सटीक खेती - अवसर और चुनौतियाँ

अजीत बी जैन
संयुक्त प्रबंध निदेशक – जैन इरिगेशन सिस्टम्स लिमिटेड
जलगांव, महाराष्ट्र ajit@jains.com

प्रस्तावना

भारत के ग्रामीण क्षेत्रों में लोगों के भोजन, पोषण सुरक्षा और आजीविका, आय प्रदान करने के लिए कृषि आवश्यक क्षेत्रों में से एक है। कृषि से जुड़े मुद्दे हमेशा से देश के विकास में बाधक रहे हैं। इस समस्या का एकमात्र समाधान कृषि के वर्तमान पारंपरिक तरीकों का आधुनिकीकरण करके सटीक कृषि है। सिंचाई किसानों के अस्तित्व के लिए एक मूलभूत आवश्यकता है क्योंकि यह बढ़ते पौधों को पानी (फसलों का जीवन रक्त) प्रदान करती है और ड्रिप या स्प्रिंकलर सिंचाई जैसी प्रौद्योगिकियों के साथ किसान पानी के माध्यम से पोषक तत्वों की आपूर्ति भी कर सकते हैं। पौधों की सुरक्षा पानी के माध्यम से कुछ शाकनाशी, कवकनाशी और कीटनाशकों को मिलाकर भी संभव है, जिन्हें ड्रिप या स्प्रिंकलर सिंचाई विधियों के माध्यम से लगाया जा सकता है। भारत दुनिया में सबसे अधिक पानी की समस्या वाले देशों में से एक है, जहां दुनिया की 16 प्रतिशत आबादी है और दुनिया के केवल 4 प्रतिशत जल संसाधनों तक पहुंच है। ताजे पानी की निकासी का 90 प्रतिशत से अधिक हिस्सा कृषि में चला जाता है, और अनियमित मानसून और किसानों द्वारा अकुशल बाढ़ सिंचाई के पारंपरिक उपयोग के कारण – जिसमें धान, कपास और गन्ना जैसी पानी की आवश्यकता वाली फसलें उगाना भी शामिल है – पिछले कुछ वर्षों में भूजल स्तर में गिरावट आई है। पानी की कमी, घटती कृषि योग्य भूमि और कम उत्पादकता भारत में कृषि समुदाय की परेशानियों को बढ़ा रही है और इस क्षेत्र में बदलाव की आवश्यकता पर बल देती है। ड्रिप सिंचाई एक ऐसी तकनीक है जो प्रत्येक पौधे को पानी और उर्वरक की वह मात्रा प्रदान करती है जिसकी

उसे आवश्यकता होती है, जब और जहां उसे उनकी आवश्यकता होती है। इस प्रकार, यह किसानों को पारंपरिक सिंचाई विधियों के साथ आवश्यक पानी का केवल 50: उपयोग करते हुए अपनी उपज को दोगुना करने में सक्षम बनाता है और साथ ही उर्वरक, कीटनाशक, श्रम आदि जैसे अन्य कृषि आदानों की दक्षता भी बढ़ाता है। भारत में 140 मिलियन हेक्टेयर से अधिक (हेक्टेयर) शुद्ध खेती योग्य क्षेत्र है, और लगभग 45 प्रतिशत क्षेत्र सिंचित है। अभी तक, लगभग नौ मिलियन हेक्टेयर सूक्ष्म सिंचाई के अंतर्गत है, जिसमें से ड्रिप सिंचित क्षेत्र लगभग चार मिलियन हेक्टेयर है। कृषि को स्मार्ट बनाने के लिए, जैन इरिगेशन सिस्टम्स लिमिटेड प्रिसिजन फार्मिंग के क्षेत्र में व्यापक शोध कर रहा है जिसमें इंटरनेट ऑफ थिंग्स (एजीआईओटी), रिमोट सेंसिंग, डेटा एनालिटिक्स, मशीन लर्निंग और आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस शामिल हैं।

सटीक खेती के अवसर

2050 तक वैश्विक जनसंख्या 9 अरब से अधिक होने का अनुमान है, बढ़ती मांग को पूरा करने के लिए भोजन, फाइबर और ईंधन का अधिक कुशलता से उत्पादन और वितरण करने के लिए कृषि उत्पादन और खाद्य आपूर्ति श्रृंखलाओं को अनुकूलित करना महत्वपूर्ण होगा। जलवायु परिवर्तन और शहरीकरण के कारण यह लक्ष्य और भी जटिल हो गया है। परिशुद्ध खेती दूसरी हरित क्रांति का एक अनिवार्य घटक होगी जो इन जरूरतों को पूरा करने के लिए आवश्यक होगी।

