

## سیستمی ساده برای خودکارسازی سیستم های آبیاری تحت فشار

امیر اسلامی<sup>۱</sup> و شهرام قائم مقامیان<sup>۲</sup>

### چکیده

علی رغم گسترش روز افزون سیستم های تحت فشار در سطح کشور، تاکنون ۵ درصد اراضی تحت پوشش این سیستم ها قرار گرفته و ۹۵ درصد اراضی هنوز بصورت سطحی آبیاری می گردند، بنابراین می بایست به دنبال راهکارهایی بود که کشاورزان بیش از گذشته از اجرای این سیستم ها استقبال نمایند. مسئله عمده در جاگزینی این سیستم ها با روش های سنتی، اجرای صحیح و سپس اعمال مدیریت بهره برداری درست از این سیستم ها است که علاوه بر صرفه جویی در مصرف آب، در کاهش هزینه های بهره بردار نیز موثر بوده و این امر از طریق افزایش کارایی مصرف آب امکان پذیر می باشد. هدف از ارائه این مقاله آشنایی محققین، کارشناسان و متخصصین آب با نحوه ساخت سیستمی ساده برای خودکارسازی سیستم های آبیاری تحت فشار و کاربرد آن در سطح مزارع و گلخانه ها می باشد. برای انجام تحقیق، ابتدا مزرعه مورد نظر انتخاب و پس از اجرای سیستم آبیاری تحت فشار (در صورت نبودن سیستم) که می تواند هم بارانی و هم قطره ای باشد، بسته به یکنواختی بافت خاک و سطح مزرعه مورد نظر یک یا چند سنسور در خاک کارگذاری می شود و توسط کابل های دو رشته ای به مدار مرکزی متصل می گردند. با توجه به تنظیمات مدار مرکزی دستور قطع یا وصل از طریق این مدار به پمپ داده می شود. همچنین، پس از کارگذاری سنسورها در مزرعه و راه اندازی سیستم می بایست در طول دو دور آبیاری کالیبراسیون صورت گیرد. با توجه به بافت خاک، نوع گیاه، عمق ریشه، کیفیت آب و تخلیه مجاز رطوبتی خاک، حد بالای رطوبت و حد پایین آن تعیین می گردد که بر این اساس آب مورد نیاز گیاه تامین می شود. با گذاشتن یک کنتور حجمی میزان آب آبیاری داده شده در طول فصل رشد بدست می آید که در نهایت با مقادیر ذکر شده در منابع از جمله سند ملی آب مقایسه و با توجه به حجم آب آبیاری و مقدار محصول تولید شده، کارایی مصرف آب نیز محاسبه می گردد.

**کلمات کلیدی:** خودکارسازی، آبیاری تحت فشار، کارایی مصرف آب و سنسور

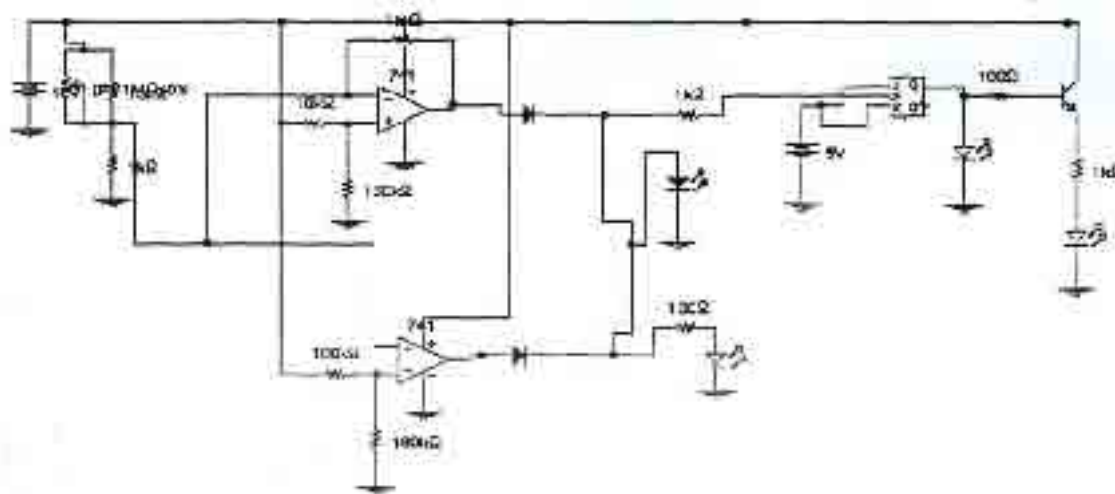
<sup>۱</sup> - عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کرمان

