



इंटरनेट ऑफ थिंग्स आधारित स्मार्ट सिंचाई प्रबंधन प्रणाली



अकरम अहमद, आरती कुमारी एवं मृदुस्मिता देबनाथ

“ भारत की जनसंख्या 1.32 करोड़ से अधिक हो गई है, जनसंख्या दर दिन-प्रतिदिन बढ़ती जा रही है, फिर 25-30 वर्षों के बाद भोजन की गंभीर समस्या होगी, इसलिए कृषि का विकास आवश्यक है। भारत में लगभग 70 प्रतिशत जनसंख्या खेती पर निर्भर करती है, जलवायु परिवर्तन के समय बारिश और पानी की कमी का खामियाजा आज किसान भुगत रहे हैं। इस समस्या का एकमात्र समाधान स्मार्ट कृषि (कृषि के वर्तमान पारंपरिक तरीकों का आधुनिकीकरण) है। इंटरनेट ऑफ थिंग्स, कृषि उद्योग में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है जो 2050 तक पृथ्वी पर 9.6 करोड़ लोगों को खिला सकता है। स्मार्ट कृषि अपशिष्ट, उर्वरक के प्रभावी उपयोग को कम करने और इस तरह फसल की उपज को बढ़ाने में मदद करता है। इस काम में, सेंसर (मिट्टी की नमी, तापमान, आर्द्रता, प्रकाश) का उपयोग करके फसल-क्षेत्र की निगरानी और सिंचाई प्रणाली को स्वचालित करने के लिए एक प्रणाली विकसित की जाती है। यह प्रणाली उन क्षेत्रों में अधिक उपयोगी होगी, जहां पानी दुर्लभ है। यह प्रणाली पारंपरिक दृष्टिकोण की तुलना में 92 प्रतिशत अधिक कुशल है। किसान कहीं से भी क्षेत्र की स्थिति की निगरानी कर सकते हैं। इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) स्मार्ट कृषि में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। स्मार्ट खेती एक उभरती हुई अवधारणा है, क्योंकि इंटरनेट ऑफ थिंग्स सेंसर अपने कृषि क्षेत्रों के बारे में जानकारी प्रदान करने में सक्षम हैं। ”



परिचय :

जनसंख्या की ज्यामितीय वृद्धि, तीव्र शहरीकरण, औद्योगिकीकरण और कृषि विकास विश्व जल संसाधन पर दबाव डाल रहे हैं। कृषि शुद्ध जल संसाधन का सबसे बड़ा उपभोक्ता है, इसलिए जल उत्पादकता का विस्तार इस जलवायु परिवर्तन के समय शोध में प्राथमिकता का क्षेत्र है। वर्तमान परिस्थिति में, दुनिया में 7.53 करोड़ के करीब लोग हैं जिसमें औसतन 33 प्रतिशत वैश्विक आबादी किसी न किसी रूप में पानी की कमी से पीड़ित है। 2030 तक, यह आंकड़ा 50 प्रतिशत तक बढ़ने की संभावना है, जो मूलतः खतरनाक दर को रेखांकित करता है जिस पर पानी की कमी की समस्या का विस्तार हो रहा है। दिलचस्प बात यह है कि दुनिया में पानी निकासी की कुल मात्रा का लगभग 70 प्रतिशत सिंचाई के लिए उपयोग किया जाता है, और ठीक यही वह जगह है जहां पानी की बर्बादी को कम

भा.कृ.अनु. परिषद् का पूर्वी अनुसंधान परिसर, पटना

करने के लिए किसानों को ध्यान देने की जरूरत है। लगभग 60 प्रतिशत पानी का उपयोग सिंचाई के लिए किया जाता है। दुनिया भर में स्वच्छ जल संसाधनों की कमी ने उनके इष्टतम उपयोग की आवश्यकता उत्पन्न की है। कृषि भारत की आर्थिक वृद्धि का मुख्य आधार है।

