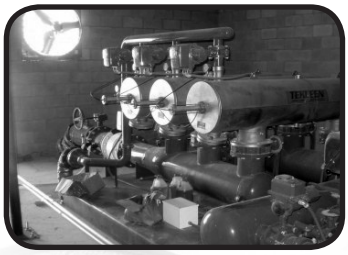
طراحی ایستگاه‌های پمپاژ آب و تأسیسات مربوطه

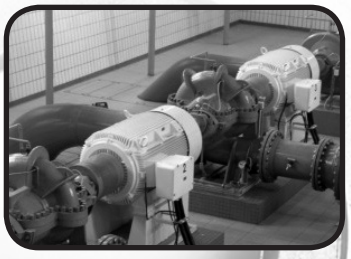
ترجمه و تنظیم: سید محمدرضا ناجیان

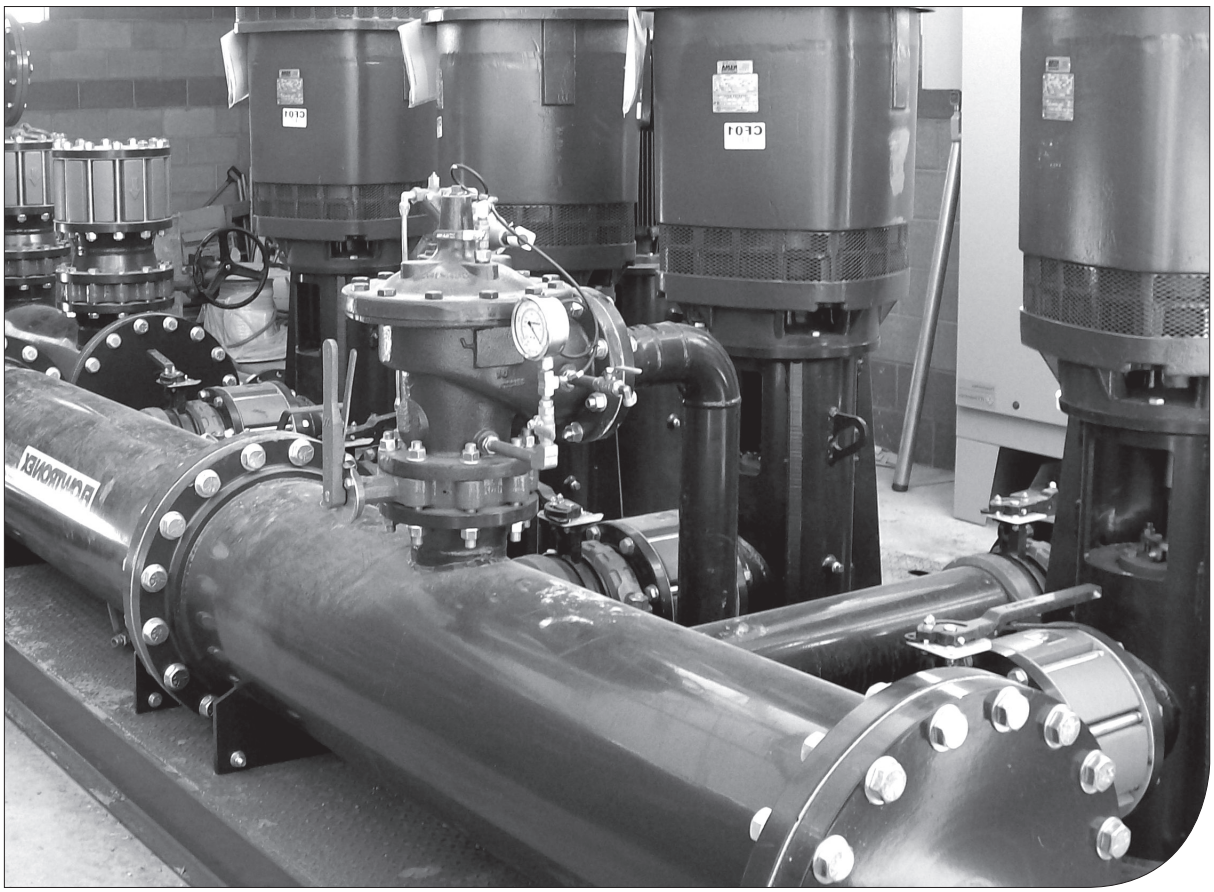
۱- ایستگاه‌های پمپاژ

۱-۱- عوامل طرح

ایســـتگاه‌های پمپاژ اصلی، که آب را برای سامانه شبکه توزیع فراهم می‌کنند، معمولاً در نزدیکی تأسیســـات تصفیه و یا ذخیره آب آشـــامیدنی قرار گرفته‌اند و مستقیماً به سامانه لوله‌کشی پمپاژ می‌کنند. این ایســـتگاه‌های پمپاژ، ممکن اســـت بخشی از چنین ساختاری باشـــند. پمپ‌هایی که آب را مستقیماً به خطوط انتقال می‌دهند و به ســـامانه‌های توزیع می‌فرستند، اغلب پمپ‌های فشار بالا نامیده می‌شوند. پمپ‌های تقویتی (بوستر) ممکن است در هر جایی در ســـامانه قرار بگیرند تا فشـــار خط لوله را افزایش دهند. ایســـتگاه‌های پمپاژ تقویتی معمولاً دور از ایســـتگاه پمپاژ اصلی، همچون تپه ماهورها، جایی‌که مناطق فشـــاری مورد نیاز اســـت، قرار دارند. پمپ‌های تقویتی ممکن اســـت برای تأمین جریان‌های بیشـــینه در سامانه توزیع، که در حالت‌های عادی نیازهای معمول را پاســـخگو هستند، اســـتفاده شـــوند. هنگامی که ایستگاه پمپاژ به تأسیســـات موجود اضافه می‌شـــود، طراحی و طرح‌ریزی قبلی، که بر اســـاس تحلیل هیدرولیک ســـامانه کلی اســـت، باید دوباره بازبینی شود. تحقیقات جدید و روزآمد مکان ایستگاه و تقاضاهای نیازمندی‌هـــای حـــال و آینده باید در نظر گرفته شـــود. جانمایی پمپ‌های ثابـــت، به‌طوری‌که هد مثبت بر مکـــش پمپ‌ها تأمین شـــود، بسیاری از مشکلات عملکردی را از بین خواهد برد. انتخاب ایســـتگاه از طریق ارزیابی نقشـــه‌برداری توپوگرافی و تحلیل ساده ســـیلاب انجام می‌گیرد که احتمال هیچ سیلابی در محل ایستگاه







پیشـــنهادی پیش‌بینی نشـــود. عوامل طرح‌ریزی اصلی عبارت‌اند از: در دســـترس بودن انرژی الکتریســـیته، دسترسی جاده‌ها برای تعمیـــرات و عملیات، امنیـــت و عکس‌العمل‌های مخالف در مقابل هرگونه تصرفات محیطی. توسعه ایستگاه بر اساس تحلیل مکانیک خاک محل ایســـتگاه، که نشـــان‌دهنده توانایی کافی برای تحمل پی‌ریزی یا هرگونه مشـــکلات آب زمین اســـت، انجام می‌گیرد و شـــیب‌بندی و طرح زهکشـــی محوطه، برای دورکردن آب‌ها، باید به‌دست آید.

۲- مسائل طراحی

۲-۱- طراحی کلی

تعییـــن اندازه هر جزء در ســـامانه توزیـــع نیازمند به ترکیب کارای عناصر سامانه اصلی است: منبع تغذیه، ذخیره‌سازی، پمپاژ و لوله‌کشی توزیع.

۲-۲- نیازمندی‌ها

الف- **کلیات:** جمعیت و تخمین‌های مصرف آب مبنای تعیین تقاضای جریان ســـامانه تأمین و توزیع آب است. نیازهای جریان و فشار در هر نقطه سامانه با تحلیل شبکه هیدرولیکی تأمین، ذخیره ســـازی، پمپاژ می‌شود و ســـامانه توزیع را به عنوان یک کل باید دید. مکان‌های نقطه تأمین نظیر چاه‌ها و مخازن نگهداری معمولاً به عنوان منبع داده شـــده تأمین یا فضای در دســـترس تأسیسات ذخیره در اختیار خواهد بود.

ب-**عوامل تعیین نیازها:** تحلیل شبکه هیدرولیکی نرخ‌های نیاز زیر را باید مفروض بگیرد:

۱- مصرف روزانه متوسط سالیانه (ADC)

۲- مصرف روزانه بیشینه سالانه (MDC)

۳- مصرف ســـاعتی بیشـــینه در روز بیشینه ســـالانه (ساعت بیشینه/ MDC)

۴- MDC به علاوه تقاضای آب آتش‌نشانی

تحلیل‌های متفاوت برای بررســـی چیدمان‌های لوله‌کشی در ســـامانه توزیع و همچنین برای اتصال ایستگاه‌های پمپاژ به شبکه توزیع باید انجام گیرد. اگر توســـعه‌های آینده مد نظر باشد، تحلیل باید بر اساس شرایط آینده صورت گیرد و بنابراین از انتخاب صحیح گزینه نهایی، که در ابتدا باید انجام گیرد، می‌بایست مطمئن شد.

ج- **فشارهای سامانه:** برای توزیع فشار در سامانه معیارهای زیر را در نظر می‌گیرند:

۱- فشارهای محدودکننده بیشینه (۷۰psi)

۲- فشـــارهای محدودکننده بیشـــینه در هر نقطه در شبکه (معمولاً ۳۰psi)

www.farasardco.com شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص
www.takban.com تکبان کنترل انرژی TAKBAN
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران

ماهنامه تهویه و تاسیسات
شماره ۱۱۳- آبان ۹۲
www.hvacmag.ir

۳- فشـار محدودکننده پسماند که باید در هر نقطه از شبکه آتش‌نشانی حفظ شود (کمینه ۲۰ Psi). برای طراحی سامانه بزرگ توزیع هر نقشه خطوط فشـاری با استفاده از توپوگرافی و تحلیل شبکه هیدرولیکی تهیه می‌شود. خطوط فشار برای ارتفاع عوارض زمین منطقه باید تنظیم شود. هد دهش پمپ از فشارهای سامانه در موقعیت ایستگاه پمپاژ به‌علاوه افت هد لوله‌کشی ایستگاه پمپاژ به‌دست می‌آید.

۳- تجهیزات پمپاژ

۳-۱- پمپ‌ها

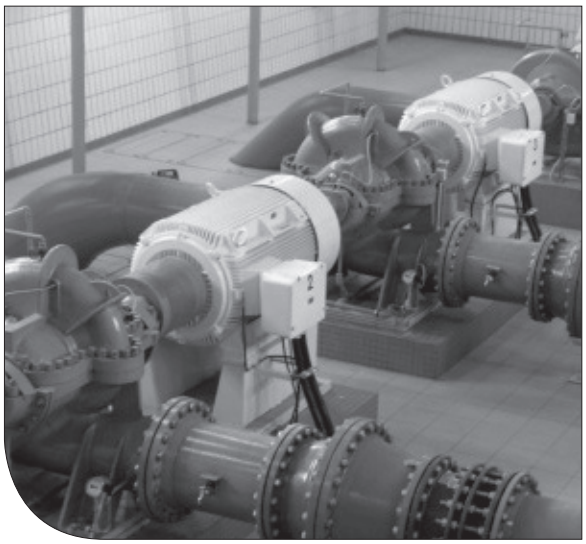
الف- **کلیـات:** محل ایسـتگاه پمپاژ و سـاختمان مکش و ظرفیت‌ها و هدهای پیش‌بینی شـده عوامـل اصلی انتخاب پمپ هسـتند. کارکرد ایسـتگاه پمپاژ در عملکرد سـامانه توزیع کلی می‌توانـد بر تعییـن ظرفیت‌ها نیز اثر بگـذارد. عبارت‌های اصلی هیدرولیـک پمـپ و روابط مربوطـه، اصول پمـپ و کاربردها و توصیه‌هـای نصب، عملیات و تعمیـرات در کتابچه‌های اطلاعاتی مهندسین مشاور هیدرولیک و استانداردهای مؤسسات هیدرولیکی در دسـترس هستند. توصیه شده اسـت که این کتابچه‌ها بخش ثابتی از کتابخانه طراح سامانه سیالات باشد.

ب- **انواع پمپ:** برای کاربردهای پمپاژ آب آشامیدنی معمولاً دو نـوع پمپ مورد اسـتفاده قرار می‌گیرد؛ انـواع پمپ توربینی، عمودی،مستغرق، شـفت و غلافی و پمپ‌های گریز از مرکز افقی یا عمودی دوتکه‌ای طراحی شـده برای خدمات کارهای آبی. اگر ایسـتگاه پمپاژ و سـاختمان مکش در مخزن زیرزمینی یا در یک سطح باشند، پمپ‌های توربینی عمودی با شفت و غلاف قرار گرفته در مخـزن یا چاه مکش انتخابی منطقی خواهد بود. اگر ایسـتگاه پمپاژ در یک مجموعه رو زمینی شـامل تأسیسـات ذخیره باشد، پمپ‌های پوسته مجزای گریز از مرکز، انتخاب بهتر خواهد بود. این پمپ‌ها معمولاً افقی هستند اما اگر فضا محدود باشد، پمپ پوسته مجزای عمودی نیز معمول است. کوپلینگ‌های انعطاف‌پذیر، پمپ و محور محرک را به هم متصل می‌کند. طراحی پمپ پوسته مجزا برای سـهولت در تعمیرات عناصر چرخنده، که بدون قطع اتصال لوله‌کشی مکش یا دهش می‌تواند جدا شود، انجام گرفته است.

