एग्री मैगज़ीन
(कृषि लेखों के लिए अंतरराष्ट्रीय ई-पत्रिका)
वर्ष: 03, अंक: 07 (जुलाई, 2026)
www.agrimagazine.in पर ऑनलाइन उपलब्ध
© एग्री मैगज़ीन, आई. एस. एस. एन.: 3048-8656

मृदा अपरदन एवं मरुस्थलीकरण: कारण, प्रभाव, पारंपरिक रोकथाम और आधुनिक तकनीकें

*रागिनी वर्मा, अंकुल कुमार एवं सत्यार्थ सोनकर
चंद्रशेखर आजाद कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, कानपुर, उत्तर प्रदेश, भारत
*संवादी लेखक का ईमेल पता: ragini1999verma@gmail.com

प्रस्तावना एवं मूलभूत अवधारणाएँ

प्रस्तावना: पृथ्वी पर जीवन का आधार मृदा (मिट्टी) है। यह न केवल पौधों के पोषण और वृद्धि का माध्यम है, बल्कि वैश्विक पारिस्थितिकी तंत्र का एक महत्वपूर्ण स्तंभ भी है। हालांकि, आधुनिक वैश्विक औद्योगिक क्रांति, जनसंख्या विस्फोट और अवैज्ञानिक कृषि पद्धतियों के कारण मृदा का क्षरण तीव्र गति से हो रहा है। **मृदा अपरदन** और **मरुस्थलीकरण** वैश्विक पर्यावरण के सामने दो सबसे बड़ी चुनौतियाँ बनकर उभरी हैं। संयुक्त राष्ट्र पर्यावरण कार्यक्रम (UNEP) के अनुसार, विश्व की लगभग 30% से अधिक भूमि किसी न किसी रूप में क्षरण का शिकार है। यदि इस गति पर विराम नहीं लगाया गया, तो आगामी दशकों में वैश्विक खाद्य सुरक्षा के लिए गंभीर संकट उत्पन्न हो जाएगा।

मृदा अपरदन क्या है?

मृदा अपरदन वह भौतिक प्रक्रिया है जिसमें जल, वायु या मानवीय गतिविधियों के कारण मिट्टी की ऊपरी उपजाऊ परत (Topsoil) अपने स्थान से हटकर कहीं और स्थानांतरित हो जाती है। चूंकि मिट्टी की ऊपरी 2-3 सेंटीमीटर परत के बनने में प्रकृति को सैकड़ों वर्ष लगते हैं, इसलिए इसका कुछ ही वर्षों में नष्ट हो जाना एक अपरिवर्तनीय क्षति है।

मृदा अपरदन के प्रकार:

1. **जल द्वारा अपरदन:**

- **परत अपरदन (Sheet Erosion):** जब बारिश का पानी मिट्टी की ऊपरी परत को समान रूप से बहा ले जाता है। यह सबसे खतरनाक होता है क्योंकि यह आसानी से दिखाई नहीं देता।
- **क्षुद्र सरिता अपरदन (Rill Erosion):** जब बहता हुआ पानी मिट्टी पर छोटी-छोटी नालियाँ बना देता है।
- **अवनालिका अपरदन (Gully Erosion):** जब क्षुद्र सरिताएँ विशाल खड्डों या नालों का रूप ले लेती हैं (जैसे चंबल के बीहड़)।

2. **वायु द्वारा अपरदन:** शुष्क और अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में तेज हवाएँ सूखी और ढीली मिट्टी को उखाड़कर दूर ले जाती हैं।

मरुस्थलीकरण क्या है?

मरुस्थलीकरण का अर्थ नए मरुस्थलों का बनना नहीं है, बल्कि शुष्क, अर्ध-शुष्क और उप-आर्द्र क्षेत्रों में भूमि की जैविक और आर्थिक उत्पादकता का निरंतर कम होना है। जब उपजाऊ भूमि धीरे-धीरे बंजर या मरुस्थल जैसे लक्षणों में परिवर्तित होने लगती है, तो उसे मरुस्थलीकरण कहते हैं।

कारण और कारक

मृदा अपरदन और मरुस्थलीकरण के पीछे प्राकृतिक एवं मानवजनित दोनों प्रकार के कारण जिम्मेदार हैं।

