

उप-सतही बूंद-बूंद सिंचाई (सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई) द्वारा अनाज व नकदी की फसलों में कम पानी में अधिक उत्पादन से लाभ

मनीष ककरालिया

चोधरी चरण सिंह हरियाणा कृषि विश्वविद्यालय, हिसार

भा.कृ.अनु.प.-केन्द्रीय मृदा लवणता अनुसंधान संस्थान, करनाल (हरियाणा)

विश्व स्तर पर उपलब्ध जल का 59 प्रतिशत कृषि में, 23 प्रतिशत उपयोग और शेष 8 प्रतिशत घरेलू कार्यों हेतु उपयोग किया जाता है। भारत में भी उपलब्ध जल का सर्वाधिक (80 प्रतिशत) उपयोग कृषि कार्यों में किया जा रहा है जिसमें भी 60 प्रतिशत भाग की सिंचाई भूमिगत जल से की जाती है। भारत में साठ के दशक से सिंचाई के लिए भूमिगत जल का उपयोग निरन्तर बढ़ता जा रहा है। वर्तमान में उत्तरी पश्चिमी भारत जैसे पंजाब, हरियाणा, पश्चिमी उत्तरप्रदेश व उत्तरी राजस्थान में भूमिगत जल का स्तर प्रतिवर्ष 0.1 से 1.0 मीटर की दर से निचे गिरता जा रहा है जो कि आने वाले समय के लिए एक चिंता का विषय है। नीती आयोग द्वारा 2018 में जारी कम्पोजिट वाटर मैनेजमेंट इंडेक्स रिपोर्ट के अनुसार 21 प्रमुख शहरों (दिल्ली, बेंगलुरु, चेन्नई, हैदराबाद और अन्य) में 2020 तक शून्य भूजल स्तर पहुंचने वाला है जिससे 100 मिलियन लोग प्रभावित होने की कगार पर हैं। सिंधु-गंगा के

मैदानी इलाकों में अनाज की फसलों में धान-गेहूँ प्रणाली प्रमुख है जो लगभग 10.3 मिलियन हैक्टेयर में फैली हुई है तथा भारत के कुल खाद्यान्न का लगभग 30 प्रतिशत अनाज इसी से आता है इसलिए भारत की खाद्य सुरक्षा के लिए एक रीढ़ की हड्डी की तरह है। पारम्परिक खेती में संसाधनों (पानी, श्रम तथा ऊर्जा) का दोहन लगातार होने के कारण भारत के कुछ खाद्यान्नों में उत्पादन पहले की तुलना में कम लाभप्रद हो रहा है। भारत के वर्तमान तथा भविष्य चालकों जैसे पानी की कमी, खेती की बढ़ती लागत, मृदा की दशा में गिरावट, जलवायु परिवर्तन आदि को ध्यान में रखते हुए संसाधन प्रबंधन क्रियाओं को अपनाना बहुत जरूरी है। लगातार घटते जल संसाधनों और लगातार बढ़ती खाद्यान्न मांग को ध्यान में रखते हुए जल संसाधनों का उपयोग उच्च दक्षता के साथ करना अति आवश्यक हो गया है। हमारे देश में किसान मुख्यता पारंपरिक/ सतही सिंचाई विधि (आकृति.1) ही अपनाते हैं



जिसमें पानी बहुत अधिक लगता है जिसकी वजह से जल उपयोग दक्षता बहुत कम हो जाती है।



आकृति.1 परंपरागत खेती आधारित सतह सिंचाई प्रणाली

खेती में पानी की बचत एवं सिंचाई जल उपयोग दक्षता बढ़ाने के लिए सूक्ष्म-सिंचाई जैसे फव्वारा एवं ड्रिप/ बूंद-बूंद सिंचाई विधि आदि प्रचलित है। सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई विधि (उप-सतही बूंद-बूंद सिंचाई/ भूमिगत बूंद-बूंद सिंचाई) में पानी को उचित मात्रा में फसल की मांग के अनुसार उपलब्ध कराने का सबसे प्रभावी तरीका है। सतही सिंचाई की जल उपयोग दक्षता केवल 50-60 प्रतिशत होती है जिसके विपरीत सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई में सतह प्रवाह और अन्य प्रकार के नुकसान नहीं होने के कारण जल उपयोग दक्षता 80-90 प्रतिशत तक रहती है। विश्व स्तर पर केवल 4 प्रतिशत किसान सूक्ष्म/ड्रिप सिंचाई का उपयोग कर रहे हैं।

सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई विधि

सूक्ष्म सिंचाई एक नियंत्रित जल प्रबंधन प्रणाली है जहां पानी को अलग-अलग प्रकार के लेटरलस (पाइप लाइनें) के माध्यम से दबाव के द्वारा में प्रवाहित किया जाता है, जिसमें मुख्य-लाइन, सबमेन लाइनों के साथ उचित रूप से रखे गए फिल्टरों से सीधे पानी को जड़-क्षेत्र में प्रदान किया जाता है। सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई में लेटरलस (पाइप लाइनें) को तय गहराई पर ट्रैक्टर चालित ड्रिप-इंस्टॉलर उपकरण की सहायता से ट्रेंच/नालियां बना कर दबा दिया जाता है। सिंचाई की पाइप को भूमि की सतह के नीचे मिट्टी, और फसल के प्रकार, जलवायु और प्रबंधन प्रक्रिया के आधार पर 6 से 8 इंच कि गहराई में दबाया जाता है। पाइप को भूमिगत रखने से फसल को जल की उचित मात्रा और पोषक तत्वों की जरूरत सीधे फसल जड़-क्षेत्र में स्पून-फीड की तरह प्रदान करती है। ड्रिप पाइप सीधा धूप ना लगने के कारण यह लम्बे समय (15-20 वर्ष) तक चलता रहता है।

सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई के घटक

सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई प्रणाली का डिजाइन विशेष रूप से हाइड्रोलिक विशेषताओं के संबंध में सतह ड्रिप सिंचाई के समान ही



होता है। हालांकि, सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई प्रणाली के लिए दबाव विनियमन, प्रवाह माप, फिल्टर और फ्लशिंग की प्रक्रिया में विशेष ध्यान दिया जाता है। एक सम्पूर्ण ड्रिप सिस्टम कई घटकों से मिलकर बनता है जिनमें इलेक्ट्रिक पम्प, मुख्य नियंत्रक यूनिट, फिल्टर यूनिट, फर्टिगेशन यूनिट, प्रेशर गेज, वाटर मीटर, मुख्य एवं उप-मुख्य पाइप लाइन, हार्डवेयर, लेटरल लाइन्स, ड्रिपर, फ्लैश वाल्व इत्यादि मुख्य हैं। सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई प्रणाली में लेटरल्स की लाइन से लाइन की दूरी फसल के प्रकार पर निर्भर करती है। मुख्यता: मक्का में यह दूरी 60-65 सेंटीमीटर, गन्ना में 150 सेंटीमीटर तथा गेहूँ व धान में 45-50 सेंटीमीटर तक रखते हैं। इनमें निश्चित दूरी (30 या 40 सेंटीमीटर) पर ड्रिप एमिटर लगे होते हैं जो निश्चित मात्रा में फसल/पौधों की जड़ों के आसपास पानी छोड़ते रहते हैं। पानी कम दर (1.25-2.50 लीटर प्रति घंटा व गन्ने में 4.00 लीटर प्रति घंटा) पर लगभग 1 बार वायुमंडलीय दबाव पर ड्रिपर में प्रवेश करता है और शून्य दबाव पर निरंतर बूंदों के रूप में बाहर गिरता रहता है। ड्रिप पाइप लाइनों में मिट्टी ना रुक पाए इसके लिए मेन पाइप लाइन के दूसरी तरफ सब पाइप लाइन में

