कृषि नवाचार

ISSN: 3048-6092
https://www.krishinavachar.in
खण्ड 03 भाग 03 जून, 2026

प्राकृतिक एवं जैविक विधियों द्वारा मृदा स्वास्थ्य संवर्धन: उपजाऊ, समृद्ध एवं टिकाऊ मिट्टी सुधार की प्रक्रियाएँ

राज नारायण[1*], सुमति नारायण[2] और सत्य प्रकाश कनौजिया[3]

[1]प्रधान वैज्ञानिक एवं अध्यक्ष, उद्यानिकी एवं फसल सुधार प्रभाग, आईसीएआर– केन्द्रीय द्वीप कृषि अनुसंधान संस्थान, श्री विजयपुरम (अण्डमान एवं निकोबार द्वीपसमूह)

[2]प्रोफेसर, सब्जी विज्ञान प्रभाग, उद्यानिकी महाविद्यालय, शेर-ए-कश्मीर कृषि विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, कश्मीर, श्रीनगर, जम्मू एवं कश्मीर

[3]प्रोफेसर एवं अध्यक्ष, उद्यानिकी विभाग, स्कूल ऑफ एग्रीकल्चरल साइंसेज़ एंड रूरल डेवलपमेंट, नागालैंड विश्वविद्यालय, मेड्ज़ीफेमा परिसर, दीमापुर, नागालैंड

***E-mail: rajnarayan882013@gmail.com**

मृदा केवल पौधों को सहारा देने वाला माध्यम नहीं है, बल्कि यह एक जीवंत एवं गतिशील प्राकृतिक संसाधन है, जिसमें खनिज कण, कार्बनिक पदार्थ, जल, वायु तथा असंख्य सूक्ष्म एवं स्थूल जीव एक जटिल पारिस्थितिक तंत्र का निर्माण करते हैं। स्वस्थ मृदा कृषि उत्पादन, पर्यावरण संरक्षण तथा खाद्य एवं पोषण सुरक्षा की आधारशिला है। यदि मिट्टी की उर्वरता, संरचना एवं जैविक सक्रियता में गिरावट आती है, तो पौधों की वृद्धि प्रभावित होती है और उत्पादन तथा गुणवत्ता दोनों में कमी आती है।भारत की लगभग 30–35% कृषि भूमिकिसी न किसी स्तर पर मृदा क्षरण से प्रभावित है।

पिछले कुछ दशकों में रासायनिक उर्वरकों एवं कीटनाशकों के अत्यधिक उपयोग, लगातार एक ही फसल की खेती, फसल अवशेषों को जलाने, गहन जुताई तथा असंतुलित जल प्रबंधन के कारण मृदा स्वास्थ्य पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ा है। परिणामस्वरूप मृदा में कार्बनिक पदार्थ की मात्रा घट रही है, लाभकारी सूक्ष्मजीवों की संख्या कम हो रही है तथा पोषक तत्वों का संतुलन बिगड़ रहा है। ऐसी स्थिति में प्राकृतिक एवं जैविक उपाय मृदा स्वास्थ्य के पुनरुद्धार का प्रभावी एवं टिकाऊ विकल्प प्रदान करते हैं।

मृदा स्वास्थ्य क्यों महत्वपूर्ण है

स्वस्थ मृदा पौधों की जड़ों को पर्याप्त पोषण, जल तथा वायु उपलब्ध कराती है। साथ ही यह लाभकारी सूक्ष्मजीवों के विकास को बढ़ावा देती है और पौधों को प्रतिकूल परिस्थितियों का सामना करने में सक्षम बनाती है।

स्वस्थ मृदा के प्रमुख लाभ निम्नलिखित हैं-

- फसलों की बेहतर वृद्धि एवं अधिक उत्पादन।
- जल धारण क्षमता में वृद्धि।
- पोषक तत्वों की उपलब्धता एवं उपयोग दक्षता में सुधार।
- मृदा अपरदन एवं सघनता (Compaction) में कमी।
- सूक्ष्मजीवों एवं केंचुओं की सक्रियता में वृद्धि।
- दीर्घकालीन मृदा उर्वरता का संरक्षण।

तालिका 1: स्वस्थ एवं अस्वस्थ मृदा की तुलना

गुण	स्वस्थ मृदा	अस्वस्थ मृदा
कार्बनिक कार्बन	>0.75%	<0.40%
सूक्ष्मजीव	अधिक	कम
जलधारण क्षमता	अधिक	कम
मृदा संरचना	दानेदार	सघन
पोषक तत्व उपलब्धता	संतुलित	असंतुलित
केंचुए	पर्याप्त	बहुत कम

मृदा परीक्षण: मृदासुधार की पहली सीढ़ी

मृदा स्वास्थ्य सुधारने का प्रथम कदम मृदा परीक्षण है। मृदा परीक्षण से मृदा का pH, कार्बनिक कार्बन, उपलब्ध नाइट्रोजन, फास्फोरस, पोटाश तथा सूक्ष्म पोषक तत्वों की जानकारी प्राप्त होती है। इन परिणामों के आधार पर संतुलित पोषण प्रबंधन अपनाया जा सकता है तथा अनावश्यक उर्वरकों के प्रयोग से बचा जा सकता है।

मृदा परीक्षण की प्रक्रिया: मिट्टी का नमूना, प्रयोगशाला परीक्षण, रिपोर्ट, उर्वरक अनुशंसा, संतुलित पोषण