AgIOT और मशीन लर्निंग, जो सटीक खेती के आवश्यक घटक हैं, पहले से ही कई देशों और कमोडिटी बाजारों द्वारा गेहूं, चावल, मक्का और सोयाबीन जैसी कमोडिटी फसलों की आपूर्ति श्रृंखला में व्यवधानों का शीघ्र पता लगाने के लिए उपयोग किया जाता है। यह रिमोट सेंसिंग डेटा संग्रह में प्रगति के साथ विकसित हुआ, जिसमें बेहतर स्थानिक और अस्थायी रिजॉल्यूशन, वर्णक्रमीय रिजॉल्यूशन, सेंसर प्लेटफार्मों की विविधता (जैसे उपग्रह, हवाई, जमीन–आधारित) आदि शामिल हैं। हाल ही में कांग्रेस के एक स्वागत समारोह में बताया गया कि सटीक कृषि द्वारा खेत पर पैदावार बढ़ाने में. इसके अलावा, अनुदेशात्मक खेती के माध्यम से प्रति एकड़ कृषि लाभ बढ़ाने की संभावना है जो स्थानीय मिट्टी की विशेषताओं और मौसम पूर्वानुमानों के आधार पर अनुकूलित बीज रोपण घनत्व से लेकर उर्वरक आवेदन तक कृषि प्रबंधन प्रथाओं को अनुकूलित करने के लिए पूर्वानुमानित मॉडलिंग का उपयोग करता है।

कृषि उत्पादन से परे, आईओटी–सक्षम सेंसर का उपयोग भोजन को ट्रैक करने और आपूर्ति श्रृंखलाओं का डेटा उत्पन्न करने के लिए किया जा रहा है। आपूर्ति श्रृंखला सुरक्षा में सुधार के लिए मशीन लर्निंग का भी उपयोग किया जा सकता है। उदाहरण के लिए,

https://doi.org/10.52151/aet2023474.1684

Received 05/11/2023 Accepted 02/12/2023

स्थानिक डेटा खनन तकनीकों (उदाहरण के लिए, हॉटस्पॉट डिटेक्शन) का उपयोग डेटा एनालिटिक्स के साथ छोटे भौगोलिक क्षेत्रों या जलवायु परिवर्तन और प्राकृतिक आपदाओं के प्रति संवेदनशील क्षेत्रों के एक समूह में उत्पादित फसलों की पहचान करने के लिए किया जा सकता है। उनके आपूर्ति श्रृंखला मानचित्र इन संवेदनशील फसलों और पशु–आधारित वस्तुओं के भौगोलिक चोकपॉइंट्स की भविष्यवाणी कर सकते हैं, उद्योग और उपभोक्ताओं को जोखिम से पहले सूचित कर सकते हैं।

एआई कृषि उद्योगों के लिए अधिक व्यावसायिक अवसर उत्पन्न करने में मदद कर सकता है। उदाहरण के लिए, उपग्रह डेटा और मौसम पूर्वानुमान के आधार पर या गहन छवि शिक्षण के माध्यम से, यदि विशिष्ट बीमारियों या कीटों के लिए अलर्ट है, या एक हॉटस्पॉट उत्पन्न होता है, तो कीटनाशक कंपनियां उस क्षेत्र को लक्षित कर सकती हैं, अपनी जनशक्ति तैनात कर सकती हैं और आवश्यक स्टॉक बना सकती हैं। रसायन. जो किसानों के लिए भी अच्छा है. उसे सही समय पर उपलब्धता सुनिश्चित होती है, सौदेबाजी की बेहतर क्षमता मिलती है। इसके अलावा, उसे खुदरा विक्रेता के पास जाने की जरूरत नहीं है, वह अपने खेत पर ही यह कीटनाशक प्राप्त कर सकता है। महाराष्ट्र में इसका सफल परीक्षण किया जा चुका है जहां किसानों को उनके खेतों पर ही बीज सामग्री की आपूर्ति की जा रही है। एफपीओ ऐसे कृषि आदानों की खरीद में प्रमुख भूमिका निभा सकते हैं।