पारंपरिक खेती में उत्पन्न होने वाला सबसे महत्वपूर्ण अवरोध जलवायु परिवर्तन है। जलवायु परिवर्तन के प्रभावों की संख्या में भारी वर्षा, सबसे तीव्र तूफान और गर्मी की लहरें, कम वर्षा आदि शामिल हैं। इनकी वजह से उत्पादकता काफी हद तक कम हो जाती है। जलवायु परिवर्तन से पर्यावरणीय परिणाम भी सामने आते हैं जैसे कि पौधों के जीवन चक्र में मौसमी परिवर्तन। उत्पादकता को बढ़ावा देने और कृषि क्षेत्र में बाधाओं को कम करने के लिए, नवीन प्रौद्योगिकी और तकनीकों का उपयोग करने की आवश्यकता है जिसे

इंटरनेट ऑफ थिंग्स कहा जाता है। यह कृषि में आधुनिक आईसीटी (सूचना और संचार प्रौद्योगिकी) का अनुप्रयोग है। संयुक्त राष्ट्र के खाद्य और कृषि संगठन के अनुसार, पृथ्वी की बढ़ती आबादी को खिलाने के लिए, दुनिया को 2050 में 70 प्रतिशत अधिक भोजन उत्पादन करने की आवश्यकता होगी, और इस मांग को पूरा करने के लिए, किसान और कृषि कंपनियां उत्पादन क्षमताओं को बढ़ाने के लिए इंटरनेट ऑफ थिंग्स की ओर रुख कर रही हैं। इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) उत्पादकता बढ़ाने में बड़ी भूमिका निभा सकता है, विशाल वैश्विक बाजार प्राप्त कर सकता है और फसलों के हाल के रुझानों के बारे में विचार कर सकता है। आज कई कृषि उद्योगों ने दक्षता, उत्पादकता, वैश्विक बाजार और अन्य सुविधाओं जैसे न्यूनतम मानव हस्तक्षेप, समय और लागत आदि को बढ़ाने के लिए स्मार्ट खेती के लिए IoT प्रौद्योगिकी को अपनाने की ओर रुख किया है।

स्मार्ट तरीके से सिंचाई प्रबंधन प्रणाली की आवश्यकता इसलिए है क्योंकि पानी की कमी पहले से ही दुनिया के एक हिस्से को प्रभावित कर रही है और बढ़ती दुनिया की आबादी और ताजे पानी की मांगों के कारण स्थिति समय के साथ खराब हो रही है। वर्तमान विश्व की जनसंख्या 7.2 करोड़ के आसपास है और यह 2050 (संयुक्त राष्ट्र, 2013) तक 9 करोड़ से अधिक होने की उम्मीद है। कृषि क्षेत्र, विशेष रूप से सिंचाई, मीठे पानी के एक बड़े हिस्से की खपत करता है। लागत प्रभावी बुद्धिमान सिंचाई प्रणालियों की कमी के कारण, विकासशील देश उसी उपज को प्राप्त करने के लिए विकसित देशों के विपरीत अधिक पानी का उपभोग कर रहे हैं। उदाहरण के लिए, भारत में दुनिया की आबादी का लगभग 4 प्रतिशत ताजे पानी का संसाधन है, जो दुनिया की आबादी का 17 प्रतिशत है। हालांकि, यह चीन, अमेरिका जैसे अन्य देशों की तुलना में अपनी कुछ प्रमुख कृषि-उपज के लिए 2-4 गुना अधिक पानी लेता है। इसलिए, ताजे पानी के प्रभावी उपयोग के लिए उन्नत प्रौद्योगिकियों पर आधारित स्मार्ट रणनीतियों और प्रणालियों के साथ आने की सख्त जरूरत है। इसके अलावा कभी बाढ़-कभी सुखाड़ के हालात ने साबित कर दिया है कि बदलते

