

# रासायनिक उर्वरकों का मृदा स्वास्थ्य पर प्रभाव

मनमोहन मीना

सह आचार्य

भूगोल, राजकीय महाविद्यालय, करौली

## सार (Abstract)

आधुनिक कृषि प्रणाली में रासायनिक उर्वरकों का उपयोग खाद्य उत्पादन बढ़ाने के लिए व्यापक रूप से किया जाता है। हरित क्रांति के बाद इन उर्वरकों ने कृषि उत्पादन में महत्वपूर्ण वृद्धि की है, किंतु इनके अत्यधिक और असंतुलित उपयोग ने मृदा स्वास्थ्य पर नकारात्मक प्रभाव भी डाला है। मृदा केवल एक भौतिक माध्यम नहीं है, बल्कि यह जैविक, रासायनिक और भौतिक गुणों का एक जटिल तंत्र है। रासायनिक उर्वरकों के दीर्घकालिक उपयोग से मृदा की उर्वरता, सूक्ष्मजीव गतिविधि और संरचना प्रभावित होती है। यह शोध पत्र रासायनिक उर्वरकों के मृदा स्वास्थ्य पर प्रभावों का विश्लेषण करता है तथा सतत कृषि के लिए वैकल्पिक उपायों का सुझाव देता है।

## परिचय (Introduction)

मृदा स्वास्थ्य कृषि उत्पादन का आधार है। मृदा में उपस्थित पोषक तत्व, जैविक पदार्थ और सूक्ष्मजीव मिलकर फसलों की वृद्धि सुनिश्चित करते हैं। आधुनिक कृषि में नाइट्रोजन (N), फॉस्फोरस (P) और पोटैश (K) आधारित रासायनिक उर्वरकों का उपयोग तेजी से बढ़ा है। हालांकि, ये उर्वरक त्वरित पोषण प्रदान करते हैं, लेकिन इनके असंतुलित उपयोग से मृदा के भौतिक, रासायनिक और जैविक गुणों में गिरावट आती है। वैज्ञानिक अध्ययनों के अनुसार, अत्यधिक उर्वरक उपयोग से मृदा की गुणवत्ता और पारिस्थितिकी संतुलन प्रभावित होता है। वास्तव में, मृदा केवल एक निष्क्रिय माध्यम नहीं है, बल्कि यह एक जीवंत पारिस्थितिक तंत्र (living ecosystem) है, जिसमें असंख्य सूक्ष्मजीव, केंचुए, कवक, बैक्टीरिया तथा अन्य जीव सक्रिय रहते हैं। ये सभी मिलकर पोषक तत्वों के चक्रण, कार्बनिक पदार्थों के अपघटन तथा मृदा संरचना के निर्माण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। जब रासायनिक उर्वरकों का अत्यधिक उपयोग किया जाता है, तो यह प्राकृतिक संतुलन प्रभावित होता है, जिससे मृदा की दीर्घकालिक उत्पादकता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है।

हरित क्रांति के पश्चात भारत सहित अनेक विकासशील देशों में खाद्यान्न उत्पादन बढ़ाने के लिए रासायनिक उर्वरकों का बड़े पैमाने पर उपयोग किया गया। इससे प्रारंभिक वर्षों में उत्पादन में उल्लेखनीय वृद्धि हुई, किंतु समय के साथ यह स्पष्ट हुआ कि निरंतर और असंतुलित उर्वरक उपयोग से मृदा की उर्वरता में गिरावट, सूक्ष्म पोषक तत्वों की कमी तथा मृदा की संरचना में अवनति जैसी समस्याएं उत्पन्न होने लगी हैं। विशेष रूप से नाइट्रोजन उर्वरकों के अत्यधिक प्रयोग से मृदा का अम्लीकरण (acidification) बढ़ता है, जबकि फॉस्फोरस का अत्यधिक संचय अन्य पोषक तत्वों के अवशोषण में बाधा उत्पन्न करता है। इसके अतिरिक्त, रासायनिक उर्वरकों का प्रभाव केवल मृदा तक सीमित नहीं रहता, बल्कि यह जल और वायु पर्यावरण को भी प्रभावित करता है। उर्वरकों के अवशेष वर्षा या सिंचाई के माध्यम से भूमिगत जल में पहुंचकर जल प्रदूषण का कारण