इसी तरह, स्थानिक डेटा खनन भी आपूर्ति–श्रृंखला में स्थायी स्रोतों का चयन करने में मदद कर सकता है। इसके अलावा, उपभोक्ता और बाजार व्यवहार पर विस्तृत डेटा का उपयोग खाद्य पहुंच और पोषण संबंधी परिणामों में सुधार के लिए किया जा सकता है, और खाद्य संदूषण की घटनाओं का समय पर पता लगाने और संबंधित बीमारियों को नियंत्रित करने के लिए भू–सामाजिक मीडिया का लाभ उठाया जा सकता है।

जैन इरिगेशन जैसी खाद्य प्रसंस्करण कंपनियों को अपने द्वारा संसाधित कृषि उपज की गुणात्मक और मात्रात्मक पैदावार की सावधानीपूर्वक निगरानी करने और फसल की पैदावार पर जलवायु परिवर्तन के प्रभावों का भी निरीक्षण करने की आवश्यकता है। एआई उपज की गुणवत्ता और मात्रा की उपलब्धता की पहचान करने में सहायक है। यह हमें बाजार दर में उतार–चढ़ाव पर नजर रखने में भी मदद कर सकता है। कृषि वित्त कंपनियों के लिए फसल स्वास्थ्य निगरानी, जोखिम को सीमित करने के लिए उचित जानकारी, सैटेलाइट छवियों के आधार पर तेजी से दावा निपटाने की जानकारी होना जरूरी है।

हम कल्पना करते हैं कि आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस चार स्तरों पर कृषि में निर्णय लेने में सहायता करेगा :

वर्णनात्मकः सटीक कृषि अनुप्रयोगों के लिए, डेटा संग्रह का उद्देश्य मिट्टी, भूमि कवर, फसल और मौसम की विशेषताओं में स्थानिक और अस्थायी परिवर्तनशीलता को चिह्नित करना और तनाव, लक्षण या संक्रामक रोग जोखिम कारकों की पहचान करना है जिनके लिए बेहतर प्रबंधन की आवश्यकता है।

निदेशात्मकः एकत्र किए गए डेटा और व्यक्तिगत विशेषताओं, लक्षणों या संक्रामक एजेंटों के संपर्क से जुड़े मानचित्रों का उपयोग करके, आवश्यक कृषि प्रबंधन हस्तक्षेपों को निर्धारित करने के लिए एक निर्देशात्मक विश्लेषण किया जाता है।

भविष्य सूचकः ऐतिहासिक डेटासेट के साथ–साथ एकीकृत मिट्टी, फसल, मौसम और बाजार मॉडल का उपयोग करके एक पूर्वानुमानित विश्लेषण फसल की पैदावार और खाद्य असुरक्षा जैसे परिणामों का पूर्वानुमान लगा सकता है। प्रसार का पूर्वानुमान लगाने तथा फसलों और पशुओं पर संक्रामक एजेंटों के प्रभाव को सीमित करने के लिए निर्णय लेने में सुधार के लिए पूर्वानुमानित विश्लेषण का भी उपयोग किया जा सकता है।

अग्रसक्रियः एक प्रोएक्टिव स्तर में बड़े क्षेत्रों और समय के पैमाने पर कई खेतों पर फसल विकास और तनाव का अवलोकन शामिल होता है। प्रबंधन स्थितियों की एक श्रृंखला के तहत साइट की विशेषताओं, मौसम और फसल के प्रदर्शन के बीच संबंध प्राप्त करने के लिए इन अवलोकनों से डेटा एकत्र और खनन किया जाता है। इन संबंधों का उपयोग प्रबंधन प्रथाओं और बीज चयन को स्थानीय परिस्थितियों के अनुसार अनुकूलित करने के लिए किया जा सकता है।

कुल मिलाकर, एआई, एमएल और आईओटी आधारित सटीक कृषि उपकरण न केवल किसानों के लिए सही समय पर सही निर्णय लेने में सहायक होंगे, जिससे उनकी आय बढ़ाने में मदद मिलेगी, बल्कि कृषि –कंपनियों के लिए अपने उत्पाद बेचने के अविश्वसनीय अवसर भी पैदा होंगे।

