نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۵، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۷، ص. ۲۸-۱۹

Water Management in Agriculture
Vol. 5, No. 2, Autumn and Winter 2018, 19-28

کاربرد اینترنت اشیا در آبیاری هوشمند

زینب سجودی[۱]، فرهاد میرزایی[۲]* و حسین سجودی[۳]

چکیده

کمبود آب و کاهش آن، یکی از بزرگ‌ترین مشکلات کنونی بشر است. این مسئله در کشورهایی که در مناطق گرم و خشک قرار دارند بیشتر قابل‌لمس و درک می‌باشد. در هر روش آبیاری چه نوین و چه سنتی، زمان آبیاری مزارع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بسیاری از گیاهان زراعی به دلیل کم آبیاری یا بیش‌آبیاری به‌اندازه مطلوب رشد نکرده و عملکردشان کاهش پیدا می‌کند. دلیل عمده این مشکل کاهش رطوبت خاک و نرسیدن آب به‌موقع به محصول است. یکی از قدم‌های مؤثر جهت مقابله با این مسئله، مصرف به‌موقع و به‌اندازه آب است. یکی از روش‌هایی که در افزایش راندمان مصرف آب در بخش آبیاری اهمیت دارد استفاده از سیستم‌های هوشمند آبیاری در مزرعه است که به‌طور دقیق رطوبت خاک مزارع و وضعیت آب‌وهوا را تعیین می‌کند. سامانه‌های مدیریت آبیاری هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا می‌توانند در دستیابی به مصرف بهینه آب و کشاورزی دقیق کمک کنند. در این مقاله سامانه آبیاری هوشمند معرفی‌شده و نقش فناوری‌های نوین (اینترنت اشیا) در آن بررسی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری هوشمند، اینترنت اشیا، کمبود آب، کشاورزی.

مقدمه

اینترنت اشیا[۴] یک اصطلاح گسترده است که اتصال بین اشیا و وسایل مختلف زندگی روزانه را از طریق اینترنت توصیف می‌کند. در مفهوم اینترنت اشیا هر شیء دارای یک شناسه منحصربه‌فرد است که در شبکه اینترنت با آن شناسه شناخته می‌شود تا بتواند داده‌ها را از طریق شبکه انتقال دهد بدون آنکه نیاز به تعامل انسان با انسان باشد (Morais,2005; Agrawal, 2011). هر شیء در اینترنت اشیا قابل آدرس‌دهی، شناسایی، خواندن و مکان‌یابی از طریق اینترنت و به‌وسیله RFID[۵] (سامانه بازشناسی با امواج رادیویی)، WSN[۶] (شبکه حسگر بی سیم) و... می‌باشد. از اینترنت اشیا در حوزه‌های مختلفی مانند کشاورزی، مدیریت زنجیره تأمین محصولات، نظارت بر محیط‌زیست، محاسبات ابری و بسیاری موارد دیگر استفاده می‌شود (Shahzadi et al., 2016).

اینترنت اشیاء مفهومی جدید در دنیای فناوری و ارتباطات به شمار می‌آید و برای نخستین بار در سال ۱۹۹۹ توسط کوین اشتون[۷] مورد استفاده قرار گرفت و جهانی را توصیف کرد که در آن هر چیزی، ازجمله اشیای بی‌جان، برای خود هویت دیجیتال داشته باشند و به کامپیوترها اجازه دهند آن‌ها را سازماندهی و مدیریت کنند. اینترنت در حال حاضر همه مردم را به هم متصل می‌کند ولی با اینترنت چیزها تمام اشیاء به هم متصل می‌شوند. اینترنت اشیا به‌طورکلی به بسیاری از اشیا و وسایل محیط پیرامونمان که به شبکه اینترنت متصل شده و توسط نرم‌افزارهای موجود در تلفن‌های هوشمند و تبلت قابل‌کنترل و مدیریت هستند اشاره دارد. اینترنت اشیا به زبان ساده، ارتباط حسگرها و دستگاه‌ها با شبکه‌ای است که از طریق آن می‌توانند با یکدیگر و با کاربرانشان تعامل کنند. این مفهوم می‌تواند به‌سادگی ارتباط یک

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
[۲] دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول: fmirzaei@ut.ac.ir)
[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر، دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه صنعتی شریف
تاریخ دریافت:۹۷/۵/۱۵
تاریخ پذیرش:۹۷/۷/۲۰

[۴] Internet of things
[۵] Radio Frequency Identification
[۶] Wireless sensor network
[۷] Kevin Ashton

