविक गुणों में उल्लेखनीय सुधार करती हैं। कम्पोस्ट, गोबर की सड़ी खाद, हरी खाद, फसल अवशेष तथा जैव उर्वरकों के निरंतर उपयोग से मृदा में कार्बनिक पदार्थ की मात्रा बढ़ती है और अनेक पारिस्थितिक प्रक्रियाएँ सक्रिय होती हैं, जो मृदा की गुणवत्ता तथा दीर्घकालिक उत्पादकता को सुदृढ़ करती हैं।

1. मृदा के भौतिक गुणों पर प्रभाव

जैविक संशोधन मृदा कणों के स्थिर समुच्चय बनाकर उसकी संरचना में सुधार करते हैं। बेहतर संरचना से रंध्रता, वायुसंचार और जड़ों की पैठ क्षमता बढ़ती है, जबकि संघनन तथा सतही पपड़ी बनने की समस्या कम होती है। कार्बनिक पदार्थ बढ़ने से मृदा का थोक घनत्व (bulk density) घटता है, जिससे मिट्टी भुरभुरी और जुताई योग्य बनती है। रंध्रों की निरंतरता बढ़ने से जल का अवशोषण एवं निकास सुधरता है, जिससे अपवाह और मृदा अपरदन कम होता है। कार्बनिक पदार्थ जल धारण क्षमता बढ़ाते हैं, जो विशेष रूप से सूखे की परिस्थितियों तथा हल्की

बनावट वाली मिट्टियों में लाभकारी है। मल्लिंग और फसल अवशेष मृदा तापमान को संतुलित रखते हैं तथा वर्षा की बूंदों के प्रत्यक्ष प्रभाव से सतह की रक्षा करते हैं।

2. मृदा के रासायनिक गुणों पर प्रभाव

जैविक खेती मृदा की रासायनिक उर्वरता को बढ़ाती है क्योंकि पोषक तत्व खनिजीकरण के माध्यम से धीरे-धीरे उपलब्ध होते हैं। मृदा कार्बनिक पदार्थ बढ़ने से धनायन विनिमय क्षमता (CEC) में वृद्धि होती है, जिससे पोटैश, कैल्शियम, मैग्नीशियम और अमोनियम जैसे पोषक तत्वों का संरक्षण और उपलब्धता बेहतर होती है। अपघटन के दौरान उत्पन्न कार्बनिक अम्ल फॉस्फोरस एवं सूक्ष्म पोषक तत्वों को घुलनशील बनाते हैं। कई जैविक संशोधन मृदा pH को संतुलित करते हैं और अत्यधिक अम्लीय या क्षारीय परिस्थितियों को कम करते हैं। मृदा कार्बनिक कार्बन में वृद्धि कार्बन पृथक्करण (carbon sequestration) तथा पोषक तत्व उपयोग दक्षता को भी बढ़ाती है।

3. मृदा के जैविक गुणों पर प्रभाव

जैविक खेती का सबसे गहरा प्रभाव मृदा की जैविक सक्रियता पर पड़ता है। जैविक आदान जीवाणुओं, कवकों,

एक्टिनोमाइसीट्स, प्रोटोजोआ, निमेटोड्स तथा *Eisenia fetida* जैसे केंचुओं के लिए भोजन और आवास प्रदान करते हैं। सूक्ष्मजीवी जैवभार तथा एंजाइम गतिविधियाँ—जैसे डिहाइड्रोजनेज, फॉस्फेटेज और यूरेज़—में उल्लेखनीय वृद्धि होती है, जिससे अपघटन और पोषक चक्रण तेज होता है। *Rhizobium* तथा आर्बस्कुलर माइकोराइज़ल कवक (AMF) जैसे सहजीवी जीव पोषक तत्व अवशोषण और तनाव सहनशीलता को बढ़ाते हैं। अधिक जैव विविधता मृदा जनित रोगों के प्राकृतिक दमन में भी सहायक होती है।

