

توسعه سیستم کنترل مرکزی برای آبیاری تحت فشار

یاسین اسروش، عقیل یاری، سعید اسلامیان، امیر کرمانیها، امجد پیام، مجتبی وطن‌آرا، حامد جمشیدی‌پور، علی پورامین، احمد فلاح کهن و فرشید میلانیان^۱

چکیده

سیستم های آبیاری تحت فشار، گرچه به سطح مدیریتی بالاتر و هزینه های نگهداری بیشتر در مقایسه با دیگر انواع آبیاری نیاز دارند، در عین حال می توانند اقتصادی ترین روش بکاربردن آب، کود و سایر مواد شیمیایی کشاورزی در زمان و مقدار مناسب باشند. یک راه اساسی جهت مدیریت بهینه آبیاری تحت فشار، اتوماسیون در قالب یک سیستم کنترل مرکزی است. در این زمینه، با وجود پیشرفت های چشمگیری که در دنیا صورت گرفته، بالاترین سطح اتوماسیون در مزارع تحت آبیاری ایران، بهره گیری از کنترل کننده های چینی جهت زمان بندی آبیاری است. در پژوهش حاضر، مجموعه ای متشکل از سخت افزار و نرم افزار، با هدف مدیریت و برنامه ریزی آبیاری در قالب یک واحد کنترل مرکزی طراحی و ساخته شده که بسته به خواست کاربر، از یک تایمر ساده تا یک سیستم کنترل مرکزی پیشرفته قابل پیکره بندی است. جهت بررسی، چندین پروژه در مقیاس های متفاوت اجرا گردید، که نتایج آنها نشان از کارایی مناسب سیستم کنترل مرکزی در مدیریت سیستم های آبیاری تحت فشار دارد.

کلمات کلیدی: سیستم کنترل مرکزی آبیاری، رایانه، نرم افزار و حسگر

مقدمه

سیستم های آبیاری تحت فشار عمدتاً بدلیل طراحی بد، کیفیت پایین تجهیزات و مدیریت غیر اصولی، بر خلاف تبلیغات گسترده، در اکثر طرح های پیاده شده در ایران از راندمان مناسب برخوردار نبوده اند. گذشته از مشکلات ذکر شده، گرچه این سیستم ها به سطح مدیریتی بالاتر و هزینه های نگه داری بیشتر در مقایسه با دیگر روش های آبیاری نیاز دارند، می توانند اقتصادی ترین روش تزریق مواد شیمیایی کشاورزی در زمان و مقدار مناسب باشند [۱۵].

^۱ - به ترتیب کارشناس مهندسی آبیاری دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، دانشیار گروه آبیاری دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشجوی مهندسی آبیاری، دانشجوی مهندسی آبیاری، دانشجوی مهندسی آبیاری، دانشجو مهندسی آبیاری پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، کارشناس مهندسی برق، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق و کارشناس مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی اصفهان

یک راه اساسی جهت افزایش کارایی سیستم های آبیاری تحت فشار، کنترل بر مبنای رایانه، شامل ترکیبی از سخت افزار و نرم افزار است که به عنوان ناظر با هدف مدیریت آبیاری و دیگر روش های وابسته کوددهی و نگهداری عمل کند. کنترل مرکزی (Central Control) آبیاری یک مفهوم کلی است و می تواند به عنوان یک سیستم رایانه ای که چندین کنترل کننده (Controller)، داده نگار (Datalogger)، حسگر (Sensor)، شیر و دیگر تجهیزات آبیاری را از یک محل مرکزی اداره می کند، تعریف شود. البته کنترل آبیاری به صورت متمرکز تنها ابزار مناسب جهت بهبود مدیریت آب نیست اما همزمان با آن می توان به اهداف دیگری نیز دست یافت [۱۳].

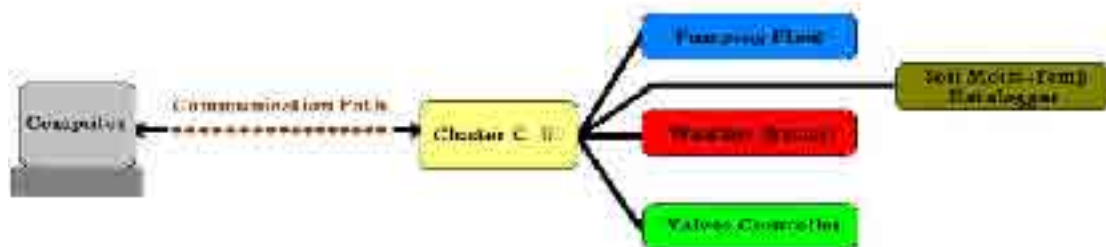
سیستم های کنترل رایانه ای رایج برای مدیریت آبیاری می توانند به دو دسته تقسیم گردند. الف- سیستم های تعاملی (Interactive) که اطلاعات را توسط حسگرها از نقاط گوناگون مزرعه، جمع آوری، در یک واحد میکروپروسسوری تجزیه و تحلیل و امکان کنترل دستی تجهیزاتی از قبیل رگولاتورها، پمپ ها و شیرها را از یک نقطه مرکزی فراهم می کنند و ب- تمام اتوماتیک که مجموعه را در پاسخ به پسخورد (Feedback) دریافت شده از بخش پایش (Monitoring) با بکار اندازی اتوماتیک پمپ ها، شیرها و غیره کنترل می کنند. این سیستم ها با استفاده از الگوریتم هایی پیشرفته، متغیرهای حالت (فشار، جریان و ...) را پایش، با متغیرهای هدف مقایسه و در نهایت در مورد اعمالی که برای تغییر وضعیت سیستم لازم هستند، تصمیم گیری می کنند. در سیستم های کاملاً اتوماتیک فاکتور انسانی حذف و با یک برنامه رایانه ای که با کنترل بلادرنگ (Real-time) دستگاه ها، در سیستم آبیاری اصلاحات لازم را انجام می دهد جایگزین می گردد تا سطح اجرایی مطلوب بدست آید [۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۲۵ و ۳۹].