گوشی هوشمند با تلویزیون باشد یا به پیچیدگی نظارت بر زیرساخت‌های شهری و ترافیک. برای نمونه می‌توان به یخچال‌های هوشمند که به اینترنت متصل‌اند و شما را از موجودی و تاریخ انقضا مواد خوراکی داخل یخچال باخبر می‌سازند اشاره نمود. در کل، مفهوم اینترنت اشیا اتصال دستگاه‌های مختلف به یکدیگر از طریق اینترنت است. به کمک اینترنت اشیا برنامه‌ها و دستگاه‌های مختلف می‌توانند از طریق اتصال اینترنت با یکدیگر و حتی انسان تعامل و صحبت کنند. در واقع، اینترنت اشیا شما را قادر می‌سازد تا اشیا مورداستفاده خود را از راه دور و به کمک زیرساخت‌های اینترنتی مدیریت و کنترل کنید. امروزه با گسترش جمعیت جهان و نیاز به تأمین غذا برای انبوه جمعیت از یک‌سو و کمبود آب، انرژی و زمین‌های قابل‌کشت از سوی دیگر، روش‌های سنتی کشاورزی دیگر پاسخگوی نیاز غذایی جمعیت جهان نیست و به همین دلیل کشاورزی هوشمند بسیار موردتوجه قرارگرفته است. در این میان حوزه اینترنت اشیا و برنامه‌های کاربردی بر مبنای آن نقشی محوری در کشاورزی هوشمند بر عهده دارد و ارائه راه‌کارهای مبتنی بر اینترنت اشیا، نهایتاً به ایجاد ارزش‌افزوده برای مشتریان و کشاورزان می‌انجامد. ادغام کشاورزی با اینترنت اشیا می‌تواند آن را فعالیتی بسیار کارآمد و سودآور کند. آبیاری خودکار مبتنی بر حسگر آب‌وخاک باعث بهینه شدن آبیاری در منطقه ریشه گیاه شده و به دنبال آن رشد سریع گیاه را نیز به دنبال دارد این طرح مدیریت درستی بر منابع آب دارد همچنین می‌تواند باعث صرفه‌جویی قابل‌توجه آب در مقایسه با آبیاری سنتی شود.

بهبود بهره‌وری مزرعه برای افزایش درآمد کشاورزان و پاسخگویی به تقاضای جمعیت به‌سرعت در حال رشد برای مواد غذایی ضروری است. طبق گزارش سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد، تولید مواد غذایی تا سال ۲۰۵۰ باید ۶۰ درصد افزایش یابد تا بتواند غذای جمعیت رو به رشد را تأمین کند و انتظار می‌رود که تا آن زمان میزان جمعیت به ۹ میلیارد نفر برسد (FAO, 2016). کشاورزی هوشمند شامل استفاده از فن‌آوری‌های ارتباطات اطلاعاتی و به‌ویژه اینترنت اشیا و تجزیه‌وتحلیل داده‌های بزرگ مرتبط با این چالش‌ها، نظارت الکترونیک بر محصولات کشاورزی و همچنین محیط‌زیست، خاک، کود و آبیاری است. فناوری‌های اینترنت اشیا می‌توانند هزینه‌ها را کاهش داده و مقیاس چنین مطالعاتی را از طریق جمع‌آوری داده‌های مجموعه‌ای مرتبط با شبکه‌های حسگر، داده‌های فضایی از حسگرهای تصویربرداری و مشاهدات ثبت‌شده توسط انسان از طریق تلفن‌های هوشمند را افزایش دهند (Salehi, 2015). سیستم‌های مدیریت آبیاری هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا می‌توانند در دستیابی به منابع بهینه آب در چشم‌انداز کشاورزی دقیق کمک کنند. کمبود آب در حال حاضر بر یک بخش از جهان تأثیر می‌گذارد و در طول زمان با توجه به افزایش جمعیت و نیاز به آب شیرین، بخش وسیع‌تری از جهان را در برمی‌گیرد. بخش کشاورزی، به‌ویژه آبیاری، بخش عمده‌ای از آب شیرین را مصرف می‌کند. به دلیل کمبود سیستم‌های آبیاری هوش مصنوعی، کشورهای درحال‌توسعه در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته برای دستیابی به عملکرد مشابه، آب بیشتری مصرف می‌کنند. به‌عنوان‌مثال، هند حدود ۴ درصد از منابع آب شیرین جهان را برای خدمت به ۱۷ درصد جمعیت جهان دارد؛ بااین‌حال، برای بعضی از محصولات اصلی کشاورزی ۲ تا ۴ برابر بیشتر از سایر کشورها مانند چین و ایالات‌متحده آمریکا آب مصرف می‌کند (Aayog, 2016). بنابراین، نیاز به ایجاد استراتژی‌های هوشمند مبتنی بر فن‌آوری‌های پیشرفته و سیستم‌های مدیریتی برای استفاده مؤثر از آب وجود دارد. راه‌حل‌های مبتنی بر اینترنت اشیا در بسیاری از ابعاد چشم‌انداز کشاورزی بسیار مفید است و این راه‌حل‌های هوشمند می‌تواند در آبیاری هوشمند با استفاده بهینه از آب سودمند باشد (Sharma et al., 2016).

مدیریت آبیاری بر عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد. در مورد تولید سبزیجات، آبیاری بهینه می‌تواند به بهبود کیفی و کمی منجر شود، درحالی‌که آبیاری بیش‌ازحد و یا کمتر می‌تواند رشد موفق محصول را به خطر بیندازد (Pardossi et al., 2009). علاوه بر تأثیر مستقیم بر عملکرد محصول، روش‌های آبیاری بر محیط‌زیست نیز تأثیر می‌گذارند. در کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه، به دلیل شهرنشینی و صنعتی شدن، انتظار می‌رود آب آبیاری در دسترس در آینده نزدیک کاهش یابد (Playán and Mateos, 2006; Levidow et al., 2014). آبیاری در بخش کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب و منبع آلودگی بالقوه در بسیاری از کشورها است. همچنین به دلیل آبیاری بیش‌ازحد باعث رهاسازی مواد شیمیایی کشاورزی از طریق آبشویی و رواناب در محیط‌زیست می‌شود. تولید گلخانه‌ای سبزیجات در دهه‌های اخیر به‌ویژه در مناطق دارای شرایط مناسب آب و هوایی، مانند منطقه مدیترانه اهمیت زیادی یافته است (Baudoin et al., 2013). تولید سبزیجات گلخانه‌ای می‌تواند تأثیرات زیست‌محیطی را نسبت به کشت فضای باز کاهش دهد (Stanghellini, 2014).

