

भारत में कृषि उत्पादकता और लाभप्रदता बढ़ाने के लिए उन्नत जल प्रौद्योगिकियाँ और जल प्रबंधन पद्धतियाँ

पी. एस. ब्रह्मानंद और डी. एस. गुर्जर

जल प्रौद्योगिकी केंद्र, भा.कृ.अनु.प.- भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली
ईमेल: dsgurjar79@gmail.com

कृषि, भारतीय अर्थव्यवस्था की रीढ़ की हड्डी के रूप में कार्य करती है, जो राष्ट्रीय आय और रोजगार में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। यह क्षेत्र वर्तमान कीमतों पर देश के सकल मूल्यवर्धन में लगभग 18 % का योगदान देता है और लगभग 46.1 % आबादी का भरण-पोषण करता है (आर्थिक सर्वेक्षण 2024-25)। इसका प्रदर्शन न केवल खाद्य सुरक्षा को सीधे प्रभावित करता है, बल्कि यह अन्य क्षेत्रों को भी प्रभावित करता है, भारतीय आबादी के एक महत्वपूर्ण हिस्से की आजीविका को बनाए रखता है और यह भारत के सामाजिक-आर्थिक विकास और वृद्धि में महत्वपूर्ण योगदान देता है। देश की आधी आबादी के लिए आय और आजीविका का एक प्रमुख स्रोत होने के नाते, कृषि, भारत को एक विकसित राष्ट्र का दर्जा हासिल करने में मदद कर सकती है। पारंपरिक खेती के तरीकों को आधुनिक और उन्नत कृषि तकनीक में बदलकर भारतीय कृषि प्रणाली में एक महत्वपूर्ण परिवर्तन के माध्यम से इसे हासिल किया जा सकता है। जिससे भारतीय कृषि की उत्पादकता और लाभप्रदता बढ़ेगी। हालाँकि, भारतीय कृषि में उत्पादकता और लाभप्रदता बढ़ाने के लिए प्रणालीगत बदलाव, तकनीक, बुनियादी ढाँचे, सरकार द्वारा नीति समर्थन और किसान सशक्तिकरण का सम्मिश्रण आवश्यक है। लक्ष्य सिर्फ अधिक विकास करना नहीं है, बल्कि बेहतर और लाभप्रद रूप से विकास करना है, जिससे स्थायी आजीविका और राष्ट्रीय खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित हो सके। इसलिए, किसानों द्वारा उन्नत जल प्रौद्योगिकी और जल प्रबंधन पद्धति/प्रथाओं को अपनाना, भारत में कृषि उत्पादकता और लाभप्रदता बढ़ाने की दिशा में एक कदम हो सकता है। जल कृषि की आधारशिला है, जो दुनिया भर में कृषि प्रणालियों में उत्पादकता और लाभप्रदता दोनों को प्रभावित करता है। इसके अलावा, कृषि विश्व स्तर पर मीठे जल का सबसे बड़ा उपभोक्ता है, जो सभी मीठे जल

की निकासी का लगभग 70% उपयोग करता है। भारत जैसे देशों में, यह आँकड़ा और भी अधिक है - उपलब्ध जलका लगभग 80-85% सिंचाई के लिए उपयोग किया जाता है। जैसे-जैसे जलवायु परिवर्तन, जनसंख्या वृद्धि और शहरीकरण के कारण जल की कमी बढ़ती जा रही है, कृषि क्षेत्र को कम जलमें अधिक भोजन पैदा करने के लिए बढ़ते दबाव का सामना करना पड़ रहा है। इससे कृषि में जल प्रौद्योगिकियों और स्थायी जल प्रबंधन प्रथाओं को अपनाना न केवल महत्वपूर्ण, बल्कि अनिवार्य हो जाता है। यह लेख अत्याधुनिक जल प्रौद्योगिकियों और जल प्रबंधन रणनीतियों का वर्णन करता है जो पर्यावरणीय स्थिरता को बढ़ावा देते हुए कृषि परिणामों को बेहतर बना रही हैं।

कृषि में जल प्रौद्योगिकी और जल प्रबंधन: अवधारणा और अंतर

जल प्रौद्योगिकी और जल प्रबंधन शब्द आपस में बहुत निकट से जुड़े हुए हैं, लेकिन विशेष रूप से कृषि में जलके उपयोग और नियंत्रण के विभिन्न पहलुओं को संदर्भित करते हैं। जल प्रौद्योगिकी कृषि या अन्य उपयोगों के लिए जलनिकालने, संग्रहीत करने, वितरित करने, संरक्षित करने, उपचारित करने या निगरानी करने के लिए विकसित किए गए उपकरणों और प्रणालियों को संदर्भित करती है। यह नवाचार और बुनियादी ढाँचे पर केंद्रित है। यह भौतिक या डिजिटल उपकरणों पर भी ध्यान केंद्रित करता है जो जलके उपयोग या उपलब्धता में सुधार करते हैं। कृषि में जल प्रौद्योगिकियों के उदाहरण हैं सूक्ष्म सिंचाई प्रणाली (ड्रिप, स्प्रींकलर माइक्रो-स्प्रींकलर, माइक्रो-जेट, रेन-गन), मृदा नमी सेंसर, IoT-आधारित स्मार्ट सिंचाई प्रणाली, वर्षा जल संचयन प्रणाली, रिमोट सेंसिंग और जीआईएस, जल गुणवत्ता सुधार/जल उपचार प्रणाली, विलवणीकरण और जल पुनर्चक्रण और पुनः उपयोग आदि। जल प्रबंधन जल संसाधनों के उपयोग

की योजना बनाने, नियंत्रित करने, आवंटित करने और अनुकूलन करने के लिए उपयोग की जाने वाली रणनीतियों, प्रथाओं और निर्णय लेने की प्रक्रियाओं को संदर्भित करता है। यह नीतियों, नियोजन और जलके व्यवहार पर केंद्रित है। यह जल के सतत और कुशल उपयोग को सुनिश्चित करने पर भी ध्यान केंद्रित करता है। जल प्रबंधन प्रथाओं के उदाहरण हैं सिंचाई नियमन (शेड्यूलिंग), सतही और भूजल का संयुक्त उपयोग, जल मूल्य निर्धारण और नीतियाँ, सामुदायिक जल प्रशासन, जल उपलब्धता के आधार पर फसल नियोजन, संरक्षण जुताई और मल्लिचंग, फसल चयन और रोटेशन, एकीकृत जल संसाधन प्रबंधन इत्यादि (तालिका 1)।

तालिका 1 : कृषि में जल प्रौद्योगिकी और जल प्रबंधन के बीच मुख्य अंतर

विशेषता	जल प्रौद्योगिकी	जल प्रबंधन
प्रकृति	हार्डवेयर और डिजिटल उपकरण	योजना और परिचालन रणनीतियाँ
लक्ष्य	जल अनुप्रयोग और दक्षता में सुधार	टिकाऊ और न्यायसंगत जल उपयोग सुनिश्चित करें
उदाहरण	सूक्ष्म सिंचाई प्रणाली (ड्रिप, स्प्रिंकलर माइक्रो-स्प्रिंकलर, माइक्रो-जेट, रेनगन), मृदा नमी सेंसर, आईओटी - आधारित स्मार्ट सिंचाई प्रणाली, वर्षा जल संचयन प्रणाली, रिमोट सेंसिंग और जीआईएस, जल गुणवत्ता	सिंचाई नियमन (शेड्यूलिंग), सतही और भूजल का संयुक्त उपयोग, जल मूल्य निर्धारण और नीतियाँ, सामुदायिक जल शासन, जल उपलब्धता के आधार पर फसल योजना, संरक्षण जुताई और मल्लिचंग, फसल

