



استفاده از فن آوری اینترنت اشیا در جمع آوری اطلاعات محیطی اراضی کشاورزی با استفاده از سرویس مشاهده حسگر

مقاله پژوهشی

نیما قاسملو^۱، علی اکبر متکان^{۲*}، عباس علیمحمدی سراب^۳، حسین عقیقی^۴، بابک میرباقری^۵

دوبافت: ۱۴۰۰/۱۲/۰۹ / پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۶ / دسترسی اینترنتی: ۱۴۰۲/۰۷/۰۱

چکیده

چالش های تولید مواد غذایی در قرن بیست و یکم به دلیل افزایش جمعیت، به کارگیری فناوری های نوین در کشاورزی را بیش از پیش ضروری می نماید. اینترنت اشیا نقش تعیین کننده ای در تبدیل و ارتقای فناوری سنتی به فناوری مدرن دارد و می تواند نقش مهمی در به حداقل رساندن ضایعات و افزایش بهره وری ها در کشاورزی هوشمند ایفا نماید. در پیاده سازی اینترنت اشیا با توجه به اینکه نیما قاسملو^۱، علی اکبر متکان^{۲*}، عباس علیمحمدی سراب^۳، حسین عقیقی^۴، بابک میرباقری^۵

۱. دانشجوی دکتری مرکز مطالعات سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. استاد مرکز مطالعات سنجش از دور GIS، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۳. استادگروه مهندسی GIS، دانشکده مهندسی نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران
۴. استادیار مرکز مطالعات سنجش از دور GIS، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۵. استادیار مرکز مطالعات سنجش از دور GIS، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

DOI: 10.30495/girs.2023.691226

پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: nsm_n63@yahoo.com

متولیان داده، از فرمت ها و استانداردهای جداگانه ای استفاده می کنند، لذا استفاده از این روش در محدوده های بزرگ شهری و یا ملی به صورت یکپارچه، دچار مشکل می گردد. یکی از چالش های مهم بهره گیری از اینترنت اشیا در کشاورزی، ارائه اطلاعات جمع آوری شده و نمایش بر خط این اطلاعات در یک فرمت استاندارد است. در این پژوهش با به کارگیری فناوری اینترنت اشیا، روشی برای دریافت اطلاعات از حسگرهای اطلاعاتی، ذخیره سازی آنها، ارائه آنها در یک بستر استاندارد مورد بررسی قرار گرفته است. خروجی این تحقیق نشان می دهد که با استفاده از استاندارد سرویس مشاهده حسگر از کنسرسیوم مکانی باز، می توان اطلاعات حسگرها و مشاهدات آنها را در یک فرمت استاندارد ذخیره نمود. برای ایجاد یک بستر یکپارچه، از زیرساخت داده های مکانی استفاده شده است. درواقع، استفاده از فرمت استاندارد، تعداد سرویس های درخواستی و پارامترهای مربوط به نام سنسور، زمان برداشت و موقعیت سنسور را کاهش می دهد. بنابراین، خروجی مشاهدات حسگرها در پورتال مکانی زیرساخت داده های مکانی، با سهولت بیشتری نسبت به روش هایی که تنها از سرویس های تحت وب استفاده می کنند، قابل دسترسی خواهند بود. استفاده از زیرساخت داده های مکانی سبب می شود که امکان نمایش داده های سنسورها در کنار لایه های مکانی

استاندارد دیگر فراهم شود. به کارگیری این روش، داده‌های محیطی کشاورزی که با استفاده از حسگر برداشت شده‌اند، با سهولت بیشتری به صورت آنی و بر خط در اختیار کشاورزان و تصمیم‌گیران قرار می‌دهد.

طرح مسئله:

کشاورزی هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا، از انواع مختلفی از حسگرها برای جمع‌آوری داده‌ها (مانند دما، رطوبت، نور، فشار، رطوبت خاک و غیره) و شبکه‌های ارتباطی برای ارسال و دریافت داده‌ها استفاده می‌کند. اطلاعات جمع‌آوری شده توسط سیستم‌های اطلاعات مدیریت تجزیه و تحلیل می‌شوند. با هوشمندسازی فرایندها و کشاورزی هوشمند پیش‌ازپیش بر استفاده بهینه از منابع و افزایش بهره‌وری تمرکز شده و از این‌رو امروزه راهبرد کشاورزی هوشمند بسیار مورد توجه قرار گرفته است. اگرچه مفهوم اینترنت اشیا تثبیت شده است اما نکته مهم در استفاده از آن، به کارگیری فرمت‌ها و استانداردهای مختلف توسط متولیان آن می‌باشد. این مسئله سبب عدم یکپارچگی و تعامل‌پذیری بین حسگرهای مختلف و سامانه‌های استفاده‌کننده از آن‌ها می‌شود. به همین دلیل استفاده از این فناوری برای تصمیم‌گیری‌های مناسب در ناحیه‌های بزرگ دچار مشکل می‌شود. با توجه به رشد اینترنت اشیا، پروتکل‌ها و فرمت‌های داده‌های مورد استفاده، ناهمگن می‌شوند که خود باعث مشکل در استفاده از داده‌های اخذ شده از حسگرها می‌شود.

هدف:

جهت ارتقا تحقیقات قبلی که تنها از سرویس‌های تحت وب استفاده کرده‌اند، در این مطالعه باهدف افزایش تعامل‌پذیری و ایجاد یک سیستم یکپارچه برای تعیین نیازهای آبی مزارع، استفاده از سرویس مشاهده حسگر برای جمع‌آوری داده‌های حسگرهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. پس از استفاده از این استاندارد، گام دوم ایجاد یک سیستم یکپارچه با استفاده از زیرساخت داده‌های مکانی برای تسهیل در دسترسی داده‌های حسگرها است.

روش تحقیق:

ناحیه مورد مطالعه با مساحت تقریبی ۳۰ هکتار در حدود ۲۷ کیلومتری شهر قم و در روستای جعفریه و در ارتفاع ۸۹۹ متری از ژئوئید قرار دارد. این منطقه در طول جغرافیایی ۵۰.۶۷۱۱ تا

۵۰.۶۸۳۲ و عرض جغرافیایی ۳۴.۸۳۵۵ تا ۳۴.۸۳۸۳ درجه واقع است. در این تحقیق برای جمع‌آوری پارامترهای مورد نیاز برای محاسبه نیاز آبیاری مزارع کشاورزی از روش اینترنت اشیا استفاده شده است. داده‌ها پس از جمع‌آوری توسط حسگرها با استفاده از استاندارد سرویس مشاهده حسگر، برای تحلیل‌های مورد نیاز به سرورهای اطلاعاتی ارسال می‌شوند. این سرویس توسط کنسرسیوم باز به منظور کدگذاری و بهره‌برداری از مشاهدات حسگرها تعریف شده است. در این استاندارد، توابع مختلفی تعریف شده‌اند. در این استاندارد، توابع مختلفی تعریف شده‌اند. تابع دریافت قابلیت‌ها (GetCapabilities) مشخصات حسگرهای استفاده شده، مدت زمان بهره‌برداری آن‌ها و نوع پدیده‌های محیطی که توسط آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود در قالب زبان استاندارد ایکس ام ال (XML) و جی سان (JSON) تشریح می‌کند. تابع ثبت حسگر (InsertSensor)، اطلاعات عمومی حسگر از جمله نام حسگر، واحدهای اندازه‌گیری و موقعیت قرارگیری حسگر را معرفی می‌کند. تابع ثبت مشاهدات (InsertObservation) به منظور ثبت مقادیر اندازه‌گیری شده و زمان ثبت اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. تابع دریافت مشاهدات (GetObservation) به منظور بازیابی اطلاعات اندازه‌گیری شده توسط حسگر، به کار گرفته می‌شود. به منظور پیاده‌سازی این سرویس‌ها از سامانه ۵۲ درجه شمالی (52°North) استفاده شده است. این سامانه استانداردهای مورد نیاز برای سرویس مشاهده حسگر را پیاده‌سازی نموده است. اطلاعات در این سامانه در پایگاه داده پست گر اس کیو ال (PostgreSQL) ذخیره می‌شوند. سپس از طریق تابع دریافت مشاهدات قابلیت جستجوی آن‌ها در پورتال‌های مکانی تحت وب فراهم می‌شود. برای ایجاد یک سامانه یکپارچه برای جمع‌آوری داده‌های محیطی از بستر زیرساخت داده‌های مکانی استفاده می‌شود. زیرساخت داده‌های مکانی، مجموعه‌ای از سیاست‌ها، استانداردها، شبکه‌های دسترسی، داده‌های مکانی، سازمان‌ها و نیروهای انسانی است که امور مختلف تولید، جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، دسترسی، و استفاده بهینه از داده‌های مکانی را تسهیل و هماهنگ می‌کنند. داده‌های حسگرها پس از اخذ، توسط سرویس استاندارد مشاهده حسگر در پایگاه داده ذخیره می‌شود. هم‌زمان سرویس‌های مورد نظر برای دریافت مشاهدات آن در یک فراداده که اطلاعات مربوط به متولی حسگر، اطلاعات تماس و آدرس‌های سرویس مشاهده حسگر را ذخیره می‌کند، جمع‌آوری می‌شود. در این مطالعه از استاندارد ایزو ۱۹۱۳۹ به عنوان استاندارد

فرا داده استفاده شده است. در این تحقیق از نرم افزار ژئونورک (GeoNetwork) برای ذخیره سازی استفاده شده است. سپس با استفاده از سرویس کاتالوگ وب توسط این نرم افزار، اطلاعات مورد نیاز برای جستجو در ژئوپورتال زیر ساخت داده های مکانی ثبت می شود. در این تحقیق از ژئونود (GeoNode) برای ایجاد ژئوپورتال استفاده می شود. بدین طریق یک سیستم یکپارچه برای ذخیره سازی و بهره برداری از اطلاعات حسگرها ایجاد می شود.

