کشاورزی هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا

علی مرادی کوچی

دانشجوی موسسه غیردولتی و غیر انتفاعی زند گستر شیراز ، ایران

محمد رضا اسلامی نژاد

استادیار و عضو هیات علمی موسسه غیردولتی و غیرانتفاعی زند گستر شیراز ، ایران

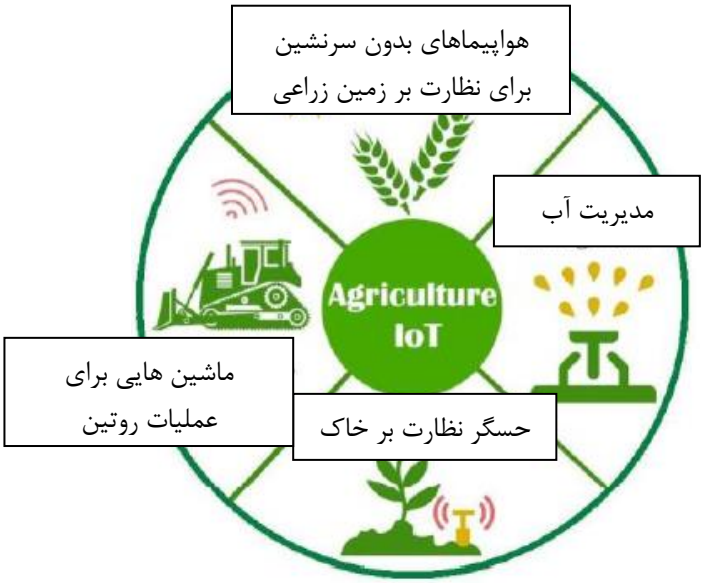
چکیده

افزایش روزافزون جمعیت جهان نیازمند بهبود تولید برای تأمین غذا در همه بخشها، به ویژه در کشاورزی است. با این وجود، در دوره‌های خاصی، تقاضا و عرضه مطابقت نخواهد داشت. مدیریت و حفظ سرمایه و نیروی انسانی هنوز یک چالش سخت برای بهبود تولیدات کشاورزی است. کشاورزی هوشمند برای رشد تولید غذا، مدیریت منابع و نیروی کار، گزینه بهتری است. این تحقیق، مروری کلی بر تحلیل پیشگویانه، دستگاه های اینترنت اشیا (IoT) با مدیریت ابر، واحدهای امنیتی چند فرهنگی در بخش کشاورزی با در نظر گرفتن تجربیات قبلی کشاورز ارائه می دهد. و همچنین چالش ها و عوارض مورد انتظار را در حین ادغام فناوری مدرن در تجربه شیوه سنتی کشاورزی برجسته می کند. بر اساس رویکردهای آماری و کمی، تغییرات انقلابی بهتری در سیستم کشاورزی کنونی ایجاد می کند. علاوه بر این، فعال سازی هواپیماهای بدون سرنشین از طریق اینترنت اشیا، با وضعیت محصول و مراحل، آبیاری، بیماریهای برگ گیاهان در زمین سبز مواجه می شود. حسگرها برای اهداف مختلف در اینترنت اشیا فعال می شوند و مورد بحث قرار می گیرند. کشاورزی مدرن با دستگاه ها و مفاهیم IoT پیشرفته هدف اصلی این تحقیق است. ارزیابی سیستماتیک، روندهای فعلی و آینده را در بخش کشاورزی ارائه می دهد.

کلمات کلیدی: اینترنت اشیا، کشاورزی هوشمند، روبات های کشاورزی

مقدمه

طبق نظرسنجی، انتظار می رود جمعیت جهان با رشد سریع، در سال ۲۰۶۰ حدود ۱۰ میلیارد نفر باشد [۱]. با این حال، تقاضا برای دانه های غذایی در این سالها به دلیل افزایش جمعیت به طور ناگهانی افزایش می یابد. متأسفانه، دانه غذایی به طور غیر مستقیم متناسب با رشد جمعیت است. به همین دلیل، تولید مواد غذایی باید در سالهای آینده در سطح جهانی بهبود یابد [۲]. شکل ۱ نمای کلی عوامل کشاورزی هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا را نشان می دهد.



