نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۲، مرداد - شهریور ۱۳۹۷، ص. ۵۷۸-۵۶۹

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 12, Agu.-Sep. 2018, p. 569-578

طراحی، ساخت و ارزیابی سیستم آبیاری قطره‌ای کنترل برخط گلخانه

کاظم لائی[۱]، سیدرضا موسوی سیدی[۲*]، داود کلانتری[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۲۷

چکیده

در حال حاضر اهمیت مدیریت استفاده صحیح از منابع آب به سبب بروز تغییرات اقلیمی، کاهش نزولات جوی، افزایش جمعیت و مصرف آب، مورد توجه قرار می‌گیرد. در این راستا استفاده از یک ابزار برنامه‌ریزی شده آسان برای استفاده آبیاری محصول خیار بر روی گوشی هوشمند به‌منظور افزایش راندمان آبیاری طراحی ساخت و مورد ارزیابی قرار گرفت. در این پژوهش طراحی و ساخت سیستم کنترل برخط آبیاری قطره‌ای بر اساس دریافت اطلاعات مورد نیاز محصول خیار گلخانه‌ای مانند رطوبت خاک، دما و هوای محیط توسط سنسورها انجام شد. مهم-ترین اجزای تشکیل دهنده این سیستم شامل میکروکنترلر، ایستگاه‌های بی‌سیم سنسورها، ایستگاه کنترل و پردازش اطلاعات، سنسور رطوبت‌سنج خاک، سنسور دما و رطوبت هوای محیط، شیربرقی و کنتور آب می‌باشد. زبان برنامه‌نویسی مورد استفاده برای میکروکنترلر بیسیک بود و برای طراحی مدارهای الکترونیکی از نرم‌افزار پروتئوس استفاده گردید. تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. میزان عملکرد محصول و میانگین مصرف آب به‌ترتیب درسطح آماری ۵٪ و ۱٪ برای دو روش کنترل برخط و دستی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در سیستم آبیاری کنترل برخط عمر بوته خیار گلخانه‌ای به‌مدت ۱۸ روز بیش‌تر از سیستم آبیاری دستی می‌باشد. نتایج حاصل از عملکرد محصول تولید شده خیار در سیستم آبیاری قطره‌ای کنترل برخط ۱۰۱/۲۳ تن در هکتار بیش‌تر از سیستم آبیاری قطره‌ای بود. در این سیستم مدیریت زمان و مکان و هزینه آبیاری (حذف کارگر برای آبیاری) قابل مقایسه با روش دستی نمی‌باشد. بنابراین استفاده از سیستم کنترل برخط می‌تواند جایگزین مطمئنی بر سیستم آبیاری دستی باشد و کارایی این سیستم مطلوب‌تر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تلفن همراه، خیار گلخانه‌ای، سنسورهای بی‌سیم، مدیریت مصرف آب

مقدمه

با توجه به موقعیت جغرافیای طبیعی و ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی کشور، از گذشته‌های دور تا زمان حال، موضوع کمیت و کیفیت آب در کشور به‌عنوان یک موضوع مهم و حیاتی مطرح بوده است. با توجه به کاهش شدید منابع آب کشور، متولیان بخش آب و کشاورزی انجام برنامه‌ریزی‌های همه‌جانبه و اجرای طرح‌های توسعه-ای را در خصوص بهره‌برداری بهینه از منابع آب و مدیریت بهینه آن در بخش‌های مختلف، باهدف عبور از بحران خشک‌سالی و ایجاد ثبات در آن را آغاز نموده‌اند. مصرف آب نیز در بخش کشاورزی به سبب فقدان الگوی کشت، ضعف در فناوری، عدم مدیریت، نبود دستگاه‌های مناسب تولید، واقعی نبودن قیمت آب و غیره از بازدهی بسیار پایینی برخوردار است (رابط، ۱۳۹۴). استفاده از تکنولوژی‌های جدید به‌منظور افزایش راندمان آبیاری اجتناب‌ناپذیر و ترویج این تکنولوژی‌ها مستلزم انجام تحقیقات چندجانبه (از لحاظ فنی و اقتصادی) بر روی سیستم‌های ارایه شده می‌باشد (صدرقاین و همکاران، ۱۳۸۱). از اهداف مدیریت در بخش کشاورزی افزایش محصول در برابر مقدار آب مصرفی می‌باشد. به‌عبارت دیگر، تغییرات اساسی در مدیریت و برنامه‌ریزی آبیاری لازم است تا کارایی مصرف مقدار آب اختصاص یافته به بخش کشاورزی بهینه شود و این مسئله نیازمند ابتکار و نوآوری می‌باشد (kirda et al., 2004). بنابراین با توجه به اهمیت مصرف آب و بازده عملکرد گیاه در شرایط بحرانی آب، ارایه راهکاری مناسب جهت تشخیص زود هنگام پژمردگی گیاه موردنیاز می‌باشد (نداف‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶). مسئله اندازه‌گیری رطوبت خاک به طور لحظه‌ای سبب شد تا مکانیزم‌های متعددی جهت حفظ رشد گیاهان در شرایط سخت کم‌آبی و تنش‌های ناشی از

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
۲- دانشیار گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
۳- دانشیار گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
(* - نویسنده مسئول: Email: mousavi22@yahoo.com)

آن مورد توجه قرار گیرند(Bergr et al., 2010). با پیدایش روش-های اندازه‌گیری شاخص‌های گیاهی، خاک و نیاز آبی باعث گردید، سیستم‌های آبیاری تمام خودکار با فناوری نو ابداع گردند که در ارزیابی این سامانه با شیوه‌های دستی و سنتی نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های رشد گیاهی (شادابی، رنگ برگ‌ها، ارتفاع و غیره) بین دو سامانه وجود ندارد و آن‌چه به‌عنوان عامل مهم در بین دو سیستم قابل‌مشاهده است مدیریت صحیح در مصرف بهینه آب، کاهش هزینه‌های کارگری و ذخیره زمان برای اپراتور می‌باشد (Boutraa et al., 2011; Kim et al., 2009; Sezen et al., 2010). بیش‌تر کشاورزان برای انجام آبیاری قطره‌ای در مزرعه به روشن کردن پمپ نیاز دارند که مسافت و زمانی زیادی را باید صرف آن کرد. بنابراین با بکار بردن دانش فنی در برنامه‌ریزی آبیاری خودکار، بدون نیاز به کاربر و در زمانی که گیاه نیاز به آب داشته باشد آبیاری به‌طور خودکار شروع شده و بعد از رسیدن رطوبت خاک به حد مطلوب، آبیاری قطع می‌گردد(Zotarelli et al., 2010). با دست‌یابی به آبیاری خودکار علاوه بر کنترل پارامترهای کیفی و کمی سامانه باعث برداشته شدن گامی موثر در کاهش رشد علف‌های هرز در بین ردیف‌های کاشت گیاهان و کاهش هزینه‌های آن باکم کردن کار کشاورزی می‌شود. این امر موجب برگشت‌پذیری قسمتی از هزینه‌هایی می‌شود که صرف از بین بردن علف‌های هرز و بهینه کردن مصرف آب می‌گردد (Coolong., 2013; Balendonek et al., 2008).