نتایج و بحث:

پس از ساخت فراداده ها و اضافه نمودن آن ها به زیر ساخت داده های مکانی، امکان جستجوی حسگرها بر اساس نام، تاریخ دریافت داده ها و موقعیت مکانی آن ها فراهم می گردد. پس از دریافت اطلاعات و ساخت سرویس های بر خط، می توان قابلیت جستجوی این اطلاعات را در پورتال مکانی زیر ساخت داده های مکانی فراهم نمود. در مقایسه با کارهای قبلی که از سرویس های تحت وب برای ارائه داده های حسگرها استفاده کرده اند، روش مورد استفاده در این تحقیق مزیت های قابل توجهی دارد. به علت استاندارد بودن پارامترهای دریافت مشاهدات، با سهولت بیشتری می توان داده های حسگر را در پورتال مکانی نمایش داد. در حالت پیاده سازی به صورت وب سرویس در مجموع لازم است تا یک سرویس با ۷ پارامتر تعریف شده توسط کاربر متولی داده حسگر تعریف شود و در زیر ساخت داده های مکانی پیاده سازی شود. اما با استفاده از حالت استاندارد در تحقیق حاضر، تنها نیاز به تعریف سرویس دریافت فراداده های کاتالوگ سرویس می باشد و باقی پارامترها مرتبط با زمان برداشت و موقعیت آن در استاندارد تعریف شده اند و نیازی به درخواست جدیدی از کاربر پیاده سازی کننده زیر ساخت داده های مکانی نیست. حال با فرض ۲۰ متولی مختلف داده حسگر در حالت غیر استاندارد نیاز به تعریف ۲۰ سرویس و ۱۴۰ پارامتر خواهد بود. در حالی که در صورت پیاده سازی حالت استاندارد مورد استفاده در این تحقیق، لازم است تنها ۲۰ سرویس دریافت رکوردهای کاتالوگ سرویس فراداده های ذخیره شده از متولی در زیر ساخت داده های مکانی درخواست شود. به علت وجود پارامترهای مورد نیاز برای جستجو و آدرس سرویس های آن ها در فراداده ها دیگر پارامتر دیگری از طرف تولید کننده تعریف نمی شود، که منجر به ایجاد سهولت زیاد در پیاده سازی این روش بخصوص در نواحی بزرگتر خواهد شد.

نتیجه گیری:

این مقاله چگونگی ایجاد تعامل پذیری برای حسگرهای مختلف، به منظور جمع آوری اطلاعات محیطی کشاورزی در یک سیستم یکپارچه، با استفاده از زیر ساخت داده های مکانی را توضیح می دهد. در این تحقیق با استفاده از استاندارد سرویس مشاهده حسگر کنسرسیوم مکانی باز، امکان ذخیره سازی داده ها در یک فرمت استاندارد مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر این با استفاده از این استاندارد امکان ارائه اطلاعات ذخیره شده در بسترهای یکپارچه پورتال مکانی زیر ساخت داده های مکانی نیز بررسی شد تا بدین طریق بتوان به صورت تعامل پذیر و مقیاس پذیر اطلاعات مورد نیاز برای کشاورزی هوشمند را ثبت و بازیابی کرد. نتایج این تحقیق نشان می دهند که با استفاده از سرویس استاندارد، تعداد تابع و پارامترهای دریافتی از کاربر متولی داده حسگر کاهش می یابد. این کاهش، با افزایش تعداد کاربران متولی داده های حسگرها در یک سامانه یکپارچه اهمیت بیشتری می تواند داشته باشد. با استفاده از این اطلاعات می توان تغییرات داده های اخذ شده را به صورت برخط با نمودارها مشاهده کرد. علاوه بر این استفاده از زیر ساخت داده های مکانی باعث می شود که امکان استفاده از داده های حسگرها در کنار داده ای مکانی دیگر فراهم شود و در تصمیم گیری های مرتبط با زمین های کشاورزی کمک نماید. با به کارگیری این استاندارد، و استفاده از سرویس های برخط، داده های برخط با سهولت و سرعت بیشتر به صورت آنی در اختیار کشاورزان و تحلیل گران قرار می گیرند. در نتیجه، کشاورزان و سایر کاربران مرتبط می توانند اطلاعات مربوط به اراضی کشاورزی مدنظر خود را به صورت آنی مشاهده کرده و بر اساس آن تصمیم گیری و اقدامات دقیق تری انجام دهند. مقایسه استفاده از سایر سرویس های استاندارد سازی مثل رابط برنامه نویسی کاربردی اشیا حسگر کنسرسیوم مکانی باز (OGC SensorThings API) با سرویس مشاهده حسگر در کشاورزی هوشمند از نظر زمان پاسخ دهی و مصرف منابع شبکه، حافظه، می تواند به عنوان تحقیقات آینده مورد مطالعه قرار بگیرند.

واژه های کلیدی: کشاورزی هوشمند، اینترنت اشیا، حسگر، کنسرسیوم مکانی باز، سرویس مشاهده حسگر، زیر ساخت داده های مکانی

مقدمه

چالش تولید مواد غذایی در قرن بیست و یکم موضوعی است که با افزایش جمعیت ارتباط کامل دارد. به طوری که تخمین زده می شود تا سال ۲۰۵۰، جهان با ۱۰ میلیارد نفر جمعیت وابستگی زیادی به تنوع زیستی و افزایش تولید مواد غذایی خواهد داشت (۱۶). ایران نیز از این قاعده مستثنا نبوده و کشاورزی نقش مهمی در اقتصاد ایران ایفا می کند. کشاورزی در ایران یک چهارم تولید ناخالص داخلی، یک چهارم اشتغال، بیش از ۸۰ درصد نیازهای غذایی، یک سوم صادرات غیرنفتی و ۹۰ درصد مواد اولیه صنایع را تشکیل می دهد (۱۴).

کشاورزی هوشمند را می توان در به کارگیری فناوری های پیشرفته در کشاورزی تعریف کرد. در این روش فن های تولید برای به حداقل رساندن ضایعات و افزایش بهره وری مورد استفاده قرار می گیرند. با استفاده از فناوری در مزارع هوشمند، فرآیندهایی مانند نظارت بر مزارع، مدیریت خاک، آبیاری، کنترل آفات، و ردیابی محصولات فروخته شده را امکان پذیر می کند (۳). ایده اینترنت اشیا برای اولین بار در سال ۱۹۹۹ مطرح شد. پیش بینی می شود تا سال های آینده میلیاردها دستگاه از طریق اینترنت و بدون دخالت انسان به یکدیگر متصل شوند. اینترنت اشیا با هوشمند سازی همه چیز، تأثیر چشمگیری در پیشرفت فناوری های مختلف دارد، همان گونه که بیان می شود که آینده محاسبات هوشمند کاملاً مبتنی بر اینترنت اشیا خواهد بود. بنابراین اینترنت اشیا در حال کسب جایگاه مهمی در تحقیقات جهانی، به ویژه در حوزه ارتباطات بی سیم پیشرفته است (۱۰). با توجه به این موارد اینترنت اشیا نقش تعیین کننده ای در تبدیل فناوری سنتی به فناوری مدرن ایفا خواهد کرد.

کشاورزی هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا، از انواع مختلفی از حسگرها برای جمع آوری داده ها (مانند دما، رطوبت، نور، فشار، رطوبت خاک و غیره) و شبکه های ارتباطی برای ارسال و دریافت داده ها استفاده می کند. اطلاعات جمع آوری شده توسط سیستم های اطلاعات مدیریت تجزیه و تحلیل می شوند (۸). با هوشمندسازی فرآیندها و

کشاورزی هوشمند بیش از پیش بر استفاده بهینه از منابع و افزایش بهره وری تمرکز شده و از این رو امروزه راهبرد کشاورزی هوشمند بسیار مورد توجه قرار گرفته است. کشورهای صنعتی باهدف بهبود بهره وری به استفاده از روش های نوین کاشت، داشت و برداشت محصولات روی آورده اند (۱۹). به عنوان مثال در زمینه کاشت در کشاورزی هوشمند، هر گیاه در محیط مناسب به خود پرورش داده می شود و علائم حیاتی و فیزیکی آن ها در هر لحظه کنترل می شود. کنترل دقیق وضعیت هوا از نظر میزان نور، رطوبت، وزش باد و میزان وجود گازهایی مثل دی اکسید کربن از کاربردهای مهم استفاده از کشاورزی هوشمند می باشد. علاوه بر این از سیستم های هوشمند می توان برای هشدار به کشاورزان نیز استفاده نمود. تحلیل داده های جمع آوری شده، امکان پیش بینی و اصلاح روش ها برای اقدامات آتی را فراهم می کند (۲۰). پیشرفت های جدید کشاورزی هوشمند با استفاده از اینترنت اشیا، روز به روز چهره روش های کشاورزی مرسوم را از طریق بهینه کردن و مقرون به صرفه کردن آن برای کشاورزان و همچنین کاهش اتلاف محصول و نهاده های کشاورزی، تغییر می دهد (۸). اگرچه مفهوم اینترنت اشیا تثبیت شده است اما نکته مهم در استفاده از آن، به کارگیری فرمت ها و استانداردهای مختلف توسط متولیان آن می باشد. این مسئله سبب عدم یکپارچگی و تعامل پذیری بین حسگرهای مختلف و سامانه های استفاده کننده از آن ها می شود. به همین دلیل استفاده از این فناوری برای تصمیم گیری های مناسب در ناحیه های بزرگ دچار مشکل می شود (۱۵). حسگرها در مزارع کشاورزی به عنوان یکی از پلتفرم های اینترنت اشیا در جمع آوری اطلاعات محیطی در نظر گرفته می شوند. در نتیجه، با توجه به رشد اینترنت اشیا، پروتکل ها و فرمت های داده های مورد استفاده ناهمگن می شوند که خود باعث مشکل در استفاده از داده های اخذ شده از حسگرها می شود (۱۵). برای افزایش تعامل پذیری اطلاعات در بین دستگاه های اینترنت اشیا استانداردهای باز تحت وب نقش مهمی را ایفا می کنند. کنسرسیوم مکانی باز (Open

Geospatial Consortium) یک کنسرسیوم بین‌المللی است که در سال ۱۹۹۴ تأسیس شد. این کنسرسیوم به قابلیت‌های تعامل‌پذیری جغرافیایی، ازجمله قابلیت‌های استفاده از حسگرها کمک کرده است. بر اساس تقاضای رو به رشد برای قابلیت تعامل‌پذیری اطلاعات، OGC استانداردهای حسگرهای وب برای ذخیره‌سازی، دسترسی و توصیف مشاهدات حسگرها را ارائه کرده است (۶).

سرویس مشاهده حسگر (Sensor Observation Service) توسط کنسرسیوم مکانی باز در سال ۲۰۰۷ به‌عنوان یک استاندارد باز رسمی برای مدیریت داده‌های حسگر در شبکه جهانی وب تأیید شد. سرویس مشاهده حسگر یک رابط استاندارد شده با استفاده از سواب یکس ام ال (SOAP XML) و جی سان (JSON) برای مدیریت و بازیابی ابر داده‌ها و مشاهدات سیستم‌های حسگر مختلف، می‌باشد (۱۱). در بخش بعد تاریخچه‌ای در مورد تحقیقات انجام‌شده در مورد استفاده از اینترنت اشیا برای جمع‌آوری پارامترهای محیطی مزارع کشاورزی و همچنین استفاده از استانداردها برای افزایش قابلیت تعامل‌پذیری روش اینترنت اشیا ارائه شده است.