	सुधार/जल उपचार प्रणाली, विलवणीकरण और जल पुनर्चक्रण और पुनः उपयोग आदि।	चयन और फसल चक्र (क्रॉप रोटेशन), एकीकृत जल संसाधन प्रबंधन आदि।
इसका उपयोग कौन करता है?	किसान, इंजीनियर, तकनीशियन	किसान, जल प्रबंधक, नीति निर्माता

दोनों को एक साथ दर्शाने के लिए उदाहरण:

एक किसान ड्रिप सिंचाई प्रणाली (जल प्रौद्योगिकी) स्थापित करता है और मिट्टी की नमी के आंकड़ों और मौसम के पूर्वानुमान का उपयोग केवल तभी सिंचाई करने के लिए करता है जब इसकी आवश्यकता होती है (जल प्रबंधन)। यह संयुक्त दृष्टिकोण पैदावार में सुधार करता है, जलका संरक्षण करता है और लागत कम करता है।

कृषि में उन्नत जल प्रौद्योगिकी

कृषि में उन्नत जल प्रौद्योगिकी को जल उपयोग दक्षता को अधिकतम करने, हानि/नुकसान को कम करने और बढ़ते जल तनाव की स्थिति में फसल उत्पादकता को बढ़ाने के लिए अनुरेखित (डिजाइन) किया गया है। ये प्रौद्योगिकी सिंचाई, निगरानी, डेटा विश्लेषण और संसाधन प्रबंधन में नवाचारों को जोड़ती है ताकि सटीक कृषि और स्थायी जल उपयोग का समर्थन किया जा सके। कृषि में प्रमुख उन्नत जल प्रौद्योगिकियों का वर्णन नीचे उपयुक्त शीर्षकों और उपशीर्षकों के साथ किया गया है।

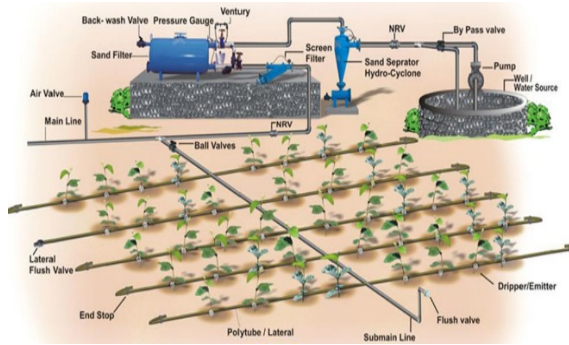
सूक्ष्म सिंचाई प्रणाली

सूक्ष्म सिंचाई को मिट्टी की सतह के ऊपर और नीचे सीधे जल की छोटी मात्रा के लगातार अनुप्रयोग के रूप में परिभाषित किया गया है; आमतौर पर जल की आपूर्ति लाइन के साथ रखे गए एमिटर या स्प्रिंकलर के माध्यम से असतत बूंदों, निरंतर बूंदों या छोटी धाराओं के रूप में। सूक्ष्म सिंचाई प्रणाली में शामिल हैं; ड्रिप सिंचाई (ऑन-लाइन और इन-

लाइन दोनों प्रणालियाँ), स्प्रिंकलर सिंचाई प्रणाली (मिनी स्प्रिंकलर और माइक्रो स्प्रिंकलर), माइक्रो-जेट, रेन गन आदि

ड्रिप सिंचाई प्रणाली

ड्रिप सिंचाई, एक सूक्ष्म सिंचाई प्रणाली है जो एमिटर के माध्यम से सीधे जड़ क्षेत्र में जलपहुंवाती है। ड्रिप सिंचाई प्रणाली में इन-लाइन और ऑन-लाइन ड्रिप/एमिटर होते हैं। इसके कई लाभ हैं जैसे नियंत्रित जल और उर्वरक का उपयोग, उच्च सिंचाई दक्षता (90-95%), जड़ क्षेत्र में उच्च मृदा जल क्षमता का रखरखाव, जल और उर्वरकों की बचत, उपज में वृद्धि, समस्याग्रस्त जलका सर्वोत्तम उपयोग, उच्च खरपतवार नियंत्रण, श्रम की आवश्यकता में कमी, पर्यावरण के रक्षक के रूप में ड्रिप सिंचाई, वाष्पीकरण और अपवाह से जलकी हानि को कम करती है और उर्वरता के साथ उपयोग किए जाने पर पोषक तत्वों के अवशोषण को बढ़ाती है। यह बागों, सब्जी की फसलों, ग्रीनहाउस और पंक्ति फसलों के लिए सबसे उपयुक्त है। ड्रिप सिंचाई प्रणाली की कई सीमाएँ हैं जैसे कि केवल सब्जियों और निकट दूरी वाली फसलों के लिए क्रिफायती और व्यवहार्य, पौधों की जड़ों का सीमित विकास, लवणता की समस्या, एमिटर का बंद होना, यांत्रिक क्षति, परिचालन बाधाएँ, उच्च प्रारंभिक लागत।



एक विशिष्ट ड्रिप सिंचाई प्रणाली का सामान्य दृश्य

स्प्रिंकलर सिंचाई प्रणाली

स्प्रिंकलर सिंचाई, सिंचाई जल लगाने की एक विधि है जो प्राकृतिक वर्षा के समान है। इसका मतलब है कि स्प्रिंकलर सिंचाई प्रणाली नोजल के माध्यम से जल का छिड़काव करके प्राकृतिक वर्षा का अनुकरण करती है। जलको पाइपों की एक प्रणाली के माध्यम से वितरित किया जाता है और स्प्रिंकलर के माध्यम से हवा में छिड़का जाता है, इसे छोटे जल की बूंदों में तोड़ दिया जाता है जो मिट्टी की

सतह पर गिरती हैं। इसके पाँच प्रमुख घटक हैं जैसे पंप इकाई (जलपर दबाव डालती है), पाइप (मुख्य लाइनें और पार्श्व रेखाएँ स्रोत से स्प्रिंकलर तक जल ले जाती हैं), स्प्रिंकलर/नोजल (ऐसे उपकरण जो खेत में जलका छिड़काव करते हैं), नियंत्रण वाल्व (जलके प्रवाह और दबाव को नियंत्रित करते हैं) और फिल्टर (रूकावट को रोकने के लिए मलबे को हटाते हैं)। इसके कई लाभ हैं जैसे समान जल वितरण, विभिन्न फसलों और मिट्टी के लिए उपयुक्त, गहरे रिसाव से जलकी हानि को कम करता है, उर्वरक और कीटनाशक अनुप्रयोग (रसायन) में मदद करता है, असमान भूभाग पर उपयोगी है। यह अनाज, दालों, तिलहन और लॉन के लिए सबसे उपयुक्त है। स्प्रिंकलर सिंचाई प्रणाली में भी निम्न सीमाएँ हैं जैसे कि उच्च प्रारंभिक लागत, हवा के प्रति संवेदनशील (जो असमान जल वितरण का कारण बन सकती है), रूकावट को रोकने के लिए स्वच्छ जलकी आवश्यकता होती है और सतही सिंचाई की तुलना में अधिक ऊर्जा-गहन होती है। स्प्रिंकलर सिस्टम के प्रकार इस प्रकार हैं; सिंचाई जल के छिड़काव की व्यवस्था के आधार पर (1. रोटेटिंग हेड सिस्टम, 2. छिद्रित पाइप प्रणाली)। पोर्टेबिलिटी के आधार पर 1. पोर्टेबल सिस्टम, 2. सेमी-पोर्टेबल सिस्टम, 3. सेमी-स्थायी सिस्टम, 4. सॉलिड-सेट सिस्टम, 5. स्थायी सिस्टम। और डिस्चार्ज दर के आधार पर 1. ओवरहेड स्प्रिंकलर, 2. रेन-गन, 3. पॉप-अप या लॉन स्प्रिंकलर, 4. माइक्रो-स्प्रिंकलर)।



