

मृदा लवणता नियंत्रण में ड्रिप एवं स्प्रिंकलर सिंचाई प्रणालियों की भूमिका

वीर सिंह^{1*} और तेजेन्द्र कुमार²

¹रिसर्च स्कॉलर (एग्रोनोमी), आर. एस. एम. पी. जी. कॉलेज, धामपुर बिजनौर, संबद्ध: महात्मा ज्योतिबा फुले रोहिलखंड विश्वविद्यालय, बरेली

²रिसर्च स्कॉलर (उद्यान विज्ञान), आर. एस. एम. पी. जी. कॉलेज, धामपुर बिजनौर, संबद्ध: महात्मा ज्योतिबा फुले रोहिलखंड विश्वविद्यालय, बरेली

*E-mail: tejendrarsm@gmail.com

प्रस्तावना

भारत सहित विश्व के कई शुष्क एवं अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में मृदा लवणता एक गंभीर कृषि समस्या के रूप में तेजी से उभर रही है। वर्तमान समय में बढ़ते जल संकट, अनियमित वर्षा तथा भूमिगत जल के अत्यधिक दोहन के कारण यह समस्या और अधिक विकराल होती जा रही है। अत्यधिक लवणीयता के कारण फसलों की सामान्य वृद्धि बाधित होती है, पौधों की जड़ें ठीक से विकसित नहीं हो पातीं, और अंततः उत्पादन में उल्लेखनीय कमी देखने को मिलती है। लंबे समय तक लवणीयता बने रहने से भूमि की उर्वरता धीरे-धीरे समाप्त होने लगती है, जिससे खेत अनुपजाऊ बनने लगते हैं।

विशेष रूप से उन क्षेत्रों में, जहाँ सिंचाई के लिए खारे या अर्ध-खारे पानी का उपयोग किया जाता है अथवा जल निकास (ड्रेनेज) की उचित व्यवस्था नहीं होती, वहाँ मृदा लवणता की समस्या अत्यधिक गंभीर रूप धारण कर लेती है। इसके अलावा उच्च तापमान के कारण अधिक वाष्पीकरण होने से मिट्टी की सतह पर लवणों का संचय बढ़ जाता है, जो फसलों के लिए हानिकारक होता है।



ऐसे परिदृश्य में आधुनिक सिंचाई तकनीकों विशेषकर ड्रिप (टपक) एवं स्प्रिंकलर (फव्वारा) सिंचाई प्रणाली का महत्व अत्यधिक बढ़ जाता है। ये तकनीकें पारंपरिक सिंचाई विधियों की तुलना में अधिक कुशल, जल-संरक्षण करने वाली तथा मृदा स्वास्थ्य के अनुकूल हैं। ड्रिप एवं स्प्रिंकलर प्रणाली न केवल जल की 30-70 प्रतिशत तक बचत करती हैं, बल्कि मिट्टी में लवणों के अत्यधिक संचय को भी नियंत्रित करने में सहायक होती हैं। इनके माध्यम से पौधों को आवश्यकतानुसार और नियंत्रित मात्रा में जल उपलब्ध कराया जाता है, जिससे जड़ों के आसपास लवणों की सांद्रता कम बनी रहती है और पौधों की वृद्धि बेहतर होती है। इस प्रकार, आधुनिक सिंचाई तकनीकों को अपनाकर न केवल मृदा लवणता की समस्या को नियंत्रित किया जा सकता है, बल्कि फसल उत्पादन एवं किसानों की आय में भी उल्लेखनीय वृद्धि की जा सकती है।

मृदा लवणता की समस्या: कारण एवं प्रभाव

मृदा लवणता का अर्थ है, मिट्टी में घुलनशील लवणों (जैसे सोडियम, कैल्शियम, मैग्नीशियम आदि के लवण) की अधिक मात्रा का होना। यह समस्या प्राकृतिक एवं मानव-जनित दोनों कारणों से उत्पन्न होती है और समय के साथ गंभीर रूप धारण कर सकती है।

प्रमुख कारण:

- खारे या अर्ध-खारे पानी से बार-बार सिंचाई करना, जिससे मिट्टी में लवणों का संचय बढ़ता है।
- जल निकास (ड्रेनेज) की कमी, जिसके कारण अतिरिक्त पानी एवं लवण मिट्टी में ही जमा रह जाते हैं।
- अधिक वाष्पीकरण (Evaporation), जिससे पानी उड़ जाता है और लवण मिट्टी की ऊपरी सतह पर जमा हो जाते हैं।
- भूजल स्तर का ऊँचा होना, जिससे लवण ऊपर की सतह तक पहुँच जाते हैं।
- रासायनिक उर्वरकों का असंतुलित एवं अत्यधिक उपयोग, जो लवणता को बढ़ाने में योगदान देता है।

मृदा एवं फसलों पर प्रभाव:

- बीज अंकुरण में कमी आती है, जिससे पौधों की संख्या घट जाती है।
- पौधों की जड़ों की वृद्धि बाधित होती है, जिससे वे पर्याप्त पोषक तत्व नहीं ले पाते।
- मिट्टी से पोषक तत्वों का अवशोषण कम हो जाता है, जिससे पौधों में पोषण की कमी हो जाती है।
- पत्तियों का जलना एवं पीला पड़ना जैसी समस्याएँ उत्पन्न होती हैं।
- पौधों की वृद्धि दर कम हो जाती है और उनकी उत्पादकता घट जाती है।
- अंततः कुल फसल उत्पादन में भारी गिरावट आती है, जिससे किसानों को आर्थिक हानि होती है।

ड्रिप सिंचाई प्रणाली क्या है

ड्रिप सिंचाई एक ऐसी आधुनिक पद्धति है जिसमें पानी को पाइपों एवं ड्रिपर्स के माध्यम से सीधे पौधों की जड़ों तक बूंद-बूंद के रूप में पहुँचाया जाता है।

प्रमुख विशेषताएँ:

- जल की 40-70% तक बचत
- जड़ों के पास नमी का संतुलित स्तर
- खरपतवार की वृद्धि में कमी
- उर्वरकों का कुशल उपयोग (फर्टिगेशन)



स्प्रिंकलर सिंचाई प्रणाली क्या है

स्प्रिंकलर सिंचाई में पानी को पाइपों के माध्यम से दबाव द्वारा फव्वारे के रूप में खेत में फैलाया जाता है, जिससे वर्षा जैसी स्थिति उत्पन्न होती है।

प्रमुख विशेषताएँ:

- असमतल भूमि के लिए उपयुक्त
- हल्की एवं रेतीली मिट्टी में प्रभावी
- समान रूप से जल वितरण
- श्रम की बचत



ड्रिप एवं स्प्रिंकलर सिंचाई द्वारा लवणता नियंत्रण के सिद्धांत

मृदा लवणता को नियंत्रित करने में ड्रिप एवं स्प्रिंकलर सिंचाई प्रणालियाँ वैज्ञानिक आधार पर कार्य करती हैं। ये तकनीकें न केवल जल के कुशल उपयोग को सुनिश्चित करती हैं, बल्कि मिट्टी में लवणों के व्यवहार को भी प्रभावित करती हैं। इन प्रणालियों के माध्यम से जल, नमी तथा लवणों के संतुलन को इस प्रकार नियंत्रित किया जाता है कि फसलों को न्यूनतम हानि हो और उत्पादन अधिकतम हो सके।

1. लवण संचय को नियंत्रित करना: ड्रिप सिंचाई प्रणाली में पानी सीधे पौधों की जड़ों के पास बूंद-बूंद के रूप में दिया जाता है। इस

प्रक्रिया में जल का प्रवाह सीमित एवं नियंत्रित होता है, जिससे मिट्टी में लवणों की गति भी नियंत्रित रहती है। जब पानी जड़ों के पास पहुँचता है, तो वह लवणों को घोलकर जड़ों के क्षेत्र से बाहर की ओर धकेल देता है।

इस प्रकार जड़ों के आसपास का क्षेत्र अपेक्षाकृत कम लवणीय बना रहता है, जिससे पौधों को अनुकूल वातावरण मिलता है। साथ ही, लवण मिट्टी की सतह या जड़ों से दूर किनारों की ओर जमा हो जाते हैं, जिससे उनका सीधा प्रभाव पौधों पर नहीं पड़ता। यह प्रक्रिया विशेष रूप से सब्जियों, बागवानी फसलों एवं उच्च मूल्य वाली फसलों के लिए अत्यंत लाभकारी सिद्ध होती है।

2. नियंत्रित नमी स्तर बनाए रखना: ड्रिप एवं स्प्रिंकलर दोनों प्रणालियाँ मिट्टी में नमी के स्तर को संतुलित बनाए रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। पारंपरिक सिंचाई विधियों में अक्सर अधिक या कम पानी देने की समस्या होती है, जिससे लवणों की सांद्रता बढ़ या घट सकती है।

इन आधुनिक तकनीकों में पौधों की आवश्यकता के अनुसार निश्चित मात्रा में पानी दिया जाता है, जिससे मिट्टी में नमी का स्तर स्थिर बना रहता है। जब मिट्टी में नमी पर्याप्त होती है, तो लवण अधिक सघन नहीं हो पाते और उनका दुष्प्रभाव कम हो जाता है। इसके अतिरिक्त, नियंत्रित नमी पौधों की जड़ों को सक्रिय बनाए रखती है, जिससे वे पोषक तत्वों का बेहतर अवशोषण कर पाते हैं। इस प्रकार, संतुलित नमी स्तर न केवल लवणता नियंत्रण में सहायक है, बल्कि समग्र फसल विकास के लिए भी आवश्यक है।

