کالیبراسیون یک رطوبت‌سنج خاک ارزان‌قیمت جهت استفاده در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای

نایب عبدالرحمانی رزکه[۱]، رحمان فرخی تیمورلو[۲]

۱ – دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه ارومیه (Nayeb.arahmani@yahoo.com)
۲– استادیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه (نویسنده مسئول: Email: r.farrokhi@urmia.ac.ir)

چکیده

امروزه عواملی چون رشد بی‌رویه جمعیت، توسعه ناهنجار شهرنشینی و افزایش استانداردهای زندگی، نیاز بـه آب و حفاظـت بیشتر از آن را اجتناب‌ناپذیر کرده است. با گسترش استفاده از سیستم‌های نوین آبیاری (تحت فشار)، یکی از مسائلی که امـروزه در بخش کشاورزی به نیازی مهم مبدل شده است، کنترل مدت زمان آبیاری می‌باشد که با کنترل این زمان گامی موثر جهت کـاهش مصرف آب، کاهش نیروی کارگری، افزایش کارایی مصرف آب و عملکرد محصول برداشته خواهد شد. میـزان رطوبـت در اطـراف ریشه گیاهان یک محدوده خاصی می‌باشد، لذا تعیین زمان شروع و پایان آبیاری و همچنین مدت زمان آبیاری یکی از عوامل مـوثر در اتوماسیون سیستم‌های آبیاری می‌باشد. برای اندازه‌گیری رطوبت خاک و کنترل هوشـمند مصـرف آب، اسـتفاده از سنسـورهای رطوبت سنج خاک ضروری می‌باشد. باتوجه به وارداتی و گران بودن سیستم‌های کنترل هوشمند، استفاده کشاورزان از این فنـاوری در سیستمهای آبیاری محدود بوده است. از اینرو برای کنترل هوشمند سیستم‌های آبیاری قطره‌ای، یک رطوبت سنج مدل YL-69 با قیمت مناسب در مقایسه با یک سنسور رطوبت‌سنج دقیق و گران‌قیمت مدل WET-2 کالیبره گردید. آزمایشـات در ۸ گلـدان بـا رطوبت‌های مختلف نشان داد که بین اندازه‌گیری دو سنسور همبستگی ۰/۹۹۴ وجود دارد، لذا معادلـه رگرسـیونی حاصـل در یـک برنامه میکروکنترلر متصل به سنسور YL-69 استفاده گردید تا جهت طراحی یک سیستم کنترل هوشمند سیسـتم آبیـاری اسـتفاده گردد. آزمایشات نشان داد که استفاده از این سیستم سنسور و میکروکنترلر به طور مطلوب در محدوده رطوبتی مورد نظر کار نمـوده و قابل استفاده مناسب برای کنترل هوشمند پمپ آب موجود در سیستم آبیاری می‌باشد.

کلیدواژه: آبیاری قطره‌ای، رطوبت‌سنج، سنسور، کالیبراسیون، کنترل هوشمند

مقدمه

افزایش تولیدات کشاورزی به منظور خودکفا شدن در تامین غذای موردنیاز جمعیت کشور یکی از مهم‌ترین اهداف توسعه اقتصادی می‌باشد. در این ارتباط تامین نهاده‌های مورد نیاز و استفاده بهینه از آنها حائز اهمیت فراوان است. آب به عنوان یکی از نعمت‌های خدادادی و از جمله اساسی‌ترین نهاده‌ها در بخش کشاورزی است و علاوه بر تلاش در جهت شناسایی پتانسیل‌های بهره‌برداری و استحصال منابع آبی جدید باید در استفاده بهینه از آب هرگونه تمهیدات مناسب را به کار گرفت. در این راستا احداث شبکه‌های آبیاری، پوشش انهار سنتی، استفاده از لوله و سایر راه‌حل‌های معمول منجر به کاهش تلفات آب در سیستم انتقال و توزیع خواهد شد. لیکن بهره‌برداری حداکثر از آب در سطح مزرعه و به عبارت دیگر افزایش بازده آبیاری در آن در گرو استفاده از روش آبیاری مناسب می‌باشد. در این ارتباط توسعه سیستم‌های ابیاری تحت فشار مورد توجه متصدیان بخش کشاورزی قرار گرفته و امکانات و پتانسیل‌های مختلفی جهت اولویت دادن به توسعه سیستم مذکور به کار گرفته شده‌اند. همچنین تلاش‌های کارشناسی گسترده‌ای در رابطه با ابعاد فنی، اقتصادی و اجتماعی این امر صورت پذیرفته است.