طراحی، ساخت و بهینه سازی سخت افزار و نرم افزار مورد نیاز در سیستم های کنترل مرکزی اغلب توسط شرکت های بزرگ سازنده لوازم آبیاری دنیا و به صورت تجاری انجام می شود که معروف ترین آنها شرکت های Rain Bird [۸]، Hunter [۱۰] و Rain Master [۱۱] آمریکایی هستند. فعالیت دانشگاهی در این زمینه نیز بیشتر توسط مرکز پژوهش و آموزش آبیاری [۷] دانشگاه ایالتی پلی تکنیک کالیفرنیا دنبال می گردد. در واقع مراکز دانشگاهی سفارش دهنده یا مصرف کننده این محصولات می باشند. متأسفانه، با وجود پیشرفت های چشمگیری که در دنیا صورت گرفته، بالاترین سطح اتوماسیون در مزارع تحت آبیاری ایران، بهره گیری از کنترل کننده های کم کیفیت چینی جهت زمان بندی آبیاری است و پژوهش تخصصی در این رابطه بندرت مشاهده می گردد. از میان تحقیقات داخل کشور می توان به طراحی سیستم کنترل و پایش گلخانه توسط امید و شفایی [۶] اشاره نمود.

در پژوهش حاضر مجموعه ای متشکل از سخت افزار (کنترل کننده میانی، تابلو فرمان پمپاژ، واحد هواشناسی دیجیتال، حسگرهای رطوبت سنج و ...) و نرم افزار (رابط کاربر گرافیکی تحت ویندوز)، با هدف مدیریت و برنامه ریزی آبیاری در قالب یک واحد کنترل مرکزی توسعه داده شده است که به خواست کاربر، از یک تایمر ساده تا یک سیستم کنترل مرکزی پیشرفته - که بر مبنای داده های هواشناسی تبخیر و تعرق را محاسبه و نیاز آبیاری را تعیین می کند، همچنین وضعیت رطوبتی خاک، دمای هوا و بارندگی را نیز به عنوان متغیرهای کنترل در تصمیم گیری دخالت می دهد - قابل پیکره بندی است. هدف از مقاله حاضر معرفی اجزا و قابلیت های سیستم کنترل مرکزی و ارائه خلاصه ای از تحقیقات و پروژه های انجام شده جهت ارزیابی آن است.

مواد و روش‌ها

کنترل مرکزی شامل دو بخش عمده سخت افزاری و نرم افزاری بوده و اجزای آن مطابق شکل (۱) شامل: (۱) بخش مرکزی، (۲) ایستگاه پمپاژ، (۳) ایستگاه هواشناسی، (۴) شبکه رطوبت و دماسنجی خاک، (۵) شیرهای برقی (Solenoid Valves)، (۶) مدار حفاظتی و (۷) مدارهای ارتباطی، است.



شکل ۱: شماتیک سیستم کنترل مرکزی

۱- بخش مرکزی

یک رایانه شخصی (PC) به همراه نرم افزار (رابط کاربر گرافیکی) با قابلیت های مختلف، چاپگر، صفحه نمایش کارکرد تجهیزات (پمپ ها، شیرها و غیره)، واحد کنترل میانی (Cluster Control Unit) و تجهیزات ارتباطی از مهمترین اجزا بخش مرکزی می باشند.

واحد کنترل میانی که یک بخش سخت افزاری الکترونیکی است، کاربرد دو طرفه داشته و واسطه تبادل اطلاعات بین رایانه و بخش های ورودی و خروجی سیستم است. این واحد، کل برنامه را از رایانه دریافت و سپس بخش مربوط به شیرهای برقی را در کنترل کننده شیرها، و برنامه عملیات پمپاژ را در کنترل کننده پمپاژ، بارگذاری (Upload) می کند. همچنین، اطلاعات دریافتی از ایستگاه هواشناسی، داده نگار (Datalogger) حسگرهای رطوبت- دماسنجی خاک و ایستگاه پمپاژ را به صورت دائمی به رایانه انتقال می دهد.



