

## معرفی عملکرد سیستم کنترل هوشمند آبیاری<sup>۱</sup> (MIC)

محمد ایوبی مهریزی<sup>۲</sup> و مهدی شادلوئی<sup>۳</sup>

### چکیده

امروزه عواملی چون رشد بی رویه جمعیت، توسعه ناهنجار شهرنشینی و افزایش استانداردهای زندگی نیاز به آب و حفاظت بیشتر از آن را اجتناب ناپذیر کرده است. با گسترش استفاده از سیستم های نوین آبیاری (تحت فشار)، یکی از مسائلی که امروزه در بخش کشاورزی به نیازی مهم مبدل شده است، کنترل زمان شروع و پایان آبیاری می باشد. در این مقاله به معرفی نوعی کنترلر جدید خواهیم پرداخت که با توجه به قوانین طبیعی حاکم بر گیاه، به عنوان یک موجود زنده، فرمان قطع و وصل آبیاری را صادر می کند.

**کلمات کلیدی:** کنترلر، آبیاری، میکروپروسسور، الکترومغناطیس، سنسور، مدیریت منابع آبیو اتوماسیون آبیاری

### مقدمه

امروزه عواملی چون رشد بی رویه جمعیت، توسعه ناهنجار شهرنشینی و افزایش استانداردهای زندگی نیاز به آب و حفاظت بیشتر از آن را اجتناب ناپذیر کرده است. از این رو اغلب کشورها با رشد زیاد جمعیت به گونه ای فزاینده با مشکل تأمین آب مواجه هستند. نامگذاری سال ۲۰۰۳ بعنوان سال جهانی آب و سالهای ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ بعنوان دهه بین المللی آب توسط سازمان ملل حاکی از افزایش بدخیم این بحران است [۱]. با توجه به گزارش اخیر بانک جهانی و برنامه توسعه بانک، در سال ۲۰۲۵ حداقل ۸ میلیارد نفر روی کره زمین زندگی خواهند کرد و بنابراین تأمین امنیت غذایی، مبارزه با فقر و بهبود کیفیت زندگی در کشورهای درحال توسعه مثل ایران، مهم ترین اهدافی هستند که در برابر تصمیم گیران قرار دارد. به نظر می رسد تنها راه نیل به این هدف، توسعه پایدار در بخش کشاورزی است که با افزایش بهره وری آب و استفاده بیشتر از هر واحد آب مصرفی میسر است. از طرفی براساس

<sup>۱</sup> - کلیه اطلاعات این بخش از گزارش طرح توسعه روش های نوین آبیاری سازمان مدیریت و برنامه ریزی برداشت شده است.

<sup>۲</sup> - مدیرعامل شرکت مهندسی افراصنعت برین

<sup>۳</sup> - مدیرفنی شرکت مهندسی افراصنعت برین

پیش بینی سازمان جهانی هواشناسی در حدود یک میلیارد نفر از جمعیت جهان تا سال ۲۰۲۵ میلادی با کمبود آب روبرو خواهند بود و تا سال ۲۰۵۰ میلادی، این رقم به حدود دو برابر افزایش خواهد یافت. پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که بیش از ۲۰ کشور جهان برای تأمین آب مورد نیاز به همسایگان خود وابسته هستند. آمارها و مطالعات نشان می‌دهد، با آنکه میزان آب در دسترس بشر ثابت است، اما تقریباً هر ۲۱ سال، نیاز به آب دو برابر می‌شود. هرچند ۷۱ درصد از کل سطح زمین پوشیده از آب است، اما از این میزان ۹۴/۵٪ آن غیر قابل مصرف و فقط ۵/۲٪ از آن را آب شیرین تشکیل می‌دهد، اما همین مقدار ناچیز هم در دسترس نیست چون دوسوم ذخایر آب شیرین بصورت یخچالهای طبیعی وجود دارند و بقیه ذخایر آب شیرین هم به منابع آبهای جاری و زیر زمینی ای مربوط می‌شود که مقدار ناچیزی از آن در اختیار انسان برای شرب و کشاورزی قرار دارد [۱]. از طرف دیگر هزینه های سرسام آور شیرین کردن آب و ساخت سد نمی‌تواند توجیه اقتصادی برای تأمین آب داشته باشد و مناسبترین راه، تولید آب شیرین نیست.