اوشاقنسی و اوت (۲۰۱۰) یک برنامه زمان‌بندی آبیاری خودکار را

بر اساس اندازه‌گیری مستقیم آب خاک پیشنهاد می‌دهد که آب را به‌صورت معقول‌تر از سامانه آبیاری دستی استفاده می‌کند. گوتیرز و همکاران (۲۰۱۴) یک سامانه آبیاری خودکار با استفاده از شبکه حسگر بی‌سیم و ماژول GPRS۱ (سرویس بسته امواج رادیویی) برای صرفه-جویی در آب آبیاری پیشنهاد کرد. در این سامانه، یک شبکه از حسگرهای رطوبت خاک با کنترل‌کننده در یک مزرعه برای نظارت بر زمان واقعی و کنترل آبیاری نصب‌شده است. جاگویی و همکاران (۲۰۱۵) روشی برای تشخیص میزان رطوبت نسبی خاک ارائه داده است. در این روش از پردازش عکس‌های گرفته‌شده از خاک کمک گرفته می‌شود. به‌طوری‌که عکس‌ها توسط یک تلفن همراه گرفته می‌شوند و با توجه به رنگ خاک میزان رطوبت آن تخمین زده می‌شود. همان‌طور که مشخص است، دقت این روش کم است. روپایی و همکاران (۲۰۱۷) یک سیستم نظارت آبیاری هوشمند مبتنی بر تصویربرداری حرارتی را پیشنهاد کرد. تکنیک پیشنهادی از دوربین تصویربرداری حرارتی بر روی هواپیماهای بدون سرنشین استفاده می‌کند. تصاویر حرارتی کاربرد بالقوه‌ای در بسیاری از عملیات مرتبط با کشاورزی دارد؛ که می‌توان به ارزیابی قابلیت جوانه‌زنی بذر، تخمین میزان رطوبت خاک، تخمین تنش آبی محصول، برنامه‌ریزی آبیاری، تعیین بیماری‌ها و گیاهان آسیب‌دیده، تخمین عمر میوه، ارزیابی رسیدگی میوه و سبزیجات اشاره کرد. استفاده از این فناوری برای نمایش دمای تاج، تشخیص تنش در گیاهان و تخمین در هدایت روزنه برای کمک به برنامه‌ریزی در روش‌های آبیاری موردبررسی بسیاری از محققان قرارگرفته است (Leinonen and Jones, 2004). ژاوو و همکاران (۲۰۱۰) بر روی کاربرد اینترنت اشیا در کشاورزی مطالعه کردند و یک سیستم نظارت مزرعه بر اساس اینترنت و شبکه حسگر بی‌سیم پیشنهاد کردند. چن و ژی (۲۰۱۱) "کشاورزی دیجیتال" بر اساس اینترنت اشیا را پیشنهاد کردند. در این مدل کشاورزی به دو مرحله تقسیم می‌شود: در مرحله اول اطلاعات مربوط به دما، باد، محتوای آب خاک و غیره توسط حسگرهای مختلف جمع‌آوری می‌شود. در مرحله دوم ماژول مبتنی بر بلوتوث اطلاعات را انتقال می‌دهد. لی و همکاران (۲۰۱۱) در مورد کاربرد حسگرهای هوشمند بی‌سیم در اینترنت اشیا بحث کردند. نویسندگان در مورد کاربردهای بر پایه اینترنت اشیا که از شبکه حسگر بی‌سیم، وای‌فای و شبکه هوشمند بهره می‌برند بحث کردند. شبکه هوشمند جمع‌آوری هوشمندانه، دقیق و درست اطلاعات را فراهم می‌آورد. اینترنت اشیا یک بستر پایش هوشمندانه محیطی را ایجاد می‌کند. اطلاعات آب و هوایی از طریق حسگرها جمع‌آوری می‌شوند و به سمت مرکز داده فرستاده می‌شوند تا در آینده پردازش شوند. همه این‌ها برای نیل به کشاورزی دقیق می‌باشد. در این مقاله نویسندگان نتیجه‌گیری کردند که استفاده از شبکه حسگر بی‌سیم در مقایسه با ماژول‌های مبتنی بر بلوتوث بهتر رفتار کرده‌اند. سان (۱۹۹۲) در مورد سیستم‌های کنترل‌کننده شرایط محیطی گلخانه تحقیقاتی را به انجام رساند. او از یک سیستم مبتنی بر میکروکنترلر برای کنترل و نظارت بر دمای هوا، دمای خاک و نور درون گلخانه استفاده کرد. سخت‌افزار سیستم از یک واحد اصلی، تعدادی حسگر، مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال، خروجی‌های کنترلی و نمایشگر تشکیل‌شده بود. لیپو (۱۹۹۲) یک سیستم کنترل کامپیوتری هوشمند را برای کنترل شرایط محیطی گلخانه طراحی کرد. وی پارامترهایی نظیر دما، نور، رطوبت، کربن دی‌اکسید و همچنین میزان مواد تغذیه‌ای محلول در آب آبیاری را اندازه‌گیری و کنترل کرد. هون و همکاران (۱۹۹۵) روی یک سیستم کنترل خودکار اندازه‌گیری شرایط محیطی گلخانه مطالعه کردند. هدف آن‌ها طراحی سیستمی بود که شرایط محیطی بهینه را برای گلخانه فراهم کند. این سیستم از سه قسمت اصلی حسگرها، کنترل‌کننده و کامپیوتر تشکیل‌شده بود.