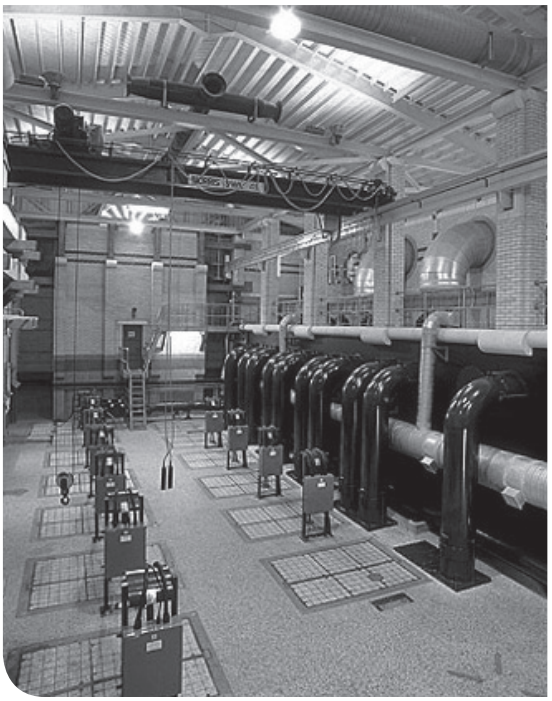
در طراحی کارهای آبی اسـتاندارد برای سـامانه آشامیدنی، پوسـته پمپ باید چدنـی و پروانه‌ها برنزی باشـد. پایه‌های پمپ و محرک آن از چدن یا فولاد سـاخته شده اسـت. پروانه پمپ و پوسـته با توجه به توصیه‌های سـازنده و هزینـه تعویض حلقه‌ها ممکن اسـت دارای حلقه‌های سایشی باشـد. پمپ‌ها، آب‌بندهای مکانیکی یا پکینگی، یاتاقان‌های غلتکی یا سـاچمه‌ای و سـامانه روان‌کاری خواهند داشت. پمپ‌هایی که تحت شرایط سنگینی کار می‌کنند، مثلاً در انتهـای منحنی‌های عملکردی یا تحت عملکرد خاموش روشـن کردن متناوب، باید به‌جای آب‌بندهای مکانیکی، از آب‌بندهای پکینگی اسـتفاده کنند. آب‌بندهای مکانیکی برای پمپ‌هایی به‌کار خواهد رفت که به احتمال قوی برای مدت طولانی تحت شـرایط آرام کار می‌کنند. جایی که شرایط آب، ساینده و یا شامل ذرات درشت است، پوشش‌دهی پمپ و سایر گزینه‌های مواد برای پروانه، محور، حلقه‌های سایشی و آب‌بندها در دسترس است. از تحلیـل آب در نقطه‌کاری قبل از انتخاب مواد غیر اسـتاندارد باید مطمئن شـد. روان‌کاری برای پمپ‌های افقی باید با حوضچه روغـن یا گریس انجام شـود. پمپ‌های عمودی چاله خشـک با گریس روان‌کاری می‌شـوند. پمپ‌های عمودی چاله‌تر، با روغن یا آب روان‌کاری می‌شوند.

پ- کاربردهای پمپ

- پمپ‌هـای تقویتی: پمپ تقویتی ممکن اسـت روزمینی یا زیرزمینی باشـد. شـکل ۱ دو نوع لوله‌کشی شـماتیک را تشریح می‌کند. انتخاب پمـپ و کنترل‌ها برای پمپ‌های تقویتی در خط با کمترین فشار مکش و فشار قطع اتوماتیک تخلیه در نظر گرفته می‌شـود. برای کاربردهـای پمپ تقویتی کوچک، که بیشـترین



تلفن سفارش: ۷۷۶۰۳۸۸۳ کتاب سال تاسیسات ۱۳۹۲ منتشر شد
هـر آنچـه از صنعـت تهـویه و تاسیسـات می خواهیـد یکجـا بیابیـد!
www.iranjahesh.com ایران جهش Iran Jahesh
طراحی و ساخت انواع بوستر پمپ‌های آبرسانی آتش نشانی و آبیاری به صورت کاملاً هوشمند



تقاضـــای مصرف کمتـــر از حدود ۱۵۰۰ gpm اســـت، طراح باید مجموعه نصب شـــده روی پایه و از قبل مونتاژ شـــده شامل تمام عناصر هیدروســـتاتیک، جریان، ابزار دقیـــق و الکتریکی را در نظر بگیرد.

- پمپ‌های فشـــار قوی: شـــکل ۲ مثالـــی از پمپ‌های تأمین سامانه توزیع را نشان می‌دهد.

ت- منحنی‌های پمپ: با منحنی هد تعریف شـــده سامانه، این امکان میسر شده است که پمپی را برای تحویل ظرفیت مورد نیاز انتخـــاب کرد. منحنی‌های ظرفیت- هد پمپ که ســـازندگان عرضه کردند، برای نوع انتخاب شـــده به این منظور به‌کار می‌رود. چون ایـــن منحنی‌ها معمولاً برای طرح پمـــپ و پروانه مخصوص به‌کار می‌رود، ســـازندگان مختلف عملکرد نسبتاً متفاوتی را برای نوع و اندازه مشابه پمپ نشان می‌دهند. بنابراین، منحنی‌های پمپ ســـازندگان مختلف باید به منظور یافتن معیار عملی و موثر هزینه برای انتخاب پمپ ارزیابی شود. شکل ۳ سه نوع منحنی عملکردی ظرفیت – هد پمپ را نشـــان می‌دهد، یک منحنی « فراز عادی»، یک منحنی «فرود» و یک منحنی « فراز تند».

برای پمپ‌هایی در یک ســـامانه متـــداول تأمین و توزیع آب فقط پمپ‌هایی با «فراز عادی» تا منحنی‌های عملکرد «فراز تند» باید استفاده شود. پمپ‌هایی با چنین خصوصیات در عملکردهای مـــوازی به‌خوبـــی کار می‌کنند و تغییر ظرفیت نســـبتاً کوچکی با تغییرات فشـــار خواهند داشـــت. به‌علاوه، منحنی توان اسب بخار نســـبتاً صاف خواهد بود که خطر فرابـــاری[1] موتور را مخصوصاً در کاربردهای سامانه‌های فشار مستقیم با احتمال نوسانات زیاد فشار، کمتر خواهد کرد.

۳-۲- محرک‌های پمپ

محرک‌های پمپ برای پمپ‌های تأمین و توزیع آب، موتورهای الکتریکی خواهد بود. گازوئیل یا سایر سوخت‌ها به‌عنوان منبع توان فقـــط برای مصرف اضطراری به‌کار مـــی‌رود. محرک‌ها، موتورهای AC ســـرعت ثابت القایی قفسه سنجابی، نوع ســـنکرون یا روتور پیچی خواهند بود. محرّک های پمپ آتش‌نشـــانی باید بر اســـاس NFPA20 باشند.

الـــف- محرک‌های دور متغیر: تجهیـــزات دور متغیر فقط بـــرای پمپ‌های بزرگ به‌کار می‌روند و بـــا تحلیل اقتصادی دقیق توجیه‌پذیر هســـتند. انواع بسیاری از سامانه‌های کنترل دور متغیر در دســـترس‌اند. اگرچه اصول آنها تفاوت دارد، این سامانه‌ها شامل چهار عنصر اصلی هســـتند: حســـگر، کنترل‌کننـــده، برنامه‌ریز و محرک دور متغیر. به‌دلیل تفاوت سامانه‌های در دسترس، نمی‌توان توصیه‌ای کلی در مورد نوع ســـامانه، برای کاربردهای خاص پمپاژ، داشـــت. اگر الزامات ســـامانه، توانایی‌های پمـــپ و علایق نظری اقتصـــادی کلی بر به کاربردن پمپ دور متغیر قرار گرفته اســـت، طراح باید با ســـازنده پمپ مشـــورت کند و توصیه‌های نمایندگان آنها را برای تعیین بهترین روش کنترل و به‌دســـت آوردن تحلیل اقتصـــادی دور متغیر در مقابل دور ثابت در کاربردهای خاص، باید به‌کار رود. معمولاً اضافه کردن یـــک یا چند پمپ کوچک‌تر برای برآوردن نیاز نرخ‌های متغیر پمپاژ، کفایت می‌کند.

ب- موتورهـــا: موتورها باید بر اســـاس ظرفیت کافی، برای چرخش پمپ‌ها در شـــرایط خدمات مورد نیاز بدون فراتر رفتن از ۸۵ درصد نرخ مشخص شده، انتخاب شوند. موتورها باید بر اساس NEMA MG1 باشند.

۳-۳- شیرها

شـــیرهای مورد استفاده در سامانه لوله‌کشـــی ایستگاه پمپاژ شـــامل موارد زیر هستند: شیرهای کشویی[2]، زاویه‌ای[3] و کف فلزی (گلـــوب)[4] ، مخروطی، پروانـــه‌ای، توپکی، یک‌طرفـــه و اطمینان. شیرهای کف فلزی، توپکی، مخروطی و پروانه‌ای بهترین گزینه‌ها برای تنظیمات جریان برای به‌دست آوردن فشار یا جریان مناسب هستند. شیرهای یک‌طرفه نباید در لوله‌کشی عمودی به‌کار روند.

الف- شیرهای لوله‌کشی مکش: شیر کشویی در لوله‌کشی مکش، برای مجزا کردن پمپ از خط، نصب خواهد شـــد. ساقه این شـــیر ممکن اســـت، برای جلوگیری از جمع‌شدگی هوا، افقی قرار گیرد. شیرهای پروانه‌ای نباید در مکش پمپ نصب شوند.

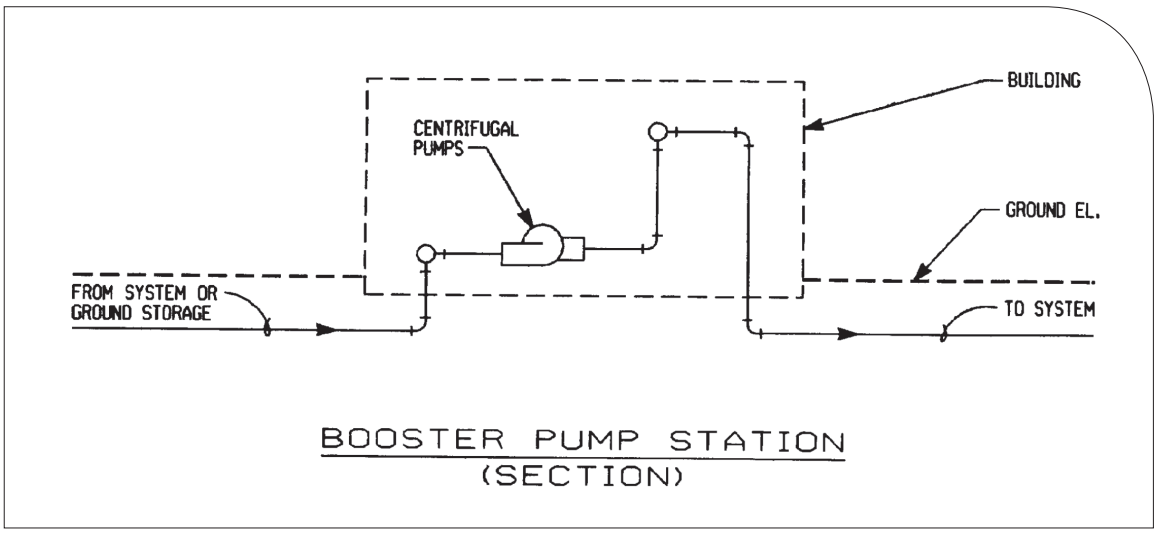
ب- شـــیرهای لوله‌کشی دهش: شیر یک‌طرفه و پروانه‌ای

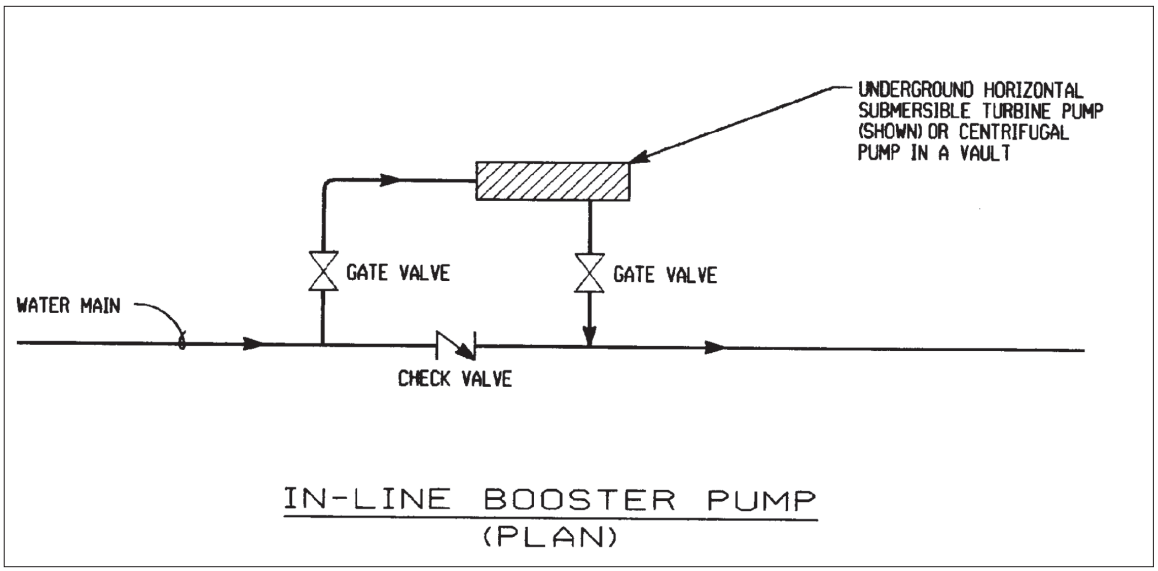
1- overloading

2- Gate valve
3- Angle valve
4- Globe valve

www.takban.com تکبان کنترل انرژی TAKBAN
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران
www.farasardco.com شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص

ماهنامه تهویه و تاسیسات
شماره ۱۱۳- آبان ۹۲
www.hvacmag.ir





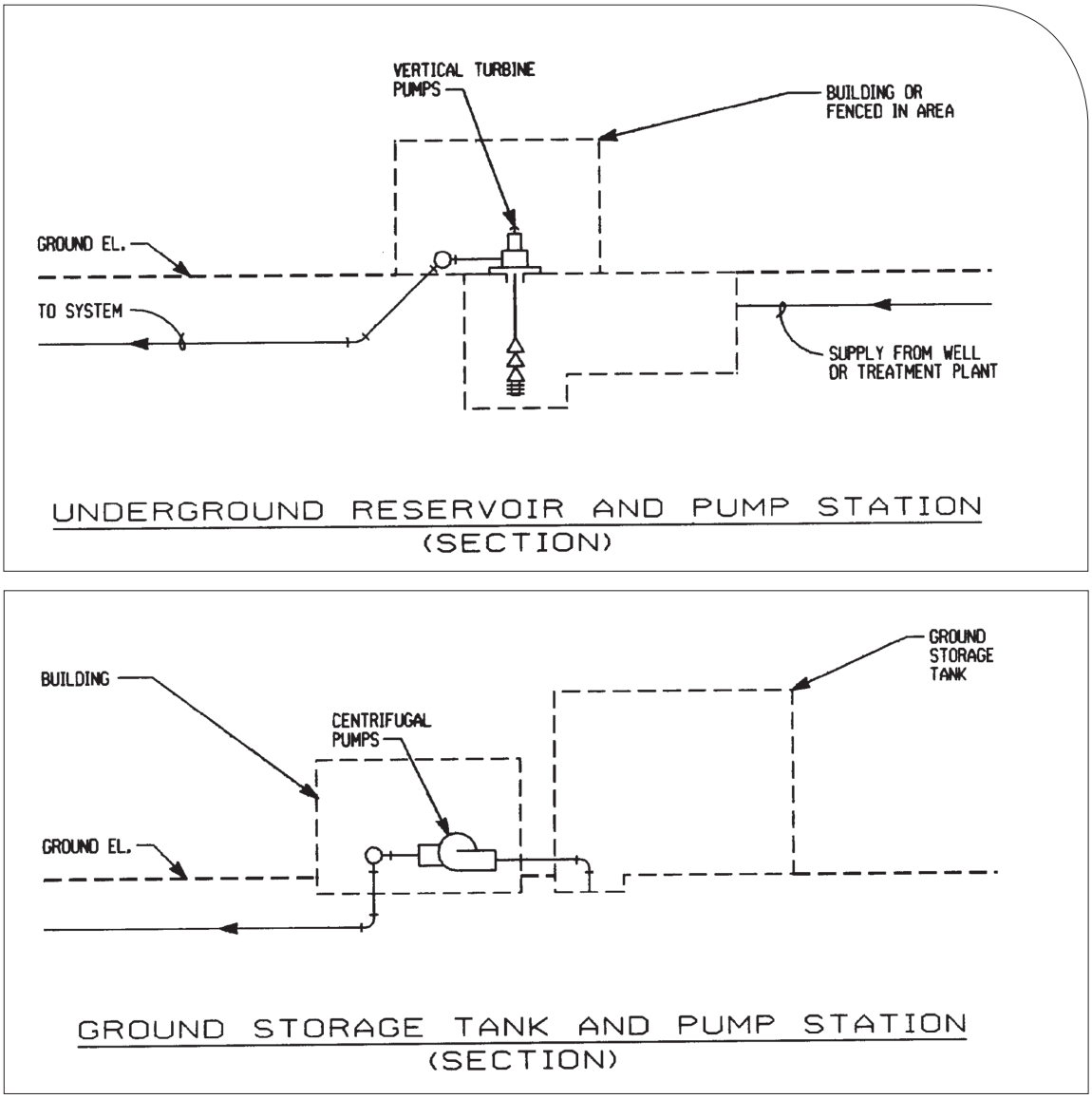
شکل ۱

یـا کشـویی در دهش پمپ و شـیر یک‌طرفه بین پمپ و شـیر پروانه‌ای قرار می‌گیرد. شیر یک‌طرفه پمپ را از پس فشار[1] اضافی محافظت می‌کند و از جریان رو به عقب پمپ در حالت مشـکلات توان جلوگیری می‌کند. شیر کشویی برای مجزاسازی پمپ و شیر یک‌طرفه برای تعمیرات استفاده می‌شود. در تأسیساتی که یک شیر کنترل نوسانات اتوماتیک لازم است، شیر یک‌طرفه می‌تواند حذف شود به‌شرطی‌که محرک موتور روتور پیچی[2] نباشد و طراحی پمپ اجازه چنین چرخش معکوسـی را بدهد. شیرهای اطمینان فشار، که معمولاً نوع کف فلزی دیافراگمی یا زاویه‌ای‌اند، در سامانه لوله کشـی دهش، برای کنترل جریان و تنظیم فشار و برای محافظت تجهیزات پمپ و سـامانه لوله‌کشی از فشارهای نوسانی اضافی که می‌تواند رده[3] اجزای سامانه را افزایش دهد، استفاده می‌شود.

پ- شـیرهای تخلیه هوا و خلأ: شـیرهای هوا و خلأ در لوله‌کشی دهش برای پمپ‌های توربینی عمودی به‌کار می‌رود.

ت- لوله‌کشی سامانه کنترل: سـامانه‌های کنترل پمپ از شیرهای دسـتی تکی تا سـامانه‌های کنترل جریان اتوماتیک یا کنترل دور بسیار پیشرفته تغییر می‌کند. مخصوصاً در ایستگاه‌های پمپاژ فشـار بالای بدون مراقبت، شـیر کنترل ممکن است دارای کنترل کننده‌ای باشـد که هنگام توقف پمپ، به‌صورت اتوماتیک بسته شـود و هنگامی که پمپ بعد از راه افتادن به دور مشخصی رسـید، باز شود. شیرهای کنترل برای جلوگیری از نوسانات فشار، که ممکن است در اثر ضربه قوچ و فشارهای بالا به‌وجود آمده باشد، نصب می‌شوند. یک شیر کنترل نوسـانات خوب با افت فشار کم، شامل شـیر هیدرولیکی در دهش پمپ بوده که با تجهیز کنترل دور تکمیل می‌شود تا زمان‌بندی مسـتقل برای سرعت بازوبسته

1- Back pressure
2- Wound rotor motor
3- rating



شکل ۲

کردن شـــیر انجام بگیرد.کنترل‌کننده شامل تجهیزات هیدرولیکی و ایمنی سیم‌کشی بوده تا در توالی با چرخدنده شروع موتور پمپ عمل کند.

- ســـامانه انباره[1] هیدرولیکی. هر ســـامانه انباره هیدرولیکی مناســـب می‌تواند در آب، نفت و سایر سیالات کار کند. سامانه آب ممکن است باعث تشکیل جلبک و ذرات درشت و ایجاد خوردگی در کنترل‌ها و سیلندرها شـــود و باید همیشه بازرسی شود. روغن هیدرولیک به‌خصوص برای چنین کاربردی بهترین و کم ضررترین کیفیت‌های ممکن را فراهم می‌سازد.

- ســـایر ســـامانه‌های شـــیر کنترل: تنوع و طراحی شیرهای کنترل پیوســـته در حال پیشرفت اســـت. انتخاب یک شیر کنترل برای تأسیســـات خاص فقط باید بعد از مشـــورت با سازندگان آن صورت گیرد.

۳-۴- جریان سنج‌ها

الف-کلیـــات: آب ایســـتگاه پمپاژ به منظورهـــای متفاوتی اندازه‌گیری می‌شـــود؛ برای محاسبه افت‌های سامانه توزیع با کسر خوانش‌هـــای اندازه‌گیری کل از تأمین کلی، بـــرای پایش کارایی پمـــپ و برای تعیین صورت‌حســـاب‌های ناویژه آب تأمین شـــده. نرخ بالای دقت و معیار محدوده گســـترده در بیشـــتر کاربردهای جریان‌سنج‌های ایستگاه پمپاژ مطلوب است. به دلیل بهسازی‌های ثابت در فناوری‌های قدیمی و بهبودهای فناوری‌های نو که بازار را با محصولات جدید پر می‌کند، طراح باید وضعیت صنعت را قبل از نهایی‌سازی انتخاب جریان‌سنج در نظر بگیرد.

ب- معیارهای طراحی:

• دقت: ۱+ درصد نرخ جریان

1- accumulator

www.takban.com تکبان کنترل انرژی TAKBAN
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران
www.farasardco.com شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص

• محدوده‌پذیری: تمام محدوده طراحی را پوشش دهد.

• تعمیرپذیـری: راحت برای کاربـر. تعمیرات کلی با خدمات کارخانه‌ای در دسترس آسان

• هزینه اولیه: حداقل

• هزینه عملکرد: حداقل

• عمر طراحی: حداقل ۲۰ سال

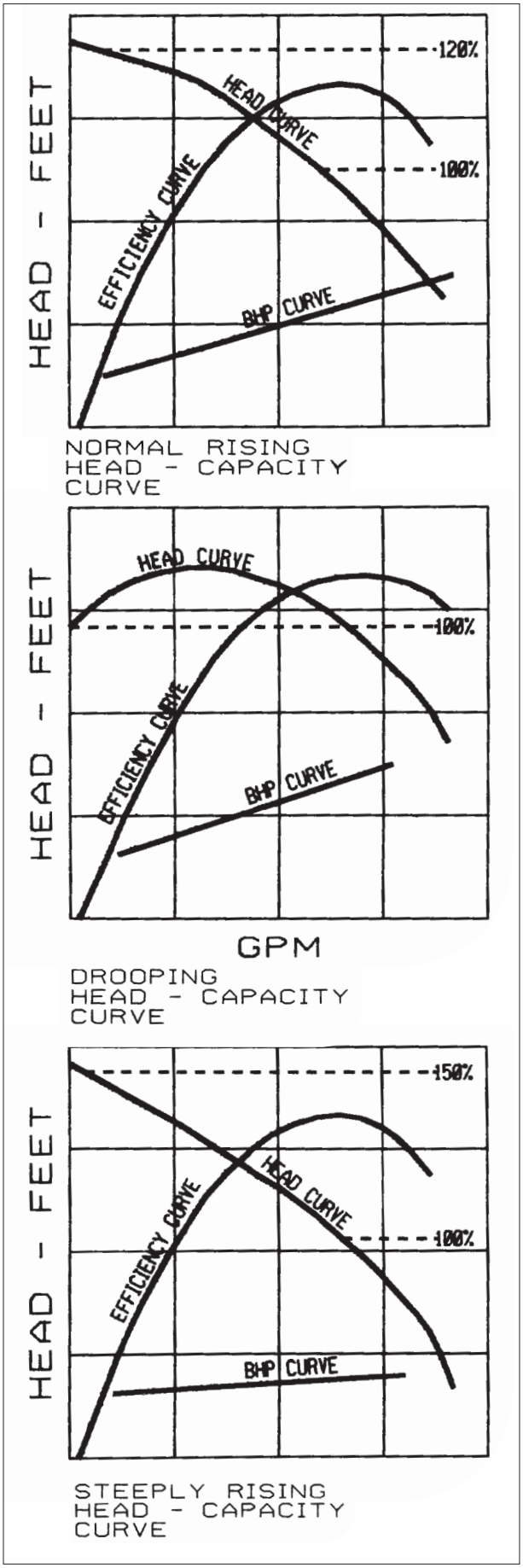
پ- انتخاب جریان‌سنج: دو سنجه عمومی‌تر در تأسیسات پمپاژ آب در صورتی‌که با شرایط طراحی بهتر مطابقت داشته باشد به شرح زیر است:

۱- سنجه اولتراسونیک:سنجه اولتراسونیک برای مایعات تمیز با استفاده از فناوری زمان گذرا[1] تمام معیارهای دستگاه را برآورده می‌سازد. طول مستقیم معادل ۱۰ برابر قطر لوله حیاتی است، تعمیراتی لازم نیست.

۲- جریان‌سنج‌ها: سنجه‌های نوع جریانی برای دهش ایستگاه پمپـاژ و انـدازه گیری‌های خـط اصلی به‌کار می‌رود که شـامل سـنجه‌های توربینی و پروانه‌ای است. دقت این سنجه‌ها به‌جای ۱ درصد، ۲ درصد با قابلیت محدود تقریباً ۱:۱۰ اسـت. این سنجه‌ها به طول معادل ۵ قطر لوله نیاز دارند و تعمیرات دوره‌ای برای آنها لازم است. سنجه‌های اسـتاندارد توربینی برای اندازه‌های $1\frac{1}{2}$ اینچ تا ۱۲ اینچ با اسـتاندارد AWWA C701 پوشش داده شده و سنجه‌های پروانه‌ای استاندارد برای اندازه‌های ۲ اینچ تا ۳۶ اینچ بر اساس AWWA C704 ساخته می‌شوند.

۳- خصایـص انتخـاب: مزایـای اضافـی سـنجه‌های اولتراسونیک شـامل در تماس نبودن با مایع، طراحی متنوع مربوط به پایش اطلاعات و مبدل بسـتی برای هر اندازه لوله بزرگ‌تـر از ۱ اینچ قطر اسـت. این سـنجه بهترین انتخاب اقتصـادی برای به کاربـردن در لوله‌های بزرگ اسـت. این نوع سـنجه به هیچ گونه لوله کنار گذر با شـیرهای قطع کن نیازی نـدارد. مزایای سـنجه‌های فعلی، هزینـه اولیه کمتر برای سـنجه‌های اندازه کوچک، سادگی در طراحی است و از لحاظ تجربه طی سـال‌ها امتحان پس داده‌اند.

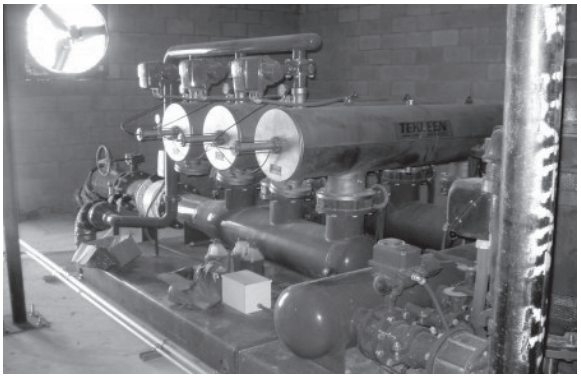
۴- ثبت‌کننده‌های جریان: ثبت‌کننده‌های جریان ممکن است ضمیمه تجهیزات جریان‌سـنج برای ثبت عملکرد پمپ، شـرایط پمـپ و نرخ‌های مصرف انرژی باشـد. برای تأسیسـات پیچیده، ثبت‌کننده‌هـای جریان ممکن اسـت بخشـی از کنترل‌کننده‌ها و ایسـتگاه‌های از راه دور، که سـایر اطلاعات نظیر نشـانگر دور، پایش لرزش‌ها و نشـانگرهای دمای پوسـته و پایـش یاتاقان‌ها باشـند. ثبت‌کننده‌های جریان برای نمایش نوسـانات جریان طی روز به‌کار می‌رود. پیشـرفت‌های فناوری اندازه‌گیری‌های خروجی



شکل ۳

1-Transit time

مبـــدل را برای خود ترازی ثبت‌کننده‌ها و ســـامانه‌های جمع‌آوری داده‌ها مرتبط با کامپیوتر ممکن ساخته‌اند. سیگنال‌های مکانیکی با وســـیله سنجش می‌تواند به شـــکل الکتریکی و برعکس تبدیل شـــود، اما ممکن اســـت با ارتباطات فیزیکی فعال و اثرات اینرسی محدود شـــود. انتقال داده‌ها از مبدل به سامانه ثبت‌کننده ممکن اســـت با زوج ســـیم انجام گیرد. فناوری‌های تلـــه متری رادیو در جایی‌که نمی‌توان ســـیم‌ها را اتصال داد، ممکن اســـت مفید باشد. خوانـــش ممکن به‌صورت آنالوگ بـــر روی ثبت‌کننده‌های نواری و نمودار شاخص و ســـیگنال‌های آنالوگ بر روی نوار صورت پذیرد. در ثبت دیجیتال، تبدیل سیگنال‌ها به مقادیر عددی ممکن است با ســـامانه‌های الکترومکانیکی یا یکی از انـــواع الکترونیکی انجام گیرد. آخرین فناوری‌های صنعتی درباره ســـازندگان ابزار دقیق و اندازه‌گیـــری باید هنگام انتخاب تجهیزات ثبـــت و انتقال بازبینی شود.