بخش کشاورزی بزرگترین مصرف کننده آب شیرین است و درحال حاضر حدود ۷۰ درصد مجموع آب شیرین جهان برای تهیه مواد غذایی و اشتغال میلیاردها نفر از ساکنان روستاها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در چنین شرایطی لزوم مدیریت آب در سطح جهان افزایش یافته و به توجه بیشتری در آینده نیاز دارد. براساس نظر شورای جهانی آب، کشورهای درحال توسعه از جمله ایران برای غلبه بر مشکلات غذایی خود باید تا سال ۱۴۰۰ حدود ۳۰٪ به تولیدات محصولات کشاورزی خود بیفزاید. این درحالی است که براساس پیش بینی های فائو تا سال ۱۴۰۰ فقط می‌توان ۲۳٪ بر سطح اراضی آبی افزود [۱ و ۲]. با توجه به اینکه متوسط بارش سالانه در کشورمان ایران، حدود ۲۴۰ میلی‌متر می‌باشد و اگر تقسیم بندی زیر را نیز برای تعیین نوع اقلیم بپذیریم (جدول ۱)، ایران کشوری خشک محسوب می‌شود. ضمن آنکه مقایسه متوسط بارندگی کشور بار متوسط بارندگی سالانه دنیا که چیزی در حدود ۸۵۰ میلی‌متر می‌باشد، بحرانی بودن وضعیت کشت آبی در کشور را به خوبی نمایان می‌سازد. واقعیت این است که رقم متوسط بارندگی سالانه نیز معرف میزان واقعی آب در دسترس گیاه از طریق بارش نبوده است، لذا در برنامه ریزیهای آبیاری غیر قابل استفاده است. علت این امر آن است که اولاً بعلت پراکنش نامناسب مکانی همه جای کشور دارای چنین بارانی نیستند و ثانیاً بعلت پراکنش نامناسب زمانی، بارش در فصولی مانند پاییز و زمستان اتفاق می‌افتد که استفاده چندانی برای گیاهان زراعی ندارد. با در نظر گرفتن کلیه عوامل ذکر شده، استفاده از روش های مختلف جهت مشخص نمودن نیاز آبی گیاهان و همچنین کنترل آبیاری به گونه ای که آبرسانی به گیاهان به اندازه نیاز آنها صورت گیرد، از اهمیت والایی برخوردار بوده و تحقیقات پیرامون این مساله، نظر بسیاری از محققان را در بخش کشاورزی به خود جلب کرده است.

جدول ۱: تقسیم بندی نوع اقلیم

اقلیم	بارندگی (mm)
خشک	$P < 250$
نیمه خشک	$250 < P < 500$
مرطوب	$500 < P$

## مواد و روش‌ها

## کنترل آبیاری

نیاز آبی به مقدار آبی گفته می‌شود که باید بصورت آبیاری به زمین داده شود تا گیاه با حداکثر توان خود رشد نموده و تولید محصول نماید [۲]. با گسترش استفاده از سیستم‌های نوین آبیاری (تحت فشار)، یکی از مسائلی که امروزه در بخش کشاورزی به نیازی مهم مبدل شده است، کنترل زمان شروع و پایان آبیاری می‌باشد. بررسی اعداد و ارقام آبیاری در هنگام استفاده از سیستم‌های آبیاری های تحت فشار، بیانگر این مطلب است که این سیستمها باعث افزایش راندمان آبیاری تا میزان ۷۰٪ می‌شوند که این راندمان به دلیل تضمین در ارسال آب از استخر تا محل آبیاری به میزان بیش از ۹۰٪ می‌باشد، اما این سوال پیش می‌آید که چرا با تضمین ۹۰٪ انتقال آب که با لوله‌ها به گیاهان می‌رسد، راندمان آبیاری در شرایط خوب (طراحی مهندسی، پیاده سازی خوب و تجهیزات مناسب) از مرز ۷۰٪ عموماً تجاوز نمی‌کند؟