گوتیرز و همکاران (۲۰۱۴) یک سیستم آبیاری اتوماتیک را جهت مصرف بهینه آب برای آبیاری محصولات توسعه دادند. این سیستم بر مبنای شبکه حسگر بی‌سیم شامل حسگرهای رطوبت خاک و دما می‌باشد. این سامانه آبیاری هوشمند آب را تا ۹۰ درصد بیشتر از روش‌های آبیاری سنتی ذخیره می‌کند.

راجالاکشمی و ماهالاکشمی (۲۰۱۶) سیستم هوشمند آبیاری را با استفاده از حسگرهای رطوبت خاک، رطوبت هوا، نور و دما توسعه دادند. در این سیستم داده‌ها توسط حسگرها جمع‌آوری می‌شوند، سپس به‌صورت بی‌سیم به مرکز کنترل ارسال می‌شوند و اگر میزان رطوبت یا دما از حد معینی کمتر باشد، آبیاری انجام می‌شود. اطلاعات نیز به‌طور مداوم برای تلفن همراه کشاورز ارسال می‌شود به‌این‌ترتیب کشاورز قادر است تا از راه دور بر شرایط مزرعه خود نظارت داشته باشد. این سیستم در مناطقی که آب کم یاب است بسیار سودمند می‌باشد و تا ۹۲ درصد در مصرف آب کارآمدتر از روش‌های سنتی و معمولی می‌باشد.

کدالی و همکاران (۲۰۱۶) یک مدل گلخانه هوشمند را معرفی کردند؛ که به میزان ۷۰ تا ۸۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی شد.

نیکولاداکیس و استفانوس (۲۰۱۵) از حسگرهای الکترومغناطیسی برای اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک استفاده کردند. این حسگرها برای نظارت بر محصول و آبیاری هوشمند استفاده می‌شوند و به‌طور مداوم وضعیت مزرعه را سنجش می‌کنند و اطلاعات را به مرکز کنترل ارسال می‌کنند؛ و بر این اساس تصمیم‌گیری برای آبیاری اتوماتیک در زمان لازم اتخاذ می‌شود. با این روش به میزان ۵۳ درصد در مصرف آب در آبیاری بارانی صرفه‌جویی شد. هدف از گردآوری این مقاله بررسی نقش استفاده از فناوری‌های نوین (اینترنت اشیا) در سامانه‌های آبیاری و مزیت‌های به‌کارگیری این فناوری در استفاده بهینه و درست از آب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این‌یک تحقیق توصیفی است و به بررسی کاربرد فناوری‌های نوین (اینترنت اشیا) در حوزه کشاورزی و به‌ویژه آبیاری هوشمند پرداخته است و تکنیک‌های جدید را ترویج و تبلیغ می‌کند.

آبیاری هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا عبارت است از: مدیریت، افزایش بهره‌وری در تولید، حفاظت از محیط‌زیست و صرفه-جویی در مصرف آب که با استفاده از فناوری‌های نوین انجام می‌شود. به دستگاه آبیاری که مدیریت آبیاری باغچه، مزرعه و باغ را به‌صورت خودکار و بدون دخالت انسان انجام می‌دهد، آبیاری خودکار می‌گویند. بهبود بهره‌وری آبیاری می‌تواند تا حد زیادی به کاهش هزینه‌های تولید در کشاورزی کمک کند. بهره‌وری از طریق آبیاری مناسب اراضی کشاورزی به‌طور متوسط می‌تواند در حفظ و افزایش کیفیت خاک و درنتیجه به حداقل رساندن اثرات زیست‌محیطی ناشی از اعمال بیش‌ازحد آب کمک بسزایی بکند. با پیشرفت فن‌آوری و با ساخت حسگرهای پیشرفته آب‌وخاک می‌توان بر عملکرد کارآمد و خودکار سیستم‌های آبیاری نظارت صحیحی داشت. آبیاری هوشمند مبتنی بر حسگر آب‌وخاک باعث بهینه شدن آبیاری در منطقه ریشه گیاه شده و به دنبال آن رشد سریع گیاه را به دنبال دارد. از مزایای دیگر آبیاری هوشمند راحتی و آسان بودن آن می‌باشد. این سیستم سازگار با نیازهای گیاه و درخت می‌باشد و مقدار آب موردنیاز برای آبیاری به شرایط آب‌وهوا در طول فصل و شرایط خود گیاه بستگی دارد. این طرح نه‌تنها مدیریت درستی بر منابع آب‌وخاک دارد بلکه به صرفه‌جویی قابل‌توجه منابع آب در مقایسه با آبیاری سنتی منجر خواهد شد. یک سیستم آبیاری هوشمند از اجزایی شامل حسگرها، مرکز کنترل، شیرهای برقی، لوله‌ها و اتصالات تشکیل می‌شود. یک دستگاه آبیاری هوشمند با حسگرهای مختلفی در رابطه است و بر اساس اطلاعاتی که از حسگرها دریافت می‌کند آبیاری را مدیریت می‌کند. این حسگرها می‌توانند به دستگاه مرکزی اطلاعاتی مثل بارانی بودن یا نبودن هوا و دمای محیط و همچنین میزان رطوبت خاک و یا شدت وزش باد را اطلاع دهند. مزیتی که این سیستم نسبت به کنترل‌های آبیاری تایمر دارد میزان تأثیر آن در مصرف آب است؛ زیرا فقط و فقط وقتی آبیاری انجام می‌شود که درختان و گیاهان به آب نیاز داشته باشند.