बनते हैं, जबकि कुछ गैसों वातावरण में उत्सर्जित होकर जलवायु परिवर्तन में योगदान करती हैं। इस प्रकार, रासायनिक उर्वरकों का अनियंत्रित उपयोग एक व्यापक पर्यावरणीय समस्या के रूप में उभर रहा है।

वर्तमान परिप्रेक्ष्य में, मृदा स्वास्थ्य को बनाए रखना और कृषि उत्पादन को सतत बनाना एक बड़ी चुनौती है। इसके लिए आवश्यक है कि रासायनिक उर्वरकों का संतुलित और वैज्ञानिक उपयोग किया जाए तथा जैविक और पारंपरिक कृषि पद्धतियों को भी बढ़ावा दिया जाए। समेकित पोषक तत्व प्रबंधन (Integrated Nutrient Management) जैसी पद्धतियां इस दिशा में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती हैं।

अतः इस अध्ययन का उद्देश्य रासायनिक उर्वरकों के मृदा स्वास्थ्य पर प्रभावों का गहन विश्लेषण करना तथा उनके सतत उपयोग के लिए उपयुक्त उपायों का सुझाव देना है, जिससे कृषि उत्पादन और पर्यावरणीय संतुलन दोनों को सुरक्षित रखा जा सके।

## रासायनिक उर्वरकों के प्रकार (Types of Chemical Fertilizers)

### 1. नाइट्रोजन उर्वरक (Nitrogen Fertilizers)

नाइट्रोजन पौधों की वृद्धि के लिए अत्यंत आवश्यक तत्व है, क्योंकि यह प्रोटीन, अमीनो अम्ल और क्लोरोफिल के निर्माण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। नाइट्रोजन उर्वरकों में मुख्यतः यूरिया, अमोनियम सल्फेट, अमोनियम नाइट्रेट आदि शामिल हैं।

यूरिया सबसे अधिक उपयोग में आने वाला उर्वरक है, क्योंकि इसमें नाइट्रोजन की मात्रा अधिक (लगभग 46%) होती है। यह फसलों की तीव्र वृद्धि और हरेपन को बढ़ाता है। हालांकि, नाइट्रोजन उर्वरकों के अत्यधिक उपयोग से मृदा में अम्लीकरण (soil acidification) की समस्या उत्पन्न होती है। साथ ही, नाइट्रेट का लीचिंग (leaching) होकर भूजल में पहुंचना जल प्रदूषण का कारण बनता है। इससे मृदा के सूक्ष्मजीवों की गतिविधि भी प्रभावित होती है।

### 2. फॉस्फोरस उर्वरक (Phosphatic Fertilizers)

फॉस्फोरस पौधों की जड़ वृद्धि, फूल और फल के विकास के लिए आवश्यक होता है। प्रमुख फॉस्फोरस उर्वरकों में DAP (डाय-अमोनियम फॉस्फेट) और SSP (सिंगल सुपर फॉस्फेट) शामिल हैं। DAP में नाइट्रोजन और फॉस्फोरस दोनों तत्व पाए जाते हैं, जिससे यह दोहरे लाभ वाला उर्वरक माना जाता है। SSP में सल्फर भी होता है, जो मृदा के लिए लाभकारी होता है। फॉस्फोरस उर्वरकों के अत्यधिक उपयोग से मृदा में फॉस्फोरस का संचय हो जाता है, जिससे अन्य सूक्ष्म पोषक तत्व जैसे जिंक और आयरन की उपलब्धता कम हो जाती है। इसके परिणामस्वरूप पौधों में पोषक तत्व असंतुलन देखने को मिलता है।

### 3. पोटैश उर्वरक (Potassic Fertilizers)

पोटैश पौधों की रोग प्रतिरोधक क्षमता बढ़ाने, जल संतुलन बनाए रखने और गुणवत्ता सुधारने में सहायक होता है। पोटैश उर्वरकों में MOP (म्यूरिएट ऑफ पोटैश) और SOP (सल्फेट ऑफ पोटैश) प्रमुख हैं। MOP अपेक्षाकृत सस्ता और अधिक उपयोग में आने वाला उर्वरक है, जबकि SOP का उपयोग विशेष फसलों (जैसे फल और सब्जियों) में किया जाता है। पोटैश उर्वरकों का संतुलित उपयोग मृदा की उर्वरता को बनाए रखने में सहायक होता है, लेकिन अत्यधिक उपयोग से मृदा में लवणता (salinity) बढ़ सकती है, जिससे फसलों की वृद्धि प्रभावित होती है।

