

آشنایی با روش ها و تجهیزات اتوماسیون سیستم های آبیاری تحت فشار

ناصر ولی زاده^۱ و سحر ملک زاده^۲

چکیده

نخستین تلاش در ابداع آبیاری تحت فشار، استفاده از لوله های فلزی منفذدار بود که آب بصورت فواره ای از آن خارج می شد. در دهه ۱۹۲۰ اولین نمونه آبیاری توسط یک کشاورز در کارگه ساده آهنگری او ساخته شد. سپس در دهه ۱۹۳۰ تفکر آبیاری قطره ای قوت گرفت و نمونه های اولیه آن در دهه ۱۹۴۰ اجراء شد. روشهای آبیاری بارانی کلاسیک (بدون استفاده از نیروی محرکه برای جابجایی) تاکنون روند تکاملی خود را طی می کند، ضمن آنکه از دهه ۱۹۷۰ سیستم های مکانیزه آبیاری بارانی مجهزتر شده و روی این نوع روشها ساخت تجهیزات اضافی جهت کاهش نیروی انسانی و نیل به اتوماسیون سریعتر بوده است. از دهه ۱۹۸۰ نیز روشهای قطره ای تکامل یافته و تا کنون انواع توزیع کننده ها نظیر قطره چکانها، میکروجت ها، اسپریرها، نوارها، بابلرها و ... تولید شده اند. با محدود شدن منابع آب و اراضی فاریاب و افزایش حقوق کارگران و قوانین سخت کارگری در کشورهای صنعتی، اندیشه اتوماسیون در روشهای آبیاری تحت فشار جان گرفت. بدین ترتیب علاوه بر ساده سازی و کاهش نیروی کارگری، مصرف آب، انرژی، هزینه های بهره برداری و نگهداری صرفه جویی شده و متعاقب آن استهلاک تجهیزات نیز کاهش یافت. اتوماسیون آبیاری تحت فشار می تواند در سطح کوچک و اراضی وسیع عملی شود. بدلیل عبور آب از شبکه لوله ها و استفاده از پمپ، سازگاری آبیاری تحت فشار به اتوماسیون در مقایسه با روشهای آبیاری سطحی بیشتر است. اتوماسیون بنابر تقاضای کاربرد، دامنه وسیع دارد. یعنی می تواند بسادگی با نصب یک تایمر یا PRESSURE SWITCH روی پمپ در غیاب کاربر بر حسب زمان یا تغییرات فشار در شبکه، پمپها را یکایک روشن یا خاموش نماید و یا با نصب یک برنامه ریز (کنترلر) در ایستگاه پمپاژ و چند شیر خودکار الکتریکی در ابتدای مانیفولد، علاوه بر روش شدن پمپ، فرمان باز و بسته شدن شیر خودکار (شروع آبیاری) را صادر نماید. استفاده از انواع سنسورها و کامپیوتر باعث شد که شرایط خاک، هوا و گیاه توسط سیگنال از سنسورها به دفتر مرکزی ارسال شده و پس از تجزیه و تحلیل اطلاعات دریافتی، برنامه آبیاری روزهای بعد تهیه شود. استفاده از

^۱- کارشناس آبیاری مهندسين مشاور یکم و عضو کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

^۲- دانشجوی دوره کارشناسی مهندسی آبیاری و عضو کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

تجهیزات نرم افزاری، مخابراتی، ماهواره ای، اتوماسیون را بقدری گسترده ساخته که می توان از فاصله دور حتی بین قاره ای، برنامه آبیاری را کنترل و پایش نمود. در این مقاله سعی شده است بطور خلاصه موارد فوق تشریح شود.

واژه های کلیدی: اتوماسیون، آبیاری تحت فشار، بهینه سازی

مقدمه

انسان در ۵۰۰۰ تا ۷۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در ناحیه بین النهرین و دره حاصلخیز آن اقدام به کشت گندم و جو و سپس آبیاری با دست نمود. تا اوایل قرن بیستم ابتکارات در جهت تکمیل روشهای آبیاری سطحی ادامه داشت. سهم ایرانیان در این پیشرفت ها حائز اهمیت و ارزشمند بوده است. با تولید لوله های فلزی و سپس پلیمری و همچنین اتصالات متنوع و بعد انواع پمپ ها، فن استحصال، انتقال و توزیع آب بسرعت پیشرفت نمود. متأسفانه با ساخت پمپ های قوی، برداشت از منابع آب زیرزمینی شدت گرفت، بنحوی که هم اکنون با بیلان منفی آب روبرو شده ایم. از دهه ۳۰ قرن بیستم با کاربرد اولین لوله های منفذدار جهت فوران آب از آن و سپس ساخت اولین نمونه آبیاری در یک کارگاه ساده آهنگری، قدمهای اولیه روشهای آبیاری تحت فشار برداشته شد. تولید نمونه های اولیه قطره چکان و اجرای روش قطره ای از دهه ۴۰ شروع و تا کنون ادامه دارد. روشهای آبیاری میکرو طیف وسیعی از روشهای قطره ای و میکروجت ها را شامل می شود. از دهه ۶۰ روی انواع آبیاری ها، لوله ها و اتصالات آبیاری بارانی مطالعه و از دهه ۷۰ روشهای مکانیزه بارانی رایج گشت. این روشها شامل بارانی قرقه ای^۳، بارانی دوار مرکزی^۴، بارانی خطی^۵ و بارانی چرخدار^۶ می باشند. با افزایش سطح زیرکشت، دستمزد کارگران، هزینه انرژی و آب، کارشناسان آبیاری بر آن شدند که با اتوماسیون روشهای مختلف آبیاری تحت فشار، علاوه بر کاهش هزینه ها و مشکلات کارگری، در مدیریت مصرف آب و اعمال برنامه آبیاری علمی و اقتصادی تحول ایجاد نمایند.

