

اولین کارگاه فنی خودکارسازی سامانه های آبیاری تحت فشار

۳ خردادماه ۱۳۸۶

کاربرد سیستم کنترل اتوماتیک یکپارچه در طرح شبکه آبیاری تحت فشار (مطالعه موردی شبکه آبیاری تحت فشار سور مقداد در استان خوزستان)

علاء پرهیزگار^۱، محمد سلاخ پور^۲ و نسیم مستوفی زاده^۳

چکیده

طرح شبکه آبیاری تحت فشار سور مقداد با وسعت ۴۰۰ هکتار در جنوب شرقی شهرستان امیدیه واقع در جنوب شرقی استان خوزستان می باشد. منبع تأمین آب این طرح رودخانه زهره بوده و سیستم آبیاری اراضی مورد نظر بصورت قطره ای می باشد. در تحقیق انجام شده با هدف اتوماسیون سامانه آبیاری تحت فشار، سیستم فیلتراسیون و پمپاژ طرح بصورت سیستم کنترل اتوماتیک یکپارچه طراحی و مطالعه گردیده است. در سیستم فیلتراسیون با توجه به نیاز شستشوی فیلتراسیون و تنظیم میزان تزریق کود متناسب با دبی خروجی، با نصب شیرآلات کنترلی از نوع شیر آلات پنوماتیکی، نسبت به ایجاد سیستم کنترل هوشمند فیلتراسیون اقدام گردید. در طرح ارائه شده تعیین زمان شستشوی فیلتراسیون براساس اعلام وضعیت سنسور تشخیص گرفتگی و توسط یک PLC (Program Logic Control) برنامه ریزی شده و از طریق فرمان به شیرآلات پنوماتیکی انجام می گیرد. در سیستم پمپاژ طرح با توجه به تغییر دبی مورد نیاز و لزوم داشتن فشار ثابت، از یک سیستم با قابلیت کنترل فشار در دامنه تغییرات تنظیم شده استفاده می گردد. این سیستم می بایست به نحوی عمل نماید که علاوه بر قابلیت کنترل اتوماتیک براساس فیدبک فشار، دبی و وضعیت باز شدگی شیرهای خروجی، دبی مورد نیاز را بصورت یک سیستم کنترلی یکپارچه تأمین کند. به منظور دستیابی به شرایط مطلوب بهینه سازی مصرف انرژی، تأمین فشار ثابت و قابلیت اتصال به PLC مرکزی سیستم، از کنترل دور فرکانس (Frequency control drive) FCD استفاده شده است. این سیستم کنترل مرکزی قابلیت هماهنگی عملیات پمپاژ، کنترل فیلترهای تحت فشار، ثبت خطاها و گزارش های مختلف بمنظور بررسی راندمان آبیاری، میزان آب مصرفی، زمان آبیاری و .. را دارا می باشد. استفاده از سیستم های کنترل مرکزی اتوماتیک یکپارچه دارای مزایای ۱- کاهش هزینه

^۱ - مدیر امور نفت و گاز و مسئول بخش هیدرومکانیکال شرکت مهندسی مشاور دزآب

^۲ - کارشناس شرکت مهندسی مشاور دزآب

^۳ - کارشناس شرکت مهندسی مشاور دزآب

نیروی انسانی، ۲- کاهش خطاهای ناشی از بهره برداری توسط اپراتور، ۳- صرفه جویی در هزینه برق با توجه به بکارگیری FCD و کنترل مجموعه توسط PLC، ۴- امکان پیگیری خطاها بمنظور رفع سریع آنها با هدف جلوگیری از اتلاف آب و ۵- امکان تنظیم دقیق ساعت آبیاری و اعمال صحیح تقویم آبیاری، است.

کلمات کلیدی: آبیاری تحت فشار، واحد کنترل مرکزی، سیستم کنترل اتوماتیک و فلیتراسیون

