

کاربرد مبدل‌های فرکانس جهت کنترل خودکار نقطه کار ایستگاههای پمپاژ آبیاری تحت فشار

علی نیک‌منش^۱ و مجید زمانی^۲

چکیده

یکی از مشکلات عمده ایستگاههای پمپاژ طرحهای آبیاری تحت فشار، متغیر بودن فشار و دبی موردنیاز (نقطه کار) در محل ایستگاه پمپاژ باتوجه به الگوی کشت، مساحت اراضی در حال بهره برداری و تعدادآپاش فعال می باشد. برای رفع این مشکل در ایستگاههای پمپاژ به طور معمول از روشهایی مانند افزایش تعداد پمپها، کنارگذر و شیرهای فشارشکن استفاده می شود. این روشها با افزایش هزینه سرمایه گذاری و یا هزینه تلفات انرژی همراه می باشند. یک روش بهتر که تلفات انرژی نیز در پی ندارد، استفاده از کنترل دور می باشد. یکی از ابزارهای این روش، دستگاههای مبدل فرکانس یا درایو می باشد. مبدلها یا اصطلاحاً درایوها، با ایجاد تغییر فرکانس ورودی در الکتروپمپها، علاوه بر تثبیت فشار در ایستگاهها، تنها سیستمی است که به صورت هوشمند این قابلیت را دارا می باشد تا با تغییرات دبی، فشار کارکرد شبکه را مطابق منحنی که از قبل برای سیستم تعریف شده است، تغییردهند. این ویژگی منحصر به فرد باعث گردیده که بتوان درایو را به عنوان اساس و پایه اتوماسیون شبکه های آبیاری تحت فشار نامگذاری کرد. مزایای دیگر این سیستم عبارتند از: صرفه جویی در مصرف انرژی به میزان تا ۳۰٪، افزایش ضریب اطمینان سیستم، افزایش عمر مفید تاسیسات الکتریکی و مکانیکی در ایستگاههای پمپاژ، کاهش تجهیزات کنترلی، کاهش قابل ملاحظه در هزینه های بهره برداری و نگهداری شبکه، به حداقل رساندن احتمال وقوع ضربه قوچ و امکان نشت یابی شبکه با دقت بالا. دستگاه مبدل فرکانس در پروژه آبیاری بارانی اراضی بیله سوار مغان واقع در استان اردبیل، نصب گردیده و در این مقاله به صورت موردی بررسی گردیده است. در این پروژه، سامانه آبیاری بارانی (کلاسیک ثابت با آپاش متحرک) به وسعت ۳۳۰۰ هکتار می باشد که اراضی تعداد زیادی خرده مالک را تحت پوشش شبکه آبیاری بارانی قرار داده است. در این پروژه ۷۲۱ مالک با میانگین مساحت قطعات زراعی کمتر از ۲/۲ هکتار تحت پوشش ۲۱ واحد آبیاری قرار گرفته اند. مشکل اصلی این پروژه متغیر بودن الگوی مصرف آب آبیاری در دوره های آبیاری و به تبع آن تغییرات فشار شبکه خارج از محدوده استاندارد می باشد که باعث عدم

^۱- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی - کارشناس سابق مشاور سامان آبراه

^۲- کارشناس برق - شرکت پرتو صنعت

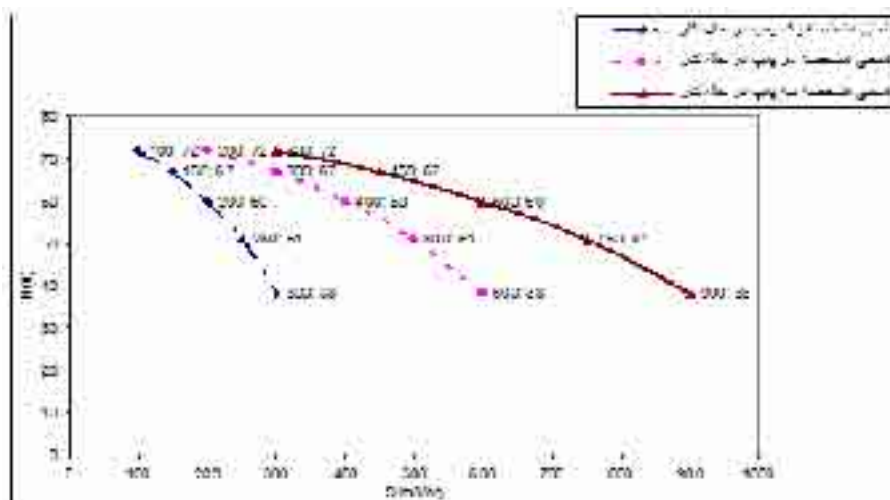
یکنواختی پاشش آب‌اشها و پایین آمدن چشمگیر راندمان آبیاری از یکسو و از سوی دیگر کارکرد پمپها در خارج از دامنه اپتیمم می‌شود. به همین دلیل، جهت حل این مسئله بانگ‌رشی نو به جای استفاده از روشهای رایج موجود مثل استفاده از شیرهای کنارگذر و یا شیرهای خفه کن، از مبدلهای فرکانس در ایستگاههای پمپاژ استفاده شده است. قریب به دو سال است که فاز یک پروژه به بهره برداری رسیده است و کمترین مشکلات را در این مدت به همراه داشته است.

کلمات کلیدی: اتوماسیون، سامانه های آبیاری تحت، مبدلهای فرکانس و ایستگاههای پمپاژ.