कार्बनिक पदार्थों का नियमित प्रयोग

मृदा में कार्बनिक पदार्थों की पर्याप्त मात्रा बनाए रखना स्वस्थ मृदा का सबसे महत्वपूर्ण आधार है। गोबर की सड़ी हुई खाद, कम्पोस्ट, वर्मी कम्पोस्ट, हरी खाद, पत्ती खाद तथा फसल अवशेषों का समुचित उपयोग मृदा की भौतिक, रासायनिक एवं जैविक गुणवत्ता में सुधार करता है।

कार्बनिक पदार्थ मृदा की संरचना सुधारते, जल धारण क्षमता बढ़ाते, पोषक तत्वों का धीरे-धीरे विमोचन एवं सूक्ष्मजीवों एवं केंचुओं की वृद्धि को प्रोत्साहित करते हैं।

तालिका 2: विभिन्न जैविक स्रोतों में पोषक तत्व

जैविक स्रोत	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)
गोबर की खाद	0.5	0.2	0.5
वर्मी कम्पोस्ट	1.5	0.9	1.2
कम्पोस्ट	1.0	0.6	1.0
पत्ती खाद	0.8	0.3	0.8

कम्पोस्ट का उपयोग

कम्पोस्ट को मृदा के लिए 'काला सोना' कहा जाता है। यह न केवल पौधों को आवश्यक पोषक तत्व प्रदान करता है बल्कि मृदा में लाभकारी सूक्ष्मजीवों की संख्या भी बढ़ाता है। घरेलू जैविक अपशिष्ट, पत्तियाँ तथा कृषि अवशेषों से तैयार कम्पोस्ट एक उत्कृष्ट प्राकृतिक उर्वरक है।

कम्पोस्ट निर्माण प्रक्रिया: जैविक अवशेष, ढेर बनाना, नमी बनाए रखना, अपघटन, कम्पोस्ट।

तालिका 3: कम्पोस्ट के लाभ

लाभ	प्रभाव
कार्बनिक पदार्थ	बढ़ता है
सूक्ष्मजीव	सक्रिय होते हैं
pH	संतुलित रहता है
जलधारण	बढ़ती है

मल्चिंग द्वारा मृदा संरक्षण

मल्चिंग में मृदा की सतह को पुआल, सूखी पत्तियों, लकड़ी के बुरादे या फसल अवशेषों से ढक दिया जाता है।

तालिका 4: विभिन्न प्रकार की मल्च सामग्रियों के विशिष्ट लाभ

मल्च का प्रकार	विशिष्ट लाभ
पुआल	मृदा में नमी संरक्षण, खरपतवार नियंत्रण, तापमान का संतुलन, कार्बनिक पदार्थ में वृद्धि
सूखी पत्तियाँ	शीघ्र अपघटन, ह्यूमस निर्माण, सूक्ष्मजीवों की सक्रियता में वृद्धि
फसल अवशेष	मृदा अपरदन में कमी, पोषक तत्वों का पुनर्चक्रण, मृदा कार्बनिक कार्बन (SOC) में वृद्धि
लकड़ी का बुरादा	तापमान नियंत्रण, दीर्घकालीन मल्चिंग, वाष्पीकरण में कमी
घास की कतरन	शीघ्र अपघटन, नाइट्रोजन की आपूर्ति, नमी संरक्षण
कम्पोस्ट मल्च	पोषक तत्वों की उपलब्धता, मृदा संरचना एवं सूक्ष्मजीवीय गतिविधि में सुधार
प्लास्टिक मल्च	नमी संरक्षण, खरपतवार नियंत्रण, शीघ्र फसल उत्पादन, जल उपयोग दक्षता में वृद्धि
जैव-विघटनीय मल्च	पर्यावरण-अनुकूल, प्लास्टिक प्रदूषण में कमी, उपयोग के बाद मृदा में विघटित
कंकड़/बजरी/पत्थर मल्च	वाष्पीकरण में कमी, मृदा अपरदन नियंत्रण, दीर्घकालिक उपयोग तथा सजावटी उद्यानों के लिए उपयुक्त।
नारियल भूसी	उत्कृष्ट जलधारण क्षमता, धीरे-धीरे विघटन, मृदा तापमान का नियमन
जीवित मल्च	नाइट्रोजन स्थिरीकरण (दलहनी फसलों में), जैव विविधता संरक्षण, अपरदन नियंत्रण तथा मृदा कार्बनिक पदार्थ में वृद्धि।

प्रमुख मल्च सामग्रियों के लाभों का सारांश

- **पुआल:** नमी संरक्षण के लिए सर्वश्रेष्ठ।
- **फसल अवशेष:** मृदा कार्बनिक कार्बन बढ़ाने के लिए सर्वाधिक प्रभावी।
- **कम्पोस्ट मल्च:** पोषक तत्वों की सतत आपूर्ति के लिए सर्वोत्तम।
- **प्लास्टिक मल्च:** सब्जी एवं बागवानी फसलों में जल संरक्षण और खरपतवार नियंत्रण हेतु अत्यधिक प्रभावी।
- **रजत-काली मल्च:** कीट प्रबंधन के लिए उपयुक्त।
- **पारदर्शी प्लास्टिक मल्च:** मृदा सौर्यकरण द्वारा रोग एवं खरपतवार नियंत्रण के लिए सर्वोत्तम।
- **जैव-विघटनीय मल्च:** पर्यावरण संरक्षण की दृष्टि से सर्वश्रेष्ठ।
- **नारियल भूसी:** शुष्क क्षेत्रों एवं कंटेनर खेती में उत्कृष्ट जलधारण क्षमता प्रदान करती है।
- **जीवित मल्च:** मृदा स्वास्थ्य एवं पारिस्थितिक संतुलन बनाए रखने में अत्यंत उपयोगी।