پاسخ این سوال به تشخیص زمان دقیق آبیاری برمی‌گردد. تاکنون دانشمندان و محققان بسیاری در دنیا روی تجزیه و تحلیل آن مطالعات بسیاری انجام داده‌اند که با پیشرفت علم و تکنولوژی توانسته‌اند در نهایت با استفاده از سنسورهایی که پارامترهایی چون دمای محیط و پیرامون گیاه، رطوبت خاک، سن و وسعت و حجم سایه انداز و ... را اندازه گیری کرده و پس از آنالیز به فرمولهائی در این زمینه دست پیدا کنند [۳ و ۴] و با استفاده از این فرمولها تا حد بسیار زیادی به زمان دقیق تر آبیاری نزدیک شده‌اند. استفاده از این روابط موجب کاهش چشمگیری در مصرف آب در بخش کشاورزی می‌گردد. استفاده از این روابط نه تنها نیاز به استفاده از کنترلرها را مرتفع نمی‌کند، بلکه وجود این نیاز را پر رنگ تر می‌نماید. برخی دلایل نیازمندی به کنترلهای آبیاری عبارتند از:

- ۱- عدم توانایی اندازه گیری پارامترهای دخیل در روابط آبیاری
  - ۲- احتمال بروز خطای نیروی انسانی در قطع و وصل آبیاری
  - ۳- تغییرات متنوع و پی در پی شرایط جوی و تاثیر شدید آن بر روی نیاز آبی گیاهان
- لذا استفاده از سیستمی که بتواند به گونه ای هوشمند وظیفه محاسبه نیاز آبی گیاه و همچنین کنترل قطع و وصل آبیاری را بر عهده گیرد، بسیار مهم و ضروری به نظر می‌رسد.

## روش‌های کنونی صدور فرمان آبیاری

در ابتدا صدور فرمان آبیاری در سیستم‌های قطره ای به صورت دستی و با توجه به عواملی نظیر نمایه‌های گیاهی (شادابی و رنگ برگها و...)، نمایه‌های خاک (رطوبت خاک و...) و در نظر گرفتن بودجه آبی (بیلان آب) انجام می‌گرفت [۲]. بدین صورت که هرگاه اپراتور با بررسی این عوامل احساس می‌کرد که درختان به آب نیاز دارند، با بازکردن شیرهای دستی آب را در سیستم جاری می‌نمود. با گذشت زمان، سیستم‌های آبیاری قطره ای مجهز به دستگاه برنامه ریز زمانی (Timing) گردید. بدین صورت که با برنامه ریزی سیستم، در زمان‌های معینی آب در سیستم جاری شده و یا قطع می‌گردید. همچنین، در سال ۲۰۰۳ میلادی، دستگاهی توسط یک مخترع انگلیسی اختراع گردید که با تلفیق دو کمیت در صد رطوبت خاک و دمای محیط، میزان نیاز آبی گیاه را محاسبه نموده و فرمان آبیاری تحت فشار را صادر می‌نمود. بطور کلی در این روش نیاز به سنسورهای متفاوتی

است که از بعد اقتصادی قابل توجیح نمی باشد و از طرفی زیاد بودن تعداد سنسورها احتمال افزایش خطا را ایجاد می نماید. روش های موجود برای صدور فرمان آبیاری در سیستم آبیاری قطره ای در جدول (۲) ارائه شده است.