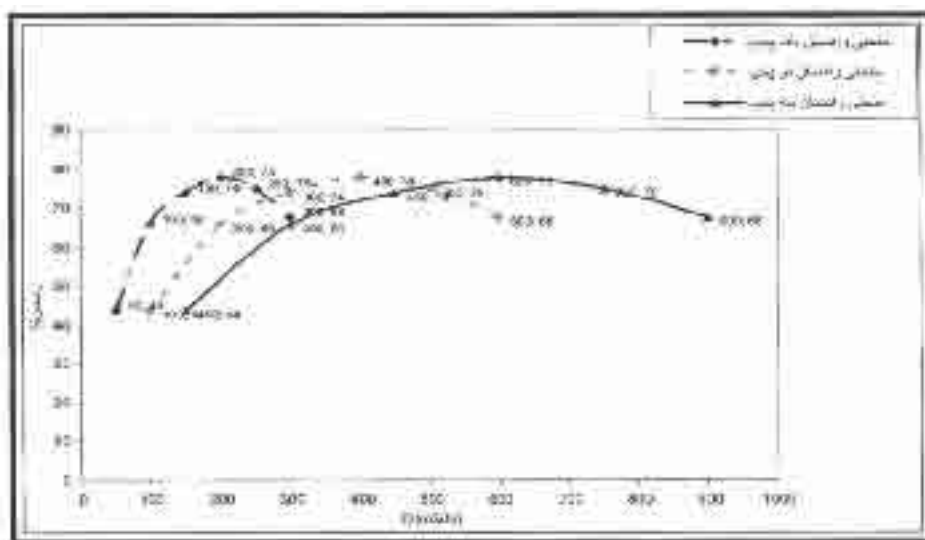
مقدمه

پروژه آبیاری بارانی بیله سوار مغان از ۲۱ واحد آبیاری مستقل که هر یک مجهز به یک ایستگاه پمپاژ می باشد، تشکیل شده است. وسعت اراضی تحت پوشش ایستگاههای پمپاژ متفاوت بوده و مساحت متوسط آنها ۱۵۰ هکتار می باشد. بسته به سطح تحت پوشش و دبی مورد نیاز در هر ایستگاه پمپاژ از یک تا چهار پمپ اصلی و یک پمپ بصورت رزرو استفاده شده است. بطور نمونه در شکل های (۱ و ۲) منحنی مشخصه و منحنی راندمان پمپهای ایستگاه پمپاژ واحد یک ارائه شده است. این ایستگاه مجهز به سه دستگاه پمپ اصلی مدل WKL - 125/2a می باشد. که منحنی دبی - فشار تولیدی در شرایط کار یک، دو و سه پمپ، همچنین منحنی سیستم واحد مزبور ارائه شده است. معمولاً در خطوط انتقال با افزایش دبی به ارتفاع پمپاژ بیشتری نیاز است که موجب می شود منحنی سیستم بصورت یک خط نباشد. همانطور که در شکل ۳ ملاحظه می شود، فشار تولیدی پمپها در دبی های مختلف تا ۷۰ متر نیز می رسد. در حالیکه فشار مورد نیاز شبکه حدود ۶۰-۵۰ متر می باشد. عبارتی چنانچه دبی مصرفی در شبکه کاهش یابد، فشار آب تولیدی ایستگاه افزایش می یابد که در صورت عدم کنترل، مشکلاتی در سیستم از جمله کاهش راندمان آبیاری و امکان آسیب دیدن شبکه بوجود خواهد آمد. همانطور که در نمودار ملاحظه میشود این مشکل غالباً در شرایطی بروز می نماید که دبی مصرفی در شبکه بین دبی تولیدی دو یا سه پمپ یا مابین دبی یک تا دو پمپ باشد. یکی از روشهایی که می تواند از افزایش فشار تولیدی ایستگاه پمپاژ جلوگیری نماید، تنظیم مصرف شبکه دقیقاً با دبی تولیدی دو یا سه پمپ است ولی مسائل مختلفی در بهره برداری اعم از پیش بینی شده یا نشده باعث عدم تحقق این امر میگردد که از آن جمله میتوان به موارد ذیل اشاره نمود:

- ۱- نامنظم بودن شکل اراضی کشاورزی و به تبع آن کوتاه و بلندی طول لترالها
 - ۲- عدم رعایت یکجا کشتی در اراضی تحت پوشش یک آبرسان
 - ۳- اشتباهات در بهره برداری مانند باز یا بسته شدن ناگهانی شیرها در خطوط لوله اصلی و نیمه اصلی
 - ۴- برداشت محصول در بخشی از اراضی یا وجود آیش (تغییر دبی مصرفی)
- بنابراین فراهم آوردن امکان کنترل فشار در خروجی ایستگاه پمپاژ از ضروریات سیستم آبیاری بارانی بیله سوار یا طرحهای مشابه میباشد.



شکل ۱: منحنی مشخصه پمپهای ایستگاه پمپاژ واحد یک مغان (WKL - 125/2a)



شکل ۲: منحنی راندمان پمپهای ایستگاه پمپاژ واحد یک مغان

مواد و روش‌ها

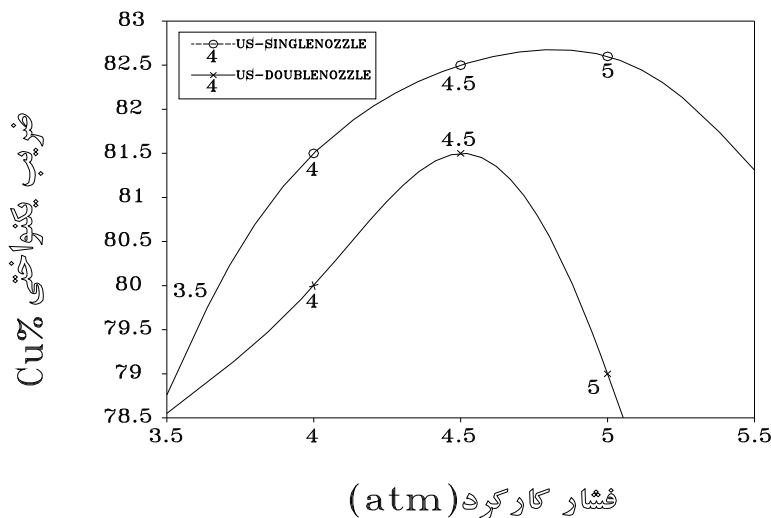
با ملاحظه منحنی مشخصه پمپهای ایستگاه پمپاژ واحد یک، حدفاصل کارکرد پمپهای اول تا سوم تنها سه نقطه وجود دارد که از لحاظ فشار کارکرد مناسب بوده و منطبق بر منحنی سیستم می‌باشد. به همین دلیل دبی مورد نیاز شبکه در صورت عدم تطابق با این سه نقطه، موجب تحلیل فشار اضافه به سیستم می‌گردد. برای کنترل فشار خروجی ایستگاههای پمپاژ روشهای مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد که به مهمترین آنها در ادامه اشاره می‌شود:

۱- کنترل ON/OFF پمپهای موازی

در این روش کنترل فلویپمپها بصورت ON/OFF کار می‌کنند که خاموش و روشن شدن پمپها می‌تواند بصورت اتوماتیک و با استفاده از کلید کنترل فشار انجام گیرد و یا به صورت دستی، توسط اپراتور انجام پذیرد. نقاط ضعف این روش شرح ذیل می‌باشند:

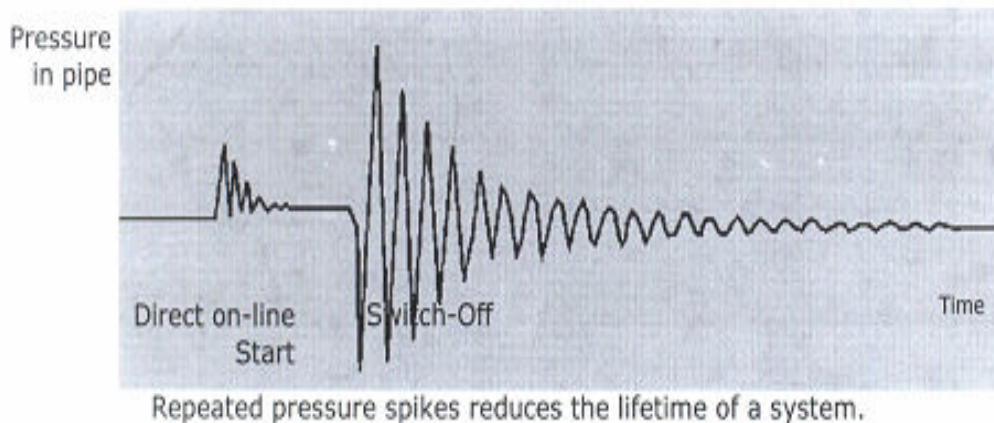
الف- کاهش ضریب یکنواختی آبیاری

عدم کنترل دقیق فشار در زمانهایی است که نیاز مصرف در بین حد فاصل نقطه کار یک پمپ و دو پمپ قرار دارد، باعث ایجاد فشار مازاد و پرت انرژی و همچنین پایین آمدن راندمان آبیاری میگردد. در نمودار زیر مثال عملی از اثر تغییرات فشار روی ضریب یکنواختی آبیاری نلسون نشان داده شده است. همانطور که از نمودار مشخص است تغییرات فشار خارج از دامنه کارکرد بهینه آبیاریها، باعث کاهش شدید ضریب یکنواختی (Cu) و در نتیجه بالا رفتن تلف آب می‌شود.



شکل ۳: تغییرات ضریب یکنواختی با فشار کارکرد در آبیاری نلسون P80

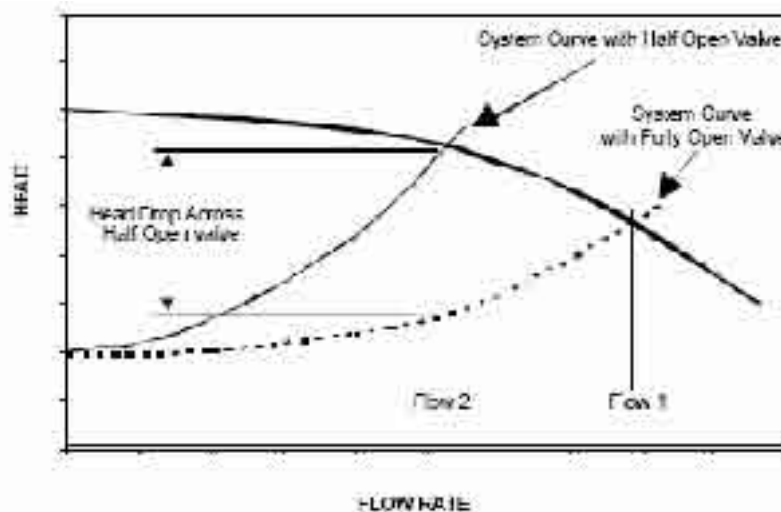
ب- اثر روش ON/OFF روی لوله‌های اصلی شبکه‌های تحت فشار و خطوط انتقال آب
همانطوریکه در منحنی شکل زیر مشاهده می‌نمائید، هنگامیکه پمپ بصورت مستقیم در شبکه لوله آبرسانی استارت می‌شود، همچنین استاپ ناگهانی آن می‌تواند رزونانس با دامنه میرا شونده در طول خط لوله ایجاد نماید و باعث کاهش عمر سیستم گردد.



شکل ۴: رزونانس در شبکه لوله‌ها

۲- استفاده از شیرهای کنترل فشار اتوماتیک و دستی

با این روش کنترل مطابق شکل زیر می‌توان پمپ را بصورت پیوسته روشن نگه داشت و تنها توسط باز و بسته کردن شیر، فشار مورد نیاز را تنظیم نمود. کنترل جریان در این روش در دو حالت شیر باز و شیر نیمه‌بسته در منحنی فوق نمایش داده شده‌است. وقتی که شیر را کمی می‌بندیم، تلفات اضافی اصطکاکی که متناسب با مربع جریان می‌باشد، اضافه می‌گردد. در نقطه کار دو، FLOW اختلاف هد بین دو منحنی افت فشار روی شیر می‌باشد و انرژی بصورت تلفات مقاومتی روی شیر ظاهر می‌گردد. در کاربردهای عملی با کنترل شیر بدلیل تلف کردن انرژی روی این شیر، هزینه‌های تعمیراتی شیر مخصوصاً خوردگی و آلودگی ذرات مایع روی آن و در نتیجه هزینه‌های زمان کارکرد شیر بالا است. همچنین، راندمان سیستم به جهت اضافه کردن تلفات حرارتی کاهش می‌یابد.