کشاورزی یکی از فاکتورهای مهم در تولید محصولات غذایی برای بشر می‌باشد. از آنجایی که برای تولید محصول کشاورزی نیاز به آب وجود دارد بنابراین کمبود آب همواره به عنوان یکی از مهمترین فاکتورهای محدودکننده در تولیدات گیاهی در سراسر جهان مطرح بوده است. محدودیت منابع آبی کشور باعث گردیده تا بخش کشاورزی به عنوان عمده‌ترین مصرف کننده منابع آبی با کمبود آب برای تولید مواد غذایی روبرو باشد. در این شرایط مهمترین چالش بخش کشاورزی افزایش بهره‌وری آب و تولید بیشتر غذا از آب کمتر است. فلات ایران نیز با داشتن آب و هوای خشک و نیمه خشک همواره از کمبود آب و بی مهری طبیعت رنج برده و همواره در طول تاریخ، در اندیشهٔ رفع کم آبی در تلاش بوده است.

به همین دلیل انتخاب روشهای مناسب توزیع آب در سطح مزارع از راهکارهای مدیریتی مؤثر در ارتقاء بهره‌وری آب کشاورزی می باشد. آبیاری قطره‌ای از جمله این روش‌ها است که با توجه به خصوصیات ویژه‌ای که داراست می‌تواند رطوبت را در عمق توسعهٔ ریشه‌ها در حوالی ظرفیت نگهداری کنترل نموده و آب را بموقع و به اندازهٔ نیاز گیاه در اختیار ریشه‌ها قرار دهد.

شکل۲. مصرف بی‌رویه آب در روش آبیاری غرقابی

شکل۱. کمبود آب و رقابت مردم بر سر آن

با دست یابی به این مهم علاوه بر اینکه می توان پارمترهای کیفی و کمی سیستم را کنترل نمود می‌توان گامی موثر در کاهش رشد علف‌های هرز در بین ردیف‌های گیاه نمود که این نیز موجب برگشت‌پذیری بعضی هزینه های که صرف از بین بردن علفهای هرز می شود باشد (Coolong, 2013).

ژن و همکاران در سال ۲۰۱۱ مطالعاتی را در زمینه سیستمهای آبیاری قطره‌ای هوشمند حلقه بسته‌ای را با استفاده از سنسور وایرلسی انجام داده‌اند. در این تحقیق اندازه گیری‌ها در شرایط مزرعه با دقت بالا ارزیابی و بر حسب اندازه‌گیری مشخصات خاک مزرعه صورت گرفته است، در این روش از ده سنسور در مناطق مختلف مزرعه استفاده شده که داده‌های ثبت شده را به یک سرور جهت پردازش ارسال می نمود، سیستم بطور اتوماتیک براساس نیاز گیاه و با استفاده از داده‌های دریافتی اقدام به آبیاری مزرعه می نمود. براساس ارزیابی صورت گرفته صحت درستی داده‌های دریافتی ۸۷٪ بود که ۹۷٪ درصد آن براساس شرایط مزرعه بوده است. نتایجی که از این سیستم گرفتند این بود که می توان از مشخصات خاک جهت آبیاری گیاه براساس نیاز آبی آن استفاده کرد که درصد اطلاعات دریافتی نشان از دقت بالای این سیستم می باشد (Zhen, et al, 2011).

وینتر و همکاران در سال ۲۰۰۶ مطالعاتی را در زمینه آبیاری قطره‌ای و نحوه آبیاری در ایالات متحده انجام داده‌اند که منجر به طراحی سیستم آبیاری توسط کنترل زمان آبیاری شده است، نتایجی که آنها کسب نموده اند این است که بهینه شدن مصرف آب قابل ملاحظه است، آنها همچنین خساراتی که در اثر آبیاری بیش از حد به گیاهان و زمین وارد می شود متوقف نموده‌اند، این نتایج بدست آمده متناسب با سیستم قطره‌ای براساس سنسور کنترل زمانی بوده است (Winter, et al, 2006).

دورسان و اسمیت در سال ۲۰۱۱ در کشور ترکیه از سیستم وایرلس در کنترل خودکار آبیاری قطره استفاده نموده‌اند، آنها مصرف آب را با استفاده از خودکارسازی بهینه کرده‌اند. آزمایشات آنها با استفاده از چند سنسور و قرارگیری در چند منطقه مزرعه صورت گرفته است که این سنسورها استفاده از تکنولوژی وایرلسی با مرکز کنترل در ارتباط بوده‌اند، که حاکی از آن است، استفاده از این سنسور سبب کاهش هزینه ها و بهره‌وری مفید در مصرف آب می شود (Dursun, and Semih, 2011).

ادیسون در سال ۲۰۱۱ سیستم کنترل هوشمند آبیاری قطره ای را با استفاده از سنسور رطوبت سنج طراحی نموده است. این سیستم بر مبنای حجم رطوبتی خاک که توسط سنسور مربوطه اندازه‌گیری می شود نیاز آبی گیاه را مشخص و با استفاده از تابلو کنترل پمپ را جهت آبیاری براساس زمان بندی که به سیستم داده شده است بکار انداخته و آبیاری را انجام می دهد که نتایج حاکی از بازده‌دهی بالای این سیستم است (Edison, 2011).