### سیستم (Microprocessor Irrigation Controller) M.I.C.:

مطالعه قوانین طبیعی بیانگر این مطلب است که در تمامی موجودات زنده از جمله گیاهان، سیستم عصبی توسط میدانهای الکترو مغناطیسی کنترل می شود [۵]. در قوانین پزشکی به این مطلب اشاره شده است که سیستم عصبی و انتقال اطلاعات در موجودات زنده توسط میدان های الکترومغناطیسی صورت می گیرد. این مطلب حاکی از این است که مغز انسان هم بر پایه الکترومغناطیس انجام وظیفه می نماید. حال گیاهان نیز به حکم موجود زنده بودن از این امر مستثنی نمی باشند. با بررسی و تجزیه و تحلیل میدانهای الکترومغناطیسی در گیاهان به این نتیجه می توان دست یافت که رابطه متقابلی بین این امواج و نیازهای گیاه وجود دارد. تحقیقات گسترده ای در این زمینه انجام شد که منجر به طراحی حسگری (Sensor) گردید (شکل ۱) که بتواند میدانهای الکترومغناطیسی متشعشع از گیاه را حس نماید. این حسگر که در مجاورت گیاه نصب می گردد، این امواج را تشخیص داده و پس از تجزیه و تحلیلی که توسط پردازشگر انجام می گیرد، نیاز و یا عدم نیاز گیاه به آب تشخیص داده می شود و آبیاری به دستور خود گیاه شروع شده و یا خاتمه میابد.

جدول ۲: روش های صدور فرمان آبیاری در سیستم آبیاری قطره ای

روش بکار افتادن	شروع دوره آبیاری	معیار بسته شدن شیر آب	نحوه باز شدن شیر آب بعدی	ترتیب بکار افتادن شیر آب	برای تغییر عمق آب آبیاری	برای تغییر بکار افتادن
شیر آب دستی	باز شدن با دست	زمان	باز شدن با دست	بدون محدودیت	بر اساس تغییرات فشار یا زمان	بدون محدودیت
شیر آب حجمی	باز شدن با دست	مقدار آب	باز شدن با دست	بدون محدودیت	تنظیم شیر آب با دست	بدون محدودیت
بکار افتادن پشت سرهم با شیر آب حجمی	باز شدن با دست	مقدار آب	کنترل هیدرولیکی	با اتصال نواحی پست به مناطق مرتفع	تنظیم شیر آب با دست	تنها با جابجایی خطوط کنترل امکان پذیر است
اتوماتیک کامل با زمان یا حجم	اتوماتیک طراحی شده از قبل	زمان یا حجم	خطوط کنترل هیدرولیکی یا الکتریکی	بدون محدودیت	تنظیم بر اساس زمان یا حجم	تنظیم در صفحه کنترل
اتوماتیک کامل با رطوبت خاک	اتوماتیک بر اساس رطوبت خاک	مقدار رطوبت خاک	مستقل از شیرهای دیگر	به ترتیبی که خاک خشک می شود	تنظیم وسایل حساس به رطوبت خاک	بدون هیچگونه ترتیب فصلی



شکل ۱: تصاویر دستگاه MIC

اجزای تشکیل دهنده کنترلر هوشمند آبیاری عبارتند از: ۱- جعبه کنترل مرکزی (Central Control Box)، ۲- پردازشگرها (Processor OR Analyzer)، ۳- سنسورها (Sensors)، ۴- پرابها (Probes) و ۵- کامپیوتر کمکی (Backup) که در زیر تشریح می گردند.

#### ۱- جعبه کنترل مرکزی

جعبه کنترل مرکزی قلب سیستم می باشد که اطلاعات نرم افزاری داده شده از قبل را با توجه به خواسته های کنونی سخت افزار که از سوی پردازشگر و سنسور ارسال می شود، بررسی نموده و فرمانهای نهائی را صادر می نماید.

#### ۲- پردازشگر

پردازشگر واحدی است که با تبدیل اطلاعات سنسور از آنالوگ به دیجیتال، پهنای باند آنها را حفظ نموده و نهایتاً اطلاعات پردازش شده را پس از بررسی به کامپیوتر مرکزی ارسال می نماید.