شکل ۵: کنترل فلو با روش شیر کنترل

۳- استفاده از شیر کنارگذر (BY Pass)

در این مدل کنترل پمپ بصورت دائم در ماکزیمم شرایط پروسه بوده و تنها یک شیر کنارگذر از خط ورودی به خروجی اضافه می‌گردد. بدین جهت با بازکردن این شیر، جریان خط خروجی به جهت بازگشت مایع از مسیر BY-PASS به ورودی را میتوان کنترل نمود، البته در این روش توسط ذخیره مایع در مخزن تغییرات درخواست جریان پروسه را تامین مینماید و در صورت سرریز شدن مخزن مجدداً این مایع به ورودی پمپ منتقل میگردد. این روش راندمان بهتری نسبت به روش قبل دارد و معمولاً به جهت کارکرد پمپ در ناحیه Safe، همواره شیر بای پاس را کمی باز می‌گذاریم تا پمپ در فلو صفر کار نکند. این روش به دلیل هزینه اولیه پایین، معمولی‌ترین و رایج‌ترین روش کاهش فشار می‌باشد و همانند روش قبل با تلفات انرژی همراه است. همچنین، دقت این روش به علت وابستگی به تاسیسات مکانیکی چندان بالا نمی‌باشد.

۴- استفاده از سیستم کنترل دور (درايو)

قبل از پرداختن به چهارمین روش کنترل فشار، لازم می‌باشد مرور کوتاهی بر مشخصات و قوانین حاکم بر پمپهای روتودینامیکی و همچنین شروع سیستم کنترل دور بشرح زیر داشته باشیم:

۴-۱- قوانین تشابه

در عملکرد پمپ های سانتریفوژ به جهت تبعیت از قوانین Affinity روابط ریاضی ذیل حاکم است:

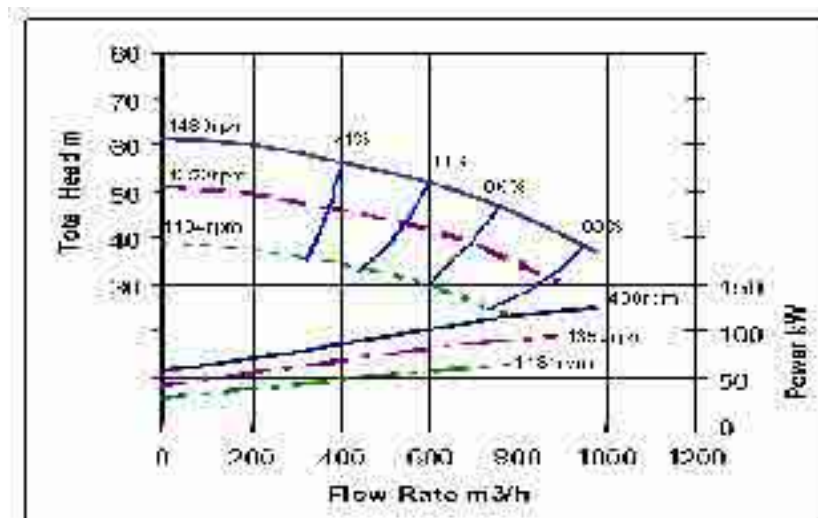
$$\begin{aligned} Q &\propto N \\ H &\propto N^2 \\ P &\propto N^3 \end{aligned}$$

که در آنها:

Q: دبی، H: فشار کارکرد، P: توان مصرفی (قدرت جذبی) و N: دور الکتروموتور هستند. براساس روابط فوق با تغییر کوچکی در سرعت، مقادیر زیادی تغییرات در توان مصرفی بوجود می آید (با توان سوم سرعت). بطوریکه مثلاً با کاهش ۱۰٪ سرعت، توان مصرفی حدود ۲۷٪ کاهش می یابد. منحنی مشخصه یک پمپ با تغییرات سرعت در شکل زیر ارائه شده است. همانطوریکه در این منحنی ها مشاهده می کنید، نقاط با راندمان یکسان بصورت خط هایی بر روی سه منحنی سرعت مختلف آمده است و با توجه به نقطه کار سیستم پمپ در نقطه BEP (Best efficiency point) میتوان با تلاقی منحنی سیستم بار، تغییرات در راندمان پمپ را بواسطه تغییرات دور مشاهده نمود.

۴-۲- پرفورمنس مکش پمپ (NPSH)

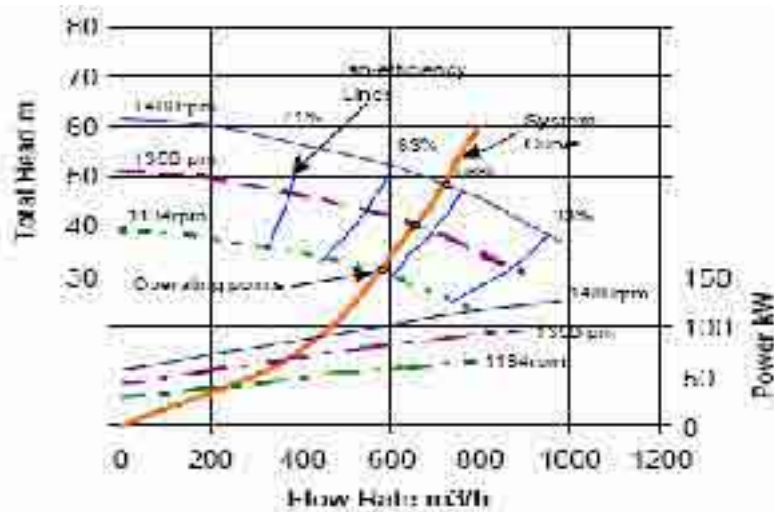
آب یا هر مایع در هر درجه حرارتی به ازاء یک فشار معین تبخیر میشود. بطور مثال آب در فشار یک اتمسفر در کنار دریا در ۱۰۰ درجه سانتیگراد بخار می شود. با توجه به مشخصه فوق، آب در نقاطی از چرخ پمپ به علت کاهش شدید فشار نسبت به فشار تبخیر، تبدیل به حبابهای بخار میشود و به همراه مایع به نقطه ای با فشار بالاتر حرکت میکند. حال در فشار بالا اگر بخار تقطیر شود، بعلت کاهش حجم ذرات مایع اطراف این بخار سرعت فوق العاده ای حتی تا ده برابر پیدا کرده و به پرده ها برخورد میکنند و ایجاد تخلخل در پرده ها میکنند که این عمل را کاویتاسیون گویند. توجه مهم و اساسی در منحنی های NPSH به هنگام استفاده از دور متغیر آنست که NPSH در دور حدود صفر به سمت صفر تمایل پیدا نمی کند و مقدار مینیمی دارد که بدین جهت نمی بایست پایین تر از این سرعت کار کند.