مونز و میکائیل در سال ۲۰۰۵ تحقیقاتی در زمینه آبیاری قطره‌ای اتوماتیک برای سبزیجات بر پایه سنسور اندازه‌گیری رطوبت در ایالت فلوریدا انجام داده‌اند، مبنای آزمایشات آنها فاصله ۱۵ سانتیمتری سنسور از گیاه و خاک ماسه‌ای نرم با کشش ۱۰ تا ۱۵ کیلوپاسگال بوده است ، نتایج که آنان کسب نموده اند این است که برای گوجه‌فرنگی در شرایط ارائه شده آب به میزان ٪۵۰–۴۰ در سطح مزرعه براساس آبیاری قطره‌ای کاهش یافته است (Munoz and Michael, 2005).

آتا و همکاران در سال ۲۰۱۱ یک سیستم هوشمند کنترل آبیاری قطره ای 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 بر اساس طول آبیاری، زمانبندی آبیاری را به سیستم کنترل داده و سیستم براساس یک سنسور رطوبت سنج، رطوبت اطراف گیاه را دریافت و براسای این دو مقوله ، قطره‌چکانهای 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).

آنگالوفوس و همکاران در سال ۲۰۱۱ یک سیستم وایرلس هوشمند برای آبیاری گلهای گلخانه خانگی (شمعدانی ، اسطوخدوس و نعناع) طراحی نموده‌اند. در این سیستم از دو سنسور جهت اندازه گیری پارمترهای رطوبتی خاک جهت ارسال به کنترل کننده استفاده نموده‌اند، ارزیابی‌ها نشان داده‌اند 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 خانه های می توان 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).

الگباری و محمد در سال ۲۰۱۱ مطالعاتی را بر روی هوشمند سازی آبیاری قطره‌ای برای نگهداری آب در مناطق خشک و کم آب صورت داده‌اند، آنان به ارزیابی دو سیستم کنترل هوشمند و کنترل دستی آبیاری قطره‌ای برای گندم پرداخته‌اند ، سنسوری جهت اندازه گیری رطوبت موجود در خاک در عمق ۲۰ سانتیمتری استفاده شده که در تکرارهای متفاوت رطوبت موجود در خاک را اندازه‌گیری نموده است که بین داده های اندازه گیری شده یک وابستگی ۰/۹۸ و ۰/۹۱ مشاهده نموده‌اند. بعد از ساخت به ارزیابی سیستم در جهت عملکرد محصول با استفاده از دو سیستم خودکار و دستی پرداخته و نتایجی مفید و قابل ملاحظه‌ای در این زمینه ارائه داده‌اند (Al-Ghobari and Mohammad, 2011).

در سال‌های اخیر منطقه خاورمیانه و بالاخص کشور ما، به دنبال کاهش بارش برف و باران، مشکل کمبود آب حاد گردیده و استفاده از آب‌های زیرزمینی مشکلات زیست محیطی به همراه آورده است. لذا یکی از اولویت‌های کشور کاهش و بهینه نمودن مصرف آب بخصوص در زمینه کشاورزی می‌باشد که سهم بزرگی از مصرف آب کشور را به خود اختصاص می‌دهد. در گذشته که سرآغاز آبیاری نوین مهندسی در ایران به حساب می‌آید، روش آبیاری مدرن به جای آبیاری سنتی ترویج گردیده است. بنابراین گامی موثر در مدرنیزه کردن سیستم‌های آبیاری و کاهش آب مصرفی در ایران برداشته شده است اما مشکل اساسی بهینه‌سازی این سیستم‌ها برای کاهش بیشتر مصرف آب می باشد. بنابراین، در این تحقیق سعی شد یک سنسور مناسب و ارزان قیمت برای استفاده در سیستم‌های آبیاری کنترل هوشمند کالیبره شده و عملکرد آن مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

به منظور طراحی یک مرکز کنترل هوشمند آبیاری قطره‌ای، پس از بررسی تحقیقات انجام‌شده در این زمینه و با در نظر گرفتن سادگی سیستم و وسایل موجود در ایران که دارای قیمت مناسبی نیز باشد، روش مناسبی انتخاب شد. به‌این‌ترتیب، مواد و تجهیزات مورد استفاده در طراحی و ساخت سیستم به صورت زیر می‌باشد:

۱- قطعات الکترونیکی

۱-۱- میکرو کنترلر AVR : میکروکنترلرها، کامپیوترهای کوچکی هستند که توانایی انجام کار بر حسب نیاز استفاده کننده را دارا می‌باشند. این نوع میکروکنترلرها براساس ساختار پیشرفته RISC ساخته شده‌اند. این نحوه ساختار، میکرو کنترلر را قادر می‌سازد که هر خط دستور نوشته شده را تنها در یک پالس ساعت اجرا نماید، به عبارت دیگر، میکروکنترلر با یک فرکانس یک مگاهرتزی، یک مگا دستور را در یک ثانیه(MIPS) اجرا می‌نماید. این کار باعث می‌شود سرعت پردازش برنامه بالا بوده و نیز مصرف توان میکروکنترلر بهینه باشد. میکروکنترلر مورد استفاده در این پژوهش، از نوع Atmega32A، ۴۰ پایه می‌باشد.

