

## اتوماسیون سامانه های آبیاری تحت فشار<sup>۱</sup>

همدم قناتیان<sup>۲</sup>، قاسم زارعی<sup>۳</sup> و علی گرجی<sup>۴</sup>

### چکیده

آنچه که از سیستم های مکانیزه آبیاری نسبت به روش های سنتی انتظار می رود، کاهش مصرف آب به شرط کاهش نیافتن سطح بهره وری است. سیستم های مکانیزه شدیداً به راهبری نیروی انسانی متکی هستند و حضور نیروی انسانی به منظور نظارت مستمر بر انواع سیستم های آبیاری، یکی از مهمترین مولفه های محدود کننده سطح بهره وری سیستم های مکانیزه می باشد که خطر ناشی از خطاهای انسانی، تعلل و تاخیر در انجام اقدامات را به همراه دارد. همچنین، مولفه محدود کننده دیگری که از رشد قابل قبول ضریب بهره وری این نوع تجهیزات جلوگیری میکند، مستند نشدن تصمیمات، اقدامات و وضعیت پارامترها در طول دوره بهره برداری است. با تشکیل نشدن بانک اطلاعاتی از وضعیت عملکردی سیستم و نیز در دسترس نبودن فیدبک لازم از نتیجه تصمیمات و اقدامات انجام شده، به رغم صرف هزینه های مربوط به سیستم های مکانیزه، بهره وری به حد مورد نظر نخواهد رسید. با توجه به ضرورت افزایش بهره وری و کارایی مصرف آب، نتیجه مطالعات معطوف به این موضوع شده است که با انجام اتوماسیون سیستم های آبیاری تحت فشار که عبارتند از نصب و راه اندازی تجهیزات سخت و نرم افزاری و شامل تجهیزات ابزار دقیق، کنترلی، مخابراتی، الکتریکی و نرم افزارهای کنترلی، هستند، محدودیت های ذکر شده شامل خطای نیروی انسانی و عدم وجود Data base از وضعیت عملکرد سیستم از بین رفته و امکان بهبود مدیریت مصرف آب و ارتقاء سطح بهره وری واحدهای آبیاری مهیا گردد. برای تحقق این مهم و ارائه الگوی عملی، در این مقاله مطالعات و اقدامات انجام شده برای اتوماسیون واحدهای آبیاری اراضی معاونت صنایع و امور زیر بنایی وزارت جهاد کشاورزی تشریح و نتایج پیش بینی شده حاصل از آن، بحث شده است.

**واژه های کلیدی:** سامانه های آبیاری تحت فشار، اتوماسیون و بهره وری.

<sup>۱</sup> - مطالعه موردی: اتوماسیون سامانه های آبیاری اراضی معاونت صنایع و امور زیر بنایی وزارت جهاد کشاورزی

