طراحی و ساخت میکرولایسیمتر وزنی تمام اتوماتیک با سیستم ثبت اطلاعات و اطلاع رسانی از راه دور

سلمان برومند [۱] عبدالرسول زارعی [۲]

مقاله برگرفته از پایان نامه دانشجویی نمی باشد.

چکیده

میزان تبخیر و تعرق در گیاهان اساس برنامه‌ریزی آبیاری جهت مصرف آب در بخش کشاورزی می‌باشد. دقیق‌ترین روش بررسی نیاز آبی گیاهان بررسی بیلان آب در لایسیمترهای وزنی می‌باشد. استفاده از لایسیمترهای وزنی متداول دارای مشکلاتی از قبیل نیاز به حضور مستمر کارشناس در محل نصب لایسیمتر می‌باشد. بنابراین هدف از این پژوهش، طراحی و ساخت میکرولایسیمتر وزنی تمام اتوماتیک قابل حمل با دقت بالا و هزینه کم است که در دوره‌های زمانی مشخص (بدون محدودیت زمانی از چند دقیقه تا چند روز) بدون نیاز به حضور کارشناس اقدام به اندازه‌گیری فاکتورهای مورد نیاز در رابطه با بیلان آب در لایسیمتر نماید، کمبود آب مورد نیاز گیاه را به صورت اتوماتیک به سیتم اضافه نماید، گزارش اقدامات را به کاربر ارسال نماید، داده‌ها را به صورت اتوماتیک روی کارت حافظه ذخیره نماید و امکان اندازه‌گیری دقیق نیاز آبی گیاه و آبیاری اتوماتیک براساس الگوی از پیش تعیین شده را فراهم سازد. در این سیستم محاسبه و ارسال اطلاعات مورد نیاز آبیاری بر اساس الگوریتم از پیش تعیین شده، توسط میکروکنتور انجام می‌شود. نتایج مقایسه همبستگی داده های برداشت شده توسط این دستگاه با داده های اندازه گیری شده توسط کارشناس به صورت حضوری در مدت ۱۰ روز (با دوره های زمانی ۶ ساعته، ۱۲ ساعته و ۲۴ ساعته) نشان داده که همبستگی در هر سه دوره با خط دارای همبستگی یک ($X=Y$) در سطح اعتماد ۹۹ درصد دارای تفاوت معناداری نیست.

واژه های کلیدی: میکرولایسمتر وزنی ، تبخیر و تعرق، اندازه گیری اتوماتیک، کنترل فلو، کالیبراسیون

[۱] استادیار، گروه مهندسی برق، دانشکده مهندسی، دانشگاه فسا، شهر فسا، ایران. Email: Boroumand@Fasau.ac.ir
[۲].دانشیار، گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری (مهندسی طبیعت)، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فسا، شهر فسا، ایران :Email .
Ar_Zareiee@fasau.ac.ir(نویسنده مسول)

مقدمه

با توجه به اقلیم ایران که عمدتا خشک و نیمه خشک می باشد و همچنین وابستگی معیشت تعداد زیادی از خانوار های در ایران به کشاورزی (عمدتا با سیستم های آبیاری سنتی)، مدیریت مناسب مصرف آب در این بخش و استفاده بهینه از منابع آب از موارد مهم در کاهش خطر بحران کم آبی باشد (Zarei and Moghimi, 2019 ;Zarei et al. 2019). با توجه به روند تغییرات اقلیمی در ایران و روند افزایشی دما و همچنین روند کاهشی بارش در بیشتر مناطق کشور (Salehi et al. 2020) و به دنبال آن افزایش مصرف آب در بخش کشاورزی، منابع آب در این بخش با محدودیت زیادتری مواجه می گردد، به این ترتیب لزوم اعمال برنامه ریزی دقیق جهت استفاده بهینه از منابع آب جدی می باشد (Goharian and Azizipour, 2020). از طرفی با توجه به اینکه در ایران حدود ۹۰ درصد آب مصرفی در بخش کشاورزی می باشد و حدود ۹۹ درصد آب مصرفی در بخش کشاورزی نیز صرف تبخیر و تعرق می شود (علیزاده، ۱۳۸۲) لذا اطلاع از میزان تبخیر و تعرق و یا میزان آب مصرفی گیاه اساس یک برنامه ریزی آبیاری در جهت صرفه جویی در مصرف آب و همچنین هدفمند کردن مصرف آب را بخش کشاورزی را تشکیل می دهد. طبیعی است بدون اطلاع از این موضوع یا آب در اختیار گیاه کمتر از حد لازم بوده و عملکرد گیاه را تحت الشعاع قرار می دهد و یا زیادتر از حد لازم بوده و تلفات آب را به دنبال دارد. یکی از بهترین و دقیق ترین راهکارهای ارائه شده در رابطه با بررسی نیاز آبی گیاهان استفاده از رابطه موازنه آب و خاک در محدوده ریشه گیاه با استفاده از لایسیمتر های وزنی می باشد(نشریه ۱۲۲ کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۸۷).