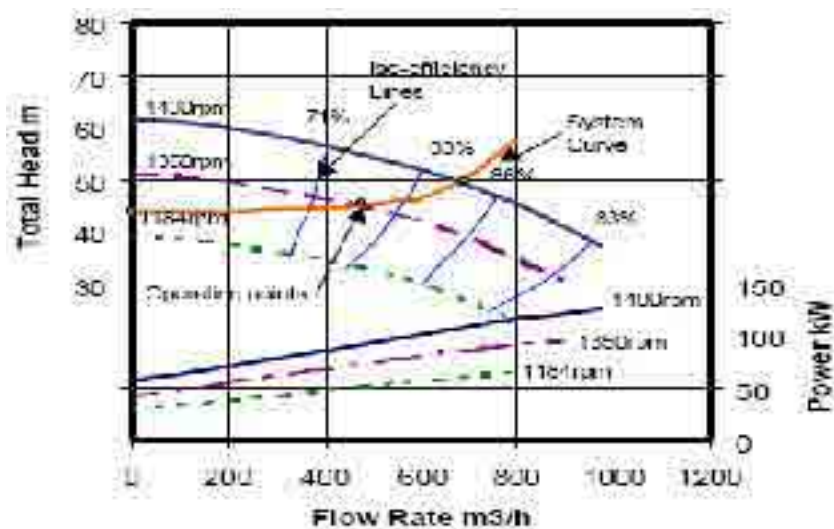
شکل ۶: منحنی پمپ با توجه به متغیر بودن سرعت چرخ

۳-۴- راندمان پمپ

در این بخش دو نوع از منحنی های سیستم با منحنی پمپ با دور متغیر به منظور مشاهده راندمان پمپ ها به هنگام استفاده از کنترل دور موتور توضیح داده میشود. در منحنی اول فرض بر آنست که بار سیستم پمپ کلاً تلفاتی بوده و پمپاژ در هد استاتیک صفر می باشد. همانطوریکه در این شکل زیر مشاهده می کنید، با تغییر سرعت پمپ از دور ۱۴۸۰ دور بر دقیقه تا دور ۱۱۸۴ دور بر دقیقه، در راندمان پمپ تغییری ایجاد نمی شود و این شاخص حدود ۸۵٪ می باشد. در منحنی دوم، منحنی بار (System curve) بصورت تلفاتی با هد استاتیک بالا است. در این حالت همانطوریکه از شکل ۸ مشاهده می نمائید، با تغییر دور از ۱۴۸۰ دور بر دقیقه تا حدود ۱۲۵۰ دور بر دقیقه راندمان پمپ حدود ۴٪ کاهش یافته است. در ضمن نکته قابل تعمق دیگری که در منحنی مشاهده میگردد، این است که تغییرات جزئی سرعت تغییرات عمده دبی خروجی پمپ را ایجاد میکند و تا حدود ۱۵٪ تغییرات دور می توان رنج ۵۰٪ تغییرات دبی داشته باشیم. توجه کنید در حالت قبل تغییرات دور در دامنه وسیعتری می توانست تغییرات دبی فوق را داشته باشد.



شکل ۷: منحنی سیستم تلفاتی و پمپ دور متغیر



شکل ۸: منحنی بار با هد بالا و پمپ دور متغیر

همچنین همانطوریکه مشاهده می‌کنید، در دور حدود ۱۱۰۰ پایین تر پمپ دیگر هد کافی جهت پمپ مایع در سیستم ایجاد نمی‌کند و راندمان پمپ و دامنه فلو صفر می‌گردد. در این صورت انرژی تنها به مایع منتقل می‌شود و مایع شدیداً گرم خواهد شد. توجه کنید که همواره بهترین روش کنترل دبی رگولاسیون سرعت بوده و از روش کنترل شیر بمراتب بازدهی بیشتری دارد چرا که پمپ در دور پایین تر علاوه بر صرفه جویی در انرژی الکتریکی، فشار هیدرولیکی روی چرخ پمپ را کاهش می‌دهد (بر اساس پروفایل، فشار در داخل کیس پمپ با توان دوم سرعت متناسب است) و همچنین نیروی روی بیرینگ کاهش یافته و عمر بیرینگ‌ها را افزایش می‌دهد. نکته حائز اهمیت دیگر این که در پمپ‌های روتوداینامیک، عمر بیرینگ‌ها متناسب با معکوس توان هفتم سرعت است. همچنین با کاهش سرعت لرزش و نویز کاهش یافته و عمر آبدی پمپ (Seal) افزایش می‌یابد. با توجه به مطالب بالا این نتیجه نیز گرفته می‌شود که پمپ‌ها در سرعت بالاتر از سرعت نامی، توان بالا تری جذب می‌کنند. همچنین، استرس شفت و بارگذاری روی بیرینگ‌های آن بیشتر می‌شود. بدین جهت همواره بخاطر داشته باشید که موتور پمپ‌ها میبایست در دور بالاتر از دور نامی کار نکنند. در مورد آبدی یا seal، پمپ‌ها در کاربرد دور متغیرها به جهت اینکه seal مکانیکی مرسوم معمولاً در دور پایین مشکلی ندارند، دور مینیمم برایشان تعریف نمی‌شود و تنها در نوع seal گازی میبایست دور محیطی چرخ از ۵ m/s کمتر نشود.