1. प्राकृतिक कारण

- **तीव्र वर्षा एवं भू-आकृति:** मूसलाधार बारिश और तीव्र ढलान वाले क्षेत्रों में जल का प्रवाह तेज होता है, जिससे मिट्टी तेजी से कटती है।
- **जलवायु परिवर्तन:** वैश्विक तापमान में वृद्धि के कारण अनियंत्रित सूखा और अतिवृष्टि (Extreme Weather Events) की बारंबारता बढ़ी है।
- **शुष्क जलवायु और तेज हवाएँ:** मरुस्थलीय क्षेत्रों में वनस्पति की कमी के कारण हवाएँ बिना किसी बाधा के मिट्टी उड़ा ले जाती हैं।

2. मानवजनित कारण

मानवजनित कारण	प्रक्रिया	दुष्परिणाम
वनों की कटाई	कृषि भूमि और शहरीकरण के लिए पेड़ों को काटना	पौधों की जड़ें मिट्टी को बांधकर रखती हैं; पेड़ों के कटने से मिट्टी ढीली हो जाती है।
अति-पशुचारण	क्षमता से अधिक पशुओं को चराना	पशुओं के खुरों से मिट्टी सख्त होती है और वनस्पति का आवरण समाप्त हो जाता है।
अवैज्ञानिक कृषि पद्धतियाँ	एक ही फसल बार-बार उगाना, अत्यधिक जुताई और ढलान की दिशा में हल चलाना	मिट्टी के पोषक तत्व खत्म होते हैं और जल प्रवाह से अपरदन बढ़ता है।
रासायनिक उर्वरकों का अतिप्रयोग	कीटनाशकों और सिंथेटिक एनपीके (NPK) का असंतुलित उपयोग	मिट्टी के प्राकृतिक जीवाणु (Microbes) मर जाते हैं, जिससे मिट्टी की संरचना नष्ट होती है।
अनुचित सिंचाई (Over-irrigation)	अत्यधिक पानी देना और जल निकासी की कमी	मिट्टी में लवणता (Salinity) और क्षारीयता बढ़ती है, जिससे भूमि बंजर होती है।

पारिस्थितिक एवं सामाजिक-आर्थिक प्रभाव

मृदा क्षरण केवल पर्यावरण तक सीमित नहीं है; इसका सीधा प्रभाव मानव समाज और अर्थव्यवस्था पर पड़ता है।

1. कृषि और खाद्य सुरक्षा पर प्रभाव

- **उत्पादकता में गिरावट:** मिट्टी की ऊपरी परत में ही नाइट्रोजन, फास्फोरस और जैविक कार्बन जैसे पोषक तत्व होते हैं। इसके बह जाने से फसलों की पैदावार में भारी गिरावट आती है।
- **खाद्य असुरक्षा:** घटती पैदावार से बढ़ती वैश्विक आबादी के लिए भोजन उपलब्ध कराना कठिन हो जाता है।

2. जल संसाधनों पर प्रभाव

- **नदियों और बांधों में गाद:** अपरदित मिट्टी नदियों और जलाशयों के पेंदे में जमा हो जाती है, जिससे उनकी जल भंडारण क्षमता घटती है और बाढ़ (Floods) का खतरा बढ़ता है।
- **भूजल स्तर में गिरावट:** वनस्पति और उपजाऊ मिट्टी के बिना वर्षा का जल जमीन के अंदर नहीं रिस पाता, जिससे भूजल तालिका नीचे गिरती है।

3. सामाजिक और आर्थिक प्रभाव

- **विस्थापन और "पर्यावरणीय शरणार्थी":** बंजर होती भूमि के कारण ग्रामीण आबादी आजीविका की तलाश में शहरों की ओर पलायन करने पर मजबूर होती है।
- **आर्थिक हानि:** भारत में ISRO और पर्यावरण मंत्रालय की रिपोर्ट के अनुसार, कुल भौगोलिक क्षेत्र का लगभग 29% हिस्सा भूमि क्षरण की चपेट में है, जिससे सकल घरेलू उत्पाद (GDP) को प्रतिवर्ष अरबों डॉलर का नुकसान होता है।

पारंपरिक एवं कृषि-वैधानिक रोकथाम उपाय

मरुस्थलीकरण और मृदा अपरदन को रोकने के लिए पारंपरिक कृषि-प्रथाओं और जैविक प्रबंधन का उपयोग अत्यंत प्रभावी साबित हुआ है।