استفاده از لایسیمتر های وزنی دارای مشکلات مختلفی می باشد از جمله اینکه برای داده برداری از این لایسیمترها لازم است کارشناس همیشه دارای حضور فیزیکی در محل نصب لایسیمتر باشد، داده برداری نیز صرفا به شکل حضوری امکان پذیر است و همچنین خطا های انسانی نیز در جبران آب مصرفی توسط گیاه در لایسیمتر می تواند تاثیر گذار باشد. به دنبال حل مشکلات مذکور ایده طراحی و ساخت لایسیمتر های اتوماتیک (بدون نیز به حضور فیزیکی و دخالت کارشناس) مطرح گردید. اخیرا محققان مختلفی در ایران و جهان اقدام به طرحی لاسیسمتر های وزنی اتوماتیک نموده اند. فرزانه زردشتی و همکاران (۱۳۹۷) اقدام به طرحی میکرو لایسیمتر وزنی با قطر و ارتفاع به ترتیب ۳۰ و ۲۷ سانتی متر در انشگاه شهید باهنر کرمان نمودند. در این لایسیمتر میزان آب زهکش شده از کف لایسیمتر مبنای جبران کمبود آب در لایسیمتر می باشد. از محمدودیت های این لایسیمتر می توان به عدم دارا بودن مکانیسم طراحی و پیاده سازی الگوی آبیاری و محاسبات مربوط به تبخیر و تعرق اشاره نمود. سهرابی و همکاران (۱۳۸۴) اقدام به طراحی لایسیمتر وزنی الکترونیکی با ابعاد بزرگ در دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران (کرج) نمودند. از مزایای این لایسیمتر بزرگ بودن آن و از معایب آن غیر قابل حمل بودن و غیر اتوماتیک بودن می باشد. بحرانی و خانجانی (۲۰۰۲) اقدام به طراحی و ساخت لایسیمتر دوقلوی وزنی الکترونیکی در جهاد دانشگاهی استان کرمان واقع در مزرعه دانشگاه شهید باهنر کرمان نمودند در این الیسیمتر، بیشترین خطا توسط لودسل ها کمتر از یک کیلوگرم و معادل با ۰/۱۴ میلیمتر عمق آب ثبت گردید.از دیگر تحقیقات صورت گرفته در راستای طراحی، ساخت لایسیمتر ها و میکرولایسیمتر های اتوماتیک و استفاده از آنها در سطح جهان می توان به Gong et al. 2020; Zheng et al. 2020; Ran et al. 2020; Schmidt et al. 2013; Lorite et al. 2012; Zhao et al. 2010; Payero and Irmak, 2008; Jia et al. 2006; اشاره نمود.

هدف اصلی این مقاله نیز طراحی و ساخت میکرولایسیمتر وزنی جهت اندازه گیری، انجام محاسبات و اجرای فرآیند آبیاری به صورت تمام اتوماتیک در دوره های زمانی مشخص (بدون هیچگونه محدودیتی در دوره زمانی مد نظر از چند دقیقه تا چند روز) بدون نیاز به حضور فیزیکی کارشناس توسط پردازشگر میکرو کنترلر می باشد. همچنین با توجه به اینکه در این دستگاه کلیه محاسبات توسط نرم افزار

صورت می گیرد امکان لحاظ کردن معادله تغییرات جرم گیاه در محاسبات مربوط به لایسیمتر جهت افزایش دقت کار امکان پذیر می باشد. از سوی دیگر با توجه به طراحی صورت گرفته امکان لحاظ نمودن هر نوع استراتژی آبیاری دلخواه و یا رابطه موازنه دلخواه در برنامه پردازشگر پیش بینی شده است. از مزایا و نوآوری های دیگر تجهیز طراحی شده، امکان ثبت داده های سیستم، شامل میزان تعرق و تبخیر در دوره زمانی مد نظر کاربر، زمان های آبیاری و میزان حجم آبیاری و همچنین ذخیره داده ها در کارت حافظه و عملا گزارش گیری دقیق از عملکرد سیستم و ارسال آن به کابر به شکل پیامکی می باشد. از نقاط قوت طراحی استفاده از قطعات و سنسورهای متداول و نسبتا ارزان قیمت به منظور کاهش هزینه تمام شده است.

مواد و روش

دقیق ترین روش بررسی موازنه آب و خاک استفاده از لایسیمتر های وزنی می باشد. در این روش، جریان آب ورودی و خروجی به محدوده توسعه ریشه گیاه در طول یک دوره مشخص تعیین می شود. به طوریکه آب آبیاری، آب بارندگی و رطوبت اولیه خاک منابع آب ورودی به محدوده توسعه ریشه گیاه و رطوبت خاک در انتهای دوره اندازه گیری، آب خروجی یا زهکش شده از کف لایسیمتر ها و تبخیر و تعرق از سطح خاک و گیاه منابع آب خروجی را شامل می شوند. چنانچه، به جز تبخیر و تعرق، تمامی جریان ها قابل برآورد باشند، تبخیر و تعرق را می تواند بر مبنای معادله بیلان آب ورودی و خروجی در طول یک دوره مشخص به صورت رابطه زیر محاسبه نمود (نشریه ۱۲۲ کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۷):

$$ET_c = I + P + SM_i - Dw - SM_e \qquad (۱)$$

که در آن: ET_c : تبخیر و تعرق از خاک و گیاه کاشته شده در لایسیمتر، P : بارندگی، Dw : آب خروجی زهکش شده از کف لایسیمتر طی دوره اندازه گیری، SMi : رطوبت خاک در ابتدای دوره اندازه گیری و SMe :رطوبت خاک در انتهای دوره اندازه گیری.

در لایسیمترها با محصور کردن محدوده توسعه ریشه گیاه و کنترل فرآیندهایی که اندازه گیری آنها ساده نمی باشد، می توان اجزای متفاوت رابطه موازنه آب و خاک را در دوره زمانی مد نظر با دقت مناسبی اندازه گیری نمود. طبیعی است هرچه دقت اندازه گیری در لایسیمتر ها بیشتر و فاصله زمانی اندازه گیری در آنها کمتر باشد می توان با دقت بیشتری مصرف واقعی آب در گیاه را اندازه گیری نمود. در این تحقیق که در دانشگاه فسا انجام شد نیز بر مبنای مکانیسم جمع آوری داده های مربوط به آب های ورودی و خروجی به لایسیمتر و اثر تغییرات جرم گیاه کاشته شده در لایسیمتر طی دوره رشد گیاه، در دوره زمانی مد نظر کارشناس اقدام به طراحی و ساخت میکرولایسیمتر قابل حمل و تمام اتوماتیک با ابعاد قطر و ارتفاع به ترتیب ۳۰ و ۵۰ سانتی متر از جنس ورق گالوانیزه ضد زنگ گردید.