چودهای و همکاران (۱۱) در سال ۲۰۱۹ در کشور هند، یک سیستم هوشمند برای آبیاری مبتنی بر هوش مصنوعی و اینترنت اشیا ارائه نمودند. در این سامانه اطلاعات موردنیاز برای تعیین نیاز آبیاری با استفاده از حسگرها جمع‌آوری می‌شوند و داده‌ها با داده‌های هواشناسی مقایسه می‌شوند. در این پروژه با استفاده از محاسبات انجام‌شده، عملیات آبیاری کشاورزی به‌صورت خودکار انجام می‌شود. نتایج نشان دادند که دقت پارامترهای برآورد شده نسبت به مقادیر اندازه‌گیری شده زمینی بیش از ۸۰ درصد بود.

باموریگیره و همکاران (۲) در سال ۲۰۲۰ در مورد شبیه‌سازی مدیریت آبیاری در اراضی برنج، با استفاده از اینترنت اشیا، در مرکز آفریقا تحقیق نمودند. نتایج این مطالعه نشان داد که ترکیبی از فن‌آوری‌های حسگر مدرن، اینترنت و تجهیزات پیشرفته آبیاری در سیستم اینترنت اشیا، امکان کنترل نسبتاً دقیق آبیاری کشاورزی را فراهم می‌کند. رویکرد اینترنت

اشیا، می‌تواند انعطاف‌پذیری سیستم‌های کشاورزی را در برابر تقاضاهای پیچیده استفاده‌کنندگان آب افزایش دهد. برای محاسبه نیاز آبیاری در این تحقیق از روش پنمن مونیتیت استفاده شده است. در این مطالعه مشاهده شد که علیرغم گسترش سامانه‌های اینترنت اشیا در کشورهای توسعه‌یافته، با توجه به محدودیت‌های اینترنت، اجرای پروژه‌های مبتنی بر اینترنت در رواندای آفریقا با مشکلاتی همراه است.

قاسملو و همکاران (۱۲) در سال ۲۰۲۱ در مورد استفاده از فن‌آوری اینترنت اشیا برای جمع‌آوری اطلاعات محیطی برای محاسبه نیاز آبیاری گیاه گل محمدی در استان قم ایران مطالعه کردند. در این تحقیق، یکی از چالش‌های مهم اینترنت اشیا، ارائه و استفاده برخط داده‌های اخذشده از حسگرها بیان شده است. استفاده از سرویس‌های تحت وب با استفاده از فریم ورک جنگو برای ارائه برخط داده‌های حسگرها و محاسبه نیاز آبی محصول، در این تحقیق پیشنهاد و مورد استفاده قرار گرفته است. این تحقیقات اهمیت استفاده از اینترنت اشیا برای جمع‌آوری اطلاعات محیطی کشاورزی را نشان داد. با این حال وجود فرمت‌ها و استانداردهای مختلف سبب می‌شوند که قابلیت‌های استفاده از اینترنت اشیا در جمع‌آوری اطلاعات محیطی در سیستم‌های یکپارچه با مشکل مواجه شوند. در مقالات مختلف تعامل‌پذیری حسگرها در اینترنت اشیا را یکی از چالش‌های مهم معرفی کرده‌اند (۱۵). تعامل‌پذیری درواقع توانایی دو یا چند سیستم یا جزء برای تبادل اطلاعات و استفاده از آن‌ها می‌باشد (۱۶). در این بخش تحقیقاتی که در حوزه تعامل‌پذیری در اینترنت اشیا انجام شده‌اند، مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

الیجاه و همکاران (۱۰) در سال ۲۰۱۸، یکی از چالش‌های مهم در استفاده از اینترنت اشیا در کشاورزی هوشمند را عدم تعامل‌پذیری بین اطلاعات جمع‌آوری‌شده از حسگرها در پروژه‌های مختلف، معرفی نمودند. در این تحقیق استفاده از استانداردهای باز، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عناوین تحقیقات آینده در کشاورزی هوشمند، برای افزایش تعامل‌پذیری نام‌برده شده است.

وب استفاده کرده‌اند، در این مطالعه باهدف افزایش تعامل‌پذیری و ایجاد یک سیستم یکپارچه برای تعیین نیازهای آبی مزارع، استفاده از سرویس مشاهده حسگر برای جمع‌آوری داده‌های حسگرهای مختلف موردبررسی قرار گرفته است. پس از استفاده از این استاندارد، گام دوم ایجاد یک سیستم یکپارچه برای تسهیل بازیابی داده‌های حسگرها است. در این مطالعه برای یکپارچه‌سازی اطلاعات جمع‌آوری‌شده از حسگرها و ایجاد یک سیستم یکپارچه از زیرساخت داده‌های مکانی استفاده‌شده است. بنابراین باید استانداردهای لازم را برای استفاده از داده‌های حسگرها را پیاده‌سازی کرد. در ادامه مقاله ابتدا روش تحقیق، سپس ارائه و بررسی نتایج و در پایان نتیجه‌گیری ارائه‌شده‌اند.

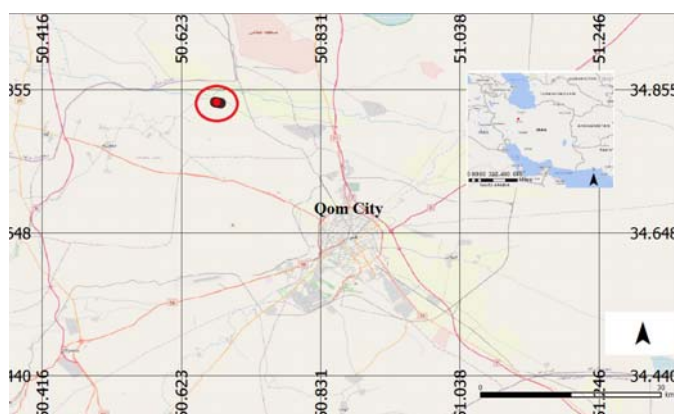
روش تحقیق

منطقه مطالعه

ناحیه مورد مطالعه با مساحت تقریبی ۳۰ هکتار در حدود ۲۷ کیلومتری شهر قم و در روستای جعفریه و در ارتفاع ۸۹۹ متری از ژئوئید قرار دارد. این منطقه در طول جغرافیایی ۵۰.۶۷۱۱ تا ۵۰.۶۸۳۲ و عرض جغرافیایی ۳۴.۸۳۵۵ تا ۳۴.۸۳۸۳ درجه واقع است (شکل ۱).

چیناچودتیرانون و همکاران (۶) در سال ۲۰۱۶ استفاده از سرویس مشاهده حسگر کنسرسیوم باز را برای جمع‌آوری داده‌های هواشناسی کشاورزی پیشنهاد دادند. آن‌ها روشی را برای ارائه یکپارچه داده‌های آب و هوایی طولانی‌مدت در کشور ژاپن و بهره‌گیری از آن‌ها از طریق یک رابط برنامه‌نویسی کاربردی، را ارائه کردند. داده‌های حسگرها شامل پارامترهای هواشناسی روزانه دمای هوا، رطوبت نسبی، میزان بارش روزانه، سرعت باد و همچنین مدت تابش خورشید بودند. این پارامترها، اطلاعات مفیدی را برای تجزیه و تحلیل مکانی، توسعه نقشه‌های تناسب محصول و نظارت منطقه‌ای در اختیار تصمیم‌گیران قرار می‌دهد.

مارش-هان و همکاران (۱۵) در سال ۲۰۲۰ استفاده از اینترنت اشیا را به‌عنوان یک روش تثبیت‌شده برای جمع‌آوری اطلاعات محیطی کشاورزی معرفی کرد. با این حال ایشان ذکر کردند که وجود فرمت‌ها و استانداردهای مختلف در جمع‌آوری اطلاعات کشاورزی با استفاده از اینترنت اشیا، یک مشکل مهم برای ایجاد یک بستر یکپارچه است. در این تحقیق از استانداردهای سرویس مشاهده حسگر برای جمع‌آوری اطلاعات کشاورزی تاکستان‌های اسپانیا استفاده‌شده است و نتایج تحقیق نشان داد که استفاده از این استانداردها، سبب ایجاد یک سیستم یکپارچه، منعطف و مقیاس‌پذیر شده است. جهت ارتقا تحقیقات قبلی که تنها از سرویس‌های تحت



(a)



(b)

شکل ۱. a- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ۲۷ کیلومتری شهر قم، b- مختصات زمین کشاورزی مورد مطالعه

Fig 1. a- Location of the study area in 27 km of Qom city, b- Coordinates of the studied agricultural land

روش پنمن - مونتیث توسط سازمان خواروبار و کشاورزی یا فائو به عنوان روش استاندارد برای تعیین تبخیر - تعرق گیاه مرجع چمن توصیه می شود (۱۸) و از رابطه ۱ قابل محاسبه می باشد.

[۱]

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

که در آن:

ET_0 = تبخیر - تعرق مرجع [میلی متر بر روز].

R_n = تابش خالص ورودی به سطح گیاه [مگا ژول بر مترمربع بر روز].

G = شار گرمای خاک [مگا ژول بر مترمربع بر روز].

T = میانگین روزانه دمای هوا در ارتفاع دو متری [درجه سلسیوس].

u_2 = میانگین روزانه سرعت باد در ارتفاع دو متری [متر بر ثانیه].

e_s = فشار بخار اشباع [کیلو پاسکال].

e_a = فشار بخار واقعی [کیلو پاسکال].

$e_s - e_a$ = کمبود فشار بخار اشباع [کیلو پاسکال].

Δ = شیب منحنی فشار بخار [کیلو پاسکال بر درجه سلسیوس].

γ = ضریب ثابت سایکرومتری [کیلو پاسکال بر درجه سلسیوس].

با توجه معادله پنمن مونتیث، تابش خورشیدی، دما و رطوبت هوا، سرعت باد و عوامل گیاهی و ضریب گیاهی مهم ترین عوامل محیطی و اقلیمی مؤثر بر تبخیر- تعرق گیاه می باشند (۱۷). بنابراین لازم است تا حسگرهای مناسب برای جمع آوری اطلاعات دمای هوا، رطوبت هوا، سرعت باد، ساعات آفتابی و رطوبت خاک تعریف شوند.