स्प्रिंकलर (नोजल)
सिंचाई प्रणाली का
सामान्य दृश्य

मृदा नमी सेंसर

मृदा नमी सेंसर ऐसे उपकरण हैं जिनका उपयोग वास्तविक समय में मिट्टी में जलकी मात्रा को मापने के लिए किया जाता है। वे किसानों, शोधकर्ताओं और सिंचाई प्रबंधकों को जलके उपयोग को अनुकूलित करने में मदद करते हैं, यह सुनिश्चित करते हुए कि फसलों को बिना बर्बादी के सही मात्रा में जल मिले। इसका उपयोग मुख्य रूप से कृषि में सिंचाई नियमन (शेड्यूलिंग)-निर्णय लेने के लिए किया जाता है: कब सिंचाई करनी है और कितनी सिंचाई करनी है), अधिक/कम सिंचाई से बचना: फसल के स्वास्थ्य की रक्षा करता है और जल बचाता है, सटीक खेती: स्मार्ट सिंचाई प्रणालियों के लिए IoT और मौसम डेटा के साथ संयोजन और अनुसंधान: मिट्टी-जलकी गतिशीलता, पौधे-जलके संबंधों आदि की निगरानी करना। मृदा नमी सेंसर के कई फायदे हैं जैसे जलऔर ऊर्जा की बचत, फसल की उपज और गुणवत्ता में सुधार, पोषक तत्वों और रसायनों के रिसाव को कम करता है, सिंचाई प्रणालियों को स्वचालित करने में मदद करता है। उनकी निम्नलिखित सीमाएँ भी हैं जैसे सेंसर रीडिंग मिट्टी के प्रकार और लवणता से प्रभावित हो सकती है, सटीक डेटा के लिए उचित अंशांकन की आवश्यकता होती है और कुछ प्रणालियों को डेटा ट्रांसमिशन के लिए बिजली या कनेक्टिविटी की आवश्यकता होती है। मृदा नमी सेंसर के प्रकार हैं वॉल्यूमेट्रिक मृदा नमी सेंसर (टाइम डोमेन रिफ्लेक्टोमेट्री (टीडीआर), फ्रिक्वेंसी डोमेन रिफ्लेक्टोमेट्री (एफडीआर) और कैपेसिटेंस प्रोब्स), टेंसिओमीटर और जिप्सम ब्लॉक या प्रतिरोध ब्लॉक।

आईओटी - आधारित स्मार्ट सिंचाई प्रणाली

आईओटी - आधारित स्मार्ट सिंचाई प्रणाली मिट्टी की नमी, मौसम की स्थिति, फसल की जरूरतों और जलकी उपलब्धता जैसे वास्तविक समय के डेटा के आधार पर सिंचाई की कुशलतापूर्वक और स्वचालित रूप से निगरानी और नियंत्रण करने के लिए इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी) तकनीकों का उपयोग करती है। आईओटी - आधारित स्मार्ट सिंचाई प्रणाली के मुख्य घटक इस प्रकार हैं; 1. सेंसर (मिट्टी की नमी सेंसर, तापमान और आर्द्रता सेंसर, वर्षा सेंसर, प्रवाह मीटर, पीएच/ ईसी सेंसर) 2. नियंत्रक इकाई (एक

माइक्रोकंट्रोलर या एज डिवाइस (वाणिज्यिक स्मार्ट नियंत्रक), सेंसर डेटा को प्रोसेस करता है और सिंचाई के निर्णय लेता है, जलके प्रवाह को नियंत्रित करने के लिए सोलनॉइड वाल्व के साथ इंटरफेस करता है)। 3. कनेक्टिविटी (वायरलेस संचार: वाई-फाई, लोरा, जिगबी, एनबी-आईओटी, या जीएसएम/4जी), क्लाउड इंटीग्रेशन: रिमोट एक्सेस और एनालिटिक्स के लिए क्लाउड प्लेटफॉर्म पर डेटा भेजता है, मोबाइल ऐप/वेब डैशबोर्ड: रीयल-टाइम मॉनिटरिंग और मैनुअल ओवरराइड के लिए यूजर इंटरफेस)। 4. बिजली की आपूर्ति (बैटरी बैकअप के साथ सौर पैनल: निर्बाध संचालन सुनिश्चित करने के लिए फील्ड सेटअप में उपयोग किया जाता है)। आईटी-आधारित स्मार्ट सिंचाई प्रणाली की कार्य प्रक्रिया (प्रवाह) इस प्रकार है; 1. सेंसर लगातार फील्ड स्थितियों की निगरानी करते हैं। 2. डेटा कंट्रोलर और/या क्लाउड को भेजा जाता है, 3. एक निर्णय एल्गोरिदम फसल की जलकी आवश्यकताओं या निर्धारित थ्रेशहोल्ड के खिलाफ डेटा की तुलना करता है, 4. सिस्टम केवल आवश्यक होने पर ही सिंचाई शुरू करता है, 5. रीयल-टाइम अलर्ट और ऐतिहासिक रिपोर्ट ऐप या वेब डैशबोर्ड के माध्यम से उपलब्ध हैं। इसके लाभ रीयल-टाइम नियंत्रण और निर्णय लेने और रीयल-टाइम नियंत्रण और निर्णय लेने के रूप में हैं। यह तकनीक-सक्षम खेतों और उच्च मूल्य वाली फसलों के लिए सबसे उपयुक्त है।

रिमोट सेंसिंग और जीआईएस प्रौद्योगिकियां

रिमोट सेंसिंग (आरएस) और भौगोलिक सूचना प्रणाली (जीआईएस) शक्तिशाली उपकरण हैं जो कृषि में जल प्रबंधन को बदल रहे हैं, विशेष रूप से सिंचाई को अनुकूलित करने, फसल के स्वास्थ्य की निगरानी करने और क्षेत्र और क्षेत्रीय दोनों स्तरों पर निर्णय लेने में सुधार के लिए। रिमोट सेंसिंग में दूरी से डेटा एकत्र करना शामिल है - आमतौर पर उपग्रहों, ड्रोन (यूएवी), या विमान के माध्यम से - बिना भौतिक संपर्क के कृषि भूमि की निगरानी और विश्लेषण करने के लिए। जल प्रौद्योगिकी में प्रमुख रिमोट सेंसिंग अनुप्रयोग इस प्रकार हैं; वनस्पति सूचकांकों (जैसे, एनडीवीआई, एनडीडब्ल्यूआई, एसएवीआई) का उपयोग करके फसल की जलकी आवश्यकताओं का अनुमान लगाना, थर्मल और

माइक्रोवेव सेंसर के साथ मिट्टी की नमी और वाष्पोत्सर्जन (ईटी) का मानचित्रण करना, यह सूचित निर्णय लेने के लिए विभिन्न डेटासेट (जैसे, स्थलाकृति, मिट्टी का प्रकार, जल स्रोत, फसल मानचित्र) को एकीकृत करने की अनुमति देता है। कृषि के लिए जल प्रौद्योगिकी में जीआईएस (भौगोलिक सूचना प्रणाली) अनुप्रयोगों में स्थानिक डेटा विश्लेषण, मानचित्रण और जल उपयोग दक्षता, सिंचाई योजना और टिकाऊ कृषि जल प्रबंधन को बढ़ाने के लिए निर्णय समर्थन शामिल है। रिमोट सेंसिंग और जीआईएस तकनीकें क्षेत्रीय सिंचाई योजना, क्षेत्र परिवर्तनशीलता और सिंचाई आवश्यकताओं के मानचित्र, बड़े खेतों के लिए सूखे की निगरानी के लिए सबसे उपयुक्त हैं।