मौसम के साथ बढ़ती लागत किसानों के लिए बड़ी चुनौती है। पुराने तौर-तरीकों के साथ हम जैसे-जैसे आगे बढ़ते हैं, खेती की लागत भी बढ़ती जाती है। एक ऐसा समय भी आ सकता है, जब मुनाफे की खेती किसानों के लिए अतीत की बात हो जाएगी। इस परिदृश्य में, इन टेक्नोलॉजी की दुनिया में IoT कृषि के लिए बहुत महत्वपूर्ण है, जो दुनिया भर में पानी के तनाव के बढ़ते स्तर के प्रबंधन में एक लंबा रास्ता तय कर सकता है।

इंटरनेट ऑफ थिंग्स आधारित स्मार्ट सिंचाई प्रबंधन प्रणाली की आवश्यकता :

भारत में, पारंपरिक सिंचाई पद्धति सतही सिंचाई है जो सबसे पुरानी और व्यापक रूप से उपयोग की जाने वाली सिंचाई पद्धति है। इसमें, पूरे क्षेत्र (या अनियंत्रित बाढ़) या क्षेत्र के कुछ हिस्सों (फर्रो, बॉर्डर, बेसिन) में गुरुत्वाकर्षण प्रवाह के तहत पानी वितरित किया जाता है। सतही सिंचाई में, खेत में लगाए गए पानी का 50 प्रतिशत से अधिक हिस्सा गहरी उथल-पुथल, वाष्पीकरण और सतही अपवाह द्वारा खो जाता है और सिंचाई की दक्षता बहुत कम (35-40 प्रतिशत) होती है। इसके लिए, उच्च सिंचाई दक्षता (85-90 प्रतिशत) वाले सिंचाई प्रणाली (ड्रिप और

स्प्रिंकलर) का उपयोग किया जाता है। इसके अलावा, ज्यादातर किसान कम निवेश और सिस्टम के संचालन की कम कौशल आवश्यकताओं के कारण हस्त चालित प्रणाली या अर्ध-स्वचालित नियंत्रण प्रणाली पसंद करते हैं, लेकिन पानी और उर्वरक अनुप्रयोगों के समान वितरण को बनाए रखना बहुत मुश्किल है और बहुत अधिक ध्यान देने की आवश्यकता है।

इन समस्याओं को दूर करने के लिए, वर्तमान परिदृश्य में, फसल जल उत्पादकता में सुधार और संसाधनों के सतत उपयोग के लिए कृषि पद्धतियों का आधुनिकीकरण आवश्यक है। शोधकर्ता बताते हैं कि कुशल जलप्रबंधन प्रथाओं को अपनाने से 50 प्रतिशत तक पानी की बचत हो सकती है। 75 से 95 प्रतिशत की सीमा में उच्च सिंचाई दक्षता क्रमशः छिड़काव और ड्रिप सिंचाई के माध्यम से सटीक पानी के अनुप्रयोग को अपनाने से प्राप्त की जा सकती है। देश में कृषि उत्पादकता बढ़ाने के लिए नई तकनीकों को बढ़ावा देना और अत्याधुनिक तकनीकों तक व्यापक पहुंच और "प्रति बूंद अधिक फसल" मंत्र को अपनाना महत्वपूर्ण है। इसलिए, सटीक सिंचाई जल प्रबंधन समय की जरूरत है।



चित्र 1 : विभिन्न सिंचाई तकनीक और इसकी दक्षता

इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) क्या है?