जैन सिंचाई द्वारा सटीक खेती में हस्तक्षेप

जैन इरीगेशन कृषि क्षेत्र में खेत से लेकर थाली तक संपूर्ण मूल्य श्रृंखला में जुड़ा है। हमारी उपस्थिति इनपुट क्षेत्र में है, जहां हम बीज, टिशू कल्चर संयंत्र, सिंचाई प्रणाली और पंप की आपूर्ति करते हैं। फार्म पर, जहां हम सलाहकार सेवाएं प्रदान करते हैं और आउटपुट पक्ष पर, जहां हम फल, मसाले, प्याज और सब्जियों को वापस खरीदते हैं और संसाधित करते हैं। हालाँकि प्रिसिजन फार्मिंग एक व्यापक अवधारणा है जिसमें इस लेख के दायरे के लिए इनपुट और कृषि पद्धतियों में सटीकता लाना शामिल है, यहां केवल कुछ डिजिटल एगटेक समाधानों का वर्णन किया गया है।

जैन लॉजिक – एक निर्णय समर्थन प्रणाली मंच

जैन इरिगेशन ने 'जैन लॉजिक' नामक एक सलाहकार मंच विकसित किया है। यह सटीक कृषि और सिंचाई प्रबंधन आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए बनाया गया एक एकीकृत स्वचालन समाधान है। इसमें निर्णय समर्थन प्रणाली के लिए निगरानी और नियंत्रण उपकरण, सॉफ्टवेयर एप्लिकेशन और विश्लेषणात्मक बुद्धिमत्ता शामिल है। जैन तर्क के अंतर्गत हम सिंचाई के दो अत्यंत महत्वपूर्ण प्रश्नों के उत्तर दे रहे हैं कि सिंचाई कब और कितनी करनी है? हम उपयोगकर्ताओं को IOT आधारित मिट्टी की नमी सेंसर प्रदान करते हैं और फिर मशीन लर्निंग मॉडल का उपयोग करके हम अगले सात दिनों के लिए मिट्टी की नमी की गति का अनुमान लगाते हैं। उपयोगकर्ता प्रभावी जड़ क्षेत्र की गहराई के भीतर मिट्टी की नमी का बैंड निर्धारित कर सकता है जिसे वह बनाए रखना चाहता है और उसे अगले सात दिनों के लिए प्रस्तावित सिंचाई कार्यक्रम मिलता है।

संसाधन से जड़ तक – सामुदायिक सिंचाई परियोजनाओं के लिए एक टेलीमेट्री प्रणाली

हमने कई सामुदायिक सिंचाई परियोजनाएँ की हैं जिनमें खेत स्तर पर सिंचाई प्रबंधन केंद्र द्वारा प्रबंधित किया जाता है। हम इसे 'संसाधन से जड़ तक' अवधारणा कहते हैं। यह अवधारणा पाइप वितरण नेटवर्क के साथ संयुक्त ड्रिप सिंचाई जैसी उन्नत सिंचाई तकनीकों का उपयोग करके वर्तमान औसत जल उपयोग दक्षता को 35 प्रतिशत से 90 प्रतिशत तक सुधारने में मदद कर सकती है। 'जल बचत ही जल उत्पादन है', 'संसाधन से जड़ तक' अवधारणा की मदद से पानी की यह बड़ी बचत देश को अतिरिक्त कमांड क्षेत्रों को सिंचाई के तहत लाने में मदद कर सकती है। कृषि के तहत अतिरिक्त क्षेत्र का मतलब है किसानों के लिए अतिरिक्त आय, गांव में ही आजीविका की उपलब्धता, जिससे पलायन को कम करने में मदद मिल सकती है। उच्च गुणवत्ता और मात्रा की उपज खाद्य सुरक्षा मुद्दे का उत्तर देने में मदद करती है। ये समुदाय आधारित सिंचाई परियोजनाएं आईओटी और टेलीमेट्री अवधारणा पर चलने वाली एक केंद्रीकृत वेब आधारित सिंचाई प्रबंधन प्रणाली के माध्यम से संचालित की जाती हैं।