<sup>۲</sup> - کارشناس الکترونیک شرکت ندا گستر آسیا

<sup>۳</sup> - عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

<sup>۴</sup> - کارشناس دفتر بهبود و توسعه روش های آبیاری

## مقدمه

با عنایت به مصرف سهم عمده ای از منابع محدود آب کشور در بخش کشاورزی، سیاست گذاری برای مدیریت بهینه مصرف آب، امری ضروری بوده و به همین دلیل اخیراً محققین به منظور صرفه جویی در مصرف آب و نیز افزایش راندمان آبیاری و کارایی مصرف آب، به سمت مزرعه سوق پیدا کرده اند. با توجه به اینکه حدود ۵۵۰۰۰۰ هکتار از اراضی کشور به انواع مختلف سیستم های آبیاری تحت فشار مجهز شده اند، ارتقاء عملکرد این سیستم ها در کوتاه مدت راهکاری موثر در این زمینه است. نتیجه مطالعات وضع موجود واحدهای آبیاری تحت فشار در مزارع کشاورزان و کشت و صنعت های کشور و نیز برنامه های بهینه سازی مصرف آب در سایر کشورها، نشان می دهد که کم هزینه ترین و سریع ترین راه حل برای مدیریت مصرف بهینه آب که حاصل افزایش بهره وری واحد های مختلف آبیاری تحت فشار می باشد، ارتقاء وضع موجود در واحدهای آبیاری از سطح مکانیزاسیون به سطح اتوماسیون است که بدون بهم زدن وضع موجود و فقط با اصلاح تجهیزات در حال کار و کم کردن نقش نیروی انسانی، دستیابی به آن امکان پذیر می باشد. براساس آمار و اطلاعات موجود، چنانچه سطح زیر کشت آبی کشور را در حدود ۸/۲ میلیون هکتار در نظر بگیریم، ملاحظه می گردد که در حال حاضر تقریباً شش درصد اراضی فاریاب کشور به روش تحت فشار آبیاری می شوند. با بررسی های کارشناسی بعمل آمده، در حال حاضر امکان توسعه انواع روش ها آبیاری تحت فشار برای حدود ۲۰٪ از اراضی فاریاب کشور تا پایان سال ۱۳۹۱ وجود دارد (سالانه حدود ۱/۵٪) که این هدف با اجرای طرح دهساله ای (۱۳۸۲-۱۳۹۱) تحت عنوان «طرح توسعه روش های آبیاری تحت فشار» توسط دفتر بهبود و توسعه روش های آبیاری معاونت صنایع و امور زیربنایی در دست انجام می باشد. برای تحقق این مهم و کاستن از مسائل و مشکلات ناشی از کاربرد اینگونه سیستم های آبیاری و ارائه الگوی عملی، در این مقاله مطالعات و اقدامات انجام شده برای اتوماسیون واحدهای آبیاری اراضی معاونت صنایع و امور زیر بنایی وزارت جهاد کشاورزی تشریح و نتایج پیش بینی شده حاصل از آن، بحث شده است [۲، ۳ و ۵].

## مواد و روش ها

مطالعات حاضر بر اساس بازدید های میدانی از عملکرد سامانه های آبیاری تحت فشار (اراضی معاونت صنایع و امور زیربنایی در کرج) و شناخت زمینه های بهینه سازی بهره برداری از آنها صورت گرفته است. در این بررسی با توجه به نتایج حاصله از ضرورت ها و اهداف اجرای سامانه های آبیاری تحت فشار و همچنین با بهره گیری از تجارب شرکت Rain man به عنوان همکار و پس از بررسی و مطالعه پروژه های مشابه اجرا شده در سایر کشورها با شرایط آب و هوایی و زراعی مختلف، دستیابی به اهداف مختلف همزمان با بوم سازگار نمودن تجهیزات مد نظر قرار گرفته است. همچنین قابلیت های نرم افزار Citect مورد بررسی قرار گرفته است و برای توجیه اقتصادی، فنی و مدیریتی لازم برای اصلاح تجهیزات وضع موجود و ارتقاء سامانه های آبیاری تحت فشار از سطح مکانیزاسیون به سطح اتوماسیون در اراضی یاد شده از روش منطق فازی<sup>۵</sup> و همچنین از نرم افزار Matlab استفاده شده است.

<sup>5</sup> - Fuzzy logic

## بحث و نتیجه گیری

### سیستم مکانیزاسیون و راهکارهای ارتقاء آن

یکی از شاخص‌هایی که برای ارزیابی مدیریت آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد کارآئی مصرف آب (Water use efficiency) می‌باشد که میزان محصول تولید شده به ازای واحد آب مصرف شده است [۵]. با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از آب‌های کشور (حدوداً ۸۰٪) در بخش کشاورزی مصرف می‌شود لذا استفاده از سیاست‌ها در جهت افزایش کارآئی مصرف آب باعث صرفه‌جویی حجم بالایی آب خواهد شد به طوری‌که برای مثال با افزایش ۱۰٪ در کارآئی مصرف آب در این بخش، حجم آبی معادل ۱۸ میلیارد متر مکعب صرفه‌جویی خواهد شد که برابر با حجم آب ذخیره شده در پشت ۹۰ سد مانند سد کرج با ظرفیت ۲۰۰ میلیون متر مکعب خواهد بود. یکی از راههای افزایش کارآئی مصرف آب استفاده از سامانه‌های آبیاری تحت فشار است. این سامانه‌ها آبیاری شامل بارانی قرقه‌ای<sup>۶</sup>، بارانی دوار مرکزی<sup>۷</sup>، بارانی خطی<sup>۸</sup>، بارانی چرخدار<sup>۹</sup>، بارانی کلاسیک متحرک، نیمه متحرک و ثابت و نیز انواع آبیاری‌های موضعی می‌باشند [۱]. طبق آمار موجود میانگین راندمان آبیاری توسط این سامانه‌ها در حدود ۷۴٪ است (متوسط راندمان آبیاری فعلی کشور حدود ۴۰٪ است) و میانگین بهره‌وری هر متر مکعب آب مصرفی حدود یک کیلوگرم است [۴].