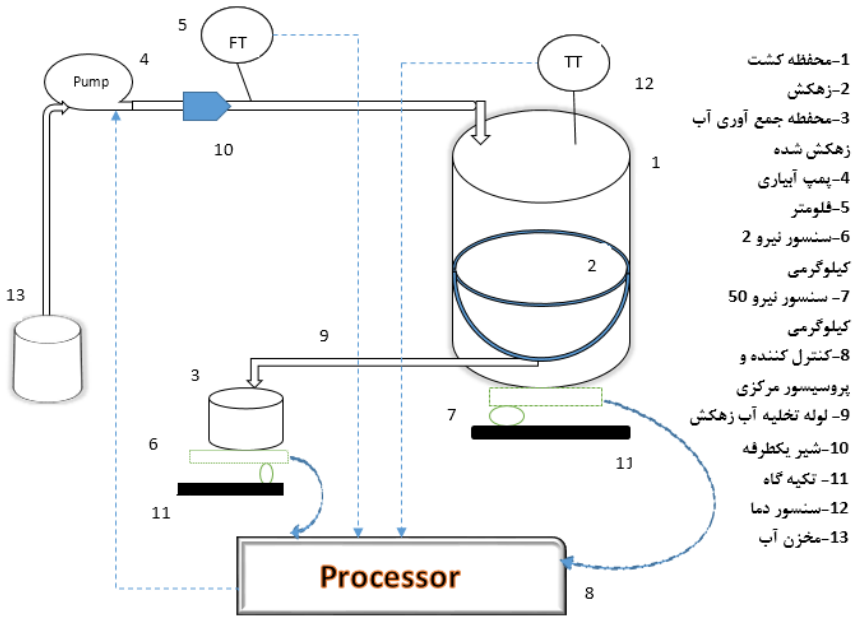
طراحی سخت افزار

سیستم کنترلی طراحی شده بصورت زمان بندی شده (دوره زمانی مد نظر تحت کنترل کاربر می باشد) توسط کاربر عملیات وزن کشی مخزن را انجام می دهد و اختلاف وزن مخزن با داده های ثبت شده ابتدای دوره محاسبه می گردد (داده های مربوط به وزن کشی و محاسبات آبیاری و مقادیر آبیاری در دوره زمانی مورد نظر توسط میکروکنترلر روی حافظه SD کارت ثبت می گردد). سپس با کمک داده های اندازه گیری شده و بر اساس الگوریتم از پیش تعیین شده بر مبنای رابطه (۱) حجم آب ورودی محاسبه می شود . پس از تعیین حجم آب مورد نیاز جهت آبیاری فرمان و حجم آبیاری توسط میکروکنتور به صورت اتوماتیک به پمپ آب ارسال شده و آبیاری مطابق حجم آب محاسبه شده به صورت دقیق انجام می شود. فرآیند آبیاری تا زمان اتمام آن به وسیله یک دستگاه فلومتر مانیتور و کنترل می شود. کلیه عملیات محاسبه، ذخیر سازی و درصورت نیاز ارسال اطلاعات مورد نیاز به کاربر بر اساس الگوریتم از پیش تعیین شده، توسط میکروکنتور انجام می شود. لازم به ذکر است با توجه به طراحی انجام شده، سیستم قابلیت ثبت داده ها و فرمان ها را به صورت کامل دارا می باشد. همچنین سیستم قابلیت کنترل فرمان آبیاری به صورت اتوماتیک و دستی از راه دور را دارا است. از مزایای دیگر طراح قابلیت ارسال داده ها به کاربر توسط پیام کوتاه می باشد.

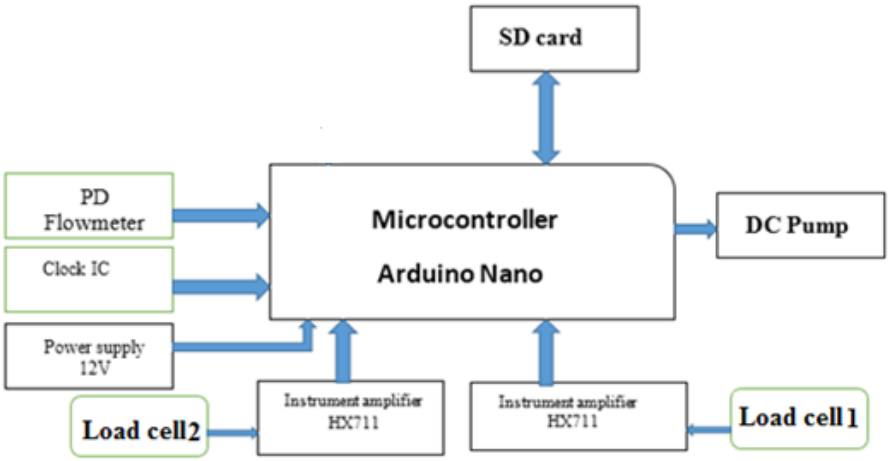
به طور خلاصه میکرولایسیمتر وزنی تمام اتوماتیک طراحی شده از قسمت های زیر تشکیل شده است:

۱) مخزن گالوانیزه استوانه ای با ابعاد قطر و ارتفاع به ترتیب ۳۰ و ۵۰ سانتی متر
۲) که شامل یک تکیه گاه و سیستم زه کشی در کف مخزن
۳) سیستم توزین دقیق (لودسل) که در محل تکیه گاه در زیر مخزن نصب شده است
۴) مخزن آب و سیستم آبیاری مجهز به فلومتر که دقت آبیاری را اندازه گیری می کند
۵) سیستم الکترونیکی پایش، کنترل ، ثبت و ارسال داده ها طراحی شده به کمک میکروکنترلر
۶) باران سنج که در کنار میکرولاسیمتر نصب می گردد
۷) دیگر قطعات از قبیل لود سل اندازه گیری آب زهکش شده، مخزن آب و ...