گستره اتوماسیون در روشهای آبیاری تحت فشار

خودکار نمودن در روشهای آبیاری تحت فشار می تواند شامل یک یا چند قسمت از بخش های زیر باشد:

- ❖ ایستگاه ای پمپاژ
- ❖ انتقال آب
- ❖ توزیع آب در سطح مزارع، باغات و گلخانه ها
- ❖ ادوات کنترل آبیاری و مدیریت در دفتر مرکزی و تقسیمات مزرعه ای یا باغی
- ❖ تجهیزات کامپیوتری و مخابراتی و ماهواره ای

³ - Reel machine, Traveling gun

⁴ - Center pivot

⁵ - Linear move, lateral move

⁶ - Wheel move, side roll

هدف از اتوماسیون در روشهای آبیاری تحت فشار

❖ اعمال مدیریت صحیح در امر بهره برداری از منابع محدود آب موجود (زمان شروع، خاتمه و طول دوره آبیاری)^۷

❖ کاهش نیروی انسانی

❖ کاهش خطاهای انسانی

❖ ایجاد هماهنگی بین واحد های کوچکتر^۸ در یک مزرعه، باغ یا کشت و صنعت

❖ اعمال کم آبیاری

❖ کنترل سیستم از راه دور (محلی، کشوری، قاره ای)

❖ کنترل حجم آب مصرفی با برنامه ریزی بهینه ساعت کار ایستگاه پمپاژ و توزیع کننده ها^۹ در پای گیاهان

❖ شروع و خاتمه آبیاری با استفاده از حسگر ها^{۱۰}

❖ برگشت از حالت آبیاری به شستشوی معکوس^{۱۱} در آبیاری قطره ای

❖ برنامه توزیع کود بطور خودکار در زمان مناسب و به میزان صحیح

تجهیزات اتوماسیون در روشهای آبیاری تحت فشار

در سالهای اخیر با پیشرفت صنعت در امر تولیدات فلزی و پلیمری، تجهیزات الکتریکی - الکترونیکی، کامپیوتری، قطعات و لوازم، اصلاحات اساسی انجام شده که خلاصه ای از آن به شرح زیر بیان می شود:

❖ تایمرها یا برنامه ریزها^{۱۲}

❖ شیرهای خودکار

❖ شیرهای خودکار الکتریکی^{۱۳}

❖ شیرهای خودکار بدون سیم^{۱۴}

❖ پاشنده ها

❖ حسگرها

• حسگر باران^{۱۵}

• حسگر با سیم

• حسگر بدون سیم

• حسگر رطوبت خاک

⁷ - Irrigation duration

⁸ - Irrigation zone

⁹ - Distributors (sprinkler, drippers, ...)

¹⁰ - Sensors

¹¹ - Automatic backwash

¹² - Irrigation controllers

¹³ - Solenoid electric valves

¹⁴ - SVC electric connection

¹⁵ - Rain click

- حسگر سطح آب (الکترو)
- حسگر در حالت کار پیوسته یا منقطع
- ❖ پلاک گچی



شکل ۱: حسگرهای مختلف قابل استفاده در خودکار نمودن روش آبیاری تحت فشار

- ❖ تانسیومتر ۱۶
- ❖ تجهیزات کنترل از راه دور ۱۷
- ❖ ایستگاه های هواشناسی قابل نصب در روشهای خودکار آبیاری شامل پارامترهای:
 - باد
 - درجه حرارت
 - بارندگی
- ❖ قطع آبیاری در صورت جریان بیش از حد آب ۱۸
- ❖ تجهیزات کنترل آبیاری در ایام یخبندان ۱۹
- ❖ تجهیزات کنترل آبیاری در شرایط باد شدید
- ❖ تجهیزات کنترل آبیاری قطره ای شامل شیر خودیار، فیلتر و فشار شکن
- ❖ ایستگاه ماهواره ای در مزرعه قابل ارتباط با دفتر مرکزی کنترل سیستم ۲۰
- ❖ ایستگاه کنترل شبکه آبیاری از دفتر مرکزی ۲۱

16 - Tensiometere
 17 - ICR
 18 - Flow clik
 19 - Freeze clik
 20 - ICC - SAT
 21 - IMMS

- ❖ تابلو کنترل پمپ شناور (سیستم هائی که به پمپ شناور مجهز می باشد)
- قابلیت شروع بکار مجدد خودیکر در زمان معین پس از یک توقف
- جلوگیری از کاربرد پمپ در حالت خشک (افت سطح آب در چاه)
- حفاظت از پمپ در موقع عدم کاربرد یک فاز یا بیشتر، نوسانات ولتاژ، جلوگیری از اتصال کوتاه و اضافه ولتاژ
- قابلیت کنترل از دور
- قابلیت تنظیم دستی

امکان اتوماسیون در روشهای آبیاری بارانی

اصولا میتوان ایستگاه های پمپاژ را به کلید خودکار و تایمریکه شروع کار و توقف را فرمان می دهند، مجهز نمود. زمانیکه در سیستم آبیاری، نوسانات جریان آب (تقاضا) وجود دارد. سوئیچ فشار^{۲۲} روی لوله رانش هر پمپ نصب می شود. با کم شدن آب مصرفی در سیستم بارانی یا قطره ای، فشار در شبکه لوله های اصلی و فرعی افزایش یافته و سوئیچ فشار یکی از پمپ ها را خاموش می کند و با افزایش مصرف آب، فشار در شبکه کاهش یافته و بترتیب پمپهای دیگر توسط سوئیچ فشار راه اندازی می شوند. اخیرا پمپهای دور متغیر با تغییرات دبی و فشار، دور خود را تنظیم می نمایند. این عمل علاوه بر صرفه جوئی در انرژی، از استهلاک الکتروپمپ نیز می کاهد. کنترلرها و برنامه ریزهای نصب شده در ایستگاه پمپاژ، می توانند به پمپ فرمان دهند و برنامه هفتگی و ماهیانه ضمن راه اندازی بخش های مختلف مزرعه، شیرهای خودکار الکتریکی یا الکترومکانیکی را باز و بسته نمایند.