۱-۲- Led مدل LM016L : برای نشان دادن داده‌های دریافتی از سنسور رطوبت سنج خاک و دما از Led استفاده شده است.

۱-۳- بردبورد: طراحی مدار و اجرا، بر روی این قطعه صورت گرفته است.

۱-۴- دماسنج: در طراحی مدار از یک سنسور دماسنج نوع LM35 نیزاستفاده شد تا مطالعه تاثیر دما در اندازه‌گیری رطوبت و همچنین مطالعه مدل‌های مختلف نیاز آبی گیاه در ادامه پژوهش مقدور باشد.

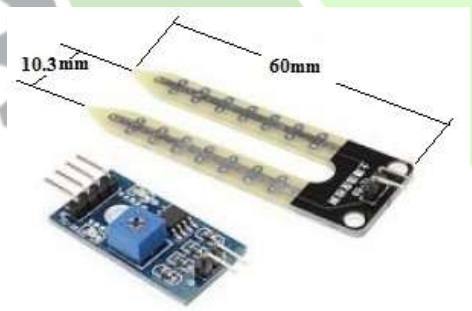
۱-۵- رله : این رله برای راه‌اندازی پمپ بکار رفته است. روش عملکرد آن براساس صفر و یک می‌باشد، چنانچه جواب دستور شرطی برنامه نوشته شده برای میکرو مثبت باشد، پایه متصل شده میکرو به ورودی آن، یک(۵ولت) و در غیر صورت صفر(صفر ولت) را برقرار می‌سازد که با این شرایط، عدد یک باعث وصل شدن برق به پمپ شده و عمل پمپاژ آب صورت می‌گیرد و عدد صفر برق پمپ را قطع می‌نماید.

۲- پمپ: برای پمپاژ آب به سیستم آبیاری قطره‌ای، وجود یک پمپ ضروری می‌باشد. در این پژوهش از یک پمپ دیافراگمی با قیمت مناست به این منظور استفاده شد.

۳- رطوبت سنج

۱- جهت ارزیابی یک سنسور ارزان قیمت، رطوبت‌سنج مدل WET-2[1] تهیه شد. این سنسور قابلیت اندازه‌گیری سه پارامتر خاک مانند حجم رطوبت، شوری و دما را دارا می‌باشد که محدوده اندازه‌گیری سنسور در محاسبه حجم رطوبت ۸۰-۰٪ ، شوری $mS.m^{-1}$ ۶۰۰-۰ (میلی زیمنس بر متر) و دما ۴۰-۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت اندازه‌گیری ۵ ثانیه برای اندازه‌گیری هر سه پارامتر می‌باشد (Anonymous, 2007). سنسور WET-2 ثابت دی الکتریک خاک را اندازه گرفته و مقدار رطوبت آن را با استفاده از جداول کالیبراسیون محاسبه می‌نماید. این جداول برای اکثر خاک‌های معمول همچون شنی، رسی و .... فراهم شده ودر دسترس می‌باشد. این سنسور خاک کاملا خشک را صفر درصد رطوبت و خاک اشباع را دارای رطوبت ۸۰ درصد نشان می‌دهد.

۲- سنسور رطوبت‌سنج خاک مدل (YL-69) با خروجی آنالوگ (حداکثر ۵ ولت در محیط خشک) و دیجیتال (۰یا یک) با ولتاژ عملیاتی ۳/۳ تا ۵ ولت از بازار با قیمت مناسب تهیه شد، به گونه‌ای که با قرار دادن سنسور در اطراف ریشه گیاه در عمق موردنظر، اندازه‌گیری رطوبت خاک وجود داشته باشد. این سنسور دارای دو پایه با فاصله ۱/۳cm از هم و یک برد آردینو کوچک با ۴ پایه در خروجی (AO،DO،VCC،GND) و دو پایه در ورودی (اتصال به ماژول قرار گرفته درخاک) می‌باشد ساخته شده است (شکل۳).