۳-۵- جانمایی لوله‌کشی

الف- لوله‌کشـــی مکش: طراحی مناســـب بـــرای کاهش افت‌های فشاری و تأمین جریان کافی برای پمپ بسیار مهم است. بسیاری از مشـــکلات هد مکش خالص مثبت (NPSH) با طراحی مناسب لوله‌کشی مکش از بین می‌رود. لوله‌کشی مکش باید عاری از نشـــتی‌های هوا باشد. اتصالات لوله‌کشـــی باید برای اندازه‌های کوچک دنده‌ای یا فلنجی و برای اندازه‌های بزرگ فلنجی باشد.

۱- تعیین انـــدازه لوله مکش: لوله مکش بایـــد تا آنجایی که ممکن است کوتاه باشـــد اما نه کوچک‌تر از ورودی پمپ. اگر لوله مکش بلندتری لازم باشد، این لوله باید یک یا دو اینچ قطر با توجه به طول لوله، بزرگ‌تر از قطر ورودی پمپ باشد. لوله مکش یکسان با نازل مکش پمپ برای هر پمپ دو مکشه، دست کم با طول ۱۰ برابر قطر لوله از فلنج مکش تا پمپ خواهد بود. برای پمپ‌هایی که به‌صورت عمودی نصب می‌شوند و سایر محدودیت‌های فضا را باید متحمل شـــوند، برای چیدمان صحیح مکش می‌بایست با سازنده پمپ مشـــورت کرد. هدرهای لوله مکش در تأسیسات چند پمپه دارای اندازه‌ای هســـتند که هر پمپ بتواند مقدار جریان متناسب خود را دریافت کند.

۲- زانویی‌هـــای مکـــش: برای احتـــراز از بارهـــای رو به جلو نامتقـــارن زیاد که باعث تولید گرمای زیاد و ســـاییدگی‌های ناروا به‌علاوه اثرگذاری بر عملکرد هیدرولیکی می‌شـــود، زانوهای مکش برای پمپ‌های دو مکشه در موقعیت عمودی قرار می‌گیرد تا سیال به‌طور یکنواخت وارد دو طرف پروانه پمپ شود. در این رابطه باید زانویی‌های شعاع بلند استفاده شود.

۳- شـــیب لوله: وقتی که کارکرد پمپ مکش رو به بالا باشد، لوله مکش باید شـــیب رو به بالا به سمت اتصال پمپ داشته باشد. هنگام کاهش لوله‌کشی در ورودی مکش پمپ در مکش رو به بالا داشـــته باشیم، باید از یک کاهنده خارج مرکز با سمت کاهنده در زیر برای جلوگیری از ایجاد جمع‌شدگی هوا استفاده کرد.

ب- لوله‌کشی دهش: اگر لوله دهش کوتاه است، قطر لوله دهش می‌تواند همانند نازل دهش باشد. اگر لوله دهش بلند است، قطر باید یک یا دو اندازه با توجه به طول افزایش یابد.

پ- طول‌های اندازه‌گیر (سنجه): در موقعیت‌های سنجه‌ها، رویکرد طول مســـتقیم و به سمت پایین دست لوله‌کشی مستقیم باید مد نظر قرار گیرد. تجربه‌ها نشان می‌دهد که بالادست و پایین دســـت ســـنجه بهتر اســـت ۱۰ برابر و ۵ برابر قطر به ترتیب لوله مستقیم باشد، این موضوع با هر نوع سنجه‌ای منطبق است.

۳-۶- کنترل‌ها

الف- کنترل‌های پمپ‌ها باید قادر به محافظت از سامانه پمپ و لوله‌کشی در مقابل صدمات و برای نگهداری سامانه ابزاری برای

www.farasardco.com شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص
www.takban.com TAKBAN نگبان کنترل انرژی
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران

یافتن مشکلات باشند و در جایی که تنظیمات کارکردی، تعمیرات یا بازیابی‌ها مورد نیاز است نرخ‌های جریان، فشارها و سطوح سیال مناسب را فراهم سازند. سامانه‌های کنترل شامل موارد زیر است:

۱- عناصر حس‌گر و اندازه‌گیری (تجهیزات اولیه)

۲- عنصر مقایسه و تقویت (کنترل‌کننده‌ها)

۳- عنصر کنترل نهایی (مثل یک شیر) برای ایجاد تغییر لازم شامل عملگر برای تحریک عنصر کنترلی.

ب- سامانه‌های کنترل پمپ به دو نوع خاموش- روشن و پیوسته تقسیم می‌شود. عملکرد موفقیت‌آمیز سامانه کنترل وابسته به عوامل متفاوتی است:

• تعریف دقیق وظیفه کنترلی که باید انجام شود.

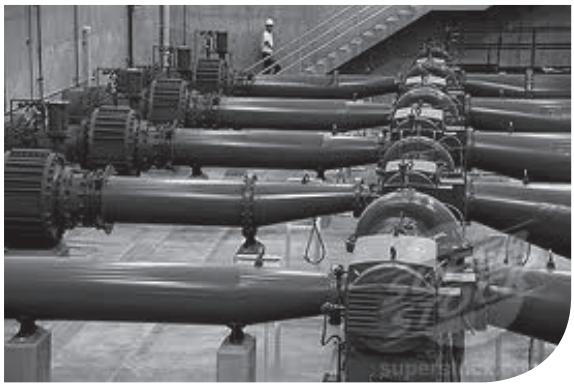
• مرورو و ارزیابی سامانه‌ها/ تجهیزات در دسترس مناسب برای انجام این کار.

• انتخاب تجهیز و طراحی سامانه در تعامل با سازنده تجهیزات انتخاب شده.

پ- عناصر حسگر و اندازه‌گیری: عناصر حس‌گر و اندازه‌گیری کنترل اتوماتیک پمپ و عملکرد شیر مقادیر تغییرات در سطح سیال یا نرخ جریان را آشکار کرده و سیگنالی را انتشار می‌دهند که ممکن است تقویت شده و یا به رسانه‌ای دیگر در یک تبدیل‌گر تبدیل کرده، مثل تبدیل حرکت چرخشی یا فشار هوا به یک ولتاژ الکتریکی. مرسوم‌ترین تجهیزات مورد استفاده در کارهای آبی، حسگرهای سطح سنج سیال، حسگرهای فشار و سنجه‌های جریان هستند.

ت- عنصر مقایسه و تقویت: متغیری که برای اندازه‌گیری کاملاً مناسب و دارای مزایا باشد، به‌ندرت مناسب‌ترین چیزی است که بتواند برای استفاده مستقیم در سامانه کنترل یا برای عملکرد عنصر نهایی کنترل به‌کار رود. بنابراین، تبدیل مقادیر متغیر حس شده یا اندازه‌گیری شده به رسانه سیگنالی دیگر لازم است. ادوات مقایسه و تقویت، مبدل‌ها و فرستنده‌ها معمولاً با هم در کنترل‌کننده‌هایی استفاده می‌شود که اغلب به‌صورت فیزیکی از تجهیز اولیه مجزا هستند.

ث- عنصر کنترل نهایی: برای عنصر کنترل نهایی، شیرها و پمپ‌ها برای نیازهای کنترل خاموش- روشن و پیوسته در سامانه‌های پمپ آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. شیر کنترلی، شیری است که از طریق آن جریان تنظیم می‌شود تا فشارها یا نرخ‌های جریان پایین‌دست یا بالادست مناسب به‌دست آیند. اگرچه تقریباً تمام شیرها می‌توانند نیمه بسته باشند و تا حدودی عمل کنترل را انجام دهند، عبارت «شیر کنترل» به‌منظور نوع خاصی از شیر با عملگر برقی به‌کار می‌رود که برای تنظیم جریان



طراحی شده تا نیازهای سامانه یا حفاظت نوسانات را بر عهده بگیرد. عبارت «پمپ» به منظور عنصر کنترل نهایی، پمپی است که همراه با محرک کنترل دور متغیر اتوماتیک برای حفظ نرخ جریان ثابت اساسی و برای کاهش یا افزایش نرخ جریان کنترل شده در شروع یا اتمام کار پمپ به‌کار برده شده، تا نوسانات در سامانه را به حداقل برساند. به دلیل خصوصیات منحصر به فرد در دسترس بودن سازندگان تجهیزات کنترلی، طراح باید قبل از انتخاب تجهیزات کنترلی شیر و پمپ با سازندگان مربوطه تماس بگیرد.

ج- ابزاردقیق: ابزار دقیق در ایستگاه پمپاژ آب وظیفه نظارت و پایش کارکرد معمول پمپ‌ها، ادوات آنها و وسایل کمکی برای حفظ سطح مطلوب عملکرد و اطمینان را برعهده دارد. موقعیت‌های اعلان خطر نظیر جریان تحویلی کم و فشار کم، خرابی پمپ، مشکلات توان و هد مکش پایین (کمبود آب) مشخص خواهد شد. مواضع اعلان خطر شامل محرک های موتور هستند که برای حفاظت از اطمینان عوامل سامانه مورد نیازند. نوع و گستره ابزار دقیق نظارت برای تأسیسات از موارد زیر معین خواهد شد:

• کاربرد پمپ در مواردی که درست عمل نکند، بر سامانه اثر گذارد.

• طراحی، نوع، اندازه و عوامل پمپ که بر اطمینان و عملکرد هیدرولیکی نظیر پمپ‌های دور متغیر و پمپ‌های سرعت بالای محور بلند، که ممکن است نیازمند به پایش لرزه‌ها، یاتاقان‌ها و عملکرد هیدرولیکی باشند، اثر می‌گذارند.

• تجربه‌های کاربران با پمپ‌های مشابه نشان داده است به کار بردن ابزار دقیق نظارتی را حس کنند.

• تأسیساتی که مراقبت کاربران با پایش حداقل را لازم دارد، در حالی که ایستگاه‌های پمپ بی مراقبت در نقاط دور، نیاز به پایش اساسی اندازه‌گیری‌ها و اعلان خطر دارند.

۳-۷- عوامل اطمینان

الف- از آنجایی که معمولاً ایستگاه پمپاژ اساسی‌ترین و هزینه‌برترین جزء سامانه توزیع آب شناخته می‌شود، قابلیت

اطمینان ایستگاه پمپاژ باید مورد توجه قرار گیرد. تعداد پمپ‌ها بر اساس نیازهای امروز و آینده خواهد بود. تحلیلی اقتصادی برای تعیین تعداد پمپ‌های قابل نصب لازم است. در ایستگاه‌های کوچک‌تر، ممکن است پمپ فقط برای برآوردن اوج نیاز کفایت کند. هر جایی که یک پمپ تنها کفایت می‌کند، دو پمپ با اندازه یکسان، که هرکدام قادر به تأمین بیشینه مصرف باشند، باید فراهم و برای جایگزینی تنظیم شوند. در جایی که دو یا تعداد بیشتری پمپ برای تأمین نیازها اقتصادی‌تر هستند، ظرفیت پمپ اضافی یا پمپ‌هایی که باید نصب شوند، باید طوری باشد که نیاز بیشینه بتواند با وجود پمپ خارج از سرویس شده برآورده شود. تمام پمپ‌ها باید بتوانند جایگزین هم شوند. ایستگاه‌های پمپاژ آب تصفیه نشده، حداقل باید سه پمپ داشته باشند. برای پرهیز از خاموش روشن شدن مکرر پمپ‌های بزرگ، در مصارف کم، یک پمپ کوچک تنظیم‌کننده، که معمولاً پمپ جوکی شناخته می‌شود، باید نصب شود.

ب- توان اضطراری: در مواقع قطع برق یا کاهش ولتاژ شبکه، توان اضطراری، که معمولاً با ژنراتور دیزل تولید می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد، هرچند سایر سوخت‌های جانشین نظیر بنزین یا گاز طبیعی، اگر در دسترس باشند، ممکن است مورد استفاده قرار گیرد و اقتصادی باشند. موتورهای دیزل و سامانه‌های سوخت موتور دیزل چون بیشتر قابل اعتماد هستند، ترجیح داده می‌شوند. لازم نیست توان اضطراری برای تجهیزات جانشین ظرفیت داشته باشد. ظرفیت توان اضطراری محدود به شرایط نیاز متوسط برای سامانه‌های توزیع و انتقال آب و تا ۵۰ درصد ظرفیت مجتمع تصفیه آب برای ایستگاه‌های تأمین آب تصفیه نشده خواهد بود.

پ- عوامل: قابلیت اطمینان ایستگاه پمپاژ به عنوان کل و تک تک اجزای آن باید معین شود. بعضی عوامل و اجزای معمول که در ارزیابی قابلیت اطمینان و دسترسی مورد بررسی قرار می‌گیرند به شرح زیر فهرست می‌شود:

- نیاز آب و ذخیره سازی اضطراری
- پیش‌بینی عمر یا سایش اجزای فرعی
- تعمیرات پیشگیرانه
- تعمیرات
- انتقال نیرو
- عملکرد موازی و تجهیزات جانشین
- توان اضطراری
- محافظت نوسانات
- پمپ‌ها
- شیرها
- لوله‌کشی
- موتورها
- کنترل‌ها
- عوامل زمانی

ارزیابی قابلیت اطمینان، باید جزئی از فرایند برنامه‌ریزی و طراحی باشد تا بتواند برای معین کردن جایگزین‌های طراحی موثر اقتصادی و قابل اطمینان اجرا شود. دو تأمین‌کننده مستقل توان ممکن است برای موارد بحرانی ایستگاه پمپاژ اصلی در نظر گرفته شود. تأمین‌کننده‌های موجود توان باید مورد بررسی قرار گیرند تا پیشینه تعداد قطع برق و مدت زمان قطع برق در طول یک دوره پمپاژ مشخص شود. جایی که اتصال مستقیم موتور محرک برای پمپ در نظر گرفته شود، تحلیل اقتصادی باید مقایسه بین توان تولیدی الکتریکی موتور با اتصال موتور مستقیم انجام گیرد.