फसल चक्र अपनाना

लगातार एक ही फसल उगाने से विशेष पोषक तत्वों की कमी तथा रोग एवं कीटों का प्रकोप बढ़ जाता है। फसल चक्र अपनाने से पोषक तत्वों का संतुलन बना रहता है तथा मृदा की उर्वरता लंबे समय तक सुरक्षित रहती है। दलहनी फसलों को फसल चक्र में शामिल करने से जैविक नाइट्रोजन स्थिरीकरण होता है, जिससे रासायनिक नाइट्रोजन उर्वरकों की आवश्यकता कम हो जाती है।

तालिका 5: फसल चक्र के लाभ

फसल चक्र	लाभ
धान–गेहूँ	मध्यम
धान–चना	अच्छा
मक्का–मटर	बहुत अच्छा
बाजरा–मूंग	उत्कृष्ट

तालिका 6: विभिन्न फसल चक्रएवं फसल चक्र मॉडल

फसल चक्र	फसल चक्र मॉडल
धान ↓ चना ↓ मक्का ↓ मूंग ↓ धान	दलहन ↓ अनाज ↓ तिलहन ↓ सब्जियाँ ↓ दलहन

आवरण फसलें

मुख्य फसलों के बीच खाली अवधि में ढैंचा, सन, बरसीम, क्लोवर, राई अथवा अन्य आवरण फसलें उगाने से N (नाइट्रोजन) स्थिरीकरण, मृदा अपरदन नियंत्रण, जल संरक्षण और सूक्ष्मजीव वृद्धि होती हैं।

आवरण फसलों के लाभ

- मृदा अपरदन रुकता है।
- जैविक पदार्थ बढ़ता है।
- खरपतवार नियंत्रित होते हैं।
- नाइट्रोजन स्थिरीकरण होता है।
- मृदा की संरचना में सुधार होता है।

तालिका 7: प्रमुख आवरण फसलें

आवरण फसल	प्रमुख लाभ
ढैंचा	नाइट्रोजन
सन	जैविक पदार्थ
क्लोवर	नाइट्रोजन
बरसीम	चारा + N

न्यूनतम जुताई

अत्यधिक जुताई से मृदा की प्राकृतिक संरचना नष्ट होती है तथा लाभकारी सूक्ष्मजीवों की संख्या घटती है। न्यूनतम या संरक्षण जुताई अपनाने से कार्बन का संरक्षण, जल संरक्षण, मृदा की संरचना और सूक्ष्मजीव सक्रिय बने रहते हैं।

न्यूनतम जुताई बनाम पारंपरिक जुताई

- जुताई कृषि उत्पादन का एक महत्वपूर्ण घटक है, किन्तुअत्यधिक या बार-बार जुताई (पारंपरिक जुताई)से मृदा की प्राकृतिक संरचना, कार्बनिक पदार्थ तथा लाभकारी सूक्ष्मजीवों पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। बार-बार जुताई करने से मृदा के कणों का संघटन टूट जाता है, जिससे मृदा में उपस्थित मृदा कार्बनिक कार्बन का तीव्र ऑक्सीकरण होता है और उसकी मात्रा धीरे-धीरे कम होने लगती है। इसके परिणामस्वरूप मृदा की जलधारण क्षमता घटती है, लाभकारी सूक्ष्मजीवों एवं केंचुओं की संख्या कम होती है तथा मृदा अपरदन की संभावना बढ़ जाती है। अंततः मृदा की उर्वरता एवं उत्पादकता में गिरावट आने लगती है।
- इसके विपरीत, न्यूनतम जुताई या संरक्षण जुताई मृदा को न्यूनतम स्तर तक ही विचलित करती है। इस प्रणाली में फसल अवशेषों को मृदा की सतह पर बनाए रखा जाता है, जिससे मृदा कार्बनिक कार्बन का संरक्षण होता है, लाभकारी सूक्ष्मजीवों की सक्रियता बढ़ती है तथा मृदा की भौतिक, रासायनिक एवं जैविक गुणवत्ता में सुधार होता है। इसके अतिरिक्त, न्यूनतम जुताई से मृदा की जलधारण क्षमता बढ़ती है, अपरदन कम होता है, ईंधन एवं श्रम की बचत होती है तथा दीर्घकाल में फसल उत्पादन अधिक स्थिर एवं टिकाऊ बनता है।
- पारंपरिक जुताई के कारण मृदा कार्बनिक कार्बन तथा लाभकारी सूक्ष्मजीवों की संख्या में कमी आती है, जबकि मृदा अपरदन बढ़ जाता है। इसके विपरीत, न्यूनतम जुताई अपनाने पर मृदा कार्बनिक कार्बन का संरक्षण होता है, सूक्ष्मजीवीय गतिविधियाँ बढ़ती हैं, मृदा अपरदन कम होता है तथा मृदा स्वास्थ्य में समग्र सुधार के फलस्वरूप फसल उत्पादन में वृद्धि होती है।
- अतः टिकाऊ कृषि प्रणाली के लिए न्यूनतम जुताई एक प्रभावी मृदा संरक्षण तकनीक है, जोमृदा कार्बनिक कार्बन के संरक्षण, सूक्ष्मजीवों की सक्रियता में वृद्धि, मृदा अपरदन में कमी तथा दीर्घकालीन उत्पादकताबनाए रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। इसलिए जलवायु-स्मार्ट कृषि एवं प्राकृतिक संसाधन संरक्षण के संदर्भ में न्यूनतम जुताई को एक वैज्ञानिक एवं पर्यावरण-अनुकूल कृषि पद्धति माना जाता है।