شکل (۱) نمای کلی سخت افزار را شامل پایه نگه دارنده لایسیمتر، مخزن نگه دارنده نمونه خاک، گیاه، آب، مکانیسم تخلیه آب از مخزن(زهکش)، سنسور ها و سیستم اندازه گیری شامل: سنسور وزن(load cell) مدل Zemic (قطعات ۶ و ۷)، سنسور فلومتر جابجایی مثبت مدل پروانه ای (قطعه شماره ۵) و سنسور دما (مدل DHT22) (قطعه شماره ۱۲ نصب اختیاری است)، همچنین سیستم آبیاری شامل: مخزن آب(قطعه شماره ۱۳) ، پمپ آب (قطعه شماره ۴) و نحوه ارتباط آنها با سایر قطعات و قسمت ها را نشان می دهد. همچنین در شکل ۲ نمای کلی سیستم پردازش اطلاعات اصلی (قطعه شماره ۸ از شکل ۱) شامل : میکروکنترلر اردوینو ، حافظه خارجی SD ، برد الکترونیکی ساعت و نحوه ارتباط اجزا الکتریکی نمایش داده شده است.



شکل (۱): نمای کلی سخت افزاری میکرولایسیمتر تمام اتوماتیک



شکل (۲): نمای بخش کنترلر میکرولایسیمتر شامل سنسور ها و قطعات متصل به پروسیسور مرکزی

در طراحی انجام شده با توجه به لزوم انجام آبیاری در ساعات معین و در بازه زمانی مد نظر کارشناس که از قبل تعیین می گردد، برد الکترونیکی ساعت (Clock IC) به منظور ثبت دقیق ساعت شروع و پایان فرایند آبیاری پیش بینی شده است. در این طراحی داده های سیستم شامل میزان تعرق و تبخیر در دوره زمانی مد نظر، زمان های آبیاری و میزان حجم آیاری در کارت حافظه SD ثبت شده و عملا امکان گزارش گیری دقیق از عملکرد سیستم وجود دارد و خطای اندازه گیری و ثبت داده ها توسط کاربر را مرتفع خواهد ساخت. این در حالی است که در سیستم های متداول ثبت داده ها بصورت دستی انجام می پذیرد.

به منظور آبیاری، از پمپ آب ولتاژ مستقیم (۱۲ ولت) بدون جاروبک مدل AD20P-1230A ، با قابلیت نصب درمخزن آب، استفاده شده است. از مزیت های این پمپ قابلیت کنترل دبی آب به منظور افزایش دقت آبیاری است. که با توجه به مصرف کم انرژی سیستم، با باطری های متداول خشک یا باطری های شارژ شونده توسط سلول خورشیدی قابل جایگزینی است. اساس کار لایسیمتر طراحی شده بدین صورت می‌باشد که طبق برنامه زمانی از پیش تعیین شده برای آبیاری، وزن کشی مخزن کشت توسط لودسل زیر مخزن انجام میگردد، سپس با توجه به داده های وزن کشی روز قبل (شامل وزن مخزن کشت، حجم آبیاری و حجم آب زهکشی) که در کارت حافظه ذخیره شده است و با توجه به استراتژی آبیاری و رابطه (۱)، حجم موردنیاز آبیاری محاسبه می گردد. سپس میکرو دستور آبیاری به اندازه حجم تعیین شده را به پمپ ارسال و فلومتر موجود در ورودی آب به مخزن ، حجم آبیاری را به دقت کنترل خواهد نمود. زمانی که فلومتر تشخیص دهد به اندازه حجم تعیین شده آبیاری صورت پذیرفته است فرمان خاموشی پمپ صادر می گردد.

سیستم اندازه‌گیری نیرو

با توجه به استراتژی تعریف شده در طراحی، وزن کشی دقیق مخزن و آب زهکشی بسیار با اهمیت می باشد. به منظور وزن کشی از دو لودسل کلاس C3 استفاده شده است. لودسل یک نوع حسگر الکترونیکی برای اندازه‌گیری نیرو است که در انواع کششی، خمشی، فشاری و پیچشی ساخته شده است. در این پروژه با توجه به ابعاد مخزن کشت از یک لودسل سری Zemic- L6D8 کلاس C3 با ظرفیت ۵۰ کیلوگرم برای اندازه گیری وزن مخزن و یک لودسل سری Zemic- L6D کلاس C3 با ظرفیت ۵ کیلوگرم برای اندازه گیری وزن آب زهکش استفاده شده است. همچنین از دو تقویت کننده ابزاردقیق مدل HX711 به منظور داده برداری از نیروی اعمالی به لودسل استفاده شده است. با توجه به دقت مورد نیاز برای اندازه گیری وزن مخزن لایسیمتر و البته وزن نسبتا زیاد مخزن نیاز به استفاده از سنسور نیرو با ظرفیت بالا و دقت بالای اندازه گیری است. که این امر باعث تحمیل هزینه بالای خرید سنسور به طرح خواهد شد (سنسور کلاس C4 که ضمن

ظرفیت بالا دقت بالایی داشته باشد قیمت بالایی دارد). ایده استفاده شده در این طرح استفاده از یک سنسور با دقت متوسط (به عنوان مثال ۰,۱ درصد) و انجام کالیبراسیون دقیق روی سنسور در محدوده کار مورد نظر است.