برای اندازه گیری دما و رطوبت هوا از حسگر دی اچ تی ۲۲ (DHT22) استفاده شده است. این حسگر میزان دمای هوا را در محدوده ۴۰- تا ۸۰ درجه سانتی گراد با دقت ۰.۵ درجه و رطوبت هوا را در محدوده ۰ تا ۱۰۰ درصد با دقت ۲ درصد اندازه گیری می نماید. برای اندازه گیری شدت نور از حسگر بی

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق مزرعه کاشت گل محمدی است. رز یکی از مهم ترین محصولات کشت صنعتی است. درختچه رز شامل ۲۰۰ گونه و بیش از ۱۸۰۰۰ رقم است و گل محمدی بانام علمی رزا داماسینا میل از مهم ترین رزهای دنیا و از مشهورترین گیاهان در تاریخ باغبانی است. فرآورده های این گیاه شامل گلاب، عطرمایه، گلبرگ و غنچه خشک است (۱۳).

روش شناسی تحقیق

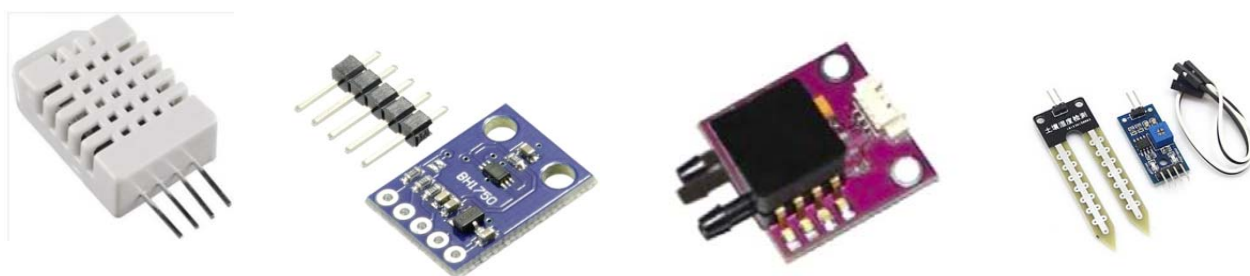
در این تحقیق برای جمع آوری پارامترهای مورد نیاز برای محاسبه نیاز آبیاری مزارع کشاورزی از روش اینترنت اشیا استفاده شده است. داده ها پس از جمع آوری توسط حسگرها با استفاده از استاندارد سرویس مشاهده حسگر، برای تحلیل های مورد نیاز به سرورهای اطلاعاتی ارسال می شوند.

برای اندازه گیری نیاز آبیاری کشاورزی باید در نظر داشت که آب به طور مستقیم از سطح خاک و یا گیاه به اتمسفر منتقل می شود. انتقال آب از سطح خاک به هوا را تبخیر و خارج شدن آن از گیاه را تعرق گویند. این دو پدیده هر دو ماهیت تبخیری داشته و به نام تبخیر - تعرق شناخته می شوند (۱). منظور از تعیین نیاز آبی یا تبخیر - تعرق گیاه، برآورد مقدار آبی است که باید برای تبخیر - تعرق و تکمیل فرایند رشد محصول بدون مواجهه با تنش آبی در دسترسی یک پوشش زراعی و یا باغی قرار داشته باشد تا بتواند حداکثر مقدار محصول را تولید کند (۵).

برای محاسبه تبخیر - تعرق، از تبخیر - تعرق گیاه مرجع در یک سطح بدون کمبود آب که با ET_0 نشان داده می شود، استفاده می شود. سطح مرجع، یک گیاه مرجع چمن فرضی با ویژگی های مشخص می باشد. مفهوم تبخیر - تعرق مرجع برحسب تقاضای تبخیر و تعرق صرف نظر از نوع گیاه، مرحله رشد آن و عملیات مدیریت زراعی توصیف می شود. در صورت کافی بودن آب خاک، تبخیر - تعرق مرجع به عوامل مرتبط با خاک بستگی ندارد (۹).

طراحی شده است، به‌ویژه در شرایطی که از میکروکنترلر یا ریزپردازنده با ورودی‌های آنالوگ به دیجیتال استفاده می‌کنند. حسگرهای رطوبت خاک مورد استفاده در این تحقیق از نوع حسگر وای ال ۶۹ (YL-69) می‌باشند که میزان حجمی آب موجود در خاک را با استفاده از مقاومت دی‌الکتریک خاک، اندازه‌گیری و محاسبه می‌کند. شکل ۲ شکل ظاهری حسگرهای مورد استفاده را نشان می‌دهد.

اچ ۱۷۵۰ اف وی آی (BH1750FVI) استفاده شده است. این حسگر از خانواده حسگرهای فتورزیستوری است. این حسگر شدت نور محیط را سنجیده و بر اساس پارامتر Lux به داده تبدیل می‌کند. برای اندازه‌گیری سرعت باد از حسگر ام پی ابکس وی ۷۰۰۲ (MPXV7002) استفاده شده است. این حسگرها به صورت مبدل‌های پیزورزیستیو فشار سیلیکونی یکپارچه هستند. این حسگر برای طیف وسیعی از کاربردها



حسگر دما و رطوبت هوا
DHT22

حسگر شدت نور BH1750FVI

حسگر سرعت باد MPXV7002

حسگر رطوبت خاک YL-69

شکل ۲. حسگرهای استفاده شده برای تعیین نیاز آبیاری کشاورزی

Fig 2. Sensors used to determine the need for agricultural irrigation



شکل ۳. جایگذاری حسگر رطوبت خاک و استفاده از ماژول

NodeMCU برای انتقال اطلاعات

Fig 3. Install a soil moisture sensor and use the NodeMCU module to transmit data

با استفاده از ماژول نود ام سی یو (NodeMCU) به عنوان میکروکنترلر، می‌توان اطلاعات اخذ شده از حسگر رطوبت خاک را به کمک وای فای و مودم متصل به اینترنت از راه دور به سرور ارسال نمود و تحلیل‌های لازم بر روی آن را انجام داد. از پاور بانک برای تأمین برق لازم برای استفاده حسگر و میکروکنترلر استفاده می‌شود. داده‌های مورد نیاز برای تعیین نیاز آبی گیاه گل محمدی توسط حسگرهای رطوبت و دمای هوا، ساعت آفتابی و سرعت باد از ۸ مهرماه ۱۳۹۹ تا ۲۹ آبان ماه ۱۳۹۹ از منطقه برداشت شده و میزان نیاز آبی گیاه مرجع در این دوره به صورت روزانه محاسبه شده است. شکل ۳ نحوه جمع‌آوری اطلاعات از حسگرها را نمایش می‌دهد.

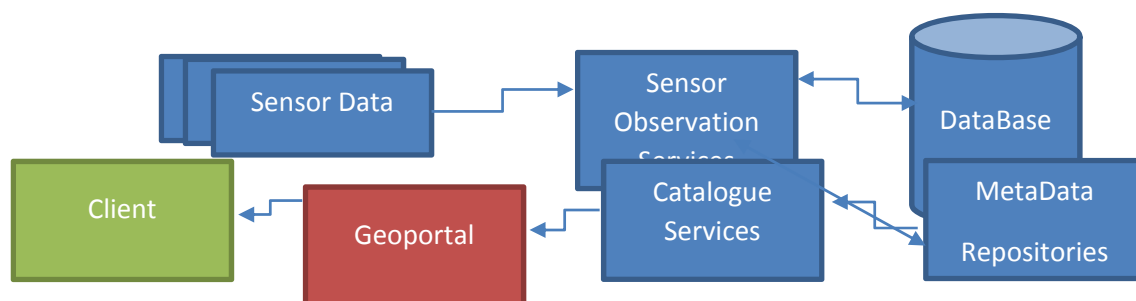
همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد ذخیره‌سازی اطلاعات حسگرها با استفاده از سرویس مشاهده حسگرها انجام شده است. این سرویس توسط کنسرسیوم باز به‌منظور کدگذاری و

پایگاه داده پست گر اس کیو ال (PostgreSQL) ذخیره می‌شوند. سپس از طریق تابع دریافت مشاهدات قابلیت جستجوی آن‌ها در پورتال مکانی زیرساخت داده‌های مکانی فراهم می‌شود.

زیرساخت داده‌های مکانی

برای ایجاد یک سامانه یکپارچه برای جمع‌آوری داده‌های محیطی از بستر زیرساخت داده‌های مکانی استفاده می‌شود. زیرساخت داده‌های مکانی، مجموعه‌ای از سیاست‌ها، استانداردها، شبکه‌های دسترسی، داده‌های مکانی، سازمان‌ها و نیروهای انسانی است که امور مختلف تولید، جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، دسترسی، و استفاده بهینه از داده‌های مکانی را تسهیل و هماهنگ می‌کنند. بدین منظور معماری مشخص شده در شکل ۴ برای ایجاد زیرساخت داده‌های مکانی برای ورود داده‌ها و جستجوی مقادیر اخذ شده حسگرها استفاده می‌شود.

بهره‌برداری از مشاهدات حسگرها تعریف شده است. در این استاندارد، توابع مختلفی تعریف شده‌اند. تابع دریافت قابلیت‌ها (GetCapabilities) مشخصات حسگرهای استفاده‌شده، مدت‌زمان بهره‌برداری آن‌ها و نوع پدیده‌های محیطی که توسط آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود در قالب زبان استاندارد ایکس ام ال (XML) و جی سان (JSON) تشریح می‌کند. تابع ثبت حسگر (InsertSensor)، اطلاعات عمومی حسگر از جمله نام حسگر، واحدهای اندازه‌گیری و موقعیت قرارگیری حسگر را معرفی می‌کند. تابع ثبت مشاهدات (InsertObservation) به منظور ثبت مقادیر اندازه‌گیری شده و زمان ثبت اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. تابع دریافت مشاهدات (GetObservation) به منظور بازیابی اطلاعات اندازه‌گیری شده توسط حسگر، به کار گرفته می‌شود. به منظور پیاده‌سازی این سرویس‌ها از سامانه ۵۲ درجه شمالی (52°North) استفاده شده است. این سامانه استانداردهای مورد نیاز برای سرویس مشاهده حسگر را پیاده‌سازی نموده است. اطلاعات در این سامانه در



شکل ۴. معماری پیشنهادی برای دریافت اطلاعات ذخیره‌سازی و ارائه آن‌ها در بستر زیرساخت داده‌های مکانی
Fig 4. Proposed architecture for receiving data and presenting it in the spatial data infrastructure

اطلاعات مربوط به متولی حسگر، اطلاعات تماس و آدرس‌های سرویس مشاهده حسگر را ذخیره می‌کند، جمع‌آوری می‌شود. در این مطالعه از استاندارد ایزو ۱۹۱۳۹ به عنوان استاندارد فراداده استفاده شده است. برای ذخیره‌سازی فراداده‌های ایجاد شده از کاتالوگ سرویس استفاده می‌شود. در این تحقیق از نرم‌افزار ژئونتورک (GeoNetwork) برای ذخیره‌سازی استفاده شده است. سپس با استفاده از سرویس

معماری پیشنهادی برای دریافت اطلاعات، ذخیره‌سازی و ارائه آن‌ها در بستر وب در شکل ۴ نمایش داده شده است. داده‌های حسگرها پس از اخذ، توسط سرویس استاندارد مشاهده حسگر در پایگاه داده ذخیره می‌شود. در این تحقیق، از پایگاه داده پست گر اس کیو ال (PostgreSQL) برای ذخیره‌سازی اطلاعات استفاده می‌شود. هم‌زمان سرویس‌های مورد نظر برای دریافت مشاهدات آن در یک فراداده که

ابتدا برای پیاده‌سازی روش پیشنهادی، پس از مشخص شدن حسگرهای مورد استفاده برای اندازه‌گیری پارامترهای محیطی مورد نظر برای محاسبه نیاز آبیاری، این حسگرها در سامانه ۵۲ درجه شمالی با استفاده از تابع ثبت حسگر تعریف می‌شوند. شکل ۵ نحوه تعریف حسگر شدت روشنایی در این سامانه را نمایش می‌دهد.