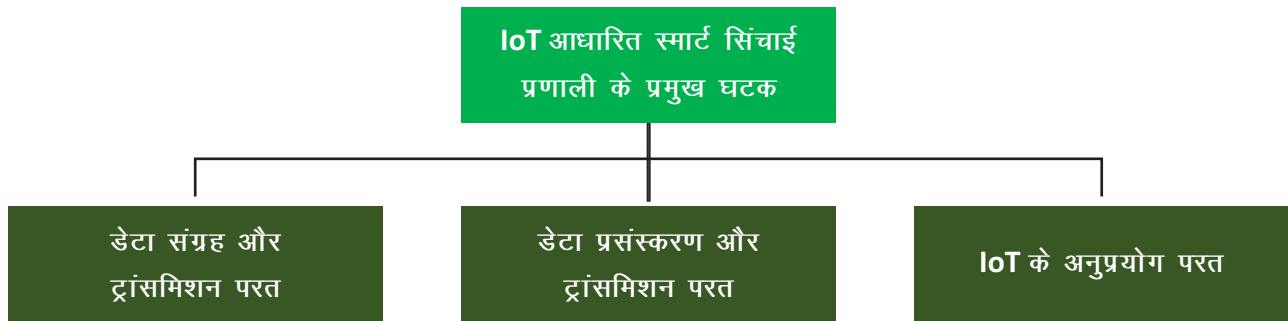
IoT का मतलब है इंटरनेट ऑफ थिंग्स, ऐसी चीजें जो समझदारी दे सकती हैं, डेटा इकट्ठा कर सकती हैं और इंटरनेट भेज सकती हैं। इसे सुलभ इंटरनेट इन्फ्रास्ट्रक्चर में व्यक्तिगत रूप से पहचानने योग्य एम्बेडेड कंप्यूटिंग डिवाइस के बीच परस्पर संबंध के रूप में परिभाषित किया जा सकता है। 'IoT' विभिन्न उपकरणों और परिवहन को इंटरनेट और इलेक्ट्रॉनिक सेंसर की मदद से जोड़ता है। कृषि में आईओटी के कई अनुप्रयोग हैं

जैसे फसल जल प्रबंधन, कीट प्रबंधन और नियंत्रण, परिशुद्धता कृषि, खाद्य उत्पादन और सुरक्षा।

इंटरनेट ऑफ थिंग्स आधारित स्मार्ट सिंचाई प्रणाली के घटक :

इसके सात मुख्य घटक हैं। रिले स्विच के साथ फील्ड डेटा संग्रह, डिवाइस फील्ड सेंसर डेटा एकत्र करने के लिए वेब सेवा, मौसम की जानकारी ऑनलाइन उपलब्ध कराने के लिए वेब सेवा, (इंटरनेट) पानी की मोटर को

नियंत्रित करने के लिए वेब सेवा एवं मिट्टी की नमी की भविष्यवाणी एल्गोरिथ्म वास्तविक समय की निगरानी के लिए उत्तरदायी वेब आधारित इंटरफेस IoT सक्षम मोटर पंप। इन घटकों को तीन अलग-अलग परतों में वर्गीकृत किया जाता है, अर्थात् डेटा संग्रह और ट्रांसमिशन परत, डेटा प्रसंस्करण और खुफिया परत और इंटरनेट ऑफ थिंग्स की अनुप्रयोग परत। इन घटकों का विवरण इस प्रकार है।



फील्ड डेटा संग्रह डिवाइस :

क) इसमें क्षेत्र की आवश्यकताओं के आधार पर, एक स्टैंडअलोन सेंसर नोड या सेंसर नोड का एक वायरलेस सेंसर नेटवर्क तैनात किया जाता है। स्टैंडअलोन परिदृश्य में क्षेत्र डेटा संग्रह डिवाइस में चार सेंसर, अर्थात्, मिट्टी नमी सेंसर, मिट्टी तापमान संवेदक, तापमान और आर्द्रता सेंसर, और पराबैंगनी (यूवी) लाइट विकिरण सेंसर शामिल हैं। इन सेंसर का आउटपुट एक Arduino-Uno द्वारा पढ़ा जाता है, जो सेंसर से डेटा प्राप्त करने और संग्रहीत करने के लिए रास्पबेरी पाई (R&Pi) से जुड़ा हुआ होता है।