به عنوان نمونه در مدل آزمایشگاهی ساخته شده وزن مخزن فلزی به همراه خاک خیس حدود ۴۵ کیلوگرم می باشد و نهایتا ۲ الی ۳ کیلوگرم تغییرات وزن خاک حول این ۴۵ کیلوگرم در طی مراحل تست خواهیم داشت. پس نیازی نیست سنسور در کل بازه کاری دقیق باشد و سنسور نیرو در محدوده اطراف ۴۵ کیلوگرم باید دقیق باشد. پس ابتدا به کمک وزنه های دقیق کالیبراسیون را حول نقطه کار سنسور انجام می دهیم و با استفاده از مقادیر اعمالی و مقادیر خوانده شده توسط نیروسنج و استفاده از الگوریتم درون یابی مرتبه ۵ معادله مشخصه دقیق سنسور حول نقطه کار استخراج می گردد. در پردازنده از معادله مشخصه بدست آمده برای محاسبه مقدار دقیق وزن و تصحیح خطای اندازه گیری سنسور استفاده می شود. با این کار خطای اندازه گیری به زیر۰,۰۱ درصد در نقطه کار کاهش می یابد. همچنین با توجه به لزوم دقت در وزن کشی برای کاهش اثر نویز و اغتشاشات محیطی رو مقادیر اندازه گیری شده (این عوامل خود باعث کاهش دقت اندازه گیری است) هر بار که نیاز به محاسبه وزن توسط سنسورها باشد خروجی سنسور به تعداد ۱۰ بار با فاصله زمانی ۳ ثانیه قرائت و میانگین گیری می شود و میانگین مقادیر اندازه گیری شده در یک بازه ۳۰ ثانیه ای به عنوان وزن سیستم درنظر گرفته می شود.

پردازشگر

به منظور اندازه گیری خروجی نیروسنج ها، انجام محاسبات الگوی آبیاری، ارسال فرمان و کنترل حجم آبیاری و ذخیره داده ها روی کارت حافظه از میکروکنترلر آردوینو استفاده گردید، که علاوه بر دقت و سرعت کاری بالا، در مقابل نویز و نوسانات مقاوم بود و داده‌های خروجی را به با دقت بالایی پردازش می‌نماید. از قابلیت‌های این میکرو کنترلر می‌توان به برنامه نویسی ساده، ارتباط آسان با رایانه و انواع سنسورهای مورد نیاز و غیره اشاره کرد. به منظور کاهش حجم برد مدار کنترلی دستگاه لایسیمتر، میکرو کنترلر پیشنهادی در این پروژه Arduino NANO بوده است. تعداد پورت‌های ورودی خروجی مناسب این میکرو کنترلر و سایز کوچک برد، انتخاب بسیار مناسب جهت استفاده در این پروژه بوده است. مدار کنترلی طراحی شده و نحوه اتصال سخت افزار به پردازنده در شکل های ۳ و ۴ نشان داده شده است.

شکل (۳): شمای مربوط به مخزن کشت، PCB و مدار الکتریکی طراحی شده

شکل (۴): شمای نصب فلومتر(شکل راست)، پایین مخزن کشت، پایه نگهدارنده و موقعیت نصب سنسور نیرو (شکل چپ)

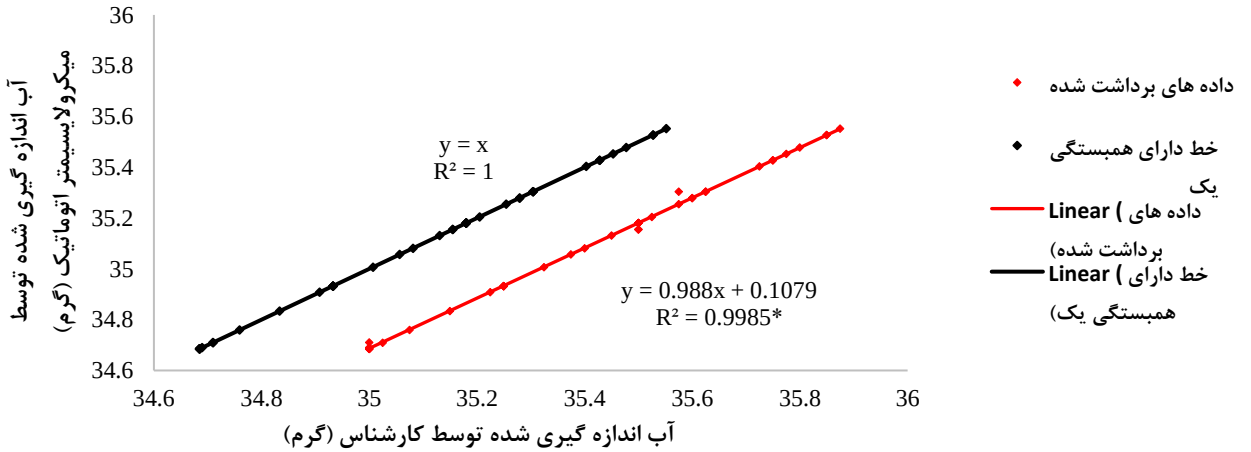
طراحی نرم افزار

در این تحقیق جهت پردازش و ارسال و دریافت داده ها از میکرو کنترلر Arduino Nano و جهت برنامه نویسی برای میکروکنتور از زبان برنامه نویسی شبه C استفاده گردید. به طوری که داده های اندازه گیری شده را تجزیه و تحلیل و خروجی های را محاسبه و دستورات لازم را صادر و ارسال نماید. با توجه به اینکه محاسبات و زمان بندی ها در پردازشگر صورت می گیرد متناسب با کاربرد یا زمینه تحقیق روابط و عملکرد سیستم (به عنوان مثال فاصله بین آبیاری ها یا رابطه استفاده شده برای موازنه) قابل باز تعریف شدن خواهد بود. همچنین محیط نرم افزار قابلیت نمایش وضعیت سیستم بصورت همزمان با کار سیستم را دارا است.

زبان برنامه نویسی استفاده شده C و باکس کنترلی طراحی شده به راحتی از طریق USB قابل اتصال به کامپیوتر است.