۴-۴- مزیت جریان راه اندازی پمپ‌ها با استفاده از کنترل دور موتور

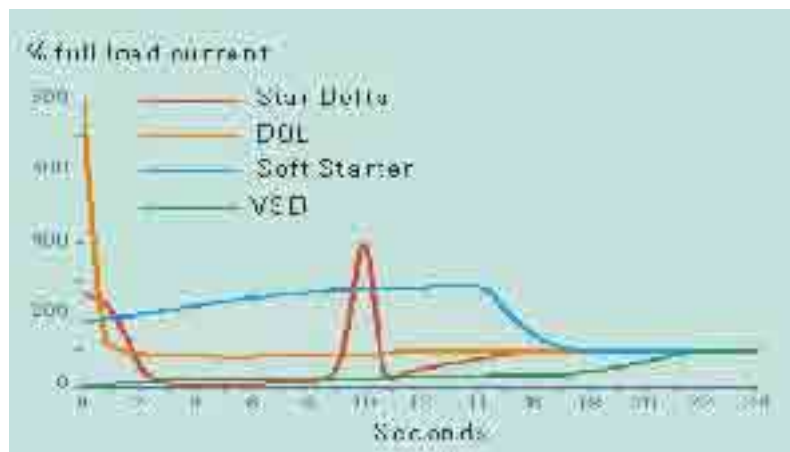
جریان راه اندازی پمپ‌ها در چهار روش زیر مقایسه می‌گردد:

- ۱- روش ستاره مثلث (Star Delta)
- ۲- روش استارت بصورت مستقیم (Dol)
- ۳- روش راه انداز نرم موتور (Soft Starter)
- ۴- روش کنترل دور موتور (VSD)

در روش اول موتور حدود ۳۰۰٪ از شبکه جریان میکشد و سپس بعد از حدود ۱۰ ثانیه که از حالت ستاره به مثلث می‌رود، ضربه جریانی حدود ۴۰۰٪ خواهیم داشت و موتور بعد از حدود ۱۱ ثانیه به دور نامی میرسد. در شکل زیر این حالت مشاهده می‌شود. در روش دوم، به جهت استارت موتور بصورت مستقیم در حالت مثلث به شبکه جریانی حدود ۸۰۰٪ نیاز خواهیم داشت و کمتر از ۲ ثانیه موتور به دور نامی میرسد. در روش سوم موتور جریانی حدود ۲۵۰٪ تا ۳۰۰٪ را حدود ۱۴ ثانیه می‌کشد و به دور نامی میرسد. در روش چهارم موتور به هنگام استارت کمتر از ۱۰٪ جریان نامی استارت می‌کند و پس از مدت حدود ۱۶ ثانیه به دور نامی می‌رسد.

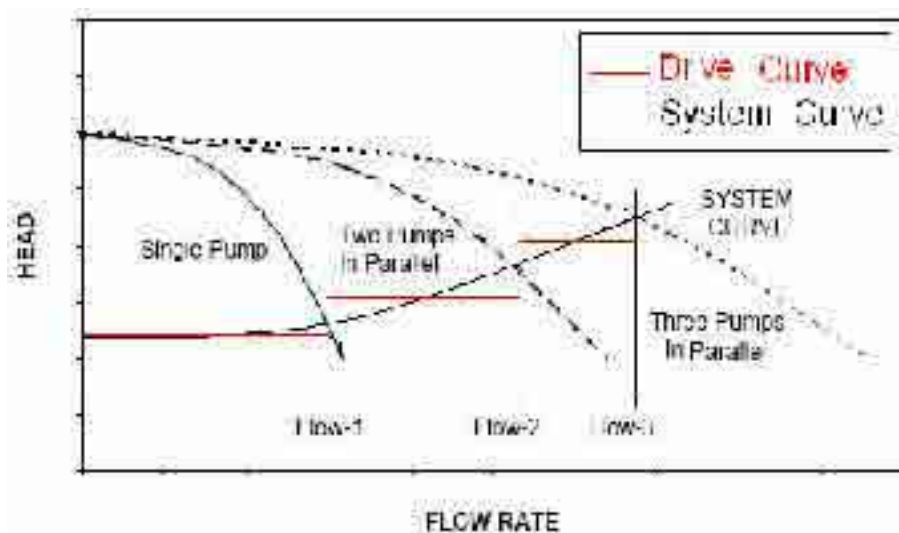
۴-۵- سیستمهای کنترل دور

دور متغیرهای الکترونیکی با نام‌های VFD (Variable frequency drive) یا VVVF (Variable Frequency) در دور متغیرهای الکترونیکی با نام‌های VFD (Variable frequency drive) یا FC (Frequency convertes) شناخته می‌شوند. ر این سیستمها، کنترل سرعت موتور با تغییر فرکانس و ولتاژ موتور انجام می‌گردد. کنترل دورها معمولاً از دو بخش عمده یکسو سازی سه فاز برق شهر (Rectifier) و قسمت اینوتر (IGBT Inverter) که تامین کننده ولتاژ سه فاز با فرکانس متغیر می‌باشد، تشکیل شده‌اند.



