بسمه تعالی

جزوه درس

ماشین های آبیاری (شناخت و کاربرد)

دانشجویان مقطع کاردانی

رشته مکانیک ومکانیزاسیون ماشین های کشاورزی

تهیه کننده: هادی منفرد-کارشناس ارشد مکانیزاسیون

تاریخچه و اهمیت پمپ ها

تاریخچه

پمپاژ آب از دیرباز مورد توجه بشر بوده است. مصریان قدیم یک نوع چرخ آبی ساخته بودند، که در آن سطل هائی به پیرامون چرخ بزرگی وصل کرده بودند و آن را توسط نیروی بدنی کارگران یا حیواناتی مانند شتر و گاو به حرکت در می آوردند. آن ها آب را برای آبیاری زمین های از محل های پست به مناطق بالاتر تا ارتفاع ۹۱/۵ m منتقل می کردند.

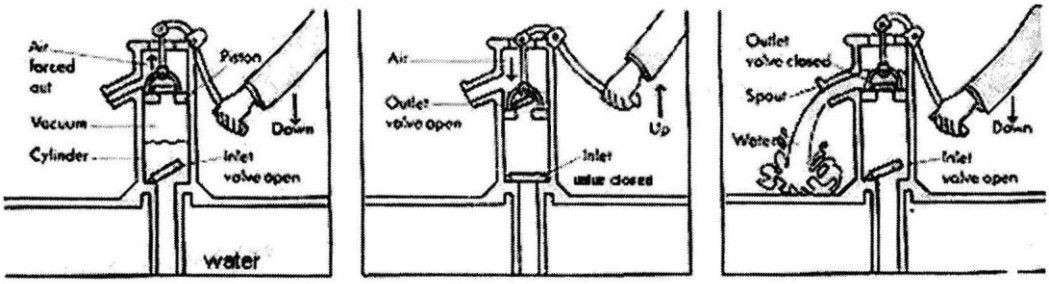
در ۲۰۰ سال قبل از میلاد مسیح ریاضیدان مشهور یونانی، ارشمیدس (Archimedes)، یک پمپ پیچی ابداع کرد که متشکل از یک پیچ (که امروزه به آن پیچ ارشمیدس گفته می شود) بود که در داخل یک پوستهٔ استوانه ای می چرخید. این نوع پمپ ها برای دفع فاضلاب و آبیاری مزارع مورد استفاده قرار می گرفت. تقریبا در همان زمان یک مخترع یونانی دیگر بنام سبیوس (Ctesibius) یک نوع تلمبهٔ پیستونی ساخته بود. تلمبه های پیستونی مورد استفاده در یونان برای بالا آوردن آب از چاه ها بکار می رفت. پمپ های هوای مشابهی برای بکار انداختن وسایل اعجاب انگیزی، مانند ارگ آبی، در معابد و تآترهای یونان ابداع شده بود.

طرح یکی از این تلمبه ها در شکل ۱–۱ نشان داده شده است. در شکل ۱–۱–الف، وقتی دسته به طرف پائین فشار داده می شود، پیستون بالا می آید و هوا را به خارج می فرستد. آب از طریق دریچهٔ پایینی وارد سیلندر شده و جایگزین هوا می گردد. در شکل ۱–۱–ب، کشیدن دسته به طرف بالا پیستون را در داخل آب به طرف پائین حرکت می دهد. نیروی وارده دریچهٔ ورودی را بسته و دریچهٔ خروجی را باز می کند. در شکل ۱–۱–ج، وقتی دسته پایین آورده می شود، پیستون به طرف بالا می رود و آب بالای آن از دهانهٔ خروجی تلمبه به خارج می ریزد.

پمپ های سانتریفوژ یکی از انواع بسیار مهم پمپ ها می باشند، که سهم زیادی در جابجائی مایعات مورد نیاز بشر امروزی را بخود اختصاص داده اند. قدیمی ترین نوع پمپ سانتریفوژ، که متعلق به قرن پنجم میلادی است و از یک معدن مس در سان دیاگو (پرتقال) کشف شده است، در موزهٔ هنرهای ملی پاریس نگهداری می شود. این پمپ دارای یک پروانهٔ چوبی با پره های خمیدهٔ مرکب می باشد. لئوناردو داوینچی (Leonardo Da Vinci) (۱۴۵۲–

۱۵۱۹) ایدهٔ اولیهٔ بالابردن آب توسط نیروی گریز از مرکز را طرح ریزی کرد ولی فیزیکدان فرانسوی دنیس پاپین (Denis Papin) (۱۶۴۷–۱۷۱۴) اولین کسی بود که پمپ سانتریفوژ را بطور علمی در سال ۱۶۸۷ تشریح نمود. او در سال ۱۷۰۵ پمپی ساخت که دارای یک پروانه با پره و پوسته بود. در آن زمان پمپ های رفت و برگشتی بسیار متداول بودند.