در حال حاضر در کشور ما پیشرفت‌های خوبی در زمینه کاربرد سامانه‌های آبیاری تحت فشار انجام شده است به طوری‌که تا پایان سال ۸۴ به میزان ۵۵۸۱۵۰ هکتار از اراضی کشور به سامانه‌های آبیاری تحت فشار مجهز شده است. حال این سوال مطرح است که آیا این پایان راه است و سیاستگذاری و برنامه‌ریزی در ادامه کار و در جهت صرفه‌جویی در هزینه‌های تامین آب آیا باز هم امکان‌پذیر است و اساساً کشورهای پیشرفته در این زمینه چه راهکارهایی را دنبال کرده‌اند؟ در حال حاضر کارآئی آب در زیر بخش با روش‌های آبیاری تحت فشار هفتاد و نه درصد می‌باشد به عبارت دیگر به ازای مصرف هر متر مکعب آب به طور متوسط ۰/۷۹ کیلوگرم محصول تولید می‌گردد. در نتیجه تولید در واحد سطح نسبت به کشورهای پیشرفته پایین می‌باشد [۴]. با بررسی‌های انجام شده روی سامانه‌های آبیاری تحت فشار از عوامل اصلی کاهش کارآئی این سامانه، وابستگی شدید به نیروی انسانی می‌باشد به طوری‌که همواره همراه با عامل نیروی انسانی عامل خطا نیز وجود دارد. به عنوان مثال در یک آبیاری بهینه، گیاه باید به اندازه نیاز آبی خود (ETc) آبیاری شود اما اینکه کشاورز چگونه متوجه شود که چه مقدار و چه هنگام گیاه نیاز به آبیاری دارد؟ و یا اینکه آیا این امکان همیشه وجود دارد که برنامه‌های آبیاری به موقع انجام شود و یا در موقع بروز مشکل در یک قسمت از سیستم آیا امکان برطرف کردن عیب سیستم به موقع و به هنگام وجود دارد؟ از مشکلات عملیات آبیاری کشور است. همچنین یکی دیگر از مشکلات عمده عدم ایجاد یک بانک اطلاعاتی از میزان آبیاری، حوادث رخ داده و یک Data base متشکل از اطلاعات لازم برای هر گیاه در طول فصل آبیاری است که در نتیجه امکان مدیریت مطلوب بر اساس سوابق گذشته وجود ندارد و در نهایت منجر به کاهش کارآئی مصرف آب می‌شود.

<sup>6</sup> - Reel machine, Traveling gun

<sup>7</sup> - Center pivot

<sup>8</sup> - Linear move, lateral move

<sup>9</sup> - Wheel move, side roll

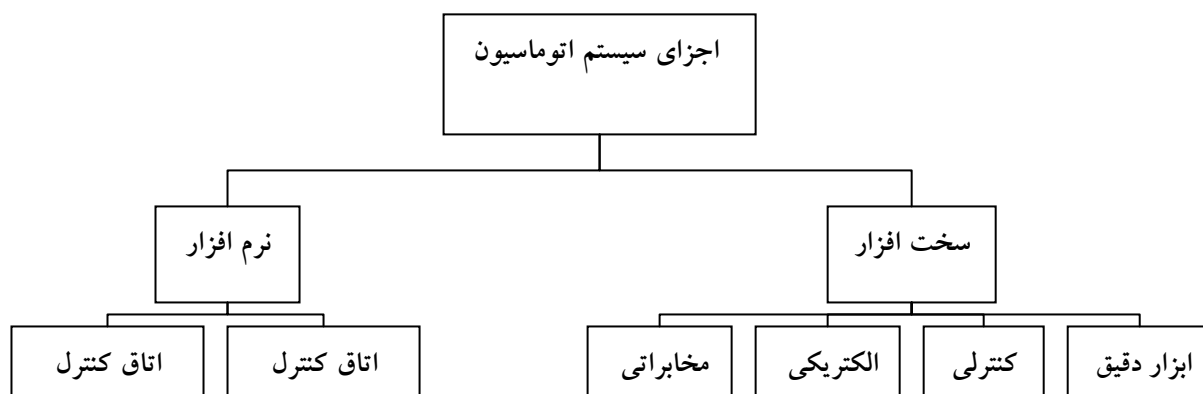
در حال حاضر در کشورهای پیشرفته در زمینه آبیاری از جمله آمریکا، کانادا، استرالیا و ... برای رفع مشکلات موجود و ارتقاء سامانه های آبیاری تحت فشار از سطح مکانیزاسیون به سطح اتوماسیون سامانه های آبیاری تحت فشار رو آورده اند [۷ و ۹].

