بررسی و طراحی سیستم آبیاری هوشمند

کاظم لائی[1*]، جواد لائی[2]، سید رضا موسوی سیدی[3]،سید رضا طباطبایی کلور[3]

۱_ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی برق، دانشگاه آزاد اسلامی علی آباد کتول

۳- عضو هیت علمی، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

* ایمیل نویسنده مسئول: laiykazem@yahoo.com

چکیده

با توجه به اینکه ما به دنبال طراحی سیستمی هوشمند در زمینه کشاورزی هستیم از این رو بایستی تمامی بخش‌های مربوطه به این طرح را هوشمند کرده و از تمامی اطلاعات و امکانات به روز در هر بخش استفاده کنیم. در این مقاله با طراحی سیستم آبیاری هوشمند راه حلی ایده ال تر برای نظارت بر نیازهای آبیاری مزرعه و اثر بخشی حداکثر در شیوه آبیاری در این بحران کم آبی فعلی ارائه می‌دهد. برای کنترل رطوبت خاک و کنترل مصرف آب به صورت هوشمند از سه سنسور مقاومتی رطوبت خاک که از چهار مقاومت ۱۰K استفاده شده است. که این سنسورها در عمق ۱۵ سانتی متری داخل خاک گلدان‌ها به صورت مستقل از یکدیگر میزان رطوبت خاک را کنترل می‌کنند. با بکار گیری میکروکنترلر که متصل به سنسورهای رطوبت خاک می‌باشد، که پردازش و تجزیه تحلیل را براساس داده‌های به دست آمده از سه سنسور رطوبت خاک انجام می‌دهد. که در نتیجه دستور لازم را برای شیر برقی‌ها جهت باز شدن یا بستن آن و روشن یا خاموش کردن پمپ آب جهت کنترل آبیاری ارسال می‌کند. برای کنترل هوشمند سیستم آبیاری، یک سنسور مقاومتی ارزان قیمت در مقایسه با یک سنسور رطوبت سنج دقیق و گران قیمت مدل WET-2 کالیبره گردید. آزمایشات در ۳ گلدان با رطوبت‌های مختلف نشان داد که بین اندازه گیری دو سنسور همبستگی ۰/۹۹۴ وجود دارد. آزمایشات نشان داد که استفاده از میکروکنترلر، سنسور مقاومتی رطوبت خاک، شیر برقی و پمپ آب در کنترل دقیق و به موقع در راه اندازی سیستم آبیاری هوشمند، باعث حداقل مصرف آب، بدون نیاز به دخالت انسان و در زمان نیاز گل‌ها، آبیاری را به موقع انجام می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: سنسور، مدیریت آبیاری، میکروکنترولر، آبیاری هوشمند