شکل ۱: مروری بر اینترنت اشیا در حوزه کشاورزی

اینترنت اشیاء نیز اخیراً تصویری قوی از بخش کشاورزی با طیف وسیعی از حسگرها که برای اهداف مختلف کشاورزی هوشمند استفاده می شود، نشان داده است. برنامه های کاربردی اینترنت اشیا سال به سال در حال

افزایش است. شکل ۲، کنترل نظارت بر دستگاه های اینترنت اشیا برای کشاورزی هوشمند را نشان می دهد. حسگرهای مختلف در بخش کشاورزی نقش مهمی در فناوری های اینترنت اشیا بازی **می کنند**.

شکل ۲ : کنترل نظارت بر دستگاه ها

اتصال چندین دستگاه به هم پیوسته، مانند چندین حسگر، درایورها و اشیاء هوشمند، به وسیله تلفن همراه از طریق اینترنت [۴]. به اشتراک گذاری اطلاعات با سرویس های کنترل هوشمند و تصمیم گیری هوشمند، شامل خدمات اینترنت اشیاء است که به دلیل جمع آوری داده های از راه دور مبتنی بر ابر است. چنین قابلیت هایی می تواند تولید کارآمد را برای صنعت کشاورزی هوشمند فراهم کند. رویکرد متداول کشاورزی افزایش کشت مدرن با شناسایی منطقه مورد علاقه اینترنت اشیا در زمینه کشاورزی است [۵]. توسعه اینترنت اشیاء در دهه گذشته مزایای زیادی در همه بخشها به همراه داشته است.

اینترنت اشیا یک عنصر کلیدی برای ادغام نرم افزارهای مقیاس پذیر، سخت افزار، فرآیند مقرون به صرفه، خودکفا و تصمیم گیری هوشمند برای کشاورزی هوشمند است. شکل ۳، اجزای مختلف اندازه گیری معماری هوشمند را نشان می دهد. برنامه ریزی شامل کلیه فعالیتها مانند آبیاری، رشد گیاه، شناسایی بیماری توسط برگ آن و مدیریت تولید در بخش کشاورزی هوشمند است [۷].

شکل ۳: اندازه گیری های مختلف معماری هوشمند

در شرایط کلی، کشاورزی هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا، راه حلی بسیار مناسب برای کاهش هزینه است. محققان چندین فناوری پیشرفته یکپارچه را برای افزایش بهره وری در بخش کشاورزی معرفی کردند [۸]. بنابراین، برای دستیابی تدریجی به هدف، بسیاری از نوآوری های جدید را می توان با کشاورزی سنتی ترکیب کرد. اینترنت اشیا با حسگرهای متعدد و توصیف شده در طبیعت سبز می تواند کشاورزی هوشمندانه را ایجاد کند [۹].

۲. سازماندهی تحقیقات

ساختار مقاله تحقیق به شرح زیر است: بخش ۳، مقالات تحقیقاتی موجود در زمینه کشاورزی هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا را ارائه می دهد. بخش ۴، درباره پیچیدگی اجرای نوسازی کشاورزی بحث می کند و راه حلی برای پردازش روندهای آینده پیشنهاد می شود. بخش ۵، شرح آزمایش های مختلف در کشاورزی زمان واقعی را ارائه می دهد. بخش ۶، کار تحقیقاتی را با محدوده کار آینده به پایان می رساند.

۳. کارهای تحقیقاتی مرتبط

S. Sivachandran و همکاران تجزیه و تحلیل یکپارچه خاک را به منظور محاسبه مقدار pH خاک در زمین زراعی پیشنهاد کردند. خروجی آنالایزر مقادیر متفاوتی برای مواد مغذی مختلف خاک ارائه می دهد. سیستم تعبیه شده، واحد تهویه سیگنال، واحد کنترل پردازش و نمایشگر را برای نتایج بهتر یکپارچه کرده است. این روش برای پیش بینی میزان خاک از زمین زراعی که مواد مغذی پتاسیم، فسفر و نیتروژن را اندازه گیری می کند استفاده می شود [۱۰]. Anand Nayyar و همکاران، دسته های هوشمند را برای نظارت بر لحظه های زنده در مناطق سبز

با تجزیه و تحلیل پارامترهای مختلف معرفی می کند. این تجزیه و تحلیل پارامترها شامل اندازه گیری داده های دما، میزان رطوبت خاک است. این مدل اغلب برای جمع آوری داده های زنده از یک برنامه تلفن همراه استفاده می شود که می تواند با کمک فناوری محاسبات ابری توسط هر متخصص کشاورزی از یک منطقه دورافتاده پردازش شود. چالش بزرگ در این مدل مشکلات احراز هویت در تلفن همراه است [۱۱].