شکل ۲: رابط کاربر گرافیکی AnshanAb (سمت چپ)، به همراه پنجره ایستگاه هواشناسی (سمت راست)

رابط کاربر گرافیکی (شکل ۲) که ما نام آن را AnshanAb نهاده ایم از نرم افزار استرالیایی Aqualink [۹]- که علاوه بر استرالیا در آمریکای شمالی نیز به صورت گسترده استفاده می شود - الگوبرداری و به زبان برنامه نویسی ویژوال بیسیک (V.B.) نوشته شده است. این نرم افزار کاربر را قادر می سازد تا تمامی توابعی را که برای کنترل و پایش آبیاری و حسگرهای مزرعه نیاز دارد، اجرا نماید. به دلیل محیط گرافیکی نرم افزار، استفاده از آن بسیار ساده است. یک نقشه از مزرعه با آیکن هایی که اجزا کلیدی از قبیل حسگرها، شیرها، پمپ ها و نواحی آبیاری را نشان می دهند، با قابلیت زوم کردن (Zoom)، روی صفحه رایانه نمایش داده می شود. به عنوان مثال هر شیر از هر واحد می تواند تنها با راست کلیک موس روی آن انتخاب شده و تنظیم های دلخواه برای کارکرد آن صورت پذیرد و یا با انتخاب آیکن مربوط به ایستگاه هواشناسی اطلاعات مربوطه مشاهده گردد. این نرم افزار همچنین می تواند با پایش پیوسته جو و شرایط محیطی، به موقعیت هایی چون سرمازدگی، دمای بالا و وزش باد شدید پاسخ مناسب و مقتضی دهد. مورد دیگر، توانایی سیستم در پایش باران است که در صورت رخداد، به طور اتوماتیک آبیاری را متوقف می کند. از دیگر توانمندی های برنامه، پیغام آلام در صورت بروز هرگونه مشکل و خرابی احتمالی در سیستم آبیاری و راهنمایی برای رفع آن می باشد. تمامی اطلاعات دریافتی از مزرعه در رایانه ذخیره شده و به کاربر اجازه دسترسی، بررسی نموداری، مشاهده و احیانا چاپ این اطلاعات با استفاده از چاپگر را می دهد.

۲- ایستگاه پمپاژ

ایستگاه پمپاژ آب را می توان قلب یک سیستم آبیاری تحت فشار دانست. از آنجاییکه غالب اوقات مصرف آب آبیاری بر نقطه بهینه کارکرد سیستم پمپاژ منطبق نیست، فشار کم یا بیش از حد که حداقل نتیجه آن کاهش راندمان آبیاری است، پدید می آید. شوک های مکانیکی نظیر ضربه آبی (Water Hammer) نیز از مشکلات قابل ذکر است [۴]. از بعد اقتصادی، هزینه های انرژی و تعمیر و نگهداری یک سیستم پمپاژ در طول عمر آن تا ۲۰ برابر سرمایه گذاری اولیه می باشد [۲۱]. از دید فنی، بهترین شیوه حل مشکلات ذکر شده، اضافه نمودن درایو فرکانس متغیر (VFD-Variable Frequency Drive) به الکتروموتورهای موجود می باشد [۲، ۳، ۵، ۲۱، ۲۲، ۲۳ و ۲۴]. بر این اساس، یک تابلو فرمان هوشمند مجهز به درایو، با قابلیت تغییر دور الکتروموتور طراحی گردیده است که از طریق یک نرم افزار فرعی - که زیر مجموعه نرم افزار اصلی است - حاوی الگوریتم های پیشرفته (شکل ۳-ب)، کلیه اعمال کنترل و حفاظت را بر عهده داشته و به کاربر اجازه پایش و برنامه ریزی می دهد. در نهایت به هیچ یک از ادوات معمول کنترل و تنظیم فشار نظیر دمپر یا منبع تحت فشار بسیار بزرگ نیاز نمی باشد. فیلتر، میکسر و یا اینجکتورها به راحتی قابل کنترل هستند [۴۰]. اطلاعاتی نظیر عملکرد اجزا، خطاهای رخ داده، وضعیت الکتروپمپ ها (خاموش یا روشن)، فشار و دبی جریان از شبکه لوله و در صورت تمایل EC و pH آب آبیاری (با اضافه نمودن این حسگرها به مدار) نیز از حوضچه پمپاژ به رایانه انتقال می یابند.

۳- ایستگاه هواشناسی

با توجه به لزوم دقت بالا در برداشت پارامترهای جوی، بهره گیری از یک ایستگاه هواشناسی در محل ضروری است. در عین حال سیستم این قابلیت را دارد که اطلاعات را به صورت دستی از کاربر دریافت کند. سیستم به

طور منظم اطلاعات جوی را از ایستگاه هواشناسی دریافت کرده و این داده‌ها جهت محاسبه تبخیر و تعرق روزانه با استفاده از یک فرمول تجربی (به انتخاب کاربر)، پیش‌بینی یخبندان (نقطه شبنم) و غیره و از نتیجه در کنار سایر فاکتورها جهت زمان بندی دقیق آبیاری استفاده می‌نماید.