کاتالوگ وب توسط این نرم‌افزار، اطلاعات مورد نیاز برای جستجو در ژئوپورتال زیرساخت داده‌های مکانی ثبت می‌شود. درواقع ژئوپورتال درگاهی است، که کاربران برای دریافت اطلاعات به آن رجوع می‌کنند. در این تحقیق از ژئونود (GeoNode) برای ایجاد ژئوپورتال استفاده می‌شود. بدین طریق یک سیستم یکپارچه برای ذخیره‌سازی و بهره‌برداری از اطلاعات حسگرها ایجاد می‌شود.

```

xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope http://
<env:Body>
  <swes:InsertSensor
    xmlns:swes="http://www.opengis.net/swes/2.0"
    xmlns:sos="http://www.opengis.net/sos/2.0"
    xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/1.0.1"
    xmlns:sml="http://www.opengis.net/sensorML/1.0.1"
    xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
    xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" service="SOS" version="2.0.0">
    <swes:procedureDescriptionFormat>http://www.opengis.net/sensorML/1.0.1</swes:procedureDescriptionFormat>
    <swes:procedureDescription>
      <sml:SensorML xmlns:sml="http://www.opengis.net/sensorML/1.0.1" xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/1.0.1" :
    <sml:member>
      <sml:System>
        <!--optional; generated if not present-->
        <sml:identification>
          <sml:Identifier>
            <sml:identifier name="uniqueID">
              <sml:Term definition="urn:ogc:def:identifier:OGC:1.0:uniqueID">
                <sml:value>BH1750FVI</sml:value>
              </sml:Term>
            </sml:Identifier>
            <sml:identifier name="longName">
              <sml:Term definition="urn:ogc:def:identifier:OGC:1.0:longName">
                <sml:value>LightSensor Sensor attached to an NodeMCU (ESP8266 based microcontroller)</sml:value>
              </sml:Term>
            </sml:Identifier>
            <sml:identifier name="shortName">
              <swe:SimpleDataRecord>
                <swe:field name="featureOfInterestID">
                  <swe:Text>
                    <swe:value>LightSensor_Sensor_QOM</swe:value>
                  </swe:Text>
                </swe:field>
              </swe:SimpleDataRecord>
            </sml:capabilities>
            <sml:position name="sensorPosition">
              <swe:Position referenceFrame="urn:ogc:def:crs:EPSG::4326">
                <swe:location>
                  <swe:Vector gml:id="STATION_LOCATION">
                    <swe:coordinate name="easting">
                      <swe:Quantity axisID="x">
                        <swe:uom code="degree"/>
                        <swe:value>50.677</swe:value>
                      </swe:Quantity>
                    </swe:coordinate>
                    <swe:coordinate name="northing">
                      <swe:Quantity axisID="y">
                        <swe:uom code="degree"/>
                        <swe:value>34.837</swe:value>
                      </swe:Quantity>
                    </swe:coordinate>
                    <swe:coordinate name="altitude">
                      <swe:Quantity axisID="z">
                        <swe:uom code="m"/>
                        <swe:value>900.0</swe:value>
                      </swe:Quantity>
                    </swe:coordinate>
                  </swe:Vector>
                </swe:location>
              </swe:Position>
            </sml:position>
            <sml:inputs>
              <sml:InputList>
                <sml:input name="observable_property_LightSensor">
                  <swe:ObservableProperty definition="observable_property_LightSensor"/>
                </sml:input>
              </sml:InputList>
            </sml:inputs>
            <sml:outputs>
              <sml:OutputList>
                <sml:output name="LightSensor">
                  <swe:Quantity definition="LightSensor">
                    <swe:uom code="hour"/>
                  </swe:Quantity>
                </sml:output>
              </sml:OutputList>
            </sml:outputs>
          </sml:member>
        </sml:SensorML>
      </swes:procedureDescription>
      <!-- multiple values possible -->
    </swes:observableProperty>
  </swes:observableProperty>

```

شکل ۵. تابع ثبت حسگر برای ثبت مشخصات حسگرها

Fig 5. Insert sensor function to record sensor characteristics

مشخص شده نوع حسگر بی اچ ۱۷۵۰ اف وی آی (BH1750FVI) که برای ثبت روشنایی مورد استفاده قرار

در شکل ۵ مقادیر مورد نیاز برای تعریف حسگرها در تگ‌های استاندارد تعریف می‌شوند. به عنوان مثال، مقادیر

پس از تعریف حسگرها و پیاده‌سازی آن‌ها در مزارع کشاورزی، با استفاده از تابع ثبت مشاهده، مشاهدات هر حسگر ذخیره‌سازی می‌شود. شکل ۶ نمونه ثبت مشاهدات را نشان می‌دهد.

می‌گیرد در شکل ۶ مشخص است. همچنین نوع پیاده‌سازی آن و انتقال اطلاعات آن از طریق میکروکنترلر نود ام سی یو (NodeMCU) که با نام ای اس پی ۸۲۶۶ (ESP8266) است، مشخص می‌شود. علاوه بر این اطلاعات مربوط به موقعیت حسگر و واحد اندازه‌گیری آن در این تابع مشخص می‌شود.

```
{
  "request": "InsertObservation",
  "service": "SOS",
  "version": "2.0.0",
  "offering": "http://www.example.org/offering/2A2008D0369AA8FD259AE24F9CE2E4BEF1917BA7/observations",
  "observation": {
    "identifier": {
      "value": "o3",
      "codespace": "http://www.opengis.net/def/nil/OGC/0/unknown"
    },
    "type": "http://www.opengis.net/def/observationType/OGC-OM/2.0/OM_Measurement",
    "procedure": "SoilMoisture",
    "observedProperty": "SoilMoisture",
    "featureOfInterest": {
      "identifier": {
        "value": "SoilMoisture",
        "codespace": "http://www.opengis.net/def/nil/OGC/0/unknown"
      },
      "geometry": {
        "type": "Point",
        "coordinates": [
          50.677,
          34.837
        ],
        "crs": {
          "type": "name",
          "properties": {
            "name": "EPSG:4326"
          }
        }
      }
    },
    "phenomenonTime": "2020-11-20T17:45:15+00:00",
    "resultTime": "2020-11-20T17:45:15+00:00",
    "result": {
      "uom": "SoilMoisture",
      "value": 63
    }
  }
}
```

شکل ۶. تابع ثبت مشاهده جهت ذخیره‌سازی مقادیر اندازه‌گیری شده توسط حسگرها
Fig 6. Insert Observation function to store values measured by sensors

مشخصات حسگرها از جمله نام آن‌ها، موقعیت مکانی آن‌ها، چکیده‌ای از موضوع مورد استفاده از آن‌ها، سرویس‌های بازیابی داده‌ها و مشخصات متولیان آن‌ها آورده می‌شود. شکل ۷ نمونه‌ای از فراداده ایجاد شده برای حسگر دما آورده شده است. برای ایجاد فراداده از نرم‌افزار ژئونتورک (GeoNetwork) استفاده شده است. در این نرم‌افزار می‌توان از استاندارد ایزو ۱۹۱۳۹ برای ذخیره‌سازی فراداده‌ها استفاده نمود.

شکل ۶ نحوه ثبت اطلاعات مشاهدات حسگر رطوبت خاک که شامل تعریف کد حسگر ثبت‌شده، موقعیت آن، زمان برداشت و اندازه ثبت‌شده است را نشان می‌دهد. پس از ثبت مشاهدات حسگرها، باید در نظر داشت که سامانه‌ای که به منظور استفاده از این سرویس‌های استاندارد مورد استفاده قرار می‌گیرد، نیز استاندارد باشد. بدین منظور در این مطالعه از زیرساخت داده‌های مکانی استفاده شد. برای استفاده از زیرساخت داده‌های مکانی، نیاز است برای هر یک از حسگرهای ثبت شده، فراداده‌ای ایجاد شود. در این فراداده

« Identification info

Title * English

سنسور دما

per

DHT22

One

Alternate title

DHT22

All English per

Date * Creation 06/30/2021 --:-- --

Date * Revision 02/16/2022 02:56 PM

Linkage * 142.132.180.178/SOS/getObservation

Protocol OGC:SOS OGC-SOS Sensor Ob

Name of the resource DHT22_sensor

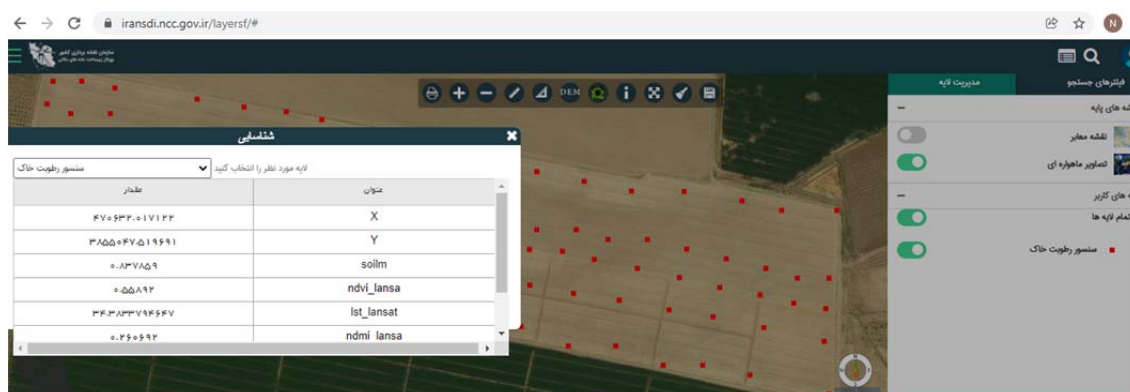
شکل ۷. فراداده ایجاد شده برای حسگر دما

Fig 7. Metadata created for temperature sensor

نتایج

پس از ساخت فراداده‌ها و اضافه نمودن آن‌ها به زیرساخت داده‌های مکانی، امکان جستجوی حسگرها بر اساس نام، تاریخ دریافت داده‌ها و موقعیت مکانی آن‌ها فراهم می‌گردد. پس از دریافت اطلاعات و ساخت سرویس‌های بر خط، می‌توان قابلیت جستجوی این اطلاعات را در پورتال مکانی زیرساخت داده‌های مکانی فراهم نمود. شکل ۸ نمونه‌ای از اطلاعات بازیابی شده در پورتال مکانی را نشان می‌دهد.