در روشهای آبیاری بارانی ثابت^{۲۳} که کلیه تأسیسات و شبکه لوله ها و آبپاش ها ثابت می باشند، می توان با نصب شیر های کنترل الکتریکی در ابتدای هر خط فرعی با توجه به میزان آب، یک یا چند بخش از مزرعه را آبیاری نمود. این شیر خودکار دارای سولونوئید بوده و با ارسال فرمان از کنترلر، سیم پیچ عمل نموده و سوپاپ را بسمت بالا کشیده و آب جریان می یابد و با قطع جریان الکتریسیته ۱۲ تا ۲۴ ولت مستقیم، سولونوئید سوپاپ را رها کرده و دریچه مسدود می شود. کنترلرهای که با برق ۱۱۰ متناوب کار می کردند، بدلیل خطر برق گرفتگی بتدریج منسوخ شده اند. نمونه هایی از این تجهیزات در شکلهای ۲ و ۳ ارائه شده اند.

در روش آبیاری قرقره ای (شکل ۴)، استقرار قرقره و ارابه^{۲۴} که آبپاش بزرگ^{۲۵} روی آن قرار دارد، توسط کارگر انجام می شود. سرعت حرکت ارابه، عمق آب توزیع شده را تعیین می نماید. اخیرا وسیله ای ساخته شده که در کنار شاسی قرقره نصب می شود^{۲۶} و در صورتیکه در مسیر حریت ارابه بطور مثال دو گیاه یونجه و ذرت با نیاز آبی متفاوت کشت شده باشد، می تواند پس از آبیاری یونجه وقتی ارابه به ناحیه ذرت می رسد توسط این وسیله سرعت حرکت را اصلاح نموده و عمق آب مورد نظر ذرت را توزیع نماید.

22 - Pressure switch

23 - Solid set

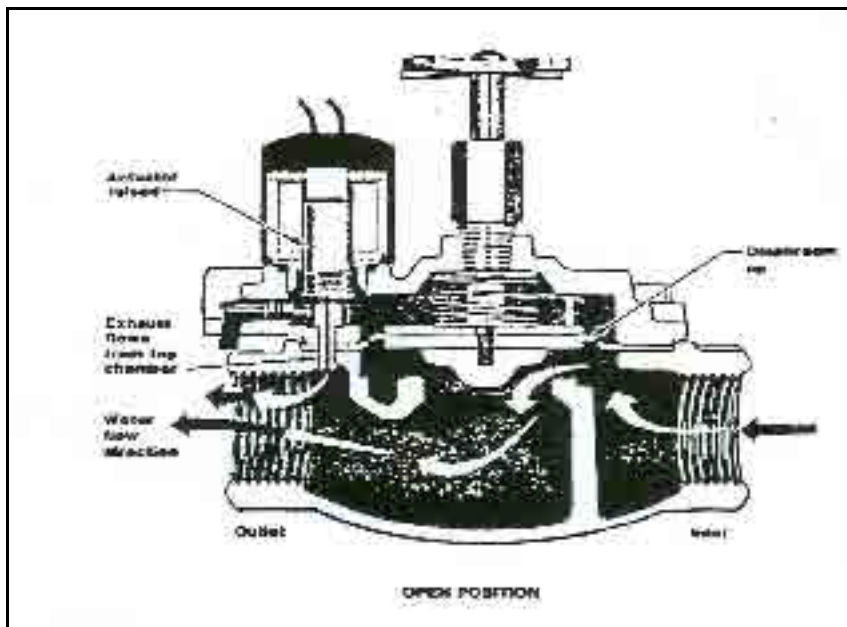
24 - Trolley

25 - Big gun

26 - Echo – rain



شکل ۲: کنترلر و شیر خودکار الکتریکی که در ابتدای خط فرعی روشها آبیاری بارانی یا قطره ای نصب می شوند



شکل ۳: شیر خودکار در حالت باز (با برقراری جریان از کنترلر به سولونوئید، میله بالا آمده و دیاگرام باز می شود).