#### 4. मिश्रित उर्वरक (Mixed or Complex Fertilizers – NPK)

मिश्रित उर्वरकों में नाइट्रोजन, फॉस्फोरस और पोटैश तीनो तत्व विभिन्न अनुपातों में पाए जाते हैं, जैसे NPK 10:26:26, 20:20:0 आदि। ये उर्वरक संतुलित पोषण प्रदान करने के लिए बनाए जाते हैं। इनका उपयोग किसानों के लिए सुविधाजनक होता है, क्योंकि एक ही उर्वरक में कई पोषक तत्व उपलब्ध हो जाते हैं। हालांकि, यदि इनका उपयोग मृदा परीक्षण के बिना किया जाए, तो पोषक तत्वों का असंतुलन उत्पन्न हो सकता है, जिससे मृदा स्वास्थ्य पर नकारात्मक प्रभाव पड़ता है।

#### 5. सूक्ष्म पोषक तत्व उर्वरक (Micronutrient Fertilizers)

हालांकि ये कम मात्रा में आवश्यक होते हैं, लेकिन पौधों की वृद्धि में इनका महत्वपूर्ण योगदान होता है। इनमें जिंक, आयरन, मैंगनीज, बोरॉन आदि शामिल हैं। आजकल जिंक सल्फेट और फेरस सल्फेट जैसे उर्वरकों का उपयोग बढ़ रहा है, क्योंकि कई भारतीय मृदाओं में सूक्ष्म पोषक तत्वों की कमी पाई जाती है। इनका संतुलित उपयोग मृदा की गुणवत्ता में सुधार करता है, लेकिन अधिक मात्रा में उपयोग करने से विषाक्तता (toxicity) की समस्या उत्पन्न हो सकती है।

#### 6. विशेष उर्वरक (Specialty Fertilizers)

इस श्रेणी में नियंत्रित उत्सर्जन (controlled release) और जल में घुलनशील (water soluble) उर्वरक शामिल होते हैं। ये आधुनिक कृषि में विशेषकर उच्च मूल्य वाली फसलों के लिए उपयोग किए जाते हैं। इन उर्वरकों का लाभ यह है कि ये पौधों को धीरे-धीरे पोषक तत्व प्रदान करते हैं, जिससे पोषक तत्वों की हानि कम होती है। हालांकि, ये अपेक्षाकृत महंगे होते हैं और छोटे किसानों के लिए इनका उपयोग सीमित है। रासायनिक उर्वरकों के ये सभी प्रकार कृषि उत्पादन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं और पौधों को त्वरित पोषण उपलब्ध कराते हैं। किंतु इनका असंतुलित और अत्यधिक उपयोग मृदा स्वास्थ्य को प्रभावित करता है। मृदा में पोषक तत्वों का असंतुलन, सूक्ष्मजीव गतिविधियों में कमी, तथा मृदा संरचना का क्षरण जैसी समस्याएं सामने आती हैं। इसलिए आवश्यक है कि इन उर्वरकों का उपयोग वैज्ञानिक पद्धति, मृदा परीक्षण तथा समेकित पोषक तत्व प्रबंधन के अंतर्गत किया जाए, ताकि मृदा स्वास्थ्य और कृषि उत्पादकता दोनों को संतुलित रूप से बनाए रखा जा सके।

#### मृदा स्वास्थ्य की अवधारणा (Concept of Soil Health) –

मृदा स्वास्थ्य का अर्थ केवल मृदा की उर्वरता से नहीं है, बल्कि यह एक व्यापक अवधारणा है जो मृदा की भौतिक, रासायनिक और जैविक विशेषताओं के समन्वित संतुलन को दर्शाती है। एक स्वस्थ मृदा वह होती है जो पौधों की सतत वृद्धि, पोषक तत्वों की पर्याप्त उपलब्धता, जल धारण क्षमता तथा पर्यावरणीय संतुलन बनाए रखने में सक्षम हो। मृदा स्वास्थ्य कृषि उत्पादकता, पर्यावरण संरक्षण और खाद्य सुरक्षा का आधार है।