شکل ۹: مقایسه روشهای راه اندازی موتورها

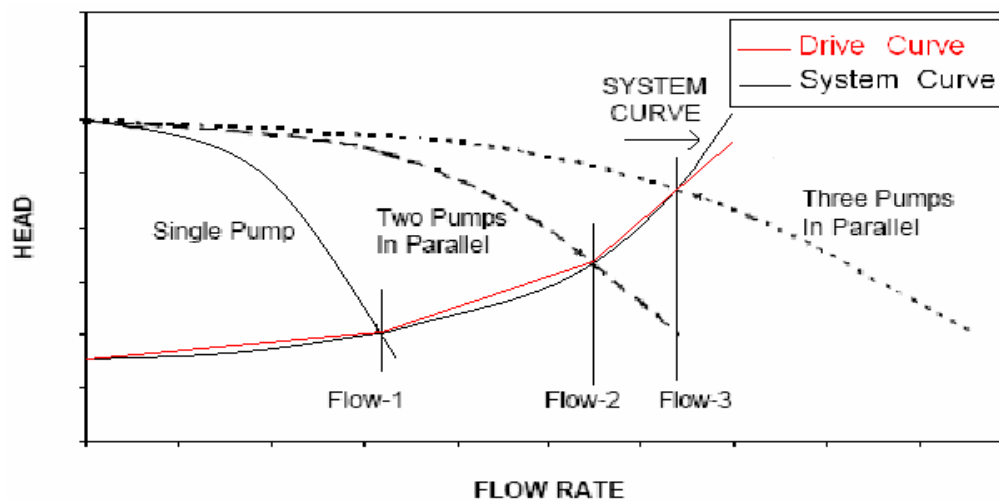
همانطور که پیشتر ذکر شد، سیستمهای کنترل دور دارای مزایای بسیار بوده و به همین دلیل امروز این سیستمها کاربرد وسیعی در صنعت و کشاورزی دارند. یکی از این مزایا که دلیل اصلی استفاده از این سیستم در پروژه بیله سوار مغان گردیده است، تغییر فشار مطابق با منحنی سیستم بوده است. درایوها این عمل را بسته به برنامه نرم افزاری به دو حالت پله ای و خطی انجام می دهند. نمودارهای زیر به تفهیم عملکرد کنترل دور در جهت کاهش فشار کمک می کنند. با توجه به شکل ۱۰ پیدا است، در حالت پله ای کنترل فشار در شرایط کارکرد یک پمپ و دو پمپ تبعیت قابل قبولی از منحنی سیستم دارد و زمانی که سیستم با حداکثر ظرفیت کار میکند، به علت زیاد شدن افتهای موضعی این اختلاف بیشتر از قبل می شود ولی هنوز هم تفاوت محسوسی با شرایط که کنترلی روی فشار در سیستم پمپاژ نمی باشد، دارد.



شکل ۱۰: کنترل فشار به صورت پله ای

در حالت دوم تغییرات فشار به صورت خطی بوده و نقاطی که برای Set Point درایو تعریف می گردد، شامل فشار پایه "دبی صفر" و فشار در نقطه‌ای که پمپ بعدی می بایست وارد مدار گردد، می باشد. همانطور که از شکل

۱۱ پیدا است، در این حالت نقطه کار پمپ تبعیت بسیار خوبی از منحنی سیستم دارد و این قابلیت با دقتی که می‌توان توسط کنترل دورها به آن دست یافت منحصر بفرد بوده و در هیچ سیستم کنترلی دیگری امکان دستیابی بدان میسر نمی‌گردد.



شکل ۱۱: کنترل فشار به صورت خطی

درایوها مزایای دیگری نیز دارند که به استفاده از آنها در پروژه‌های آبیاری و همچنین آبرسانی کمک می‌نماید. از آن جمله میتوان به موارد زیر اشاره نمود:

- صرفه جویی در مصرف انرژی به میزان تا ۳۰٪
- افزایش ضریب اطمینان سیستم
- افزایش عمر مفید تاسیسات الکتریکال و مکانیکال در ایستگاهها
- کاهش تجهیزات کنترلی در کابل برقهها
- کاهش قابل ملاحظه در هزینه های بهره برداری و نگهداری ایستگاههای پمپاژ و شبکه
- به حداقل رساندن احتمال وقوع ضربه قوچ
- امکان نشت یابی با دقت قابل قبول
- جلوگیری از کاویتاسیون در پمپها و در نتیجه افزایش عمر مفید پمپ
- استارت و استپ نرم
- انعطاف پذیری بالا به علت قابلیت برنامه ریزی مطابق با خواسته های کاربر

بحث و نتیجه گیری

با بررسی روش‌های مختلف موجود و باتوجه به مزایای قابل توجه درایو، در ایستگاههای پمپاژ ثانویه بیله سوار از سیستم کنترل دور استفاده شده‌است. سیستم کنترل دور معمولاً برای یک الکتروموتور مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی در برخی از ایستگاههای پمپاژ بسته به شرایط، ممکن است از یک درایو برای چند الکتروموتور استفاده شود و تنظیم فشار خروجی ایستگاه از طریق کنترل دور یکی از الکتروپمپها صورت پذیرد. در طرح بیله سوار نیز با بررسی‌های

انجام شده و مشورت با متخصصین این سیستم و بمنظور کاهش هزینه ها، در هر ایستگاه پمپاژ تنها از یک درایو استفاده شده است.

ویژگیهای برنامه و دستگاه کنترل دور ایستگاه پمپاژ بیله سوار مغان (Multi-Pump Control ASIRC007V100):(Application-