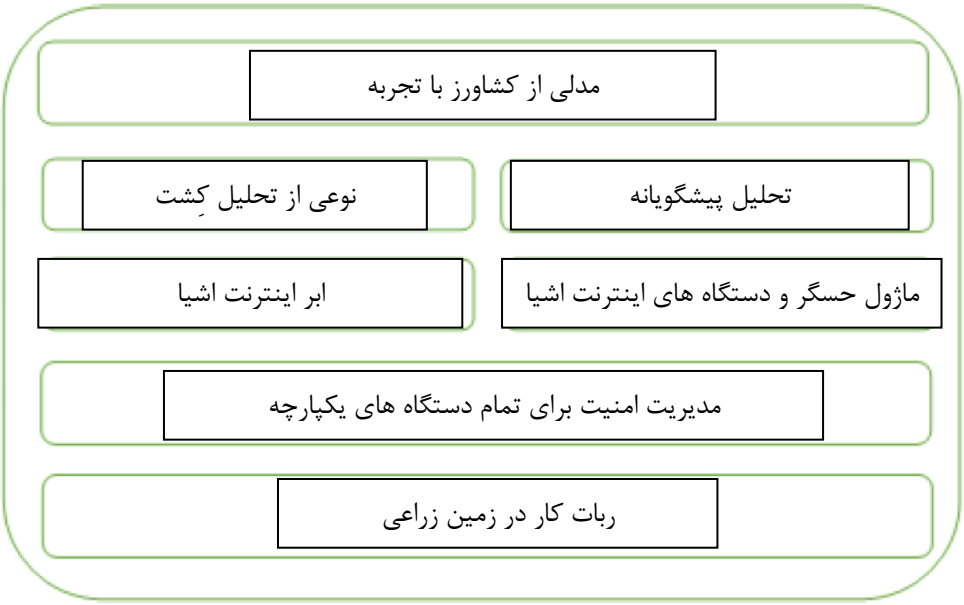
Chandan Kumar و همکاران، جهت آب و روشهای نظارت بر آن را مورد بحث قرار می دهند. همچنین، آنها با حسگر رطوبت خاک DHTT11 برای کنترل جهت آب ادغام شده اند. این مدل شامل کنترل سوئیچ برای موتور پمپ با یک کلیک در برنامه تلفن همراه است. این مقاله یک سیستم آبیاری در مزرعه سبز ارائه می دهد که مقرون به صرفه است. همچنین، بهره وری انرژی ناشی از این کشاورزی مدرن را در نظر می گیرد، اما دسترسی به آن از طریق برنامه تلفن همراه محدود می شود [۱۲]. Apurva C. Pusatkar و همکاران بر روی شبکه های حسگر بی سیم متمرکز شده اند که برای نظارت بر زمین های سبز استفاده می شود. این مقاله شامل بسیاری از ویژگی های اضافی برای نظارت بر زمین های کشاورزی مانند رطوبت، دما، حسگر خاک، سطح آب، جهت باد در مزرعه، آب و هوا است. از آنجا که ارتباطات بی سیم بسیاری از مشکلات سیستم ارتباطی سیمی را حل می کند. همچنین بر تلاش قبلی و صرفه جویی در هزینه که با بهینه سازی آب برای استفاده در زمین سبز حاصل می شود، تمرکز می کند [۱۳]. Laxmi C. Gavade و همکارانش مدلی را برای تشخیص ویژگی های مختلف برای مناطق سبز، مانند خاک، دما و جهت نور خورشید با کمک حسگرها پیشنهاد کردند. بنابراین، بهره وری از زمین سبز افزایش می یابد. نویسنده، مواد مغذی خاک را با انجام روش زنجیره نوری و محاسبه قابلیت هدایت آزمایش می کند [۱۴].

T.Vineela و همکاران ماژول های مختلف حسگر برای نظارت در زمینه کشاورزی هوشمند را مورد بحث قرار می دهند. هدف اصلی این مقاله، معرفی یک شبکه حسگر بی سیم در زمینه کشاورزی برای افزایش عملکرد تولید در این زمینه است. این مدل به عنوان یک رابط با بسیاری از حسگرهای یکپارچه با برد رزبری پای عمل می کند [۱۵].

بسیاری از مقالات تحقیقی بر بهینه سازی آب متمرکز شده اند تا در کشاورزی و سیستم های آبیاری خودکار برای کشاورز، پول و انرژی صرفه جویی کنند [۱۶]. همچنین، این سیستم شامل شبکه حسگر بی سیم توزیع شده برای فعالیت های مختلف برای کشاورزی است. برای روش آبیاری، داده های اندازه گیری بین پروتکل های Zigbee، Arduino UNO به همراه رزبری پای ارسال می شود. مقدار آستانه بر اساس متغیر کشت در خاک مناسب تعیین می شود. آنها بر روی حداقل از دست دادن آب در زمین سبز تمرکز می کنند [۱۷].