در پژوهشی اسدی و همکاران با طراحی سیستم تشخیص آبیاری هوشمند جهت بهینه‌سازی مصرف آب در کشاورزی با به‌کارگیری شبکه حسگر بی‌سیم مبتنی بر منطق فازی، الگویی پیش‌فرض در جهت کاهش نهاده‌های اولیه هم‌چون آب را طراحی کردند. سنسورهای بی‌سیم تعبیه شده در شبکه با توجه به ماهیت اطلاعات مورد نیاز، در سطح گلخانه توزیع شده و پس از جمع‌آوری داده‌های محیطی، این اطلاعات را به مرکز شبکه ارسال می‌کنند. سیستم کنترل از راه دور گلخانه، این اطلاعات را با استفاده از منطق فازی تحلیل نموده و تصمیمات لازم را جهت آبیاری و کنترل شرایط محیطی گلخانه برای کاربر نمایش می‌دهد (اسدی و همکاران، ۱۳۹۳).

تحقیقات نداف‌زاده و همکاران (۱۳۹۶) درطراحی و ساخت سیستم هوشمند آبیاری برای گل حسن‌یوسف نشان داد که این سیستم قادر است پارامترهای پژمردگی، رنگ و مورفولوژیکی گیاه را اندازه‌گیری و براساس آن نیاز گیاه به آب را تشخیص دهد. هم‌چنین این سیستم نیاز آبی گیاه برای صحت، حساسیت، تشخیص و دقت رابه ترتیب ۹۷٪، ۹۴٪، ۹۶٪، و ۹۵٪ نشان داد.

وینتر و همکاران در راستای آبیاری قطره‌ای مطالعاتی در نحوه آبیاری در ایالات متحده انجام دادند که منجر به طراحی سیستم کنترل زمان آبیاری شد، نتایج آن‌ها نشان داد که بهینه شدن مصرف آب قابل‌ملاحظه است، آن‌ها هم‌چنین خساراتی که در اثر آبیاری بیش از حد به گیاهان و زمین وارد می‌شود متوقف نموده‌اند، نتایج به‌دست آمده متناسب با سیستم آبیاری قطره‌ای براساس سنسور کنترل زمان است (Winter et al., 2006).

تالی و همکاران با طرح خودکارسازی سیستم آبیاری قطره‌ای بر روی محصول پنبه توانسته‌اند ۶۰ درصد مصرف آب را کاهش دهند (Taley (et al., 2002).

شوک و همکاران با طرح خودکارسازی آبیاری قطره‌ای بر روی محصول پیاز در چهار سطح آبیاری با رطوبت خاک در مکش‌های ۱۰- و ۲۰- و۳۰- و ۴۰- کیلوپاسکال که فرمان آبیاری توسط سنسورهای رطوبتی داخل خاک صادر می‌شود، اختلاف معنی‌داری در تولید محصول مشاهده نکردند (Shock et al., 1996).

داماس و همکاران، سیستم آبیاری خودکار کنترل از راه دور را برای منطقه مورد آبیاری در اسپانیا پیشنهاد دادند. در پژوهش آن‌ها منطقه به هفت زیر بخش تقسیم و هر زیر بخش به‌وسیله بخش کنترل نظارت شد. هفت بخش کنترل به یکدیگر و با کنترل‌کننده مرکزی از طریق شبکه بی‌سیم متصل بودند. نتایج نشان داد که مصرف آب به‌طور قابل‌توجهی در حدود ۳۰٪ تا ۶۰٪ کاهش معنی‌دار داشت(Damas et al., 2001).

آتا و همکاران سیستم هوشمند کنترل آبیاری قطره‌ای برای گندم در عربستان سعودی با استفاده از فناوری سنسور بی‌سیم طراحی نمودند. در این سیستم بر اساس نیاز آبی گیاه گندم، طول آبیاری و زمان‌بندی آبیاری را به سیستم کنترل داده، آنگاه سیستم بر اساس یک سنسور رطوبت‌سنج، قطره‌چکان‌های سیستم را جهت آبیاری به‌کارانداخته و مصرف آب را برای گندم در طول مرحله رشد مدیریت نموده و باعث کاهش مصرف آب گردید (Atta et al., 2011).

با بررسی‌های انجام شده در منابع مختلف که خلاصه‌ای از آن‌ها در مقدمه آمده است، نشان می‌دهد تحقیقی در مورد سیستم کنترل برخط برروی محصول گلخانه‌ای خیار انجام نشده است. در واقع نوع محصول و کشت گلخانه‌ای سهم تعیین‌کننده‌ای در نتایج تحقیقات داشته است، اما نقاط مشترک با سایر مقالات که در زمینه سیستم کنترل برخط و هوشمند می‌باشند این است که به علت محدویت در میزان مصرف آب و افزایش دادن میزان عملکرد محصول و هم‌چنین آبیاری خودکار، محققین به دنبال شیوه‌های نوین می‌گردند. بنابراین کنترل برخط یکی از روش‌های نوین می‌باشد.

هدف از این تحقیق طراحی، ساخت و ارزیابی سیستم آبیاری کنترل برخط به منظور اتوماتیک کردن سیستم آبیاری قطره‌ای، مدیریت مصرف آب و افزایش عملکرد محصول در واحد هکتار می-باشد.

مواد و روش‌ها

اجزا تشکیل‌دهنده سیستم کنترل برخط آبیاری قطره‌ای

در این پژوهش از میکروکنترلرهای خانواده Atmega32 ساخت شرکت Atmel توان مصرفی کم و ولتاژ مصرفی ۴/۵ تا ۵/۵ ولت مورد استفاده قرار گرفت. ایستگاه‌های بی‌سیم در سه منطقه مختلف آبیاری نصب و راه‌اندازی شد. سنسورها به ایستگاه‌های بی‌سیم متصل و اطلاعات به دست آمده از آن به ایستگاه مرکزی منتقل یافت. سپس طبق الگوریتم آبیاری زمان دقیق قطع و وصل آب تعیین شد.