۴- شبکه رطوبت و دماسنجی خاک

پایش مداوم رطوبت خاک ابزار مناسبی جهت تعیین زمان شروع و خاتمه آبیاری و جلوگیری از هدر رفت آب است. همچنین باید در نظر داشت که فوق اشباع کردن خاک منتهی به قارچ، بیماری و انواع آفت‌ها می‌گردد [۲۶]. در حال حاضر، بیشتر حسگرهای مورد استفاده در اتوماسیون آبیاری دی الکتریک هستند. این گروه از حسگرها، رطوبت خاک را با اندازه‌گیری ثابت دی الکتریک - که سرعت یک موج یا پالس الکترومغناطیس از میان خاک را تعیین می‌کند - برآورد می‌کنند. این روش از روابط تجربی بین حجم آب و سیگنال خروجی حسگر (زمان، فرکانس، امپدانس و ...) بهره می‌برد. اگرچه این حسگرها بر پایه اصل دی الکتریک هستند، اما انواع گوناگون موجود (بازتاب سنج حوزه فرکانس - FDR، خازنی، انتقال حوزه زمان - TDT، بازتاب سنج حوزه دامنه - ADR، بازتاب سنج حوزه زمان - TDR، و انتقال فاز) تفاوت‌های اساسی در دقت، نصب، نیاز به واسنجی، تعمیر و نگهداری و هزینه دارند [۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۴ و ۳۵].

۵- شیرهای برقی

این شیرها توسط رایانه یا کاربر کنترل شده و بر اساس زمان بندی مشخص باز و بسته می‌شوند. معیارها و نکات مهم در انتخاب و خریداری شیر برقی به شرح ذیل می‌باشند:

- حداکثر بده جریان خط لوله ای که روی آن نصب می‌گردد (بنابراین، قطر شیر الزاماً مساوی با قطر لوله نیست).
- حداقل فشار مورد نیاز جهت باز شدن (شیرهای برقی رایج در آبیاری جهت عمل کردن به اختلاف فشار نیاز دارند).
- توان راه اندازی شامل ولتاژ و جریان (ولتاژ استاندارد راه اندازی آنها ۲۴ ولت متناوب (AC) است).

۶- مدار حفاظتی

جهت حفاظت میکروچیپ‌های رایانه و دیگر مدارات الکترونیکی حساس، در برابر موج‌های ولتاژ زودگذر (Transient Voltage Surges)، ناشی از آذرخش و نوسانات برق، یک سیستم حفاظتی خاص پیاده می‌شود. اگرچه مدت و قدرت این موج کم است ولی می‌تواند به مدارات الکترونیکی آسیب جدی وارد نماید. عمل حفاظت بسادگی و از طریق ایجاد یک مسیر کم مقاومت برای این موج‌ها از زمین مدار (Ground) به سمت زمین حقیقی (Earth) انجام می‌گردد.

۷- ارتباطات

به طور خلاصه، هر تعداد مشخص شیر برقی، حسگر رطوبت- دماسنجی و سایر حسگرهای مزرعه، از طریق سیم مستقیماً به یک کنترل کننده (داده نگار) وصل می‌شوند. کنترل کننده‌ها مجهز به مودم بوده و از طریق خط

تلفن (سیم دو رشته) با واحد کنترل میانی ارتباط برقرار می‌کنند. راهبرد مرسوم دیگر، استفاده از یک شبکه ارتباطی مشترک برای تمام سنسورهای مزرعه است. سنسورها کد گذاری شده و هر یک از طریق رمزگشای (Decoder) خود بر روی این شبکه شناسایی می‌شود. واحد کنترل میانی نیز به صورت سیمی، بی سیم، مودم تلفنی و غیره به تبادل اطلاعات با رایانه می‌پردازد.

نتیجه‌گیری و بحث

با وجود کاربرد گسترده ماژول‌های قابل برنامه‌ریزی (PLC-Programmable Logic Controller) در اتوماسیون کانال [۳۸]، استفاده از آنها به دلیل قیمت سرسام‌آور و طراحی خاص محیط‌های صنعتی در پروژه‌های کنترل مرکزی، ابداً قابل دفاع، اقتصادی و عملی نیست. بر این اساس، در طراحی اجزای مجموعه حاضر از میکروکنترلرهای خانواده AVR و 8051، ساخت شرکت Atmel [۱۲]، با قابلیت‌های فراوان به عنوان هسته بردهای کنترل‌کننده، داده‌نگار و میانی استفاده شده است. ارتباط با رایانه از طریق پورت استاندارد RS-232، امکان اضافه نمودن مودم جهت کنترل و پایش از راه دور و حتی امکان ارتباط از طریق اینترنت، از دلایل بکارگیری میکرو AVR است. نکته دیگر اینکه کنترل‌کننده‌های آبیاری موجود در بازار ایران قابلیت کنترل، پایش و برنامه‌ریزی از طریق رایانه را ندارند. مدارهای طراحی و ساخته شده ضمن پاسخگویی به نیازهای پروژه حاضر، باعث صرفه‌جویی اقتصادی شده و امکان توسعه‌های بعدی، به منظور جلب نظر مشتریان و کاربران آتی/احتمالی را فراهم می‌سازند (با توجه به تخصصی و مفصل بودن مدارات الکترونیکی طراحی شده، از ذکر اطلاعات مربوط به آنها در مقاله حاضر صرف نظر شده است).