۴. روش پژوهش

شکل ۴، بلوک دیاگرام مفاهیم پیشنهادی را نشان می دهد. این بلوک دیاگرام عملکردی، شامل واحدهای تجزیه و تحلیل کِشت، تحلیل پیشگویانه، ابرهای اینترنت اشیا، دستگاه ها و ماژول های حسگر اینترنت اشیا، ربات Agri و مدیریت امنیت برای همه دستگاه های یکپارچه می باشد [۱۸]. سیستم اینترنت اشیا، داده ها را از خروجی های مختلف حسگر با سرورهای پردازش متمرکز، جمع آوری و پردازش می کند و ورودی را برای دستگاه های زمین شناسی زراعی سبز در زمان واقعی، ارائه می دهد. بنابراین دستگاه های اینترنت اشیا همه زیرساخت های حسگر دیگر را ادغام می کنند. صوت و تصویر را از طریق واسطه برای نمایش خروجی سیستم به هم متصل می کند [۱۹]. داده های حسگر از داده های خام خاک یا هر مکان مناسب فراهم می شود و توسط واحد پردازش مرکزی IoT با زمان برنامه ریزی بهینه پردازش می شود.



شکل ۴ نمودار کلی طرح مفاهیم پیشنهادی

۴,۱ چارچوب چند کِشت

شکل ۵ نمودار بلوکی چند کِشت را نشان می دهد. به طور کلی، طبقه بندی های زیادی برای کِشت وجود دارد و مدل پیشنهادی نمودار بلوکی، انواع چند کِشت را در شکل ۵ نشان می دهد. برای باغبانی، گلکاری و کشت مرکبات [۲۰]، وضعیت محصول و کنترل آفات را می توان فعال کرد. حاشیه سود را می توان برای تعداد میوه ها و گلهایی که می توان جداگانه از مرکبات لیست کرد، تخمین زد. کود آلی با پرورش کرمهای خاکی به نام ورمی کالچر[1] ایجاد می شود. جنگلداری برای تعیین کنترل ترکیب و کیفیت زمین زراعی مورد استفاده برای رشدهای مختلف مورد استفاده قرار می گیرد [۲۱].

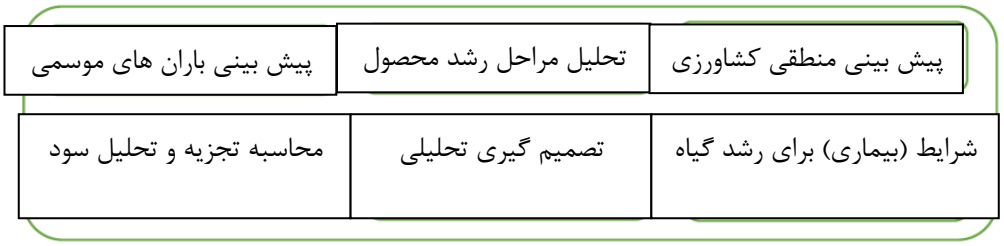
شکل ۵ نمودار بلوکی طبقه بندی چند کِشت

رایانش ابری با تجزیه و تحلیل محیطی، کاشت در جنگل را افزایش می دهد. درختکاری مربوط به بوته ها و گیاهان چوبی است که برای استانداردسازی مواد مغذی خاک استفاده می شود [۲۲]. فراوردن و نگاهداری سبزیجات، وضعیت پوشش گیاهی برای مصرف جامعه انسانی پیش‌بینی می‌کند.