روش‌ها، تکنیک‌ها و ابزار گوناگونی در این روش به کار گرفته می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

عکس‌برداری از خاک مزرعه و پردازش عکس‌های گرفته‌شده و تخمین میزان رطوبت خاک با توجه به رنگ آن

استفاده از دوربین‌های تصویربرداری حرارتی که بر روی هواپیما-های بدون سرنشین قرار می‌گیرد برای عکس‌برداری از مزرعه و تعیین وضعیت گیاه و رطوبت خاک و تشخیص زمان آبیاری از روی تصاویر ثبت‌شده توسط دوربین.

به‌کارگیری سیستم نظارت بر آبیاری مزرعه بر اساس اینترنت و شبکه حسگر بی‌سیم

این روش دو مرحله کلی دارد ابتدا اطلاعات مربوط به دما، باد، رطوبت خاک و... توسط حسگرها جمع‌آوری می‌شود. در مرحله بعد اطلاعات از طریق واحد کنترل به پایگاه داده ارسال می‌شود.

در این روش، از شبکه حسگرهای رطوبت خاک با کنترل‌کننده در یک مزرعه برای نظارت بر زمان واقعی و مدیریت آبیاری استفاده می‌شود.

حسگرها

حسگر رطوبت خاک: شکل ۱ نمونه‌ای از حسگر رطوبت خاک را نشان می‌دهد. حسگر رطوبت خاک یکی از اصلی‌ترین اجزای اتوماسیون کشاورزی می‌باشد با استفاده از این حسگر می‌توانیم به‌صورت پیوسته رطوبت ریشه گیاه را رصد نموده و با استفاده از این اطلاعات مصرف آب را مدیریت نماییم. از بهترین و ارزان‌ترین حسگرها می‌توان HIH4000 را برای اندازه‌گیری رطوبت نام برد.

شکل ۱- نمونه حسگر رطوبت خاک

حسگر سنجش سرعت باد: حسگر سرعت‌سنج و جهت‌سنج باد از حس‌گرهای مهم در کشاورزی می‌باشد و استفاده از این حسگر می‌تواند برای داشتن کشاورزی دقیق بسیار مؤثر واقع شود در مزارعی که دستگاه‌های آبیاری بارانی خطی و عقربه‌ای نصب می‌باشد برای بالا بردن بهره‌وری و راندمان از این حسگر می‌توان استفاده کرد. به این صورت که در شرایط باد شدید به‌صورت خودکار از آبیاری جلوگیری کرده و از مصرف بیهوده آب خودداری می‌نماید.

حسگر تبخیر و تعرق: حسگر تبخیر و تعرق می‌تواند در شرایط بسیار خشک مانند ظهرها که دمای هوا به‌شدت بالا می‌رود از آبیاری جلوگیری کرده و زمان‌هایی را برای آبیاری مجاز بداند که شرایط تبخیر و تعرق مناسب باشد. کارکرد این حسگر به این صورت است که مثلاً وقتی رطوبت هوا از یک حداقلی کمتر شد که معمولاً در شرایط خشک اتفاق می‌افتد شیر قطع و وصل را به حالت قطع درمی‌آورد.

حسگر باران: وقتی باران می‌بارد نیازی به آبیاری نیست.

حسگر دما: در فصل زمستان یا در زمان یخبندان آبیاری درختان کار بیهوده‌ای است.

حسگر نور خورشید: بهتر است آبیاری زمانی انجام شود که آفتاب نباشد تا از میزان تبخیر آب کاسته شود. مثلاً آبیاری چمن در آفتاب شدید باعث صدمه جدی به چمن‌ها خواهد شد.

حسگر pH خاک: میزان اسیدی یا بازی بودن خاک را اندازه-گیری می‌کند. این نوع حس‌گر به این صورت عمل می‌کند که با کاهش رطوبت خاک و افزایش غلظت املاح در واحد حجم خاک pH خاک افزایش می‌یابد لذا می‌توان زمان آبیاری را بر اساس حد بالای pH تنظیم کرد

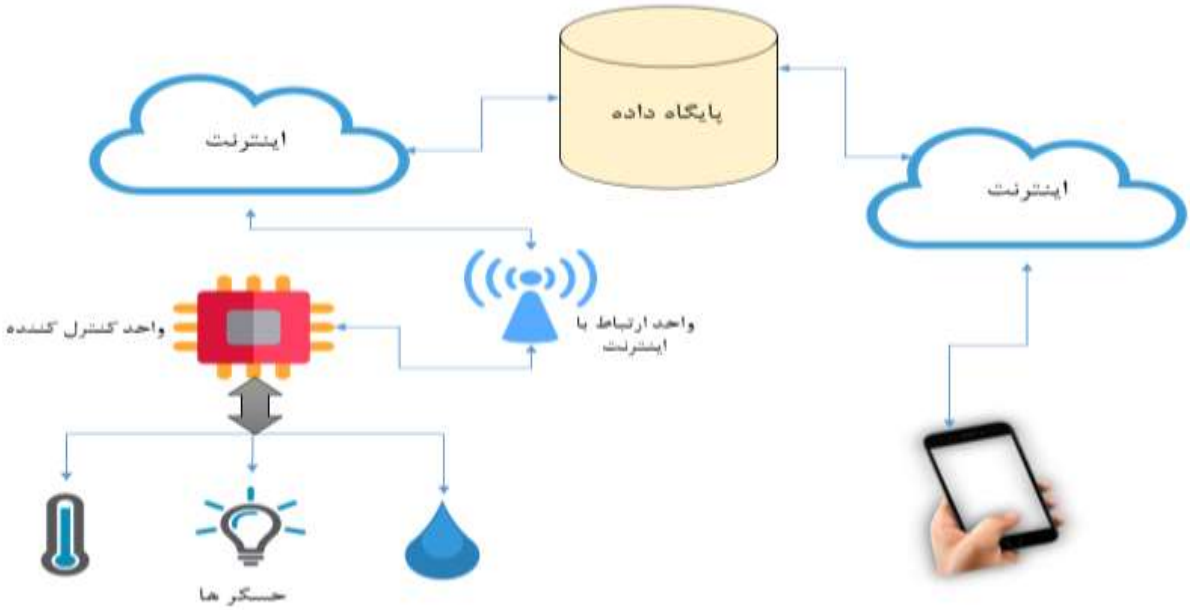
حسگر اندازه‌گیری دمای برگ: برای تشخیص میزان تشنگی گیاه استفاده می‌شود.