<sup>۲</sup> - کارشناس مدیریت آبخیزداری

## مقدمه

علی‌رغم گسترش روز افزون سیستم‌های تحت فشار در سطح کشور تاکنون ۵ درصد از اراضی تحت پوشش این سیستم‌ها قرار گرفته و ۹۵ درصد اراضی هنوز بصورت سطحی آبیاری می‌گردند، بنابراین می‌بایست به دنبال راه‌کارهایی بود که کشاورزان بیش از گذشته از اجرای این سیستم‌ها استقبال نمایند. شاید تشویق و ترغیب کشاورزان به تغییر سیستم آبیاری در استانهایی که با کمبود آب مواجه نیستند هنوز جایز نباشد ولی در مناطق کویری مانند کرمان که از نظر کیفی و کمی آب دچار بحران شدید شده‌اند، نه تنها لازم و ضروری بوده بلکه با راه‌کارهایی مناسب، این جایگزینی را می‌بایست ترویج نمود. انجام حمایت‌های دولت از قبیل تسهیلات با بهره‌کم راه‌کاری مناسب می‌باشد اما کافی به نظر نمی‌آید. مسئله عمده در جایگزینی این سیستم‌ها با روش‌های سنتی اجرای صحیح و سپس اعمال مدیریت بهره‌برداری درست از این سیستم‌ها است که علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب، در کاهش هزینه‌های بهره‌بردار و افزایش تولید نیز موثر می‌باشد. با توجه به اطلاعات موجود و انجام طرح‌هایی در زمینه تعیین کارایی مصرف آب در سیستم‌های تحت فشار مشخص شده است که مقادیر کارایی برای محصولات مختلف تفاوت‌چندانی با روش‌های سنتی برای همان محصولات ندارد. از جمله علل اساسی در پایین بودن این کارایی می‌توان به عدم مدیریت صحیح بهره‌برداری از این سیستم‌ها و استفاده بیش از حد از آب مصرفی اشاره نمود که در این راستا نیاز به انجام طرح‌هایی است که در سطح مزرعه و با مدیریت صحیح بتوان مصرف آب را کنترل نمود. جهت نیل به اهداف فوق از سیستم‌های اتوماسیون استفاده می‌شود که در این راستا کارهایی به شرح زیر انجام شده است

قائم‌مقامیان در سال ۱۳۷۸ پروژه لیسانس خود را تحت عنوان سیستم خودکار آبیاری با توجه به تعدادی گلدان و سیستم قطره‌ای در آزمایشگاه انجام داده است. اساس کار این سیستم تغییر مقاومت بوده است. بدین ترتیب که با کاهش رطوبت خاک، مقاومت بین دو قطعه زیاد شده و به همان مقداری که پتانسیومتر مدار تنظیم شده بلافاصله پس از رسیدن مقاومت به آن مقدار خروجی مدار، پمپ آب را روشن می‌نماید و با افزایش مقاومت به همان مقدار که پتانسیومتر دوم تنظیم شده است، خروجی مدار پمپ آب را خاموش می‌نماید.



شکل ۱: نقشه مدار آزمایشی سیستم

مدار الکترونیکی این سیستم مطابق شکل ۱ از چند قطعه IC، دیود، پتانسیومتر، مقاومت، ترانزیستور، رله، کنتاکتور و ترانس برق ۱۵ ولت DC تشکیل شده است. در این سیستم خودکار از بلوک گچی به عنوان سنسور در خاک استفاده شده است. همچنین، عمل کالیبراسیون برای بلوک گچی و مدار سیستم انجام گرفت. نتایج حاصله از آزمایش نشان داد که قطع و وصل پمپ در حد شرایط رطوبتی  $F_c$  و  $P_{wp}$  انجام می‌گرفت و حتی اگر مقدار کمی رطوبت به عنوان بارندگی به خاک گلدانها اضافه می‌گردید، دور آبیاری از حالت معمول بیشتر می‌شد. همچنین، مشخص شد که استفاده از بلوک گچی به عنوان سنسور با توجه به تغییرات مقاومت آن با گذشت زمان توصیه نمی‌گردد.