این برنامه براساس برنامه استاندارد Pump & Fan Control Application طراحی شده است. هدف از این برنامه، استفاده از یک دستگاه کنترل دور موتور Vacon برای راه اندازی و کنترل سرعت حداکثر پنج پمپ بصورت موازی در ایستگاههای پمپاژ آب و سیستمهای بوستر پمپ و در نهایت کنترل و تثبیت فشار (یا فلو یا سطح آب) میباشد. این سیستم بصورت کاملاً اتوماتیک و بصورت PID-Control عمل می نماید و نیاز به هیچگونه سیستم جانبی مانند PLC یا کنترلرهای فشار یا ترانسمیتر و غیره ندارد. روش کار به اینصورت می باشد که در این سیستم برای هر یک از پمپها دو عدد کنتاکتور در نظر گرفته می شود. یکی از کنتاکتورها پمپ را به دستگاه کنترل دور وصل می کند و کنتاکتور دیگر پمپ را مستقیماً به برق شبکه متصل می نماید. یک عدد سنسور فشار (یا سطح) برای اندازه گیری فشار خروجی سیستم استفاده میشود. این سنسور مستقیماً به دستگاه Vacon متصل میشود و توسط یک ولوم یا از روی پانل دستگاه Vacon میتوان فشار (Set Point) را تنظیم نمود. وقتی سیستم استارت می شود، دستگاه Vacon پمپ شماره یک را انتخاب کرده و آن را بصورت نرم راه اندازی می نماید و سرعت پمپ را افزایش می دهد تا جاییکه فشار سیستم به فشار موردنظر (Set Point) برسد. اگر سرعت پمپ اول به مقدار نهائی خود برسد ولی فشار کافی نباشد، کنترل دور یک لحظه متوقف می شود و پمپ اول را از خود جدا کرده و آنرا تحویل شبکه می دهد و پمپ شماره دو را انتخاب کرده و آنرا بصورت نرم استارت می کند و دور آنرا افزایش می دهد تا جاییکه فشار موردنظر تأمین شود. اگر سرعت این پمپ نیز به مقدار نهائی رسید ولی فشار کافی نبود این پمپ نیز تحویل شبکه شده و پمپ شماره سه انتخاب میشود و این عمل ادامه مییابد تا فشار موردنظر تأمین شود. در حالت عکس، در صورتیکه فشار سیستم از فشار موردنظر بالاتر رود، دستگاه Vacon ابتدا سرعت پمپ تحت کنترل خود را کاهش می دهد. اگر سرعت این پمپ به کمترین مقدار خود برسد ولی فشار همچنان زیاد باشد دستگاه Vacon پمپ تحت کنترل خود را خاموش کرده و پمپ قبلی را از شبکه تحویل می گیرد و شروع به کاهش دور آن مینماید. این کار تا جایی ادامه مییابد که فشار سیستم دوباره تثبیت گردد.

مهمترین قابلیتهای این سیستم مورد استفاده:

- ۱- کنترل تمام اتوماتیک سیستم تنها با استفاده از یک دستگاه کنترل دور Vacon
- ۲- راه اندازی نرم تمام پمپها توسط دستگاه کنترل دور Vacon که در اینصورت نیاز به هیچ سیستم راه اندازی نمیباشد.
- ۳- کنترل سرعت یکی از پمپها برای تنظیم دقیق فشار خروجی با استفاده از سیستم PID
- ۴- تنظیم فشار Set Point بصورت خیلی ساده و با یک ولوم یا از روی پانل دستگاه.

- ۵- قابلیت تشخیص دور پمپ در حال کار هنگامی که دستگاه Vacon پمپ را از شبکه تحویل می‌گیرد و همان دور قبلی را ادامه داده و سپس بصورت نرم آنرا کاهش می‌دهد که این عمل باعث می‌شود هر یک از پمپها بصورت نرم استپ شوند.
- ۶- امکان نمایش پارامترهای سیستم روی پانل دستگاه (حداکثر سه پارامتر بصورت همزمان) مانند فشار خروجی، فشار تنظیمی (Set Point) جریان، ولتاژ، تعداد پمپهای در حال کار و ...
- ۷- دارای سیستم Change Over یا Auto Change به صورت وارد کردن یک پارامتر برحسب ساعت (ماکزیمم ۲۰۰۰ ساعت) که این عمل باعث میشود زمان کارکرد تمام پمپها یکسان شود.
- ۸- امکان تنظیم تأخیر بین باز و بسته شدن کنتاکتورها توسط پارامترهای پیش بینی شده در Vacon برای ایمنی بیشتر سیستم و جلوگیری از بروز خطا در کنتاکتورهای خروجی
- ۹- امکان تنظیم مینیمم دور و ماکزیمم دور برای هر یک از پمپها بصورت مستقل، وقتی با کنترل دور کار می‌کنند.
- ۱۰- امکان تنظیم زمان انتظار برای هر یک از پمپها بصورت مستقل هنگام تحویل دادن پمپ به شبکه یا خاموش کردن پمپ که در اینصورت از قطع و وصل بیمورد پمپها جلوگیری میشود.
- ۱۱- امکان استارت اتوماتیک در مواقع قطع و وصل برق یا بروز خطا در سیستم.
- ۱۲- امکان تغییر پله ای مقدار Set Point وقتی پمپها تک تک وارد مدار میشوند.
- ۱۳- امکان تنظیم تمامی پارامترهای سیستم PID-Control بصورت ساده
- در حال حاضر قریب به دو سال است که فاز یک پروژه افتتاح گردیده است. در طی این مدت مشخص گردیده که اولاً استفاده از این سیستم به طور چشمگیری هزینه های اپراتوری و سرویس و نگهداری شبکه را کاهش میدهد، ثانیاً به علت حفاظتهای الکتریکی، خرابی این سیستم تا کنون گزارش نشده است و ثالثاً کارکردن با این سیستم برای کاربر بسیار آسان بوده است. بزرگترین مشکل و شاید تنها عیب این سیستم، کالیبراسیون آنها میباشد. کالیبره کردن (Set Point) ها در درایو باید با حوصله و دقت کافی انجام پذیرد و در آن صورت میتوان انتظار داشت که سیستم سالها با کمترین مشکل به کار خود ادامه دهد.

منابع

- ۱- کاویانی، ا. ۱۳۸۴. سرعت مخصوص پمپهای گریز از مرکز. فصلنامه تخصصی صنعت پمپ.
- 2- Lamaddalena, N.. 1985. Performance Analysis Of On-Demand Pressurized Irrigation Systems. FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 59.
- 3- Sanks, R.L. 1998. Pumping Station Design (2nd Edition) Butterworth.
- 4- British Pump Manufactures Association. Variable Speed Drive. The Mehran Bulding, 35 Dale End, B47 Ln Birmingham. ENGLAND.