वर्षा जल संचयन प्रणालियाँ

वर्षा जल संचयन प्रणालियाँ कृषि, घरेलू या औद्योगिक उद्देश्यों के लिए वर्षा जल को इकट्ठा करने, संग्रहीत करने और उपयोग करने की विधियाँ हैं। कृषि में, विशेष रूप से जलकी कमी वाली परिस्थितियों में, वर्षा जल संचयन जल उपलब्धता, भूजल पुनर्भरण और सिंचाई क्षमता को बेहतर बनाने में मदद करता है। कृषि में वर्षा जल संचयन प्रणालियों के प्रकार इस प्रकार हैं: 1. छत पर वर्षा जल संचयन: छतों से वर्षा जल एकत्र किया जाता है और टैंकों में संग्रहीत किया जाता है या पुनर्भरण गड्ढों में भेजा जाता है। ग्रीनहाउस, फार्महाउस या भंडारण शेड के लिए सबसे अच्छा है। छोटे किसानों के खेतों या शहरी कृषि में आम है। 2. सतही अपवाह संचयन (इन-सीटू और एक्स-सीटू)-इन-सीटू (खेत में भंडारण): कंटूर बंड, खाइयाँ, फ़रो, लकीरें: अपवाह को कम करें, अंत: स्यंदन/घुसपैठ को बढ़ाएँ। जहाँ बारिश गिरती है, वहाँ मल्लिंग और संरक्षण जुताई। एक्स-सीटू (खेत के बाहर भंडारण): फार्म तालाब, चेक डैम, छिद्रण टैंक और भंडारण जलाशय: जलग्रहण क्षेत्रों से अपवाह एकत्र करें। 3. उपसतही संचयन: भूजल पुनर्भरण में सुधार के लिए कुओं, घुसपैठ दीर्घाओं और छिद्रण गड्ढों को पुनःपूरित (रिचार्ज) करें। आरडब्ल्यूएच प्रणाली के मुख्य घटक प्रवाह के रूप में हैं: जलग्रहण क्षेत्र: छत, खुला मैदान, पहाड़ी ढलान, या सड़क की सतह। परिवहन प्रणाली: नाले, पाइप, या चैनल जो जलको निर्देशित करते हैं। निस्पंदन इकाई: भंडारण से पहले

मलबे को हटाता है। भंडारण संरचना: टैंक, तालाब, या जलाशय। ओवरफ्लो और आउटलेट: ओवरफिलिंग को रोकता है और अतिरिक्त को रिचार्ज करने के लिए निर्देशित करता है। वर्षा जल संचयन (आरडब्ल्यूएच) के कृषि में कई लाभ हैं यह भारत के शुष्क और अर्ध-शुष्क क्षेत्रों के लिए सबसे उपयुक्त है।

सौर ऊर्जा से चलने वाले जल पंप

सौर ऊर्जा से चलने वाले जल पंप सिंचाई पंप हैं जो फोटोवोल्टिक (पीवी) पैनलों के माध्यम से सौर ऊर्जा का उपयोग करते हैं - कुओं, बोरहोल, तालाबों या नदियों से जल को ऊपर उठाने या दबाव देने के लिए। वे विशेष रूप से ऑफ-ग्रिड या जलकी कमी वाले कृषि क्षेत्रों में मूल्यवान हैं, जहाँ पारंपरिक बिजली या डीजल महंगा या अनुपलब्ध है। कार्य प्रक्रिया प्रवाह सौर ऊर्जा से चलने वाले जल पंप इस प्रकार हैं: 1. सौर पीवी पैनल सूर्य के प्रकाश से बिजली उत्पन्न करते हैं, 2. बिजली एक पंप से जुड़ी डीसी या एसी मोटर को शक्ति प्रदान करती है, 3. पंप एक स्रोत (जैसे, कुआँ, नहर, तालाब) से जलउठाता है, 4. जलको एक टैंक में संग्रहीत किया जाता है या ड्रिप/स्प्रिंकलर सिस्टम के माध्यम से सीधे खेतों में पहुँचाया जाता है। सौर ऊर्जा से चलने वाले जल पंप दो प्रकार के होते हैं: 1. उथले जल स्रोतों (तालाब, नहर) (< 10 मीटर गहराई) के लिए सतही सौर पंप और गहरे जल स्रोतों (बोरवेल, गहरे कुएँ आदि) (> 10 मीटर से ~250 मीटर) के लिए सबमर्सिबल सौर पंप। सौर जल पंपों के लाभ इस प्रकार हैं: कोई ईंधन लागत नहीं - मुफ्त सौर ऊर्जा द्वारा संचालित। कम रखरखाव - कुछ ही चलने वाले हिस्से। पर्यावरण के अनुकूल - कोई उत्सर्जन या शोर नहीं। दूरदराज के क्षेत्रों के लिए आदर्श - ग्रिड बिजली के बिना काम करता है। सटीक सिंचाई का समर्थन करता है - ड्रिप/स्प्रिंकलर सिस्टम के साथ अच्छी तरह से काम करता है। पर्यावरण के अनुकूल खेती को बढ़ावा देता है। सौर ऊर्जा से चलने वाले जलके पंप ऑफ-ग्रिड या दूरदराज के खेती वाले क्षेत्रों के लिए सबसे उपयुक्त हैं।

स्वचालित सिंचाई नियंत्रक

स्वचालित सिंचाई नियंत्रक ऐसे उपकरण हैं जो फसलों पर कब और कितना जल डाला जाए, इसका प्रबंधन

करते हैं - स्वचालित रूप से, बिना किसी मैन्युअल हस्तक्षेप की आवश्यकता के। ये सिस्टम सटीक कृषि के लिए महत्वपूर्ण हैं, जल बचाने, फसल की पैदावार में सुधार करने और श्रम और ऊर्जा लागत को कम करने में मदद करते हैं। स्वचालित सिंचाई नियंत्रक एक इलेक्ट्रॉनिक उपकरण या प्रणाली है जो सेंसर (मिट्टी की नमी, मौसम, समय) से इनपुट प्राप्त करता है, पूर्व-क्रमबद्ध शेड्यूल या वास्तविक समय के डेटा के आधार पर जलके वाल्व या पंप को नियंत्रित करता है, इसमें मोबाइल ऐप या इंटरनेट प्लेटफॉर्म (आईओटी-सक्षम) के माध्यम से दूरस्थ पहुँच शामिल हो सकती है। स्वचालित सिंचाई नियंत्रकों के प्रकार समय आधारित, सेंसर आधारित, मौसम आधारित (ईटी नियंत्रक) और आईओटी-आधारित स्मार्ट नियंत्रक हैं। स्वचालित सिंचाई नियंत्रकों के लाभ सिंचाई का सटीक समय और जल और श्रम की बर्बादी को कम करना है। यह वाणिज्यिक खेतों, ग्रीनहाउस के लिए सबसे उपयुक्त है।

अधोभौमिक बूँद बूँद सिंचन /सबसर्फेस ड्रिप इरिगेशन

अधोभौमिक बूँद बूँद सिंचन या सबसर्फेस ड्रिप इरिगेशन (एसडीआई), सिंचाई की एक उन्नत और अत्यधिक कुशल विधि है जहाँ अधोभौमिक ड्रिप लाइनों के माध्यम से जल को फसलों के जड़ क्षेत्र में सीधे पहुँचाया जाता है। सतही ड्रिप सिंचाई के विपरीत, एमिटर मिट्टी की सतह के नीचे रखे जाते हैं, जिससे वाष्पीकरण और सतही अपवाह कम होता है। एसडीआई के लाभ इस प्रकार हैं; उच्च जल-उपयोग दक्षता (95% तक), वाष्पीकरण के नुकसान को कम करता है, सतह पर खरपतवार की वृद्धि को रोकता है, फूल आने सहित सभी फसल चरणों के दौरान सिंचाई की अनुमति देता है, लगातार नमी बनाए रखकर लवणता तनाव को कम करता है और सटीक पोषक तत्व वितरण के लिए उर्वरीकरण के साथ संगत है। उपसतह ड्रिप सिंचाई (एसडीआई) में निम्नलिखित चुनौतियाँ हैं: भूमिगत स्थापना के कारण प्रारंभिक लागत अधिक है, एमिटर क्लॉगिंग जोखिम (अच्छे जल निस्पंदन की आवश्यकता है), सतह प्रणाली की तुलना में रखरखाव अधिक कठिन है।