फ्लश वाल्व लगाये जाते हैं जिससे समय पर पाइप लाइनों को फ्लश कर दिया जाता है जिसके कारण पाइप लाइनों में जमी मिट्टी एवं गंदगी बाहर निकल जाती है।

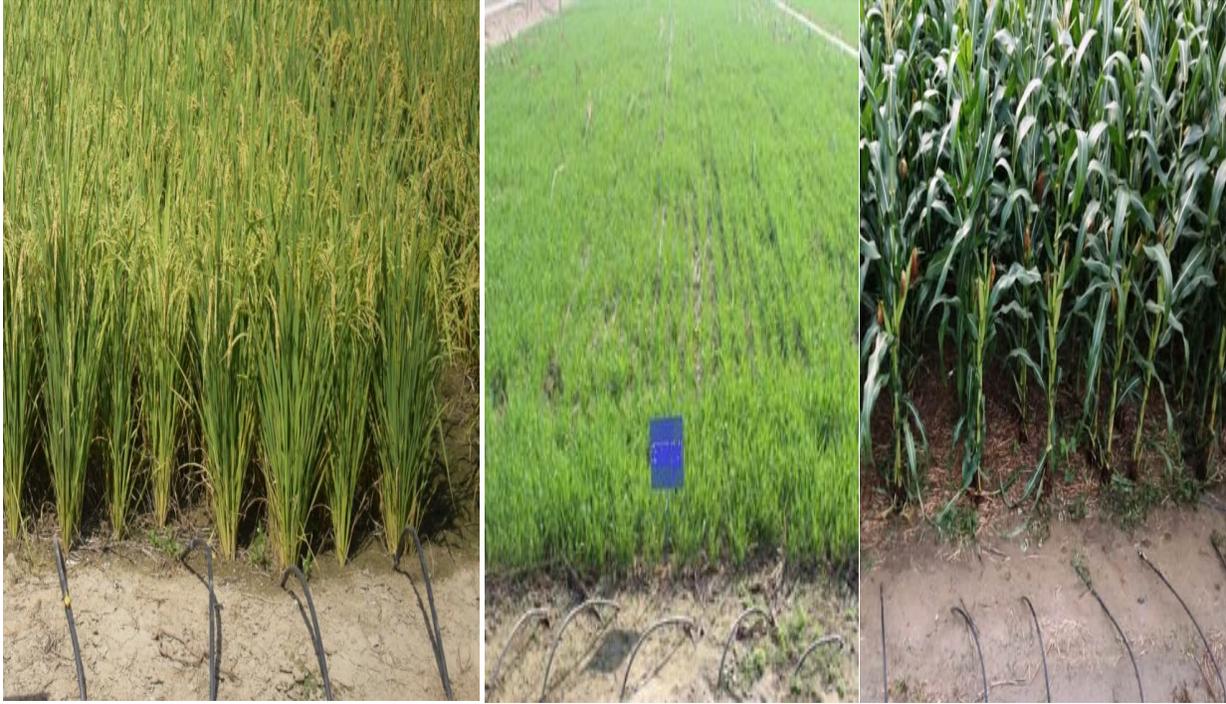
सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई प्रणाली से फसल का शुद्ध बोया गया क्षेत्र 3-5 प्रतिशत तक बढ़ाया जा सकता है। इस तकनीक का उपयोग सतह ड्रिप सिंचाई की बाधाओं को दूर करने के लिए किया जाता है जैसे कि 1) फसल में भौतिक विधि की आंतरिक क्रिया द्वारा बाधित होना, 2) फसलों की कटाई के बाद लेटरल्स को खेत से बाहर ले जाते हैं व बुवाई के बाद इसे फिर से डालते हैं जोकि अतिरिक्त लागत के साथ एक श्रम साध्य काम है, 3) लेटरल्स सूर्य के प्रकाश, तेज हवाओं व मानव शरीर आदि से सीधे संपर्क के कारण नुकसान होने लगता है। सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई में सतह ड्रिप लाइन सिंचाई विधि की अपेक्षा कम टूट-फूट व बार-बार हटाने की आवश्यकता नहीं होती है। यह विधि वाष्पीकरण और सतह सिंचाई के अन्य नकारात्मक प्रभावों से पानी के नुकसान को रोकती है।