लाभकारी सूक्ष्मजीवों का संरक्षण

मृदा में रहने वाले जीवाणु, कवक, एक्टिनोमाइसीट्स, केंचुए एवं माइकोराइजा पोषक तत्वों के चक्रण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

लाभकारी सूक्ष्मजीवों की भूमिका एवं मृदा स्वास्थ्य में उनका महत्व- मृदा केवल खनिज कणों का मिश्रण नहीं है, बल्कि यह असंख्य सूक्ष्मजीवों का एक जीवंत पारिस्थितिक तंत्र है। ये सूक्ष्मजीव पोषक तत्वों के चक्रण, कार्बनिक पदार्थों के अपघटन, मृदा संरचना के निर्माण तथा पौधों की वृद्धि एवं विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। मृदा में उपस्थित लाभकारी जीवाणु एवं कवक पौधों को आवश्यक पोषक तत्व उपलब्ध कराते हैं, रोगजनकों का दमन करते हैं तथा मृदा की जैविक सक्रियता को बनाए रखते हैं। इनके उपयोग से रासायनिक उर्वरकों पर निर्भरता कम होती है और टिकाऊ कृषि को बढ़ावा मिलता है।

तालिका 8: प्रमुख लाभकारी सूक्ष्मजीव एवं उनके कार्य

लाभकारी सूक्ष्मजीव	प्रमुख कार्य
राइजोबियम	दलहनी फसलों की जड़ों में गांठें बनाकर वायुमंडलीय नाइट्रोजन का स्थिरीकरण करता है, जिससे पौधों को प्राकृतिक रूप से नाइट्रोजन उपलब्ध होती है।
एज़ोटोबैक्टर	गैर-दलहनी फसलों की जड़ों के आसपास स्वतंत्र रूप से रहकर वायुमंडलीय नाइट्रोजन का स्थिरीकरण करता है तथा पौध वृद्धि को प्रोत्साहित करने वाले पदार्थों का स्राव करता है।

फॉस्फेट घुलनशील जीवाणु	मृदा में उपस्थित अघुलनशील फॉस्फोरस को घुलनशील रूप में परिवर्तित करके पौधों के लिए उपलब्ध कराते हैं, जिससे फॉस्फोरस उपयोग दक्षता बढ़ती है।
आर्बस्कुलर माइकोराइजल कवक	पौधों की जड़ों के साथ सहजीवी संबंध स्थापित कर फॉस्फोरस एवं अन्य सूक्ष्म पोषक तत्वों के अवशोषण को बढ़ाते हैं, साथ ही सूखा एवं अन्य प्रतिकूल परिस्थितियों के प्रति पौधों की सहनशीलता में वृद्धि करते हैं।

मृदा में पाए जाने वाले प्रमुख लाभकारी सूक्ष्मजीवों तथा उनके विशिष्ट कार्यों को दर्शाती है। राइजोबियम एवं एज़ोटोबैक्टर वायुमंडलीय नाइट्रोजन का जैविक स्थिरीकरण कर पौधों को उपलब्ध कराते हैं। फॉस्फेट घुलनशील जीवाणु मृदा में उपस्थित अघुलनशील फॉस्फोरस को घुलनशील बनाकर उसकी उपलब्धता बढ़ाते हैं। वहींआर्बस्कुलर माइकोराइजल कवक पौधों की जड़ों के साथ सहजीवी संबंध बनाकर फॉस्फोरस, जिंक, तांबा तथा अन्य सूक्ष्म पोषक तत्वों के अवशोषण को बढ़ाते हैं। ये सभी सूक्ष्मजीव मिलकर मृदा की जैविक उर्वरता, पोषक तत्वों के चक्रण, पौधों की वृद्धि तथा कृषि उत्पादकता में महत्वपूर्ण योगदान देते हैं। लाभकारी सूक्ष्मजीव प्राकृतिक कृषि एवं समेकित पोषक तत्व प्रबंधन के महत्वपूर्ण घटक हैं। इनका नियमित उपयोग मृदा की जैविक सक्रियता, कार्बनिक पदार्थों के अपघटन, पोषक तत्वों की उपलब्धता तथा पौधों की वृद्धि को बढ़ावा देता है। परिणामस्वरूप मृदा स्वास्थ्य में सुधार होता है, रासायनिक उर्वरकों की आवश्यकता कम होती है तथा कृषि प्रणाली अधिक टिकाऊ, पर्यावरण-अनुकूल और जलवायु-सहिष्णु बनती है।

जल प्रबंधन

संतुलित सिंचाई स्वस्थ मृदा के लिए आवश्यक है। अधिक सिंचाई से पोषक तत्वों का लीचिंग होता है जबकि कम सिंचाई से सूक्ष्मजीवों की सक्रियता घट जाती है। ड्रिप सिंचाई एवं वर्षा जल संचयन जैसी तकनीकों का उपयोग जल संरक्षण एवं मृदा स्वास्थ्य दोनों के लिए लाभकारी है।