مقدمه

طرح شبکه آبیاری تحت فشار سورمقداد در راستای تحقق اهداف توسعه سیستم های آبیاری تحت فشار در اراضی کشاورزی کشور با توجه به نیاز روز افزون به صرفه جویی در مصرف آب و استفاده بهینه از منابع خاک، از طرف سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان ارائه گردیده است. طرح شبکه آبیاری تحت فشار سورمقداد امیدیه در مساحتی معادل ۴۰۰ هکتار در مجاورت رودخانه زهره واقع گردیده است. اراضی مورد نظر از لحاظ جغرافیایی در طول جغرافیایی ۵۲°-۴۹° تا ۵۳°-۴۹° شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱°-۳۰° تا ۳۲°-۳۰° شمالی واقع گردیده است. در حال حاضر جهت تأمین آب اراضی موجود در محدوده طرح ایستگاه پمپاژی با ظرفیت دبی ۴۰۰ لیتر در ثانیه به همراه خط انتقال فلزی احداث گردیده است. سیستم آبیاری برگزیده در منطقه با توجه به شرایط حاکم و نوع گیاهان پیشنهادی، برای گیاهان زراعی سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبیاش متحرک، برای صیفی جات و درختان زیتون سیستم آبیاری قطره ای (با قطره چکان های خود شوینده و خود تنظیم) و برای درختان نخل آبیاری حبابی (بابلر) می باشد. مجموع مساحت تحت پوشش سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبیاش متحرک به ترتیب ۲۵۰ هکتار، آبیاری قطره ای صیفی جات ۷۰ هکتار، آبیاری قطره ای باغات زیتون ۴۰ هکتار و آبیاری حبابی باغات نخل ۴۰ هکتار می باشد. قطعه بندی اراضی در طراحی شبکه آبیاری تحت فشار، بصورت قطعات ۵ هکتاری آبیاری بارانی، ۶ هکتاری آبیاری قطره ای صیفی جات و ۶ هکتاری آبیاری قطره ای باغات در نظر گرفته شده است. بر این اساس مجموع تعداد واحدهای آبیاری بارانی ۵۲ عدد با مساحت ۲۵۰ هکتار و مجموع تعداد واحدهای زراعی آبیاری قطره ای ۲۸ عدد با مساحت ۱۵۰ هکتار خواهد بود. مبنای نوبت بندی واحدهای زراعی جهت آبیاری، تقویم آبیاری محاسبه شده برای گیاهان مختلف الگوی کشت می باشد. در انتخاب واحدهای همزمان جهت آبیاری در این بازه های زمانی، سعی گردیده تا حتی المقدور این واحدها به یکدیگر نزدیک بوده تا از نظر بهره برداری و آبیاری، شرایط مساعدتری برای زارعین فراهم گردد. مدت زمان لازم جهت آبیاری در ماه پیک (به لحاظ تبخیر و تعرق حداکثر گیاه) بر مبنای محاسبات نیاز آبی جهت باغات و صیفی جات در روش آبیاری قطره ای برابر با هشت ساعت و دور آبیاری دو روزه می باشد. با توجه به دو روزه بودن دور آبیاری، ایستگاه پمپاژ در دو نوبت هشت ساعته در هر روز فعال می باشد. در روز اول و به مدت هشت ساعت واحدهای زراعی شماره ۱ الی ۷ آبیاری می شوند و در ادامه روز اول، به مدت هشت ساعت دیگر واحدهای زراعی شماره ۸ الی ۱۳ آبیاری می گردند. در هشت ساعت ابتدائی روز دوم نیز واحدهای زراعی شماره ۱۴

الی ۲۰ و در هشت ساعته دوم از روز دوم هم واحدهای شماره ۲۱ الی ۲۸ آبیاری می‌گردند (پلان شبکه آبیاری موضعی در شکل ۳ آورده شده است).

خط لوله انتقال آب مجموعه آبیاری موضعی با نام **TPL** پس از خروج از سیستم فیلتراسیون ایستگاه پمپاژ با آبدهی ۱۱۰ لیتر در ثانیه، قطر ۳۱۵ میلیمتر و از جنس پلی اتیلن با فشار کارکرد ۶ اتمسفر، آب مورد نیاز اراضی شبکه آبیاری موضعی را تأمین می‌نماید. جهت تصفیه آب رودخانه زهره و مناسب ساختن آن برای ورود به خطوط انتقال شبکه آبیاری تحت فشار، نیاز به احداث حوضچه ترسیب و سیستم فیلتراسیون شامل هیدروسیکلون، صافی‌های شنی و فیلترهای دیسکی پیش بینی گردیده است. در شبکه آبیاری تحت فشار موضعی طرح سورمقداد، با هدف اتوماسیون نمودن سامانه آبیاری تحت فشار، سیستم فیلتراسیون و پمپاژ طرح بصورت سیستم کنترل اتوماتیک یکپارچه طراحی و مطالعه گردیده است. در ادامه به تشریح این سیستم پرداخته شده است.

سیستم کنترل هوشمند

به منظور طراحی سیستم کنترل هوشمند در یک طرح آبیاری قطره ای با توجه به نوع تجهیزات مورد نیاز جهت آبیاری، تجهیزات مورد نیاز به چهار دسته: ۱- تأسیسات تأمین فشار، ۲- تأسیسات تصفیه فیزیکی، ۳- شبکه آبیاری و ۴- سیستم کنترل یکپارچه، تقسیم می‌گردند که ذیلاً تشریح می‌شوند.