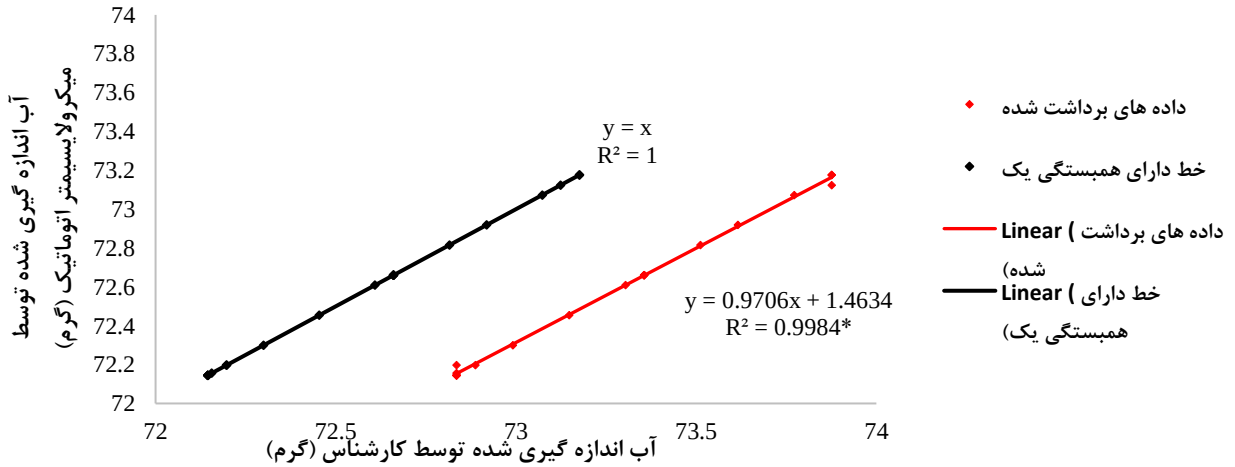
تست میکرولایسیمتر طراحی شده

در این تحقیق به منظور بررسی میزان صحت داشتگاه طراحی شده، اقدام به پر کردن لایسیمتر از خاک دارای بافت شنی لومی به وزن ۳۸ کیلوگرم نموده و بیلان آب خاک را در دامنه رطوبت ۸۰ تا ۱۰۰ درصد رطوبت FC به عنوان دامنه رطوبت سهل الوصول فرضی نموده و طی مدت ۳۰ روز در قالب ۳ بازه ۱۰ روزه در دوره های زمانی ۶ ساعته (برای مدت ۱۰ روز)، ۱۲ ساعته (برای مدت ۱۰ روز) و ۲۴ ساعته (برای مدت ۱۰ روز) اقدام به اندازه گیری بیلان آب با ترازو (دارای دقت ۳ رقم اعشار) به صورت دستی و مقایسه آن با خروجی های بدست آمده از سیستم به کل اتوماتیک گردید. سپس اقدام به مقایسه همبستگی بین مقادیر آب اضافه شده به سیستم توسط میکرولایسیمتر به صورت اتوماتیک با مقادیر آب اضافه شده براساس اندازه گیری انجام شده توسط کارشناس با همبستگی برابر با یک (خط Y=X) گردید (شکل های ۵، ۶ و ۷).



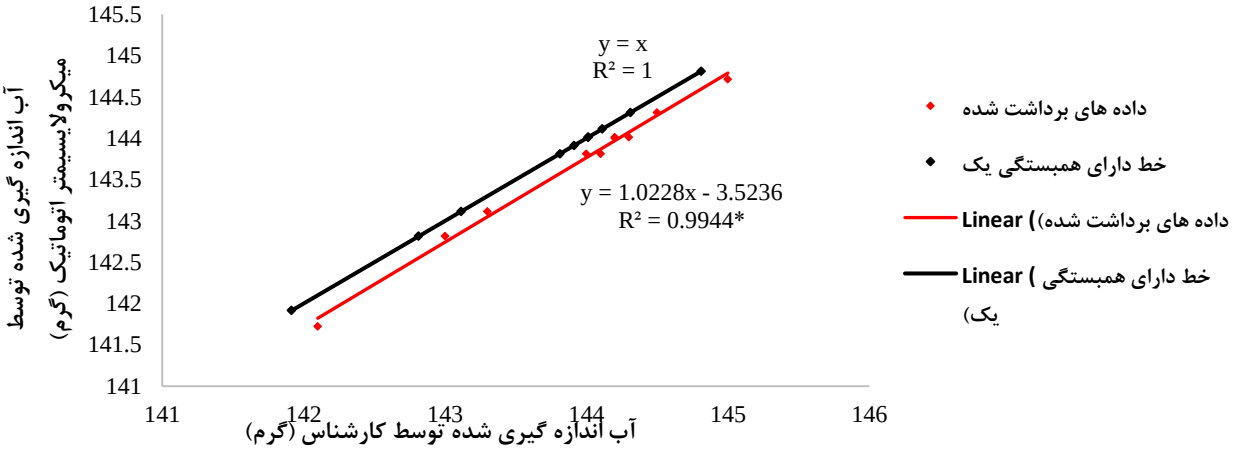
شکل (۵): مقایسه همبستگی بین مقادیر آب اضافه شده به لایسیمتر به صورت اتوماتیک و دستی در بازه زمانی ۶ ساعته

*. R^2 در سطح ۵ درصد معنادار است



شکل (۶): مقایسه همبستگی بین مقادیر آب اضافه شده به لایسیمتر به صورت اتوماتیک و دستی در بازه زمانی ۱۲ ساعته

*. R^2 در سطح ۵ درصد معنادار است



شکل (۷): مقایسه همبستگی بین مقادیر آب اضافه شده به لایسیمتر به صورت اتوماتیک و دستی در بازه زمانی ۲۴ ساعته