जल मृदा स्वास्थ्य तथा कृषि उत्पादन का एक अत्यंत महत्वपूर्ण घटक है। संतुलित एवं वैज्ञानिक जल प्रबंधन न केवल फसलों की जल आवश्यकता को पूरा करता है, बल्कि मृदा की भौतिक, रासायनिक एवं जैविक गुणवत्ता को भी बनाए रखने में सहायक होता है। आवश्यकता से अधिक सिंचाई करने पर पोषक तत्वों का लीचिंग बढ़ जाता है, मृदा में जलभराव की समस्या उत्पन्न होती है तथा जड़ों एवं लाभकारी सूक्ष्मजीवों की सक्रियता प्रभावित होती है। दूसरी ओर, अपर्याप्त सिंचाई से पौधों की वृद्धि, पोषक तत्वों का अवशोषण तथा सूक्ष्मजीवीय गतिविधियाँ कम हो जाती हैं। इसलिए मृदा के प्रकार, फसल की आवश्यकता एवं मौसम के अनुसार उचित सिंचाई पद्धति का चयन करना आवश्यक है। आधुनिक सिंचाई तकनीकों, विशेषकर स्प्रिंकलर तथा ड्रिप सिंचाई प्रणाली, जल उपयोग दक्षता बढ़ाने के साथ-साथ मृदा स्वास्थ्य संरक्षण में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। ये प्रणालियाँ जल की बर्बादी को कम करती हैं, मृदा अपरदन को रोकती हैं तथा पौधों की जड़ों तक आवश्यक मात्रा में जल पहुँचाती हैं। परिणामस्वरूप फसल की वृद्धि, पोषक तत्वों की उपयोग दक्षता तथा उत्पादकता में सुधार होता है।

तालिका 9: विभिन्न सिंचाई विधियों द्वारा जल बचत

सिंचाई विधि	जल बचत (%)
बाढ़ सिंचाई	0
स्प्रिंकलर सिंचाई	30–40
ड्रिप सिंचाई	50–70

बाढ़ सिंचाई एक पारंपरिक विधि है, जिसमें जल का सर्वाधिक अपव्यय होता है तथा जल बचत नहीं होती। इसके विपरीत, स्प्रिंकलर सिंचाई में जल का समान वितरण होने के कारण लगभग 30–40 प्रतिशत तक जल की बचत होती है। यह विधि विशेष रूप से हल्की एवं मध्यम बनावट वाली मृदाओं तथा असमतल भूमि के लिए उपयुक्त है।

ड्रिप सिंचाई सबसे अधिक जल-कुशल तकनीक है, जिसमें जल सीधे पौधों के जड़ क्षेत्र में नियंत्रित मात्रा में पहुँचाया जाता है। इस प्रणाली से 50–70 प्रतिशततक जल की बचत संभव है। साथ ही खरपतवारों की वृद्धि कम होती है, पोषक तत्वों का अपव्यय घटता है तथा उर्वरकों का प्रयोग फर्टिगेशन के माध्यम से अधिक प्रभावी ढंग से किया जा सकता है। फलस्वरूप जल उपयोग दक्षता, फसल उत्पादन तथा मृदा स्वास्थ्य में उल्लेखनीय सुधार होता है।

वैज्ञानिक जल प्रबंधन मृदा स्वास्थ्य संरक्षण एवं टिकाऊ कृषि का एक महत्वपूर्ण आधार है। जल-संरक्षण तकनीकों, विशेषकर स्प्रिंकलर एवं ड्रिप सिंचाई को अपनाकर जल संसाधनों का कुशल उपयोग किया जा सकता है। इससे मृदा की नमी, संरचना एवं जैविक सक्रियता बनी रहती है, पोषक तत्वों की उपलब्धता में सुधार होता है तथा दीर्घकाल में कृषि उत्पादन अधिक लाभकारी, संसाधन-कुशल एवं पर्यावरण-अनुकूल बनता है।

रासायनिक उर्वरकों पर निर्भरता कम करना

रासायनिक उर्वरकों एवं कीटनाशकों का अत्यधिक उपयोग मृदा की जैविक सक्रियता को कम करता है। समन्वित पोषक तत्व प्रबंधन अपनाकर जैविक एवं रासायनिक स्रोतों का संतुलित उपयोग करना अधिक उपयुक्त है।

मृदा pH का संतुलन

मृदा का pH पौधों द्वारा पोषक तत्वों के अवशोषण को प्रभावित करता है। अम्लीय मृदा में चूना तथा क्षारीय मृदा में जैविक पदार्थ एवं उपयुक्त संशोधकों का प्रयोग करके pH को संतुलित किया जा सकता है। pH सुधार हमेशा मृदा परीक्षण की अनुशंसा के अनुसार ही करना चाहिए।

मृदा pH का महत्व

मृदा का pH मृदा की अम्लीयता अथवा क्षारीयता का सूचक होता है। यह मृदा स्वास्थ्य का एक महत्वपूर्ण रासायनिक गुण है, क्योंकि यह पौधों द्वारा पोषक तत्वों के अवशोषण, लाभकारी सूक्ष्मजीवों की सक्रियता तथा समग्र फसल वृद्धि को प्रत्यक्ष रूप से प्रभावित करता है। यदि मृदा का pH संतुलित रहता है, तो

अधिकांश आवश्यक पोषक तत्व पौधों के लिए पर्याप्त मात्रा में उपलब्ध रहते हैं तथा उनकी उपयोग दक्षता भी बढ़ जाती है। इसके विपरीत, अत्यधिक अम्लीय अथवा क्षारीय मृदा में कई पोषक तत्व पौधों के लिए अनुपलब्ध हो जाते हैं, जिससे वृद्धि एवं उत्पादन प्रभावित होता है।