### سیستم اتوماسیون

اتوماسیون در واقع یک مدیریت نرم افزاری متمرکز بر کلیه فرایندهای یک سیستم به طور دائمی (شبانه روزی) می باشد که تحت نظارت و کنترل یک واحد مرکزی پردازشگر پیاده سازی می شود.

### ساختار سیستم اتوماسیون

ساختار یک سیستم اتوماسیون بصورت شکل شماتیک زیر است که عبارتند از:

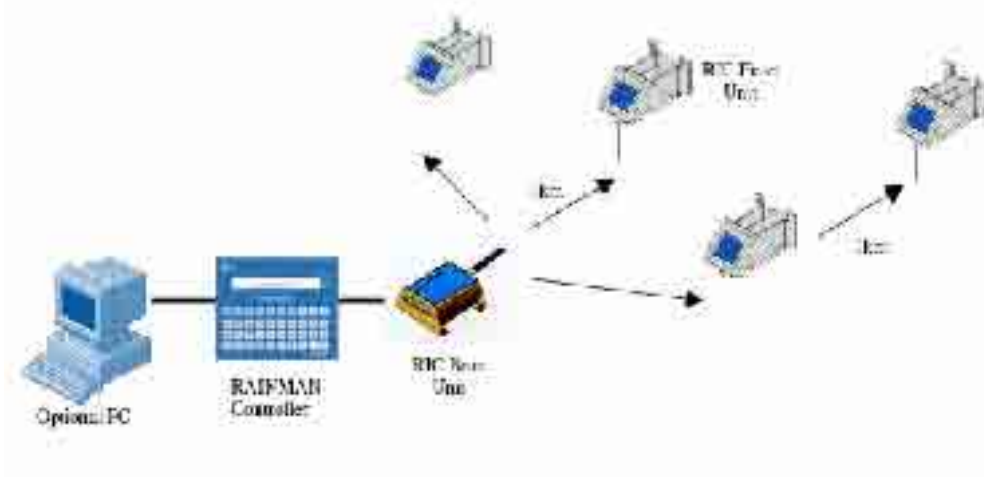


شکل ۱: ساختار شماتیک یک سیستم اتوماسیون

- ابزار دقیق شامل فلومتر، سطح سنج، فشار سنج، شیرهای برقی، سنسور، موقعیت یاب و پکیج هواشناسی که با نصب تجهیزات ابزار دقیق پارامترهای فیزیکی مانند ارتفاع و فشار تبدیل به پارامترهای الکتریکی مانند آمپر یا ولتاژ می شود.
  - تجهیزات کنترلی شامل RTU<sup>10</sup> و RIC<sup>11</sup> (شکل ۲) که یک ترمینال برای جمع آوری سیگنال ها و پردازش و فرمان دهی جهت کنترل وضع موجود است [۹].
  - تجهیزات الکتریکی که شامل UPS، Power meter، VSD و ... میباشند.
  - تجهیزات مخابراتی که شامل مودم ها، آنتن، دکل، کابل ها و ... میباشند.
- همچنین نرم افزار های استفاده شده در اتاق کنترل محلی و مرکزی دارای قابلیت های زیر می باشند [۱۴]:

10 -Remote Terminal Unit

11 -Remote Irrigation Control



شکل ۲: IRC و نحوه ارتباط فیلدها با یک PC

### توانایی نرم افزار:

- ۱- نمایش و کنترل کلیه اطلاعات کنترلر های محلی
- ۲- نمایش اطلاعات هواشناسی منطقه (پکیج کلیماتولوژی) مطابق شکل (۳)
- ۳- نمایش فشار، مقدار جریان و ولتاژ هر الکترو پمپ و... برای هر سامانه آبیاری مطابق شکل (۴)
- ۴- نمایش مقدار رطوبت خاک و موقعیت تجهیزات آبیاری
- ۵- چاپ و ذخیره سازی تمام اطلاعات از قبیل نمودارها، Trendها و جداول
- ۶- تعیین سطوح دسترسی مختلف برای اپراتور مسئول تعمیرات و مدیریت
- ۷- نمایش جریان برق هر واحد آبیاری در قسمت Status هر واحد در صفحه گرافیکال و ارسال فرمان Shutdown در حالت اضافه جریان به صورت اتوماتیک
- ۸- تغییر Configuration هر یک از کنترلرهای محلی
- ۹- محاسبه حجم آب مصرف شده توسط هر یک از واحدهای آبیاری به صورت لحظه ای و تجمعی در نمودارهای روزانه، ماهیانه و سالیانه
- ۱۰- محاسبه مجموع ساعات فعال بودن هر پمپ
- ۱۱- امکان افزایش ظرفیت های پیش بینی شده

### سطوح کنترلی و نحوه ارتباط آن

برای خودکارسازی یک مجموعه گسترده، از سطوح کنترلی مختلفی استفاده می‌کنیم. پایین‌ترین سطح کنترلی <sup>12</sup>LCC (شامل یک RTU یا یک RIC) است که اطلاعات را از فیلدها (سنسورهای، چاه‌ها و ..) جمع‌آوری کرده و سپس این اطلاعات را به سطح کنترلی بالاتر از خود <sup>13</sup>LCC (RTU) ارسال می‌نماید. هر LCC خود ممکن است دارای چندین زیر مجموعه ULCC باشد. بنابراین اطلاعات همه LCC ها به اتاق کنترل مرکزی

1- Under Local Control Computer  
13- Local Control Computer

CCC<sup>14</sup> ارسال شده و در آنجا پردازش اصلی روی اطلاعات رخ می‌دهد و در صورت نیاز دستورات لازم را به زیر مجموعه‌های کنترلی خود می‌فرستد. نمونه‌ای از نحوه ارتباط کامپیوتر کنترل مرکزی و زیر مجموعه‌های آن در شکل (۵) ارائه شده است.