*. R^2 در سطح ۵ درصد معنادار است

بر اساس نتایج به دست آمده از تست میکرولایسیمتر وزنی تمام اتوماتیک طراحی شده مشخص گردید همبستگی بین مقادیر بدست آمده از میکرولایسیمتر وزنی اتوماتیک با داده های بدست آمده از اندازه گیری دستی توسط کارشناس در سطح ۹۹ درصد دارای تفاوت معناداری با خط یک به یک نبود که این موضوع نشان دهنده دقت مناسب میکرولایسیمتر اتوماتیک طراحی شده بود. از طرفی مقایسه نتایج نشان داد که به طور متوسط در بازه های زمانی ۶ ، ۱۲ و ۲۴ ساعته لایسیمتر طراحی شده به ترتیب ۰/۸۹۷، ۰/۹۴۶ و ۰/۱۶۴ درصد کمتر از مقادیر اندازه گیری شده به صورت دستی آب به خاک اضافه نموده است که این موضوع می تواند ناشی از مواردی از قبیل خطای انسانی در اندازه گیری دستی، خطا کالیبراسیون لایسیمتر یا حتی هوای موجود لوله های انتقال آب در لایسیمتر باشد.

نتیجه گیری

با توجه به اهمیت مدیریت درست منابع آب بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک که اهمیت آب دردسترس دوچندان می باشد و همچنین نقش تاثیر گذار حجم آب مصرفی در بخش کشاورزی بر منابع آب، ارائه برنامه ریزی صحیح آبیاری و هدفمند و نظام مند نمودن آب مصرفی در بخش کشاورزی بسیار مهم و ضروری به نظر می رسد. از طرفی با توجه به اینکه دقیق ترین روش محاسبه نیاز آبی گیاهان در دوره های مختلف رشد گیاه نیز استفاده از لایسیمتر های وزنی می باشد لذا طراحی این لایسیمتر ها به شکلی که دارای عملکردی دقیق، کم زحمت و نیازمند به حداقل دخالت انسانی در اندازه گیری ها باشد می تواند در این مسیر گره گشا باشد. به این ترتیب در این پژوهش اقدام به طراحی و ساخت میکرولایسیمتر قابل حمل تمام اتوماتیک با قابلیت داده برداری، ارسال داده ها به کاربر، آبدهی به گیاهان و در عین حال بسیار ارزان قیمت گردید. نتایج تست این دستگاه پس از طراحی نشان داد که دستگاه در دوره های زمانی ۶، ۱۲ و ۲۴ ساعته دارای دقت مناسبی بوده به طوریکه دقت دستگاه در تمام دوره های زمانی تست شده در سطح اعتماد ۹۹ درصد قابل قبول و معناداری بود. از طرفی مقایسه همبستگی بین مقدار آب اندازه گیری شده توسط کارشناس و دستگاه با خط یک به یک نشان از عدم وجود تفاوت معنادار بین آنها بود.

منابع

سهرابی ملایوسف، ت.،ح. رحیمی، ع. خلیلی، ع. ابراهیمی. ۱۳۸۴. طراحی، ساخت و نصب لایسیمتر وزنی به منظور تعیین نیاز آبی گیاهان زراعی، علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۱۲، شماره ۲، ص ۳۳-۴۳.

فرزانه زردشتی، ف.،ب. بختیاری، ک. قادری، م. خانجانی، م. بنایان. ۱۳۹۷. طراحی و ساخت لایسیمتر کوچک وزنی هوشمند قابل حمل به منظور اندازه‌گیری دقیق نیاز آبی گیاه، تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۹، شماره ۳، ص ۶۹۵-۷۰۴.

علیزاده، ا. ۱۳۹۷. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

نشریه ۱۲۲ کمیته ملی آبیاری و زهکشی، تبخیر و تعرق گیاهان (دستورالعمل محاسبه آب مورد نیاز گیاهان)، ۱۳۸۷

Barani G. A. and Khanjani, M. J. (2002). A large electronic weighing lysimeter system: Design and installation, Journal of the American Water Resources Association, 38(4): 1053–1060.

Goharian, E. and Azizipour, M., 2020. Integrated Water Resources Management in Iran. In Integrated Water Resource Management (pp. 101-114). Springer, Cham.

Gong, X., Qiu, R., Sun, J., Ge, J., Li, Y. and Wang, S., 2020. Evapotranspiration and crop coefficient of tomato grown in a solar greenhouse under full and deficit irrigation. Agricultural Water Management, 235, p.106154.

Jia, X., Dukes, M.D., Jacobs, J.M. and Irmak, S., 2006. Weighing lysimeters for evapotranspiration research in a humid environment. Transactions of the ASABE, 49(2): 401-412.

Lorite, I.J., Santos, C., Testi, L. and Fereres, E., 2012. Design and construction of a large weighing lysimeter in an almond orchard. Spanish journal of agricultural research, 10(1): 238-250.

Payero, J.O. and Irmak, S., 2008. Construction, installation, and performance of two repacked weighing lysimeters. Irrigation Science, 26(2): 191-202.

Ran, H., Kang, S., Hu, X., Li, Ran, H., Kang, S., Hu, X., Li, S., Wang, W. and Liu, F., 2020. Capability of a solar energy-driven crop model for simulating water consumption and yield of maize and its comparison with a water-driven crop model. Agricultural and Forest Meteorology, 287, p.107955.

Salehi, S., Dehghani, M., Mortazavi, S.M. and Singh, V.P., 2020. Trend analysis and change point detection of seasonal and annual precipitation in Iran. International Journal of Climatology, 40(1): 308-323.

Schmidt, C.D.S., de Carvalho Pereira, F.A., de Oliveira, A.S., Júnior, J.F.G. and Vellame, L.M., 2013. Design, installation and calibration of a weighing lysimeter for crop evapotranspiration studies. Water Resources and Irrigation Management-WRIM, 2(20): 77-85.

Zarei, A.R. and Moghimi, M.M., 2019. Modified version for SPEI to evaluate and modeling the agricultural drought severity. International journal of biometeorology, 63(7): 911-925.