۴,۲ چارچوب تجزیه و تحلیل پیش بینی کننده

فرآیند رایانش ابری برای تحلیل پیشگویانه با پردازش داده های بزرگ از اینترنت اشیا برای تجزیه و تحلیل چند کِشت انجام می شود. معیارهای احتمالی، تولید افزایش‌یافته در بارندگی های موسمی بعدی به نام تحلیل پیشگویانه را [۲۳] فراهم می کند. بلوک دیاگرام تحلیل پیشگویانه برای سیستم پیشنهادی در شکل ۶ نشان داده شده است. کشاورزی سنتی می تواند ایده هایی در مورد سطح مزرعه از جمله مواد مغذی خاک، دما، جزئیات بارندگی و شرایط آب و هوایی آینده با جامعه کشاورزان بسیار مجرب داشته باشد [۲۴]. در اینجا چارچوب تحلیل پیشگویانه با بسیاری از تجزیه و تحلیل داده های منطقه ای بر اساس قابلیت تشخیص برای پیش بینی وضعیت احتمالی رخ داده است. در کشاورزی متداول، روندهای حل آفات و حمله در این زمینه بر اساس داده های گذشته است [۲۵]. یک روش پیش بینی بهینه برای پیش بینی سناریو قبل از تجزیه و تحلیل داده های بزرگ استفاده می شود. این تجزیه و تحلیل ساختار همچنین می تواند استفاده از وسیله نقلیه را برای حمل تمام کالاهای بسته شده از محصول گیاهی پیش بینی کند. این ساختار می تواند حاشیه سود خوبی داشته و تأثیر مثبتی بر فروش کالاهای موجود در بازار داشته باشد. این پیش بینی نقش سود یا زیان رخ داده در حال حاضر و همچنین در آینده را توضیح می دهد. با

حمایت از این سیستم پیش بینی، کشاورز بسیاری از عوامل خطر را کاهش می دهد. برای عملکرد موفق عصر جدید پیکربندی، این سیستم فرمول بندی و پردازش می شود.



شکل ۶: نمودار بلوک تحلیل پیشگویانه برای سیستم پیشنهادی

۴,۳ ابر اینترنت اشیا برای روش پیشنهادی

این IoT-cloud (ابر اینترنت اشیا) نقش مهمی در ارائه داده ها و انتقال داده ها بین دستگاه ها دارد. برای هر تجزیه و تحلیل، ذخیره سازی جداگانه مانند خروجی حسگر، شناسایی شی، بیماریهای گیاهی و تجزیه و تحلیل داده های بزرگ پیش بینی می شود [۲۶]. علاوه بر این، کشاورز می تواند جزئیات مربوط به کشاورزی هوشمند یا اطلاعات پیش بینی آینده را از طریق خدمات اینترنتی از کارشناسان کشاورزی دریافت کند. کارشناسان می توانند ایده ای در مورد کِشت در مزارع، کنترل آفت کش ها و مدیریت در کِشت زمین های کشاورزی ارائه دهند [۲۷]. بر اساس این خدمات، کشاورز سنتی می تواند در زمین کشاورزی تجهیز شود. این بسیار کاربر پسند است و خدمات اصلی توسط دستگاه های IoT تغذیه می شود [۲۸].

۴,۴ دستگاه ها و حسگرهای IoT

این بخش شامل انواع مختلفی از حسگرها، دوربین ها، واحد های نمایش، میکروکنترلرها، اجزای شبکه مانند روتر، سوئیچ ها و غیره است. تمرکز اصلی واحد پردازش مرکزی برای انتقال اطلاعات بین اجزایی [۳۰] که می توانند برای پردازش دستگاه های اینترنت اشیا استفاده شوند، استفاده می شود.

۴,۵ مدیریت امنیت

مدیریت امنیت از داده های کابل زمینی یا بی سیم محافظت می کند. اقدامات پیشگیرانه تحت زیرساخت پروتکل را می IoTلایه شبکه با دسترسی مجاز انجام شد. سوء عملکرد، ساخت، تخریب، دستکاری نادرست دستگاه های ، GSM، Wi-Fiتوان با این مدیریت امنیتی ایمن کرد. در اینجا مدیریت امنیتی مناسب با کمک روشهای ، نقش مهمی در انتقال داده ها بین اجزا دارد. Zigbee برای رسانه ارتباطی [۳۱] انجام می شود. واحد CDMA می تواند برای فرآیند ارتباط مفید واقع شود. از تسهیلات اینترنتی برای LTE، CDMA، GSMهمچنین خدمات SMTP، WWW، HTTPاحراز هویت یا دسترسی به فرآیندها با همکاری پروتکل لایه کاربر مانند پروتکل های استفاده شده است [۳۲] [۳۳] [۳۴].

۴,۶ ربات Agri

برای جمع آوری میوه، وسیله نقلیه بدون راننده و پاشش آب برای کشاورزی Agriمدل پیشنهادی شامل یک ربات پس از دریافت سیگنال از اینترنت اشیا Agriهوشمند است. تشخیص اندازه، رنگ میوه یا گل رسیده توسط روبات انتخاب می شود. استفاده از ربات برای کارهای کشاورزی در بسیاری از کاربردهایی که در بالا ذکر شد مورد استفاده [۳۴]. قرار می گیرد. همانطور که در شکل ۷ نشان داده شده است، میوه توسط روبات هایAgriانتخاب می شود.