ख) ऑनलाइन मौसम डेटा संग्रह के लिए वेब सेवा

मौसम की भविष्यवाणी के आंकड़ों को एकत्र करने के लिए एक वेब सेवा विकसित की जाती है। यह वेब सेवा तापमान, आर्द्रता, बादल, यूवी सूचकांक और विभिन्न वेब पूर्वानुमान पोर्टल्स की वर्षा जैसे मौसम पूर्वानुमान डेटा को भी एकत्र करती है। विकसित वेब सेवा सर्वर में फील्ड स्थान और स्टोर के पूर्वानुमानित डेटा को पढ़ती है, जिसे मिट्टी की नमी की भविष्यवाणी एल्गोरिथ्म में उपयोग किया जाता है।

ग) मिट्टी की नमी की भविष्यवाणी एल्गोरिदम

इसका उपयोग फील्ड सेंसर डेटा और मौसम पूर्वानुमान डेटा के आधार पर एल्गोरिदम विकसित करने के लिए किया जाता है, जिसमें वेक्टर रिग्रेसमेंट मॉडल और के-मीन्स क्लस्टरिंग एल्गोरिदम जैसे एल्गोरिदम का उपयोग किया जाता है। एल्गोरिदम आगामी दिनों की मिट्टी की नमी के बारे में जानकारी देता है। यह पानी और ऊर्जा को बचाने के लिए, मिट्टी की नमी के स्तर और अनुमानित वर्षा के आधार पर सिंचाई के सुझाव भी प्रदान करता है।

घ) वास्तविक समय की निगरानी के लिए उत्तरदायी वेब आधारित इंटरफेस

एक उत्तरदायी वेब आधारित उपयोगकर्ता इंटरफेस को वास्तविक समय सेंसर डेटा की कल्पना करने के लिए विकसित किया गया है, जो आने वाले दिनों की मिट्टी की नमी, और वर्षा की जानकारी की भविष्यवाणी करता है। इसके अलावा, यह सिंचाई समय प्रबंधन के लिए एक सुविधा भी प्रदान करता है। उपयोगकर्ता मिट्टी की नमी के एक निर्दिष्ट सीमा मूल्य पर सिंचाई का समय निर्धारित कर सकता है।

ङ) पानी की मोटर को नियंत्रित करने के लिए वेब सेवा

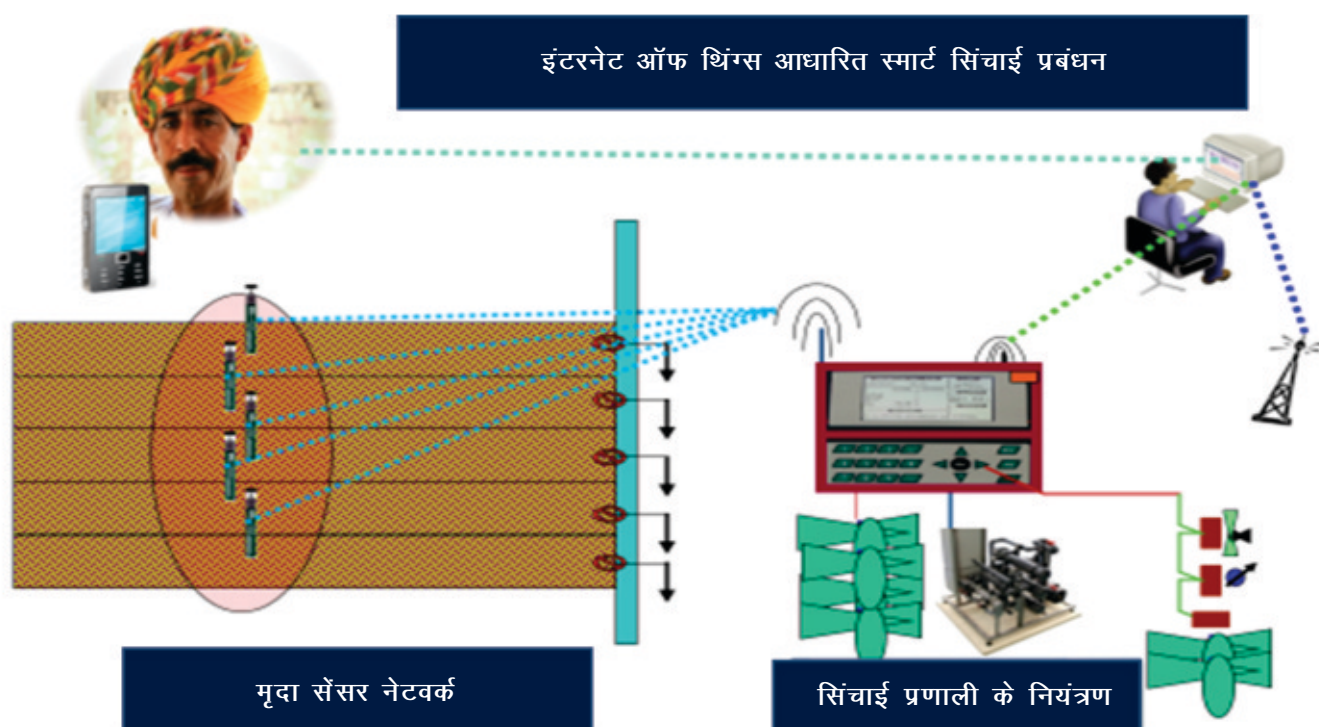
पानी की मोटर को शुरू करने और रोकने के लिए एक वेब सेवा विकसित की जाती है जिसमें वेब सेवा आर-पाई द्वारा एक्सेस की जाती है। R&Pi Arduino & Uno को सिग्नल भेजते हैं जो पानी की मोटर को शुरू / बंद करने के लिए रिले स्विच को नियंत्रित करता है।