मृदा एक जीवंत तंत्र (living system) है, जिसमें अनेक प्रकार के सूक्ष्मजीव, कार्बनिक पदार्थ, खनिज तत्व और जल सम्मिलित होते हैं। इन सभी घटकों के बीच संतुलन बनाए रहना आवश्यक है, क्योंकि इनमें से किसी एक में भी असंतुलन मृदा की गुणवत्ता को प्रभावित कर सकता है। आधुनिक कृषि में अत्यधिक रासायनिक उर्वरकों के उपयोग ने इस संतुलन को प्रभावित किया है, जिसके कारण मृदा स्वास्थ्य एक गंभीर चिंता का विषय बन गया है।

मृदा स्वास्थ्य को मुख्यतः तीन प्रमुख घटकों के आधार पर समझा जा सकता है:

- 1. भौतिक गुण (Physical Properties):** मृदा के भौतिक गुण उसकी संरचना, बनावट, जल धारण क्षमता, वायु संचार और जड़ विकास से संबंधित होते हैं। एक अच्छी संरचना वाली मृदा में कणों के बीच पर्याप्त स्थान होता है, जिससे जल और वायु का संतुलित संचरण संभव होता है। रासायनिक उर्वरकों के अत्यधिक उपयोग से मृदा की संरचना कमजोर हो सकती है, जिससे जल धारण क्षमता कम होती है और मृदा कठोर (compact) हो जाती है। इसके परिणामस्वरूप पौधों की जड़ें ठीक से विकसित नहीं हो पातीं।
- 2. रासायनिक गुण (Chemical Properties):** मृदा के रासायनिक गुणों में pH स्तर, पोषक तत्वों की उपलब्धता और लवणता शामिल हैं। संतुलित pH मृदा में पोषक तत्वों के अवशोषण के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण होता है। रासायनिक उर्वरकों के निरंतर उपयोग से मृदा का pH बदल सकता है, जिससे पोषक तत्वों की उपलब्धता प्रभावित होती है। उदाहरण के लिए, अधिक नाइट्रोजन उर्वरक मृदा को अम्लीय बना सकते हैं, जबकि कुछ अन्य उर्वरक क्षारीयता बढ़ा सकते हैं।
- 3. जैविक गुण (Biological Properties):** मृदा के जैविक गुणों में सूक्ष्मजीवों की संख्या, विविधता और जैविक पदार्थ (organic matter) की मात्रा शामिल होती है। ये सूक्ष्मजीव पोषक तत्वों के चक्रण, जैविक पदार्थों के अपघटन और मृदा संरचना के निर्माण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। रासायनिक उर्वरकों के अत्यधिक उपयोग से मृदा में सूक्ष्मजीवों की गतिविधि कम हो जाती है, जिससे जैविक संतुलन बिगड़ता है और मृदा की उर्वरता घटती है।

### रासायनिक उर्वरकों के सकारात्मक प्रभाव (Positive Impacts) –

रासायनिक उर्वरकों का कृषि विकास में अत्यंत महत्वपूर्ण योगदान रहा है। विशेष रूप से बढ़ती जनसंख्या के लिए खाद्यान्न उत्पादन बढ़ाने में इनकी भूमिका को नकारा नहीं जा सकता। इनके प्रमुख सकारात्मक प्रभाव निम्नलिखित हैं:

- 1. फसल उत्पादन में वृद्धि:** रासायनिक उर्वरकों के उपयोग से फसलों को आवश्यक पोषक तत्व तुरंत उपलब्ध हो जाते हैं, जिससे उनकी वृद्धि तेज होती है और उत्पादन में उल्लेखनीय वृद्धि होती है। हरित क्रांति के दौरान इन उर्वरकों के प्रयोग से भारत सहित कई देशों में खाद्यान्न उत्पादन में अभूतपूर्व वृद्धि हुई।
- 2. त्वरित पोषक तत्व उपलब्धता:** रासायनिक उर्वरक जल में आसानी से घुलनशील होते हैं, जिससे पौधों को तुरंत पोषक तत्व मिल जाते हैं। यह विशेष रूप से उन परिस्थितियों में उपयोगी है, जहां मृदा में पोषक तत्वों की कमी होती है।
- 3. खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करना:** विश्व की बढ़ती जनसंख्या को देखते हुए खाद्य उत्पादन बढ़ाना अत्यंत आवश्यक है। रासायनिक उर्वरकों के उपयोग से उच्च उत्पादन संभव होता है, जिससे खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित होती है और अकाल जैसी स्थितियों से बचाव होता है।
- 4. भूमि की अल्पकालिक उर्वरता में सुधार:** रासायनिक उर्वरक मृदा की तात्कालिक उर्वरता को बढ़ाते हैं, जिससे फसलें बेहतर उत्पादन देती हैं। यह विशेष रूप से उन क्षेत्रों में उपयोगी है, जहां मृदा की गुणवत्ता पहले से ही कमजोर होती है।
- 5. कृषि की आर्थिक दक्षता में वृद्धि:** रासायनिक उर्वरकों के उपयोग से कम समय में अधिक उत्पादन प्राप्त होता है, जिससे किसानों की आय में वृद्धि होती है। यह कृषि को आर्थिक रूप से अधिक लाभकारी बनाता है।