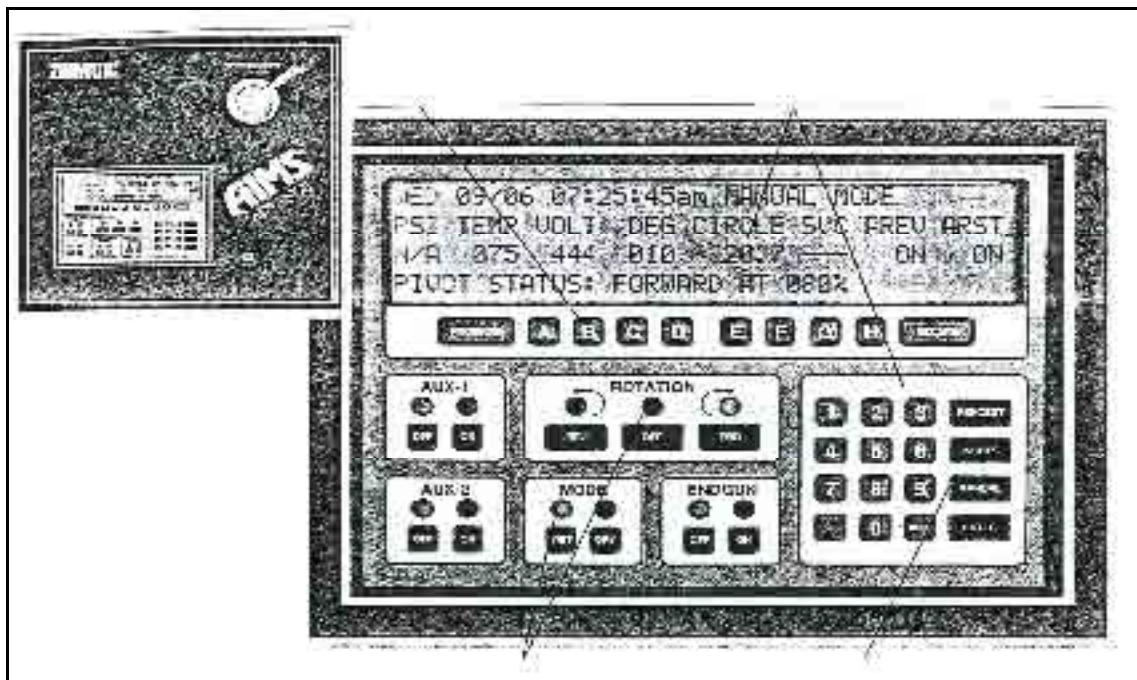
دستگاه بارانی دوار مرکزی در بین انواع روشهای آبیاری بارانی، بیشترین قابلیت را با فن اتوماسیون دارد زیرا حرکت آن دائمی و بدون توقف می باشد. در روش های استاندارد، کاربر پس از روشن نمودن پمپ و کلید اصلی در تابلو، جهت حرکت دستگاه و همچنین کلید درصد سرعت^{۲۷}، سرعت مناسب دستگاه را برای توزیع عمق آب محاسبه شده تنظیم می نماید. اخیرا تابلوهای استاندارد به تابلو های دیجیتال رایانه ای^{۲۸} تبدیل شده اند که یک نمونه آن در شکل ۵ ارائه شده است. روی این تابلو موقعیت دستگاه، عمق آب مصرفی، سرعت دستگاه بر حسب در صد و جهت حرکت برای فعالیت های مورد نظر دستگاه نشان داده می شود.

²⁷ - Percent Timer Switch

²⁸ - Automatic Irrigation Management System (AIMS)



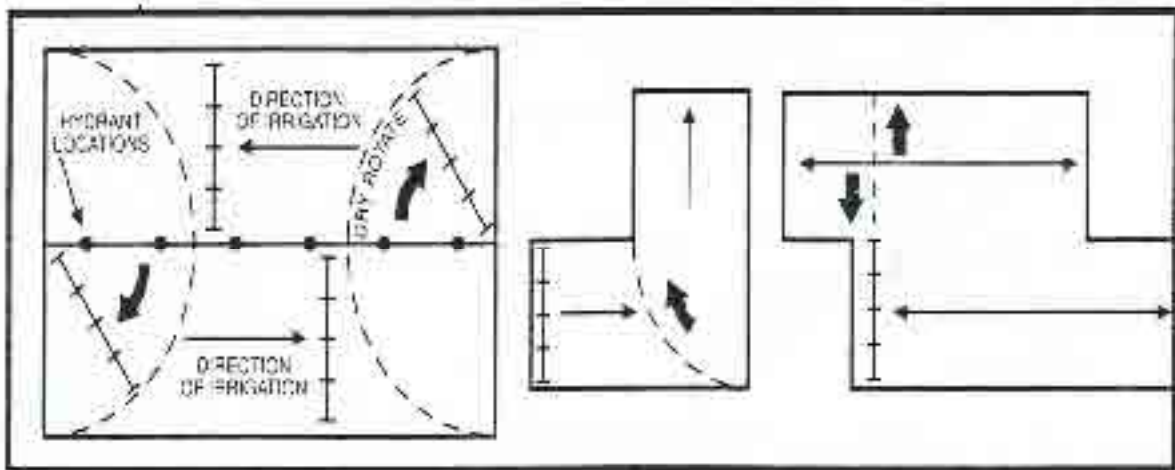
شکل ۴: ارابه دستگاه قرقره ای در حال آبیاری مزرعه ذرت



شکل ۵: تابلو کنترل کننده دیجیتال رایانه ای در روش آبیاری بارانی دوار مرکزی

در این روش می توان عملکرد دستگاه را اصلاح، چاپ و حفظ نمود. این دستگاه شامل تاریخ، ساعت، نشانگر سیستم دستی یا خود کار، فشار در سیستم، ولتاژ برق، درجه حرارت، موقعیت دستگاه نسبت به صفر درجه و سرعت دستگاه می باشد. دستگاه بارانی دوار مرکزی می تواند خشک (پمپ خاموش) یا تر (پمپ در حال کار) راه اندازی شود. در دستگاه های دوار مرکزی می توان انتخاب های زیر را به آن افزود:

- ❖ توقف خودکار در یک نقطه از دایره ۲۹
 - ❖ شروع بکار خودکار آبیاری انتهائی در نقطه خاصی از مزرعه ۳۰ بکمک بوستر پمپ و میکروسوییچ در جعبه کنترل ۳۱
 - ❖ برگشت خود کار دستگاه در یک نقطه از مزرعه به وضعیت قبل ۳۲
- استفاده از سیستم AIMS به کاربر اجازه می دهد که چنانچه در یک دایره، گیاهان مختلفی کشت شده است و هر یک عمق آب آبیاری متفاوتی نیاز دارند، بدون دخالت کاربر آبیاری مطابق برنامه عملی شود. برای این منظور در تابلو دیجیتال، محدوده هر گیاه را با زاویه صفر تا ۳۶۰ درجه وارد می نمایم. مثلاً گیاه اول صفر تا ۶۰ درجه و گیاه دوم ۶۰ تا ۱۲۰ درجه، سپس عمق آب برای هر یک برحسب میلیمتر یا اینچ وارد می شود و الی آخر. دستگاه بطور خودکار در هر قسمت با تغییر سرعت، عمق آب مورد نظر را توزیع مینماید.
- در روش آبیاری بارانی خطی به سه طریق آبیگری مینمایند که عبارتند از کانال ، لوله قابل انعطاف^{۳۳} و هیدرانت. در روش آبیگری توسط هیدرانت می توان حرکت دستگاه و مانور آنرا بشکل زیر تنظیم نمود تا زمین بشکل های زیر آبیاری شود.