حیدری و همکاران در سال ۱۳۸۴ تحقیقی بر روی کارایی مصرف آب محصولات کشاورزی در مناطق مختلف کشور (کرمان، همدان، مغان، گلستان و خوزستان) انجام دادند. بر اساس نتایج حاصله از آن متوسط مقدار شاخص کارایی مصرف آب محصولات زراعی گندم، چغندر قند (شکر تولیدی)، سیب زمینی، ذرت علوفه ای، پنبه، یونجه (وزن خشک)، جو و نیشکر (شکر تولیدی) به ترتیب برابر  $۰/۷۵$ ،  $۰/۶۴$ ،  $۲/۰۶$ ،  $۵/۵۸$ ،  $۰/۷۱$ ،  $۱/۴۶$ ،  $۰/۵۶$  و  $۰/۲۹$  کیلوگرم بر متر مکعب اندازه گیری شده است.

هینمن و همکاران در سال ۲۰۰۰ تحقیقی بر روی باغات سیب به مساحت  $۰/۴$  هکتار با استفاده از سیستم اتوماتیک آبیاری بارانی جهت جلوگیری از سرمازدگی شکوفه های سیب انجام دادند. سیستم طوری برنامه ریزی شده بود که با توجه به اندازه گیری پارامترهای محیطی (دمای هوا، سرعت باد و رطوبت نسبی) و مقایسه آنها با شرایط مناسب برای شکوفه های سیب و همچنین نیاز آبی آن عمل قطع و وصل پمپ انجام می‌گرفت. آزمایش در سه دوره سرما در بهار انجام شد. در طی دو دوره از سه دوره سرما سیستم به طور کامل دمای شکوفه ها را بالای سطح بحرانی حفظ کرد و در یک دوره دمای باغ برای مدت کوتاهی به زیر دمای بحرانی رسید که با این حال دمای محیط آزمایش گرمتر از باغاتی بود که آبیاری بارانی نمی‌شدند. نتایج نشان داد که مصرف آب در طی سه دوره سرما با سیستم اتوماتیک نسبت به آبیاری بارانی در شرایط معمول  $۷۲\%$  کاهش یافت.

محققان پروژه MSEA در طی چندین سال دو روش آبیاری موجی و بارانی کنترل شده را برای بهبود مدیریت نیتروژن در مساحت  $۲۷۳۰۰۰$  ایکر از مزارع ذرت مورد آزمایش قرار دادند. منظور از بهبود مدیریت نیتروژن در این تحقیق کاهش کود بکار رفته و کود آبیاری بوده است. در این تحقیق مشخص شد که علاوه بر مدیریت آب در طول فصل رشد، مقدار نیتروژن به کار رفته نیز مهم می‌باشد. در روش آبیاری بارانی با توجه به کاهش مصرف نیتروژن افزایش راندمان مصرف نیتروژن را در پی داشته است که پس از گذشت چند سال باعث شد آب در کف منطقه ریشه گیاه کیفیت مناسبی پیدا کند. با توجه به هزینه زیاد آبیاری بارانی در مقایسه با آبیاری موجی در صورت استفاده از سیستم اتوماتیک در این روش می‌توان به نتایج مشابه ای دست یافت. در این آزمایش با توجه به استفاده از سنسورها، شرایط خاک تحت کنترل قرار داشت و بنابراین راندمان آبیاری نیز افزایش یافت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که کل آب بکار رفته در مزارع ذرت تا  $۱۰\%$  کاهش یافت و همچنین در طول  $۱۰$  سال به کاهش متوسط نیتروژن به کار رفته تا  $۲۰\%$  کمک کرد. همچنین، در روش کنترل شده آبیاری موجی یکنواختی در طول شیارها افزایش یافت و نیز مقدار آب داده شده کمتر از نصف آب معمول بود در حالیکه عملکرد ذرت کاهش پیدا نکرد.