3. लवणों का धुलाई: लवणता नियंत्रण का एक महत्वपूर्ण सिद्धांत है, लवणों को जड़ों के क्षेत्र से नीचे की परतों में स्थानांतरित करना, जिसे लीचिंग कहा जाता है। स्प्रिंकलर सिंचाई प्रणाली इस प्रक्रिया में अत्यंत प्रभावी सिद्ध होती है।

स्प्रिंकलर के माध्यम से खेत में समान रूप से पानी का छिड़काव किया जाता है, जिससे मिट्टी की ऊपरी परतों में उपस्थित लवण घुलकर नीचे की ओर चले जाते हैं। समय-समय पर अतिरिक्त सिंचाई देकर लवणों को जड़ों की पहुँच से बाहर किया जा सकता है।

4. वाष्पीकरण में कमी: मृदा लवणता की एक प्रमुख समस्या है, वाष्पीकरण के कारण लवणों का सतह पर आ जाना। पारंपरिक सिंचाई विधियों में खेत की पूरी सतह पर पानी फैलाया जाता है, जिससे सूर्य की गर्मी के कारण पानी तेजी से वाष्पित हो जाता है और लवण ऊपर की सतह पर जमा हो जाते हैं।

ड्रिप सिंचाई प्रणाली इस समस्या को काफी हद तक नियंत्रित करती है। इसमें केवल पौधों की जड़ों के पास ही पानी दिया जाता है, जिससे मिट्टी की सतह का बड़ा भाग सूखा रहता है। परिणामस्वरूप वाष्पीकरण की दर कम हो जाती है और लवणों का ऊपर आना भी सीमित हो जाता है।

लवणीय मिट्टी में ड्रिप सिंचाई के लाभ

- जड़ों के पास कम लवणीयता
- पौधों की बेहतर वृद्धि एवं विकास
- जल उपयोग दक्षता में वृद्धि
- उर्वरकों का बेहतर उपयोग
- उत्पादन में 20-50% तक वृद्धि

लवणीय मिट्टी में स्प्रिंकलर सिंचाई के लाभ

- मिट्टी की सतह से लवणों को हटाने में सहायक
- समान रूप से जल वितरण
- प्रारंभिक अवस्था में फसलों के लिए लाभकारी
- हल्की मिट्टी में बेहतर परिणाम

ड्रिप एवं स्प्रिंकलर सिंचाई के उपयोग में सावधानियाँ

ड्रिप सिंचाई के लिए:

- पानी की गुणवत्ता की जाँच करें
- ड्रिपर्स की नियमित सफाई करें
- फिल्टर का उपयोग अनिवार्य करें
- समय-समय पर फ्लशिंग करें

स्प्रिंकलर सिंचाई के लिए:

- हवा की गति कम होने पर सिंचाई करें
- उचित दबाव बनाए रखें
- जल की मात्रा का संतुलन रखें
- अत्यधिक सिंचाई से बचें

लवणता नियंत्रण के लिए पूरक उपाय

- **जिप्सम का प्रयोग:** क्षारीय मिट्टी सुधार के लिए
- **हरी खाद का उपयोग:** मृदा संरचना सुधारने हेतु
- **फसल चक्र अपनाना:** लवण सहनशील फसलें शामिल करें
- **ड्रेनेज व्यवस्था:** अतिरिक्त जल निकास सुनिश्चित करें
- **जैव उर्वरकों का प्रयोग**
- **लवण सहनशील फसलें:** गेहूँ, जौ, सरसों, कपास और गन्ना।

लागत एवं लाभ विश्लेषण

हालाँकि ड्रिप एवं स्प्रिंकलर प्रणाली की प्रारंभिक लागत अधिक होती है, लेकिन सरकारी सब्सिडी एवं दीर्घकालिक लाभ इसे आर्थिक रूप से व्यवहार्य बनाते हैं।

लाभ:

- जल की बचत
- उर्वरकों की बचत
- उत्पादन में वृद्धि
- भूमि की उत्पादकता में सुधार

सफलता का उदाहरण: कई राज्यों जैसे राजस्थान, गुजरात और हरियाणा में किसानों ने ड्रिप एवं स्प्रिंकलर तकनीकों को अपनाकर लवणीय भूमि को उपजाऊ बनाया है और अपनी आय में उल्लेखनीय वृद्धि की है।

निष्कर्ष

लवणीय एवं क्षारीय मिट्टी की समस्या को नियंत्रित करने के लिए आधुनिक सिंचाई तकनीकों का उपयोग अत्यंत आवश्यक है। ड्रिप एवं स्प्रिंकलर सिंचाई प्रणाली न केवल जल संरक्षण में सहायक हैं, बल्कि मृदा लवणता को नियंत्रित कर फसल उत्पादन में भी वृद्धि करती हैं।