## रासायनिक उर्वरकों के नकारात्मक प्रभाव (Negative Impacts) –

रासायनिक उर्वरकों के निरंतर एवं असंतुलित उपयोग ने मृदा स्वास्थ्य और पर्यावरण पर गंभीर प्रभाव डाले हैं। यद्यपि ये उर्वरक अल्पकाल में उत्पादन बढ़ाते हैं, परंतु दीर्घकाल में इनका प्रभाव प्रतिकूल सिद्ध होता है। निम्नलिखित बिंदुओं के माध्यम से इनके नकारात्मक प्रभावों को विस्तार से समझा जा सकता है:

### 1. मृदा की भौतिक संरचना पर प्रभाव (Impact on Physical Properties):

मृदा की भौतिक संरचना उसकी उत्पादकता का आधार होती है। जब रासायनिक उर्वरकों का अत्यधिक उपयोग किया जाता है, तो मृदा की संरचना में गिरावट आने लगती है।

- **संरचना का कमजोर होना:** मृदा कणों के बीच का प्राकृतिक बंधन टूटने लगता है, जिससे मृदा भुरभुरी या अत्यधिक सख्त हो जाती है।
- **जल धारण क्षमता में कमी:** जैविक पदार्थों की कमी के कारण मृदा पानी को लंबे समय तक रोक नहीं पाती, जिससे सिंचाई की आवश्यकता बढ़ जाती है।
- **मृदा का कठोर होना (Soil Compaction):** लगातार रासायनिक उर्वरकों और भारी मशीनों के उपयोग से मृदा सघन (compact) हो जाती है, जिससे जड़ों का विकास बाधित होता है।

### 2. मृदा के रासायनिक गुणों पर प्रभाव (Impact on Chemical Properties)

- **pH में परिवर्तन:** नाइट्रोजन आधारित उर्वरकों के अधिक उपयोग से मृदा अम्लीय हो जाती है, जबकि कुछ उर्वरक क्षारीयता बढ़ा सकते हैं। इससे पोषक तत्वों की उपलब्धता प्रभावित होती है।
- **पोषक तत्वों का असंतुलन:** NPK उर्वरकों के अधिक प्रयोग से सूक्ष्म पोषक तत्वों जैसे जिंक, आयरन, मैग्नीशियम आदि की कमी हो जाती है।
- **लवणता (Salinity) में वृद्धि:** उर्वरकों के अत्यधिक उपयोग से मृदा में लवणों का संचय होता है, जिससे पौधों की जल अवशोषण क्षमता कम हो जाती है और उत्पादन घटता है।

### 3. मृदा के जैविक गुणों पर प्रभाव (Impact on Biological Properties)

- **सूक्ष्मजीवों की संख्या में कमी:** रासायनिक उर्वरकों के प्रभाव से लाभकारी बैक्टीरिया और फंगस की संख्या घटती है।
- **जैविक पदार्थ का ह्रास:** मृदा में ह्यूमस और कार्बनिक पदार्थों की मात्रा कम हो जाती है, जिससे मृदा की गुणवत्ता गिरती है।
- **पोषक चक्रों पर प्रभाव:** नाइट्रोजन और कार्बन चक्र प्रभावित होते हैं, जिससे मृदा की प्राकृतिक उर्वरता कम होती है। अनुसंधानों से यह स्पष्ट हुआ है कि अत्यधिक उर्वरक उपयोग से मृदा की सूक्ष्मजीव विविधता घटती है और पारिस्थितिक संतुलन बिगड़ता है।