جان اسکیز (John Skeys) در سال ۱۷۸۵ امتیاز اختراع یک پمپ ملخی را بدست آورد. اولین پمپ سانتریفوژ در امریکا توسط کارخانهٔ پمپ سازی ماساچوست ساخته شد. دبلیو–اچ–ان جانسون (W.H.N. Johnson) در سال ۱۸۴۶ اولین پمپ سه طبقه ای را ساخت. در سال ۱۸۴۹ جیمز استوارت وین (James Stuart Gwynne) در انگلستان پمپ چند طبقه را ساخت. در آن زمان جان جورج آپولد (John George Appold) برای این پمپ پره های خمیده به عقب بکار برد. در سال ۱۸۵۰جیمز تامسون (James Thomson) (۱۸۲۲–۱۸۹۲) در انگلستان پره های ثابت راهنما را برای پمپ ها بکار بست. در سال ۱۸۷۵ اوزبرن رینولدز (Osborne Reynolds) با آشنائی به حرکت سیالات پمپی با پروانهٔ افشان ساخت که کارخانهٔ مدر و پلت انگلستان (Mather & Platt) در سال ۱۸۹۳ شروع به تولید این پمپ ها نمود. در سال ۱۸۹۰ برادران سولزر



When the handle is pushed down, the piston rises and forces out air. Water enters the cylinder to replace the air.

Pulling up on the handle lowers the piston through the water. Force closes the inlet valve and opens the outlet valve.

Pushing down on the handle raises the piston, and the water above the piston pours out the spout.

by Arthur Grebetz

(Sulzer) در سوئد پس تحقیقات علمی وسیعی شروع به ساختن چنین پمپی کردند، که در نتیجهٔ آن طراحی پمپ های جریان محوری و جریان مختلط تکامل یافت.

شکل ۱-۱ تلمية دستي

از آن زمان تا کنون انواع مختلف این پمپ ها (که به پمپ های دینامیکی یا جنبشی معروفند) ساخته شده اند واز نظر طرح، جنس قطعات، و دقت ساخت تکامل بسیاری یافته اند. زمان تغییر کرده است ولی پمپ ها هنوز با همان اصول اولیهٔ علمی کار می کنند. امروز اگر پمپ ها نباشند بسیاری از کارها غیر ممکن می شود حتی در بدن انسان پمپ هایی مثل قلب ، مری وجود دارند که غذا را پمپ می کنند پمپ های اولیه از زمان حیوانات ابداع شد نخستین پمپ ها در ایران و مصر باستان برای پمپاژ آب از داخل چاه اختراع شدند . پمپ های مجهز و ماشین های بخار از حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ سال پیش بوده است .

در کشاورزی از پمپ ها در ساختمان تراکتور سمپاش ها آبیاری و زه کشی استفاده می شود . دامنه ی ظرفیت پمپ ها از ا سی سی تا ۶۰۰ لیتر در دقیقه متغیر است .

مقدمه

پمپ :

دستگاهی که از انرژی های مختلف استفاده می کند تا ارتفاع هیدرولیکی ایجاد کندرا پمپ می گویند.

عموما پمپ ها از انرژی مکانیکی استفاده کرده و آن را به ارتفاع هیدرولیکی تبدیل می کند .

عمدتا به پمپ های جامدات نقاله می گویند و به پمپ های سیالات قابل تراکم کمپرسور می گویند .

نکته : آب قابل تراکم نیست ولی هوا قابل تراکم است . فن ها و پنکه هانیز جزء پمپهای سیالات قابل تراکم هستند.

تقسیم بندی پمپ ها

۱- تقسیم بندی بر اساس کاربرد پمپ

الف)- پمپ برای آتش نشانی ب)- پمپ های آبیاری ج)- پمپ های صنایع غذایی

۲ . تقسیم بندی براساس جنس پمپ

الف)- شیشه ای ب)- پلیمری ج)- چدنی د)- سرامیکی ه)-فلزی

۳ . تقسیم بندی براساس سیستم کار پمپ

۱- پمپ دینامیکی ۲- پمپ جابجایی

۱-در انواع پمپ های دینامیکی بر اساس سرعت بخشیدن به مایع و تبدیل این سرعت به ارتفاع هیدرولیکی کار می شود.