۱- تأسیسات تأمین فشار

به منظور تأمین فشار مورد نیاز جهت آبیاری قطره ای با توجه به انجام محاسبات هیدرولیکی شبکه آبیاری و محاسبات افت های موضعی از قبیل: الف- شیرآلات و اتصالات، ب- فیلتراسیون و میکروفیلترها و ج- افت هیدرولیکی خط انتقال تا محل خروجی قطره چکانها، انتخاب الکتروپمپ انجام میگیرد. الکتروپمپ براساس دبی و فشار در حالت عملکرد عادی شبکه انجام میگیرد. در زمان بهره برداری از شبکه با توجه به نوع آرایش شبکه آبیاری و بروز اشکالات در زمان انجام آبیاری از قبیل: الف- بسته شدن شیر مسیر تغذیه، ب- گرفتگی فیلترهای شنی تحت فشار (ناشی از کدورت آب خام، ج- گرفتگی میکروفیلتر ناشی از کدورت آب عبوری و د- خطر گرفتن شیرآلات مسیر در حالت نیمه باز، باعث خواهد شد فشار و دبی شبکه تغییر یابد که می‌بایست این موضوع بررسی و از افزایش فشار یا دبی ناگهانی جلوگیری نمود. با توجه به موضوع فوق از سیستم کنترل (Frequency Control drive) FCD استفاده میگردد. این سیستم، قادر میباشد با کنترل دور الکتروپمپ تحت کنترل، نسبت به تثبیت فشار ناشی از خطاهای فوق عمل نماید. به منظور کنترل فشار نیاز میباشد یک فیدبک از فشار خروجی سیستم به سیستم کنترل دور وارد گردد (سیگنال ۲۰-۴ میلی آمپر) و براساس فیدبک جریان، دور الکتروپمپ در حد مورد نیاز تنظیم یا تعدادی از پمپها به دلیل افزایش فشار یا کاهش، روشن یا خاموش میگردد. و در خصوص افت ناگهانی فشار که بیانگر شکستگی در خط لوله یا نشت زیاد شبکه میباشد، آلام لازم، صادر و سیستم بطور کامل خاموش میگردد تا بهره بردار نسبت به بررسی موضوع و رفع مشکل حاصله اقدام نماید.

با توجه به هزینه های انرژی مصرفی که یکی از عمده هزینه های دوران بهره برداری میباشد و به منظور همه گیر شدن بکارگیری سیستمهای اتوماسیون، به منظور مدیریت انرژی و کاهش هزینه انرژی، نیازمندیم برای مقوله پمپاژ نکات ذیل را مورد توجه قرار دهیم:

الف- تغییر نقطه کار با توجه به تغییر مصرف، بطوریکه الکترو پمپ همیشه در حوالی نقطه $BEP(Best\ efficiency\ point)$ کار نماید.

ب- استفاده از الکتروپمپ با کیفیت بالاتر و راندمان بیشتر

ج- تغییر و اصلاح الگوهای مصرف انتقال

د- انتخاب صحیح الکتروپمپ با توجه به نقطه کار در حالت کار نرمال سیستم، در مدیریت مصرف انرژی از آنجایی که هر الکتروپمپ فقط در ناحیه محدودی از ارتفاع و آبدهی موسوم به محدود BEP با بیشترین راندمان کار مینماید (شکل ۱)، هرگونه تغییر در نقطه کار منجر به خروج نقطه کار الکتروپمپ از محدوده BEP شده و مشکلات زیر را به همراه خواهد داشت:

۱- افزایش آبدهی در محدوده BEP

۲- کاهش آبدهی از محدوده BEP

که در هر دو مورد فوق باعث بروز مشکلات ذیل خواهد شد:

الف- افت یا افزایش فشار شبکه آبیاری

ب- کاهش راندمان

ج- افزایش فشار بر یاتاقان ها و کاهش عمر یاتاقان ها و گرم شدن اضافه موتور

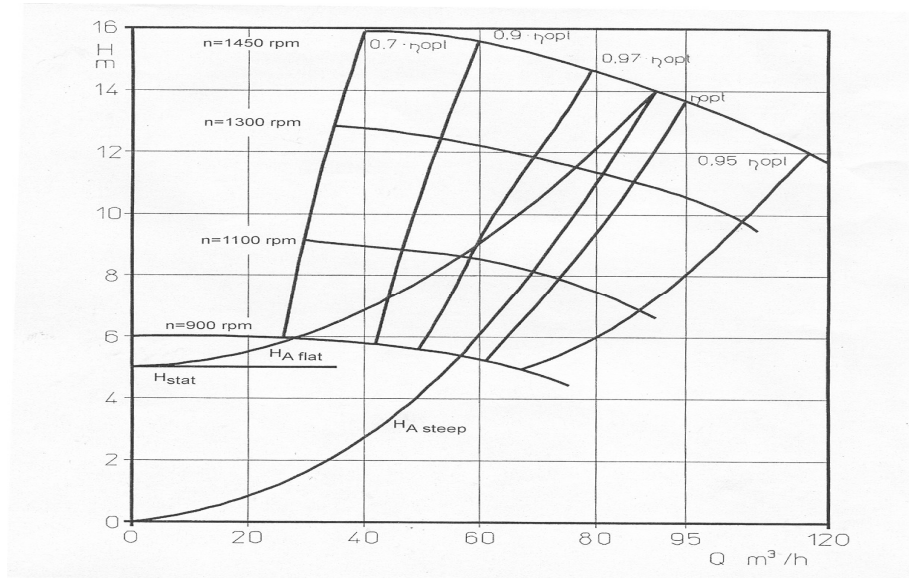
د- افزایش مصرف انرژی

با توجه به مشکلات مذکور، کنترل عامل افزایش یا کاهش آبدهی الکتروپمپ که متأثر از میزان مصرف شبکه آبیاری میباشد، با تغییرات دبی مصرفی، شاهد مشکلات فوق خواهیم بود لذا با توجه به رابطه های $Qx/Q = Nx/N$ و $Hx/H/(Nx/N)^2$ و با توجه به تغییرات دبی با کنترل دور، امکان کنترل فشار در نقطه کار مناسب، میسر میباشد. در نتیجه راندمان هیدرولیکی پمپ اصلاح و از اتلاف انرژی جلوگیری بعمل می آید. رابطه ذیل این موضوع را نشان میدهد.

$$Px/P = Lx/L \cdot (Nx/N) \quad (1)$$

روشهای کنترل دور الکتروپمپ به روشهای: الف- تغییر ولتاژ تغذیه الکتروپمپ ها، ب- تغییر قطبهای الکتروموتور، ج- تغییر فرکانس و د- تغییر هد به روش مکانیکی با استفاده از کوپلینگهای هیدرولیکی یا گیربکس های کاهنده دور تقسیم می شوند. با توجه به روشهای فوق راه مناسب، کنترل فرکانس میباشد که علاوه بر کاهش دور، قابلیت افزایش دور بیش از دورنامی (e) با توجه به استقامت مکانیکی الکتروپمپ را دارا میباشد. دستگاههای کنترل دور فرکانسی با تغییر فرکانس (به همراه تغییر ولتاژ) قادر هستند در محدوده وسیعی سرعت الکتروپمپ را کنترل نماید بهترین محدوده بین ۱۵ تا ۱۲۰ درصد دور سنکرون میباشد. نکته قابل توجه مسائل خنک کننده الکتروموتورها در دور پائین میباشد (در محدوده

دور ۴۰ درصد دور نامی) که نیاز به تجهیزات کمکی مورد نیاز است لذا با توجه به این موضوع توصیه سازندگان FCD تغییرات فرکانس در محدوده ۳۰ تا ۵۰ هرتز میباشد.



شکل ۱: منحنی $Q-H$ در دوره‌های مختلف

۲- تأسیسات تصفیه فیزیکی

به منظور حذف ذرات آب از فیلترهای تحت فشار شنی از تأسیسات تصفیه فیزیکی استفاده میگردد. این فیلتر حاوی ماسه سیلیس با خلوص ۹۸ درصد میباشد که براساس دانه بندی آن قادر میباشد کدورت آب را تا حد قابل توجه کاهش دهد. فیلترهای شنی تحت فشار با توجه به زمان در مدار بودن، دچار گرفتگی ناشی از ایجاد لایه رسوب بر سطح فیلتر خواهد شد. در نتیجه گذردهی فیلتر کاهش می یابد و لازم است فیلتر به روش معکوس شستشو گردد و پس از حذف لایه رسوب فوقانی و تمیز شدن فیلتر مجدداً در مدار بهره برداری قرار گیرد. آب خروجی فیلتر به واسطه وکیوم ایجاد شده در مسیر خود کود را مکش نموده و بعد از گذردهی از میکروفیلترها به شبکه آبیاری تزریق مینماید. روی هریک از فیلترها تعدادی شیرآلات نصب میگردد. این شیرآلات در زمان بهره برداری و شستشوی معکوس در وضعیتهای مختلفی قرار میگیرند. تا پروسه شستشو فیلترها به اتمام برسد.