1. यांत्रिक एवं भौतिक उपाय

- **सीढ़ीदार खेती:** पहाड़ी क्षेत्रों में ढलान को सीढ़ियों के रूप में बदलकर जल के प्रवाह को धीमा किया जाता है।
- **समोच्च जुताई:** ढलान के विपरीत (समोच्च रेखाओं के अनुदिश) जुताई करने से पानी के प्राकृतिक बहाव में रुकावट आती है।
- **चेक डैम:** छोटी नदियों और नालों पर पत्थर या कंक्रीट के छोटे बांध बनाकर गाद को रोका जाता है।

2. जैविक एवं वनस्पति उपाय

- **वृक्षारोपण एवं शेल्टर बेल्ट्स:** हवा की दिशा के लंबवत पेड़ों की कतारें लगाई जाती हैं ताकि तेज हवाएँ मिट्टी को उड़ा न सकें।
- **आवरण फसलें:** मुख्य फसल के कटने के बाद खेत को खाली छोड़ने के बजाय दालें या घास उगाई जाती है, जिससे मिट्टी ढकी रहे।
- **फसल चक्र:** अलग-अलग मौसम में बदल-बदलकर फसलें उगाने से मिट्टी के पोषक तत्वों का प्राकृतिक संतुलन बना रहता है।
- **संरक्षण जुताई :** खेत की कम से कम जुताई करना ताकि मिट्टी की प्राकृतिक संरचना और नमी बनी रहे।

आधुनिक तकनीकें एवं भावी दिशा

21वीं सदी में वैज्ञानिक नवाचारों ने मरुस्थलीकरण से लड़ने के लिए नए और सटीक उपकरण प्रदान किए हैं।

1. आधुनिक तकनीकें

क) रिमोट सेंसिंग और GIS (Geographic Information Systems)

उपग्रह छवियों के माध्यम से मृदा क्षरण, नमी के स्तर और मरुस्थल के विस्तार का सटीक मानचित्रण किया जाता है। इससे संवेदनशील क्षेत्रों की पहचान करके समय पर सुधारात्मक कदम उठाए जा सकते हैं।

ख) ड्रोन तकनीक और एरियल सीडिंग

पहुंच से बाहर या दुर्गम पहाड़ी व शुष्क क्षेत्रों में ड्रोन के जरिए बीज के गोले बरसाकर तेजी से वनीकरण (Afforestation) किया जाता है।

ग) हाइड्रोजेल और बायोचार

- **इंडियन एग्रिकल्चरल रिसर्च इंस्टीट्यूट (IARI)** द्वारा विकसित 'पुसा हाइड्रोजेल' मिट्टी में पानी को सोखकर रखता है और शुष्क समय में धीरे-धीरे पौधों को नमी प्रदान करता है।
- **बायोचार:** यह एक प्रकार का जैविक कोयला है जो मिट्टी में मिलाने पर जल और पोषक तत्व धारण करने की क्षमता को कई गुना बढ़ा देता है।

घ) ड्रिप और स्प्रिंकलर सिंचाई

सटीक सिंचाई तकनीकों से जल का अपव्यय रुकता है, मिट्टी का कटाव थमता है और लवणता की समस्या पैदा नहीं होती।

2. अंतर्राष्ट्रीय एवं राष्ट्रीय प्रयास

- **UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification):** मरुस्थलीकरण से निपटने के लिए अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर बाध्यकारी कानूनी ढांचा।
- **द ग्रेट ग्रीन वॉल:** अफ्रीका में सहारा मरुस्थल के विस्तार को रोकने के लिए पश्चिम से पूर्व तक 8,000 किलोमीटर लंबी पेड़ों की दीवार बनाने की महत्वाकांक्षी योजना।
- **भारत का लक्ष्य:** भारत ने UNCCD COP-14 की अध्यक्षता के दौरान 2030 तक 26 मिलियन हेक्टेयर क्षरित भूमि को पुनः उपजाऊ बनाने (Land Degradation Neutrality - LDN) का संकल्प लिया है।

निष्कर्ष

मृदा अपरदन और मरुस्थलीकरण केवल पर्यावरण की समस्याएँ नहीं हैं, बल्कि ये मानव सभ्यता के अस्तित्व से जुड़े मुद्दे हैं। इन चुनौतियों से निपटने के लिए पारंपरिक कृषि ज्ञान और अत्याधुनिक तकनीकों (GIS, ड्रोन, बायोचार) का एक एकीकृत मॉडल अपनाना होगा। "मिट्टी बचाओ" केवल एक नारा नहीं, बल्कि आने वाली पीढ़ियों के सुरक्षित भविष्य की पूर्वशर्त है।