حسگر اندازه‌گیری هدایت‌الکتریکی آب

در شکل ۲ یک مدل آبیاری مبتنی بر اینترنت اشیا و نحوه ارتباطات اجزای آن ارائه‌شده است. پارامترهای محیطی مانند دما، نور محیط، رطوبت خاک، رطوبت هوا و ... توسط حسگرها اندازه‌گیری شده و به واحد کنترل‌کننده ارسال می‌شوند. این واحد در نزدیکی حسگرها قرار دارد. واحد کنترل‌کننده تجزیه‌وتحلیلی روی این مقادیر انجام داده و آن‌ها را از طریق شبکه اینترنت در یک پایگاه داده ذخیره می‌کند. به‌عبارت‌دیگر اطلاعات به‌صورت به‌روز و لحظه‌ای در این پایگاه ذخیره می‌شوند. حال یک کاربر می‌تواند از راه دور و از طریق شبکه اینترنت به این داده‌ها دسترسی پیدا کند. همچنین واحد کنترل‌کننده می‌تواند برنامه آبیاری را از این پایگاه داده دریافت نماید. در این صورت کاربر از راه دور می‌تواند این برنامه آبیاری را تنظیم نماید. همچنین در حالت خودکار، واحد کنترل‌کننده می‌تواند بر اساس برنامه مشخصی عمل کند.

مزایای استفاده از آبیاری هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا عبارت‌اند از:

۱. صرفه‌جویی در به‌کارگیری نیروی انسانی
۲. صرفه‌جویی در مصرف آب بیشتر از روش‌های دستی
۳. مدیریت درست و هوشمند آب در آبیاری مزرعه در زمان‌هایی که با مشکل کم‌آبی مواجه هستیم.
۴. استعلام دما و رطوبت محیط و خاک از راه دور و تشخیص اینکه چه زمان‌هایی نیاز گیاه به آب جدی است.
۵. اختصاص دادن آب موردنیاز گیاه بدون اینکه دچار تشنگی یا پرآبی شود.
۶. کنترل و اندازه‌گیری رطوبت خاک و آبیاری هوشمند برحسب نیاز محصولات متفاوت، با سنجش میزان آب موردنیاز برای هر واحد خاک. (استفاده دقیق از منابع آب و صرفه‌جویی در مصرف آب)
۷. همچنین هم‌زمان با آبیاری اطلاعات در پایگاه داده ذخیره می‌شود و این عمل باعث می‌شود تا ما از مزرعه خود کارنامه دقیقی از تاریخ و زمان و مدت آبیاری داشته باشیم.



شکل ۲- نحوه ارتباط بین حسگرها، واحد کنترل‌کننده، پایگاه داده و تلفن همراه هوشمند در مدل آبیاری هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء

مدیریت گلخانه با استفاده از اینترنت اشیا

یک کاربرد دیگر اینترنت اشیا در گلخانه‌ها می‌باشد. مدل گلخانه هوشمند عمدتاً در جهت بهبود شیوه‌های فعلی کشاورزی با استفاده از فناوری‌های مدرن برای عملکرد بهتر است. گلخانه یک ساختار بسته است که گیاهان را از شرایط شدید آب و هوایی محافظت می‌کند، ازجمله: باد، هجوم طوفان، اشعه ماوراءبنفش و حملات حشرات و آفات. دما و رطوبت هوا نیز توسط حس‌گرهای رطوبت و دما کنترل می‌شوند. رطوبت و دمای هوا در یک گلخانه توسط حسگرها اندازه‌گیری می‌شود و هر زمان که درجه حرارت بالا باشد یا رطوبت هوا کم شود، مه پاش برای فراهم کردن رطوبت موردنیاز و خنک کردن، روشن می‌شود. رطوبت نسبی بر رشد برگ، فتوسنتز، میزان گرده‌افشانی و همچنین عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد. خشکی طولانی محیط و یا درجه حرارت بالا می‌تواند کاسبرگ ظریف و خشک ایجاد کند و به‌سرعت باعث مرگ گل قبل از بلوغ آن شود. ازاین‌رو کنترل رطوبت هوا و درجه حرارت بسیار مهم است. حسگر دما و رطوبت داخل گلخانه هوشمند برای اندازه‌گیری رطوبت و دما قرار داده می‌شوند. هنگامی‌که دما بالاتر از یک سطح معینی افزایش می‌یابد، میکروکنترلر فرمان روشن شدن مه پاش را صادر می‌کند که قطرات آب کوچک‌تر از میکرون را در هوا به حالت تعلیق درمی‌آورد و درجه حرارت را پایین می‌آورد. درصورتی‌که رطوبت هوا پایین‌تر از مقدار تعیین‌شده باشد، مکانیسم مشابه ایجاد خواهد شد و قطرات آب کوچک رطوبت نسبی را حفظ خواهند کرد (Kodali et al.,2016). برای فرآیند خنک‌کنندگی و افزایش رطوبت نسبی درون گلخانه از سیستم مه پاش استفاده می‌شود. در حالت خنک‌کنندگی برای کاهش دما، سیستم مه پاش هم‌زمان با فرآیند تهویه فعال می‌شود. در این حالت با فعال شدن سیستم مه پاش رطوبت محیط درون گلخانه افزایش می‌یابد. سیستم مه پاش بر مبنای پودر شدن ذرات آب در مجاورت جریان شدید هوا عمل می‌کند. به این صورت که جریان آب‌وهوای تحت‌فشار از دو مسیر