شکل ۶: قابلیت تغییر جهت روش بارانی خطی مانند دوار مرکزی در انتهائی مزرعه به کمک نصب تجهیزات مکانیکی و الکترونیکی در نیروی محرکه و چرخها و کلید فرمان و میکروسوییچ در جعبه کنترل

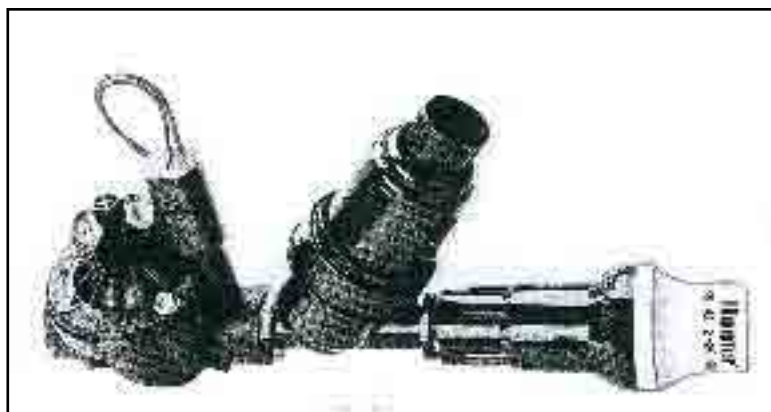
امکان خودکار نمودن روشهای آبیاری قطره ای و میکرو

در آبیاری قطره ای و میکرو بدلیل عبور جریان در لوله ها می توان خودکار نمودن را تا حد زیادی عملی نمود بگونه ای که در غیاب کاربر، کلیه عملیات نظیر روشن و خاموش شدن پمپ، زمان شروع و خاتمه آبیاری هر بخش،

29 - Auto stop
 30 - Auto end gun restart
 31 - Control box
 32 - Auto reverse
 33 - Hose feed

انجام آبیاری در زمانهای کوتاه ولی متواتر، عملیات کود دادن همراه آبیاری^{۳۴}، شستشوی معکوس فیلترهای شن و توری و نهایتاً تغذیه خودکار در روشهایی نظیر هایدروپونیک و گلخانه‌ها را انجام داد. تجهیزات بکار رفته در این زمینه بسیار متنوع می‌باشند که به چند نمونه از آنها بشرح زیر اشاره می‌شود.

۱- **کیت کنترل مرکزی:** این کیت در ابتدای خط فرعی یا مانیفولد نصب می‌شود و شامل فشار شکن، فیلتر توری بشکل Y و سپس شیر خودیار الکتریکی می‌باشد (شکل ۷). بدین ترتیب با فرمان کنترلر، شیر خودکار باز شده و جریان آب با فشار خروجی تنظیم شده به لوله فرعی یا مانیفولد وارد می‌شود.



شکل ۷: کیت آبیاری میکرو شامل فشارشکن، فیلترتوری و شیر خودکار الکتریکی

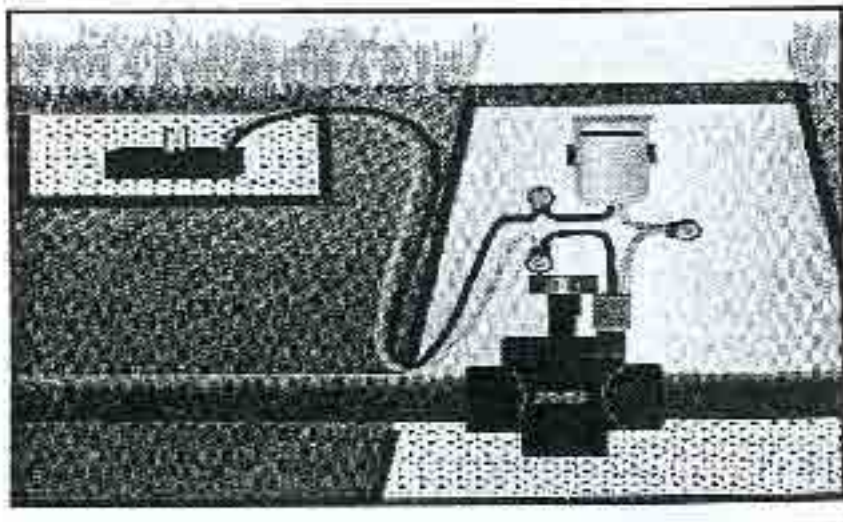
۲- **سنسور رطوبت و شیر خودکار در ناحیه ریشه:** در این سیستم مطابق شکل ۸، یک سنسور رطوبت در عمق ریشه قرار می‌گیرد و سیگنال آن به شیر خودکار (دارای باتری با طول عمر یک سال) که روی لوله فرعی نصب شده، ارسال می‌شود لذا آبیاری آغاز می‌شود. با اشباع شدن ناحیه ریشه، فرمان بسته شدن دیافراگم در شیر خودکار صادر می‌شود و آبیاری متوقف می‌شود. این روش بسیار ساده بوده و نیاز به کنترلر در دفتر مرکزی و سیم کشی نمی‌باشد.