مقدمه

یکی از بزرگترین مشکلات کشاورزی، آب رسانی و آبیاری بهینه و مناسب محصولات زراعی است. بیشتر محققان با استفاده از سیستم‌های یکپارچه حسگری به دنبال پیاده سازی سیستم‌های هوشمند و قدرتمندی هستند که بتوانند به کارگیری عامل انسانی را به حداقل برسانند و به دنبال آن، خطاها نیز کاهش یابد. سیستم‌های یکپارچه حسگری هوشمند جهت بالابردن دقت در زمینه کشاورزی معرفی شد که در آن خاک و محیط کشاورزی محصولات، از لحاظ کیفی کنترل شود(Blackmore, 1994). آبیاری مکانیزه و کشاورزی هوشمند امکان بهبودی مدیریت کشاورزی را با استفاده از مدیریت داده‌های فراهم می‌سازد. و در نهایت این که می‌توان با پیاده سازی چنین سیستمی و استفاده صحیح از اطلاعات این سیستم از مصرف بی رویه آب تا حد زیادی جلوگیری کرد. (صادقی فر و بذرافکن، ۱۳۹۳). در هر روش آبیاری چه نوین و چه سنتی زمان آبیاری مزارع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هر ساله به دلیل کم آبی با آبیاری زیاد که هر دو ناشی از غفلت کشاورزان و نا آگاهی آن‌ها از میزان رطوبت مورد نیاز برای رشد گیاه است بسیاری از محصولات از بین می‌روند و دلیل عمده این مشکل کاهش رطوبت خاک و نرسیدن آب به موقع محصول است (علیزاده و پاشایی، ۱۳۹۰). با اعمال روش‌های جدید در گلخانه می‌توان سالانه از هدر رفتن مقادیر زیادی آب جلوگیری نمود. با این روش می توان مدیریت بهتر و دقیق تری برای آبیاری گلخانه ارائه کرد. میزان کیفیت محصول بالا رفته و کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد، مصرف آب کاهش یافته و از صدمه رسیدن به محیط کشت و افزایش امراض و آفات جلوگیری می‌کند(دوستی و بشارت، ۱۳۸۷). سنسورهای هوشمند رطوبت خاک در دهه‌های اخیر، به جهت روشی سریع در تعیین رطوبت خاک، برای زمان بندی آبیاری بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. سنسورهای هوشمند رطوبت خاک در کاربردهایی نظیر کشاورزی دقیق، نظارت داشتن روی محیط آب خاک، تحقیقات تولید گیاه، بوجه بندی کردن منابع آبی و زمان بندی کردن آبیاری استفاده می‌شوند. با اندازه گرفتن مقدار رطوبت خاک، آبیاران می‌توانند تصمیم بگیرند که در چه زمانی، چه مقدار آب را برای رسیدن به بیشترین حد تولید گیاه و کمترین حد میزان مصرف آب به کار ببرند(Hanson *et al.*, 2000). سنسورهای هوشمند رطوبت خاک اندازه گیری لحظه‌ای و پیوسته‌ای از رطوبت خاک را انجام می‌دهند و به همین جهت در سیستم آبیاری هوشمند استفاده می‌شوند مطالعات زیادی در این زمینه عملکرد سنسورهای مختلف انجام شده است (Leib *et al.*, 2003). تحقیقی روی ۹ سنسور در یک خاک لوم شنی در مرکز تحقیقات گوجه فرنگی کانادا انجام دادند و داده‌های بدست آمده از این سنسورها را با روش وزنی مقایسه کردند. نتایج این تحقیق نشان داد بین سنسورها از نظر دقت اختلاف معنی داری وجود دارد(Chow *et al.*, 2009). سنسورهای هوشمند رطوبت خاک، مقدار رطوبت خاک را به صورت لحظه‌ای و با سرعت بالا اندازه گیری می‌کنند در این تحقیق به منظور افزایش کارایی مصرف آب در مزرعه، عملکرد ۳ سنسور هوشمند رطوبت خاک شامل سنسورهای Watermark 200ss-v, Watermark 200ss و ICS 9001 در عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی متر مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد تمامی سنسورها هوشمند تخمیین مناسبی از رطوبت خاک دارند. نتایج این تحقیق نشان داد سنسورهای هوشمند Watermark 200ss-v و Watermark 200ss در مکش‌های پایین نسبت به مکش‌های بالای رطوبت خاک، داده‌های دقیق تری از مقدار رطوبت خاک را اندازگیری می‌کنند (رحمانی ثقیه و قائمی، ۱۳۹۲). یک

سیستم هوشمند کنترل آبیاری قطره‌ای برای گندم در عربستان صعودی با استفاده از تکنولوژی سنسور وایرلسی طراحی نموده‌اند، روش سیستم آن‌ها بدین صورت بود که در ابتدا نیاز آبی گیاه گندم مشخص و سپس براساس طول آبیاری، زمانبندی آبیاری را به سیستم کنترل داده و سیستم براساس یک سنسور رطوبت سنج، رطوبت اطراف گیاه را دریافت و براساس این دو مقوله، قطره چکان‌های را جهت آبیاری به کار انداخته است. براساس این سیستم، آن‌ها مصرف آب را برای گندم در طول مرحله رشد مدیریت نموده و باعث کاهش مصرف آب شده‌اند(Atta *et al.*, 2011). یک سیستم وایرلس هوشمند برای آبیاری گل‌های گلخانه خانگی (شمعدانی، اسطوخدوس و نعناع) طراحی نموده‌اند. در این سیستم از دو سنسور جهت اندازه گیری پارامترهای رطوبتی خاک جهت ارسال به کنترل کننده استفاده نموده‌اند، ارزیابی‌ها نشان داده اند که سیستم خارج از سایر فاکتورهای خارجی، آبیاری در کنترل رطوبت اندازه گیری شده اطراف گیاه بوده است. نتایجی دست یافته حاکی از این بوده که از این سیستم علاوه بر استفاده آن در خانه‌های می‌توان مصرف آب را کنترل و بدون نیاز به مراقبت‌های ویژه و دائمی از گل‌های خانگی، زمان دقیق آبیاری و به موقع آن‌ها را صورت داد(Angelopoulos *et al.*, 2011). با نتایج آزمون‌های سیستم به منظور بررسی امکان تشخیص رطوبت لایه خاک در رطوبت‌های متفاوت نیز نشان داد که قرارگیری سنسور در عمق‌های مورد نظر می‌تواند عمل کند استفاده از این سیستم رطوبت مورد نظر خاک اطراف ریشه گیاه اندازه گیری و با تشخیص این میزان اقدام به برنامه ریزی کاملا هوشمند در آبیاری گیاهان کرد که این مهم منجر به کنترل هوشمند مصرف آب در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای می‌گردد(عبدالرحمانی رزکه و فرخی تیمورلو، ۱۳۹۲).