جداگانه به سر نازل مه پاش منتقل می‌شود و در آنجا جریان آب با هوای تحت‌فشار خارج‌شده از نازل برخورد می‌کند و به‌سرعت تبدیل به پودر می‌شود و سپس به شکل مه در محیط گلخانه پخش می‌شود.

گلخانه هوشمند می‌تواند به طرق مختلفی ارتقا یابد و می‌تواند در برنامه‌های کشاورزی گسترده استفاده شود. می‌توان آن را در هر شرایط محیطی قرار داد و به کار برد تا بتواند هر نوع پوشش گیاهی را رشد دهد. مزیت گلخانه هوشمند نسبت به کشاورزی معمولی این است که ما قادر به تولید محصولات بدون استفاده از حشره‌کش و محصولات بدون سموم هستیم و محیط را برای رشد مناسب گیاهان ایجاد می‌کنیم، در مصرف آب صرفه‌جویی می‌کنیم و به محیط‌زیست آسیب نمی‌زنیم.

رهیافت ترویجی

ادغام کشاورزی با اینترنت اشیا می‌تواند آن را فعالیتی بسیار کارآمد و سودآور کند. گلخانه‌های هوشمند آینده‌ای روشن درزمینهٔ کشاورزی هستند و باعث ایجاد یک انقلاب در راه کشاورزی در کشورهای درحال‌توسعه می‌شوند. آبیاری هوشمند مزارع باعث مصرف به‌اندازه و به‌موقع آب می‌شود در حقیقت مدیریت درستی بر منابع آب خواهیم داشت و می‌توان در مصرف آب صرفه‌جویی کرد. همچنین عملکرد و نرخ رشد را افزایش می‌دهد. آبیاری خودکار مبتنی بر حسگر آب‌وخاک باعث بهینه شدن آبیاری در منطقه ریشه گیاه شده و به دنبال آن رشد سریع گیاه را نیز به دنبال دارد این طرح مدیریت درستی بر منابع آب دارد همچنین باعث صرفه‌جویی قابل‌توجه مصرف آب در مقایسه با آبیاری سنتی می‌شود. اینترنت اشیا راه‌حلی برای مدیریت آب خواهد بود؛ این فنّاوری میزان منابع موردنیاز برای هر محصول را بررسی می‌کند و با کنترل منابع آبی موجود، از اتلاف آن جلوگیری می‌کند. با استفاده از اینترنت اشیا می‌توان کشاورز را به‌طور مستقیم به مصرف‌کننده متصل کرد، که می‌تواند او را از چنگال واسطه‌ها نجات دهد، تلاش و زمان کار کشاورز را کاهش دهد و باعث شود فعالیت‌های کشاورزی اقتصادی و سودآور شود.

مراجع

Agrawal, Sarita, and Manik Lal Das. "Internet of Things—A paradigm shift of future Internet applications." In Engineering (NUiCONE), 2011 Nirma University International Conference on, pp.1-7. IEEE, 2011.

Baudoin, W., Nono-Womdim, R., Lutaladio, N., Hodder, A., Castilla, N., Leonardi, C., De Pascale, S., Qaryouti, M., 2013. Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops: Principles for Mediterranean Climate Areas (No. 217). Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome.

Chen, Xian-Yi, and Zhi-Gang Jin. "Research on key technology and applications for internet of things." Physics Procedia 33, pp. 561-566, 2011.

Chalabi, Z. S., Bailey, B. J. and Wilkinson, D. J. 1996. A Real-Time Optimal Algorithm for Greenhouse heating. Computers and Electronics in Agriculture. Vol. 15, 1-13.

FAO, 2016. Available online: http://www.fao.org/home/en/ (accessed on 8 July 2016).

Aayog, N.G. 2016. Raising Agricultural Productivity and Making Farming Remunerative for Farmers.,

Gutiérrez, J., Villa-medina, J.F., Nieto-Garibay, A., Porta-gándara, M.Á., Gutierrez, J., Villa-medina, J.F., Nieto-Garibay, A., Porta-Gandara, M.A., 2014. Automated irrigation system using a wireless sensor network and GPRS module. IEEE Trans. Instrum. Meas. 63, 166–176.

Hoon Jae, S., Kyung Man, K. Kwang Hyun, K. and Weon Sik, H. 1995. A study on the automatic measurement and control system for greenhouse environment. RDA J. Agri. Sci. 37(2), 681-686.