همانطور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود اطلاعات مورد نیاز برای ثبت اطلاعات حسگر در فراداده ذخیره می‌گردد. پس از ذخیره سازی فراداده‌ها با استفاده از سرویس استاندارد کاتالوگ سرویس وب (Catalogue Service Web) اطلاعات حسگرها به زیرساخت داده‌ها مکانی انتقال می‌یابد. بدین منظور، در زیرساخت داده‌های مکانی با استفاده از تابع استاندارد دریافت رکوردها (GetRecords)، اطلاعات مورد نیاز برای جستجو و بازیابی داده‌های حسگرها دریافت و در پایگاه داده پورتال زیرساخت داده‌های مکانی ذخیره می‌شود.



شکل ۸. نمونه‌ای از بازیابی اطلاعات حسگر رطوبت خاک در ژئوپورتال زیرساخت داده‌های مکانی

Fig 8. An instance of soil moisture sensor data retrieval in spatial data infrastructure geoportal

فراهم می‌باشد. نمونه‌ای از نتیجه خروجی از درخواست تابع دریافت مشاهدات از حسگر دمای هوا در شکل ۱۰ نشان داده شده است. با استفاده از اطلاعات دریافتی از حسگرها می‌توان میزان نیاز آبی گیاه مرجع را با استفاده از رابطه ۱ محاسبه نمود و تغییرات آن را کنترل کرد. تغییرات نیاز آبی گیاه مرجع در موقعیت مکانی این تحقیق بر اساس تاریخ در شکل ۱۱ نمایش داده شده است.

پس از جستجوی اطلاعات، بر اساس اطلاعات سرویس دریافت مشاهده که در فراداده حسگرها وجود داشت قابلیت دستیابی به داده‌های مشاهده شده فراهم می‌باشد. با استفاده از تابع دریافت مشاهدات، مقادیر ثبت شده مشاهدات قابل بازیابی و ارائه سرویس به پورتال مکانی خواهند بود. نمونه‌ای از تابع دریافت مشاهدات در شکل ۹ نشان داده می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود امکان جستجوی اطلاعات در این تابع بر اساس نام حسگر، موقعیت مکانی و یا زمان برداشت اطلاعات

```
{
  "request": "GetObservation",
  "service": "SOS",
  "version": "2.0.0",
  "procedure": [
    "DHT22_Sensor"
  ],
  "offering": ["Offering_DHT22"], "observedProperty": ["Temperature_DHT22"],
  "featureOfInterest": [ "DHT22_Sensor" ],
  "spatialFilter": { "bbox": {
    "ref": "om:featureOfInterest/sams:SF_SpatialSamplingFeature/sams:shape",
    "value": { "type": "Polygon",
      "coordinates": [[[46,25],[64,25],[64,45],[46,45],[46,25]]]}},
    "temporalFilter": [
      {
        "during": {
          "ref": "om:phenomenonTime",
          "value": [
            "2012-11-18T14:00:00+01:00",
            "2012-11-21T14:05:00+01:00"
          ]
        }
      }
    ]
  }
}
```

شکل ۹. تابع دریافت مشاهدات برای بازیابی مشاهدات حسگرها

Fig 9. Get observation function to retrieve sensor observations

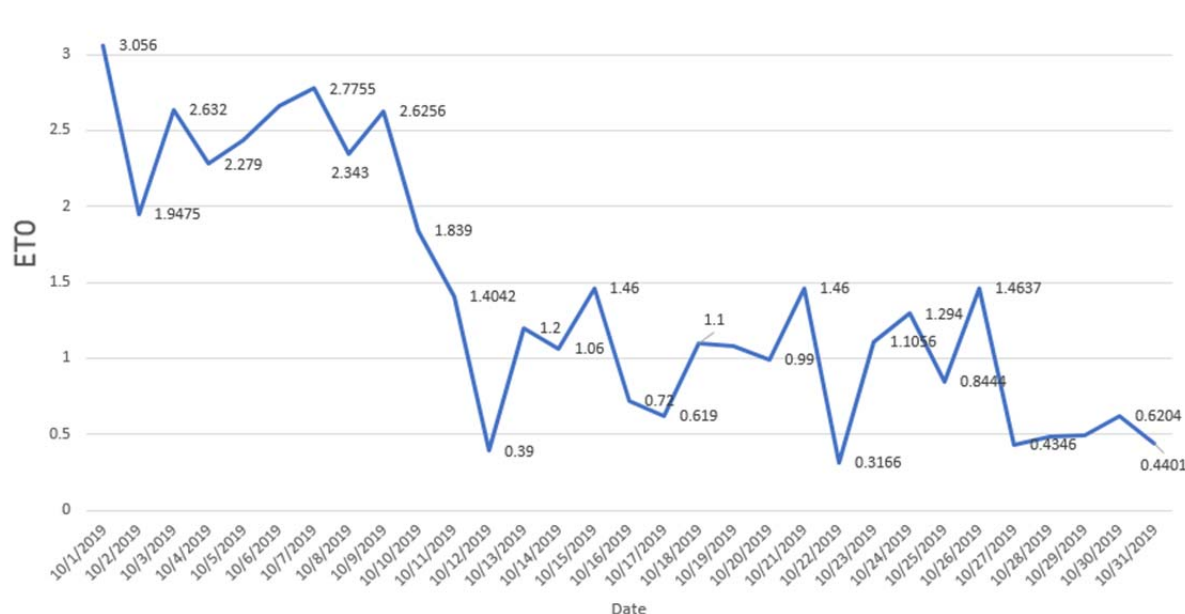
```

"service" : "SOS",
"observations" : [
  {
    "type" : "http://www.opengis.net/def/observationType/OGC-OM/2.0/OM_Measurement",
    "identifier" : {
      "codespace" : "http://www.opengis.net/def/nil/OGC/0/unknown",
      "value" : "o3"
    },
    "procedure" : "SoilMoisture",
    "observableProperty" : "SoilMoisture",
    "featureOfInterest" : {
      "identifier" : {
        "codespace" : "http://www.opengis.net/def/nil/OGC/0/unknown",
        "value" : "SoilMoisture"
      },
      "name" : {
        "codespace" : "http://www.opengis.net/def/nil/OGC/0/unknown",
        "value" : "52°North"
      },
      "sampledFeature" : "http://www.52north.org/test/featureOfInterest/world",
      "geometry" : {
        "type" : "Point",
        "coordinates" : [
          50.677,
          34.837
        ]
      },
      "phenomenonTime" : "2020-11-20T17:45:15.000Z",
      "resultTime" : "2020-11-20T17:45:15.000Z",
      "result" : {
        "uom" : "SoilMoisture",
        "value" : 63.0
      }
    }
  }
]

```

شکل ۱۰. خروجی تابع دریافت مشاهده حسگر رطوبت خاک

Fig 10. result of Get observation function of soil moisture sensor

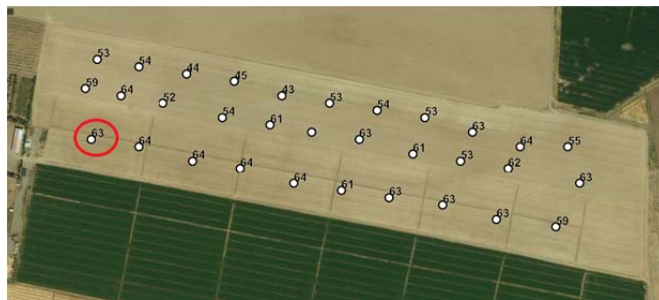


شکل ۱۱. نمایش نتایج محاسبه شده برای نیاز آبی گیاه مرجع به صورت نمودارهای زمانی (محور افقی تاریخ و محور قائم نیاز آبی گیاه مرجع)

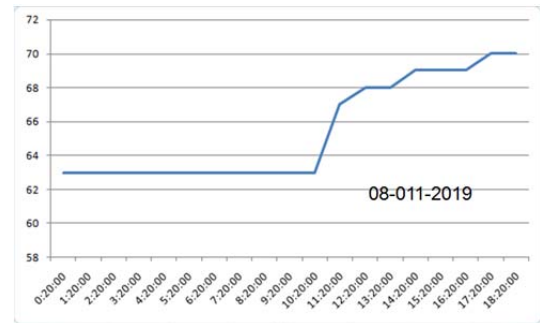
Fig 11. Display the calculated results for the reference evapotranspiration (ET₀) in the form of time charts (horizontal axis of the date and vertical axis of the reference evapotranspiration)

خاک در نقطه‌ای از زمین کشاورزی مورد مطالعه نشان داده شده است. در شکل ۱۲ به علت بارندگی در منطقه کشاورزی، میزان رطوبت خاک افزایش یافته است.