4. मृदा गुणवत्ता पर समेकित प्रभाव

मृदा के भौतिक, रासायनिक और जैविक गुणों में होने वाले सुधार एक-दूसरे से गहराई से जुड़े होते हैं। बेहतर संरचना सूक्ष्मजीवों के लिए अनुकूल आवास प्रदान करती है, बढ़ी हुई जैविक सक्रियता पोषक तत्वों को मुक्त करती है, और बेहतर रासायनिक उर्वरता पौधों की वृद्धि एवं अधिक फसल अवशेषों की वापसी को प्रोत्साहित करती है। इन सभी परिवर्तनों के संयुक्त प्रभाव से ऐसी सुदृढ़ एवं लचीली मृदा विकसित होती है, जो बदलती जलवायु परिस्थितियों में भी उच्च उत्पादकता बनाए रखने में सक्षम होती है।

चुनौतियाँ एवं भविष्य की संभावनाएँ

सतत मृदा प्रबंधन के लिए जैविक खेती अपनाने में कई चुनौतियाँ सामने आती हैं। गुणवत्तापूर्ण जैविक आदानों की सीमित उपलब्धता, पोषक तत्वों का धीमा उत्सर्जन, अधिक श्रम की आवश्यकता तथा संक्रमण अवधि के दौरान प्रारंभिक उपज में कमी प्रमुख बाधाएँ हैं। किसानों को जैविक प्रमाणीकरण, बाज़ार तक पहुँच तथा कम्पोस्ट निर्माण, फसल चक्र और जैव उर्वरकों के उपयोग संबंधी तकनीकी जानकारी की कमी जैसी समस्याओं का भी सामना करना पड़ता है।

इन चुनौतियों के बावजूद जैविक खेती का भविष्य अत्यंत उज्वल है। सुरक्षित एवं रसायन-मुक्त खाद्य पदार्थों की बढ़ती उपभोक्ता मांग, सरकारी प्रोत्साहन योजनाएँ तथा जैव उर्वरकों और मृदा स्वास्थ्य प्रौद्योगिकियों में प्रगति इसके प्रसार को तेज कर

रही है। जैविक पद्धतियाँ मृदा कार्बन पृथक्करण, जैव विविधता संरक्षण तथा जलवायु परिवर्तन के प्रति सहनशीलता को बढ़ाती हैं। पुनर्योजी कृषि (Regenerative Agriculture), परिशुद्ध कृषि (Precision Farming) और डिजिटल निगरानी उपकरणों के साथ इसका एकीकरण भविष्य में इसकी दक्षता और उत्पादकता को और अधिक बढ़ाएगा। इस प्रकार, जैविक खेती मृदा स्वास्थ्य पुनर्स्थापना तथा दीर्घकालिक कृषि एवं पर्यावरणीय स्थिरता सुनिश्चित करने का एक टिकाऊ और आर्थिक रूप से व्यवहार्य मार्ग प्रदान करती है।

निष्कर्ष

जैविक खेती की पद्धतियों द्वारा सतत मृदा प्रबंधन मृदा स्वास्थ्य की पुनर्स्थापना एवं संरक्षण तथा दीर्घकालिक कृषि उत्पादकता सुनिश्चित करने का एक प्रभावी उपाय है। कम्पोस्ट, गोबर की सड़ी खाद, हरी खाद,

फसल चक्र, मल्लिंग तथा जैव उर्वरकों के उपयोग से मृदा में कार्बनिक पदार्थ, पोषक तत्वों की उपलब्धता और सूक्ष्मजीवी गतिविधियाँ बढ़ती हैं, जिससे मृदा के भौतिक, रासायनिक और जैविक गुणों में उल्लेखनीय सुधार होता है। ये पद्धतियाँ जल धारण क्षमता बढ़ाती हैं, मृदा अपरदन कम करती हैं और पारिस्थितिक संतुलन को सुदृढ़ करती हैं। यद्यपि अधिक श्रम तथा जैविक आदानों की सीमित उपलब्धता जैसी चुनौतियाँ मौजूद हैं, फिर भी बढ़ती बाज़ार मांग और तकनीकी प्रगति इसके व्यापक प्रसार को प्रोत्साहित कर रही हैं। जैविक खेती प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण करती है, जलवायु सहनशीलता बढ़ाती है और भविष्य की खाद्य सुरक्षा तथा कृषि विकास के लिए एक व्यावहारिक, पर्यावरण-अनुकूल एवं आर्थिक रूप से टिकाऊ समाधान प्रस्तुत करती है।