هدف از این تحقیق بررسی و طراحی سیستم آبیاری هوشمند با استفاده از سنسور مقاومتی رطوبت خاک در مقایسه‌ای با رطوبت سنج WET-2 جهت مدیریت صحیح از منابع آب در آبیاری به موقع محصولات و کاهش زیان‌های ناشی از عدم آبیاری به موقع محصول مزرعه می‌باشد. لذا جهت دستیابی به هدف فوق انجام موارد ذیل ضروری است.

۱_ استفاده از روش‌های نوین آبیاری و افزایش بهره وری

۲_ سرعت و دقت بالاتر در استفاده از سیستم هوشمند آبیاری به جای استفاده از سیستم سنتی

۳_ جلوگیری از آبیاری بیش از نیاز آبی گیاهان

۴_ انعطاف پذیری در نصب و اتصال این سیستم هوشمند بر روی انواع سیستم آبیاری موجود

۵_ کنترل آبیاری مزرعه به صورت نیمه اتوماتیک و اتوماتیک

مواد و روش‌ها

در طراحی سیستم آبیاری هوشمند با کنترل میزان آب و تعیین زمان آبیاری برای رسیدن به حداکثر تولید محصول، افزایش سطح کشت و حداقل مصرف آب یکی از شاخص‌های موثر می‌باشد(شکل ۱). آزمایشی برای سه گلدان با سه نوع خاک رسی، شنی و لوئمی رسی که در آن‌ها گل‌های آلوئه ورا، حسن یوسف و سانسوریا یا شمشیری کشت شده است. با قرارگیری سنسورهای مقاومتی رطوبت و رطوبت سنج WET-2 در اطراف ریشه‌ای گل‌های که در عمق ۱۵ سانتی متری هر گلدان قرار دارد. و با عمال شیر برقی‌ها برای

هر سه گلدان جهت آبیاری گلدان‌ها عمل می‌کند. آبیاری گل‌های گلدان‌ها به دو صورت انجام می‌گردد. یک نیمه اتوماتیک که با تعیین زمان بندی مشخص شده از سوء اپراتور انجام می‌شود. که در این حالت میکروکنترلر مطابق زمان‌های تعیین‌شده جهت آبیاری پمپ آب راه اندازی کرده و شیر برقی‌ها برای آبیاری همه گل‌ها گلدان‌ها باز کرده و نیازی به دخالت سنسورهایی رطوبت خاک ندارد. دو اتوماتیک در این حالت براساس رطوبت خاک که سنسورهای مقاومتی رطوبت در عمق ۱۵ سانتی متری خاک گلدان‌ها قرار گرفته‌اند رطوبت خاک آن‌ها را سنجیده و با ارسال اطلاعات از رطوبت خاک به میکروکنترلر پس از پردازش در صورت نیاز آبیاری هر گل گلدان که سیستم تشخیص دهد به صورت هوشمند پمپ آب راه اندازی کرده و شیر برقی مربوط به گل گلدان که نیاز به آبیاری دارند را باز کرده است، و تا زمانی که رطوبت خاک به اندازه کافی برای گل گلدان نرسیده باشد. سنسورها دستور بستن شیر برقی را نداده و به آبیاری خود ادامه می‌دهد. منبع تغذیه برق برای راه اندازی سیستم آبیاری هوشمند از یک باتری ۱۲ ولتی استفاده شده است.