Zarei, A.R., Shabani, A. and Mahmoudi, M.R., 2019. Comparison of the climate indices based on the relationship between yield loss of rain-fed winter wheat and changes of climate indices using GEE model. Science of The Total Environment, 661: 711-722.

Zhao, C., Hu, C., Huang, W., Sun, X. and Tan, Q., 2010. Design, construction and installation of large soil core lysimeters. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 26(2): 48-53.

Zheng, W., Wan, Y., Li, Y., Liu, Z., Chen, J., Zhou, H., Gao, Y., Chen, B. and Zhang, M., 2020. Developing water and nitrogen budgets of a wheat-maize rotation system using auto-weighing lysimeters: Effects of blended application of controlled-release and un-coated urea. Environmental Pollution, https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114383.

Design and Construction of Full Automatically Micro-lysimeter with Data Recorder and Remote Notification System

Salman Baroumand[۱], Abdol Rassoul Zarei*[۲]

Abstract

The rate of evapotranspiration in the plants is the basis of irrigation planning for water consumption in the agricultural sector. The most accurate method to assess the water requirement in plants is the water balance assessment in weighing lysimeters. The use of conventional weighing lysimeters has different problems such as require to continuous expert presence at the installation site of lysimeter. Therefore, the aim of this study is to design and manufacture of fully automatic portable weighting micro-lysimeter with high accuracy and low cost that in specific time periods (without time limit from a few minutes to a few days) without the need for the presence of an expert, able to measure the required factors in relation to the water balance in the micro-lysimeter, able to automatically add the required water shortage of the plant to the system, able to send the report of measures to the user, able to save the data on the memory card automatically and provide accurate measurement of plant water requirement and automatic irrigation based on the predetermined pattern. In this system, the calculation and sending of the required irrigation information are done by the microcontroller based on the predetermined algorithm. The results of the correlation between the collected data series from the designed Micro-lysimeter and the measured data by the expert person within 10 days (including 6-hour, 12-hour and 24-hour time periods) indicated that the correlations coefficients in all three periods were not different with the perfect reliable line at 99% significant level.

Key words: Weighing Micro-lysimeters, Evapotranspiration, Automatically measurement, Flow control, Calibration

[1] . Assistant Professor, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Fasa University, Fasa, Iran. Email: Boroumand@Fasau.ac.ir
[2] . Associate Professor, Department of Range and watershed management (Nature engineering), Faculty of Agriculture, Fasa University, Fasa, Iran. Email: Ar_Zareiee@Fasau.ac.ir (Corresponding Author).

Design and Constructin of Full Automatically Micro-lysimeter with Data Recorder and Remote Notification System

Salman Baroumand[۱], Abdol Rassoul Zarei*[۲]

Abstract

Introduction: More than 66% of the area of Iran has hyper-arid to semi-arid climate condition, where the average evaporation is about 8 to 11 times the annual rainfall. On the other hand, livelihood, and economy a large percentage of the country's population depends on agriculture, which is mainly done in a traditional way and by the flood irrigation system. According to the presented statistics, up to 80 to 90% of water consumption in Iran is consumed in the agricultural sector that planning for its proper use can be effective in reducing water consumption, reducing pressure on groundwater resources, sustainable development, increasing water productivity in agriculture, and so on. The rate of evapotranspiration in the plants is the basis of irrigation planning for water consumption in the agricultural sector. The most accurate method to assess the water requirement in plants is the water balance assessment in weighing lysimeters. The use of conventional weighing lysimeters has different problems such as require to continuous expert presence at the installation site of lysimeter. Therefore, the aim of this study is to design and manufacture of fully automatic portable weighting micro-lysimeter with high accuracy and low cost that in specific time periods (without time limit from a few minutes to a few days) without the need for the presence of an expert, able to measure the required factors in relation to the water balance in the micro-lysimeter, able to automatically add the required water shortage of the plant to the system, able to send the report of measures to the user, able to save the data on the memory card automatically and provide accurate measurement of plant water requirement and automatic irrigation based on the predetermined pattern.

Methodology: In this study, tried to design a fully automatic micro-lysimeter. The designed controlling system with a timed program (based on the controlled time periods by the user) by the user tried to perform the operation of the tank weight and calculate the difference of tank weight compared to the recorded data at the start of the time period (the weighing data and irrigation calculations and irrigation values in the desired time period are recorded by the microcontroller on the SD card memory). Then, with the help of measured data and based on a predetermined algorithm, the volume of incoming water will be calculated. After determining the volume of water required for irrigation, the order and volume of irrigation is automatically sent to the water pump by the microcontroller and irrigation is performed accurately according to the calculated water volume. All operations of calculation, storage, and, sending the required information to the user (if necessary) performed by the microcontroller based on a predefined algorithm. It should be noted that according to the design, the system has the ability to record data and commands in full. The system also has the ability to control the irrigation in automatically and manually remotely forms. In the design, according to the necessity of irrigation at certain hours and in the time, period considered by the user, which is predetermined, the electronic clock board (Clock IC) is predicted to accurately record the start and end time of the irrigation process. In order to irrigate, a direct voltage water pump (AD20P-1230A) with the ability to be installed in a water tank has been used.

[1] . Assistant Professor, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Fasa University, Fasa, Iran. Email: Boroumand@Fasau.ac.ir
[2] . Associate Professor, Department of Range and watershed management (Nature engineering), Faculty of Agriculture, Fasa University, Fasa, Iran. Email: Ar_Zareiee@Fasau.ac.ir (Corresponding Author).

Discussion and Conclusion: The results of the correlation between the collected data series from the above- mentioned designed Micro-lysimeter and the measured data by the expert person within 10 days (including 6-hour, 12-hour and 24-hour time periods) indicated that the correlations coefficients in all three periods were not different with the perfect reliable line at 99% significant level.

Key words: Weighing Micro-lysimeters, Evapotranspiration, Automatically measurement, Flow control, Calibration