#### ۳- سنسورها

در این سنسورها از تعدادی سنولئید به همراه چند قطعه الکترونیکی دیگر استفاده شده است و وظیفه آنها گرفتن امواج الکترو مغناطیسی اطراف گیاه و ارسال آن به پردازشگرها می باشد.

#### ۴- پرابها

انتقال اطلاعات بین تمامی بخش های سیستم توسط پرابهای کنترل می شود که به دو صورت بی سیم و کابلی طراحی شده است.

#### نحوه عملکرد سیستم

با استفاده از سنسورهای گیرنده امواج الکترومغناطیس در پیرامون گیاه (در ارتفاع حداکثر ۱ m و تا شعاع ۵۰ cm از پوسته خارجی گیاه) تغییرات میدانهای مغناطیسی اطراف گیاه به پردازشگر سیستم انتقال پیدا می کند و پردازشگر با بررسی اطلاعات رسیده، پالس های آنالوگ را به دیجیتال تبدیل نموده و به کامپیوتر مرکزی ارسال می نماید. حال

کامپیوتر مرکزی دارای قدرت تصمیم‌گیری بر اساس اطلاعات ذخیره شده می باشد و فرمانهای آبیاری را صادر می کند. انتقال اطلاعات بین تمامی بخش های سیستم همانطور که قبلاً گفته شد توسط پرابهائی کنترل می شود که گاهاً به صورت بی سیم یا کابلی مورد استفاده قرار می گیرند. شایان ذکر است که:

- این دستگاه، یک سیستم آبیاری جدید محسوب نمی شود بلکه در زمینهایی که آبیاری به صورت تحت فشار انجام می شود، صدور فرمان آبیاری و یا قطع آبیاری توسط این سیستم به صورت هوشمند صادر می گردد.
- در این سیستم به ازای هر نوع گیاه یا درخت یک پردازشگر در نظر گرفته شده و برای اخذ اطلاعات از گیاهان با توجه به شرایط میتوان برای چندین گیاه، یک سنسور تعبیه نمود.
- برای گیاهانی مانند: علوفه، جو، گندم، چغندر، برنج و ... پس از بررسی شرایط می توان با نصب یک پردازشگر و سنسور برای کل زمین اخذ اطلاعات نمود (با شرط یک نوع بودن محصول).
- کنترلر هوشمند آبیاری مجهز به سیستم کمکی Backup می باشد تا به هنگام معیوب شدن احتمالی سیستم اصلی، سیستم کمکی وارد عمل شده تا در اثر کمبود احتمالی آب، آسیبی به گیاه وارد نشود.
- سیستم کمکی مجهز به یک ساعت نجومی و دماسنج هوشمند می باشد تا اطلاعات گیاهان را دریافت نموده و بر اساس اطلاعاتی که از قبل برای سیستم تعریف شده اند، فرامین آبیاری را صادر نماید.
- هنگامی که سیستم اصلی به صورت موقت از مدار خارج گردد، قسمت عیب یاب هوشمند دستگاه، پیغامی را تحت عنوان خروج سیستم اصلی از شبکه از طریق تلفن ثابت یا همراه به صورت پیام صوتی یا متن نوشتاری (SMS) به اپراتور ارسال می نماید تا به واحد فنی و پشتیبانی ارجاع شده و نقص سیستم را برطرف نمایند.
- این سیستم در سال ۲۰۰۵ میلادی در مسابقات ایده ها و اختراعات کشور سوییس شرکت داده شد که موفق به کسب رتبه دوم صنایع کشاورزی گردید. همچنین، این دستگاه موفق به اخذ لیسانس افتخاری دانشکده کشاورزی دانشگاه سوییس و دکترای الکترونیک افتخاری از دانشگاه MIT گردیده است.