### 4. मृदा प्रदूषण (Soil Pollution)

- **भारी धातुओं का संचय:** कुछ उर्वरकों में कैडमियम, लेड जैसे तत्व होते हैं, जो मृदा में जमा होकर विषाक्तता उत्पन्न करते हैं।
- **नाइट्रेट का रिसाव (Leaching):** नाइट्रोजन उर्वरकों से उत्पन्न नाइट्रेट भूजल में पहुंचकर जल प्रदूषण का कारण बनते हैं।
- **जल स्रोतों का प्रदूषण:** उर्वरकों के अपवाह (runoff) से नदियों और तालाबों में पोषक तत्वों की अधिकता हो जाती है, जिससे जलीय जीवन प्रभावित होता है।

## 5. दीर्घकालिक उर्वरता में कमी (Decline in Long-term Fertility)

लगातार रासायनिक उर्वरकों के उपयोग से मृदा की प्राकृतिक उर्वरता कम हो जाती है। मृदा बाहरी उर्वरकों पर निर्भर हो जाती है, जिससे उत्पादन बनाए रखने के लिए हर वर्ष अधिक उर्वरक की आवश्यकता पड़ती है। यह एक दुष्चक्र (vicious cycle) का निर्माण करता है।

### पर्यावरणीय प्रभाव (Environmental Impact) –

रासायनिक उर्वरकों का प्रभाव केवल मृदा तक सीमित नहीं है, बल्कि यह संपूर्ण पर्यावरण को प्रभावित करता है:

- **जल प्रदूषण (Eutrophication):** जल स्रोतों में नाइट्रोजन और फॉस्फोरस की अधिकता से शैवाल (algae) की वृद्धि होती है, जिससे ऑक्सीजन की कमी हो जाती है और जलीय जीव मरने लगते हैं।
- **वायु प्रदूषण (N<sub>2</sub>O उत्सर्जन):** नाइट्रोजन उर्वरकों से नाइट्रस ऑक्साइड गैस निकलती है, जो एक शक्तिशाली ग्रीनहाउस गैस है और जलवायु परिवर्तन में योगदान देती है।
- **जैव विविधता में कमी:** मृदा और जल में रासायनिक असंतुलन के कारण कई जीवों की प्रजातियां समाप्त होने लगती हैं।

### भारत में स्थिति (Indian Scenario) –

भारत में हरित क्रांति के बाद रासायनिक उर्वरकों का उपयोग तेजी से बढ़ा है। प्रारंभ में इससे उत्पादन में वृद्धि हुई, लेकिन वर्तमान में इसके दुष्प्रभाव स्पष्ट रूप से दिखाई देने लगे हैं।

- कई राज्यों में मृदा में जैविक कार्बन की कमी पाई जा रही है।
  - नाइट्रोजन का अत्यधिक उपयोग और फॉस्फोरस-पोटाश का कम उपयोग मृदा में असंतुलन पैदा कर रहा है।
  - पंजाब, हरियाणा और पश्चिमी उत्तर प्रदेश जैसे क्षेत्रों में मृदा की गुणवत्ता में गिरावट दर्ज की गई है।
- यह स्थिति दर्शाती है कि संतुलित उर्वरक उपयोग और वैकल्पिक कृषि पद्धतियों को अपनाना अत्यंत आवश्यक है।

### सतत कृषि के लिए समाधान (Sustainable Solutions) –

1. **जैविक उर्वरकों का उपयोग (Organic Fertilizers):** कम्पोस्ट, गोबर खाद, वर्मी कम्पोस्ट आदि मृदा में जैविक पदार्थ बढ़ाते हैं, जिससे मृदा की संरचना और जल धारण क्षमता में सुधार होता है। ये पर्यावरण के अनुकूल होते हैं।
2. **समेकित पोषक तत्व प्रबंधन (Integrated Nutrient Management - INM):** इस पद्धति में रासायनिक, जैविक और प्राकृतिक उर्वरकों का संतुलित उपयोग किया जाता है, जिससे मृदा स्वास्थ्य और उत्पादन दोनों को बनाए रखा जा सकता है।
3. **फसल चक्र (Crop Rotation):** विभिन्न फसलों का क्रमिक रोपण मृदा में पोषक तत्वों के संतुलन को बनाए रखता है और कीट एवं रोगों को नियंत्रित करता है।
4. **मृदा परीक्षण (Soil Testing):** मृदा की गुणवत्ता और पोषक तत्वों की स्थिति जानकर ही उर्वरकों का उपयोग करना चाहिए, जिससे अनावश्यक और अत्यधिक उपयोग से बचा जा सके।
5. **जैव उर्वरक (Biofertilizers):** राइजोबियम, एजोटोबैक्टर, पीएसबी (Phosphate Solubilizing Bacteria) जैसे जैव उर्वरक मृदा में पोषक तत्वों की उपलब्धता बढ़ाते हैं और पर्यावरण के लिए सुरक्षित होते हैं।