شکل ۷: ربات کشاورزی برای چیدن میوه

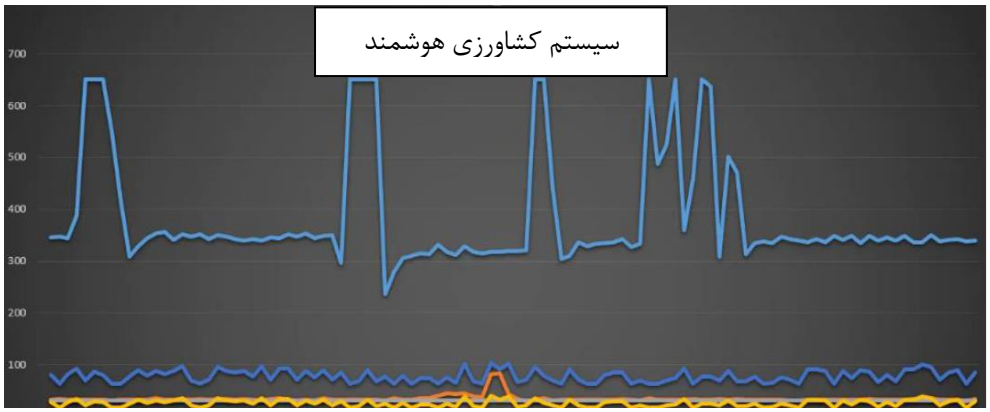
برنامه نویسی را می توان برای بسیاری از برنامه ها مانند فرآیند چیدن سیب، توت فرنگی، گواوا اصلاح کرد. این زمان برداشت محصول در مقایسه با روند دستی برداشت سنتی محصول بسیار اندک است

شکل ۸: نتیجه به دست آمده از داده های حسگر

۵. بحث در مورد نتایج

شکل ۸، نتایج بدست آمده از زمین های زراعی ۱-۳ را نشان می دهد. داده های آبیاری حسگرهای مختلف مانند نمناکی، دما، رطوبت. پس از رسیدن به سطح آستانه، دستگاه، اقدامات مناسبی را برای ربات کار زراعی انجام می دهد. شکل ۸ آبیاری جزئیات داده های خام را با خروجی حسگر نمناکی، دما، رطوبت نشان می دهد. این نمودار پیوسته فعالیتهای دستگاه را در زمان پردازش بازخورد به خوبی نشان می دهد.

شکل ۹، پاسخ کلی عملکرد سیستم کشاورزی هوشمند را نشان می دهد. در کار زراعی حسگر، ربات به سناریوی زمان واقعی پاسخ می دهد. راه اندازی آزمایشی سیستم مانیتورینگ کشاورزی مبتنی بر اینترنت اشیا شامل حسگرهای زیادی با CPU است. واحد میکروکنترلر برای دریافت داده های جریان مستقیم از زمین زراعی خام، به تلفن همراه متصل می شود [۳۶]. داده های خام جزئیات حسگر دما در شکل ۹ نشان داده شده است. بر اساس این داده ها، اینترنت اشیا بازخورد پیشنهادی را با کمک روبات های زمین زراعی در حوزه کشاورزی هوشمند ارائه می دهد.



شکل ۹: پاسخ کلی عملکرد سیستم کشاورزی هوشمند

ماژول WiFi برای واکشی فرآیندهای اطلاعات استفاده می شود. در اینجا، میزان کافی رطوبت خاک در اینترنت اشیا انجام می شود. بر اساس ورودی های حسگر در سیستم اینترنت اشیا، بسیاری از واحدهای سوئیچینگ برای خروجی کار زمین زراعی "ON" و "OFF" می شوند.