च) इंटरनेट ऑफ थिंग्स सक्षम पानी पंप

इस मॉड्यूल में, एक पानी पंप एक रिले स्विच से जुड़ा होता है जिसे वाई-फाई सक्षम नोड द्वारा नियंत्रित किया जाता है। नोड को वास्तविक समय की निगरानी के लिए उत्तरदायी वेब आधारित इंटरफेस से ट्रिगर के माध्यम से वेब सेवा द्वारा नियंत्रित किया जाता है। इस वेब आधारित इंटरफेस का उपयोग करके पानी के पंप को मैन्युअल और ऑटो मोड में दूरस्थ रूप से प्रबंधित किया जा सकता है।

इंटरनेट ऑफ थिंग्स आधारित स्मार्ट सिंचाई प्रबंधन प्रणाली के काम करने का सिद्धांत

मिट्टी की नमी सेंसर जैसे परिष्कृत सेंसर के साथ इंटरनेट ऑफ थिंग्स उपकरणों का उपयोग करने वाली एक स्मार्ट सिंचाई प्रणाली



चित्र 2 : इंटरनेट ऑफ थिंग्स आधारित सिंचाई प्रणाली की वास्तुकला

मिट्टी में नमी की मात्रा निर्धारित करने और सिंचाई पाइप के माध्यम से पानी के प्रवाह को निर्वहन करने के लिए किया जाता है। जब नमी का स्तर पूर्वनिर्धारित सीमा से नीचे चला जाता है, सिंचाई प्रणाली स्वचालित हो जाती है। सिंचाई प्रणाली का स्वचालन मिट्टी के नमी सेंसर, डेटा लॉगर / माइक्रोप्रोसेसर, नियंत्रक और विनियामक वाल्व के साथ एक दबाव वाले पानी के स्रोत की मदद से पूरा किया जा सकता है। एक स्वचालित सिंचाई प्रणाली के संपूर्ण परिचालन विवरणों को या तो सॉफ्टवेयर के माध्यम से या हस्त चालित रूप से एक नियंत्रण इकाई का उपयोग करके प्रोग्राम किया जा सकता है। इंटरनेट ऑफ थिंग्स आधारित सिंचाई प्रणाली एक लागत प्रभावी तरीका है, यह पानी के इष्टतम उपयोग से जल उपयोग दक्षता को बढ़ाता है, उच्च गुणवत्ता वाली फसल उत्पादन को बनाए रखता है, पानी की बचत के साथ नुकसान को कम करता है, किसान की आर्थिक स्थिति को बढ़ाता है, साथ ही समय की बचत भी करता है।