شکل ۱. سیستم آبیاری هوشمند سه گلدان

میکرو کنترلرها

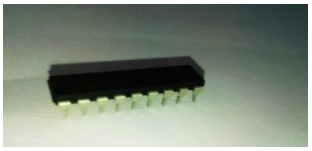
میکروکنترلر در واقع یک کامپیوتر تک تراشه‌ای می‌باشد. میکروکنترلر روی تراشه سیلیکونی ساخته می‌شود که دارای خصوصیاتی مشابه خصوصیات کامپیوترها است. در واقع میکروکنترلر قطعه‌ای است. که می‌توان با دادن فرمان آن را به عملیات مختلف وا داشت یعنی یک کنترل کننده قابل برنامه ریزی است. در این میکروکنترلر از نرم افزار برنامه نویسی زبان بیسیک جهت پردازش و تجزیه تحلیل از داده‌های بدست آمد استفاده شده، و به عنوان کنترل و هدایتگر سیستم آبیاری هوشمند در کیت کنترل مرکزی نصب شده است. در این تحقیق از میکروکنترلر ۴۰ پایه به نام Atmega16A از میکروکنترلرهای شرکت ATMEL این میکروکنترلرها از خانواده AVR است استفاده گردید(شکل ۲). این میکروکنترلرها از معماری RISC برخوردارند که با استفاده از این معماری پیشرفته و دستورات بهینه، حجم کد تولید شده را کم و سرعت اجرای برنامه را بالا می‌برد. از توانایی این میکروکنترلر کارایی بالا و توان

مصرفی کم، ۳۲ رجیستر ۸ بیتی، یک مقایسه کننده آنالوگ داخلی، فرکانس کاری ۰ تا ۱۶ مگاهرتز و ۳۲ خط داده ورودی و خروجی قابل برنامه و با ولتاژ ۴,۵ تا ۵,۵ ولت کار می‌کند.

شکل۲. میکروکنترلرAtmega16A

آی سی

وظیفه آی سی تقویت کننده سیگنال ها فرمان می‌باشد. این آی سی ULN ۲۸۰۳ دارای ۱۸ پایه است که درون این آی سی تعداد ۸ ترانزیستور دار لینگتون NPN قرار دارد(شکل ۳). استفاده از این آی سی هم مقرون به صرفه بوده و هم از تعداد قطعات روی برد کم کرده و در نتیجه باعث ساده تر شدن برد چاپی می‌شود. از این آی سی برای درایو کردن خروجی‌ها میکروکنترلر در مدار استفاده می شود.



شکل ۳. آی سی ۲۸۰۳

سنسور مقاومتی رطوبت

سنسور مقاومتی رطوبت خاک سه عدد هستند. که از چهار مقاومت ۱۰ کیلو استفاده شده برای تشخیص رطوبت در عمق ۱۵ سانتی متری داخل خاک قرار گرفته‌اند. و به صورت لحظه‌ای مقدار رطوبت خاک را تشخیص داده در این سنسورها با تغییرات رطوبت خاک تغییرات مقاومتی در خروجی سنسور ظاهر می‌شود. این سنسوردر محیط خاک کاملا خشک را معادل صفر درصد رطوبت و خاک اشباع شده را ۱۰۰ درصد رطوبت نشان می‌دهد. سنسورهای مقاومتی رطوبت خاک که توسط دو سیم داخل خاک در عمق مشخص کنار ریشه‌ای گل‌ها گلدان قرار گرفته‌اند(شکل ۴). که می‌توان با دور و نزدیک کردن آن‌ها در محل ریشه گیاه یا با افزایش و کاهش عمق قرارگیری در داخل خاک مقدار رطوبت در خاک را در یک یا چند نقطه از عمق خاک را به صورت هوشمند کنترل کرد.