۶. نتیجه گیری

این تحقیق، مدل پیشنهادی را توصیف می کند که شامل بخشهای زیادی از تجزیه و تحلیل برای یک چارچوب کلی است. بنابراین واحدهای یکپارچه ما دارای مزایای بسیاری هستند که قبلاً در واحدهای کشاورزی هوشمند با ماژول های اینترنت اشیا مورد بحث قرار گرفتند. محدودیت های کمی نیز در این مدل محدود برای سیستم عامل ها و امنیت گنجانده شده است. تعدادی از چالش ها و محدودیت ها بیشترین ابزارهای مبتنی بر اینترنت اشیا را برای کشاورزی هوشمند در نظر می گیرد. تمرکز اصلی مقرون به صرفه بودن در دستگاه های اینترنت اشیا بر کاهش هزینه سخت افزار و نرم افزار با به خطر انداختن خروجی دقیق سیستم است. دستگاه های وارد شده، سازش با هزینه های این اجزا را به حداقل می رسانند. استانداردسازی فرمت داده برای این فرآیند همچنین سازگاری دستگاه و زمان اجرا را بهبود می بخشد. فرآیند اولیه تولید کنندگان مانعی برای کشاورزان فعال در هنگام بهبود کالاها و سیستم خدمات منظم می باشند. همچنین، سیستم یکپارچه پیشنهادی به دلیل اتصال بسیاری از دستگاه

ها از طریق یک سرور وب، پیچیدگی را ایجاد می کند. ویژگی ناهمگونی یک فرایند بسیار پیچیده در بخش اینترنت اشیا است که دقت و عملکرد کلی عالی سیستم را فراهم می کند. در نهایت، تجزیه و تحلیل یادگیری عمیق با تعداد زیادی از ویژگی ها یا داده ها می توانند تولیدات کشاورزی هوشمند را توسط اینترنت اشیا افزایش دهند.

منابع

[1]Accessed:Apr.18,2019.[Online].Available:
https://www.un.org/development/desa/en/news/population/worldpopulation-prospects 2017.html

[2] G. Nisha, J Megala, “Wireless Sensor Network Based Automated Irrigation and Crop Field Monitoring System”, 2014 Sixth International Conference on Advanced Computing.

[3] “Automated Water Irrigation System using Arduino Uno and Raspberry Pi with Android Interface”, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) 2018.

[4] “Automated Plant Watering System” 2016 International Conference on Computation of Power, Energy Information and Communication (ICCPEIC).

[5] Zhang, L., Dabipi, I. K. and Brown, W. L, "Internet of Things Applications for Agriculture". In, Internet of Things A to Z: Technologies and Applications, Q. Hassan (Ed.), 2018

[6] S. Navulur, A.S.C.S. Sastry, M. N. Giri Prasad, "Agricultural Management through Wireless Sensors and Internet of Things" International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), 2017; 7(6) :3492-3499.

[7] E. Sisinni, A. Saifullah, S. Han, U. Jennehag and M. Gidlund, "Industrial Internet of Things: Challenges, Opportunities, and Directions," in IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol.
14, no. 11, pp. 4724-4734, Nov. 2018.

[8] J. Lin, W. Yu, N. Zhang, X. Yang, H. Zhang and W. Zhao, "A Survey on Internet of Things: Architecture, Enabling Technologies, Security and Privacy, and Applications," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 4, no. 5, pp. 1125-1142, Oct. 2017

[9] hi, X.; An, X.; Zhao, Q.; Liu, H.; Xia, L.; Sun, X.; Guo, Y., "Stateof-the-Art Internet of Things in Protected Agriculture", Sensors 2019, 19, 1833.

[10] S.Sivachandran, K.Balakrishnan, K.Navin, “Real Time Embedded Based Soil Analyser”, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). Volume: 3 Issue 3 | March 2014

[11] Anand Nayyar, Er. Vikram Puri, “IoT Based Smart Sensors Agriculture Stick for Live
Temperature and Moisture Monitoring using Arduino, Cloud Computing & Solar Technology” May 2015.

[12] Chandan Kumar Sahu, Pramitee Behera, “A Low Cost Smart Irrigation Control System”, IEEE sponsored 2nd International Conference on Electronics and Communication System (ICECS2015)

[13] Apurva C. Pusatkar, Vijay S. Gulhane, “Implementation of Wireless Sensor Network for Real Time Monitoring of Agriculture”, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). Volume: 03 issue: 05 | May-2016

[14] Laxmi C. Gavade, A.D Bhoi , “N, P, K Detection and Control for Agriculture Applications using PIC Controller”, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). Volume: 6 Issue: 4 | April 2017.

[15] Mrs.T.Vineela, J. NagaHarini, Ch.Kiranma, G.Harshitha, B.AdiLaksh, “IoT Based Agriculture Monitoring and Smart Irrigation System Using Raspberry Pi”, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). Volume: 5 Issue: 1 | Jan 2018.

[16] M. Ayaz, M. Ammad-uddin, I. Baig and e. M. Aggoune, "Wireless Sensor‘s Civil Applications, Prototypes, and Future Integration Possibilities: A Review," in IEEE Sensors Journal, vol. 18, no. 1, pp. 4-30, 1 Jan.1, 2018.