بر اساس اطلاعات حسگرهای رطوبت خاک می‌توان این اطلاعات را به صورت آنی کنترل نموده و در صورت تغییرات محسوس آن را گزارش نمود. در شکل ۱۲ تغییرات رطوبت



(a)



(b)

شکل ۱۲- نمایش تغییرات رطوبت خاک در زمین کشاورزی در زمان‌های مختلف (a) نمایش موقعیت قرارگیری حسگر در زمین کشاورزی (b) نمایش تغییرات رطوبت خاک در طول شبانه‌روز (محور افقی زمان در شبانه روز و محور قائم درصد رطوبت خاک)

Fig 12. Show changes in soil moisture in agricultural land at different times a) Show the location of the sensor in agricultural land b) Show changes in soil moisture during the day (horizontal axis of time in a day and the vertical axis of soil moisture percentage)

بنابراین چنانچه برای انجام وظایف مورد نیاز در این مطالعه از حالت سرویس های مجزا برای هریک از حسگرها استفاده شود، برای دریافت داده‌های دما و رطوبت نسبی هوا، سرعت باد و میزان روشنایی که برای تشخیص ساعت آفتابی استفاده می‌شود لازم بود که از ۵ سرویس مجزا استفاده شود. در نتیجه، با احتساب پارامترهای تاریخ و ساعت آغاز و پایان جستجو، پارامترهای مکانی برای کمترین و بیشترین مقادیر طول و عرض جغرافیایی نیاز به ۵ سرویس و ۶ پارامتر برای هر حسگر و در مجموع ۳۰ پارامتر خواهد بود. حال با پیاده‌سازی یک سرویس برای تمام حسگرها، تنها یک پارامتر نوع حسگر به تعداد پارامترها اضافه شده و در مجموع لازم است تا یک سرویس با ۷ پارامتر تعریف شده توسط کاربر متولی داده حسگر تعریف شود و در زیرساخت داده‌های مکانی پیاده‌سازی شود. اما با استفاده از حالت استاندارد در تحقیق حاضر، تنها نیاز به تعریف سرویس دریافت فراداده‌های کاتالوگ سرویس می‌باشد و باقی پارامترها مرتبط با زمان برداشت و موقعیت آن در استاندارد تعریف شده‌اند و نیازی به درخواست جدیدی از

بحث و نتیجه‌گیری

در کشاورزی هوشمند به علت استفاده از حسگرهای مختلف اینترنت اشیا، ایجاد یک سیستم یکپارچه برای مدیریت انواع مختلف مشاهدات به صورت سری زمانی، ضروری است. در مقایسه با کارهای قبلی که از سرویس های تحت وب برای ارائه داده‌های حسگرها استفاده کرده‌اند، قاسملو (۱۲) روش مورد استفاده در این تحقیق مزیت‌های قابل توجهی دارد. به علت استاندارد بودن پارامترهای دریافت مشاهدات، با مشخص شدن توابع استاندارد و پارامترهای آن‌ها برای دریافت داده‌ها، با سهولت بیشتری می‌توان داده‌های حسگر را در پورتال مکانی نمایش داد. در کارهای قبلی به علت اینکه سرویس‌ها با فرمت‌های غیراستاندارد ایجاد شده‌اند برای ارتباط با آن‌ها حتماً باید آدرس سرویس برای هریک از حسگرهای به کاررفته شده توسط متولی داده حسگر و پارامترهای نام گذاری شده توسط آن‌ها دریافت شود. در صورتی که با روش پیشنهادی در این تحقیق تنها آدرس سرویس دریافت فراداده‌ها از کاتالوگ سرویس مورد استفاده از کاربر درخواست می‌شود.

کاربر پیاده سازی کننده زیرساخت داده های مکانی نیست. زیرا در خروجی این تابع، نام حسگرها و مشخصات مورد نیاز برای جستجوی اطلاعات وجود دارند و بر اساس آدرس سرویس دهنده و استاندارد سرویس مشاهده حسگر، تابع دریافت مشاهدات قابل استخراج است.

حال با فرض ۲۰ متولی مختلف داده حسگر در حالت غیراستاندارد و حالت پیاده سازی سرویس برای هر حسگر، نیاز به تعریف ۱۰۰ سرویس و ۶۰۰ پارامتر خواهد بود. در حالت ایجاد یک سرویس برای دریافت داده ها در صورتی که نوع حسگر به صورت پارامتر باشد، نیاز به تعریف ۲۰ سرویس و ۱۴۰ پارامتر خواهد بود. درحالی که در صورت پیاده سازی

حالت استاندارد مورد استفاده در این تحقیق، لازم است تنها ۲۰ سرویس دریافت رکوردهای کاتالوگ سرویس فراداده های ذخیره شده از متولی در زیرساخت داده های مکانی درخواست می شود و به علت وجود پارامترهای مورد نیاز برای جستجو و آدرس سرویس های آن ها در فراداده ها دیگر پارامتر دیگری تعریف نمی شود، که منجر به ایجاد سهولت زیاد در پیاده سازی این روش بخصوص در نواحی بزرگتر خواهد شد. تعداد سرویس های درخواستی و تعداد پارامترهای آن ها در مسئله تعیین نیاز آبیاری مزارع با استفاده از ۵ حسگر در جدول ۱ نمایش داده شده است.

جدول ۱. تعداد سرویس ها و پارامترهای ایجاد شده در حالت استاندارد و غیراستاندارد در ایجاد سامانه یکپارچه برای تعیین نیاز آبیاری

کشاورزی

Table 1. Number of services and parameters created in standard and non-standard mode in creating an integrated system to determine the need for agricultural irrigation

ردیف	روش اجرا	تعداد کاربران متولی داده حسگر	تعداد سرویس های ایجاد شده	تعداد پارامترهای تعریف شده از سوی متولی برای سرویس ها در زیرساخت داده مکانی
۱	ایجاد سرویس غیراستاندارد مجزا برای هر حسگر	۱	۵	۳۰
۲	ایجاد یک سرویس غیراستاندارد برای دریافت داده های حسگرها	۱	۱	۷
۳	ایجاد سرویس استاندارد برای دریافت داده های حسگر	۱	۱	۰
۴	ایجاد سرویس غیراستاندارد مجزا برای هر حسگر	۲۰	۱۰۰	۶۰۰
۵	ایجاد یک سرویس غیراستاندارد برای دریافت داده های حسگرها	۲۰	۲۰	۱۴۰
۶	ایجاد سرویس استاندارد برای دریافت داده های حسگر	۲۰	۲۰	۰

در مقایسه با مقاله مارش-هان و همکاران (۱۵) که از برنامه اینترنت اشیا هوشمند به اس اناوایرو (SEnviro) بعنوان یک سیستم کامل برای مدیریت و نظارت داده های محیطی کشاورزی استفاده شده است، در این مقاله با استفاده از زیرساخت داده های مکانی، امکان ایجاد یک سیستم یکپارچه و

استاندارد را فراهم می کند. استفاده از زیرساخت داده های مکانی سبب می شود که داده های حسگرها در یک بستر استاندارد در کنار سایر اطلاعات مکانی استاندارد قرار بگیرد و امکان تصمیم گیری مناسب را برای تصمیم گیران فراهم می نماید. شکل ۱۳ موقعیت سنسورهای رطوبت خاک را در

کنار لایه‌های نقشه‌های ۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور نشان می‌دهد.



شکل ۱۳- نمایش موقعیت سنسورهای رطوبت خاک در کنار لایه‌های مکانی نقشه‌های پوششی ۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری ایران
Fig 12. The position of soil moisture sensors next to the spatial layers of cover maps 1:25000 scale of the National Cartographic Center of

از زیرساخت داده‌های مکانی باعث می‌شود که امکان استفاده از داده‌های حسگرها در کنار داده‌های مکانی دیگر فراهم شود و در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با زمین‌های کشاورزی کمک نماید. با به‌کارگیری این استاندارد، و استفاده از سرویس‌های برخط، داده‌های بر خط با سهولت و سرعت بیشتر به‌صورت آنی در اختیار کشاورزان و تحلیل‌گران قرار می‌گیرند. در نتیجه، کشاورزان و سایر کاربران مرتبط می‌توانند اطلاعات مربوط به اراضی کشاورزی مدنظر خود را به‌صورت آنی مشاهده کرده و بر اساس آن تصمیم‌گیری و اقدامات دقیق‌تری انجام دهند. مقایسه استفاده از سایر سرویس‌های استاندارد سازی مثل رابط برنامه‌نویسی کاربردی اشیا حسگر کنسرسیوم مکانی باز (OGC SensorThings API) با سرویس مشاهده حسگر در کشاورزی هوشمند از نظر زمان پاسخ‌دهی و مصرف منابع شبکه، حافظه، می‌تواند به عنوان تحقیقات آینده مورد مطالعه قرار بگیرند.

این مقاله چگونگی ایجاد تعامل پذیری برای حسگرهای مختلف، به منظور جمع‌آوری اطلاعات محیطی کشاورزی در یک سیستم یکپارچه، با استفاده از زیرساخت داده‌های مکانی را توضیح می‌دهد. در این تحقیق با استفاده از استاندارد سرویس مشاهده حسگر کنسرسیوم مکانی باز، امکان ذخیره‌سازی داده‌ها در یک فرمت استاندارد موردبررسی قرار گرفت. علاوه بر این با استفاده از این استاندارد امکان ارائه اطلاعات ذخیره‌شده در بسترهای یکپارچه پورتال مکانی زیرساخت داده‌های مکانی نیز بررسی شد تا بدین طریق بتوان به‌صورت تعامل‌پذیر و مقیاس‌پذیر اطلاعات موردنیاز برای کشاورزی هوشمند را ثبت و بازیابی کرد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهند که با استفاده از سرویس استاندارد، تعداد تابع و پارامترهای دریافتی از کاربر متولی داده حسگر کاهش می‌یابد. این کاهش، با افزایش تعداد کاربران متولی داده‌های حسگرها در یک سامانه یکپارچه اهمیت بیشتری می‌تواند داشته باشد. با استفاده از این اطلاعات می‌توان تغییرات داده‌های اخذشده را به‌صورت برخط با نمودارها مشاهده کرد. علاوه بر این استفاده

تقدیر و تشکر

سال ۹۷ تا کنون است که با حمایت دانشگاه شهید بهشتی اجرا شده است.