۳- **شیر هوشمند^{۳۵} مجهز به برنامه ریزی دیجیتالی:** این شیر مطابق شکل ۹، روی خط فرعی نصب شده و در کنار آن قلابی برای نصب برنامه ریز دیجیتالی پیش بینی شده است. برنامه مورد نظر آبیاری در برنامه ریز دیجیتالی وارد شده و سیم رابط آن به شیر خودکار مرتبط می‌شود. برنامه آبیاری با فواصل یک دقیقه می‌تواند در برنامه ریز ثبت شده و به شیر خودکار فرمان باز و بسته شدن را صادر نماید.

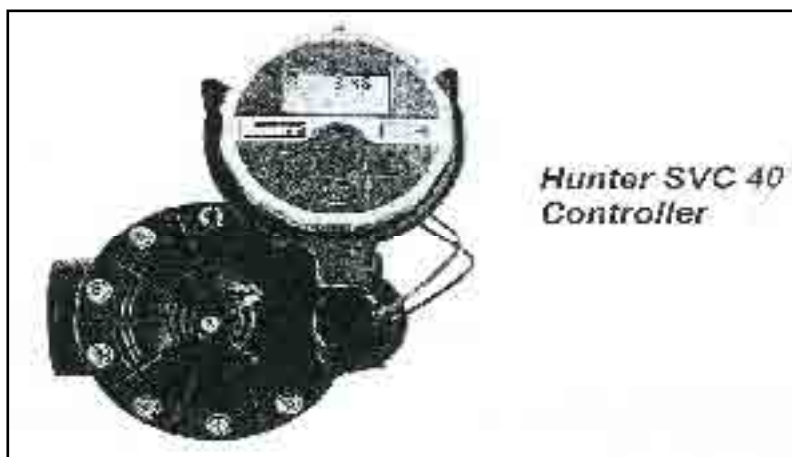
۴- **شیر خودکار با سه دکمه برنامه ریزی:** این شیر خودکار که در ابتدا لوله فرعی نصب می‌شود، دارای سه دکمه در بالای خود می‌باشد (شکل ۱۰). دکمه اول دارای ۱۲ موقعیت برای آبیاری در هر روز می‌باشد. دکمه دوم برای تنظیم فواصل آبیاری بین ۵ تا ۵۵ دقیقه بوده و دکمه سوم برای پیش تنظیم آبیاری شامل ساعات AM و PM است.

³⁴ - Fertigation

³⁵ - Smart valve



شکل ۸: سنسور رطوبت و شیر خودکار الکتریکی مجهز به باتری

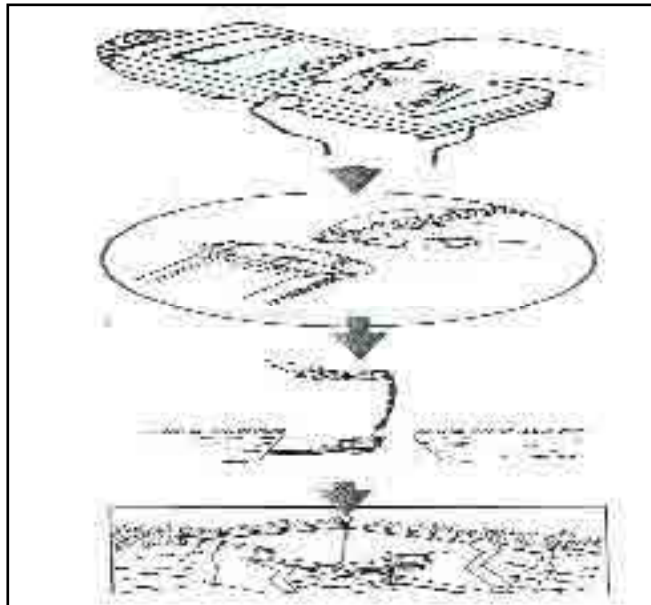


شکل ۹: شیر خودکار هوشمند

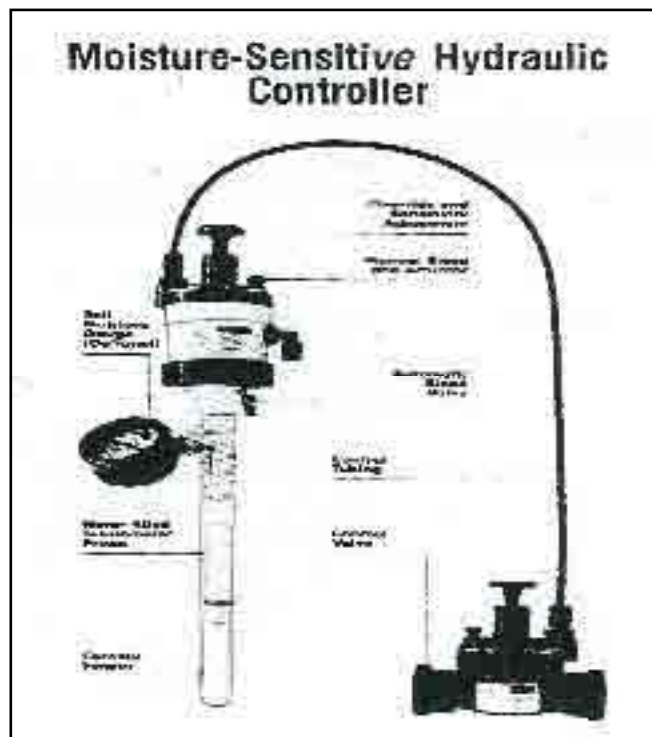


شکل ۱۰: شیر خودکار ضد آب مجهز به باتری و سه دکمه تنظیم در بالای آن

۵- کنسول آبیاری قابل حمل: برنامه آبیاری در یک برنامه ریز سیار (کنسول) مطابق شکل ۱۱، وارد شده و توسط کاربر در سطح باغ جابجا می شود. به کمک سیم رابط، کنسول به شیر خودکار نصب شده روی خط فرعی (در چاله) وصل و برنامه آبیاری به شیر خودکار منتقل می شود.