स्पष्ट है कि रासायनिक उर्वरकों का अत्यधिक और असंतुलित उपयोग मृदा स्वास्थ्य, पर्यावरण और कृषि की दीर्घकालिक स्थिरता के लिए हानिकारक है। अतः आवश्यक है कि वैज्ञानिक पद्धतियों, संतुलित उर्वरक उपयोग और जैविक विकल्पों को अपनाकर सतत कृषि की दिशा में प्रयास किए जाएं, जिससे आने वाली पीढ़ियों के लिए मृदा संसाधनों का संरक्षण सुनिश्चित किया जा सके।

### निष्कर्ष (Conclusion)

रासायनिक उर्वरकों ने कृषि उत्पादन बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है, विशेष रूप से बढ़ती जनसंख्या की खाद्य आवश्यकताओं को पूरा करने में इनका योगदान अत्यंत महत्वपूर्ण रहा है। हरित क्रांति के बाद इन उर्वरकों के उपयोग से कृषि क्षेत्र में अभूतपूर्व वृद्धि देखने को मिली, जिससे भारत सहित अनेक देशों में खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित हुई। किंतु यह भी उतना ही सत्य है कि इन उर्वरकों का अत्यधिक एवं असंतुलित उपयोग मृदा स्वास्थ्य के लिए गंभीर चुनौती बन गया है।

मृदा की भौतिक, रासायनिक और जैविक संरचना में जो गिरावट देखी जा रही है, वह केवल वर्तमान उत्पादन को ही प्रभावित नहीं करती, बल्कि भविष्य की कृषि स्थिरता के लिए भी खतरा उत्पन्न करती है। मृदा की संरचना का क्षरण, पोषक तत्वों का असंतुलन, सूक्ष्मजीवों की कमी और जैविक पदार्थों का हास—ये सभी संकेत हैं कि मृदा अपनी प्राकृतिक क्षमता खोती जा रही है। इसके साथ ही, उर्वरकों के अत्यधिक उपयोग से जल एवं वायु प्रदूषण जैसी पर्यावरणीय समस्याएं भी बढ़ रही हैं, जो मानव स्वास्थ्य और पारिस्थितिकी संतुलन पर प्रतिकूल प्रभाव डालती हैं।

इस संदर्भ में यह आवश्यक हो जाता है कि कृषि पद्धतियों में संतुलन और वैज्ञानिक दृष्टिकोण अपनाया जाए। रासायनिक उर्वरकों का उपयोग पूरी तरह समाप्त करना व्यावहारिक नहीं है, लेकिन उनका विवेकपूर्ण, नियंत्रित और मृदा परीक्षण आधारित उपयोग अत्यंत आवश्यक है। इसके साथ-साथ जैविक उर्वरकों, हरी खाद, वर्मी कम्पोस्ट तथा जैव उर्वरकों के प्रयोग को बढ़ावा देना चाहिए, जिससे मृदा की गुणवत्ता में सुधार हो सके।

समेकित पोषक तत्व प्रबंधन (INM), फसल चक्र, संरक्षण कृषि (conservation agriculture) तथा प्राकृतिक खेती जैसी पद्धतियां मृदा स्वास्थ्य को बनाए रखने और कृषि को सतत बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती हैं। इसके अतिरिक्त, किसानों को जागरूक करना, प्रशिक्षण प्रदान करना और सरकारी नीतियों के माध्यम से संतुलित उर्वरक उपयोग को प्रोत्साहित करना भी आवश्यक है।

अंततः, यह कहा जा सकता है कि मृदा केवल उत्पादन का साधन नहीं है, बल्कि यह एक अमूल्य प्राकृतिक संसाधन है, जिसका संरक्षण हमारी सामूहिक जिम्मेदारी है। यदि हम आज मृदा स्वास्थ्य की उपेक्षा करते हैं, तो भविष्य में खाद्य संकट और पर्यावरणीय असंतुलन जैसी गंभीर समस्याओं का सामना करना पड़ सकता है। इसलिए आवश्यक है कि वर्तमान और भविष्य की पीढ़ियों के हित में मृदा संसाधनों का संरक्षण और सतत उपयोग सुनिश्चित किया जाए।