तालिका 10: मृदा pH के आधार पर मृदा की स्थिति

pH	मृदा की स्थिति
< 5.5	अम्लीय
6.5–7.5	सर्वोत्तम
> 8.5	क्षारीय

तालिका 9 के अनुसार 5.5 से कम pH वाली मृदाअम्लीयहोती है। ऐसी मृदा में फॉस्फोरस, कैल्शियम एवं मैग्नीशियम जैसे पोषक तत्वों की उपलब्धता कम हो जाती है, जबकि एल्युमिनियम एवं मैंगनीज जैसे तत्व विषैले स्तर तक पहुँच सकते हैं। अम्लीय मृदा के सुधार हेतु मृदा परीक्षण के आधार परचूना का प्रयोग किया जाता है।

6.5 से 7.5 pH वाली मृदा अधिकांश कृषि एवं उद्यानिकी फसलों के लिए सर्वोत्तम मानी जाती है। इस सीमा में नाइट्रोजन, फॉस्फोरस, पोटाश तथा अधिकांश सूक्ष्म पोषक तत्व पौधों को पर्याप्त मात्रा में उपलब्ध रहते हैं। साथ ही लाभकारी सूक्ष्मजीवों की सक्रियता भी अधिक रहती है, जिससे मृदा की उर्वरता एवं फसल उत्पादकता में वृद्धि होती है।

8.5 से अधिक pH वाली मृदा क्षारीय कहलाती है। ऐसी मृदा में जिंक, लौह, मैंगनीज तथा अन्य सूक्ष्म पोषक तत्वों की उपलब्धता कम हो जाती है, जिससे पौधों में पोषक तत्वों की कमी के लक्षण दिखाई देने लगते हैं। क्षारीय मृदा के सुधार के लिएजिप्सम, कार्बनिक खाद, कम्पोस्ट तथा अन्य उपयुक्त मृदा संशोधकों का प्रयोग किया जाता है, जिससे मृदा की संरचना एवं पोषक तत्वों की उपलब्धता में सुधार होता है।

मृदा का pH मृदा स्वास्थ्य का एक महत्वपूर्ण सूचक है तथा इसका नियमित परीक्षण संतुलित पोषण प्रबंधन का आधार है। मृदा का pH 6.5–7.5 के मध्य बनाए रखने से पोषक तत्वों की उपलब्धता, सूक्ष्मजीवीय गतिविधियाँ तथा फसल उत्पादन सर्वोत्तम स्तर पर बने रहते हैं। इसलिए प्रत्येक 2–3 वर्ष के अंतराल पर मृदा परीक्षण कराकर आवश्यकता अनुसार मृदा संशोधकों का प्रयोग करना टिकाऊ एवं लाभकारी कृषि के लिए आवश्यक है।

पौधों के साथ-साथ मृदा को भी पोषण दें

दीर्घकालीन कृषि उत्पादकता का आधार केवल फसलों को पोषक तत्व देना नहीं, बल्कि मृदा के संपूर्ण जैविक तंत्र को स्वस्थ बनाए रखना है। जब मृदा में कार्बनिक पदार्थ, लाभकारी सूक्ष्मजीव एवं संतुलित पोषण उपलब्ध होता है, तब पौधे स्वतः अधिक स्वस्थ एवं उत्पादक बनते हैं।

तालिका 11: पोषक तत्व चक्रएवंमृदाकार्बन चक्र

पोषक तत्व चक्र	मृदा कार्बन चक्र
पत्ती गिरना ↓	CO_2 ↓
अपघटन ↓ खनिजीकरण ↓ जड़ अवशोषण ↓ फसल ↓ फसल अवशेष ↓ मृदा	प्रकाश संश्लेषण ↓ पौधे ↓ जड़ ↓ SOC ↓ मृदा स्वास्थ्य

समेकित पोषक तत्व प्रबंधन मॉडल

समेकित पोषक तत्व प्रबंधन एक वैज्ञानिक एवं संतुलित पोषण प्रबंधन प्रणाली है, जिसमें जैविक खाद, रासायनिक उर्वरक तथा जैव उर्वरकों का समन्वित एवं आवश्यकता-आधारित उपयोग किया जाता है। इस प्रणाली का उद्देश्य केवल फसलों को आवश्यक पोषक तत्व उपलब्ध कराना ही नहीं, बल्कि मृदा की दीर्घकालीन उर्वरता एवं उत्पादकता को बनाए रखना भी है।

जैविक खाद मृदा में कार्बनिक पदार्थों की मात्रा बढ़ाकर उसकी संरचना, जलधारण क्षमता तथा सूक्ष्मजीवीय सक्रियता में सुधार करती है। रासायनिक उर्वरक फसलों को शीघ्र उपलब्ध होने वाले आवश्यक पोषक तत्व प्रदान करते हैं, जबकि जैव उर्वरक वायुमंडलीय नाइट्रोजन के जैविक स्थिरीकरण, फॉस्फोरस के घुलनीकरण तथा अन्य पोषक तत्वों की उपलब्धता बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इन तीनों स्रोतों के संतुलित उपयोग से पोषक तत्वों की उपयोग दक्षता बढ़ती है, रासायनिक उर्वरकों पर निर्भरता कम होती है तथा मृदा स्वास्थ्य एवं कृषि उत्पादकता दोनों में दीर्घकालिक सुधार होता है। इसलिए समेकित पोषक तत्व प्रबंधन को टिकाऊ, पर्यावरण-अनुकूल एवं जलवायु-स्मार्ट कृषि प्रणाली का एक महत्वपूर्ण आधार माना जाता है।