این مقاله در دوران پایان نامه با عنوان مدل سازی نیاز آبیاری کشاورزی در مقطع (کارشناسی/ کارشناسی ارشد/ دکترا) در

منابع

1. Al-Kazragy, M. O. (2020). Evapotranspiration and irrigation water requirements evaluation of Chinarak area using asce Penman-Monteith method. IRAQI JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES, 51(3), 816-828
2. Bamurigire, P., Vodacek, A., Valko, A., & Rutabayiro Ngoga, S. (2020). Simulation of Internet of things water management for efficient rice irrigation in Rwanda. Agriculture, 10(10), 431.
3. Bhagat, M.; Kumar, D.; Kumar, D. Role of Internet of Things (IoT) in Smart Farming: A Brief Survey.
4. In Proceedings of the IEEE 2019 Devices for Integrated Circuit (DevIC), Kalyani, India, 23–24 March 2019; pp. 141–145.
5. Biro, K., Zeineldin, F., Al-Hajhoj, M. R., & Dinar, H. A. (2020). Estimating irrigation water use for date palm using remote sensing over an Oasis in arid region. Iraqi journal of agricultural sciences, 51(4), 1173-1187.
6. Chinnachodteeranun, R., & Honda, K. (2016). Sensor Observation Service API for Providing Gridded Climate Data to Agricultural Applications. Future Internet, 8(3), 40.
7. Choudhary, S., Gaurav, V., Singh, A., & Agarwal, S. (2019). Autonomous crop irrigation system using artificial intelligence. Int. J. Eng. Adv. Technol, 8, 46-51
8. Doshi, J., Patel, T., & kumar Bharti, S. (2019). Smart Farming using IoT, a solution for optimally monitoring farming conditions. Procedia Computer Science, 160, 746-751.
9. Elhag, A. E., & Abdelkarim, A. A. (2021). Analysis of Irrigation Water Requirements in Gezira Scheme Using Geographic Information Systems: Case Study Block Number 26 (Dolga). Journal of Engineering and Computer Science (JECS), 22(1), 81-91.
10. Elijah, O., Rahman, T. A., Orikumhi, I., Leow, C. Y., & Hindia, M. N. (2018). An overview of Internet of Things (IoT) and data analytics in agriculture: Benefits and challenges. IEEE Internet of Things Journal, 5(5), 3758-3773.
11. Fredericks, J., & Botts, M. (2018). Promoting the capture of sensor data provenance: a role-based approach to enable data quality assessment, sensor management and interoperability. Open Geospatial Data, Software and Standards, 3(1), 1-8.
12. Ghasemloo, N., Matkan, A., Alimohammadi, A., Aghighi, H., Mirbagheri, B., (2021), Estimation of plant water requirement using internet of things technology(Case study: Rosa Damascena Mill Agricultural Fields). 2nd International Conference on Geographic Information Science: Foundations and Interdisciplinary Applications. <https://civilica.com/doc/1383939> (In Persian).
13. Kazaz, S., BaydaR, H., & ERBaS, S. (2009). Variations in chemical compositions of Rosa damascena Mill. and Rosa canina L. fruits. Czech Journal of Food Sciences, 27(3), 178-184
14. Keshavarz, A., Ashrafi, S., Hydari, N., Pouran, M., & Farzaneh, E. (2005, March). Water allocation and pricing in agriculture of Iran. In Water conservation, reuse, and recycling: proceeding of an Iranian American workshop, The National Academies Press: Washington, DC (pp. 153-172).
15. Marsh-Hunn, D., Trilles, S., González-Pérez, A., Torres-Sospedra, J., & Ramos, F. (2020). A Comparative Study in the Standardization of IoT Devices Using Geospatial Web Standards. IEEE Sensors Journal, 21(4), 5512-5528.
16. Navarro, E., Costa, N., & Pereira, A. (2020). A systematic review of IoT solutions for smart farming. Sensors, 20(15), 4231.
17. Pinnagadi Venkateswara, M., Anuraag, K., Aravinth, V., David, M., Arun, E., (2018). "Smart Agriculture Monitoring System based on Internet of Things.", International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) , Volume: 05 Issue: 03 | Mar-2018, pp 1952-1956
18. Roja, M., Deepthi, C., & Devender Reddy, M. (2020). Estimation of Crop Water Requirement of Maize Crop Using FAO CROPWAT 8.0 Model. Indian Journal of Pure and Applied Biosciences, 8(6), 222-228.
19. Stočes, M., Vaněk, J., Masner, J., & Pavlík, J. (2016). Internet of things (iot) in agriculture-selected aspects. Agris on-line Papers in Economics and Informatics, 8(665-2016-45107), 83-88.
20. TongKe, F. (2013). "Smart agriculture based on cloud computing and IOT." Journal of Convergence Information Technology8(2).



The Use of the Internet of Things Technology in Collecting Environmental Information of Agricultural Lands using Sensor Observation Service

Nima Ghasemloo¹, Ali Akbar Matkan², Abbas Alimohammadi³, Hossein Aghighi⁴, Babak mirbagheri⁵

Received: 2022-02-28 / Accepted: 2022-05-16 / Published: 2023-09-23

Abstract

The challenges of food production in the 21st century make the employment of modern agricultural technologies increasingly vital due to population growth. The Internet of Things (IoT) is critical in changing traditional technology into modern technology, and it could help smart agriculture reduce waste and increase output.

Nima Ghasemloo¹, Ali Akbar Matkan²(✉), Abbas Alimohammadi³, Hossein Aghighi⁴, Babak mirbagheri⁵

1. Phd. Student, Department of Remote Sensing and Geographical Information System, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

2. Professor, Department of Remote Sensing and Geographical Information System, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

3. Professor, Department of GIS Engineering, Faculty of Geodesy & Geomatics Engineering, Khajeh Nasir al-Din Tusi University of Technology, Tehran, Iran

4. Assistant Professor, Department of Remote Sensing and Geographical Information System, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

5. Assistant Professor, Department of Remote Sensing and Geographical Information System, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

DOI: 10.30495/girs.2023.691226

e-mail: nsm_n63@yahoo.com

The integrated use of this technology in large metropolitan or national areas is problematic since data producers employ various formats and standards to implement the IoT. One of the most challenging aspects of utilizing the IoT in agriculture is gathering the collected data and displaying it online and in a standard format. This research has examined a method for receiving information from sensors, storing it, and presenting it in a standard context utilizing IoT technology. The result of this research shows that the sensors data and their observations can be recorded in a standard format using the standard sensor observation service from the Open Geospatial Consortium. An integrated platform is built using spatial data infrastructure. In fact, using a standard format reduces the number of services requested and the parameters associated with the sensor name, retrieval time, and sensor position. Therefore, the output of sensor observations in the spatial portal of spatial data infrastructure will be more easily accessible than methods that use only web services. The use of spatial data infrastructure makes it possible to display sensor data alongside other spatial layers. Using this method, agricultural environmental data collected using sensors are

more easily provided to farmers and decision-makers instantly and online.

Statement of the Problem: Different types of sensors are used to collect data (such as temperature, humidity, light, pressure, soil moisture, etc.) and communication networks for sending and receiving data in smart agriculture using the IoT. The collected information is analyzed by management information systems. The focus is more on the optimal use of resources and increasing productivity with the smart processes and smart agriculture; therefore, the strategy of smart agriculture has received a lot of attention nowadays. Although the notion of the IoT has been established, its trustees' use of various formats and standards is critical. As a result, there is a lack of integration and interoperability between various sensors and the systems that use them. Consequently, it becomes difficult to use this technology to make appropriate decisions in large areas. As the IoT grows, the protocols and formats of the used data become more heterogeneous, making it more difficult to use the data collected by sensors.

Purpose: In order to improve prior research that solely used web-based services, the use of sensor observation services to collect data from various sensors was examined in this study to increase interoperability and establish an integrated system to determine the water requirements of farms. Following the use of this standard, the next step is to develop an integrated system using the spatial data infrastructure to facilitate sensor data access

Methodology: The study area is located about 27 kilometers from Qom in the village of Jafariyeh with approximately 30 hectares area and at an altitude of 899 meters from the geoid. This region is located at longitude from 50.6711 to 50.6832 and latitude from 34.8355 to 34.8383 degrees. In this research, the IoT was used to collect the required parameters to calculate the irrigation needs of agricultural fields. Data is collected by sensors using the standard sensor observation service and sent to information servers for the required analysis. The sensors capture the data and send it to the information servers, where it is analyzed according to the sensor observation service standard. An open consortium defines this service for encoding and operating sensor observations. Different functions are defined in this standard. In GetCapabilities, the utilized

sensors' characteristics and operation duration and the types of environmental phenomena are measured. InsertSensor function introduces general sensor information such as the sensor name, measurement units, and sensor location. InsertObservation function is used to keep a record of the measured values as well as the time they were recorded. The GetObservation function is used to retrieve the information measured by the sensor. The 52-degree North system has been used to implement these services. To establish an integrated system for gathering environmental data, spatial data infrastructure is used. Spatial data infrastructure is a group of policies, standards, access networks, spatial data, organizations, and human resources that make the generation, collection, storage, access, and optimal use of spatial data more accessible and more coordinated. The sensor data is recorded in the database by the standard sensor observation service after it is received. At the same time, the intended services are gathered in metadata that stores information about the sensor trustee, contact information, and addresses of the sensor observation service to receive its observations. In this study, the Iso19139 standard has been employed as the metadata standard, and GeoNetwork software is used to store data. The information needed to search the geoportal of the spatial data infrastructure is then recorded using this software's Catalog Service for the Web (CSW). In this research, GeoNode is used to establish a geoportal. As a result, an integrated system for storing and operating sensors data has been created.

Results and discussion: It is possible to search for sensors by name, data receiving date, and location after establishing metadata and adding it to the spatial data infrastructure. Also, it is possible to search for this information on the spatial portal of the spatial data infrastructure after receiving the information and building online services. The method used in this research has remarkable advantages over previous studies that used web services to provide sensor data. It is easier to present sensor data in the spatial portal due to the standard parameters of receiving observations. In the case of web service implementation, it is necessary to describe a service with seven parameters including sensor name, four latitude and longitude parameters and two parameters start and end date of the search that defined by the producer of the sensor data and to implement it in the spatial data infrastructure. However, in the

present study, by using the standard mode, it is only necessary to define the metadata retrieval catalog service; the rest of the parameters related to harvesting time and its location are defined in the standard, and there is no need for the implementing user of the spatial data infrastructure to make a new request.

Now, assuming 20 different sensor data custodians in non-standard mode, it will be necessary to define 20 services and 140 parameters. However, in case of implementing the standard mode used in this research, it is necessary to request only 20 services to receive the catalog records of the metadata service stored in the spatial data infrastructure. Due to the existence of parameters required for the search and the address of their services in the metadata, no other parameter is defined by the sensor data producers. Therefore, it facilitates the implementation of an integrated system.

Conclusion: One of the major challenges of implementing IoT technology in agriculture is determining the suitable standards and formats to collect data and how to present it. This research

examined the feasibility of storing data in a standard format using the Open Geospatial Consortium Observation service standard. The results of this study indicate that when the standard service is used, the number of functions and parameters received from the sensor data trustee user is decreased. This reduction could be more significant as the number of sensor data trustee users in an integrated system grows. For instance, instead of using 20 services with 140 parameters for 20 users, only 20 specific and standard services from the metadata trustee sensors service catalog are used. By using this information, changes in the obtained data can be examined online using graphs. Farmers and other agricultural land users can rapidly view information about their land and make more accurate decisions and actions based on it.

Key words: Smart agriculture, Internet of things, sensor, Open Geospatial Consortium, sensor observation service, Spatial Data Infrastructure