۴- هیدرولیک

۴-۱- منحنی‌های افت هد و سامانه

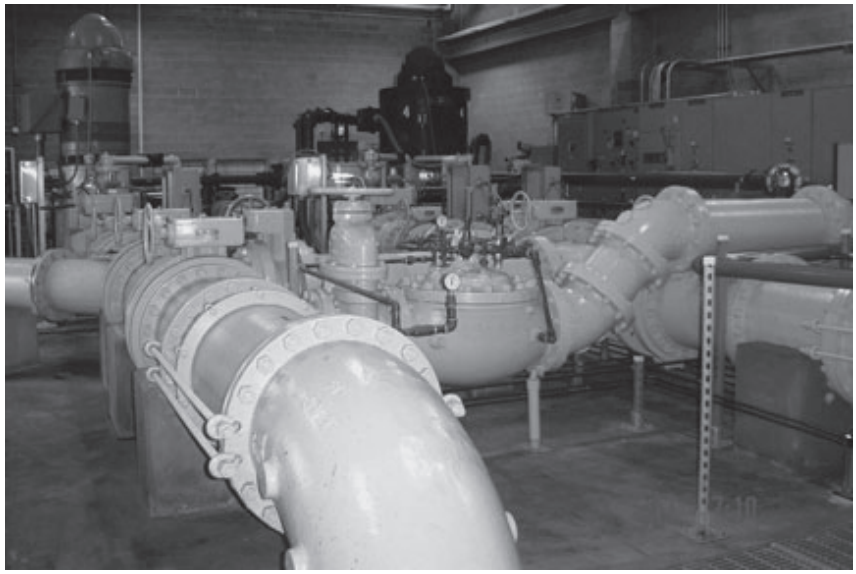
الف-کلیات: ظرفیت مورد نیاز و مکان تأسیسات پمپاژ آب آشامیدنی، از تحلیل شبکه هیدرولیکی سامانه توزیع مشخص می‌شود. الزامات پمپاژ برای شرایط گوناگون طراحی در یک یا چند جا برای نرخ‌های متغیر جریان طی دوره‌های گسترده زمانی با استفاده از برنامه‌های کامپیوتری می‌تواند شبیه‌سازی شود. بر اساس این اطلاعات، ایستگاه پمپاژ شامل سامانه‌های مکش و دهش طراحی خواهد شد. برای تعیین دقیق نیازمندی‌های هد، منحنی هد سامانه، نمایش‌دهنده افت‌های محاسبه شده در طول سامانه برای نرخ‌های مختلف پمپاژ طرح می‌شود. شماتیک نمایش‌دهنده پیکربندی و اندازه همه لوله‌کشی‌ها، شامل شیرها و اتصالات طراحی می‌شود. پمپ‌های ایستگاه پمپاژ باید طوری اندازه‌گذاری شوند که به تنهایی جوابگو باشند و به‌صورت ترکیبی، مصرف روزانه بیشینه و اوج نرخ ساعتی به‌علاوه نیاز بار آتش‌نشانی و نرخ ساعتی مینه پیش‌بینی شده برای بعضی تاریخ‌های آینده را پاسخگو باشند.

هد دهش پمپ باید با فشار مورد نیاز در نقطه اتصال به شبکه توزیع به‌علاوه افت فشار ایستگاه پمپاژ و لوله‌کشی مکش و دهش پمپ برابر باشد. مثال‌ها و اطلاعات مورد نیاز در مورد افت فشارهای مکش و دهش پمپ در کتاب‌های مهندسی هیدرولیک پیدا می‌شود. تحلیل طراحی باید فراهم شود تا محاسبات افت فشار و اصطکاک برای نیازهای حال و آینده را نشان دهد.

ب- منحنی‌های هد سامانه: در هر حالتی که سیال از نقطه الف به نقطه ب منتقل می‌شود، افت اصطکاکی طی سامانه لوله

www.farasardco.com شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص
www.takban.com TAKBAN نگبان کنترل انرژی
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران

ماهنامه تهویه و تاسیسات
شماره ۱۱۳- آبان ۹۲
www.hvacmag.ir



کشـــی بین دو نقطه واحتمالاً اختلاف فشار یا ارتفاع وجود خواهد داشـــت. در شکل ۴ سامانه ساده‌ای در این مورد نمایش داده شده است.

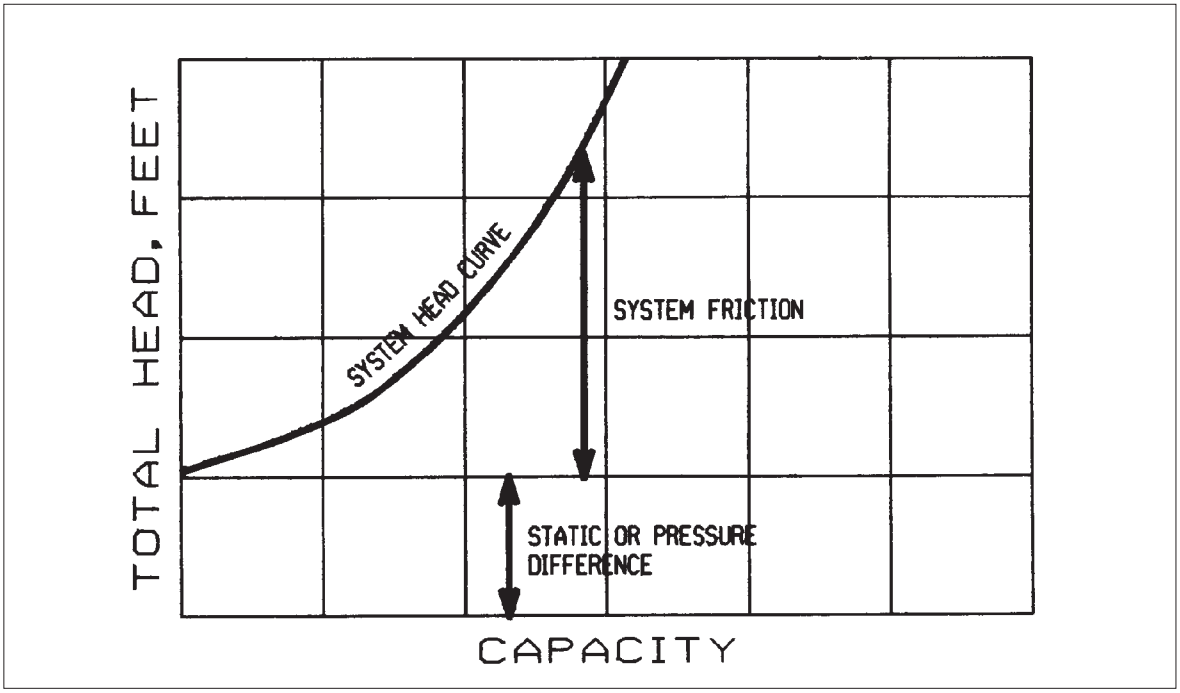
بعد از تحلیل ســـامانه عملی برای تعیین نیازهای آن، راه حل مناســـبی خواهد بود که منحنی هد سامانه برای هر نرخ جریانی از صفر تا بالاتر از ظرفیت بیشـــینه مورد نیاز ایســـتگاه پمپاژ ترسیم شود (با دانستن اینکه افت فشار در جریان صفر، مقدار صفر خواهد داشت).

پ- انتخاب پمپ‌ها: پمپ‌ها همراه با شناسایی سامانه انتخاب خواهند شد. نقطه اشتراک بین منحنی عملکرد پمپ و منحنی هد سامانه، ظرفیتی که پمپ کار خواهد کرد، را نشان می‌دهد. همیشه این نکته قابل توصیه است که پمپ‌ها طوری انتخاب شوند و به‌کار برده شوند که معمولاً در محدوده ظرفیت‌های پذیرفتنی کار کنند، یعنی نه زیاد دور از چپ یا راست از نقطه بهینه با بالاترین بازده. این محدوده‌های کاری باید همان‌طور که ســـازنده برای تنظیم پمپ‌ها توصیه کرده اســـت، قرار بگیرد. تأسیسات پمپاژ، به دلیل نیازهای شبکه توزیع و شرایط فشاری یا سطح آب در مخزن ذخیره، اغلب اختلاف‌های فشـــاری نوســـانی دارند. در این حالت، همان‌گونه که چرخه پمپاژ پیش می‌رود، منحنی سامانه بالا یا پایین خواهد رفت و انتخاب پمپ مشـــکل‌تر خواهد شد. بسیار مهم است که انتخاب پمـــپ در محدوده‌های امن کاری صورت پذیرد تا اینکه نزدیک به بهترین نقطه بازده در شرایط هدهای بالا و پایین سامانه کار کنند. بـــرای پمپ‌های کوچک، که هد مکـــش خالص مثبت (NPSH) حســـاس اســـت، باید حداقل محدوده جریان، در حدود ۲۵ درصد ظرفیت در بهترین نقطه بازده، در نظر گرفته شود. پمپ‌های بزرگ با توان اســـب بخار زیاد، محدوده‌های جریـــان حداقلی به بزرگی اندازه ۷۰ درصد ظرفیت در بهترین نقطه بازده دارند.

ت- عملکرد موازی: در عملکرد مـــوازی دو یا چند دهش پمـــپ، وارد یک هدر می‌شـــود. معمولاً، پمپ‌هـــای عمل کننده به‌صورت موازی دارای یک نقطه قطع هد هســـتند. در ایستگاهی با ســـه پمپ ســـرعت ثابت، با خروج از کار پمپ بزرگ‌تر، دو پمپ کوچک‌تر با منحنی‌های شـــرح داده شده در شکل ۵ کار می‌کنند. براســـاس ضریب قابلیت اطمینان این دو پمپ کارکننده با هم در یک ایستگاه ســـه پمپی باید ۱۰۰ درصد جریان بیشینه را تأمین کنند. هر پمپ به تنهایی ۶۰ درصد این جریان را پمپاژ خواهد کرد. شکل ۶ چیدمان ممکن را برای ایستگاه بزرگ به نمایش می‌گذارد. جریان بیشـــینه با ۴ پمپ ســـرعت ثابت موازی تأمین می‌شـــود. هنگامی که فشـــار افزایـــش می‌یابد، پمپ‌هـــا می‌توانند، هر دفعه یکی از آنها، به ترتیب وارد مدار شـــوند به طوری‌که تمام محدوده نیازهای پیش‌بینی شده، بتواند پوشش داده شود (به نحوی‌که هر پمپ همیشـــه در ظرفیتی نزدیک به بهترین نقطه بازده کار کند). توصیف بیان شـــده بهترین انتخاب پمپ برای این سامانه نیست، چون افزایش ظرفیت به دســـت آمده با رفتن از سه پمپ به چهار پمپ آن چنان زیاد نیست. چهارمین پمپ مقدار کمی به ظرفیت کلی دهش اضافه می‌کند. برای این سامانه، چیدمان بهتر، افزایش ظرفیت‌های پمپ و اســـتفاده از یک سامانه سه پمپی است. در هر حال، رعایت ضریب اطمینـــان چنین حکم می‌کند که با خروج از کار بزرگ‌ترین پمپ، ســـامانه بتواند جوابگوی نیاز مصرف بیشینه باشد. این موضوع، اهمیت مقایسه دقیق مشخصات پمپ و منحنی هد سامانه را نشان می‌دهد.

۴-۲-کاویتاسیون پمپ

الف- کاویتاســـیون عبارتی است که برای تشریح پدیده‌ای که



شکل ۴

ممکن است در تأسیسات و همچنین در سامانه‌های لوله کشی، به دلیل تغییرات سرعت سیال رخ دهد، به‌کار می‌رود. کاویتاسیون ممکن است در خطوط لوله، بزرگ شدن ناگهانی سطح مقطع لوله، زانوهای تیز، شیرهای خفه‌کننده یا موقعیت‌های مشابه رخ دهد. طراح نباید از شرایط زیر برای پمپ‌های گریز از مرکز استفاده کند:

• هدهای کاری بسیار پایین‌تر از هد تعیین شده در بازده بیشینه پمپ.

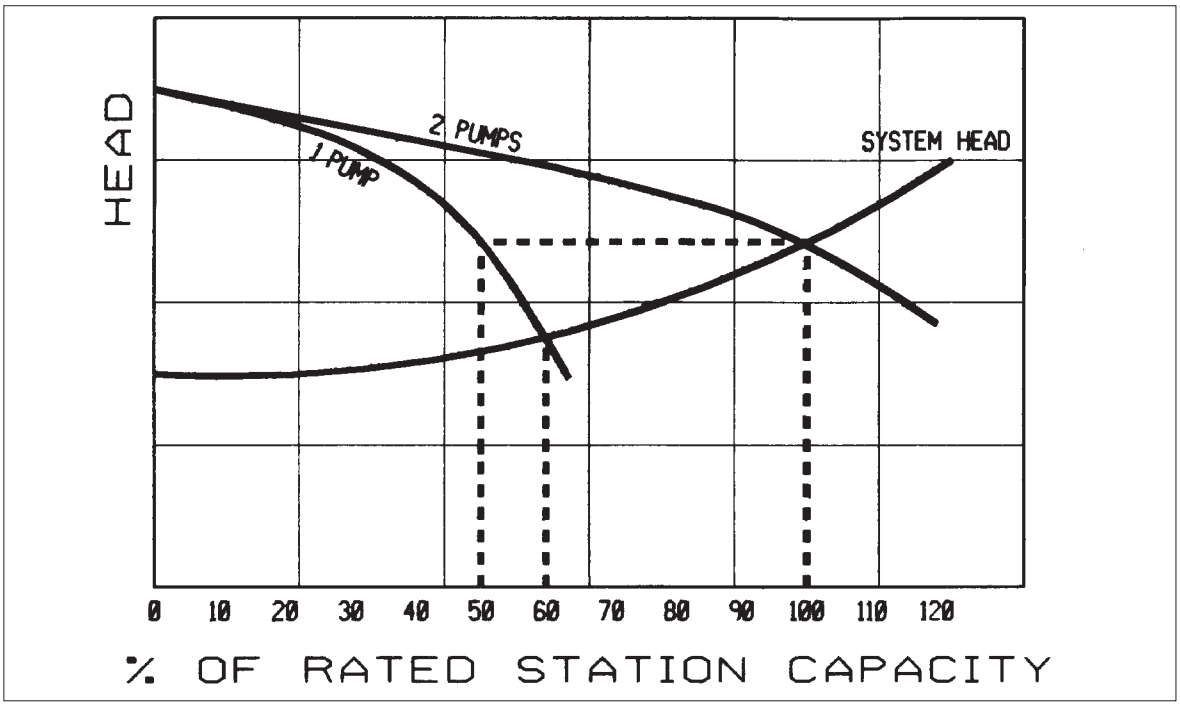
• ظرفیت‌های کاری بسیار بالاتر از ظرفیت تعیین شده در بازده بیشینه پمپ.

• ارتفاع مکش بزرگتر یا هد مکش مثبت کمتر از مقدار توصیه شده سازنده.