از آنجاییکه بررسی یک سیستم کنترل مرکزی به صورت کلی عملی نبود، فعالیت گروه به پنج بخش عمده تفکیک گردید: ۱- ایستگاه پمپاژ هوشمند، ۲- حسگرهای رطوبت-دما سنج خاک، ۳- واحد هواشناسی دیجیتال و ۴- سیستم کنترل مرکزی شامل رابط کاربرگرافیکی، کنترل‌کننده، شیرهای برقی و مدار حفاظت

۱- ایستگاه پمپاژ هوشمند

جهت انجام آزمایشات، ایستگاه پمپاژی شامل سه الکتروپمپ 0.5 HP به صورت موازی [۲۰]، طراحی شد که یک الکتروپمپ ۳ فاز (مجهز به درایو، دور متغیر) و دو الکتروپمپ دیگر تکفاز (دور ثابت) انتخاب شدند (شکل ۳-الف). بر خلاف ایستگاه‌های پمپاژ رایج، تنظیم فشار بر روی هر مقدار دلخواه (البته در محدوده ظرفیت) امکان‌پذیر بود. کارایی سیستم در گستره دبی و فشار ممکن، بسیار خوب ارزیابی گردید.

تابلو فرمان ایستگاه شامل یک برد کنترل الکترونیکی، درایو فرکانس متغیر، منبع تحت فشار کوچک، ترانس‌میتورهای فشار و جریان، هدایت و اداره ایستگاه پمپاژ را به عهده دارد. سیستم بر مبنای یک الگوریتم کنترل دقیق PD-F (Proportional-Derivative-Filtering) به طور خودکار نسبت به کاهش یا افزایش درخواست جریان در شبکه واکنش نشان داده، پمپ وارد مدار کرده و یا خارج می‌نماید، به شکلی که در عین تامین دبی ورودی به واحدهای آبیاری، فشار همواره ثابت باقی بماند. اگر در بخشی از سیستم آبیاری، شیری علاوه بر شیرهای برقی به صورت دستی باز(بسته) گردد خود را با آن سازگار می‌کند.



(الف)



(ب)

شکل ۳: الف- سیستم پمپاژ هوشمند و ب- رابط کاربر گرافیکی

شایان ذکر است، در سال های اخیر تابلوهای فرمان عملیات پمپاژ که مجهز به درایو و ترانسسمیتر فشار باشند، توسط برخی شرکت های داخلی تولید شده است، لیکن هیچ یک از آنها رویکرد کنترل مرکزی و رایانه محور نداشته اند. تلاش حاضر در جهت طراحی و ساخت برد کنترل هوشمندی بوده است که بتواند در تعامل با یک نرم افزار مادر و در قالب یک سیستم واحد عمل کرده و در عین استقلال، از یک سیستم کنترل مرکزی نیز فرمان پذیر باشد.

۲- حسگرهای رطوبت- دما سنج خاک

متأسفانه، تمامی انواع حسگرهای رطوبت سنج تجاری [۴۱]، در ایران موجود نیست و بیشتر پژوهشگران و متخصصان داخلی تنها تانسیمتر، بلوک گچی و TDR را می شناسند. بعلاوه، هیچ یک از سه حسگر موجود در کشور، بدلیل نیاز به تعمیر و نگهداری مداوم، عدم دقت کافی و یا هزینه بسیار بالا، مناسب اتوماسیون نمی باشند. با وجود تحقیقات در خارج از کشور [۳۶]، بدلیل اینکه هیچگونه ارزیابی علمی که تفاوت کارایی آنها را در شرایط مختلف خاک و رطوبت در ایران نشان دهد، موجود نبود، گروه اقدام به بررسی تکنولوژی های موجود کرده و سه مدل حسگر شامل TDT و خازنی (مشابه خارجی دارند [۳۲ و ۳۳]) و سایکرومتر (Psychrometer) الکترونیکی (مشابه ندارد)، طراحی نمود. این حسگرها - که همزمان دمای خاک را نیز اندازه می گیرند - در حال طی مراحل آزمایشگاهی بوده و پس از حصول نتیجه و کارایی مناسب، در مقیاس مزرعه نیز بررسی خواهند شد. نتیجه بررسی های گروه نشان می دهد، در حال حاضر با در نظر گرفتن بحث هزینه، دقت و نوع خاک، تنها استفاده از تانسیمترهای دارای مبدل الکترونیکی عملی است که به تعداد مناسب، در کنار حسگرهای دمای خاک داخل خاک نصب می گردند [۲۷]. جهت تکمیل اطلاعات مورد نیاز رطوبتی، در کنار تانسیمترها می توان از یک رطوبت سنج دستی (مثلاً TDR) بهره گرفت.