پمپ های دینامیکی.که خود به سه دسته تقسیم می شوند . الف)- سانتریفوژ ب)- محوری {افقی – عمودی} ج)- پمپ ها با کاربرد ویژه (مثل لجن کش ها)

۲- در پمپ های جابجایی براساس حبس کردن مقدار مشخصی از سیال و جابجا کردن آنها به سمت ارتفاع هیدرولیکی کار می شود .

انواع پمپ های جابجایی به دو دسته تقسیم می شوند

۱- رفت و برگشتی ۲- دورانی

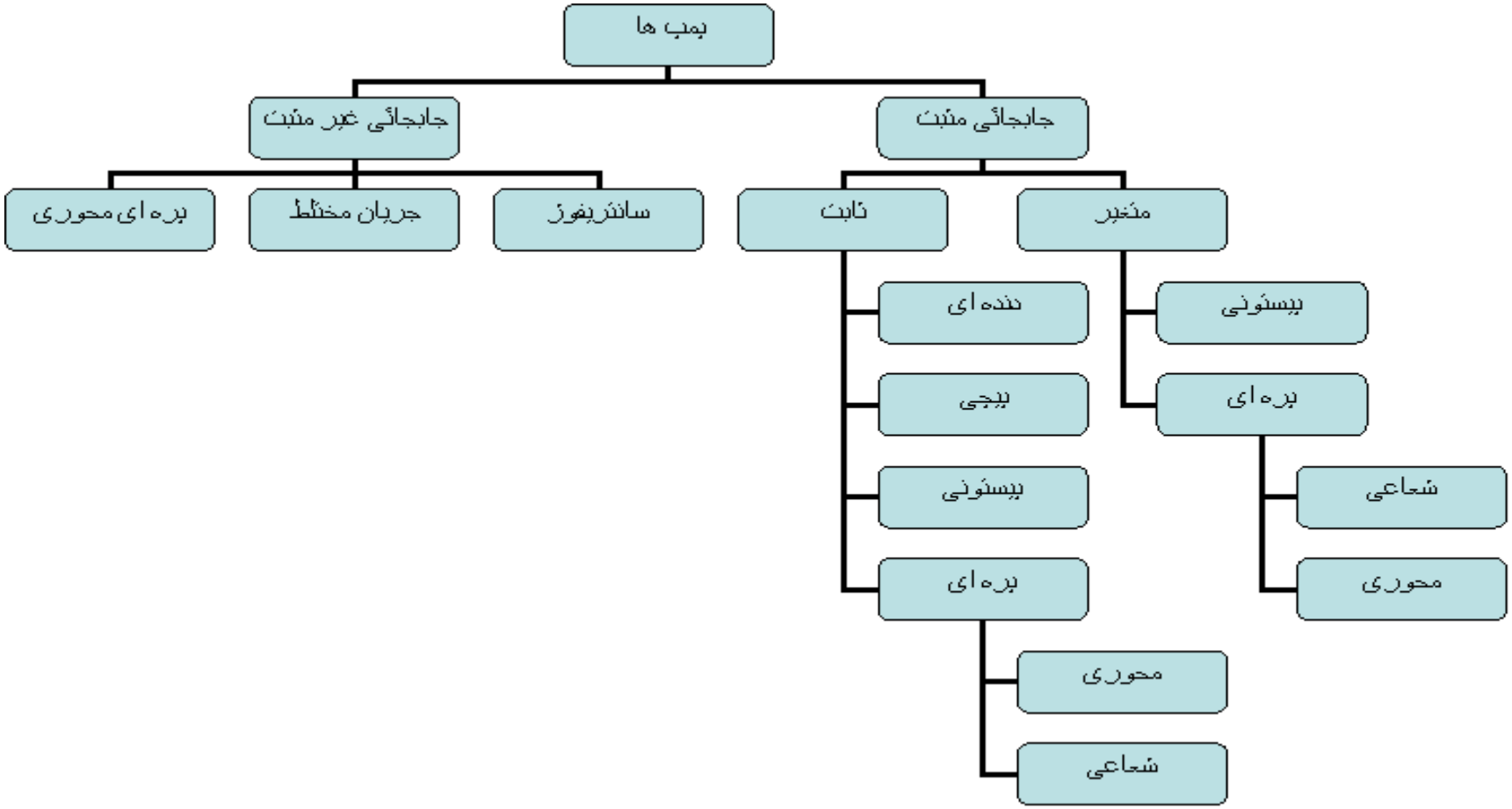
۱. رفت و برگشتی : پیستونی، پلانجری، دیافراگمی