شکل ۳: اطلاعات ایستگاه هواشناسی در اتاق کنترل مرکزی

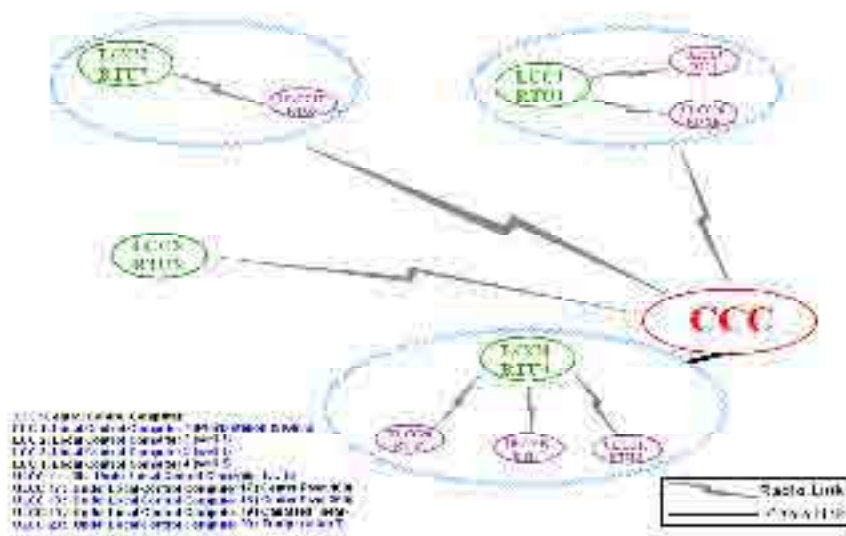


شکل ۴: صفحه مربوط به نمایش وضعیت پمپها و Pump Station

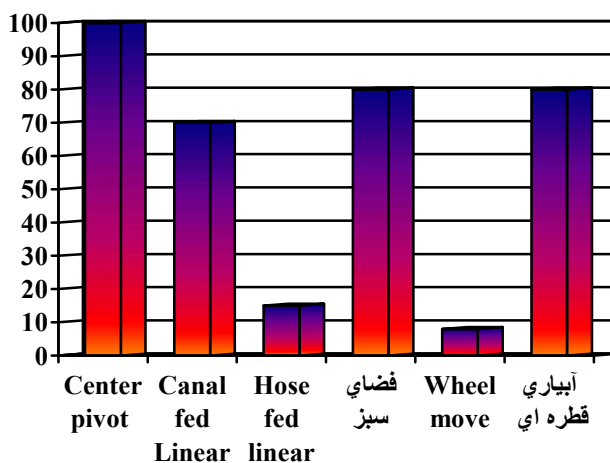
درجه اتوماسیون سامانه‌های آبیاری تحت فشار موجود

از آن جا که سامانه‌های آبیاری تحت فشار دارای انواع مختلفی هستند آیا همه این سیستم‌ها قابلیت ارتقاء از سطح مکانیزاسیون به سطح اتوماسیون را دارند؟ در نمودار شکل (۶) درجه اتوماسیون هر یک از سامانه‌های

آبیاری نشان داده شده است. بر اساس روش تحلیل فازی [۸]. انجام شده بر روی این سامانه‌ها و با توجه به شرایط منطقه، نوع گیاه، آب و هوا به این نتیجه می‌رسیم که سامانه‌های آبیاری Center Pivot، Canal Fed Linear، قطره ای و فضای سبز اجرا شده در اراضی معاونت صنایع و امور زیربنایی که در حال حاضر دارای درجه اتوماسیون بالای ۶۰٪ (سطح آستانه اتوماسیون قابل توجیه تجهیزات آبیاری اراضی مذکور) هستند، توجیه اقتصادی، فنی و مدیریتی لازم را برای اصلاح تجهیزات وضع موجود و ارتقاء آنها به سطح اتوماسیون دارند.



شکل ۵: نمونه‌ای از نحوه ارتباط کامپیوتر کنترل مرکزی و زیر مجموعه‌های آن



شکل ۶: درجه اتوماسیون هر یک از سامانه‌های آبیاری تحت فشار اجرا شده در اراضی مورد مطالعه

همچنین، سیستم‌های آبیاری Wheel Move و Hose Fed Linear با توجه به شرایط وضع موجود آنها از درجه اتوماسیون پایین‌تر برخوردار می‌باشند که در نتیجه ارتقاء سطح اتوماسیون در آنها در اولویت‌های بعدی قرار دارند.