۳- واحد هواشناسی دیجیتال

از لحاظ فنی، بجز حسگرهای اندازه‌گیری جهت و سرعت باد که ساخت آنها کمی مشکل است، باقی حسگرها از مراکز فروش قطعات الکترونیک با قیمتی ارزان قابل خریداری هستند [۳۷]. بنابراین یک برد الکترونیکی با هسته میکروکنترلر طراحی شد که بعنوان یک ایستگاه هواشناسی دیجیتال داده‌های جوی نظیر دما، بارندگی، فشار بارومتریک، رطوبت نسبی و تشعشع را اندازه‌گیری، ذخیره و به رایانه ارسال می‌کند.

۴- پکیج مینیاتوری آبیاری قطره‌ای

به منظور اثبات عملکرد مناسب سیستم کنترل مرکزی در مدیریت یک واحد آبیاری، گروه حاضر، نرم افزار و سخت افزار AnshanAb را در قابل پکیج مینیاتوری Green2006 را مطابق شکل (۴) پیکره بندی نمود تا با حفظ قسمت های اصلی و ویژگی های کلی سیستم، ارزیابی آن در یک مقیاس کوچک و با هزینه کم تر امکان پذیر شود. طرح حاضر در یک محیط کنترل شده آزمایشگاهی اجراء گردید. ۲۰ عدد گیاه آپارتمانی با ۴ نوع دور آبیاری و نیاز آبی متفاوت، انتخاب و در چهار دسته (Set) ردیف و آزمایش شدند. برای گیاهان مورد نظر، سیستم آبیاری قطره‌ای شامل چهار میکروپمپ، شناور، محفظه پمپ، لوله پلی اتیلن، اتصالات آبیاری قطره‌ای و چکاننده (Dripper) از نوع اسپاگتی [۱] طراحی شد. محفظه پمپ همزمان به عنوان مخزن آب و نگهدارنده سایر اجزا مانند میکرو پمپ ها و شناور مورد استفاده قرار گرفت. برنامه زمان بندی آبیاری توسط کاربر و از طریق رابط کاربر- کنترل کننده و یا نرم افزار - تنظیم شد. کنترل کننده طبق برنامه داده شده پمپ ها را روشن و خاموش کرده و آب از طریق لوله ها و قطره چکان ها به به گل ها می رسد.



شکل ۴: پکیج مینیاتوری آبیاری قطره‌ای

کارکرد سیستم آبیاری که با استفاده از کنترل‌کننده و رایانه اداره شده، طی ۶ ماه بررسی دقیق شد. نتایج نشان‌داد که سیستم کنترل مرکزی مینیاتوری طراحی شده به خوبی قادر به مدیریت آبیاری است. در صورتیکه سخت افزار و نرم افزار AnshanAb با حداکثر امکانات پیکره‌بندی گردد، قابلیت‌های ذیل را به نمایش خواهدداشت:

- ✓ رابط کاربر گرافیکی (بر مبنای ویندوز): نقشه سایت (مزرعه)، مشاهده کارکرد اجزاء سیستم بر روی صفحه نمایش
 - ✓ محاسبه اتوماتیک ET
 - ✓ جدول بازبینی کارهای انجام شده
 - ✓ گزارش شروع، خاتمه و مدت زمان آبیاری هر ایستگاه
 - ✓ گزارش وضعیت و کارکرد سیستم آبیاری به صورت روزانه، هفتگی، ماهانه و سالانه
 - ✓ سایت های آبیاری می توانند برای روزهای آبیاری، زمان شروع، مدت آبیاری و غیره زمان بندی شوند.
 - ✓ جداول آبیاری می توانند بطور خاص تنظیم گردند تا نوع گیاه، شرایط محیطی، فصل سال، رویش و غیره را مد نظر داشته باشند.
 - ✓ زمان های آبیاری هر پلات می تواند به طور اتوماتیک در پاسخ به تغییر مقدار ET روزانه با توجه به داده های جوی دریافتی از کاربر یا ایستگاه هواشناسی تنظیم شود.
 - ✓ اتوماسیون ایستگاه پمپاژ: راه اندازی اتوماتیک پمپ ها، سیستم مدیریت و پایش جریان/فشار، ثبت و گزارش میزان مصرف آب، مشاهده فشار و دبی در خط لوله اصلی و یا لترال ها، همچنین، با توجه به ظرفیت محدود ایستگاه پمپاژ، یک سیستم مدیریت جریان طبق یک جدول زمان بندی تعداد مشخصی شیر را یکی پس از دیگری وارد مدار می کند.
 - ✓ برنامه ها می توانند مطابق با ورودی حسگر از مزرعه شروع بکار کرده یا متوقف شوند.
 - ✓ پیغام آلامر به طور اتوماتیک کاربر را از بروز مشکلات در سیستم مطلع می کند.
 - ✓ امکان اداره دستی سیستم از بخش کنترل مرکزی
- به طور خلاصه، سیستم می تواند در مدهای دستی، نیمه اتوماتیک یا کاملاً اتوماتیک کار کند و این کاربران هستند که سطح پاسخ و کنترل را تعیین می کنند. در مد دستی سیستم همانند یک داده نگار جهت برداشت داده از واحدهای آبیاری و نمایش اطلاعات مورد نیاز به کار می رود. شیرهای برقی و پمپ ها فقط وقتی شروع به کار می کنند که کاربر تصمیم بگیرد و باز می مانند تا با یک کلیک موس بسته شوند. در مد نیمه اتوماتیک در حد یک زمان سنج (Timer) انعطاف پذیر توسعه می یابد و به کاربر این توانایی را می دهد که هر زمان و به هر شکل که خواست آبیاری کند. در مد تمام اتوماتیک، امکان مدیریت آبیاری بدون دخالت کاربر، پاسخ فوری به تغییر شرایط، حفظ مستمر شرایط رشد مطلوب با یک سرعت و دقت بی نظیر فراهم می گردد.