شکل ٤. محل قرارگرفتن سنسور رطوبت خاک

رطوبت سنج مدل WET-2

این سنسور قابلیت اندازه گیری رطوبت، دما و شوری خاک را دارا می باشد که محدود اندازه گیری سنسور در محاسبه رطوبت خاک ۸۰-۰٪ ، دما ۴۰_۰ درجه سانتی گراد و شوری ۶۰_۰ میلی زیمنس بر متر با سرعت ۵ ثانیه برای اندازه گیری هر سه پارامتر می‌باشد(Anonymous, 2007). سنسورWET-2 ثابت دی الکتریک خاک را اندازه گرفته و مقدار رطوبت آن را با استفاده از جداول کالبراسیون محاسبه می‌نماید. این جدول برای اکثر خاک های معمول همچون رسی، شنی و ... فراهم شده و در دسترس می باشد. این سنسور خاک کاملا خشک را صفر درصد رطوبت و خاک اشباع را دارای رطوبت ۸۰ درصد نشان می دهد. که جهت ارزیابی با یک سنسور مقاومتی استفاده گردید.

شیر برقی

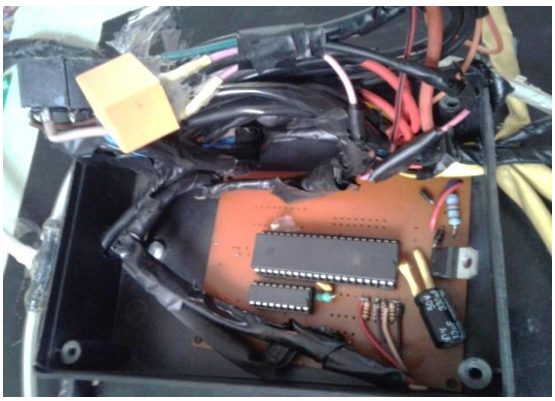
شیر برقی طراحی شده در این سیستم آبیاری هوشمند ۳ عدد هستند. که از یک پمپ برقی ۱۲ ولت و یک شیر آب کوچک ساخت شده‌اند(شکل ۵). یک از مزایای مهم این شیر برقی‌ها در حالت هوشمند جهت آبیاری هر یک به طور مستقل از یکدیگر عمل می‌کنند. که این شرایط بستگی به رطوبت در خاک، فاصله بین دو سر سنسورها از یکدیگر و عمق سنسورها در خاک می‌باشد. به طوری که با ارسال اطلاعات سنسور رطوبت خاک مربوط به هر شیر برقی در مرکز کنترل پس از پردازش با ارسال دستور به رله‌های مربوط به هر شیر برقی را جهت آبیاری به موقع باز یا بسته می‌کند در حالی که برای حالت نیمه اتوماتیک، شیر برقی‌ها براساس برنامه زمانی مشخص در برنامه میکروکنترلر برای آبیاری گل‌ها گلدان‌ها هر سه تا شیر برقی با هم باز شده‌اند و پس از مدت زمان آبیاری شیر برقی‌ها بسته شده و آبیاری متوقف می شود.

شکل۵. شیر برقی طراحی شده

رله

رله‌ها یک سوئیچ الکترونیکی است. که به وسیله جریان الکتریسیته قطع یا وصل می‌شوند. به عبارتی مانند یک کلید سر راه جریان قرار می‌گیرد و باعث برقراری و قطع جریان می‌شود(شکل ۶). از رله ۵ ولت با پایه‌های میلون در این سیستم آبیاری هوشمند استفاده شده، ۴ عدد هستند. که در کیت کنترل مرکز قرار گرفته‌اند(شکل ۷). این رله‌ها برای راه اندازی پمپ آب و ۳ عدد شیر برقی بکار رفته است. روش عملکرد آن بر اساس صفر و یک هست، چنانچه جواب دستور شرطی برنامه نویسی شده برای میکروکنترلر مثبت باشد. پایه متصل شده میکروکنترلر به ورودی آن یک و در غیر این صورت صفر را برقرار می‌سازد. که با این شرایط عدد یک باعث وصل شدن برق به پمپ آب جهت عمل پمپاژ آب از مخزن آب و باز کردن شیر برقی‌ها به منظور آبیاری مزرعه، و عدد صفر برق پمپ آب را قطع کرده و پمپ آب خاموش می‌شود. همچنین باعث بسته شدن شیر برقی‌ها جهت جلوگیری از آبیاری عمل می‌کنند.