मृदा स्वास्थ्य सुधार की समेकित रणनीति

मृदा स्वास्थ्य सुधार एक सतत एवं समग्र प्रक्रिया है, जिसमें अनेक वैज्ञानिक कृषि तकनीकों का समन्वित रूप से पालन किया जाता है। इसकी शुरुआत मृदा परीक्षण से होती है, जिसके माध्यम से मृदा की उर्वरता, pH तथा उपलब्ध पोषक तत्वों की सही जानकारी प्राप्त होती है। इसके आधार पर जैविक खादों का उपयोग मृदा में कार्बनिक पदार्थों की मात्रा बढ़ाने तथा सूक्ष्मजीवों की सक्रियता को प्रोत्साहित करने के लिए किया जाता है।

इसके पश्चात मल्चिंग द्वारा मृदा की नमी का संरक्षण, तापमान का नियमन तथा अपरदन एवं खरपतवारों का नियंत्रण किया जाता है। फसल चक्र अपनाने से पोषक तत्वों का संतुलन बना रहता है तथा रोग एवं कीटों का प्रकोप कम होता है। आवरण फसलें मृदा अपरदन को रोकने, जैविक पदार्थ बढ़ाने तथा नाइट्रोजन स्थिरीकरण में सहायक होती हैं। वहीं न्यूनतम जुताई मृदा की प्राकृतिक संरचना, मृदा कार्बनिक कार्बन तथा लाभकारी सूक्ष्मजीवों का संरक्षण करती है।

अंत में जैव उर्वरकों के प्रयोग से पोषक तत्वों की उपलब्धता एवं उपयोग दक्षता में वृद्धि होती है तथा मृदा की जैविक सक्रियता सुदृढ़ होती है। इन सभी उपायों को समेकित रूप से अपनाने से मृदा की भौतिक, रासायनिक एवं जैविक गुणवत्ता में सुधार होता है, जिसके परिणाम स्वरूप स्वस्थ मृदा, अधिक उत्पादक फसलें, संसाधन-संरक्षण तथा टिकाऊ कृषि प्रणाली का विकास संभव होता है। यही समेकित रणनीति भविष्य की जलवायु-सहिष्णु एवं पर्यावरण-अनुकूल कृषि की आधारशिला है।

मृदा स्वास्थ्य सुधारने के सरल उपाय

- प्रत्येक 2–3 वर्ष में मृदा परीक्षण कराएँ।
- कम्पोस्ट एवं गोबर की अच्छी सड़ी हुई खाद का नियमित उपयोग करें।
- फसल अवशेषों को जलाने के बजाय मृदा में मिलाएँ।
- मल्चिंग अपनाएँ।
- फसल चक्र एवं दलहनी फसलों को शामिल करें।
- आवरण फसलें उगाएँ।
- न्यूनतम जुताई अपनाएँ।
- जैव उर्वरकों एवं जैविक खादों का उपयोग बढ़ाएँ।
- संतुलित सिंचाई एवं जल संरक्षण तकनीकों को अपनाएँ।
- मृदा जैव विविधता का संरक्षण करें।

तालिका 12: स्वस्थ एवं अस्वस्थ मृदा की तुलना

गुण	स्वस्थ मृदा	अस्वस्थ मृदा
Organic Carbon	>0.75%	<0.40%
Bulk Density	कम	अधिक
Microbial Biomass	अधिक	कम
Earthworms	अधिक	कम

तालिका 13: मृदा स्वास्थ्य के प्रमुख संकेतक

संकेतक	आदर्श सीमा
pH	6.5–7.5
EC	<1 dS/m
Organic Carbon	>0.75%
Available N	>280 kg/ha

निष्कर्ष

मृदा केवल कृषि उत्पादन का माध्यम नहीं, बल्कि संपूर्ण कृषि पारिस्थितिकी तंत्र की आधारशिला है। स्वस्थ मृदा ही सतत् कृषि, सुरक्षित खाद्य उत्पादन, प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण तथा पर्यावरणीय संतुलन का मूल आधार है। वर्तमान समय में रासायनिक उर्वरकों एवं कीटनाशकों के अत्यधिक उपयोग, एकल फसल प्रणाली, फसल अवशेषों के दहन, अनियंत्रित जुताई तथा जलवायु परिवर्तन के कारण मृदा की भौतिक, रासायनिक एवं जैविक गुणवत्ता निरंतर प्रभावित हो रही है। ऐसी परिस्थितियों में प्राकृतिक एवं जैविक प्रबंधन आधारित मृदा स्वास्थ्य सुधार उपाय भविष्य की कृषि के लिए अत्यंत आवश्यक हो गए हैं।

मृदा परीक्षण, कार्बनिक खादों एवं कम्पोस्ट का नियमित उपयोग, वर्मी कम्पोस्ट, मल्चिंग, फसल चक्र, आवरण फसलें, न्यूनतम जुताई, जैव उर्वरकों का समुचित प्रयोग, लाभकारी सूक्ष्मजीवों का संरक्षण, संतुलित सिंचाई तथा समेकित पोषक तत्व प्रबंधन (INM) जैसी वैज्ञानिक तकनीकें न केवल मृदा की उर्वरता एवं मृदा कार्बनिक कार्बन (SOC) में वृद्धि करती हैं, बल्कि पोषक तत्व उपयोग दक्षता, जल संरक्षण, सूक्ष्मजीवीय विविधता तथा फसल उत्पादकता को भी दीर्घकाल तक बनाए रखती हैं। इन उपायों के माध्यम से रासायनिक आदानों पर निर्भरता कम की जा सकती है तथा कृषि उत्पादन को अधिक लाभकारी, संसाधन-कुशल एवं पर्यावरण-अनुकूल बनाया जा सकता है।