سپاسگذاری

بدین وسیله از آقایان دکتر محمد ابراهیمی، مهندس مسعودی نیا و مهندس منصفی؛ بترتیب استاد دانشکده برق و مربیان دانشگاه صنعتی اصفهان و آقای مهندس شجاع، دبیر محترم نظام مهندسی کشاورزی به خاطر همکاری و راهنمایی صمیمانه و از شرکت های انشان آب پارس (اصفهان) و فن آب گستر البرز (تهران) به خاطر سرمایه گذاری و تامین هزینه تحقیقات قدردانی می گردد.

منابع

- ۱- علیزاده، امین، "اصول و عملیات آبیاری قطره ای". انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. سال ۱۳۸۰، چاپ دوم، ۴۵۰ صفحه.
- ۲- دولت آبادی، کاظم، "بهینه سازی مصرف انرژی در الکتروموتورهای صنعتی: کاربرد کنترل کننده های دور موتور در صرفه جویی انرژی". شرکت پرتو صنعت، فصلنامه صنعت پمپ، شماره چهارم، بهار ۱۳۸۳، ص ۳۶-۴۷.
- ۳- شرکت پرتو صنعت. "کاربرد محاسبات LCC: سرعت ثابت یا متغیر؟". فصلنامه صنعت پمپ، شماره چهارم، بهار ۱۳۸۳، ص ۶۱-۶۶.
- ۴- نوربخش، ا. ۱۳۸۲. پمپ و پمپاژ. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۲۲۸ ص.
- ۵- ابراهیمی، محمد. ۱۳۸۱. کنترل درایوهای الکتریکی (AC - DC). جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، مرکز انتشارات. ۲۹۶ ص.
- 6- Omid M. and A. Shafaei. (2005). Temperature and Relative Humidity Changes inside Greenhouse. International Agrophysics. No. 19, 153-158.
- 7- Irrigation Training and Research Center, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, CA. Online Available at: <http://itrc.org>.
- 8- Rain Bird Corporation. Online Available at: <http://rainbird.com>.
- 9- Environmental Sensors Inc. Aqualink irrigation software. Online Available at: http://esica.com/products_aqualink.php.
- 10- Hunter Corporation. Online Available at: <http://hunterindustries.com>.
- 11- Rain Master Corporation. Online Available at: <http://rainmaster.com>.
- 12- Atmel Corporation. Online Available at: <http://www.atmel.com>.
- 13- Zoldoske D. F. (1990). Computer Software for Irrigation Scheduling. Irrigation Note. Online Available at: <http://wateright.org/site2/publications/900608.asp>.
- 14- Irrigation & Green Industry Network. Irrigation. Online Available at: <http://landscapeandirrigation.net/Irrigation>.
- 15- Brian, B., S. Smith, and B. Tullos. Control and Automation in Citrus Microirrigation Systems. University of Florida, IFAS Extension. Online Available at: <http://edis.ifas.ufl.edu/CH194>.
- 16- Dukes M. D. and D. Z. Haman. Operation of Residential Irrigation Controllers. University of Florida, IFAS Extension. Online Available at: <http://edis.ifas.ufl.edu/AE220>.
- 17- Tichenor J., M. D. Dukes and L.E. Trenholm. Using the Irrigation Controller for a Better Lawn on Less Water. University of Florida, IFAS Extension. Online Available at: <http://edis.ifas.ufl.edu/EP235>.
- 18- Zazueta F. S., A. G. Smajstrla and G. A. Clark. Irrigation System Controllers. University of Florida, IFAS Extension. Online Available at: <http://edis.ifas.ufl.edu/AE077>.
- 19- Wilson C.R. and D. Whiting. (2006). Operating and Maintaining a Home Irrigation System. Colorado State University. Cooperative Extension horticulture agent. Online Available at: <http://ext.colostate.edu/pubs/garden/07239.html>.
- 20- R. Mackay. Multiple Pump Operation. Online Available at: <http://rossmackay.com>.
- 21- Cal Poly ITRC. (2002). Emerging Technologies: Variable Frequency Drives and SCADA-Are they worthwhile investments. Report No. R 02-006. Online Available at: <http://itrc.org/reports/vfd/vfdandscada.pdf>.
- 22- Cal Poly ITRC. (2002). Emerging Technologies: Variable Frequency Drives-Planning your system. Report No. R 02-009. Online Available at: <http://itrc.org/reports/vfd/technologyspecs.pdf>.
- 23- Cal Poly ITRC. (2004). VFD Specification for Irrigation District Applications. Report No. R 06-004. Online Available at: <http://itrc.org/reports/vfd/technologyspecs.pdf>.