## مواد و روش‌ها

### مواد مورد استفاده

با توجه به اینکه برای انجام این تحقیق نیاز به عملیات آزمایشگاهی می باشد، تهیه لوازمی از قبیل سنسور، IC، مقاومت، دیود، کابل، پمپ و در صورت نیاز به اجرای سیستم آبیاری تحت فشار، لوله و اتصالات مربوطه الزامی می باشد.

### روش انجام کار

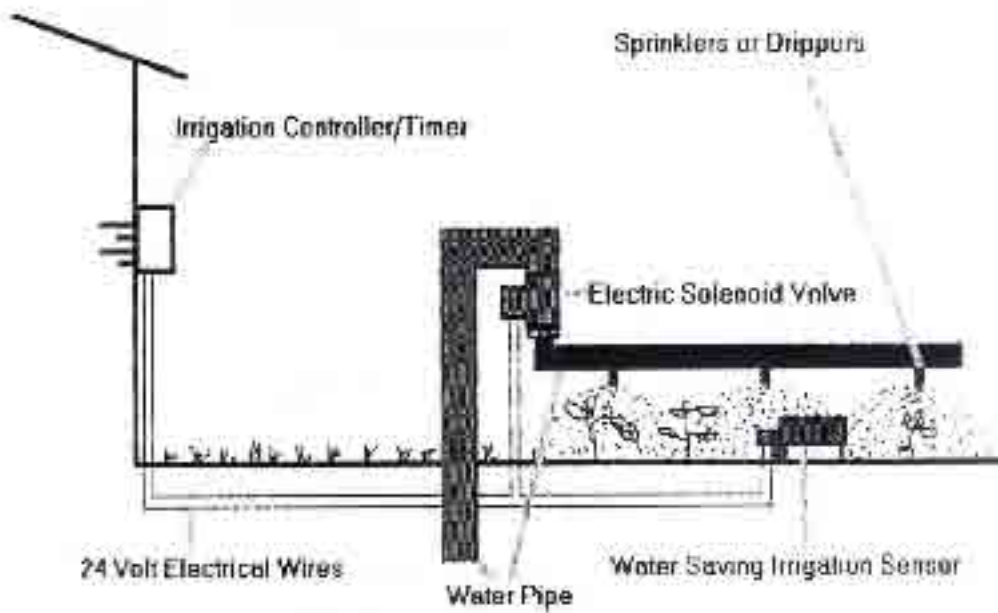
پس از تهیه لوازم مورد نیاز و ساخت مدار مرکزی، مزرعه مورد آزمایش انتخاب و در صورتی که سیستم آبیاری موجود نباشد، می بایست سیستم را اجرا نموده و سپس بسته به یکنواختی بافت خاک و سطح مزرعه مورد نظر یک یا چند سنسور را مطابق شکل (۲) در خاک در عمقی که بیشترین حجم ریشه وجود دارد، کارگذاری شده و توسط کابل های دو رشته ای به مدار مرکزی به عنوان هماهنگ کننده متصل می گردد. با توجه به تنظیمات مدار مرکزی دستور قطع یا وصل از طریق این مدار به پمپ داده می شود.

اساس کار این سیستم بر مبنای تغییر ولتاژ می باشد که در اثر مقاومت سنسور درون خاک صورت می گیرد. در آبیاری بارانی بهترین محل کارگذاری سنسور بین دو پایه ثابت نازل فواره بوده و عمق آن برای گیاهان یک ساله ۳۰ تا ۳۵ سانتیمتری می باشد. پس از کارگذاری سنسورها در مزرعه و راه اندازی سیستم می بایست در طول دو دور آبیاری، کالیبراسیون صورت گیرد و بر اساس آن پتانسیومترهای مدار تنظیم شوند. همچنین، جهت پایین آمدن خطای آزمایش در شروع فصل کشت، مدار و سنسورها دوباره کالیبره می گردند. جهت نصب و راه اندازی سیستم، ابتدا مدار آن درون یک محفظه شیشه ای کاملاً عایق قرار داده شده و بر روی یک پایه به ارتفاع حداقل یک متر و در محلی مناسب قرار می گیرد. نکته قابل توجه این است که با توجه به کیفیت آب آبیاری، شرایط منطقه و ... اگر نیاز باشد که آبیاری در شب صورت پذیرد، با اضافه نمودن یک فتوسل به مدار و تنظیمات مربوطه این عمل قابل انجام است.