Jaguey, J.G., Villa-Medina, J.F., Lopez-Guzman, A., Porta-Gandara, M.A., 2015. Smartphone irrigation sensor. IEEE Sens. J. 15, 5122–5127.

Kodali, R. K., Jain, V., & Karagwal, S. (2016, December). IoT based smart greenhouse. In *2016 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)* (pp. 1-6). IEEE.

Lipov, A. Yu. 1992. Intellectual real time control system for technological process in the greenhouse. Traktory-i-Sel'skokhozyaistvennye-Mashiny: Russia, No. 10-12, 12-16.

Li, L., Xiaoguang, H., Ke, C., & Ketai, H. (2011, June). The applications of wifi-based wireless sensor network in internet of things and smart grid. In 2011 6th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (pp. 789-793). IEEE. Conference on, pp. 789-793. IEEE, 2011.

Levidow, L., Zaccaria, D., Maia, R., Vivas, E., Todorovic, M., Scardigno, A., 2014. Improving water-efficient irrigation: prospects and difficulties of innovative practices. Agric. Water Manage. 146, 84–94.

Leinonen, I. and H. G. Jones. (2004). Combining thermal and visible imagery for estimating canopy temperature and identifying plant stress. Journal of Experimental Botany 55(401): 1423–1431.

Morais, R., Valente, A., & Serôdio, C. (2005, July). A wireless sensor network for smart irrigation and environmental monitoring: A position article. In 5th European federation for information technology in agriculture, food and environement and 3rd world congress on computers in agriculture and natural resources (EFITA/WCCA) (pp. 845-850).

Nikolidakis, Stefanos A., et al. "Energy efficient automated control of irrigation in agriculture by using wireless sensor networks." Computers and Electronics in Agriculture 113 (2015): 154-163.

O'Shaughnessy, S.A., Evett, S.R., 2010. Canopy temperature based system effectively schedules and controls center pivot irrigation of cotton. Agric. Water Manage. 97, 1310–1316.

Pardossi, A., Incrocci, L., Incrocci, G., Malorgio, F., Battista, P., Bacci, L., ... & Balendonck, J. (2009). Root zone sensors for irrigation management in intensive agriculture. Sensors, 9(4), 2809-2835

Playán, E., Mateos, L., 2006. Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. Agric. Water Manag. 80, 100–116.

Roopaei, M., Rad, P., Choo, K.R., Choo, R., 2017. Cloud of things in smart agriculture: intelligent irrigation monitoring by thermal imaging. IEEE Cloud Comput. 4, 10–15.

Rajalakshmi, P., and S. Devi Mahalakshmi. "IOT based crop-field monitoring and irrigation automation." 2016 10th International Conference on Intelligent Systems and Control (ISCO). IEEE, 2016.

Sun, X. B. 1992. A study on the greenhouse environmental parameter classify control system by microcomputer. Trans. Chinese Soc. Agri. Eng., 8 (1), 72-77.

Sharma, D., Shukla, A.K., Bhondekar, A.P., Ghanshyam, C., Ojha, A., 2016. A technical assessment of IOT for Indian agriculture sector. In: IJCA Proc. Natl. Symp. Mod. Inf. Commun. Technol Digit.

Salehi, A.; Jimenez-Berni, J.; Deery, D.M.; Palmer, D.; Holland, E.; Rozas-Larraondo, P.; Chapman, S.C.; Georgakopoulos, D.; Furbank, R.T. SensorDB: A virtual laboratory for the integration, visualization and analysis of varied biological sensor data. Plant Methods 2015, 11, 53.

Stanghellini, C., 2014. Horticultural production in greenhouses: efficient use of water. Acta Hortic. 1034, 25–32

Shahzadi, R., Tausif.M., Ferzund.J AND Asif Suryani.M. "Internet of Things based Expert System for Smart Agriculture." IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications 7.9 (2016): 341-350

Zhao, Ji-chun, Jun-feng Zhang, Yu Feng, and Jian-xin Guo. "The study and application of the IOT technology in agriculture." In Computer Science and Information Technology ICCSIT, 2010 3rd IEEE International Conference on, vol. 2, pp. 462-465. IEEE, 2010.

Water Management in Agriculture
Vol. 5, No. 2, Autumn and Winter 2018, 19-28

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۵، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۷، ص. ۲۸-۱۹

Application of the Internet of Things in Smart Irrigation

Z. Sojoodi[1], F. Mirzaei [۲*] and H. Sojoodi[3]

Abstract

Lack of water and its reduction is one of the biggest problems facing humankind. This problem is more perceptible in countries that are hot and dry. In both modern and traditional irrigation methods, the irrigation time of the fields is of particular importance. Many crops have not grown to the optimum size due to irrigation or watering, and their efficiency decreases. The main reason for this problem is to reduce the moisture content of the soil and not to deliver timely water to the product. One of the most effective steps to tackle this problem is timely and as much water consumption. One of the ways to increase water use efficiency in agriculture is to use smart field irrigation systems that accurately determine the soil moisture and weather conditions. smart Irrigation Management Systems Internet-based things can help in achieving optimal water and farming consumption. In this article, the system of smart irrigation is introduced and the role of new technologies (Internet of Things) is examined.

Keywords: Agriculture, Internet of things, Smart irrigation, Water reduction.

[1] Master's degree in Irrigation and Drainage Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran.
[3] Master's degree in Computer Engineering, Department of Computer Engineering, Sharif University of Technology
Received: 6 Aug 2018
Accepted: 12 Oct 2018