شکل ۱۱: کنسول آبیاری قابل جابجایی و نحوه انتقال اطلاعات مدیریت آبیاری از آن به شیر خودکار نصب شده روی لوله فرعی در چاله



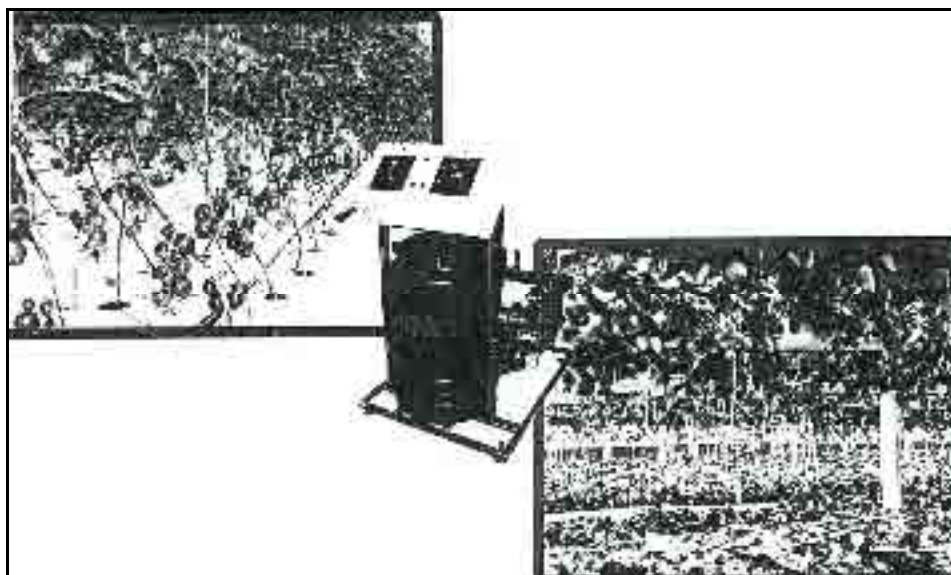
شکل ۱۲: تانسومتر مجهز به کنترلر هیدرولیکی و لوله باریک و شیر خودکار

۶- **تانسیومتر و کنترلر هیدرولیکی:** همچنان که در شکل ۱۲ ملاحظه می شود، تانسیومتر در عمق مورد نظر نصب شده و توسط سرامیک حساس به رطوبت در نوک آن، فشار هیدرولیکی توسط یک لوله باریک به شیر خودکار هیدرولیکی منتقل می شود و بدین ترتیب با نوسان میزان رطوبت در ناحیه ریشه و تغییرات مکش رطوبت خاک^{۳۶} از طریق لوله باریک فرمان باز و بسته شدن شیر خودکار صادر می شود. در این روش ساده و کاربردی نیاز به الکتریسیته و باطری نبوده و آبیاری بطور خودکار شروع و خاتمه میابد.

۷- **تغذیه خودیار در روش هایدروپونیک:** به کمک این روش که در شکل ۱۳ نشان داده شده است، می توان مواد غذایی مورد نیاز گیاهان را به میزان لازم و در زمان مناسب با آب آبیاری مخلوط و توزیع نمود.

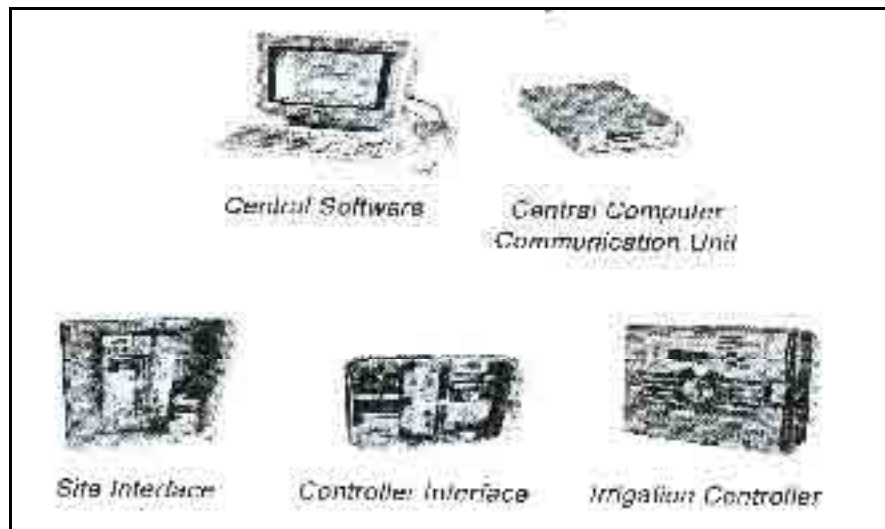
تجهیزات کنترل مرکزی رایانه ای

بمنظور مدیریت صحیح آبیاری و کنترل شبکه از یک نقطه (دفتر مرکزی) مطابق شکل ۱۴ به تجهیزاتی نیاز داریم که عبارتند از: نرم افزار مرکزی^{۳۷}، سیستم مخابراتی^{۳۸}، مبدل سایت^{۳۹}، مبدل کنترلر^{۴۰} و کنترلر آبیاری^{۴۱}. این تجهیزات می بایست قابلیت آنرا داشته باشد که بتوان مخابرات را دو طرفه نمود و یا به تعداد ایستگاه ها در آینده افزود. سیستم می بایست به تغییرات جریان آب پاسخ داده و عمل نماید. این تجهیزات علاوه بر صدور فرمان به شیرهای خودیار و دستگاه های آبیاری می توانند آمار واقعی اقلیم، رطوبت در خاک را دریافت نموده و جهت اصلاح برنامه به دفتر مرکزی ارسال نماید، بدین ترتیب در طول هفته ها، برنامه آبیاری به روز اجراء می شود.