भविष्य की जलवायु-स्मार्ट (Climate-Smart) एवं टिकाऊ कृषि प्रणाली के लिए आवश्यक है कि किसान "फसल के साथ-साथ मृदा का भी पोषण" करने की अवधारणा को अपनाएँ। मृदा स्वास्थ्य में किया गया प्रत्येक निवेश आने वाली पीढ़ियों की खाद्य एवं पोषण सुरक्षा, प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण, कार्बन संचयन, जैव विविधता संवर्धन तथा कृषि की जलवायु परिवर्तन के प्रति सहनशीलता को सुदृढ़ बनाने में महत्वपूर्ण योगदान देता है। अतः वैज्ञानिक ज्ञान, स्थानीय संसाधनों तथा प्राकृतिक एवं जैविक कृषि तकनीकों के समन्वित उपयोग द्वारा स्वस्थ मृदा, समृद्ध किसान एवं सतत् कृषि का लक्ष्य सफलतापूर्वक प्राप्त किया जा सकता है।

अतःस्वस्थ मृदा ही टिकाऊ कृषि, बेहतर उत्पादन तथा पर्यावरण संरक्षण की आधारशिला है। प्राकृतिक एवं जैविक प्रबंधन उपायों जैसे कम्पोस्ट, जैविक खाद, मल्चिंग, फसल चक्र, आवरण फसलें, न्यूनतम जुताई तथा संतुलित जल एवं पोषण प्रबंधन को अपनाकर मृदा की उर्वरता, जैविक सक्रियता एवं संरचना में उल्लेखनीय सुधार किया जा सकता है। मृदा स्वास्थ्य में निवेश केवल वर्तमान फसल के लिए नहीं, बल्कि आने वाली पीढ़ियों की खाद्य सुरक्षा, प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण तथा जलवायु परिवर्तन के प्रति कृषि की सहनशीलता बढ़ाने की दिशा में एक दीर्घकालिक निवेश है।

सुझावित संदर्भः-

1. भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (ICAR). 2023. भारतीय कृषि में मृदा स्वास्थ्य प्रबंधन. भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद, नई दिल्ली।
2. भारतीय मृदा विज्ञान संस्थान (ICAR–Indian Institute of Soil Science, IISS). 2022. Soil Health Management for Sustainable Agriculture. भोपाल, मध्य प्रदेश।
3. खाद्य एवं कृषि संगठन (FAO). 2024. Status of the World's Soil Resources. खाद्य एवं कृषि संगठन, संयुक्त राष्ट्र, रोम, इटली।
4. खाद्य एवं कृषि संगठन (FAO). 2020. Soils for Nutrition: State of Knowledge and Future Challenges. खाद्य एवं कृषि संगठन, संयुक्त राष्ट्र, रोम, इटली।
5. लाल, आर. (Rattan Lal). 2020. Soil Organic Matter and Sustainable Agriculture. सीआरसी प्रेस (CRC Press), बोका रैटन, फ्लोरिडा, संयुक्त राज्य अमेरिका।
6. ब्रैडी, एन. सी. (N.C. Brady) एवं वील, आर. आर. (R.R. Weil). 2017. The Nature and Properties of Soils (15वाँ संस्करण). पियर्सन एजुकेशन (Pearson Education).
7. डोरन, जे. डब्ल्यू. (J.W. Doran) एवं ज़ीस, एम. आर. (M.R. Zeiss). 2000. Soil Health and Sustainability:

ISSN: 3048-6092
https://www.krishinavachar.in
खण्ड 03 भाग 03 जून, 2026

Managing the Biotic Component of Soil Quality. *Applied Soil Ecology*, 15: 3–11.

8. लेहमैन, जे. (J. Lehmann) एवं क्लेबर, एम. (M. Kleber). 2015. The Contentious Nature of Soil Organic Matter. *Nature*, 528: 60–68.

9. मोंटगोमरी, डी. आर. (D.R. Montgomery). 2017. Growing a Revolution: Bringing Our Soil Back to Life. डब्ल्यू. डब्ल्यू. नॉर्टन एंड कंपनी (W.W. Norton & Company), न्यूयॉर्क, संयुक्त राज्य अमेरिका।

10. प्रिटी, जे. (Jules Pretty). 2018. Sustainable Intensification of Agriculture. रूटलेज (Routledge), लंदन, यूनाइटेड किंगडम।

11. राष्ट्रीय मृदा सर्वेक्षण एवं भूमि उपयोग योजना ब्यूरो (NBSS&LUP). 2022. Soil Resource Atlas of India. नागपुर, महाराष्ट्र।

12. कृषि एवं किसान कल्याण मंत्रालय, भारत सरकार. 2023. Soil Health Card Scheme: Operational Guidelines and Technical Manual. कृषि एवं किसान कल्याण मंत्रालय, नई दिल्ली।

13. जैन, यामिनी. 2026. *प्राकृतिक एवं जैविक विधियों द्वारा मृदा स्वास्थ्य में सुधार: उपजाऊ एवं समृद्ध मिट्टी के लिए प्रमाणित जैविक उपाय.* बिगहाट (BigHaat). 20 जून, 2026. (अभिगमन तिथि: 29 जून, 2026).