۲. انواع پمپ های دورانی : ۱- تک روتوری ۲- چند روتوری ۳- دو روتوری

- **انواع پمپ های تک رتوری :** ۱- پمپ پیچی ۲- پمپ با پره های رفت و برگشتی ۳- پمپ دورانی لوله ی انعطاف پذیر ۴- پمپ دورانی با پره های انعطاف پذیر ۵- پمپ دورانی با لایه های انعطاف پذیر .

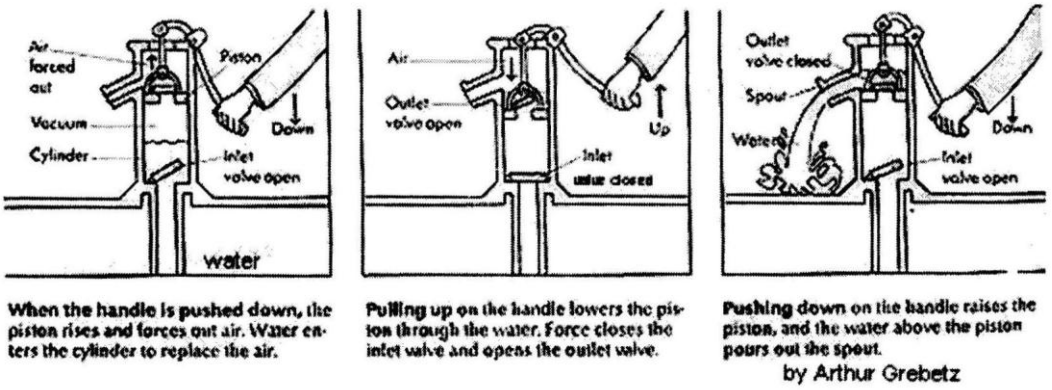
- **انواع پمپ های دورانی دو روتوری** : ۱- چرخدنده ای ۲- پیچی ۳- پمپ دورانی با قسمت لبه ی دوار .

- **انواع پمپ چند روتوری** : پیچی


بمب ها
جابجائی مثبت
جابجائی غیر مثبت
ثابت
متغیر
ضربه ای
بیجی
بیستونی
پره ای
بیستونی
پره ای
شعاعی
محوری
پره ای
محوری
شعاعی
سانتریفوژ
جریان مخلط
پره ای محوری

فصل ۲

انواع پمپ هاوطرز کارآنها



شکل(۱)

پمپ های پیستونی

طرز کار پمپهای پیستونی :

وقتی پیستون به سمت بالا حرکت می کند سوپاپ خروجی بسته و سوپاپ ورودی باز می شود به علت خلأ نسبی در محفظه ی سیلندر فشار هوای بیرون سیال را به سمت سیلندر می راند و وقتی که پیستون به سمت پایین حرکت می کند سوپاپ ورودی بسته و سوپاپ خروجی باز می شود این مکانیزم برای تمام پمپ های رفت و برگشتی کاربرد دارد .

از پمپ های پیستونی برای کشیدن نفت ، آب ، در سمپاش ها، در سوخت رسانی تراکتور و غیره استفاده کرد . به طور کلی در جایی که حجم کم و فشار زیاد مورد نیاز باشد از پمپ های پیستونی استفاده می شود.

توجه شود پمپ هایی که آب رابه کمک خلأ بالا می کشند به شرط عدم اصطکاک و در کنار دریا حداکثر ۱۰/۳ متر آب را بالا می برد . این مقدار شرایطی نظیر مشهد به ۷ الی ۸ متر کاهش می یابد .

پمپ های پیستونی می تواند دو یا چند واحدی باشند یعنی از چند پیستون و سیلندر در آن استفاده شده باشد

.