شکل ۱۳: سیستم کاملاً خودکار تغذیه در روش هایدروپونیک مجهز به برنامه ریز

- 36 - Moisture tension
- 37 - Central software
- 38 - Central computer communication unit
- 39 - Site interface
- 40 - Controller interface
- 41 - Irrigation controller



شکل ۱۴: تجهیزات مورد نیاز در یک کنترل مرکزی رایانه ای

در سال های اخیر کنترل از راه دور بسیار پیشرفت نموده لذا می توان این برنامه را به اشکال مختلف اجراء نمود که عبارتند از: کنترل از دفتر مرکزی، کنترل در سطح مزرعه توسط کاربر در حال حرکت، کنترل منطقه ای و کنترل قاره ای. در شکل ۱۵ یک نمونه کنترل ماهواره ای مجهز به ادوات اندازه گیری عوامل اقلیمی و مخابرات نشان داده شده است. این تجهیزات دارای مشخصات زیر می باشند:

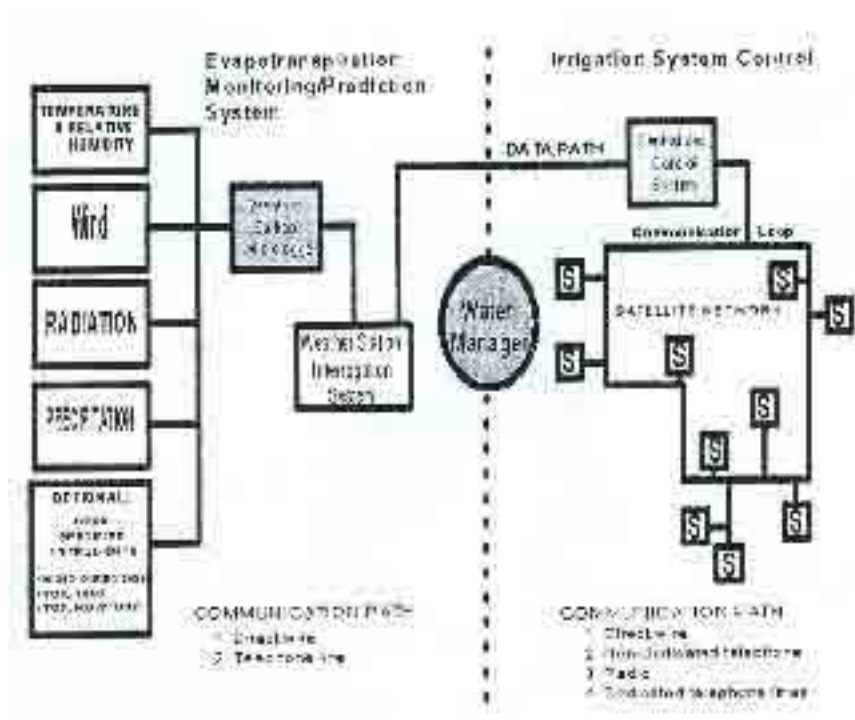
- ❖ تمام ادوات در یک جعبه کاملاً مقاوم به شرایط اقلیمی جای دارند.
- ❖ دارای سیستم مخابراتی در یک بسته بندی که نیاز به جعبه مبدل جداگانه ندارد.
- ❖ می تواند به تعداد ایستگاه های مورد نظر پاسخ دهد.
- ❖ قابل برنامه ریزی برای هر یک از ۳۱ روز در یک ماه هستند.
- ❖ به باطری نیاز نداشته و در صورت قطع جریان می تواند اطلاعات را در خود حفظ کند.



شکل ۱۵: یک دستگاه کنترل مرکزی ماهواره ای ICC – SAT

- ❖ قابلیت برنامه ریزی ایستگاه پمپاژ را دارد.
- ❖ دارای تجهیزات داخلی اتصال به کنترل از راه دور SSR و ICR هستند.
- ❖ می تواند از ۸ تا ۴۸ ایستگاه را کنترل نماید.

در شکل ۱۶ شماتیک یک واحد کنترل مرکزی کامل آبیاری با تجهیزات ایستگاه هواشناسی ماهواره ای و جمع آوری اطلاعات و تجزیه و تحلیل آن بمنظور مدیریت صحیح آبیاری نشان داده شده است. همچنین، در شکل ۱۷ تابلو واحد مرکزی کنترل اتوماتیک در روش آبیاری قطره ای ارائه شده است.



شکل ۱۶: اجزاء یک سیستم کنترل مرکزی خودکار مجهز به ایستگاه هواشناسی و شبکه ماهواره ای



شکل ۱۷: تابلو مرکزی کنترل اتوماتیک در روش آبیاری قطره ای

منابع

۱. ولی زاده، ناصر. ۱۳۸۶. خودکار نمودن سامانه‌های آبیاری تحت فشار. نشریه در دست چاپ کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

2. Antelco Micro irrigation products, Australia
3. Automatic backwash control, ICD company, USA
4. Control and automation in citrus micro irrigation system, university of Florida
5. Green touch Landscape supply, Hunter irrigation supplies, USA
6. Hardie Micro irrigation design manual, USA
7. Hunter irrigation products, 2005 catalog, USA
8. Irrigation Journals
9. Irrigation system controllers, university of Florida
10. Lockwood irrigation Handbook
11. Micro process applications in irrigation catalog, France
12. Nelson irrigation, equipments catalog, USA
13. Rain Bird irrigation products, USA
14. Valley, sprinkler irrigation automation, USA
15. Wade Rain irrigation equipments catalog, USA
16. Zimatic, Center pivot, Linear move, Canada