कृषि के लिए जल गुणवत्ता प्रौद्योगिकियाँ

कृषि में जल गुणवत्ता प्रौद्योगिकियाँ सिंचाई, पशुधन और जलीय कृषि के लिए उपयोग किए जाने वाले जलकी गुणवत्ता की निगरानी, सुधार और प्रबंधन पर ध्यान केंद्रित करती हैं। फसल उत्पादकता, मृदा स्वास्थ्य, उपकरणों की दीर्घायु और खाद्य सुरक्षा के लिए अच्छी जल गुणवत्ता आवश्यक है। कृषि के लिए जल गुणवत्ता का आकलन करने के लिए मानदंड/मुख्य पहलू लवणता जोखिम (ईसी), सोडियम जोखिम (पीएच, एसएआर, आरएससी), विषाक्तता जोखिम (भारी धातु और रसायन) और जैविक जोखिम (रोगजनक) हैं। कृषि में जल गुणवत्ता प्रौद्योगिकियाँ जल गुणवत्ता निगरानी सेंसर, निस्पंदन इकाइयाँ, विलवणीकरण इकाइयाँ, जल उपचार प्रौद्योगिकियाँ (रिवर्स ऑस्मोसिस, झिल्ली निस्पंदन, जैविक उपचार) हैं।

कृषि में अपशिष्ट जल उपचार और पुनः उपयोग

कृषि में अपशिष्ट जल उपचार और पुनः उपयोग जल की कमी, पोषक तत्वों के पुनर्चक्रण और संधारणीय सिंचाई को संबोधित करने के लिए एक महत्वपूर्ण दृष्टिकोण है - विशेष रूप से शुष्क और अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में। उपचारित अपशिष्ट जल उचित रूप से प्रबंधित होने पर मीठे जल के संसाधनों को पूरक कर सकता है। कृषि में अपशिष्ट जल का पुनः उपयोग, अपशिष्ट जल (अक्सर घरेलू, औद्योगिक या नगर निगम के स्रोतों से) को एकत्रित करने, उपचारित करने और फसलों की सिंचाई, जलभृतों को रिचार्ज करने या भूमिर्माण के लिए पर्यावरण में छोड़ने के बजाय उपयोग करने को संदर्भित करता है। काला पानी, ग्रे पानी, औद्योगिक अपशिष्ट और नगर निगम का मलजल अपशिष्ट जल के सामान्य प्रकार हैं। अपशिष्ट जल उपचार प्रक्रिया (विशिष्ट चरण) इस प्रकार हैं; 1. प्राथमिक उपचार (ठोस पदार्थों की भौतिक पृथक्करण-स्क्रीनिंग, अवसादन और निलंबित ठोस पदार्थों का ~50% निकालना), 2. द्वितीयक उपचार (कार्बनिक पदार्थों को विघटित करने के लिए बैक्टीरिया (एरोबिक या एनारोबिक) का उपयोग करके जैविक उपचार और बीओडी (बायोकेमिकल ऑक्सीजन डिमांड) और रोगजनकों को निकालना), 3. तृतीयक उपचार (पोषक तत्व निष्कासन, कीटाणुशोधन और प्रदूषक कमी के लिए उन्नत प्रक्रियाएँ जिसमें क्लोरीनीकरण, यूवी, ओजोन, झिल्ली

निस्पंदन, या निर्मित आर्द्रभूमि शामिल हैं। कृषि में अपशिष्ट जल के सुरक्षित उपयोग के लिए फसल का प्रकार और अनुशंसित जल गुणवत्ता इस प्रकार है; बाग- द्वितीयक या तृतीयक उपचारित अपशिष्ट जल, सब्जियाँ (कच्ची खाई जाने वाली)- केवल तृतीयक उपचारित और कीटाणुरहित अपशिष्ट जल, परिपत्र जल अर्थव्यवस्था को बढ़ावा देता है, पीने और घरेलू उपयोग के लिए मीठे जलका संरक्षण करता है, फसलों के लिए पोषक तत्वों (एन, पी, के) की आपूर्ति करता है, उर्वरक की आवश्यकता को कम करता है, साल भर जलकी उपलब्धता को बढ़ाता है और कच्चे सीवेज से नदियों और झीलों के प्रदूषण को कम करता है। यह तटीय क्षेत्रों, पेरी-शहरी कृषि के लिए सबसे उपयुक्त है। कृषि में अपशिष्ट जल के पुनः उपयोग के तहत जोखिम और शमन रणनीतियाँ इस प्रकार हैं; उचित कीटाणुशोधन (यूवी, क्लोरीन) द्वारा रोगाणु जोखिम को कम किया जा सकता है, स्रोत नियंत्रण + नियमित निगरानी द्वारा भारी धातुओं/विषाक्त पदार्थों के जोखिम को, मीठे जल के साथ सम्मिश्रण द्वारा लवणता, निक्षालन प्रथाओं और डब्ल्यूएचओ और एफएओ अपशिष्ट जल पुनः उपयोग दिशानिर्देशों का पालन करके सार्वजनिक स्वास्थ्य चिंताओं के जोखिम को कम किया जा सकता है। ऑन-फार्म अपशिष्ट जल उपचार की प्रौद्योगिकियाँ इस प्रकार हैं; निर्मित वेटलैंड्स (प्रकृति-आधारित, कम रखरखाव), विकेन्द्रीकृत उपचार इकाइयाँ वाष्पोत्सर्जन बेड (छोटे पैमाने पर पुनः उपयोग में रोगाणु नियंत्रण के लिए)।

कृषि में उन्नत जल प्रबंधन पद्धतियाँ

उन्नत जल प्रबंधन पद्धतियाँ /अभ्यास, कृषि में जलके उपयोग, आवंटन और संरक्षण को अनुकूलित करने के लिए उपयोग की जाने वाली रणनीतिक विधियाँ हैं। ये अभ्यास डेटा, विज्ञान और स्थिरता सिद्धांतों को शामिल करने के लिए पारंपरिक सिंचाई से परे जाते हैं, जिसका उद्देश्य जल-उपयोग दक्षता में सुधार करना, फसल उत्पादकता को बढ़ाना और दीर्घकालिक जल सुरक्षा बनाए रखना है। कृषि में प्रमुख उन्नत जल प्रबंधन अभ्यासों को उपयुक्त शीर्षकों और उपशीर्षकों के साथ नीचे वर्णित किया गया है;

फसल की जलकी ज़रूरतों के आधार पर सिंचाई का समय निर्धारण

इसका मतलब है कि फसल की अवस्था, मौसम और मिट्टी की नमी के आधार पर सही समय पर और सही मात्रा में जलडालना। सिंचाई का समय निर्धारण यह निर्धारित करने की प्रक्रिया है: कब सिंचाई करनी है और बिना कम या ज्यादा सिंचाई के फसल की वाष्पोत्सर्जन (ईटीसी) की माँग को पूरा करने के लिए कितना जलडालना है। सिंचाई शेड्यूलिंग के तरीके हैं कैलेंडर विधि (निश्चित अंतराल, उदाहरण के लिए, हर 3 दिन में), मृदा नमी निगरानी विधि (टेन्सियोमीटर, जिप्सम ब्लॉक या सेंसर का उपयोग करना), मौसम आधारित मॉडल विधियाँ (ईटी मॉडल और मौसम संबंधी डेटा का उपयोग करना) और स्मार्ट कंट्रोलर / IoT (सेंसर फीडबैक के आधार पर स्वचालित शेड्यूलिंग)। इसके लाभ इस प्रकार हैं: अति- और अल्प-सिंचाई को कम करता है और जल-उपयोग दक्षता और फसल की पैदावार में सुधार करता है।