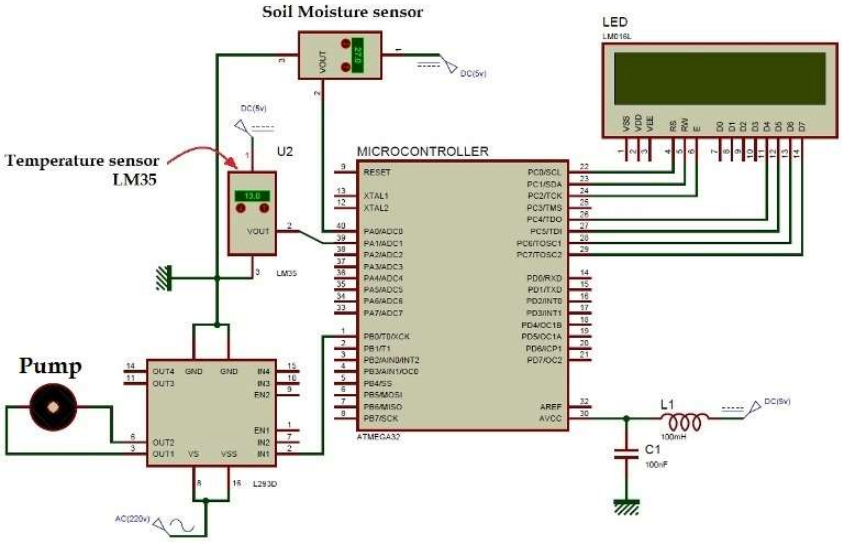


شکل۳. سنسور رطوبت سنج مدل YL-69 و برد آردینو

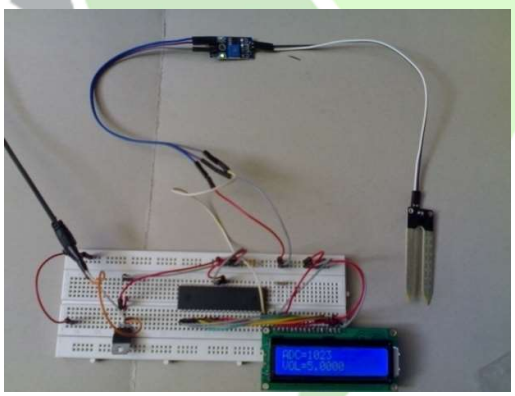
برای ساخت دیتالاگر و دریافت داده از سنسور، خروج آنالوگ آردینو به پایه ۴۰ام میکرو (A/D) جهت دریافت خروجی آنالوگ سنسور و تبدیل آن به دیجیتال جهت خواندن و نشان دادن آن استفاده شد. از نرم‌افزار Code Vision AVR و با استفاده از زبان برنامه‌نویسی C++ برنامه‌ای جهت خواندن داده از پایه میکرو و نشان دادن آن بر روی Led مدل LM016L استفاده شد. این نرم‌افزار برنامه نوشته شده را به فایل قابل خواندن (هگز) توسط میکرو می‌نماید. با توجه به احتمال وجود داشتن خطا در طراحی مدار برای تسهیل در طراحی آن و جلوگیری از بوجود آمدن خطا، مدار بصورت آزمایشی در نرم‌افزار پروتیوس (ISIS 7 Professional) اجرا و صحت درستی آن بررسی شد. فایل هگز درست شده توسط نرم‌افزار progisp و پروگرامر از کامپیوتر به میکرو انتقال داده شده

[1] WET,(**W**ater content , **E**lectrical conductivity , **T**emperature)

است. شکل ۴ نحوه اتصال سنسور رطوبت سنج خاک و نمایشگر Led را به پایه‌های میکروکنترلر و شکل ۵ مدار ساخته شده را نشان می‌دهد.



شکل۴. مدار اندازه گیری رطوبت خاک در نرم‌افزار پروتیوس



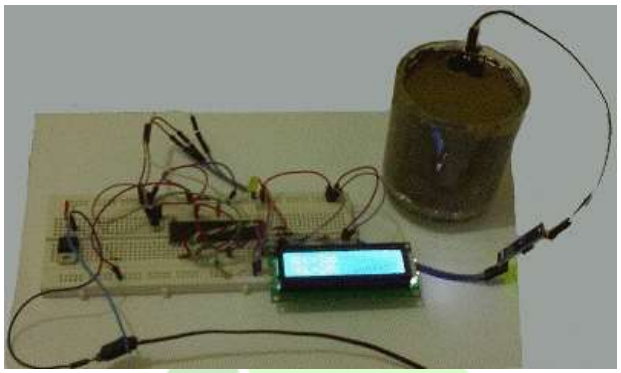
شکل۵. ساخت مدار اندازه گیری رطوبت خاک بر روی بردبورد

راه‌اندازی سنسور رطوبت سنج

خروجی آنالوگ ماژول رطوبت‌سنج در زمانی که میزان رطوبت خاک کم باشد، مقدار خروجی بالا و زمانی که رطوبت بالا باشد مقدار پائینتری را به پین آنالوگ آردینو ارسال می‌کند. ولتاژ خروجی آردینو به پین مبدل آنالوگ به دیجیتال میکروکنترلر متصل گردید تا سیگنال آنالوگ به دیجیتال تبدیل گردیده و در نمایشگر نشان داده شود. بنابراین پس از طراحی و ساخت مدار سیستم اندازه‌گیری رطوبت خاک، صحت کار سنسور مورد آزمایش قرار گرفت. برای اینکار خروجی ماژول در دو حالت، یکی زمانی که پایه‌های سنسور در فضای آزاد گرفته بود و دوم زمانی که پایه‌های سنسور در درون یک لیوان پر از آب قرار داده شده بود (شکل ۶)، اندازه‌گیری گردید.