अनुसंधान परीक्षणों के परिणाम

1. धान-गेहूँ एवं मक्का-गेहूँ फसल प्रणाली में सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई से फायदा

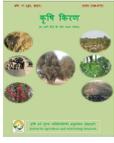
धान-गेहूँ फसल प्रणाली में पानी की कमी, खेती की बढ़ती लागत, मृदा की दशा में गिरावट, जलवायु में परिवर्तन आदि को ध्यान में रखते हुए सन् 2016 से केन्द्रीय मृदा लवणता अनुसंधान संस्थान, करनाल एवं अंतर्राष्ट्रीय मक्का एव गेहूँ अनुसंधान केन्द्र (सिमिट) के द्वारा धान-गेहूँ फसल प्रणाली की टिकाऊ गहनता को मापने के लिए सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई प्रणाली आधारित अनुसंधान प्लेटफार्म चलाया जा रहा है। इसमें फसल प्रणाली की जुताई, फसल स्थापना के तरीके, फसल अवशेष प्रबंधन, सिंचाई विधि और फसल प्रबंधन के तरीकों के आधार पर

अलग-अलग परिदृश्यों का मूल्यांकन किया गया। पांचों परिदृश्यों को किसानों के द्वारा अपनायी जा रही धान-गेहूँ फसल प्रणाली एवं उनके पास उपलब्ध संसाधनों के आधार पर डिजाइन किया गया है ताकि किसान को अपनी सुविधा के अनुसार अपनाने में दिक्कत नहीं आये। इसमें पारंपरिक धान-गेहूँ फसल प्रणाली (आकृति.1) का संरक्षण आधारित धान-गेहूँ-मूंग फसल प्रणाली एवं संरक्षण आधारित मक्का-गेहूँ-मूंग फसल प्रणाली (आकृति.2) का मूल्यांकन किया जा रहा है। इस अध्ययन में परिदृश्यों का परिणाम तालिका 1 में वर्णित किया गया है।



आकृति.2 सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई में धान-गेहूँ व मक्का-गेहूँ फसल प्रणाली

तालिका 1. संरक्षण खेती एवं सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई का धान एवं मक्का आधारित फसल



परिदृश्य	खेती का तरीका	सिंचाई का तरीका	उपज (टन / हैक्टेयर)	पानी का उपयोग (सेमी / हैक्टेयर)	शुद्ध लाभ (रुपये / हैक्टेयर)	परंपरागत खेती की तुलना में पानी की बचत
परिदृश्य 1	परंपरागत आधारित फसल प्रणाली	खेती धान-गेहूं सतह सिंचाई	पारम्परिक / 13.36	232	124171	-
परिदृश्य 1	संरक्षण खेती आधारित धान-गेहूं-मूंग फसल प्रणाली	आधारित फसल सतह सिंचाई	पारम्परिक / 14.02	200	142592	14 प्रतिशत
परिदृश्य 1	खेती आधारित धान-गेहूं-मूंग फसल प्रणाली	आधारित धान-सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई	14.87	107	160415	54 प्रतिशत
परिदृश्य 1	संरक्षण खेती आधारित मक्का-गेहूं-मूंग फसल प्रणाली	आधारित फसल सतह सिंचाई	पारम्परिक / 15.33	65	175456	72 प्रतिशत
परिदृश्य 1	संरक्षण खेती आधारित मक्का-गेहूं-मूंग फसल प्रणाली	आधारित सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई	16.00	36	184932	84 प्रतिशत

*स्रोत: जाट एट आल. (2019)