شکل٦. رله‌ها جهت وصل و قطع کردن جریان



شکل ۷. کیت کنترل مرکزی سیستم آبیاری هوشمند

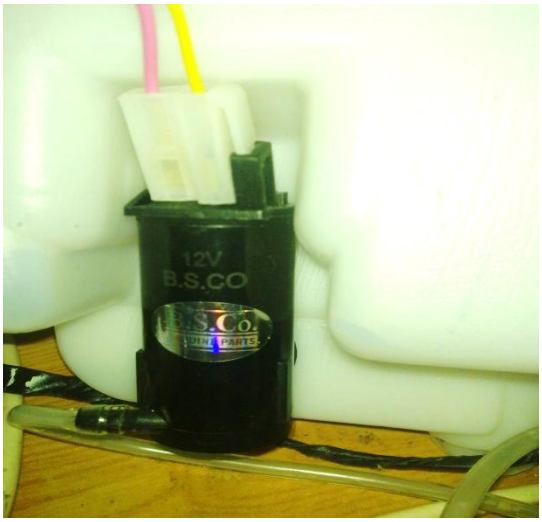
فیوز

یک فیوز ۱۰A برای جلوگیری از اتصال کوتاه در سیستم استفاده شده است(شکل ۸).

شکل۸. فیوز ۱۰ A

پمپ

برای پمپاژ آب به سیستم آبیاری هوشمند وجود یک پمپ ضروری هست. که از یک پمپ ۱۲ ولتی با قیمت مناسب به این منظور استفاده گردید. که این پمپ آب بر رو یک مخزن آب برای پمپاژ آب در صورت باز شدن هر کدام از شیر برقی‌ها روشن و با بسته شدن تمامی شیرها خاموش می‌شود(شکل ۹).



شکل ۹. پمپ آب

کالیبراسیون سیستم اندازه گیری رطوبت با دو سنسور رطوبت

به منظور کالیبراسیون صحیح سیستم آبیاری هوشمند یک سری آزمایش اندازه گیری جهت ارزیابی و بدست آوردن دقت سنسورها در شرایط واقعی انجام شد. برای این کار آزمون مقایسه‌ای بین سنسور مقاومتی رطوبت در سیستم طراحی شده با رطوبت سنج WET-2 انجام گردید. خاک استفاده شده در آزمایش اندازه گیری رطوبت خاک از نوع رسی، شنی و لومی رسی بود. با قرار دادن دو سنسور در یک گلدان به طور متناوب در حالتی که سیم‌های سنسور در عمق ۱۵ سانتی متری در داخل خاک قرار گرفته است، اندازه گیری‌ها انجام شد. مدت زمان قرار گرفتن سنسور در خاک گلدان نیز ثابت برای هر دو در نظر گرفته شد که سنسور به حالت ثابت

در نشان دادن رطوبت بروی نمایشگر برسد. آزمایش کالیبراسیون در شرایط کاملا کنترل شده و برای ۳ گلدان که گل در آن کاشت شده بود صورت گرفت.

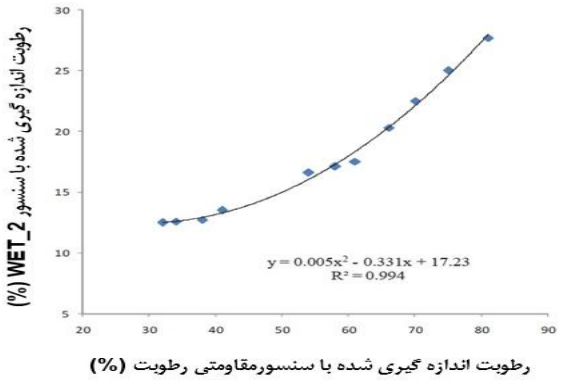
نتایج و بحث

با اندازه گیری رطوبت خاک گلدان‌های مورد نظر، داده‌های دریافتی از دو سنسور رطوبت ثبت و در جدول (۱) مقدار این داده‌های اندازه گیری شده برای ۳ گلدان با رطوبت‌های متفاوت نشان داده شده است. همانطورکه مورد انتظار بود، رطوبت اندازگیری شده توسط سنسورمقاومتی با آنچه توسط سنسور WET-2 اندازه گیری نشان داده است، متفاوت است.