به منظور کنترل اتوماتیک پروسه فیلتراسیون، نیاز میباشد تجهیزات ابزار دقیق بر روی فیلترها نصب تا قابلیت کنترل اتوماتیک سیستم مهیا گردد. تجهیزات ابزار دقیق به شرح ذیل میباشد:

- شیرآلات محرک پنوماتیکی دارای لمیت سوئیچ جهت اعلام وضعیت مسیره‌های شیرآلات
- سنسور تشخیص گرفتگی فیلتر براساس اختلاف فشار (DPS)
- جریان سنچ به منظور تشخیص میزان جریان عبوری

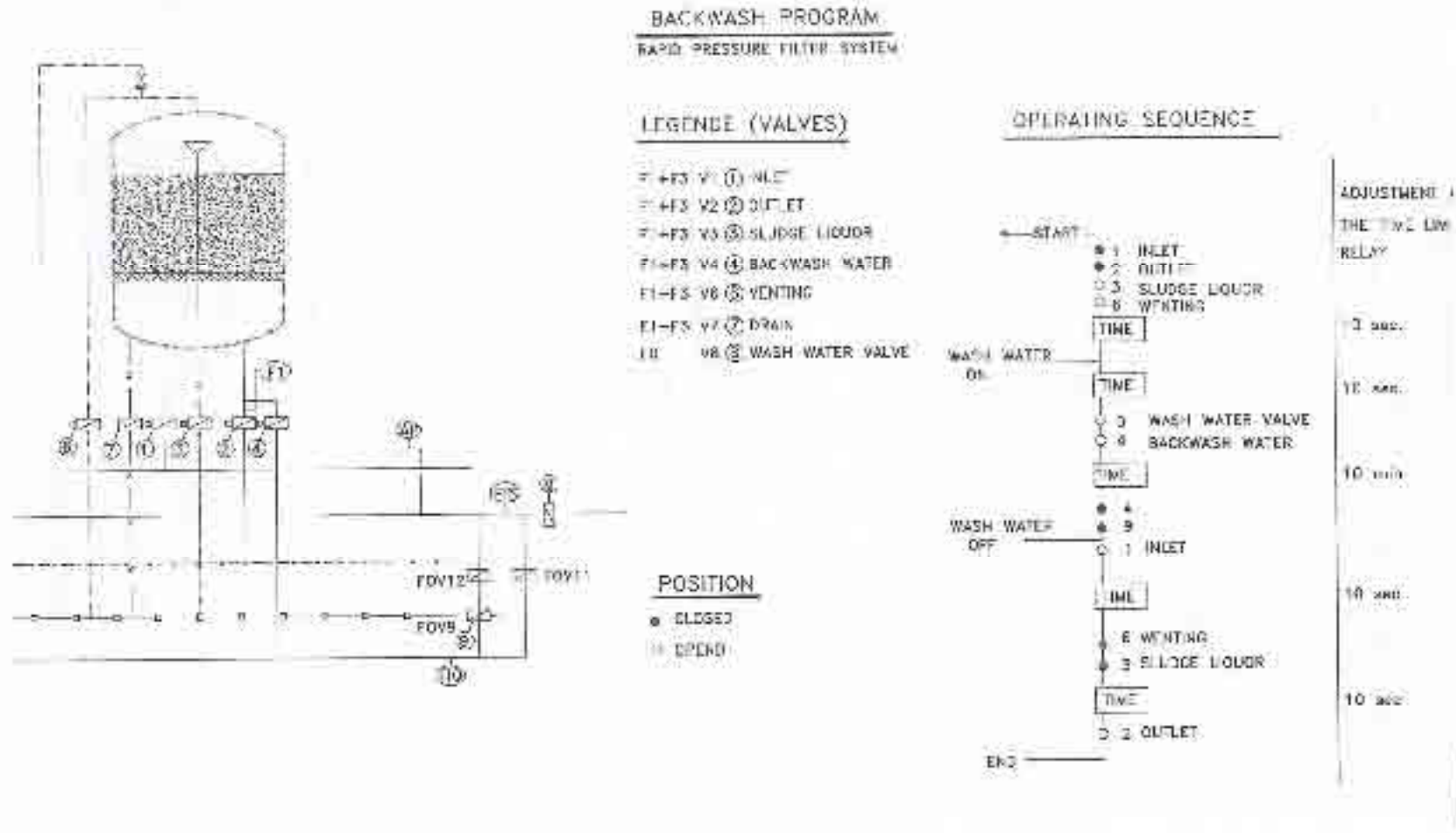
- سطح سنج التروسونیک جهت اندازه گیری میزان کود موجود در مخزن
 - کمپرسور تأمین هوای فشرده به انضمام مخزن ذخیره و تجهیزات جانبی
 کنترل اتوماتیک پروسه فیلتراسیون، در زمان عملکرد نرمال و گرفتگی فیلتر قابل بحث و بررسی می باشد. در حالت عملکرد نرمال فیلتراسیون، شیرهای ورودی و خروجی فیلتر باز بوده و آب خروجی به سمت میکروفیلترها هدایت خواهد شد. در مسیر جریان به واسطه مکش، کود مایع نیز به همراه سیال منتقل خواهد شد. به منظور سنجش مقدار دبی خروجی سیستم، یک جریان سنج در خط خروجی تأسیسات فیلتراسیون نصب می گردد که قابلیت اندازه گیری جریان و ارسال سیگنال لازم جهت سیستم کنترل الکتروپمپ ها را دارا می باشد. در جریان عملکرد فیلتر به واسطه گرفتگی سطح فیلتر، ایجاد اختلاف فشار در ورودی و خروجی فیلترها را شاهد خواهیم بود. این اختلاف فشار تا حد ۵ متر ستون آب حالت عادی می باشد و تا حد ۷ متر ستون آب نشان دهنده گرفتگی فیلتر می باشد لذا پس از اعلام گرفتگی فیلتر توسط سنسور مربوطه پروسه شستشو انجام می گیرد. شکل ۲ پروسه شستشو را نشان می دهد. در کلیه مراحل بهره برداری توسط لول سنج مقدار کود موجود در مخزن کود اندازه گیری و آلام لازم جهت بهره بردار ارسال می گردد.