سنسور رطوبت‌سنج طراحی شده دارای خروجی آنالوگ و دیجیتال با ولتاژ عملیاتی ۳/۳ تا ۵ ولت است، از نرم‌افزار برنامه‌نویسی بیسیک (BASCOM-AVR v2.0.7.8)، استفاده شد. سنسورهای رطوبت-سنج خاک، قابلیت نصب سریع و آسان روی ایستگاه‌های بی‌سیم دریافت‌کننده اطلاعات را دارند، به‌طوری که بدون نیاز به دانش فنی و تنها کافی است یک بار در سال توسط کارشناسان، فرآیند کالیبراسیون کنترل و تست شود. پس از نصب تمامی فرآیند تشخیص و پایش اطلاعات مربوط به رطوبت خاک، اطراف ریشه گیاه به‌صورت کنترل برخط توسط کشاورز کنترل می‌شود.

از سنسور مدل DHT22 ساخت کشور چین، سنسور عالی جهت اندازه‌گیری دما و رطوبت هوای محیط گلخانه استفاده شد، این سنسور از دو سنسور تشکیل شده است. سنسور رطوبت خازنی و یک مقاومت گرمایی، یک تراشه بسیار ساده نیز درون آن وجود دارد که تبدیل آنالوگ به دیجیتال را انجام می‌دهد. محدوده قابل اندازه‌گیری دما توسط این سنسور ۴۰- تا ۸۰+ درجه سانتی‌گراد و محدوده اندازه-گیری رطوبت خاک توسط این سنسور ۰ تا ۱۰۰ درصد، ولتاژ تغذیه ۳/۳ تا ۶ ولت، ارتباط با میکروکنترلر از طریق سیگنال دیتا، دقت اندازه‌گیری دما ۰/۵± درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۲± درصد می‌باشد.

ماژول بی‌سیم مدل HC-12 ساخت کشور چین با استفاده از سیلیکون Si4463 برای ارایه ارتباطات RF ارتباط برقرار می‌کند. این فرستنده از نوع EZRadioPRO با عملکرد بالا، جریان کم، تک تراشه با حداکثر توان خروجی 100mW است. Si4463 با استفاده از میکروالکترونیک STM8S003F3، ۸ بیتی MCU که از سیستم عامل HC-12 استفاده می‌کند، STM8S رابط داده سریال شفاف، برای ارتباط با ماژول فراهم می‌کند. از کنتاکتور شیلیران مدل SP-63 ساخت کشور ایران جهت روشن و خاموش نمودن موتور پمپ آب برای شروع و پایان آبیاری استفاده شد.

استفاده از کنترل فاز مدل (TELE-101-X) ساخت کشور ایران جهت حفاظت الکتروموتور در مقابل اختلالات شبکه و در صورت بروز هر یک از موارد ذکر شده کنترل فاز مدار فرمان را قطع می‌کند، که به‌صورت الکترونیکی عمل حفاظت الکتروموتور را به عهده دارد که جهت کنترل در تشخیص قطع یک فاز یا دو فاز، تشخصی تغییر توالی فازها، حساسیت در برابر عدم تقارن ولتاژ سه‌فاز، تشخیص کاهش ولتاژ، اعلام توسط نشانگر(U<)، تشخیص افزایش ولتاژ، اعلام توسط نشانگر (U>)، قابلیت انتخاب زمان تاخیر در وصل می‌باشد.

فلوترالکترونیکی شیوا امواج دستگاهی مناسب جهت اتوماتیک کردن سیستم‌های پمپاژ آب استخر با قابلیت حفاظت در برابر خشک کارکردن موتور استفاده شد. که دارای ۴ عدد نشانگرA: برق شبکه، REL: وصل رله،H: سطح بالا،L: سطح پایین می‌باشد.

شیر برقی پارکر ساخت کمپانی بوین پارکر کشور ایتالیا از جنس برنج، با ولتاژ ۱۲-۲۴-۲۲۰ ولت و سایز ۱/۲ اینچ استفاده شد. شیر سلونویید برای کنترل مصرف آب در سیستم کنترل برخط آبیاری استفاده می‌شود.

از دو کنتور آب ۱/۲ اینچ برای ثبت میزان آب مصرفی برحسب مترمکعب استفاده گردید. این‌کنتورها با نصب در ورودی آب به سیستم آبیاری کنترل برخط و سیستم آبیاری دستی با ثبت میزان دقیق مصرف آب آبیاری گیاه خیار در هر دو سیستم استفاده گردید.

الگوریتم ایستگاه کنترل و پردازش اطلاعات

الگوریتم حاکم بر پایش کنترل برخط سیستم آبیاری قطره‌ای شامل روشن و خاموش نمودن پمپ آب و هم‌زمان باز و بسته کردن شیر برقی، هم‌چنین روشن و خاموش نمودن فن‌های تهویه هوا و سامانه‌های گرمایش تابشی لوله‌ای بر مبنای استفاده از اطلاعات دریافت‌شده در واحد پردازش مرکزی توسط سنسورهای رطوبت‌سنج خاک، دما و رطوبت هوای محیط می‌باشد. به‌نحوی که جهت کنترل برخط سیستم آبیاری، تمام عملیات توسط کدهای ارسال‌شده به درخواست کشاورز با پیامک تلفن همراه انجام شد. دیاگرام این سیستم در (شکل ۱) نشان داده شده است.

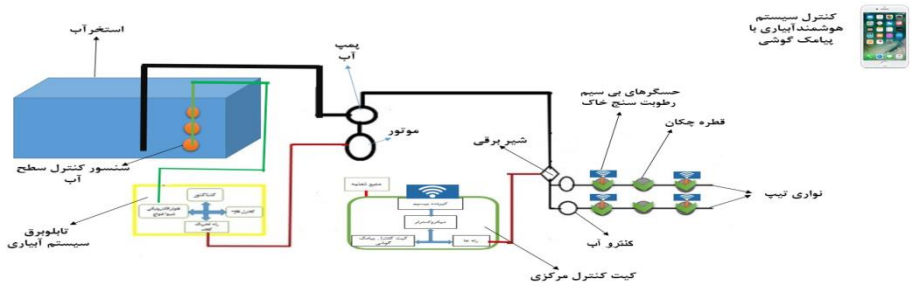
در این پژوهش از زبان برنامه‌نویسی بیسیک (BASCOM-AVR v2.0.7.8) برای برنامه‌نویسی میکروکنترلرها استفاده‌شد.

جهت طراحی مدارهای الکترونیکی از نرم‌افزار پروتئوس استفاده گردید. هم‌چنین برای ارسال اطلاعات از سرور مرکزی سیستم کنترل برخط آبیاری به لپ‌تاپ و خواندن اطلاعات در لپ‌تاپ از نرم‌افزار هایپرترمینال استفاده شد.