[17] O. Elijah, T. A. Rahman, I. Orikumhi, C. Y. Leow and M. N. Hindia, "An Overview of Internet of Things (IoT) and Data Analytics in Agriculture: Benefits and Challenges," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 5, no. 5, pp. 3758-3773, Oct. 2018.

[18] Thea K., Martin C., Jeffrey M., Gerhard E, Dimitrios Z, Edward M., Jeremy P., Food safety for food security: Relationship between global megatrends and developments in food safety",Trends in Food Science & Technology,Vol 68,2017,Pages 160-175

[19] Accessed: Apr. 13, 2019. [Online]. https://www.ecpa.eu/news/codeconduct-agriculturaldata-sharing-signing

[20] Chung SO, Choi MC, Lee KH, Kim YJ, Hong SJ, Li M.. Sensing technologies for grain crop yield monitoring systems: A review. Journal of Biosystem Engineering, 2016, 41:408-417. [21] Accessed: Mar. 15, 2019. [Online]. https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/content/ industry-40-agriculture-focus-iot-aspects

[22] Accessed: Apr. 16, 2019. [Online]. https://www.gsma.com/iot/category/iot-businessenablers/ [21] Khanna A., Kaur S., "Evolution of Internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture", Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 157, February 2019.

[23] Tzounis A, Katsoulas N, Bartzanas T, Kittas C., "Internet of things in agriculture, recent advances and future challenges". Biosystems Engineering, Vol164, Dec 2017, Pages 31-48. [24] G. Palomino, J. Miguel, " PROTECTED CROPS IN SPAIN: Technology of fertigation control", Agri-Leadership Summit 2017, Suraikund, Faridabad, Haryana, India.

[25] Richard P. Pohanish, Sittig's Handbook of Pesticides and Agricultural Chemicals, 2nd Edition • 2015

[26] Fernando P. Carvalho, "Pesticides, environment, and food safety", Food and Energy Security, June 2017; 6(2): 48– 60

[27] Accessed: Apr. 15, 2019. [Online]. https://www.britannica.com/event/Great-Famine-Irishhistory [55] H. Arnold Bruns, " Southern Corn Leaf Blight: A Story Worth Retelling", Review & Interpretation, Published May 5, 2017

[28] Accessed: Apr. 13, 2019. [Online]. http://www.fao.org/news/story/en/item/280489/icode/

[29] R. Waskom, T. Bauder, R. Pearson, Best Management Practices for Agricultural Pesticide Use, May 2017 Bulletin #XCM-177

[30] Venkatesan, R; Kathrine, G. Jaspher W; Ramalakshmi, K, " Internet of Things Based Pest Management Using Natural Pesticides for Small Scale Organic Gardens", Journal of Computational and Theoretical Nanoscience, Vol. 15, Numbers 9-10, Sep. 2018.

[31] Accessed: June 23, 2019. [Online] Semios. Integrated pest management. http://semios.com/ipm/ [63] Accessed: Jul 13, 2018. [Online] Spensa. Z-Trap Available at http://spensatech.com/

[32] Kim, S.; Lee, M.; Shin, C. IoT-Based Strawberry Disease Prediction System for Smart Farming. Sensors, 2018, 18, 4051.

[33] Stein, K.; Coulibaly, D.; Stenchly, K.; Goetze, D.; Porembski, S.; Lindner, A.; Konaté, S.; Linsenmair, E.K. Bee pollination increases yield quantity and quality of cash crops in Burkina Faso, West Africa. Sci. Rep. 2017, 7, 17691

[34] Oberti, R., Marchi, M., Tirelli, P., Calcante, A., Iriti, M., Tona, E., Ho evar, M., Baur, J., Pfaff, J., and Sch tz, C. (2016) Selective spraying of grapevines for disease control using a modular agricultural robot. Biosystems Engineering, 146, 203–21

[35] Accessed: Apr. 13, 2019. [Online]. Potential Effects of Climate Change on Crop Pollination – FAO , http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Biodiversitypollination/Climate_Pollination_17_web__2_.pdf

[36] A. Wietzke, C. Westphal, P. Gras, M. Kraft, K. Pfohl, P. Karlovsky, E. Pawelzik, T. Tscharntke, I. Smit, "Insect pollination as a key factor for strawberry physiology and marketable fruit quality", Agriculture, Ecosystems & Environment, Vol 258, 2018..