۳- شبکه آبیاری

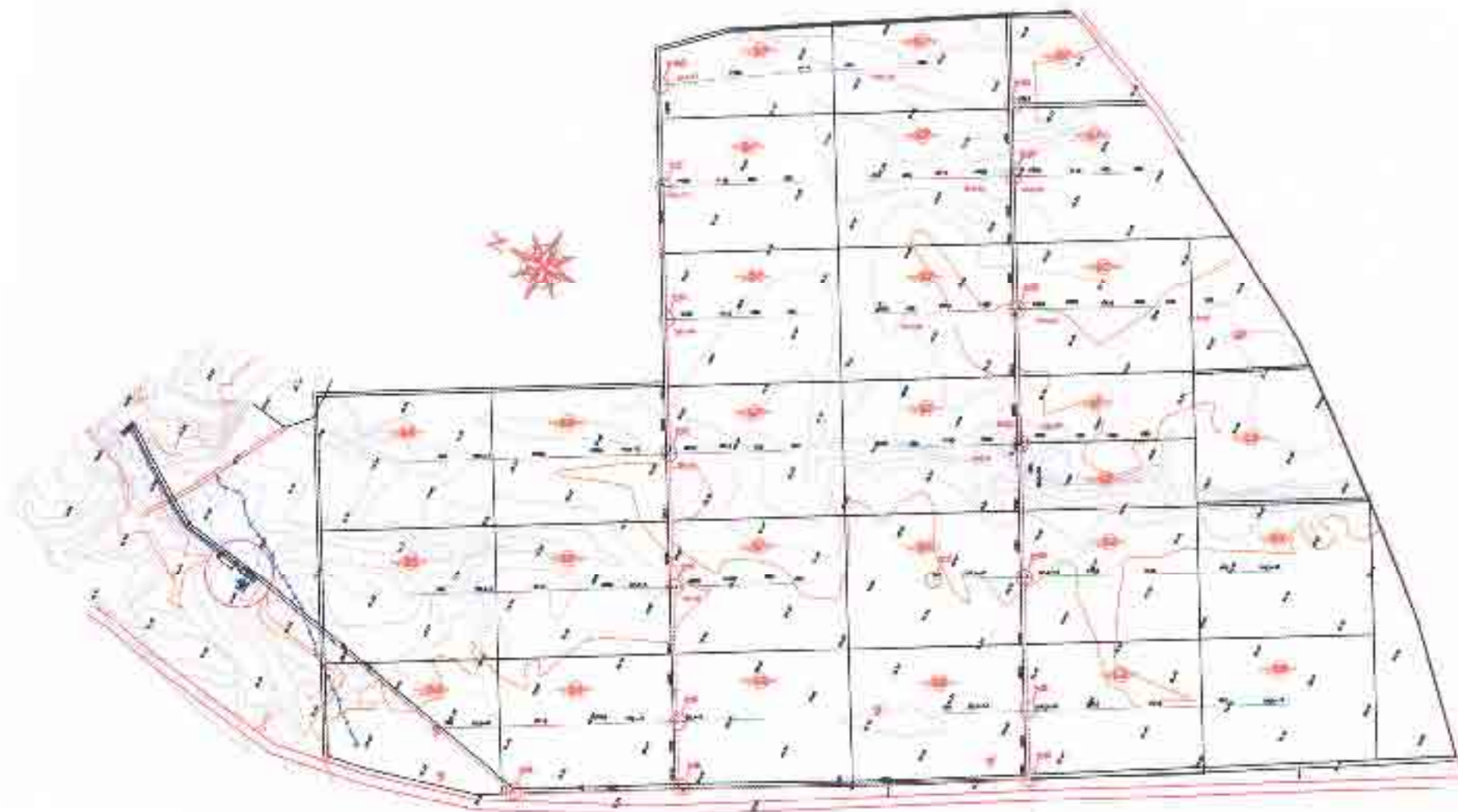
با توجه به تقسیم بندی اراضی قابل کشت و مساحت بندی انجام گرفته، شبکه آبیاری طراحی و به دنبال انجام محاسبات هیدرولیکی قطر لوله های شبکه مشخص خواهد شد. به منظور امکان برنامه ریزی آبیاری براساس الگوی کشت، نیاز می باشد شیرآلات کنترلی (شیر با محرک برقی) در مسیرهای خروجی نصب گردد تا بتوان براساس فرمان، سیستم کنترل تغییر وضعیت داده و در حالت دلخواه قرار گیرد. شیرآلات مزبور علاوه بر قابلیت کنترل از راه دور، امکان بررسی وضعیت شیر در اتاق کنترل خواهد بود. شبکه آبیاری طرح مزبور در شکل (۳) مشخص شده و با توجه به تقویم آبیاری آرایش شیرآلات نیز مشاهده می گردد.