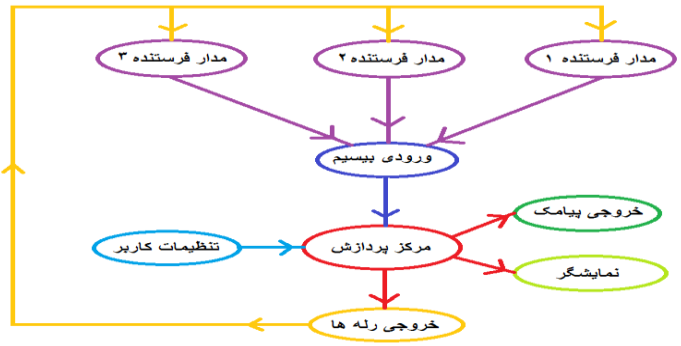
فلوچارت برنامه

فلوچارت عملکرد برنامه نوشته شده در نرم‌افزار بیسیک در شکل۲ ارایه شده است. ابتدا حسگرها رطوبت خاک، دما و رطوبت هوای محیط را اندازه‌گیری نموده و توسط مدارهای فرستنده به ورودی بی-سیم واحد مرکزی پردازش ارسال می‌گردد. این سیگنال توسط واحد مرکزی کنترل مورد پردازش قرار می‌گیرد و به یک کد عملیاتی

تبدیل می‌شود. مرکز پردازش، کد عملیاتی را با کدهای ضبط شده در حافظه خود، مقایسه می‌کند. فن‌های تهویه و سامانه‌های گرمایش تابشی لوله‌ای با توجه به دما و رطوبت هوای مناسب برای گیاه خیار، محیط گلخانه را با استفاده از سنسور دما و رطوبت هوا روش و خاموش می‌کند. تمامی اطلاعات دریافتی از فرستنده‌های بی‌سیم در ایستگاه مرکزی ذخیره و همچنین با ارسال پیامکی برای تلفن همراه کشاورز ارسال می‌شود. سپس کشاورز می‌تواند با ارسال فرمان‌های به‌صورت کنترل برخط در هر زمان و مکان شرایط ایده‌آل محیط گلخانه و رطوبت خاک را برای ریشه گیاه فراهم کند.



شکل ۱- دیاگرام قسمت‌های مدل طراحی‌شده سیستم کنترل برخط آبیاری قطره‌ای



شکل ۲- فلوچارت برنامه سیستم کنترل برخط آبیاری

پست‌های فرمان پیامک با تلفن همراه

این پست‌های فرمان، قابلیت ارسال اطلاعات فرمان به‌صورت پیامک به تلفن همراه را در هر مکانی پیاده‌سازی می‌کند و از عوامل تاثیرگذار مانند دما، رطوبت هوای محیط گلخانه، رطوبت خاک اطراف ریشه گیاه و وضعیت رله‌های موجود را اطلاع‌رسانی می‌کند.

پست فرمان به‌صورت دستی

برای اجرای این فرمان‌ها اپراتور می‌تواند در محل حاضر شده و با استفاده از یک کلید استپ و استارت تعبیه شده عملیات آبیاری یا کوددهی را در زمان دل‌خواه انجام دهد.

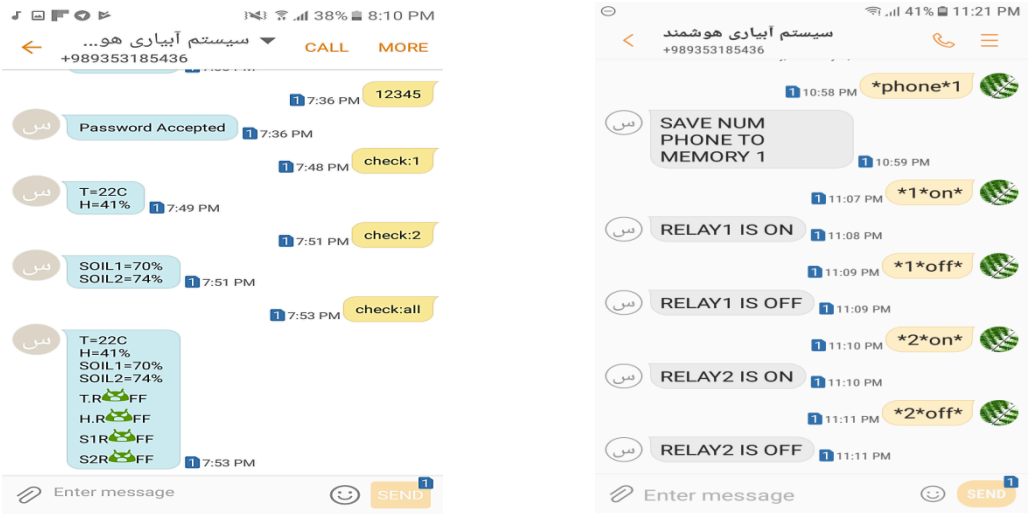
طراحی مدار کنترل برخط سیستم آبیاری

با طراحی مدار کنترل از راه دور با تلفن همراه در سیستم آبیاری قطره‌ای، کشاورزان می‌توانند در هر مکانی روی عملکرد سیستم آبیاری محصولات مختلف نظارت کامل داشته باشند. در صورت نیاز می‌توانند فرمان‌های لازم را به سیستم آبیاری کنترل برخط اعمال نمایند.

پیامک ارسال فرمان سیستم کنترل برخط

با ارسال دستور *x*on*رله مورد نظر روشن می‌شود که در این‌جا باید بجای x عدد رله مورد نظر را وارد کرد که بین ۱ تا ۳ است و اگر بجای عدد کلمه all را قرار دهید و با ارسال دستور بر اساس دستور فوق اقدام به روشن کردن رله می‌شود، بعد از این عمل دستگاه متقابلا پیامک تایید فرمان را ارسال می‌کند. با ارسال دستور *x*off*رله موردنظر خاموش شده که در این‌جا باید بجای x عدد مورد نظر را وارد کرد که بین ۱ تا ۳ است و اگر بجای عدد کلمه all را قرار دهید و با ارسال دستور فوق اقدام به خاموش کردن رله می‌شود. بعد از این عمل سیستم مرکزی متقابلا پیامک تایید فرمان را ارسال می‌کند. با ارسال دستور *read*وضعیت رله‌ها اطلاع‌رسانی می‌شود. سیستم با ارسال پیامکی که شامل وضعیت رله‌ها پمپ، شیر برقی، فن‌ها و سامانه‌های گرمایش تابشی لوله‌ای را نشان می‌دهد.

ارسال فرمان با پیامک تلفن همراه در شکل ۳ الف آمده است. با پیامک کردن دستور check:1 به سیستم مرکزی، مقدار دما و رطوبت هوا اطلاع‌رسانی می‌شود. با پیامک کردن دستور check:2 به سیستم مرکزی، مقدار رطوبت خاک یک و دو اطلاع‌رسانی می‌شود. با پیامک کردن دستور check:3به سیستم مرکزی، وضعیت کلیه رله‌ها اطلاع-رسانی می‌شود. با پیامک کردن دستور check:all به دستگاه، مقدار دما، رطوبت هوا، رطوبت خاک یک و دو و وضعیت کلیه رله‌ها اطلاع-رسانی می‌شود کنترل اطلاعات سیستم آبیاری کنترل برخط با پیامک تلفن همراه در شکل ۳ ب آمده است. همچنین می‌توان با تعیین زمان توسط اپراتور سیستم کنترل برخط با توجه به زمان تعیین شده از سوی اپراتور اطلاعاتی از عملکرد سیستم و پارامترهای رطوبت خاک، دما و هوای محیط گلخانه برای کشاورز ارسال می‌کند.