- 24- Cal Poly ITRC. (2004). Electric Motor Efficiency under Variable Frequencies and Loads. Report No. R 04-006. Online Available at: <http://itrc.org/reports/vfd/r06004>.
- 25- Cal Poly ITRC. (2001). Remote Monitoring and Control: System Set-Up. Report No. R 01-010. Online Available at: <http://itrc.org/reports/remote/remote.pdf>.
- 26- Muñoz-Carpena R. and M. D. Dukes. Automatic Irrigation Based on Soil Moisture for Vegetable Crops. University of Florida, IFAS Extension. Online Available at: <http://edis.ifas.ufl.edu/AE354>.
- 27- Smajstrla A. G. and D. S. Harrison. Tensiometers for Soil Moisture Measurement and Irrigation Scheduling. Online Available at: <http://edis.ifas.ufl.edu/AE146>.
- 28- Upadhyaya, S and T. Adunias. Sensors for Information Gathering. Online Available at: <http://precisionag.org/html/ch10.html>.
- 29- Muñoz-Carpena R. Field Devices for Monitoring Soil Water Content. University of Florida, IFAS Extension. Online Available at: http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_AE266.
- 30- Ley T. W., R. G. Stevens, R. R. Topielec and W. H. Neibling. Soil Water Monitoring & Measurement. A Pacific Northwest Publication – Washington, Oregon, Idaho. Online Available at: <http://cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/pnw0475/pnw0475.html>.
- 31- ICT International. 2006. Soil Moisture Measurement Instrumentation. Online Available at: <http://ictinternational.com.au/appnotes/ICT227.htm>.
- 32- Schlaeger S., C. Huebner and R. Becker. (2005). Simple Soil Moisture Probe for Low-Cost Measurement Applications. Proceedings of the Sixth International Conference on Electromagnetic Wave Interaction with Water and Moist Substances, Weimar, May 29 - June 1, 258-265. Online Available at: http://smg.uni-karlsruhe.de/~stefan/Pubs/2005-ISEMA/6.5_Huebner.pdf.
- 33- Kaufmann R. (1999). Sensor design: Capacitive Soil Moisture Probe. Institut für Zoologie und Limnologie, Technikerstrasse 25, A-6020 Innsbruck, Austria. Online Available at: http://uibk.ac.at/zoology/terrestrik/kaufmann/rk_sens.html.
- 34- Venkatesh M.S. and G.S.V. Raghavan. (2005). An Overview of Dielectric Properties Measuring Techniques. Canadian Biosystems Engineering, 47, 7.15-7.30. Online Available at: <http://engr.usask.ca/societies/csae/protectedpapers/c0231.pdf>.
- 35- Atkins R.T., T. Pangburn, R. E. Bates and B. E. Brockett. (1998). Soil Moisture Determinations Using Capacitance Probe Methodology. US Army Corps of Engineers, Cold Regions Research & Engineering Laboratory. Special Report 98-2. Online Available at: <http://handle.dtic.mil/100.2/ADA337497>.
- 36- Brendan Hugh G. (2006). Comparison of Techniques for Measuring the Water Content of Soil and Other Porous Media. M.Sc. Thesis. Department of Agricultural Chemistry & Soil Science, University of Sydney, New South Wales, Australia. Online Available at: <http://ictinternational.com.au/bhgeorge.htm>.
- 37- Wasinger J. Wireless Weather Station. Online Available at: <http://web-ee.com/Schematics/WirelessWeather/WirelessWeather.htm>.
- 38- Burt M. C. and X. Piao. (2002). Advances in PLC-Based Canal Automation. Irrigation Training and Research Center, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, CA. Paper No. P02-001. Online Available at: <http://itrc.org/papers/advaninplc/advances.pdf>.
- 39- Dukes M. D. and D. Z. Haman. Residential Irrigation System Rainfall Shutoff Devices. University of Florida, IFAS Extension. Online Available at: <http://edis.ifas.ufl.edu/AE221>.
- 40- Burt C. M. (2003). Chemigation and Fertigation Basics for California. Irrigation Training and Research Center, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, CA. Online Available at: <http://itrc.org/chemigation/basics.pdf>.
- 41- Charlesworth P. (2005). Soil Water Monitoring - An Information Package. Land & Water Australia, Irrigation Insights No. 1. Online Available at: http://lwa.gov.au/downloads/publications_pdf/PR050832.pdf.