सटीक खेती को अपनाने में चुनौतियाँ

जहाँ अवसर हैं, वहीं चुनौतियाँ भी हैं।

- **स्मार्ट टूल्स तक पहुंच**

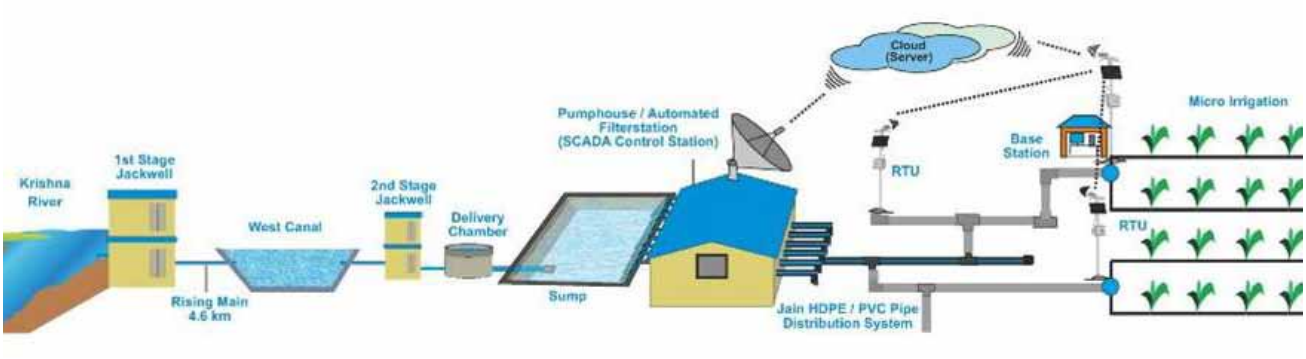
भारत एक विविधतापूर्ण देश है. भाषाई विविधताएं हैं, कई कृषि–जलवायु क्षेत्र हैं, मिट्टी अलग–अलग है, फसल अलग–अलग है इसलिए ऐसा कोई एक समाधान नहीं हो सकता जो सभी दृष्टिकोणों के लिए उपयुक्त हो।

- **समाधान की मापनीयता**

यह एक और मुद्दा है, जिस देश में 6 करोड़ लोग किसान या खेती पर निर्भर हैं, उन तक पहुंचना एक बड़ी चुनौती है। यदि हम किसानों के बीच स्मार्ट कृषि समाधानों को पहुंचाना चाहते हैं, तो पहली बात यह है कि आपके समाधानों में विश्वास हासिल करना है। दुर्भाग्य से, कई समाधान प्रदाता ऐसा करने में विफल रहे, जिससे किसान इन उपकरणों के बारे में निराश और संशय में पड़ गए।

- **समाधान का दायित्व**

एक अन्य मुद्दा दायित्व है. क्या एक एगटेक उद्यमी अपने समाधान की जिम्मेदारी और दायित्व अपने सिर पर लेने के लिए तैयार है? "यदि आपकी सलाह काम नहीं करती तो मैं क्या करूँ?" हमें ऐसे बुनियादी सवालों के जवाब चाहिए। वर्तमान में सटीक कृषि उपकरण डेवलपर्स या समाधान प्रदाताओं और उपयोगकर्ताओं या किसानों के बीच



एक बड़ा अंतर है। यद्यपि समाधान प्रदाताओं द्वारा विकसित समाधान विश्वसनीय, सटीक और आवश्यकताओं के अनुरूप हैं, फिर भी कभी–कभी अन्य चर की खराब समझ के कारण किसानों द्वारा अपनाए नहीं जाते हैं। उदाहरण के लिए, यदि अनुमानित मिट्टी की नमी के आधार पर सिंचाई कार्यक्रम के बारे में सलाह दी गई है, फिर भी यदि उपकरण ने फर्टिगेशन आवश्यकताओं पर ध्यान नहीं दिया है, तो किसान इसका उपयोग नहीं कर सकते हैं। या गहरी छवि पहचान के साथ, समाधान प्रदाता ने कीट के हमले के लिए चेतावनी दी है लेकिन कीटनाशकों की या तो सिफारिश नहीं की गई है या उपलब्ध नहीं है तो ऐसी सिफारिशों का कोई फायदा नहीं है।

समाधान प्रदाता सलाह प्रदान करने के लिए कई चर, यहां तक कि कुछ हाइपर लोकल चर पर भी विचार करेंगे। इसके लिए एक कुशल कृषि विज्ञानी और स्वयं किसान की सहायता की आवश्यकता होती है। ऐसे समाधानों को विकसित करने के लिए समय और धैर्य की आवश्यकता होती है और कभी–कभी वे अप्राप्य हो जाते हैं। जैसा कि हम किसानों की पहुंच के बारे में बात करते हैं, विकासशील देशों में सामर्थ्य सबसे पहले आती है।