• دماهای سیال بیشتر از آنچه که سامانه بر آن اساس طراحی شده است.

• سرعت‌های بیشتر پمپ از توصیه‌های سازنده.

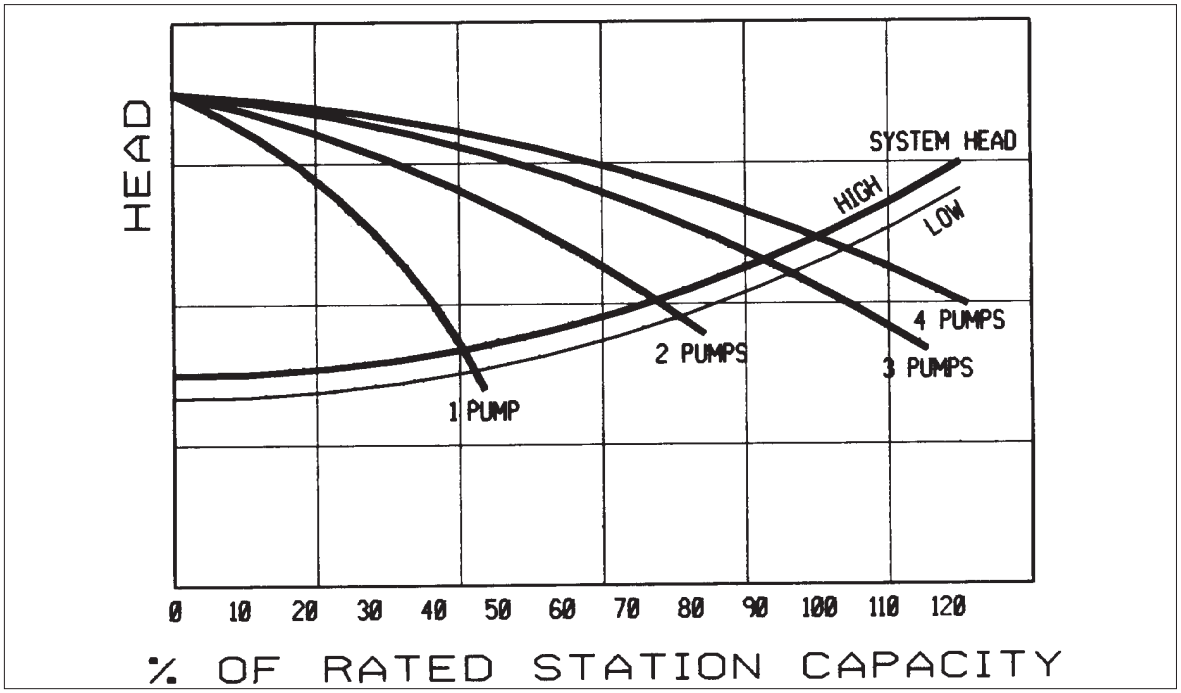
ب- در پمپ‌های پروانه‌ای، طراح باید از شرایط پیش‌گفته پرهیز کند، مگر در موارد زیر:



شکل ۵

www.takban.com
www.farasardco.com شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران

ماهنامه تهویه و تاسیسات
شماره ۱۱۳- آبان ۹۲
www.hvacmag.ir



شکل ۶

- هدهای کاری بسیار بیشتر از بازده بیشینه پمپ.
- ظرفیت‌های کاری بسیار پایین‌تر از ظرفیت در بازده بیشینه پمپ.

اگر سامانه بر اساس توصیه‌های طراح و سازنده، طراحی، انتخاب، نصب و مشغول به‌کار شود، کاویتاسیون در تأسیسات پمپ مشکلی به‌وجود نخواهد آورد.

۴-۳- تحلیل نوسانات

الف- نوسانات در خط لوله‌های سیال معمولاً با بازکردن، بستن و تنظیم شیرها، شروع و اتمام کار پمپ‌ها به‌وجود می‌آید. این نوسانات، که گذارهای هیدرولیکی نیز نامیده می‌شوند، ممکن است در محدوده عمده‌ای دیده شوند، نظیر تغییر آرام فشار یا سرعت. خلأ یا فشار به‌وجود آمده به سبب این نوسانات ممکن است آنقدر باشد که انهدام سامانه لوله‌کشی، صدمه‌رسانی به تجهیزات پمپاژ و قطع و وصل متعدد و گسترده‌ای در سامانه لوله‌کشی و پمپاژ را موجب شوند. ضربه قوچ، نتیجه‌ای از گذارهای هیدرولیکی، هنگامی رخ می‌دهد که فشار نوسانی کلی تقریباً بیش از دو برابر مقدار فشار استاتیک در سامانه به هنگام سکون سیال شود. تحلیل محافظت نوسانات بر روی مقاطع بحرانی سامانه لوله کشی برای بررسی طراحی و انتخاب تجهیزات کنترل نوسانات انجام می‌گیرد. اگر فشارهای گذرای اضافی با تحلیل پیش‌بینی شود، طراحی و کاربرد تجهیزات مکانیکی باید بازبینی شود. کنترل نوسانات هیدرولیکی زمینه‌ای تخصصی می‌باشد و اگر مطالعه تفصیلی محافظت از نوسانات لازم باشد، باید مهندسان یا مهندسان مشاور متخصص در این زمینه انجام دهند. تحلیل تفصیلی نوسانات خط لوله تحت شرایط طراحی زیر باید در نظر گرفته شود:

۱- کلاً، اگر کنش متقابل ایستگاه پمپ، سامانه لوله‌کشی، شیرها و سامانه کنترل به دنبال اشکالی در توان یا طی شرایط شروع به کار پیچیده باشد.

۲- اگر اشکال در توان در ایستگاه پمپاژ به جریان عمده بازگشتی، که باعث ضربه زدن به شیرهای یک‌طرفه و یا موجب نوسانات دفاعی سیال می‌شود، منجر شود، در سامانه‌ای با پروفیل خط لوله صاف، نوسانات جریان بازگشتی معمولاً اهمیتی ندارد. در سامانه‌ای که پمپ‌ها با اختلاف ارتفاع استاتیکی عمده کار می کنند، فشارهای نوسانات می‌تواند بارها فشار کاری حالت پایدار باشد.

۳- اگر پروفیل خط لوله دارای نقاط بلند میانی عمده‌ای باشد، جایی که ممکن است جدایش جریان بعد از ایراد در توان و در نتیجه فشارهای نوسانی بالا بر اساس پاسخ دفاعی اتفاق بیفتد.

۴- اگر ایستگاه پمپاژ یا پمپ منفرد طی طول بلندی (چندین هزار فوت) مکش کند، ممکن است مشکل توانی در هدهای فشاری بالایی ایجاد شود. برای پمپ‌های چسبیده به مخازن نگهداری، گذارهای فشاری خط مکش معمولاً بی‌اهمیت است.

۵- اگر ایستگاه پمپ مجهز به شیرهای دهش یک طرفه و مخازن هوا باشد، شیرهای یک‌طرفه ممکن است به‌وسیله مخزن هوا یا پمپ‌های موازی متصله بعد از خرابی در توان ضربه سنگینی زده شود.

تلفن سفارش: ۷۷۶۰۳۸۸۳ کتاب سال تاسیسات ۱۳۹۲ منتشر شد
هر آنچه از صنعت تهویه و تاسیسات می خواهید یکجا بیابید!
www.iranjahesh.com ایران جهش Iran Jahesh
طراحی و ساخت انواع بوستر پمپ‌های آبرسانی آتش نشانی و آبیاری به صورت کاملاً هوشمند

۶- اگر محاسبات دستی اولیه نشان دهد که تجهیزات کنترل نوسانات در سامانه لازم است، انتخاب بهینه تجهیزات عملکردی و کنترل نوسانات در تحلیل تفصیلی نوسانات باید صورت بگیرد. در قاعده کلی، تحلیل نوسانات، برای تأسیسات پمپ‌های عمودی توربینی و هر تأسیسات پمپاژی که پمپ‌های تک ظرفیتی بیش از ۵۰۰ گالن بر دقیقه دارند، باید انجام بگیرد. در شکل ۷ یک فهرست وارسی، نوعی از اطلاعات لازم برای تحلیل تفصیلی نوسانات و ضربه قوچ، نشان داده شده است. مثال شکل ۸ نشان‌دهنده هد نوسانی کلی است که از هد نوسانای مجاز برای یک خط لوله تجاوز کرده است.

۷- برنامه کامپیوتری ویژه‌ای برای تحلیل گذار هیدرولیکی در کتاب‌های تخصصی ارائه شده است.

ب- روش‌های کنترل نوسانات: معمول‌ترین وسایل غلبه بر اثرات فشارهای نوسانی هیدرولیکی در سامانه‌های پمپاژ آب عبارت‌اند از:

۱- شیرهای یکطرفه اهرم وزنه‌ای یا فنردار که برای بستن خط قبل از بازگشت‌های موجی فشار هیدرولیکی طراحی شده است. این وسیله ممکن است از پمپ محافظت کند اما نمی‌تواند ضربه قوچ را در زمان خاموشی سامانه حذف کند.

۲- شیرهای اطمینان نوسانات، که در فشار نوسانی پیش تنظیمی باز هستند، اما از رخداد ضربه قوچ جلوگیری نمی‌کنند. آنها به کرات پشتوانه‌ای برای سایر روش‌های کنترل مورد استفاده قرار می‌گیرند. چندین شیر اطمینان چند راهی نصب شده به‌جای یک شیر اطمینان بزرگ برای کاهش اتلاف آب به‌کار می‌رود.

۳ - مخازن ضربه‌گیر میراکننده هوا، که افزایش فشار را در توقف و در راه اندازی پمپ‌ها جذب می‌کنند. اگر اینها درست طراحی شوند، می‌توانند نوسانات را در محافظت سامانه کاهش دهند. الزامات فضا و هزینه، مورد استفاده آنها را در سامانه‌های پمپاژ محدود کرده است. مخازن هیدروپنوماتیکی مورد استفاده در اتصال با پمپاژ آب کوچک‌تر و سامانه‌های توزیع بعضی افزایش فشار را جذب می‌کند اما برای کنترل نوسانات طراحی نشده است.

۴- شیرهای کنترل پمپ جزئی از سامانه کنترل نوسانات شامل شیر، توان و شیر دستی، عمل‌کننده‌ها، انباره و وسایل حس و ثبت هستند. این سامانه به‌صورت خودکار، از ضربه قوچ در شروع به کار و توقف پمپ‌ها جلوگیری می‌کند و باید شامل جلوه‌های ایمنی در طراحی خود، برای جلوگیری از صدمه به دلیل بد عمل کردن تجهیزات، باشد. طراحی و عملکرد سامانه کنترل نوسانات باید با هماهنگی سازنده صورت بگیرد.

فهرست وارسی اطلاعات مورد نیاز برای تحلیل تفصیلی نوسانات و ضربه قوچ عبارت است از:

۱- دیاگرام یا شماتیک سامانه اصلی

a. قطرها، طول‌ها، ضخامت دیواره عناصر لوله کشی

b. ارتفاع‌ها (خط لوله، مکش/دهش پمپ و...)

c. موقعیت‌های شیر و اتصالات

d. موقعیت پمپ و چیدمان‌ها

۲- اطلاعات خاصیت سیال

a. توصیف سیالی که منتقل می‌شود (آب آشامیدنی)

b. وزن مخصوص

c. مدول الاستیسیته (ضریب کشسانی حجمی)

d. لزجت سیال

e. دما

f. فشار بخار

۳- اطلاعات خط لوله

a. نوع، رده، فشار کاری بیشینه، فشار آزمایش، خوردگی مجاز

b. جنس ماده لوله و مدول یانگ الاستیسیته

c. ضریب اصطکاک خط لوله (ضریب هیزن ویلیامز، ضریب مانینگ، ضریب اصطکاک دارسی وایسباخ)

d. طول‌ها (فقط طول‌های عملی). طول‌های معادل نباید مورد استفاده قرار بگیرد، چون افت‌های جزئی در ضریب اصطکاک یا افت هد مجموع هر کدام مناسب بود، لحاظ می‌شود).

۴- اطلاعات شیر

a. اندازه و مشخصات جریان در بازشدگی‌های مختلف (Cv بر اساس زاویه بازشدگی)

b. مشخصات و سرعت عملگر شیر

c. نوع شیر یک‌طرفه، میراکننده یا غیر میرا.

d. توصیف شیرهای کنترلی دهش یا مکش برای عملکرد عادی و عملکرد اضطراری

۵- اطلاعات پمپ و گرداننده آن

a. اطلاعات عملکرد پمپ (هد، بازده، اسب بخار، یا گشتاور بر مبنای جریان)

b. تعداد مرحله‌ها (برای محاسبه سرعت مخصوص)

c. تغییرات مورد انتظار برای خروجی افزایش یافته

d. شرایط طبقه‌بندی شده (شرایط در بهترین نقطه بازده هد، جریان، سرعت و گشتاور)

e. اندازه حرکت قطبی دوار اینرسی WR^2 یا معادل WR^2 در انتهای پمپ برای گرداننده، کوپلینگ، جعبه دنده، پمپ و سیال بسته هرکدام عملی است.

www.farasardco.com شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص
www.takban.com TAKBAN نگبان کنترل انرژی
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران

f. دیاگرام مشـخصات پمپ یـا نمودار سـینوپتیک (اگر در دسترس نیست، منحنی‌های پمپی با سرعت مشابه می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد).

g. نوع گرداننده (موتور القایی، موتور سنکرون، توربین و...).

h. گشـتاور گرداننده بر اساس منحنی سرعت (برای حالتهای شروع به کار پمپ)

i. جریان امن براساس اطلاعات زمان برای موتورهای الکتریکی اگر تحلیل شروع به کار انجام بگیرد.

j. وسایل مخصوص بر روی پمپ گرداننده نظیر ضامن ضد دور بر عکس، کلاچها و...

k. توصیف کنترل‌های ایستگاه پمپ (قطع کمینه جریان، قطع فشار دهش جریان و...)

۶- اطلاعات عملکردی

a. روندهای شروع عادی و قطع

b. روندهای عملکردی اضطراری

c. عملکردهای برنامه‌ریزی نشده (بسته شدنهای غیر عمدی، قطع و وصلهای پمپ و...)

d. قیدهای خط لوله و عملکرد تجهیزات

۷- شرایط مرزی معلوم

a. منابع هد ثابت (منابع، مخازن و...)

b. خروجیها یا ورودیهای جریان ثابت

c. سایر شرایط مرزی معلوم

۸- وسایل فرونشانی نوسانات

a. برای خطوط لوله آب – ترکیب شیرهای هوا و خلأ به علاوه گزینه شـیر تخلیه هوا، یا فقط گزینه شیر تخلیه هوا (اندازه، نوع، شماره مدل، مکان شیر و...)

b. مخازن ضربه‌گیر (محوطه مخزن و ارتفاع)

c. اکومولاتورها (حجم مخزن، حجم گاز اولیه، سایر ویژگی‌ها)

d. وسـایل اطمینان (تنظیم فشار، اطلاعات عملکردی وسایل اطمینان)

e. وسایل ویژه کنترل نوسانات یا طرحهای ترجیح داده شده

توجه: ویژگی‌های وسـایل فرونشـانی نوسـانات معمولاً با مطالعات هیدرولیکی گذارها مشخص می‌شود.