با توجه به بافت خاک، نوع گیاه، عمق ریشه، کیفیت آب و تخلیه مجاز رطوبتی خاک، حد بالای رطوبت و حد پایین آن تعیین شده که بر این اساس آب مورد نیاز گیاه تامین می شود. با گذاشتن یک کنتور حجمی میزان آب آبیاری داده شده در طول فصل رشد بدست آمده که در نهایت با مقادیر ذکر شده در منابع از جمله سند ملی آب مقایسه می گردد. با توجه به حجم آب آبیاری و مقدار محصول تولید شده کارآیی مصرف آب نیز محاسبه و آنالیز اقتصادی صورت می پذیرد.

### بحث و نتیجه گیری

همانطور که ذکر گردید، با تعیین حدود بالا و پایین رطوبت و تعریف آن برای مدار، دستور قطع و وصل به پمپ داده می شود که در این قسمت سنسورها نقش اساسی را ایفا می کنند. بنابراین انتخاب نوع سنسور از اهمیت خاصی برخوردار است. معمولی ترین سنسوری که میتوان به کار برد، بلوک گچی است که با توجه به خصوصیات



شکل ۲: نحوه قرار گرفتن سنسور و اتصال آن به مدار مرکزی

آن دقت بالایی ندارد. اخیراً سنسورهای جدیدی به نام HygroFlex Probes وارد بازار شده است که نمونه‌هایی از آن در شکل (۳) ارائه شده است. در این سنسورها دما و رطوبت محیط خاک از طریق آن به Transmitter انتقال



شکل ۳: مدل‌های مختلف سنسور HygroFlex

می یابد و سپس توسط این قسمت به سیگنال استاندارد ۱۰-۰ ولت تبدیل شده و به کارت Data Acquisition انتقال می یابد. این سیگنال در کارت مورد نظر پردازش می گردد و بر اساس نرم افزار تهیه شده بر روی رایانه اطلاعات Log برداری می شود و فرامین لازم از طریق کارت صادر می گردد. همچنین، امکان کاربری و تنظیم برنامه از طریق اینترنت یا تلفن همراه نیز امکان پذیر است.

در شرایط معمول، آبیاری اراضی کشاورزی اکثراً بر اساس دور ثابت برای محصولات مختلف انجام می گیرد در صورتیکه واقعیت چنین نیست و شرایط زمین، گیاه و اقلیم تعیین کننده نیاز آبی گیاه و در نهایت دور آبیاری می باشند. لذا این سیستم به گونه ای خود را با خاک و گیاه وفق می دهد که در حقیقت نیاز آبی گیاه و دور آبیاری را خود گیاه مشخص می کند. همچنین، از مزایای مهم این سیستم ساده برای خودکار کردن آبیاری میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- صرفه جویی در مصرف آب
- ۲- کاهش هرز آب
- ۳- آبیاری بر طبق نیاز گیاه
- ۴- عدم نیاز به نیروی انسانی جهت آبیاری
- ۵- پایین بودن هزینه ساخت
- ۶- تعیین دور آبیاری براساس نیاز گیاه و شرایط اقلیمی محیط
- ۷- افزایش کارایی مصرف آب
- ۸- امکان خودکار کردن کلیه سیستمهای آبیاری تحت فشار
- ۹- امکان کارگزاری سیستم در مزارع، باغات، گلخانه ها و فضاهای سبز

## منابع

- ۱- قائم مقامیان، ش. ۱۳۷۸. سیستم خودکار آبیاری. پروژه دوره لیسانس، دانشگاه آزاد اسلامی کرمان، دانشکده فنی و کشاورزی، بخش آبیاری. ۶۲ ص.
- ۲- حیدری، ن. ۱۳۸۴. تعیین کارایی مصرف آب محصولات زراعی مناطق مختلف کشور، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره ثبت: ۸۴/۹۸۸، ۱۱۳ ص.
- 3- Koc, A. B., P. H. Heineman, R. M. Crassweller, and C. T. Morrow. 2000. Automated cycled sprinkler irrigation system for frost protection of apple buds. ASAE vol.16 (39): 231-240.
- 4- Untitled. Improve cropping systems to protect groundwater quality. <http://and.unl.edu/rn/0498/page12.htm>