داده‌های دریافتی دیجیتال و معادل آنالوگ سنسور رطوبت‌سنج برای دو حالت فوق‌الذکر و در دمای محیط ۳۰درجه سانتیگراد مطابق جدول یک می‌باشد.

میکروکنترلر خروجی آنالوگ برد آردینو را با یک بایت به سیگنال دیجیتال تبدیل می‌کند. بدین صورت که ۵ ولت آنالوگ در محیط خشک معادل صفر درصد رطوبت و صفر ولت آنالوگ معادل ۱۰۰درصد رطوبت در نظر گرفته شد.



شکل۶. نحوه تست اولیه سیستم اندازه‌گیری رطوبت خاک

جدول ۱. داده‌های اندازه‌گیری برای دو حالت قرارگیری سنسور

در داخل آب	در فضای آزاد	پارامتر اندازه‌گیری شده
۵۰	۱۰۲۳	ADC
۰/۲۴۴۱	۵	(v) ولتاژ خروجی سنسور
٪۱۰۰	٪۰	رطوبت

کالیبراسیون سیستم اندازه گیری رطوبت با رطوبت سنج WET-2

به منظور کالیبراسیون صحیح سیستم یک سری آزمایش اندازه‌گیری جهت ارزیابی و بدست آوردن دقت سنسور در شرایط واقعی در دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه اجرا شد. برای اینکار آزمون مقایسه‌ای بین سیستم طراحی شده با رطوبت‌سنج WET-2 انجام گردید. محل آزمایش اندازه‌گیری، گلخانه گروه باغبانی دانشکده و خاک مورد استفاده از نوع لومی- رسی بود. برای بررسی کارکرد سنسور و اشکالات ابتدائی، ابتدا اندازه‌گیری‌هایی در یک سری گلدان انجام گردید (شکل۷). همچنین با قراردادن دو سنسور در یک گلدان به طور متناوب در حالتی که میله‌های سنسور بطور مساوی در داخل خاک قرار گرفته است، اندازه‌گیری‌ها انجام گردید. مدت زمان قرار دهی سنسور در خاک گلدان نیز ثابت برای هر دو در نظر گرفته شد. زمان طوری در نظر گرفته شد که سنسور به حالت پایداری در نشان دادن رطوبت بروی نمایشگر برسد. با توجه به مقاومتی بودن دو سنسور از قرارگیری همزمان هر دو سنسور در

کنار هم بدلیل تاثیرگذاری بر همدیگر ممانعت بعمل آمد اما سعی شد در همان نقطه‌ای که سنسور WET-2 قرار گرفته می شود ماژول سیستم رطوبت سنج طراحی شده نیز در آن محل قرارگیرد. پس از بدست آوردن تخمینی از داده های اندازه‌گیری شده و تاثیر پارامترهای متفاوت (از قبیل قرار دادن دو سنسور در کنار هم، عدم ثبات در هنگام داده‌خوانی و رطوبت بالای ۴ گلدانی که محصول در آن کشت نشده)، آزمایش کالیبراسیون در شرایط کاملاً کنترل شده و برای ۸ گلدانی که گیاه در آن کشت شده بود صورت گرفت.

شکل۷. نحوه اندازه‌گیری اولیه سیستم اندازه‌گیری رطوبت خاک برای ۸ گلدان مهیا شده.

شکل۸. نحوه قرارگیری دو سنسور در داخل خاک .