### संदर्भ (References)

1. Brady, N.C., & Weil, R.R. (2016). *The Nature and Properties of Soils*. Pearson Education.
2. Tisdale, S.L., Nelson, W.L., Beaton, J.D., & Havlin, J.L. (2013). *Soil Fertility and Fertilizers*. Prentice Hall.
3. Fageria, N.K. (2012). *The Role of Plant Nutrients in Crop Production*. CRC Press.
4. Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability Journal*.
5. FAO (2017). *Soil Pollution: A Hidden Reality*. Food and Agriculture Organization.



6. Gupta, P.K. (2018). *Soil, Plant, Water and Fertilizer Analysis*. Agrobios.
7. Singh, B., & Sharma, R.A. (2020). Impact of fertilizers on soil properties. *Indian Journal of Agronomy*.
8. Yadav, R.L. (2019). Soil fertility management in India. *Agricultural Reviews*.
9. ICAR (2021). *Handbook of Agriculture*. Indian Council of Agricultural Research.
10. Subba Rao, N.S. (2017). *Biofertilizers in Agriculture*. Oxford & IBH.
11. Vance, E.D. (2000). Soil microbial biomass and nutrient cycling. *Soil Biology & Biochemistry*.
12. Tilman, D. et al. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*.
13. Galloway, J.N. et al. (2008). Nitrogen cycles: Past, present, and future. *Biogeochemistry*.
14. Pimentel, D. (2006). Impacts of fertilizers on environment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*.
15. Smith, P. (2013). Soil carbon sequestration and climate change. *Global Change Biology*.
16. Pathak, H. (2010). Greenhouse gas emissions from agriculture. *Indian Journal of Agricultural Sciences*.
17. Swarup, A. (2012). Soil health and fertility management. *Indian Journal of Fertilisers*.
18. Singh, A.K. (2018). Nutrient management in cropping systems. *Agricultural Science Digest*.
19. FAO (2015). *Status of the World's Soil Resources*.
20. World Bank (2019). *Agriculture and Food Security Report*.
21. OECD (2020). Environmental impacts of agriculture.
22. IFA (2018). Fertilizer outlook and global demand.
23. Zhang, X. et al. (2015). Managing nitrogen for sustainable agriculture. *Science*.
24. Chen, J. (2006). The combined use of chemical and organic fertilizers. *Agriculture Journal*.
25. Meena, V.S. et al. (2017). Soil health restoration strategies. *Springer*.
26. Bhattacharyya, R. et al. (2015). Soil organic carbon dynamics. *Current Science*.
27. Ghosh, P.K. (2016). Balanced fertilization in India. *Indian Farming*.
28. Ramesh, P. et al. (2005). Organic farming and soil health. *Indian Journal of Agronomy*.
29. Kumar, V. et al. (2019). Effects of fertilizers on soil properties. *Environmental Science*.
30. Singh, D.K. (2021). Soil degradation and conservation. *Agriculture Today*.
31. FAO (2020). Soil fertility management guidelines.
32. ICAR (2019). Soil health card scheme report.
33. Government of India (2021). *Fertilizer Statistics*.
34. Ministry of Agriculture (2022). Soil health and productivity report.
35. UNEP (2019). Environmental pollution report.
36. WHO (2018). Nitrate contamination in water.
37. NRCS (2017). Soil quality indicators.
38. Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts. *Geoderma*.
39. Havlin, J.L. et al. (2014). Nutrient cycling and soil fertility.
40. Doran, J.W. & Zeiss, M.R. (2000). Soil health and sustainability. *Applied Soil Ecology*.
41. Sharma, P.D. (2011). *Soil Science*. Rastogi Publications.
42. Prasad, R. (2014). Fertilizer use and environment. *Indian Journal of Fertilisers*.
43. Singh, R. (2018). Impact of chemical fertilizers. *Journal of Soil Science*.
44. Verma, S. (2020). Soil health management practices. *Agriculture Review*.
45. Kumar, S. (2022). Sustainable agriculture and soil conservation. *Environmental Studies Journal*.