۹- الزامات گزارش

a. نوع گزارش مورد نیاز(گـزارش نامه‌ای یا گزارش تفصیلی مهندسی) تعداد رونوشت‌ها

b. الزامات ویژه

مثال محاسبات پتانسیل ضربه قوچ:

نوع لوله: فولادی نو

۱- سرعت موج شوک: ۲۶۹۰ ft/sec

۲- سیال تحت کنترل: آب با هد استاتیک ۲۰ فوتی

۳- فاصله با نزدیک‌ترین منبع اصلی :۳۴۰۰ ft

۴- فاصله بحرانی:

$$t = \frac{2L}{a} = \frac{2 \times 3400}{2690} = 2.53 \text{ s}$$

۱- جریان: ۵۰۰۰ gal/min، اندازه خط دهش: ۱۰ اینچ

۲- سرعت معمول سامانه: ۶/۴۸ ft/s

۳- بالا رفتن هد نوسانی برای مقطع آنی:N=I

$$\Delta H = \frac{-a\ \Delta V*}{g\ N} = \frac{17431}{(32)(1)} = 544.7\ 236.1 \text{ y}$$

۱- هد کلی موج نوسانی: (هد نوسانی به‌علاوه هد استاتیک)

$$\Delta H + H = 20 + 545 = 565\ ft = 245\ psi$$

۱- تعداد فاصله‌های بحرانی (t)

۲- ثانیه‌های مورد نیاز برای چرخه کنترل:

$$(N\ \times t)1.6\ \times 2.5 = 4.1\ s$$

۱- اندازه توصیه شـده شیر کنترل: اینچ (با سازنده تجهیزات منتخب مشورت شود).

۲- افت هد شـیر کنترل: فوت (با سـازنده تجهیزات منتخب مشورت شود).

از رابطه‌های زیر به‌دست می‌آید:

$$H - H_0 = F\left(t - \frac{x}{a}\right) + f(t + \frac{x}{a})$$

$$V - V_0 = \frac{-g}{a}\{F\left(t - \frac{x}{a}\right) - f\left(t + \frac{x}{a}\right)\}$$

که همراه با هم برای شرایط زمانی آنی حل می‌شود:

$$f(t + x) = 0$$

نمادها و تعریف‌ها

a = سرعت موج شوک (ft/s)

H = هد استاتیک (فوت)

L = فاصله لوله اصلی آب (فوت)

V= سرعت معمول در لوله (ft/s)

ΔH = افزایش هد نوسانی

ΔV = تغییرات سرعت آب (ft/s)

g = شتاب جاذبه(ft/s^2)

$\Delta H + H$ =هـد کلـی موج نوسـانی (هد نوسـانی + هد استاتیک)

N = تعداد فاصله های بحرانی (N+۱ برای زمان آنی)

توجه:

H نشـان دهنده هد اسـت، t زمان، V سـرعت جریان، x مسـافت، a سـرعت صوت، و f توابع نشـان‌دهنده موج مستقیم بازگشتی به ترتیب است.

۵- جانمایی ایستگاه پمپاژ

۵-۱- کلیات

پمپ‌ها، لوله‌کشـی‌ها و تجهیزات از آب و هوایی که با شرایط جوی محلی اعمال می‌شود، باید محافظت شوند. در آب و هواهای سرد، پمپ‌ها و لوله‌کشی‌ها باید از یخ زدن مراقبت شوند و معمولاً در ساختمان سرپوشیده محافظت می‌شوند. در آب و هواهای گرم ممکن است بخشی از ایستگاه خارج از فضای بسته قرار بگیرند، به شـرطی‌که در مقابل رطوبت و سایر شرایط جوی محلی محافظت شـوند. اثر سـروصدا بر محیط و لزوم فنس محافـظ برای تمام ایستگاه باید دیده شود. سـاختمان‌ها باید از نوع ضد آتش باشند که معمولاً از نوع سـاختمان‌های بتن مسلح، فولادی و دیوارهای بنایی سـاخته می‌شـوند. اگر سـایر تمهیدات نظیر نور آسمان یا پنجره‌های بلند برای تأمین نور طبیعی سـاختمان یا نور مصنوعی برای کمـک به تعمیرات دوره‌ای دیده شـده باشـد، پنجره‌های اسـتاندارد برای ایسـتگاه‌های دور بدون مراقب ممکن است برای محافظت در مقابل دسـتبردها حذف شـوند. تجهیزات پمپاژ باید در محلی قرار بگیرند که در معرض سیلاب نباشند. محل ایستگاه باید طوری شـیب‌بندی شود که آب‌های سـطحی از ساختمان‌ها دور شوند. دسترسـی‌های جاده‌ای در تمامی ایستگاه برای وسایل نقلیه تعمیرات باید طوری دیده شود که امکان چرخش این وسایل نیز فراهم باشـد. ساختمان‌ها باید بر اسـاس استانداردهای محلی ساختمان طراحی و اجرا شوند. چیدمان ساختمان باید همان‌طور که نیازهای کنونی دیده می شود باشد برای توسعه‌های آینده نیز فضای کافی تدارک دیده شده باشـد. فضاها باید طوری باشد که هنگام تعمیر یا جابجایی تجهیزات به سایر تجهیزات آسیب نرسد. جانمایی تجهیزات با در نظـر گرفتن فاصلههای عمودی و افقی و دسترسی به بازشدگی‌های تعمیرات و نگهداری باید صورت بگیرد. معمولاً راهروهای اصلی باید چهار فوت عرض داشته باشند. ایمنی محل کار کارکنان عملیات و تعمیرات و حراست وسایل در طراحی تمام ایستگاه‌های پمپاژ باید دیده شود.

۵-۲- سامانه‌های ساختمانی

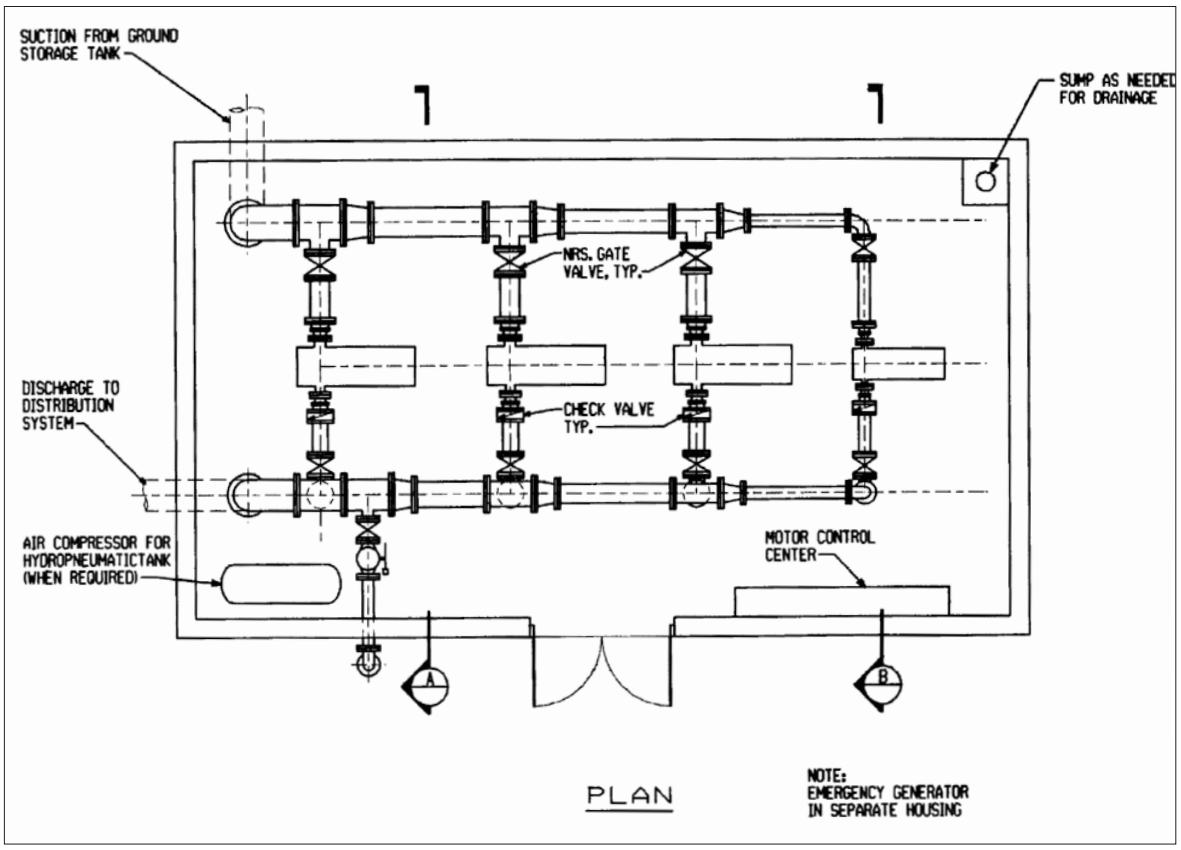
طراحی پی (فونداسـیون) بر اساس آنالیز خاک و توصیه‌های مهندس خاک شـناس مجرب در زمینه مکانیک خاک و طراحی پی صورت می‌گیرد. اطلاعات شـرایط آب‌های سطحی و رده‌بندی انواع خـاک موجود طـی گمانه‌زنی‌ها خاک محل ایسـتگاه باید مشـخص شـود. برای سـاختمانهای رده پایین، بررسی خاک بر اسـاس بازه زمانی از سال که آب‌های سـطحی در بالاترین سطح خود هستند، انجام می‌گیرد. شرایط مورد بررسی در طراحی علاوه بر کیفیت‌های مقاومت خاک پتانسـیل، تورم زمین و نفوذ آب‌های سطحی در ساختمان از طریق پایین‌ترین نقطه ورود، که می‌تواند نفوذ لوله‌ای یا اتصالی در بتن باشـد، نیز باشد. معمولاً آب سطحی باید دسـت کم یک فوت زیر پایین‌ترین نقطه ورود باشد. جانمایی طراحی سـاختمان باید نشان‌دهنده نقاط ثابت کننده لوله‌کشی و نگهدارنده‌های لوله تحت شـرایط کار پمپ‌ها و پی زیر تجهیزات سنگین باشـد. فولاد سـاختمانی را باید طوری دید که کانالها و لوله ها را نگه دارد. زیرسـاخت‌های فولاد تنیده، که از سطح بالاتر باشـد، باید برای پمپ‌ها، موتورهای محرک، سـنجه‌های بزرگ، شیرهای بزرگ، وسـایل کنترل و تجهیزات برقی نصب شده روی زمین دیده شـود. پمپ‌هـای گریز از مرکز و محـرک آن باید بر روی پـی و چارچوب فولادی زیرین مشـترک قرار بگیرند. کف‌ها باید با شـیب‌بندی مناسب اطراف پمپ‌ها به سمت زهکش‌ها اجرا شوند. بارگذاری کف با در نظر گرفتن جابجایی تجهیزات بزرگ به سـمت داخل یا بیرون باید برای تعمیرات، نگهداری و جایگزینی انجام بگیرد. ریل‌های جرثقیل و وینچ‌های بالاسـری حمل و نقل برای ایسـتگاه‌هایی که امکان اسـتفاده از جرثقیل‌های ماشـینی وجـود ندارد باید برای اسـتفاده در عملیات تعمیـر، نگهداری و تعویض تجهیزات فراهم شـود. ارتفاع مناسب ساختمان در داشتن فضای کافی برای جابجایی تجهیزات باید فراهم باشد. یک دریچه جابجاشـدنی، لولایی یا تابلو سقفی برداشـتنی ممکن است برای برداشـتن تجهیزات ساقه بلند عمودی دیده شـود. تا آنجایی که ممکن است باید از سطوح کف چند تکه جلوگیری شود. جایی که سطوح کف مختلف مورد نیاز است طراحی پله‌های استاندارد مورد اسـتفاده قرار خواهد گرفت و ریل‌کشی ایمنی بر اساس استاندارد OSHA انجام خواهد گرفت.

۵-۳- تجهیزات مکانیکی

جانمایـی تجهیزات با در نظر داشـتن فضای مناسـب، برای کارکرد و تعمیرات همراه با ایمنی تجهیزات، انجام می‌شود. نمونه‌ای از جانمایی لوله کشـی پمپاژ ایستگاه اصلی پمپ در شکل ۷ نشان داده شده است. شیرها، سنجه‌ها، اندازه‌گیرها و وسایل کنترلی باید طوری در دسترس باشـند که نیاز به نردبان یا چرخ‌های زنجیری نباشد. کف‌ها، شبکه‌های فولادی و ورق‌ها باید بدون لغزش باشند.

www.farasardco.com شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص
www.takban.com TAKBAN نگبان کنترل انرژی
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران

ماهنامه تهویه و تاسیسات
شماره ۱۱۳- آبان ۹۲
www.hvacmag.ir



شکل ۷

زهکش‌های کـف و آب‌بندهای پمپ‌ها در فضاهـای پمپ‌ها باید دیده شود. جمع‌آوری زه‌آب‌های زیرساخت‌های شیب‌دار تجهیزاتی که امکان زهکشـی با لوله وجود ندارد، با پمپ‌های زهکش انجام می‌شود. موتورها ممکن است در ساختمان‌های مجزا یا محوطه‌های بیرونی در آب و هوای گـرم قرار بگیرند. موتورها باید هوای کافی احتراق داشته باشند. موتورها مجهز به سامانه خنک‌سازی، سوخت، روان‌کاری، اسـتارت برقی با شارژ باطری، کنترل‌های ایمنی، ابزار دقیق و تابلو کنترل بر اسـاس نیاز عملکرد سامانه هستند. مخازن سـوخت روی زمین قرار می‌گیرند، جایی کـه امکان محافظت از ریزش سـوخت و آلودگی‌های آن وجود دارد. سـامانه دود همراه با صداخفه کن‌ها برای اگزوز موتورها دیده می‌شـود. سطح صدای موتورهای در حال کار و اثرات آن بر سـاکنین اطراف، در جانمایی موتورهـا و برای دودکـش خروجی باید دیده شـود. محافظ‌های امنیتـی بر روی قطعات در حال حرکـت و گردش تجهیزات باید وجود داشته باشـد. امکانات انبارش قطعات تجهیزات و ابزارآلات برای تعمیرات تجهیزات باید فراهم شود.