दो वर्षों के परिणामों से पता चलता है कि परिदृश्य 1 की तुलना में परिदृश्य 2, 3, 4 एवं 5 में प्रणाली उत्पादकता (धान समतुल्य) में 5-20 प्रतिशत एवं फायदे में 15-49 प्रतिशत तक की बढोत्तरी के साथ-साथ 14-84 प्रतिशत सिंचाई जल में बचत

आंकी गयी। परिदृश्य 3 में संरक्षण खेती आधारित धान-गेहूं-मूंग फसल प्रणाली के साथ सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई करके परिदृश्य 1 एवं परिदृश्य 2 की तुलना में 54 प्रतिशत एवं 14 प्रतिशत सिंचाई जल की बचत करते हुये 29 प्रतिशत एवं 15 प्रतिशत तक शुद्ध



लाभक्रमानुसार ले सकते हैं तथा इसकी उत्पादकता में भी 1.5 टन प्रति हैक्टेयर एवं 0.66 टन प्रति हैक्टेयर की अधिक उपज ले सकते हैं। सिंधु-गंगा के मैदानी इलाकों में धान का फसल विविधिकरण जीरो टीलेज मक्का से (परिदृश्य 4 एवं 5) करने से उत्पादकता (धान समतुल्य) में 15-20 प्रतिशत तक की बढ़ोत्तरी के साथ-साथ 72-84 प्रतिशत सिंचाई जल की खपत में कमी की जा सकती है तथा साथ ही 41-49 प्रतिशत तक अधिक मुनाफा/फायदा कमाया जा सकता है।

2. गन्ने की फसल प्रणाली में सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई से फायदा

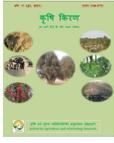
गन्ने की फसल में पानी की अधिक दोहन, लागत में बढ़ोतरी, मृदा की दशा में गिरावट आदि को ध्यान में रखते हुए सन् 2014 से 2017 तक कृषि अनुसंधान केन्द्र, तमिलनाडु कृषि विश्वविद्यालय, भवानीसागर, तालिका 2. सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई के माध्यम से टिकाऊ गन्ना पहल के लिए सिंचाई और उर्वरक निर्धारण का अनुकूलन करना

तमिलनाडु के द्वारा गन्ने की फसल में टिकाऊ गन्ना पहल के तहत सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई प्रणाली (आकृति.3) आधारित अनुसंधान किया गया है। इसमें, सिंचाई विधि, फर्टिगेशन के तरीकों के आधार पर अलग-अलग परिदृश्यों का मूल्यांकन किया गया। इस अध्ययन में गन्ने की फसल में सरफेस व सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई को पैन वाष्पीकरण व फर्टिगेशन से मूल्यांकन किया गया है। इस अध्ययन में परिदृश्यों का परिणाम तालिका 2 में वर्णित किया गया है।



आकृति.3 टिकाऊ गन्ना पहल के लिए सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई प्रणाली

परिदृश्य	उर्वरक निर्धारण का तरीका	सिंचाई का तरीका	उपज (टन / हैक्टेयर)	शुद्ध लाभ (रुपये / हैक्टेयर)
परिदृश्य 1	फर्टिगेशन द्वारा नाइट्रोजन और पोटेश उर्वरक	100 प्रतिशत सिंचाई के साथ सब-	147.77	209405