برای درک بهتر از اتوماسیون سامانه‌های آبیاری تحت فشار در زیر نحوه اتوماسیون دستگاه Center Pivot که دارای بالاترین درجه اتوماسیون است، می‌پردازیم. به طور کلی یک دستگاه ستر پیوت را می‌توان شامل دو مجموعه عمده در نظر گرفت. مجموعه اول اجزای مکانیکی دستگاه است و شامل قسمت‌های مختلف دستگاه از نظر سازه ای می‌باشد که وظیفه انتقال و توزیع آب را بر عهده داشته و همچنین شامل قسمت‌های مختلف به منظور حرکت دستگاه روی زمین می‌باشد. مجموعه دوم، سیستم الکتریکی دستگاه است که شامل مدارهای الکتریکی جهت ارسال فرمان‌های حرکت و توقف به موتورهای الکتریکی دستگاه بوده و از تابلوی مرکزی، تابلوهای کنترل دهانه و کابل کشی تشکیل شده است. جهت تبدیل مدار الکتریکال ستر پیوت های موجود به ستر پیوتی که قابلیت اتوماسیون را داشته باشد، باید کنترل کننده ستر پیوت، متناسب با نیاز، به سیستم الکتریکی ستر پیوت اضافه نمود. بسته به نوع کنترل کننده، اصلاحات در مدار فرمان لازم و ضروری است اما با اجرای اتوماسیون، تغییری در سیستم مکانیکی، موتورهای الکتریکی محرک و مدارات قدرت صورت نمی‌گیرد. دستگاه کنترل کننده ستر پیوت، کنترل محلی و بلادرنگ ستر پیوت را انجام می‌دهد. ضمن اینکه وضعیت فعلی و اطلاعات آماری این ستر پیوت بر روی LCD کنترل کننده قابل مشاهده است و با صفحه کلید کنترل کننده می‌توان برنامه آبیاری را تنظیم نمود. برنامه آبیاری بر اساس اطلاعاتی که از پکیج هواشناسی و عوامل جوی و سنسورهای رطوبت سنج خاک بدست می‌آید، تنظیم می‌گردد. در سایت‌های بزرگ که متشکل از تعدادی ستر پیوت می‌باشد (شکل ۷)، برای هر دستگاه موجود در سایت نیازی به نصب پکیج کلیماتولوژی مجزا نیست بلکه با نصب پکیج در سایت می‌توان اطلاعات هواشناسی را به ایستگاه کنترل مرکزی (CCC) منتقل کرد تا به هر یک از واحدهای آبیاری ارسال شود. حضور کنترل کننده محلی ستر پیوت از نظر دریافت اطلاعات از سنسور موقعیت زاویه ای، سنسور تشخیص خلاف زاویه اسپن‌ها، دسته بندی اطلاعات و ارسال آن به CCC و همچنین گرفتن دستورات لازم جهت روشن/خاموش کردن دستگاه، سرعت حرکت، برنامه آبیاری و ... ضروری می‌باشد. انتقال اطلاعات از کنترل کننده محلی ستر پیوت به CCC بسته به موقعیت و فاصله می‌تواند بصورت کابلی یا رادیویی انجام شود.



شکل ۷: نمایشی از یک سایت بزرگ با چندین ستر پیوت

با عنایت به موارد فوق و بر اساس نتایج مطالعات انجام شده، در نهایت با اجرای اتوماسیون سامانه‌های آبیاری تحت فشار اهداف زیر محقق می‌شود:



### اهداف بهره‌برداری

به منظور بهره‌برداری از سامانه‌های آبیاری تحت فشار در زمینه‌های مختلف اپراتوری، تاسیسات، تعمیر و نگهداری آنها که صرفه جویی در منابع آب، انرژی و افزایش عملکرد محصول و... را موجب می‌شود، با اجرای طرح اتوماسیون مدیریت بهره‌برداری با دریافت اطلاعات جامع، کامل و به موقع از واحد‌های آبیاری مختلف قادر خواهند بود تصمیم‌های مناسبی را اتخاذ نمایند تا با کمترین هزینه بتواند بیشترین کارائی را برای آنها ایجاد نماید. به این منظور و با نصب تجهیزات ابزار دقیق، نمایش وضعیت و اطلاعات مربوط به کلیه تجهیزات و پارامترهای هواشناسی منطقه به صورت لحظه‌ای توسط سیستم فراهم می‌شود. این اطلاعات می‌توانند به صورت‌های مختلف مانند گراف، نمودارهای میله‌ای، آلام‌های و گزارش وضعیت ثبت و ذخیره گردند و در نتیجه اطلاعات پایه (Data base) از سوابق و رفتار کلیه تجهیزات، تاسیسات، پارامترها را فراهم نماید [۱۲ و ۱۳].