۴- سیستم کنترل یکپارچه

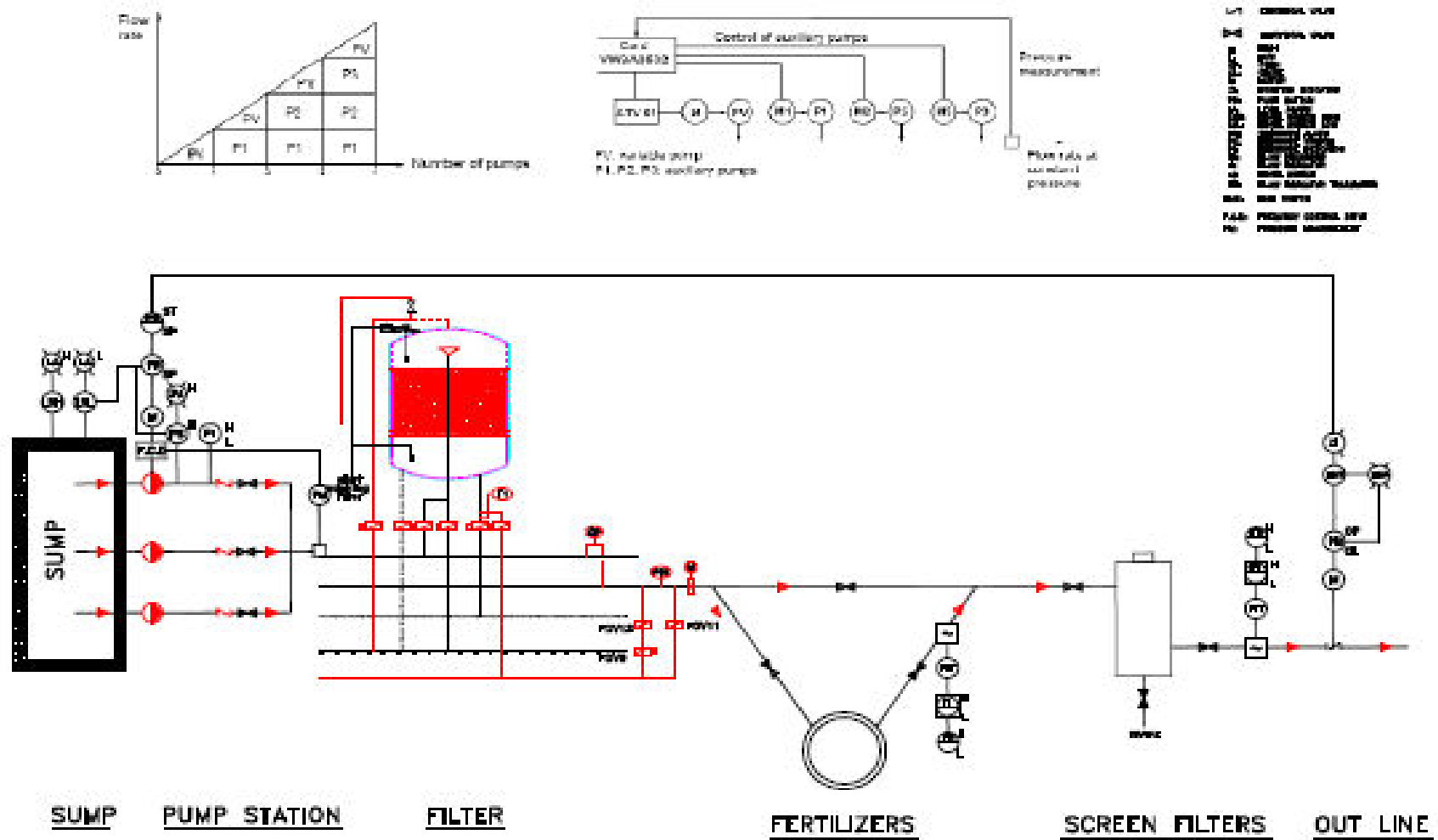
همانگونه که در بندهای ۱ تا ۳ نیز مشخص گردید، تجهیزات کنترلی انفرادی جهت هر قسمت مشخص گردید و لازم است پس از آن نسبت به ایجاد یک سیستم یکپارچه اقدام گردد. به منظور امکان دید مناسب دیاگرام P& ID (Process and Instrument Diagram) سیستم کنترل در شکل (۴) نشان داده شده است. همانگونه که در دیاگرام مزبور نیز مشاهده میگردد، پروسه پمپاژ تا انتقال آب بر روی مزارع توسط یک PLC (Program Logic Control) به طور کامل براساس برنامه آبیاری کنترل می گردد به نحوی که تأمین دبی مورد نیاز براساس مسیرهای در حال تغذیه و فید بک جریان که به PLC ارسال میشود، کنترل می گردد. در صورت هر گونه تغییر در رژیم آبیاری لازم است بر روی PLC تغییرات لازم صورت گیرد تا پس از آن براساس برنامه جدید کنترل پروسه آبیاری صورت گیرد.



شکل ۲: پروسه شستشوی فیلتر



شکل ۳: شبکه آبیاری باتعین محل شیرآل



شکل ۴: دیاگرام P & ID

مزایای سیستم کنترل یکپارچه

- مدیریت انرژی به واسطه کنترل دور الکتروپمپ و قرار گرفتن در نقطه کار