कम सिंचाई

इसका अर्थ है गैर-महत्वपूर्ण विकास चरणों के दौरान पूरी फसल की जल की आवश्यकता से कम जल का उपयोग करना। कम सिंचाई एक जल-बचत वाली कृषि रणनीति है, जहां बढ़ते मौसम के कम से कम हिस्से के दौरान जल की आपूर्ति पूरी फसल की जलकी आवश्यकता से कम हो जाती है। 1. जल तनाव का समय: जल की कमी कम संवेदनशील विकास चरणों (जैसे, वानस्पतिक चरण) के दौरान लागू की जाती है, और फूल या फल लगने जैसे महत्वपूर्ण चरणों के दौरान पर्याप्त सिंचाई की जाती है, 2. उपज बनाम दक्षता व्यापार: कुछ उपज में कमी हो सकती है, लेकिन जल उपयोग में कमी आनुपातिक रूप से अधिक होती है, जिससे समग्र WUE और 3. फसल संवेदनशीलता: विभिन्न फसलें और यहां तक कि एक फसल के विभिन्न विकास चरण जल तनाव के प्रति संवेदनशीलता में भिन्न होते हैं: गेहूँ, ज्वार, और अंगूर कम सिंचाई को बेहतर ढंग से सहन करते हैं। मक्का और सब्जियों को अक्सर अधिक सावधानीपूर्वक समय की आवश्यकता होती है। इसके कई लाभ हैं जैसे शुष्क/अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में जल संरक्षण, उच्च जल उत्पादकता (प्रति m^3 जल में किलोग्राम उपज), मक्का में विकास चरण, सिंचाई की आवश्यकता और रणनीति के अनुसार सिंचाई रणनीति का उदाहरण इस प्रकार है; 1. विकास चरण: अंकुरण, सिंचाई

की आवश्यकता: उच्च, रणनीति: पूर्ण सिंचाई, 2. विकास चरण: वनस्पति, सिंचाई की आवश्यकता: मध्यम, रणनीति: कम सिंचाई, 3. विकास चरण: फूल आना, सिंचाई की आवश्यकता: बहुत अधिक, रणनीति: पूर्ण सिंचाई, 4. विकास चरण: अनाज भरना, सिंचाई की आवश्यकता: उच्च, रणनीति: मध्यम सिंचाई, 5. विकास चरण: परिपक्वता, सिंचाई की आवश्यकता: कम, रणनीति: न्यूनतम सिंचाई। कम सिंचाई के लिए उपकरण और तकनीकें हैं मृदा नमी सेंसर, वाष्पोत्सर्जन डेटा, फसल सिमुलेशन मॉडल और रिमोट सेंसिंग / ड्रोना यह गेहूं, जौ, अंगूर जैसी सूखा-सहिष्णु फसलों के लिए सबसे उपयुक्त है।

परिशुद्ध सिंचाई

परिशुद्ध सिंचाई फसलों को जल देने की एक उन्नत विधि है जिसमें वास्तविक समय के डेटा और साइट-विशिष्ट स्थितियों के आधार पर सही मात्रा में, सही जगह और सही समय पर जल डालना शामिल है। परिशुद्ध सिंचाई की मुख्य विशेषताएं इस प्रकार हैं: 1. डेटा-संचालित दृष्टिकोण: मिट्टी की नमी सेंसर, मौसम स्टेशनों और रिमोट सेंसिंग (जैसे, उपग्रह या ड्रोन इमेजरी) से वास्तविक समय के डेटा का उपयोग करता है और स्थानिक लक्ष्यीकरण के लिए जीआईएस (भौगोलिक सूचना प्रणाली) और जीपीएस को शामिल करता है। 2. परिवर्तनीय दर सिंचाई (वीआरआई): मिट्टी के प्रकार, फसल की वृद्धि अवस्था और स्थलाकृति में विविधता को ध्यान में रखते हुए एक क्षेत्र के भीतर जलके आवेदन दरों को समायोजित करता है। 3. सिंचाई शेड्यूलिंग: समय और मात्रा को अनुकूलित करने के लिए वाष्पोत्सर्जन (ईटी) मॉडल, पूर्वानुमान डेटा और फसल गुणांक (केसी) मूल्यों पर आधारित। 4. वितरण प्रणाली: ऑटोमेशन और नियंत्रण सॉफ्टवेयर के साथ एकीकृत ड्रिप, माइक्रो-स्प्रिंकलर या सेंटर पिवट सिस्टम के साथ सबसे प्रभावी। इसके निम्नलिखित लाभ हैं: जल और ऊर्जा का उपयोग कम करता है, फसल की उपज और गुणवत्ता में सुधार करता है, लीचिंग और अपवाह को कम करता है और उर्वरता के माध्यम से पोषक तत्व प्रबंधन को सुगम बनाता है। इसके साथ ही इसमें निम्नलिखित चुनौतियाँ भी हैं: उच्च प्रारंभिक निवेश और तकनीकी जटिलता, स्थापना, निगरानी और डेटा की व्याख्या

के लिए प्रशिक्षित कर्मियों की आवश्यकता होती है और दूरदराज के क्षेत्रों में कनेक्टिविटी की समस्या का सामना करना पड़ सकता है।

सतही और भूजल का संयुक्त उपयोग

संयुक्त उपयोग से तात्पर्य सतही जल (जैसे नहरें, नदियाँ और जलाशय) और भूजल (कुएँ और जलभृतों से) दोनों के समन्वित और नियोजित उपयोग से है, ताकि जल उपलब्धता को अनुकूलित किया जा सके, विश्वसनीयता बढ़ाई जा सके और पर्यावरणीय क्षरण को कम किया जा सके। सतही और भूजल के संयुक्त उपयोग के मुख्य उद्देश्य हैं जल उपलब्धता को अधिकतम करना, भूजल तालिकाओं को स्थिर करना, जल उपयोग दक्षता में सुधार करना और सूखे के प्रति लचीलापन बढ़ाना। सतही और भूजल के संयुक्त उपयोग के प्रमुख लाभ इस प्रकार हैं: 1. स्थिरता: भूजल के अत्यधिक दोहन को रोकता है, 2. जल गुणवत्ता प्रबंधन: खराब गुणवत्ता वाले भूजल को बेहतर सतही जल के साथ मिलाता है, 3. सूखा बफरिंग: नहर बंद होने या सूखे के दौरान आपूर्ति बनाए रखता है, 4. जलभराव को कम करता है: मिट्टी की नमी और जल निकासी पर बेहतर नियंत्रण। इसमें निम्नलिखित चुनौतियाँ हैं जैसे एजेंसियों के बीच संस्थागत समन्वय, जलभृत स्वास्थ्य के लिए बुनियादी ढाँचे की निगरानी, जल गुणवत्ता के मुद्दे, विशेष रूप से खारे या दूषित भूजल और पंपिंग उपकरणों तक आर्थिक पहुँच।

लेजर लैंड लेवलिंग

लेजर लैंड लेवलिंग एक सटीक कृषि तकनीक है जो कुछ सेंटीमीटर की सटीकता के साथ खेतों को समतल करने के लिए लेजर-निर्देशित उपकरणों का उपयोग करती है। यह पूरे खेत में सिंचाई के जलका एक समान वितरण सुनिश्चित करता है। लेजर लैंड लेवलिंग की कार्य प्रक्रिया इस प्रकार है: 1. लेजर ट्रांसमीटर: एक समान समतल स्थापित करने के लिए एक घूर्णन लेजर बीम उत्सर्जित करता है, 2. लेजर रिसेवर: एक ट्रैक्टर से जुड़ी लेवलिंग बाल्टी/ब्लेड पर लगा होता है; लेजर बीम की ऊँचाई का पता लगाता है, 3. कंट्रोल बॉक्स: ब्लेड को स्वचालित रूप से ऊपर/नीचे करने के लिए ट्रैक्टर के हाइड्रोलिक सिस्टम को नियंत्रित करता है, 4. लेवलिंग