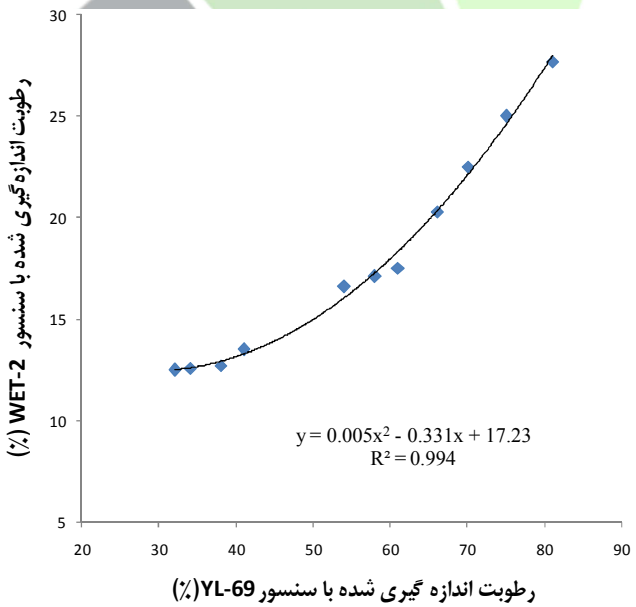
نتایج و بحث

با اندازه‌گیری رطوبت خاک گلدانهای مورد نظر، داده‌های دریافتی از دو سیستم ثبت و در جدول (۲) مقدار این داده‌های اندازه گیری شده برای ۸ گلدان با رطوبتهای متفاوت نشان داده شده است. همانطور که مورد انتظار بود، رطوبت اندازه‌گیری شده توسط سنسور YL-69 با آنچه توسط سنسور دیگر اندازه‌گیری نشان داده است، متفاوت است.

جدول ۲. داده های اندازه گیری شده برای دو سیستم در دمای مشخص برای ۱۱ گلدان

گلدان	wet-2 (٪)	YL-69 (٪)	دما (C)
۱	۱۶/۶	۵۴	۳۲
۲	۲۰/۳۰	۶۶	۳۱
۳	۲۵	۷۵	۳۳
۴	۲۷/۷	۸۱	۳۲
۵	۲۲/۵	۷۰	۳۱
۶	۱۲/۵	۳۲	۳۱
۷	۱۲/۶	۳۴	۳۳
۸	۱۳/۵	۴۱	۳۲
۹	۱۷/۱	۵۸	۳۳
۱۰	۱۷/۵	۶۱	۳۲
۱۱	۱۲/۷	۳۸	۳۳

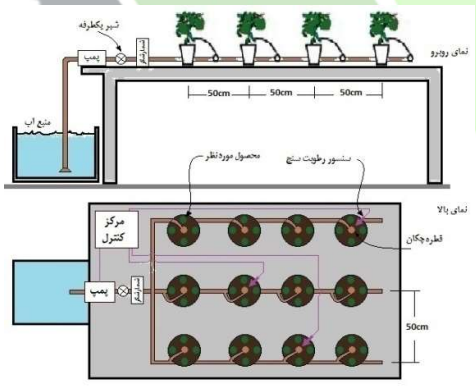
معادله رگرسیونی بین این دو مقدار اندازه‌گیری برای کالیبراسیون سیستم طراحی شده مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از این معادله، نمایشگر سیستم قادر به نمایش رطوبت خاک را به مقدار واقعی می‌باشد. معادله رگرسیون در شکل ۹ نشان داده شده است، همانطور که مشخص است ضریب همبستگی ۰/۹۹۴ بین داده‌ها برقرار است.



شکل ۹. کالیبراسیون سنسور YL-69 با سنسور WET-2

برآورد نیاز آبی گیاه، طراحی و اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای

جهت طراحی سیستم آبیاری قطره‌ای، تعیین نیاز آبی محصولات کاشته شده مورد نیاز می‌باشد. بطور کلی قدم اصلی در تعیین نیاز آبی گیاه، دانستن مقدار تبخیر و تعرق گیاهی است. تبخیر و تعرق یکی از اساسی‌ترین فرآیندها در چرخه حیاتی گیاهان به منظور برآورد نیاز آبی می‌باشد و شرایط آب‌وهوایی (دمای هوا، وضعیت ریشه، رطوبت خاک اطراف ریشه، روش آبیاری، میزان بارندگی و تشعشع خورشیدی) محل کاشت عامل اصلی موثر بر آن است. بر اساس این اطلاعات و پارامترهای تاثیرگذار، روشهای متفاوت محاسباتی همچون تشت کاهش یافته، معادله فائو- پنمن- مانتیث، روش تابش خورشیدی و پنمن مانتیث با تبخیر و تعرق گیاه مرجع چمن برای بدست آوردن تبخیر و تعرق ارائه شده است. اما آنچه حائز اهمیت است ارائه روشی کارا و ساده با توجه به پارامترهای قابل اندازه‌گیری شونده برای تعیین زمان آبیاری است، مع‌الوصف تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه صورت گرفته که زمان آبیاری را براساس تنش رطوبتی اطراف ریشه گیاه در نظر می‌گیرند، آنها محدوده رطوبتی را در نظر داشته و اقدام به زمان آبیاری بر این اساس می‌نمایند. با توجه به دریافت رطوبت اطراف ریشه گیاه در برنامه میکرو دستور شرطی براساس آبیاری در نظر گرفته شد و سیستم آبیاری قطره‌ای مجهز به سیستم هوشمند برای آبیاری سه ردیف ۴ گلدانی محصول ریحان طراحی گردید (شکل۱۰) به طوری که از سه سنسور رطوبت سنج در سیستم برای هر ردیف از گلدان‌ها استفاده شده است که میکروکنترلر میزان رطوبت را از سه سنسور دریافت نموده و با میانگین‌گیری از سه سطح رطوبت و با شرط اینکه چنانچه میزان رطوبت از ۲۰٪ کمتر شد پمپ را جهت آبیاری به کار بیاندازد و چنانچه رطوبت به میزان ۴۰٪ رسید پمپ را خاموش نماید.