الف ب

شکل ۳- الف- ارسال فرمان قطع و وصل رله‌ها مربوطه با پیامک تلفن همراه ب- کنترل اطلاعات سیستم آبیاری کنترل برخط با پیامک تلفن همراه

تعیین بافت خاک

برای زمان‌بندی دقیق آبیاری نیاز به تعیین بافت خاک می‌باشد. نمونه خاک مورد استفاده به‌صورت تصادفی از چند نقطه در عمق‌های مختلف زمین، جمع‌آوری و برای آزمایش به آزمایشگاه خاک انتقال یافت. با مشخص نمودن درصد شن، سیلت و رس موجود در خاک، بافت آن تعیین گردید (Bouyoucos, 1964) .نوع بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری، لومی رسی تعیین شد.

تعیین ظرفیت زراعی (FC)

با استفاده از رابطه ۱ میزان رطوبت اشباع خاک مشخص و به‌صورت تقریبی ۰/۶۵ تا ۰/۷ به‌عنوان ظرفیت زراعی انتخاب گردید(علیزاده، ۱۳۸۷). پس از تعیین ظرفیت زراعی با استفاده از رابطه ۲ که مربوط به خاکی با بافت لومی رسی می‌باشد نقطه پژمردگی دایم (PWP) تعیین گردید (Diallo and Marico., 2013).

$$\theta = (W_w - W_b) / W_b \times 100 \quad (۱)$$

θ: رطوبت جرمی خاک (٪)، W_w: وزن تر نمونه (gr) و W_b: وزن خشک نمونه (gr)

$$FC/PWP=1/6 \quad (۲)$$

خیار گلخانه‌ای

خیار گیاهی بانام علمی Cucumis sativus از خانواده کدوئیان Cucurbitaceae می‌باشد. اغلب خیارهایی که در گلخانه پرورش داده می‌شوند، دراز و کشیده و از انواع بی‌دانه (انگلیسی یا اروپایی) هستند. خیارهای بی‌دانه در بین سبزیجات گلخانه‌ای در ردیف اول یا دوم از نظر اهمیت قرار دارند (جعفرنیا و همایی، ۱۳۸۵).

استفاده از بذر خیار گلخانه‌ای رقم اکس‌ترم (رقم سوپر سلطان) شرکت سمینیس آمریکا می‌باشد که رقمی پرگل با عملکرد بالا، رشد رویشی محدود، مقاومت نسبی به بیماری‌های مانند: سفیدک حقیقی، سفیدک دروغین، ویروس موزاییک کدو (ZMV)و ویروس زردی رگبرگ خیار(CVYV) می‌باشد (Giah Bazr Iranian., 2017).

محصول خیار گلخانه‌ای

پس از گذشت ۴۰ روز از زمان کاشت خیار به‌صورت یک روز در میان، برداشت محصول آغاز و تا ۸۰ روز ادامه داشت.آبیاری آن

بصورت سیستم کنترل برخط آبیاری و برداشت در سیستم آبیاری قطره‌ای دستی۶۲ روز ادامه داشت.

روش کار سیستم کنترل برخط آبیاری قطره‌ای در گلخانه

پس از کامل شدن طراحی و ساخت سیستم آبیاری قطره‌ای کنترل برخط، جهت ارزیابی با سیستم آبیاری قطره‌ای دستی داخل گلخانه با کشت محصول خیار در مناطق خراسان شمالی- شهرستان فاروج- روستای مرغزار از تاریخ ۱۳۹۶/۵/۱ تا ۱۳۹۶/۸/۳۰ اجرا گردید. کشت خیار گلخانه‌ای رقم سپور سلطان در دو ردیف به مساحت ۱۲۵ مترمربع در شرایط محیطی، مقدار کوددهی، سم‌پاشی و کنترل علف‌هرز به‌صورت یکسان انجام شد. طول هر ردیف ۶۲/۵ متر، عرض هر پشته (کشت شده)۶۰ سانتی‌متر و عرض هر جوی ۹۰ سانتی‌متر است. در هر پشته دو ردیف و فاصله آن ۴۰ سانتی‌متر می‌باشد. کل بوته کشت شده در هر ردیف ۲۵۰ بوته می‌باشد. با استفاده از دو روش آبیاری، یک ردیف با استفاده از سیستم کنترل برخط آبیاری قطره‌ای و ردیف دیگر با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای دستی انجام گردید.

سیستم کنترل برخط آبیاری قطره‌ای مجهز به سنسورهای اندازه‌گیری رطوبت خاک، دما و هوا می‌باشد که جهت نظارت دقیق‌تر کشاورز بر شرایط محیطی گلخانه استفاده‌گردید. میزان رطوبت دما و رطوبت هوای محیط از طریق دریافت پیامک مشخص می‌شود و اپراتور در مقابل پیام، دستور مناسبی از طریق پیامک به منظور تنظیمات گلخانه شامل آبیاری، درجه حرارت ارسال می‌کند. زمان آبیاری با تعیین حداقل رطوبت خاک ۶۵٪ و حداکثر۷۵٪ کنترل می‌شود. هم‌چنین عمق آبیاری بعد از۳۰ دقیقه حدود ۲۲ سانتی‌متر و میزان آب مصرفی حدود ۱ لیتر در دقیقه ثبت شد. این سیستم جهت کنترل کلیه عملگرها شامل پمپ آب، شیر برقی، فن و سامانه‌های گرمایش تابشی لوله‌ای از طریق کدهای ارسال شده به وسیله تلفن همراه اپراتور روشن یا خاموش می‌شود. در صورتی‌که در روش دستی سیستم آبیاری قطره‌ای براساس تجربه شخص و با مشخص شدن وضعیت ظاهری گیاه، خاک و زمان‌بندی، عمل آبیاری انجام می‌شود. با توجه به اطلاعات دریافت شده از دو سیستم آبیاری اقدام به ارزیابی میزان مصرف آب و عملکرد محصول خیار انجام شد.

در این تحقیق برای مقایسه دو روش آبیاری از آزمون T استفاده گردید و تجزیه داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد(افشانی، ۱۳۹۳).