ऑपरेशन: ट्रैक्टर खेत पर चलता है, एक समतल सतह प्राप्त करने के लिए मिट्टी को काटता और भरता है। लेजर लैंड लेवलिंग के लाभ इस प्रकार हैं; 1. जलकी बचत: सिंचाई के जलके उपयोग को 20-40% तक कम करता है, 2. एक समान फसल वृद्धि: जलऔर पोषक तत्वों का समान वितरण सुनिश्चित करता है, 3. ऊर्जा की बचत: जलके तेजी से फैलने के कारण पंपिंग का समय कम करता है, 4. समय दक्षता: सिंचाई और क्षेत्र संचालन को गति देता है, 5. उपज में सुधार: फसल के आधार पर उत्पादकता में 5-15% की वृद्धि करता है। यह चावल-गेहूं प्रणाली, रेतीली दोमट या दोमट मिट्टी, सतह और ड्रिप सिंचाई प्रणाली और लहरदार स्थलाकृति वाले क्षेत्रों के लिए आदर्श है। इसकी निम्नलिखित सीमाएँ हैं जैसे कि लेजर-निर्देशित उपकरण में प्रारंभिक निवेश, प्रशिक्षित ऑपरेटर की आवश्यकता होती है और बहुत छोटे, अनियमित आकार के भूखंडों के लिए उपयुक्त नहीं हो सकता है।

मल्लिचंग

मल्लिचंग में नमी को संरक्षित करने, खरपतवारों को दबाने और मिट्टी के तापमान को नियंत्रित करने के लिए मिट्टी की सतह को कार्बनिक या अकार्बनिक पदार्थों से ढकना शामिल है। मल्लिचंग के लाभ इस प्रकार हैं; 1. जल संरक्षण: मिट्टी के वाष्पीकरण को 25-50% तक कम करता है, 2. तापमान विनियमन: गर्मियों में जड़ क्षेत्र को ठंडा और सर्दियों में गर्म रखता है, 3. खरपतवार दमन: सूरज की रोशनी को रोककर खरपतवारों के उभरने को कम करता है, 4. मृदा स्वास्थ्य: जैविक मल्ल मिट्टी की संरचना में सुधार करता है और पोषक तत्व जोड़ता है। मल्ल के प्रकार जैविक हैं: पुआल, घास की कतरन, खाद, चूरा और अकार्बनिक: प्लास्टिक शीट, बजरी, जियोटेक्सटाइल।

संरक्षण जुताई

संरक्षण जुताई उन प्रथाओं के एक समूह को संदर्भित करती है जो मिट्टी की गड़बड़ी को कम करती हैं, मिट्टी की रक्षा के लिए खेत पर फसल के अवशेषों को छोड़ती हैं। संरक्षण जुताई के प्रमुख प्रकार हैं न्यूनतम जुताई: बीज बोने/उर्वरक के लिए केवल आवश्यक मिट्टी की गड़बड़ी,

शून्य/बिना जुताई: बीज को सीधे अप्रभावित मिट्टी में बोया जाता है और स्ट्रिप जुताई: बीज पंक्तियों के लिए केवल संकीर्ण पट्टियों को जोता जाता है। संरक्षित जुताई के लाभ इस प्रकार हैं: जल की हानि कम होती है: अपवाह सीमित होता है और अंतःस्यंदन बढ़ता है, मृदा संरचना में सुधार होता है: मृदा समुच्चय और छिद्रता सुरक्षित रहती है, कार्बन पृथक्करण में वृद्धि होती है: मृदा में कार्बनिक पदार्थ का निर्माण होता है, लागत में कमी होती है: पारंपरिक जुताई की तुलना में ईंधन और श्रम की बचत होती है।

फसल नियोजन और विविधीकरण

फसल नियोजन और विविधीकरण संसाधन उपयोग को अनुकूलित करने, कृषि लचीलापन बढ़ाने और लाभप्रदता में सुधार करने के लिए एक रणनीतिक और आवश्यक अभ्यास है - विशेष रूप से जल-सीमित स्थितियों या छोटे धारक प्रणालियों के संदर्भ में महत्वपूर्ण है। फसल नियोजन जलवायु, मिट्टी के प्रकार, बाजार की मांग, जलकी उपलब्धता और फसल प्रणाली की अनुकूलता के आधार पर फसलों का व्यवस्थित चयन और समयबद्धन है। फसल विविधीकरण में एक ही फसल या मोनोकल्चर पर निर्भर रहने के बजाय विभिन्न प्रकार की फसलें (स्थानिक या अस्थायी रूप से) उगाना शामिल है। फसल नियोजन और विविधीकरण के प्रमुख उद्देश्य इस प्रकार हैं; 1. जल अनुकूलन: फसल की जल मांग को उपलब्ध सिंचाई (जैसे, कम सिंचाई या वर्षा आधारित प्रणाली) से मिलाएं, कीट और रोग नियंत्रण: विविध प्रजातियों के साथ कीट चक्रों को बाधित करें, मृदा स्वास्थ्य: गहरी और उथली जड़ वाली फसलों को वैकल्पिक करें या एन-फिक्सेशन के लिए फलियां शामिल करें, आय स्थिरता: अलग-अलग बाजार समय के साथ फसलों में आर्थिक जोखिम को फैलाएं, जलवायु लचीलापन: अनिश्चित मौसम से निपटने के लिए सूखा-सहिष्णु या कम अवधि वाली फसलों का चयन करें।

वाटरशेड विकास और भूजल पुनर्भरण संरचनाएँ

वाटरशेड विकास और भूजल पुनर्भरण संरचनाएँ स्थायी जल संसाधन प्रबंधन के लिए महत्वपूर्ण हैं, खासकर उन क्षेत्रों में जहाँ जलकी कमी, सूखा या अनियमित वर्षा होती

है। वाटरशेड भूमि का एक क्षेत्र है जो वर्षा जल या बर्फ को नदी, झील या महासागर जैसे एक सामान्य आउटलेट में बहा देता है। वाटरशेड विकास का तात्पर्य जल उपलब्धता, कृषि उत्पादकता और पारिस्थितिकी तंत्र के स्वास्थ्य को बेहतर बनाने के लिए इस क्षेत्र में मिट्टी और जल संसाधनों का प्रबंधन और संरक्षण करना है। वाटरशेड विकास के मुख्य उद्देश्य जल उपलब्धता में सुधार, कृषि उत्पादकता में वृद्धि, मिट्टी के कटाव को रोकना, स्थायी भूमि उपयोग को बढ़ावा देना और स्थानीय समुदायों को सशक्त बनाना है। वाटरशेड विकास के मुख्य घटक हैं मृदा और जल संरक्षण (जैसे, कंटूर बंड, चेक डैम), वर्षा जल संचयन, वनरोपण और पुनर्वनरोपण, आजीविका सहायता गतिविधियाँ (जैसे, कृषि वानिकी, पशुधन) और स्थानीय समुदायों का क्षमता निर्माण। भूजल पुनर्भरण संरचनाएँ सतही जल की घुसपैठ को सुगम बनाकर भूजल को फिर से भरने के लिए बनाई जाती हैं। वे अक्सर वाटरशेड विकास कार्यक्रमों का हिस्सा होते हैं। सामान्य पुनर्भरण संरचनाएँ हैं चेक डैम, परकोलेशन टैंक, रिचार्ज पिट/ट्रेंच, नाला बंड, गैबियन संरचनाएँ, खेत तालाब और उपसतह डाइका। वाटरशेड विकास और भूजल पुनर्भरण संरचनाओं के लाभ इस प्रकार हैं: भूजल स्तर में वृद्धि, पीने और सिंचाई के लिए बेहतर जल उपलब्धता, मिट्टी के कटाव और भूमि क्षरण में कमी, जैव विविधता में वृद्धि, कृषि उपज और आय में वृद्धि और सूखे से निपटने की क्षमता