### مزایای استفاده از سیستم

با نصب و راه اندازی سیستم کنترلر هوشمند آبیاری در اراضی کشاورزی از مزایای زیادی بهره مند خواهیم شد. به عنوان مثال با نصب این سیستم ظرف چند سال اول شاهد کاهش چشمگیر مصرف هزینه خرید آب برای مناطق گرم و خشک خواهیم بود. برخی از مهمترین مزایای استفاده از این سیستم عبارتند از:

- استفاده بهینه از آب - نگهداری و حفاظت بیشتر از سفره های زیر زمینی
- صدور فرمان آبیاری در زمان بارندگی (در صورت تشخیص نیاز بیشتر به آب توسط گیاه)
- کاهش تلفات آبی به مقدار چشمگیر نسبت به سیستم های قبلی
- عدم نیاز به تهیه منابع بزرگ آب
- آبیاری فقط در صورت نیاز گیاه به آب
- کاهش زیان وارده به گیاه بر اثر شوری آب
- جلوگیری از رویش علفهای هرز در اطراف گیاه
- رشد بهتر گیاهان و افزایش کمی و کیفی محصول
- راندمان بالای دستگاه نسبت به بودجه های اقتصادی

- کاهش تلفات مکانیکی
- صرفه جوئی زیاد در مصرف انرژی
- ثبت پارامترهایی نظیر دسترسی به میزان دمای پیرامون گیاه، میزان درصد آبیاری و رسم نمودارهای آبیاری و ارسال اطلاعات از طریق SMS اینترنت، Voice و ...
- قابلیت تجهیز به سیستم عیب یاب هوشمند و گویا
- بهره گیری از سیستم کمکی برای مواقع ضروری

### بهینه سازی

یک سیستم آبیاری زمانی به حداکثر راندمان خود نزدیک می شود که علاوه بر بهینه سازی نحوه ارسال آب بتواند زمان قطع و وصل کردن آب را نیز تا حد زیادی کنترل و بهینه نماید و تنها در این صورت می توان به شرایط ایده آل یک سیستم آبیاری تحت فشار دست یافت یا نزدیک شد.

### نتیجه گیری

دستگاه MIC با استفاده از قوانین طبیعی، زمان دقیق نیاز به آبیاری را از خود گیاه می گیرد، بدین گونه که با حس و بررسی حالات و رفتارهای متفاوت که گیاهان از طریق امواج الکترو مغناطیسی نشان می دهند، نیاز آبی را دقیقاً بررسی کرده و فرمان صدور آبیاری یا قطع آبیاری را صادر می کند و می تواند مکمل بسیار خوبی برای سیستمهای آبیاری تحت فشار باشد. همچنین، به دلیل نحوه استفاده آسان و قیمت مناسب، این سیستم را می توان در انواع باغات و مزارع با هر نوع محصولی و با هر وسعتی اجرا نمود. به همین دلیل می توان نتیجه گرفت که چون MIC تضمین کننده زمان مناسب آبیاری است و اجرای سیستم های آبیاری تحت فشار تضمین کننده انتقال آب به گیاه می باشد، در صورتی که کنترل سیستم آبیاری تحت فشار به MIC واگذار شود، به بالاترین راندمان آبیاری و نقطه ای ایده آل در صنعت کشاورزی دست پیدا کرده ایم.

### منابع

- ۱- طرح توسعه روش های نوین آبیاری. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
- ۲- علیزاده. امین. طراحی سیستم های آبیاری. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). ص ۱۴ و ۱۷۵-۱۷۴ و ۱۸۳-۱۸۲.
- 3- Blaney, H. F. and W. D. Criddle. 1950. Determining water requirements in irrigated areas from climatological data. U.S.D.A. Soil Conservation Service Tech. Pub. 96.
- 4- Meider, H. and D. W. Sheriff. 1976. Plants and water. Blackie and Sons. Glasgow, Scotland.
- 5- Smith. C. and W. Bests. 1989. Electro magnetic man: health and hazard in the electrical environment. JM dent, London