आई ओ टी आधारित स्मार्ट सिंचाई प्रणाली के फायदे :

खेती को बढ़ाने में इंटरनेट ऑफ थिंग्स का उपयोग करने के प्रमुख लाभ इस प्रकार हैं :

1. इंटरनेट ऑफ थिंग्स का उपयोग करके जल प्रबंधन कुशलतापूर्वक किया जा सकता है जिसमें सेंसर का उपयोग करके पानी की बर्बादी नहीं होती है।

2. इंटरनेट ऑफ थिंग्स भूमि की निरंतर निगरानी करने में मदद करता है ताकि प्रारंभिक अवस्था में सावधानी बरती जा सके।
3. यह उत्पादकता बढ़ाता है, हस्त चालित काम को कम करता है, समय की बचत करता है और खेती को अधिक कुशल बनाता है।
4. फसल की वृद्धि का निरीक्षण करने के लिए फसल की निगरानी आसानी से IoT का उपयोग कर की जा सकती है।
5. मृदा प्रबंधन जैसे pH स्तर, नमी मात्रा आदि को आसानी से पहचाना जा सकता है ताकि किसान मिट्टी के स्तर के अनुसार बीज बो सकें।
6. पौधों और फसलों में होने वाली बीमारियों को पहचानने के लिए सेंसर और आरएफआईडी चिप उपयोग में लाया जाता है। इसमें स्वचालित रूप से फसलों को आने वाली बीमारियों से संरक्षित किया जा सकता है।
7. वैश्विक बाजार में फसल की बिक्री बढ़ाई जा सकती है। इन सुविधाओं से स्मार्ट खेती किसानों को एकल स्पर्श और न्यूनतम प्रयासों के साथ बाजार को विकसित करने में मदद कर सकती है।

निष्कर्ष :

इंटरनेट ऑफ थिंग्स आधारित स्मार्ट सिंचाई प्रणाली, सिंचाई में पानी की बर्बादी को कम

करती है, सिंचाई के स्वचालित होने से समय की बचत होती है और इसे बड़े कृषि क्षेत्रों में लागू किया जा सकता है। इससे कृषि में श्रम की कमी की समस्या का समाधान हो सकता है। इस प्रणाली का उपयोग करके खेतों में सिंचाई को स्वचालित रूप से संचालित किया जा सकता है। यह टेक्नोलॉजी जलवायु परिवर्तन के समय में मील का पत्थर है। कृषि में नवाचार को प्रोत्साहित करने पर ध्यान केंद्रित करना होगा, IoT पर आधारित स्मार्ट खेती उन समस्याओं का जवाब है जिन समस्याओं का वर्तमान में किसान सामना कर रहे हैं। यह सब स्मार्ट फोन और IoT उपकरणों का उपयोग करके किया जा सकता है।

आज, इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) कृषि उद्योग की ओर सोच बदल रहा है और किसानों को उन भारी चुनौतियों से मुकाबला करने में सक्षम बना रहा है, जिनका वे सामना कर रहे हैं। किसान IoT का उपयोग करके हाल ही के रुझानों और प्रौद्योगिकी के बारे में भारी जानकारी और ज्ञान प्राप्त कर सकते हैं। इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) समाधान, अनुप्रयोग विशिष्ट सेंसर के डेटा अधिग्रहण और बुद्धिमान प्रसंस्करण के आधार पर, साइबर और भौतिक दुनिया के बीच अंतराल को कम कर रहे हैं। इंटरनेट ऑफ थिंग्स आधारित स्मार्ट सिंचाई प्रबंधन प्रणाली सटीक खेती में इष्टतम जल-संसाधन का उपयोग करने में सक्षम है।