از نرم‌افزار Excel جهت جمع‌آوری اطلاعات در طول دوران رشد گیاه نمونه‌برداری و یادداشت برداری انجام شد و درنهایت جهت سازماندهی داده‌ها استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج کالیبراسیون حسگر رطوبت‌سنج

ایستگاه‌های فرستنده بی‌سیم اطلاعات حسگرهای رطوبت‌سنج را دریافت و به مرکز کنترل و پردازش سیستم کنترل برخط ارسال‌می‌کند. ولتاژ دریافتی در یک محدوده معین رطوبتی بین ۰-۱۰۰٪ به ترتیب برای حالت بین خاک خشک و اشباع تبدیل می‌شود. ولتاژ ۵ ولت نشان دهنده محیط خشک معادل صفر درصد رطوبت و ۰/۲۵۰۲ ولت معادل ۱۰۰درصد رطوبت اشباع در نظر گرفته شد (جدول ۱).

نتایج عملکرد سنسور رطوبت‌سنج طراحی شده

با توجه به نتایج، اطلاعات حاصل از میزان رطوبت ثبت شده دو حسگر رطوبت‌سنج طراحی شده (شکل ۵) دقت این حسگرهای رطوبت‌سنج در اندازه‌گیری محدوده رطوبت خاک ۶۵٪ تا ۷۵٪ در کل دوره رشد گیاه خیار نشان داد که سرور مرکزی سیستم هوشمند در زمان واکنش حسگرهای رطوبت خاک در محدود ۶۵٪ تا ۷۵٪ مورد پردازش و به درستی فرمان‌های لازم را برای رله‌های مربوطه ارسال نمود تا ضمن مدیریت در مصرف آب، رطوبت خاک متناسب با شرایط ایده‌آل گیاه خیار تامین گردد.

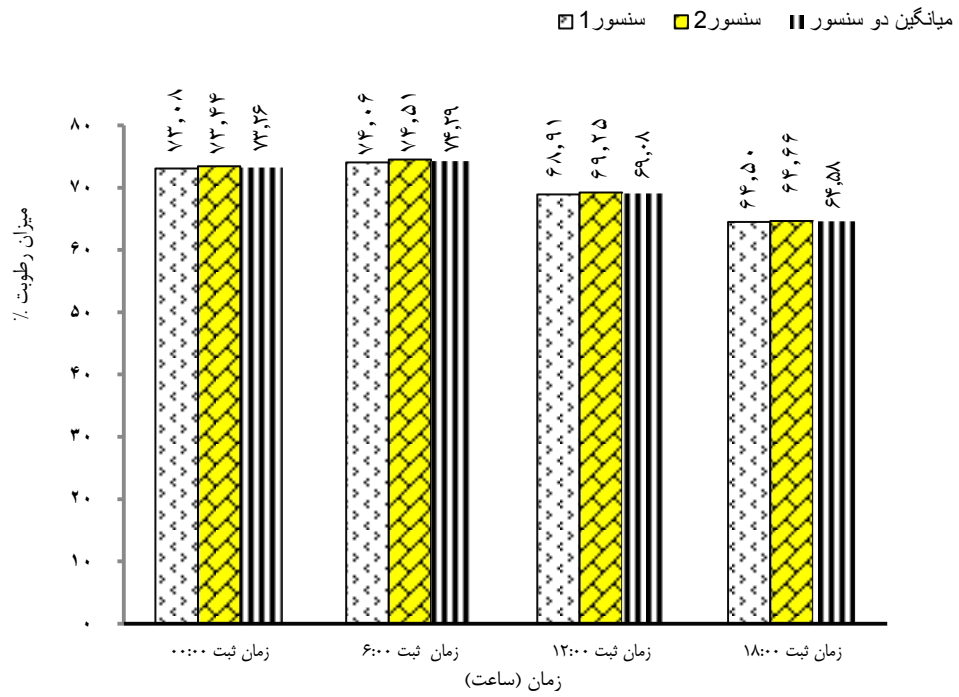
نتایج بررسی عملکرد سنسور دما و رطوبت هوا محیط گلخانه

نتایج بدست آمده از داده‌های ثبت شده سنسور دما و رطوبت هوای محیط (شکل۶ الف) و (شکل ۶ ب) نشان می‌دهد سنسورهای دما در محدود ۲۰ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت هوای محیط در محدود ۵۰٪ تا۵۶٪ پردازش می‌شود. سپس مرکز کنترل فرمان‌های لازم به رله ارسال و دمای محیط تنظیم شد.با تنظیم دما و رطوبت هوای محیط گلخانه، میزان تبخیر و تعرق گیاه و خاک کاهش یافته که تاثیر مثبتی در میزان مصرف آب دارد.

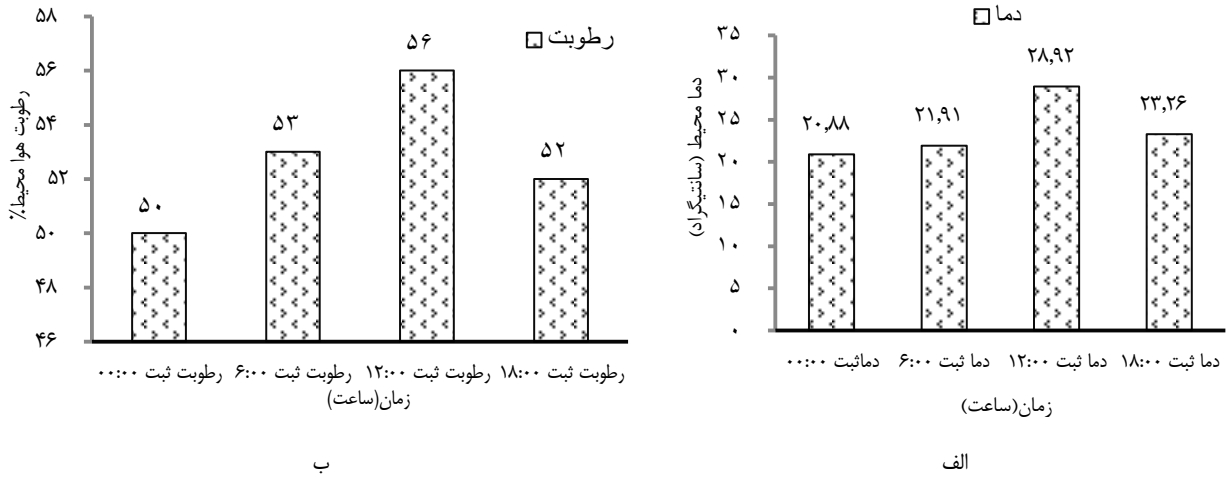
جدول۱- داده‌های اندازه‌گیری شده برای دو حالت قرارگیری حسگر رطوبت‌سنج خاک

پارامتر اندازه‌گیری شده	در داخل خاک اشباع٪	در فضای آزاد
ADC[1]	۴۱۹	۱۰۳۴
ولتاژ خروجی حسگر (V)	۰/۲۵۰۲	۵
رطوبت	٪۱۰۰	٪۰