برای دیدن نمونه‌هایی از مقاطع ایسـتگاه پمپاژ به شـکل ۸ مراجعه کنید.

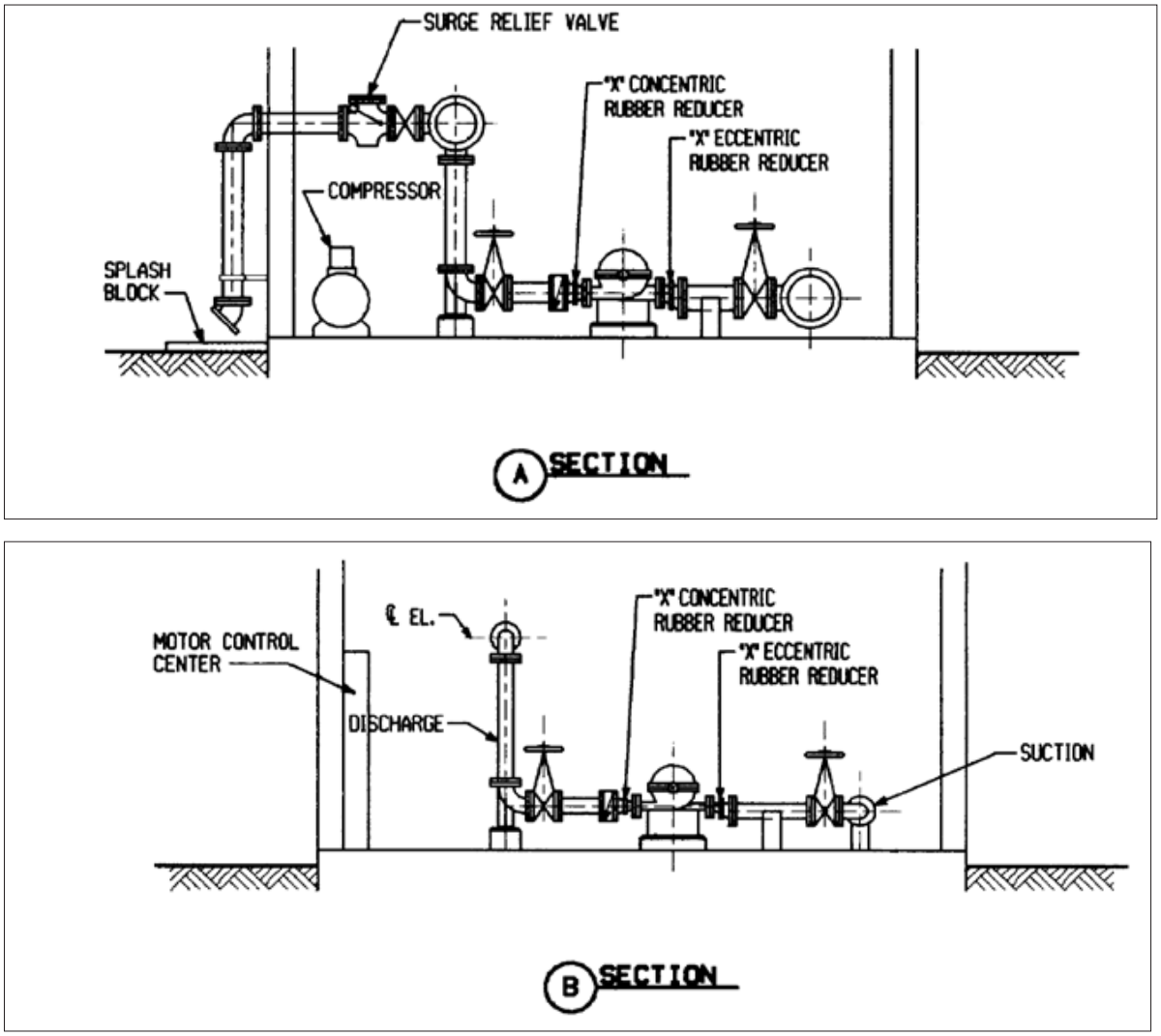
۵-۴- موارد برقی

سوئیچ‌گیرها، تابلوهای الکتریکی، تابلوهای ابزار دقیق و سایر کنترل‌ها هر جایی که برای کارکنان عملیاتی مناسب‌تر است و در معرض سـیلاب نباشـد و میدان دید خوب دارد، باید قرار بگیرند. فضای عملیاتـی و تعمیرات برای تمام دنده‌هـای الکتریکی باید فراهم شـود. عموماً نور طبیعـی و تجهیزات برقی کنترل پمپ در واحدهای اصلی پمپاژ دیده می‌شـود. نور مصنوعی با متوسط ۳۰ شـمع بر فوت مربع در اتاق‌های ایستگاه‌های اصلی فراهم می‌شود. نور محلی اضافی، ابزار دقیق، تابلوهای کنترل و سـایر وسـایل را برای کنترل عملیات ایسـتگاه پمپاژ محافظت می‌کند. روشـنایی بیرونی در درها، وسایل روباز کنترل ایستگاه پمپاژ و برای حراست محوطه باید فراهم شود. چراغ‌های اضطراری با پشتوانه برق باطری در وسایل کنترلی حساس باید دیده شود. سامانه‌های کنترل موتور با سـوئیچ‌های خودکار و وسـایل محافظت موتور برای موتورهای پمپ‌ها بایـد فراهم شـوند. محوطه‌ها باید از انـواع محوطه‌های NEMA مناسب برای جاگذاری تجهیزات باشند.

۵-۵- سامانه‌های محیط زیستی ساختمانی

گرمایش مناسب برای جلوگیری از آسیب‌دیدگی تجهیزات با در نظر گرفتن آسـایش کارکنان عملیاتی باید فراهم شود. تهویه مطبـوع در آب و هواهایـی که رطوبت به ابـزار دقیق و کنترل‌ها

تلفن سفارش: ۷۷۶۰۳۸۸۳ کتاب سال تاسیسات ۱۳۹۲ منتشر شد
هـر آنچـه از صنعـت تهـویه و تاسیسـات می خواهیـد یکجـا بیابیـد!
www.iranjahesh.com ایران جهش Iran Jahesh
طراحی و ساخت انواع بوستر پمپ‌های آبرسانی آتش نشانی و آبیاری به صورت کاملاً هوشمند



شکل ۷

آسیب می‌زند و هرجایی که در ایستگاه‌های پمپاژ اصلی در فضاهای جغرافیایی، که دما و رطوبت محیط سبب الزام آسایش تهویه مطبوع می‌شود، باید فراهم شود. تعویض هوا باید در جاهایی که نیاز به رطوبت‌زدایی یا تهویه مطبوع نیست و در ساختمان‌های زیر زمینی، دیده شود.

۶- بازده‌های عملیاتی

۶-۱- کلیات

ایستگاه‌های پمپاژ معمولاً به‌صورت خودکار برای تأمین نیازهای هیدرولیکی سامانه عمل می‌کنند. نظارت یا کنترل از راه دور موتورهای الکتریکی در تأسیسات بزرگ برای کاهش اتلاف زمانی کارکنان و فراهم سازی روش‌های کنترل بهینه هزینه‌های انرژی و اقدامات حفظ انرژی باید فراهم شود. برای کنترل بهینه هزینه‌های انرژی، مخصوصاً برای ایستگاه‌های بزرگ، سامانه کنترلی باید به کاربر اجازه دهد تا با برنامه‌ریزی عملیات پمپاژ در عین حال که نیازهای فشار سامانه و ذخیره‌سازی آب آتش نشانی تأمین می‌شود، مصرف برق ایستگاه کمینه شود. هزینه‌های انرژی شامل بخش اصلی هزینه‌های عملیاتی سامانه‌های تأمین آب است. بیشترین میزان انرژی معمولاً به‌وسیله ایستگاه‌های پمپاژ آب فراوری شده مصرف می‌شود. هزینه عملیاتی کلی ایستگاه پمپ به‌خصوص وابسته به عوامل زیر است: پمپ‌ها، سامانه توزیع، محرک های پمپ‌ها و برنامه نرخ انرژی حاکمه. تحلیل طراحی برای سامانه توزیع و ایستگاه پمپاژ و ارزیابی هزینه در این عوامل باید در نظر گرفته شود.

۶-۲- عملکردهای پمپ

سه مشکل متفاوت معمولاً در هر گونه کوششی برای بهبود عملکردهای پمپ ایستگاه موجود دیده می شود: پمپ‌های کم بازده، ترکیب و برنامه‌ریزی غیر کارای پمپ‌ها.

بازده یک پمپ تک، نسبت اسب بخار آب به‌وسیله پمپ، به اسب بخار ورودی، که معمولاً الکتریکی است، می‌باشد. این بازده

www.farasardco.com شرکت فراسرد
سردخانه / آیس بانک / چیلر / یخساز قالبی / پکیج سردکننده شیر / تجهیزات برودتی خاص
www.takban.com تکبان کنترل انرژی TAKBAN
بنیانگذار و تنها تولیدکننده بیش از چهل نوع ترموستات حرارتی- شیرهای ترموستاتیک رادیاتور و گازی در ایران

ماهنامه تهویه و تاسیسات
شماره ۱۱۳- آبان ۹۲
www.hvacmag.ir

باید در نرخ‌های مختلف جریان اندازه‌گیری شـود. همیشه عملی نیسـت که نرخ‌های جریان را در تأسیسات موجود در پمپ های نصب شـده اندازه گرفت. اما اگر این اطلاعات را بتوان به‌دسـت آورد و پمپ نشـان دهد که مشخصات عملکردی اولیه را برآورده می‌کند، هنوز اطمینانی نیسـت که به‌صورت درسـتی در سامانه عمـل کند. بازده پمپ در حال کار تنهـا می‌تواند از هنگامی که در ارتباط با دیگر پمپ‌ها کار می‌کند، متفاوت باشـد. با عملکرد چنـد پمپه، جریان عملی تولید شـده، به اختلاف هد بین مکش و دهش بسـتگی دارد. ارتباط بین این دو هـد و نرخ جریان به منحنی هد سامانه ارجاع داده می‌شود و تابعی از سطح آب مخزن در هر اندازه پمپ، ظرفیت انتقال لوله نزدیک پمپ، محل مصرف کننده‌های آب نسـبت بـه پمپ و اینکه سـایر پمپ‌ها در حال کارند، می‌باشـد. با توجه به هدی که پمپ با آن در سامانه مواجه می‌شود، پمپ ممکن اسـت در محدوده وسیعی از بازده‌ها عمل کند.

۶-۳- برنامه‌ریزی پمپ

برنامه‌ریـزی پمـپ در هزینه‌هـای بهینـه انـرژی برای ایسـتگاه‌های پمپ بزرگ با ذخیره‌سـازی پر ارتفاع می‌تواند با اسـتفاده از برنامه‌های کامپیوتری، جایی‌کـه اطلاعات ورودی دقیق با توجه به عملکرد سـامانه موجود می‌تواند به‌دست آید، انجـام بگیرد. مصرف انرژی کلی هزینه شـده در عملیات پمپ با بهبود بازده پمپ‌های تک یـا ترکیب پمپ‌ها می‌تواند کاهش یابد. امـا، چنین اقداماتـی تأثیر اندکی بر کاهـش هزینه‌های به‌وجود آمده، بـا برنامه‌های نرخ انرژی روزانـه، می‌گذارد. راه نخسـت برای کمینه کـردن هزینه‌های همـراه برنامه‌های نرخ الکتریکـی متغیر، از طریق اسـتفاده از راهبردهای پمپاژ دور از بیشینه اسـت. اگر صرفه‌جویی انرژی از هزینه‌های ظرفیت‌های ذخیره سـازی اضافی متجاوز باشـد، این خط مشـی باید اجرا شـود. نکته کلیدی در اجرای یک برنامه پمپاژ دور از بیشـینه، در دسترس بودن ذخیره یکسان‌ساز و توسعه خط‌مشی عملیات پمپاژ بهینه است. خط‌مشی عملکرد پمپ، برنامه‌ای برای سطح آب‌هایی اسـت که باید حفظ شود و گروه‌هایی از قواعدی که به هنگام عملکرد پمپ‌های گوناگون در پاسـخ به شـرایط مختلف دیکته می‌شـود. خط مشی عملکرد پمپ باید زمان سال و زمان روز را در نظر بگیرد. مثلاً، وقتی که دمای محیط زیر یک مقدار معین شده طی ماه‌های سـرد در زمانی که مصرف برق در اوج است، باشـد، هیچ پمپاژی نباید انجام بگیرد. خط‌مشی عملکرد پمپاژ اختیاری، خط‌مشـی‌ای اسـت که تمام محدودیت‌ها را با کمترین هزینه برآورده می‌سازد.

۶-۴- سهولت عملیات و قابلیت تعمیرات

طراحی تجهیزات پمپاژ و محرک‌ها بر اسـاس عوامل مختلف بایـد ارزیابی شـود: میزان رسـیدگی کاربر، دفعـات تعمیرات و تنظیمات متداول، صرفه‌جویی انرژی و در دسترس بودن قطعات و سرویس‌ها. هم‌ترازی مناسب پمپ و محرک به‌علاوه نگهدارنده‌های مکش و دهش از بعضی سروصداها و ارتعاشات جلوگیری می‌کند. سـروصدا با انتخاب پمپ‌ها، به صورتی که نزدیک به بهترین نقطه بازده و شرایط مکش بهینه کار کنند، به حداقل می‌رسد. ارتعاشات افزایش یافته، بر عمر یاتاقان‌ها، کاسه نمدها و آب‌بندهای مکانیکی اثر می‌گذارد. شـیرهای نیمه بسـته نه تنها سـروصدا را افزایش می‌دهند بلکه نیروهای شـعاعی را نیز افزایش و در نتیجه تنش‌ها را بر روی محورها و یاتاقان‌هـای پمپ‌های گریز از مرکز، افزایش می‌دهند.

تلفن سفارش: ۷۷۶۰۳۸۸۳ کتاب سال تاسیسات ۱۳۹۲ منتشر شد
هـر آنچـه از صنعـت تهـویه و تاسیسـات می خواهیـد یکجـا بیابیـد!
www.iranjahesh.com ایران جهش Iran Jahesh
طراحی و ساخت انواع بوستر پمپ‌های آبرسانی آتش نشانی و آبیاری به صورت کاملاً هوشمند

WWW.HVACMAG.IR
INFO@HVACMAG.IR