	का निर्धारण			सरफेस ड्रिप सिंचाई				
परिदृश्य 2	फर्टिगेशन द्वारा नाइट्रोजन और पोटैश का निर्धारण	75 प्रतिशत उर्वरक	100 प्रतिशत	पैन वाष्पीकरण के साथ सरफेस ड्रिप सिंचाई	135.89	183324		
परिदृश्य 3	फर्टिगेशन द्वारा नाइट्रोजन और पोटैश का निर्धारण	100 प्रतिशत उर्वरक	80 प्रतिशत	पैन वाष्पीकरण के साथ सरफेस ड्रिप सिंचाई	134.08	264113		
परिदृश्य 4	फर्टिगेशन द्वारा नाइट्रोजन और पोटैश का निर्धारण	75 प्रतिशत उर्वरक	80 प्रतिशत	पैन वाष्पीकरण के साथ सरफेस ड्रिप सिंचाई	125.07	159936		
परिदृश्य 5	फर्टिगेशन द्वारा नाइट्रोजन और पोटैश का निर्धारण	100 प्रतिशत उर्वरक	60 प्रतिशत	पैन वाष्पीकरण के साथ सरफेस ड्रिप सिंचाई	115.25	134319		
परिदृश्य 6	फर्टिगेशन द्वारा नाइट्रोजन और पोटैश का निर्धारण	75 प्रतिशत उर्वरक	60 प्रतिशत	पैन वाष्पीकरण के साथ सरफेस ड्रिप सिंचाई	112.85	126507		
परिदृश्य 7	फर्टिगेशन द्वारा नाइट्रोजन और पोटैश का निर्धारण	100 प्रतिशत उर्वरक	100 प्रतिशत	पैन वाष्पीकरण के साथ सरफेस ड्रिप सिंचाई	142.88	197639		
परिदृश्य 8	फर्टिगेशन द्वारा नाइट्रोजन और पोटैश का निर्धारण	75 प्रतिशत उर्वरक	100 प्रतिशत	पैन वाष्पीकरण के साथ सरफेस ड्रिप सिंचाई	118.00	143396		

*स्रोत: मनीकन्दन एट आल. (2019)

तीन वर्षों के परिणामों से पता चलता है कि परिदृश्य 5 में कम पानी का उपयोग (1004 मिमी) व अधिक पानी उपयोग दक्षता (113 कि.ग्रा. प्रति हैक्टर मिमी) में आंकी गयी। इसके साथ ही गन्ने में परिदृश्य 1 एवं 7 में अधिक व समतुल्य उत्पादन (148 टन



प्रति हैक्टेयर) व परिदृश्य 1 में अधिक शुद्ध लाभ (209405 रुपये प्रति हैक्टेयर) प्राप्त किया गया।

निष्कर्ष

सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई तकनीक फसल को जल एवं पोषक तत्वों की उचित मात्रा सीधे जड़-क्षेत्र में प्रदान करती है जिससे धान-गेहूं फसल प्रणाली में पारंपरिक सिंचाई की तुलना में 40-50 प्रतिशत पानी की बचत, 25-30 प्रतिशत नाइट्रोजन की बचत, 15-20 प्रतिशत अधिक उपज के साथ ही साथ 25 से 30 प्रतिशत अधिक आय एवं मुनाफा प्राप्त कर सकते हैं। मक्का, गेहूं एवं मूंग में 40 प्रतिशत खरपतवार की संख्याओं एवं खरपतवार खरपतवार नाशको में कमी की जा सकती है। उर्वरकों के सटीक उपयोग के कारण ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को भी कम किया जा सकता है। टिकाऊ गन्ना पहल में

60 प्रतिशत पैन वाष्पीकरण के साथ सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई द्वारा कम पानी का उपयोग व पानी की अधिक उपयोग दक्षता बढ़ाई जा सकती है। सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई सीमित जल आपूर्ति के साथ-साथ शुष्क, अर्ध-शुष्क, गर्म और हवा वाले क्षेत्रों के लिए विशेष रूप से उपयुक्त है। अतः निरन्तर घटते जल संसाधनों और लगातार बढ़ती खाद्यान मांग को ध्यान में रखते हुए जल संसाधनों का उपयोग उच्च दक्षता ('प्रति बूंद अधिक फसल') के साथ करना अति आवश्यक हो जाता है। सब-सरफेस ड्रिप सिंचाई प्रणाली घटते जल संसाधनों की स्थिति में बढ़ती खाद्यान मांग के लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए एक बेहतरीन एवं आकर्षक विकल्प होगी।