- کاهش نیروی انسانی مورد نیاز جهت باز و بسته کردن شیرآلات
- امکان کنترل از راه دور تأسیسات آبیاری
- کاهش خطاهای انسانی به دلیل کنترل هوشمند تأسیسات
- کنترل هدر رفت آب
- امکان بررسی راندمان آبیاری
- افزایش عمر تجهیزات به دلیل بهره برداری منظم با مدیریت هوشمند

معایب سیستم کنترل یکپارچه:

- هزینه سرمایه گذاری بالا
- نیاز به نیروی متخصص جهت انجام تعمیرات

نتیجه گیری

استفاده از سیستم اتوماسیون، هزینه نیروی انسانی و خطاهای عملکرد را کاهش خواهد داد. در نتیجه با توجه به دقت عملکرد تجهیزات در مصرف آب، کود صرفه جویی به عمل آمده و امکان افزایش راندمان آبیاری مؤثر خواهد بود. این سیستم قابلیت را ایجاد خواهد نمود که بتوان در فصول مختلف، راندمان آبیاری را محاسبه و عملکرد کل سیستم در مزرعه مورد ارزیابی قرار گیرد.

منابع

- ۱- بی نام. ۱۳۸۵. گزارش مطالعات مرحله اول و دوم طرح شبکه آبیاری تحت فشار سورمقدا. شرکت مهندسی مشاور دزآب.
- ۲- نشریه پمپیران
- ۳- Handbook شرکت Sterling
- ۴- Handbook شرکت Telemecanique