شکل ۱۰. سیستم آبیاری قطره‌ای طراحی شده برای گلدان‌ها

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، یک سیستم اندازه‌گیری رطوبت خاک برای سیستم کنترل هوشمند آبیاری قطره‌ای ساخته‌شده و کالیبره گردید. نتایج کالیبراسیون سیستم نشان داد که داده‌های اندازه‌گیری‌شده با سیستم طراحی شده همبستگی بالایی با داده‌های اندازه‌گیری‌شده توسط سنسور رطوبت‌سنج WET-2 دارند. بنابراین، می‌توان ادعا نمود که سیستم ساخته‌شده مناسب برای اندازه‌گیری رطوبت خاک

در عمق مورد نظر است. نتایج آزمون‌های سیستم به منظور بررسی امکان تشخیص رطوبت لایه خاک در رطوبتهای متفاوت نیز نشان داد که قرار گیری سنسور در عمقهای موردنظر می‌تواند عمل کند. با استفاده از این سیستم رطوبت موردنظر خاک اطراف ریشه گیاه اندازه‌گیری و با تشخیص این میزان می‌توان اقدام به برنامه ریزی کاملاً هوشمند در آبیاری گیاهان کرد که این مهم منجر به کنترل هوشمند مصرف آب در سیستمهای آبیاری قطره‌ای می‌گردد.

فهرست منابع

1- Al-Ghobari H.M. and Mohammad F. S. (2011). Intelligent irrigation performance: evaluation and quantifying its ability for conserving water in arid region. Applied water science Vol:1:73-83.

2- Angelopoulos C.M., Nikoletseas S. and Constantinos C. (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.

3- Anonymous (2007).User Manual for the WET sensor, Delta-T devices Ltd.

4- 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): 478-482.

5- Coolong T. (2013). Using irrigation to manage Weeds : A focus on drip irrigation. Weed and pest control- Conventional and new challenges- Chapter 7.

6- Dursun M. and Semih O. (2011). A wireless application of drip irrigation automation supported by soil moisture sensors. Academic Journals. Vol: 6(7), pp. 1573-1582

7- Edison S.S.R. (2011). Smart irrigation control system. Thesis at Bethlahem institute of engineering, Karungal.

8- Munoz.C.R. and Michael D.D. (2005). Automatic irrigation based on soil moisture for vegetable Institute of food and agricultural sciences. University of florida IFAS extension, AE354.

9- Winter C., Soylemez. N., Trivedi. j., Pickens. 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, October 19-21.

10- Zhen li. , Wang N., Hong T. , Franzen A. and Li J.N.(2011). Closed-loop drip irrigation control using a hybrid wireless sensor and actuator network. Science china information sciences, Vol:54 No.3: 577–588.

Calibration of soil moisture sensor for use in drip irrigation systems

Nayeb Abdolrahmani Razkeh[1], Rahman Farrokhi Teimourlou[2]

1,2- MSc Student and Assistant Professor, Dept. of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, Urmia University (*- Corresponding Author Email: r.farrokhi@urmia.ac.ir)

Abstract

Today, factors such as excessive population growth, urbanization and rising living standards, abnormal development, the need to water and its more conservation is inevitable. With the development of modern irrigation systems (under pressure), one of the issues that have become important need in today's agriculture irrigation is controlling the irrigation duration which controlling the irrigation time is an effective steps to reduce water consumption, reduce labor, increase water use efficiency and yield of harvest. The moisture around the roots of the plant is a limited range so that it is important to determine the start and end time of irrigation and irrigation duration in order to design an automated irrigation system. For measuring soil moisture and controlling intelligent water consumption, use of soil moisture sensor is necessary. Due to being expensive and importing the intelligent control systems, the use of these technology by farmers is limited. Therefore, for controlling intelligent drip irrigation systems, a low cost soil moisture sensor, YL-69, was calibrated by using an expensive and more accurate sensor, WET-2. Experiments in 8 pots with different moisture content showed that the root access is 0.994 between the two measurements. So the regression relation is used in the programming of a micro controller attached to an YL-69 sensor in order to use in designing of an intelligent irrigation control system. Experiments showed that the use of the sensor and micro controller can work properly in the suitable soil moisture range and can use it for intelligent controlling of irrigation system's pump.

Key words:

Drip irrigation, Soil moisture, Sensor, Calibration. Intelligent control