جدول ۱. داده های اندازه گیری شده برای دو سنسور در دمای مشخص برای ٦ گلدان

دما (C)	سنسور مقاومتی رطوبت (٪)	WET-2 (٪)	گلدان
۳۰	۳۴	۱۲/۶	۱
۳۲	۸۲	۲۷/۷	۲
۳۳	۵۸	۱۷/۲	۳
۳۱	۶۵	۲۰/۳۰	۴
۳۱	۳۲	۱۲/۵	۵
۳۳	۷۵	۲۰	۶

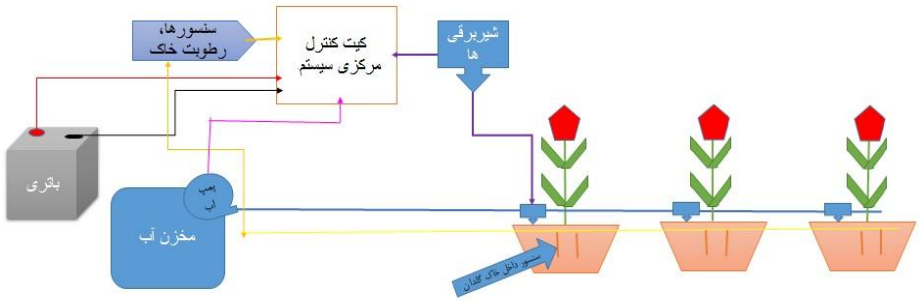
معادله رگرسیونی بین این دو مقدار اندازه گیری برای کالیبراسیون سیستم آبیاری هوشمند طراحی شده مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از این معادله، نمایشگر سیستم قادر به نمایش رطوبت خاک به مقدار واقعی می باشد. معادله رگرسیون در شکل ۱۰ نشان داده شده است، همانطور که مشخص است ضریب همبستگی ۰/۹۹۴ بین داده ها بر قرار است.



شکل ۱۰. کالیبراسیون سنسورمقاومتی با سنسور WET-2

مدیریت هوشمند آبیاری مزرعه

یکی از راه‌های استفاده برای مدیریت از منابع آبی در کشاورزی به کارگیری سامانه‌های آبیاری هوشمند می‌باشد. در اجرای سیستم آبیاری هوشمند که با بکارگیری ، سنسور مقاومتی رطوبت خاک که با کنترل رطوبت خاک مزارع و دما هوا می‌توان در زمان مورد نیاز آبیاری گیاه را انجام دهد.که می‌تواند علاوه بر مدیریت مصرف آب، باعث افزایش تولید محصول در واحد سطح و می‌توان سطح زیر کشت را نیز افزایش داد، یکی از تکنیک فنی و اقتصادی برای تولید محصولات در شرایط کمبود آب می‌باشد. که این امر خود باعث افزایش کارایی مصرف در آب می شود. در سیستم آبیاری به صورت هوشمند(شکل۱۱) با توجه به رطوبت خاک اطراف ریشه گل‌های گلدان که سنسورهای مقاومتی رطوبت خاک قرار گرفته با ارسال داده به میکروکنترلر جهت پردازش و تجزیه تحلیل داده های دریافتی بر اساس برنامه نوشته شده دستور لازم را برای آبیاری ارسال می‌کند. در صورتی که میزان رطوبت خاک هر گلدان از ۲۵ ٪ کمتر باشد شیربرقی را برای آن گلدان باز می‌کند و پمپ آب را به روش کرده و چناچه میزان رطوبت خاک هر سه گلدان از ۴۵٪ بیشترباشد شیربرقی ها را بسته و پمپ آب را خاموش می‌کند.