सहभागी सिंचाई प्रबंधन (पीआईएम)

सहभागी सिंचाई प्रबंधन (पीआईएम) सिंचाई शासन के लिए एक महत्वपूर्ण विकेन्द्रीकृत दृष्टिकोण को संदर्भित करता है जो सिंचाई प्रणालियों के प्रबंधन, संचालन और रखरखाव में सामुदायिक भागीदारी पर जोर देता है। पीआईएम एक नीति और संस्थागत ढांचा है जो सिंचाई बुनियादी ढांचे के निर्णय लेने, निष्पादन और रखरखाव में किसानों की भागीदारी को बढ़ावा देता है। इसका उद्देश्य सिंचाई प्रणालियों में जल उपयोग दक्षता, समानता और स्थिरता में सुधार करना है। पीआईएम के प्रमुख घटक इस प्रकार हैं: 1. जल उपयोगकर्ता संघ (डब्ल्यूयूए): स्थानीय सिंचाई निर्णयों के लिए जिम्मेदार जमीनी स्तर के किसान समूह, 2. सिंचाई प्रबंधन हस्तांतरण (आईएमटी): सरकार से

उपयोगकर्ता समूहों को सिंचाई की जिम्मेदारियों का क्रमिक हस्तांतरण, 3. क्षमता निर्माण: किसानों को जल बजट, रखरखाव और विवाद समाधान का प्रशिक्षण, 4. लोकतांत्रिक संरचना: निर्वाचित नेतृत्व और भागीदारी योजना प्रक्रिया। पीआईएम के प्रमुख उद्देश्य कुशल जल वितरण, बेहतर सिस्टम रखरखाव, संघर्ष समाधान, कम सरकारी बोझ हैं। किसानों को पीआईएम के लाभ इस प्रकार हैं: 1. जल इक्विटी: अंतिम उपयोगकर्ताओं तक भी उचित वितरण। 2. उत्पादकता: समय पर सिंचाई से फसल की पैदावार में सुधार होता है, 1. जागरूकता की कमी: किसान शासन की भूमिकाओं को नहीं समझ पाते, 2. कमजोर संस्थाएं: खराब तरीके से प्रबंधित WUAs लाभ देने में विफल हो सकते हैं, 3. फंडिंग अंतराल: प्रारंभिक पूंजी या रखरखाव के वित्तपोषण के मुद्दे, 4. शक्ति असंतुलन: यदि जांच नहीं की जाती है तो बड़े किसानों का प्रभुत्व।

एकीकृत जल संसाधन प्रबंधन

एकीकृत जल संसाधन प्रबंधन जल, भूमि और संबंधित संसाधनों के प्रबंधन के लिए एक समग्र और समन्वित दृष्टिकोण का प्रतिनिधित्व करता है। यह कृषि में विशेष रूप से महत्वपूर्ण है, जहां जल उपयोग को उत्पादकता, स्थिरता और इक्विटी के बीच संतुलन बनाना चाहिए। एकीकृत जल संसाधन प्रबंधन एक ऐसी प्रक्रिया है जो महत्वपूर्ण पारिस्थितिक तंत्रों की स्थिरता से समझौता किए बिना समान तरीके से आर्थिक और सामाजिक कल्याण को अधिकतम करने के लिए जल, भूमि और संबंधित संसाधनों के समन्वित विकास और प्रबंधन को बढ़ावा देती है। एकीकृत जल संसाधन प्रबंधन के मुख्य सिद्धांत इस प्रकार हैं: 1. एकीकृत योजना: भूमि, सतही जल, भूजल और पारिस्थितिकी तंत्र के संबंध सभी पर विचार किया जाता है, 2. हितधारक भागीदारी: सभी स्तरों पर उपयोगकर्ता, योजनाकार और नीति निर्माता शामिल होते हैं, 3. स्थिरता: दीर्घकालिक जल उपलब्धता और गुणवत्ता सुनिश्चित करती है 1. जल आवंटन: कृषि, घरेलू और पारिस्थितिकी तंत्र की आवश्यकताओं में संतुलित, 2. संघर्ष में कमी: प्रतिस्पर्धी जल मांगों में सामंजस्य स्थापित करता है, 3. बेहतर नियोजन: बेसिन-स्तर या वाटरशेड-आधारित सिंचाई नियोजन को सुगम बनाता है, 4. संसाधन दक्षता: जल स्रोतों के पुनः

उपयोग, पुनर्चक्रण और संयुक्त उपयोग का समर्थन करता है। एकीकृत जल संसाधन प्रबंधन में उपयोग किए जाने वाले उपकरण और तकनीकें वाटरशेड प्रबंधन, हाइड्रोलॉजिकल मॉडलिंग, निर्णय समर्थन प्रणाली (डीएसएस), जल बजट और संस्थागत समन्वय मंच हैं। एकीकृत जल संसाधन प्रबंधन के कार्यान्वयन में चुनौतियाँ इस प्रकार हैं; 1. जटिल समन्वय: अंतरक्षेत्रीय संवाद और बेसिन-व्यापी सहयोग की आवश्यकता है, 2. डेटा अंतराल: सीमित जल उपलब्धता और उपयोग डेटा नियोजन में बाधा डालते हैं, 3. नीति विखंडन: क्षेत्रों या उपयोगों में असंगत जल नीतियाँ, 4. संसाधन बाधाएँ: जमीनी स्तर पर वित्तीय और तकनीकी संसाधनों की आवश्यकता

निष्कर्ष

कृषि, विश्व स्तर पर मीठे जल का सबसे बड़ा उपभोक्ता है, जो सभी मीठे जल की निकासी का लगभग 70% उपयोग करता है। भारत जैसे देशों में यह आँकड़ा और भी ज्यादा है - उपलब्ध जलका लगभग 80-85% सिंचाई के लिए इस्तेमाल किया जाता है। जलवायु परिवर्तन, जनसंख्या वृद्धि और शहरीकरण के कारण जलकी कमी के बढ़ने के

साथ ही, कृषि क्षेत्र पर कम जलमें ज्यादा भोजन पैदा करने का दबाव बढ़ रहा है। इससे उन्नत जल प्रौद्योगिकी और जल प्रबंधन प्रथाओं को अपनाना न केवल महत्वपूर्ण, बल्कि अनिवार्य हो जाता है। उन्नत जल प्रौद्योगिकी सटीक सिंचाई, डेटा-संचालित निर्णय और संधारणीय जल उपयोग को सक्षम करके कृषि को बदल रही है। कृषि लचीलापन, उत्पादकता और लाभप्रदता में सुधार के लिए उनका अपनाना महत्वपूर्ण है - विशेष रूप से बढ़ते जल तनाव और जलवायु परिवर्तनशीलता के तहत। कृषि में उन्नत जल प्रबंधन प्रथाएँ जल उपयोग में अधिक दक्षता, लचीलापन और स्थिरता प्राप्त करने के लिए महत्वपूर्ण हैं। तकनीकी, पारिस्थितिक और सामाजिक रणनीतियों को मिलाकर, ये प्रथाएँ सुनिश्चित करती हैं कि जलकी हर बूँद बेहतर उत्पादकता, लाभप्रदता और पर्यावरण संरक्षण में योगदान दे। कृषि उत्पादकता और लाभप्रदता बढ़ाने के लिए, भारत को इन कुशल और उन्नत जल समाधानों को अपनाना चाहिए। नीति निर्माताओं, शोधकर्ताओं और किसानों को इन समाधानों को बढ़ाने के लिए मिलकर काम करना चाहिए। प्रौद्योगिकी, स्थानीय ज्ञान और समुदाय-आधारित प्रबंधन का एकीकरण भारतीय कृषि को जल-स्मार्ट और लाभदायक क्षेत्र में बदलने की कुंजी है।