● अधिनियम

एक नियामक प्राधिकरण की आवश्यकता है जो किसानों तक पहुंचने से पहले सभी एगटेक समाधानों की जांच करेगी। यह देखा गया है कि कभी–कभी, एजी–उद्यमी या स्टार्ट अप आधे पके हुए उत्पाद वितरित करते हैं। यह भ्रामक परिणाम उत्पन्न कर सकता है। जब कृषि के ऐसे स्मार्ट समाधान शुरुआती चरण में हों तो हम ऐसा जोखिम नहीं उठाएंगे। हमारे देश में किसान भरोसे पर काम करते हैं। यदि यह भरोसा टूट जाता है, तो इससे वह निराश और संशय में पड़ सकता है।

● संचार

संचार एक बड़ी चुनौती है. संचार के लिए जीएसएम या RF का उपयोग किया जाता है। जीएसएम के साथ चुनौती उच्च आवर्ती लागत और दूरस्थ क्षेत्र के क्षेत्रों में खराब सिग्नल शक्ति है।

आरएफ बेहतर समाधान है लेकिन दूरदराज के क्षेत्रों में आरएफ का उपयोग करते समय, कभी–कभी उपकरणों को गेटवे से दूरी पर रखना पड़ता है। आरएफ का उपयोग करने के लिए हरी फसल कवरेज, बड़े पेड़ और लहरें बड़ी चुनौतियां हैं। वर्तमान में हम 865–867 मेगाहर्ट्ज का उपयोग करते हैं जो भारत में लाइसेंस रहित बैंड है। कृषि के लिए हमें एक फ्रीक्वेंसी बैंड की आवश्यकता होती है जो लंबी दूरी तय कर सके। यदि हम कृषि में आईओटी को बढ़ावा देना चाहते हैं, तो कृषि के लिए आरक्षित विशेष लाइसेंस रहित बैंडविड्थ की आवश्यकता है। यह बेहतर होगा यदि यह कम से कम 1 वॉट पावर और बाहरी एंटीना के साथ 450 मेगाहर्ट्ज से कम हो।

● मानकीकरण

प्रत्येक IOT आधारित समाधान प्रदाता के पास अपने मालिकाना संचार प्रोटोकॉल होते हैं। यदि कोई किसान इसके साथ दूसरा सेंसर जोड़ना चाहे तो यह संभव नहीं है। हम एक सामान्य संचार प्रोटोकॉल के बारे में सोचेंगे जो किसानों को किसी भी गेटवे के साथ किसी भी सेंसर का उपयोग करने की अनुमति दे सकता है। एक ISO 21622 ने प्रोटोकॉल को मानकीकृत करने का प्रयास किया है। भारत में ऐसे मानकों का अध्ययन और अपनाया जाएगा।

● शक्ति

IOT उपकरणों की बिजली की आवश्यकता भी एक चुनौती है। आपको या तो सौर ऊर्जा या गैर–रिचार्जेबल बैटरी स्रोत का उपयोग करना होगा। चोरी और पैनल रखरखाव सौर पैनलों के साथ एक मुद्दा है। गैर–रिचार्जेबल बैटरी के साथ, भारत उच्च गुणवत्ता वाली, लंबे समय तक चलने वाली बैटरी का उत्पादन नहीं करता है। इसके लिए हम ज्यादातर चीन पर निर्भर हैं।' आत्मनिर्भर भारत के सपने के साथ हम भारत में उच्च गुणवत्ता, लंबे समय तक चलने वाली बैटरी के निर्माण के बारे में सोचेंगे।

● घटकों का स्वदेशीकरण

हमारे माननीय प्रधान मंत्री ने देश के लिए आत्मनिर्भरता पर जोर दिया, सटीक खेती के समाधानों के लिए कभी–कभी सेंसर, इलेक्ट्रॉनिक गेटवे, बैटरी आदि की आवश्यकता होती है। वर्तमान में इनमें से अधिकांश घटकों का आयात किया जाता है जो सिस्टम की लागत को इस स्तर तक बढ़ा देता है कि यह किसानों के लिए अप्रभावी हो जाता है। किसान. उदाहरण के लिए एक विश्वसनीय मृदा नमी सेंसर की कीमत 100 से 400 USD (8000 से 30000 रुपये) के बीच है, यदि किसी किसान को अपने खेत में कई मिट्टी नमी सेंसर का उपयोग करने की आवश्यकता है, तो यह उसके लिए बहुत महंगा है। एक देश के रूप में हम इन घटकों के घरेलू विनिर्माण को बढ़ावा देंगे।