1- Analog to Digital Converter



شکل ۵- میزان رطوبت خاک ثبت شده توسط حسگر رطوبت ۱ و ۲ در ۲۴ ساعت



شکل۶ – الف: میانگین میزان رطوبت هوا محیط در ۲۴ ساعت

ب : میانگین میزان دمای محیط در ۲۴ ساعت

نتایج میزان عملکرد محصول خیار گلخانه‌ای در دو روش آبیاری

نتایج مقایسه میزان تولید محصول خیار در دو سیستم آبیاری قطره‌ای توسط آزمون T انجام شد (جدول ۲) در این جدول سطح احتمال آماری ۵٪ اختلاف معنی‌داری بین میزان تولید محصول در روش سیستم کنترل برخط نسبت به روش سیستم دستی نشان داد. میزان محصول تولید شده در سیستم آبیاری کنترل برخط و دستی به‌ترتیب ۲۷۹/۷۶۰ و ۱۷۸/۵۳۰ تن در هکتار شد. هم‌چنین نتایج نشان داد عمر بوته خیار گلخانه‌ای در سیستم آبیاری کنترل برخط به مدت ۱۸ روز بیش‌تر از سیستم آبیاری دستی می‌باشد. ممکن است در روش دستی، ریشه گیاه در معرض تنش‌های آبی، صدمه به ریشه، عدم جذب آب و مواد غذایی و درنهایت پژمردگی و توقف رشد شود (جعفرنیا و همایی، ۱۳۸۵). با توجه به نتایج به‌دست آمده در سیستم کنترل برخط می‌توان بیان نمود تامین نیاز آبی گیاه به موقع و ایجاد شرایط محیط گلخانه باعث افزایش عملکرد محصول در گلخانه گردد.

جدول ۲- مقایسه میانگین میزان تولید محصول خیار گلخانه‌ای در دو سیستم آبیاری توسط آزمون T

حدود اطمینان در سطح اطمینان ۹۵٪		تفاوت میانگین‌ها	سطح معنی‌داری	درجه آزادی	آزمونT	انحراف معیار	میانگین عملکرد محصول کیلوگرم در هکتار	تعداد روزها برداشت محصول	سیستم-های آبیاری
حد بالا	حد پایین								
۱۶۷۹/۳۹	۸۵۳/۵۸	۱۰۴۳	۰/۰۰۳	۶۹	۲۱/۲*	۱۸۸۰/۹۳	۶۹۹۴	۴۰	کنترل‌برخط
						۲۱۷۱/۳۴	۵۹۵۱	۳۱	دستی

*: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

مقایسه میزان مصرف آب در دو روش آبیاری

جدول ۳ نتایج حاصل از مقایسه میزان مصرف آب در دو سیستم آبیاری قطره‌ای کنترل برخط و دستی را نشان می‌دهد. در این جدول بین میزان مصرف آب در سیستم کنترل برخط و دستی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال آماری ۱٪ درصد وجود دارد. میزان آب مصرفی در سیستم آبیاری کنترل برخط و دستی به‌ترتیب ۶۶۷۹/۶۸ و ۷۹۹۹/۴ مترمکعب در هکتار است. علی‌رغم این‌که تعداد روزهای آبیاری در سیستم کنترل بر خط ۱۸ روز بیش‌تر از سیستم دستی بود. چون سیستم کنترل بر خط دقیقا میزان رطوبت خاک، دما و هوا را به صورت لحظه‌ای گزارش می‌دهد از دقت بالاتری برخوردار است میزان مصرف آب به‌طور چشم‌گیری کاهش یافت.

جدول ۳- مقایسه میانگین میزان مصرف آب در دو سیستم آبیاری کنترل برخط و دستی توسط آزمون T

حدود اطمینان در سطح اطمینان ۹۵٪		تفاوت میانگین‌ها	سطح معنی‌داری	درجه آزادی	آزمونT	انحراف معیار	میزان مصرف آب مترمکعب درهکتار	تعداد روز آبیاری	سیستم-های آبیاری
حد بالا	حد پایین								
-۲۱/۳۰	-۲۹/۹۷	۲۵/۶۳	۰/۰۰۰	۲۰۴	-۱۱/۶۶**	۲۱	۵۹/۶۴	۱۱۲	کنترل‌برخط
						۳۰/۸۶	۸۵/۱۰	۹۴	دستی

**معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

نتیجه‌گیری

با توجه به بحران کمبود آب در ایران و ارزش بالای این سرمایه بزرگ در بخش کشاورزی ضروری است در مصرف آن صرفه‌جویی به‌عمل آید و به بهترین نحو استفاده شود. در این تحقیق، طراحی و ساخت سیستم کنترل برخط آبیاری قطره‌ای گلخانه‌ای براساس دما، رطوبت خاک و رطوبت هوای محیط گلخانه اندازه‌گیری شد. با توجه به نیاز واقعی گیاه به آب، پردازش لازم روی آن‌ها انجام شد، سپس فرمان‌های لازم به عملگرها داده شد تا آبیاری گلخانه با کاهش هدر رفتن آب و هزینه انجام گیرد. نتایج نشان داد میزان مصرف آب در سیستم آبیاری قطره‌ای کنترل برخط با تعداد روزها آبیاری ۱۸روز بیش‌تر، ۱۳۱۹/۹ مترمکعب در هکتار آب کم‌تری نسبت به سیستم آبیاری قطره‌ای دستی کاهش یافت نتایج حاکی است در سیستم آبیاری هوشمند راندمان آب ۱۶٪ افزایش داشت. نتایج حاصل از عملکرد محصول تولید شده خیار در سیستم آبیاری قطره‌ای هوشمند ۱۰۱/۲۳ تن در هکتار بیش‌تر از سیستم آبیاری قطره‌ای دستی تولید شد. نتایج حاکی است در سیستم آبیاری کنترل برخط عملکرد محصول تولید شده ۳۶٪ افزایش داشت، هم‌چنین مدیریت زمان و مکان و هزینه نگهداری پس از نصب در این روش قابل مقایسه با روش دستی نمی‌باشد. بنابراین استفاده از سیستم کنترل برخط می‌تواند جایگزین مطمئنی برسیستم آبیاری دستی باشد.

منابع

اسدی،ف.، جهان‌بین،الف و موسوی صدر،م.الف. ۱۳۹۳. طراحی سیستم تشخیص آبیاری کنترل برخط جهت بهینه‌سازی مصرف آب در کشاورزی با به‌کارگیری شبکه حسگر بی‌سیم مبتنی بر منطق فازی، دومین کنفرانس بین‌المللی دستاوردهای نوین در علوم مهندسی و پایه، به‌صورت الکترونیکی، مرکز علمی کاوشگر علم.