شکل ۱۱. شماتیک سیستم آبیاری هوشمند برای سه گلدان

نتیجه گیری کلی

با طراحی این سیستم آبیاری هوشمند برای نظارت بر وضعیت رطوبت خاک با استفاده از سنسور مقاومتی رطوبت خاک، میکروکنترلر، شیر برقی و پمپ آب نصب شده رو مخزن آب درکنترل مصرف آب برای اعمال روش‌های مدیریتی بهینه و به منظور نگهداری حفظ رطوبت خاک و بهبودی کیفیت محصولات استفاده می‌شود. همچنین با توجه به نتایج کالیبراسیون سیستم آبیاری هوشمند نشان داد که داده‌های اندازه گیری شده با سنسور مقاومتی رطوبت خاک دقت زیادی با داده‌های اندازه گیری شده توسط سنسور رطوبت سنج WET-2 دارد. که باعث آبیاری مزارع به صورت هوشمند (آبیاری فقط در صورت نیاز گل‌ها به آب)، عدم نیاز به اپراتور برای راه اندازی سیستم به دلیل استفاده از سنسور مقاومتی رطوبت خاک که دارای دقت زیادی در آبیاری و تعیین زمان آبیاری بر اساس پتانسیل آب خاک که باعث افزایش سطح زیر کشت محصول با حداکثر تولید و کاهش هدر رفت آب می‌شود. و از مزایای دیگر این سیستم آبیاری امکان کارایی سیستم در انواع آبیاری قطره‌ای، بارانی، جویچه‌ای یک درمیان و ... به دلیل نحوه

استفاده آسان و قیمت مناسب از این سیستم آبیاری هوشمند می‌توان در آبیاری انواع باغات و مزارع با هر نوع محصولی و با هر وسعتی، باغچه منازل، فضای سبز و برای آبیاری کشت‌های گلخانه‌ای اجرا نمود.

پشنهادات

۱_ استفاده از فرستنده و گیرنده (بی سیم)

۲_ استفاده از پنل‌های خورشیدی

۳_ سیستم هشدار پیام کوتاه

فهرست منابع

دوستی، م.، و س. بشارت. ۱۳۸۷. مدیریت آب آبیاری در گلخانه با استفاده از TDR جهت کاهش هزینه و افزایش. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، ۶ و ۷ شهریورماه ۱۳۸۷، انجمن مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران و دانشگاه فردوسی مشهد(مشهد).

رحمانی ثقیه، ج.، و ع. ا. قائمی. ۱۳۹۲. ارزیابی ومقیاسه عملکرد سنسورهای هوشمند رطوبت خاک با روش وزنی در روش آبیاری میکرو. اولین همایش ملی بحران آب، ۲۵ و ۲۶ اردیبهشت ماه ۱۳۹۲، دانشگاه آزده اسلامی واحد خورسگان(اصفهان)

صادقی فر، ص.، و م. بذرافکن. ۱۳۹۳. استفاده از سیستم gis درمدیریت آبیاری درزمان واقعی. دومین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، ۲۱ مهر۱۳۹۳، موسسه آموزش عالی مهرآروند_گروه ترویجی دوستداران محیط زیست وانجمن حمایت از طبیعت ایران (تهران).

عبدالرحمانی رزکه، ن.، و ر. فرخی تیمورلو. ۱۳۹۲. کالیبراسیون یک رطوبت سنج خاک ارزان قیمت جهت استفاده در سیستم های آبیاری قطره ای. هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون ایران، ۹ و ۱۱ بهمن ماه ۱۳۹۲، دانشگاه فردوسی مشهد(مشهد).

علیزاده، م.، و ر. پاشایی. ۱۳۹۰. سیستم آبیاری هوشمند. چهاردمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران، ۱۵و۱۷ شهریورماه ۱۳۹۰، سازمان علمی دانشجویی مهندسی برق کشور و دانشگاه صنعتی کرمانشاه(کرمانشاه)

Angelopoulos C. M., S. Nikoletseas, and C. Constantinos. 2011. A smart system for garden watering using wireless sensor networks. Proceedings of the 9th ACM international symposium on mobility management and wireless access, Miami, Fl, USA . 31 October _ 04 November. pp 167-170.

Atta, R., T. Boutraa .and A. Akhkha. 2011. Smart irrigation system for wheat in Saudi arabia using wireless sensors network technology. International journal of water resources and arid environments1(6): 478-482.

Blackmore, S. 1994. Precision farming: an introduction. Outlook on Agriculture 23(4): 275_280.

Chow, L., Z. Xing., H. W. Rees., F. Meng., J. Monteith. and L. Stevens. 2009. Field performance of nine soil water content sensors on a sandy loam soil in new brunswick, maritime region, Canada. Sensors, 9(11): 9398-9413.

Hanson, B. R., S. Orloff. and D. Peters. 2000. Monitoring soil moisture helps refine irrigation management. California Agriculture. 54(3): 38-42.

Leib, B. G., J. D. Jabro. and G. R. Mtthews. 2003. Field evaluation and performance comparison of soil moisture sensors. Soil Science. 168(6): 396-408