### اهداف کنترلی

مابین تجهیزات مختلف واحدهای آبیاری اعم از چاهها، ایستگاههای پمپاژ، ایستگاه کنترل مرکزی و ... اتباطات لازم فراهم می‌شود. مثلاً بوسیله اندازه‌گیری میزان تبخیر و تعرق هوا ( $ET_0$ ) و ضریب گیاهی (Kc) و اندازه‌گیری میزان بارندگی (R) برنامه آبیاری گیاه و در نتیجه واحد آبیاری مشخص می‌شود، الکتروپمپ نصب شده در چاه و شیرهای برقی مربوط به هر واحد آبیاری متناسباً فعال یا غیرفعال می‌گردند. بدین منظور با نصب تجهیزات کنترل اتوماتیک و کنترل از راه دور و سیگنالهای فرمان، پارامترهای زراعی مختلفی همراه با اطلاعات هیدرولیکی شبکه و پارامترهای هواشناسی بصورت لحظه‌ای مونیتر (پایش) و بوسیله اینترلاک‌هایی که توسط سیستم فراهم می‌شود، کنترل می‌گردند. کنترل مقدار آب لازم با توجه به نوع گیاه و پارامترهای هواشناسی مانند رطوبت نسبی، سرعت و جهت باد، درجه حرارت، ساعات آفتابی و میزان بارندگی انجام می‌گیرد و همزمان از طریق کنترل دور الکتروپمپها، دبی و فشار مورد نیاز شبکه در حد مطلوب کنترل می‌شود.

### نتیجه‌گیری

با اجرای اتوماسیون سامانه‌های آبیاری تحت فشار از جمله سنتر پیوت که دارای بالاترین درجه اتوماسیون است، شرایط زیر فراهم می‌شود:

- امکان تسلط کامل نرم افزاری و سخت افزاری بر کارکرد آبیاری و فرآیند تولید، انتقال و توزیع آب و تجهیزات واحدهای آبیاری به صورت محلی و مرکزی
- تامین به موقع و به اندازه نیاز آبی گیاهان مورد نظر
- کاهش قابل توجه انرژی الکتریکی مصرفی
- افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در واحد سطح
- امکان مدیریت بهینه مصرف انرژی و صرفه جویی در مصرف آن
- کاهش هزینه‌های نیروی انسانی و ترابری در اثر حذف بازدیدها

- حذف خطاهای انسانی
- ایجاد انعطاف پذیری لازم در شبکه تامین، توزیع و کاربرد آب
- ایجاد برنامه آبیاری انعطاف پذیر نزدیک به آبیاری مطلوب
- کاهش قابل توجه استهلاک تجهیزات و تاسیسات زیربنایی
- کاهش قابل توجه هزینه تعمیرات و اعمال روشهای مهندسی نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه
- صرفه جویی در مصرف نهاده ها
- امکان گزارش گیری و بررسی آماری و اقتصادی کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت منابع آب و نیز هزینه های تولید، انتقال و توزیع آب
- اعمال سیاستهای بهینه سازی مصرف آب

### منابع

- ۱- علیزاده، ا. ۱۳۸۴. اصول و عملیات آبیاری قطره ای. انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۲- بی نام. ۱۳۸۰. طرح مقدماتی دهساله توسعه روش های آبیاری تحت فشار (۱۳۹۰-۱۳۸۱). معاونت آب و خاک و زرات جهاد کشاورزی.
- ۳- بی نام. ۱۳۸۱. پیشنهاد طرح دهساله توسعه روش های آبیاری بارانی در جهت افزایش عملکرد و تولید گندم آبی و دیم کشور (۱۳۹۰-۱۳۸۱). دفتر بهبود و توسعه روش های آبیاری معاونت آب و خاک.
- ۴- بی نام. ۱۳۸۴. روش های نوین آبیاری. نشریه کشاورزی و غذا. شماره ۳۳.
- ۵- زارعی، ق. و سید حسین صدر قائن. ۱۳۸۳. سیمای توسعه روش های آبیاری بارانی در ایران تا افق ۱۴۰۰. مجموعه مقالات کارگاه فنی آبیاری بارانی. کرج.
- ۶- فرشی، ع. ا. ۱۳۸۳. مصرف بهینه آب کشاورزی. اولین همایش بررسی مشکلات شبکه های آبیاری و زهکشی.
- 7- Wang, L. X. 1990. A Course in Fuzzy System and Control.
- 8- [www.rainman.com.au](http://www.rainman.com.au)
- 9- [www.zimmatic.com](http://www.zimmatic.com)
- 10- [www.valmont.com](http://www.valmont.com)
- 11- [pwa.ars.usda.gov/fno/wmr](http://pwa.ars.usda.gov/fno/wmr)
- 12- [www.cprl.ars.usda.gov/wmmis.htm](http://www.cprl.ars.usda.gov/wmmis.htm)
- 13- [www.citect.com](http://www.citect.com)