افشانی،س.ع.ر. ۱۳۹۳. آموزش کاربردی SPSS در علوم اجتماعی و

رفتاری، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه یزد.

جعفرنیا،س و همایی،م. ۱۳۸۵. راهنمای جامع و مصور کشت گلخانه‌ای: خیار و گوجه‌فرنگی. انتشارات سخن‌گستر، ۴۰۰.

رابط،ع.۱۳۹۴.ضرورت مدیریت بهره‌برداری بهینه از منابع آب در بخش کشاورزی، چهارمین همایش ملی توسعه پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک، ابرکوه، معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابرکوه.

صدر قاین،س.ح.، رافضی،ز.، رفعتی،م و شهریاری،د. ۱۳۸۱. ارزیابی اقتصادی سیستم آبیاری میکرو و بررسی کاربرد این سیستم‌ها در مقایسه با آبیاری سطحی در زراعت خیار. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. شماره ۸۱/۳۷. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.

علیزاده،الف. ۱۳۸۷. رابطه آب، خاک و گیاه. انتشارت دانشگاه امام رضا (ع). ۴۸۴.

نداف‌زاده،م.، آبدانان مهدی‌زاده،س.، آسودار،م.الف.، صالی سلمی،م.ر. ۱۳۹۶. طراحی و توسعه سامانه کنترل هوشمند تعیین آب موردنیاز گیاهان گلخانه‌ای با کمک بینای ماشین (مورد مطالعه: گیاه حسن‌یوسف)، نشریه، مجله مهندسی بیوسیستم ایران، ۴۸، شماره ۲، ۲۹۷_۲۸۵.

Atta,R., Boutraa,T and Akhkha,A. 2011. Smart irrigation system for wheat in Saudi Arabia using wireless sensors network technology. International Journal of Water Resources and Arid Environments. 1.6:478-82.

Balendonek,J., Hemming,J., Van Tuijl,B.A.J., Incrocci,L., Pardossi,A and Marzialetti,P. 2008. Sensors and wireless sensor networks for irrigation management under deficit conditions (Flow-aid). International conference on agricultural engineering . 23-25 June, Greece.

Berger,B., Parent,B., Tester,M. 2010. High throughput shoot imaging to study drought responses. Journal of Experimental Botany.61.13: 3519–3528.

Boutraa,T., Akhka,A., Alshoaibi,A and Atta,R. 2011. Evalation of the effectiveness of an automated irrigation system using wheat crops. Agriculture and biology jornal of North America. 2: 80-88.

Bouyoucos,G.J, 1964. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. American society of agronomy. 54: 464_465.

Coolong,T 2013. Using irrigation to manage weeds: A focus on drip irrigation weed and pest control-Conventional and new challenges- Chapter 7.

Damas,M., Prados,A.M., Gomez,F., Olivares,G. 2001. Hidro bus system: field bus for integrated management of extensive areas of irrigated land. Microprocessors and microsystems. 25.3: 177-184.

Diallo,D and Marico,A. 2013. Fild copacity (FC) and permanent wilty point (pwp) of clay soils developed on Quaternary alluvium in Niger River loop (Mali) lnternational joumal of engineenrig research and applications. 3.1: 10805-1089.

Giah Bazr Iranian, 2017. http://www.gbi.co.ir

Kim, Y., Evans, R.G. and Iversen, W.M., 2009. Evaluation of closed-loop site-specific irrigation with wireless sensor network. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 135.1: 25-31.

Kirda,C., M. Cetin,M., Dasgan,Y., Topcu,S., Kaman,H., Ekici,B., Derici,M.R., and Ozguven,A.I. 2004. Yield Response of Greenhouse Grown Tomato to Partial Root Drying and Conventional Deficit Irrigation. Agricultural Water Management. 69:191 - 201.

Sezen,S.M., Celikel,G., Yazar,A., Tekin,S and Kapur,B. 2010. Effect of characteristics of trickle irrigation. Soil technology. 4.2: 125-134.

Shock,C.C., Feibert,B.G and Saunder,L.D. 1996. Automation of sudsurface drip irrigation for onion production. Malheur experiment station.

Taleyl,S.M., Patode,R.S., Mankar,A.N. 2002. Automation in drip irrigation system for cotton growing on large scale-A case study. Published by U.S. Committee on Irrigation and Drainage. 561-570

Winter,C., Soylemez,N., Trivedi,J., Pinkens,N., Craig,C and Vaidyanathan,V.2006. Design of a sensor based smart sprinkler system. Proceedings of the international journal management engineering-intertech conference, kean University, New Jersey, New Jersey, October 19-21.

Zotarelli,L., Michael.D.K., Morgan,T. 2010. Interpretaion of soil moisture content to determine soil field capacity and avoid over-irrigating sandy soils using soil moisture sensors, Institute of food and agricultural sciences, AE460.1-4.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 12, Agu.-Sep. 2018, p. 569-578

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۲، مرداد - شهریور ۱۳۹۷، ص. ۵۷۸-۵۶۹

Design, Construction and Evaluation of an Online Control System for Drop Irrigation in Greenhouse

K.laiee[1], S.R. Mousavi Seyedi[2*],D. Kalantari[3]
Recived: Feb.13, 2018 Accepted: Mar.18, 2018

Abstract

At the moment, the importance of managing the proper use of water resources due to climate change, rainfall reduction, population growth and water consumption is considered. In this regard, the design, construction, and evaluation of an easy-to-use tool for cucumber irrigation on a smart phone was designed to enhance irrigation efficiency. In this research, the design and construction of an on line drop irrigation control system was performed based on obtaining information about the greenhouse cucumber product such as moisture content, ambient temperature and soil by sensors. The most important components of this system include microcontroller, wireless sensor stations, control and information processing station, wireless sensor, humidity meter, temperature sensor and ambient humidity sensor, solenoid valve and water meter. The programming language used for the microcontroller was BASIC, and for the design of electronic circuits, the PROTEUS software was used. Statistical analyzes were performed using SPSS software. There was a significant difference between product yield and mean water consumption at 5% and 1% for both online and manual control methods, respectively. In online irrigation control system, the lifetime of greenhouse cucumber plant was 18 days longer than manual irrigation system. The results of cucumber production in online drop irrigation system were 101.23 t/ha more than manual drop irrigation system. In this system, the management of time and space and the cost of irrigation (removal of workers for irrigation) is not comparable to manual method. Therefore, the use of an online control system can be a reliable alternative to manual irrigation and the efficiency of this system is more favorable.

Keywords: Cellular phone, Greenhouse cucumbers, Water consumption management, Wireless sensor

1- MSc student, Mechanic of Biosystem Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
2- Associate Professor, Mechanic of Biosystem Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
3- Associate Professor, Mechanic of Biosystem Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
(*-Corresponding Author Email: mousavi22@yahoo.com)