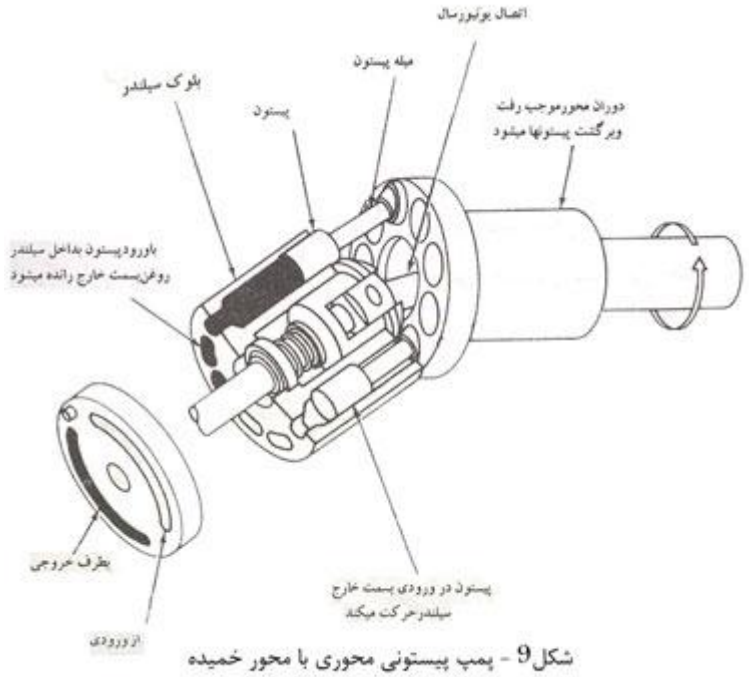
توضیح شکل: هنگامی که پیستون به سمت عقب حرکت می کند سوپاپ ورودی ۱ باز شده و مایع وارد محفظه می شود و در طرف دیگر سوپاپ ورودی ۳ بسته شده و مایع از سوپاپ شماره ی ۴ خارج می شود و هنگامی که پیستون به جلو حرکت می کند سوپاپ ورودی ۳ و سوپاپ خروجی ۴ بسته می شود و طرف دیگر پمپ ورودی ۱ بسته و خروجی ۲ باز می شود و مایع به بیرون رانده می شود.(خاصیت پمپ پیستونی فشار خیلی زیاد و حجم کم) پمپ های پیستونی با دارا بودن بیشترین نسبت توان به وزن، از گرانترین پمپ ها هستند و در صورت آب بندی دقیق پیستون ها می تواند بالا ترین بازدهی را داشته باشند. معمولا جریان در این پمپ ها بدون ضربان بوده و به دلیل عدم وارد آمدن بار جانبی به پیستونها دارای عمر طولانی می باشند، اما به خاطر ساختار پیچیده تعمیر آن مشکل است.

از نظر طراحی پمپ های پیستونی به دو دسته شعاعی و محوری تقسیم می شوند.

انواع پمپهای پیستونی

پمپ های پیستونی محوری با محور خمیده (Axial piston pumps(bent-axis type)) :

در این پمپ ها خط مرکزی بلوک سیلندر نسبت به خط مرکزی محور محرک در موقعیت زاویه ای مشخصی قرار دارد میله پیستون توسط اتصالات کروی (Ball & socket joints)به فلنج محور محرک متصل هستند به طوری که تغییر فاصله بین فلنج محرک و بلوک سیلندر باعث حرکت رفت و برگشت پیستون ها در سیلندر می شود. یک اتصال یونیورسال (Universal link) بلوک سیلندر را به محور محرک متصل می کند.



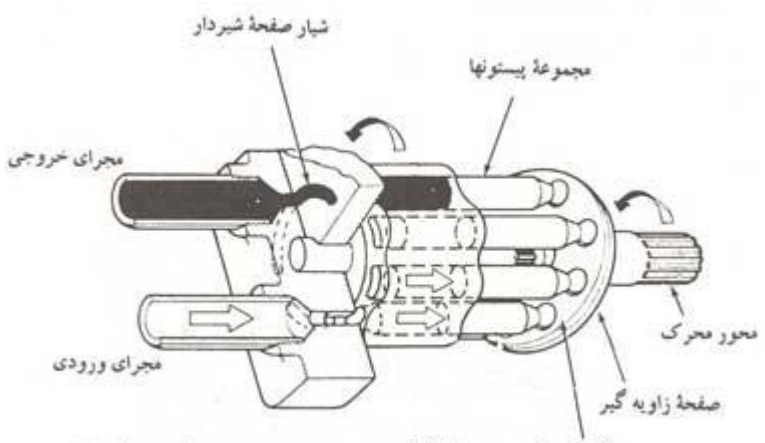
شکل9 - پمپ پیستونی محوری با محور خمیده

میزان خروجی پمپ با تغییر زاویه بین دو محور پمپ قابل تغییر است.در زاویه صفر خروجی وجود ندارد و بیشینه خروجی در زاویه ۳۰ درجه بدست خواهد آمد.

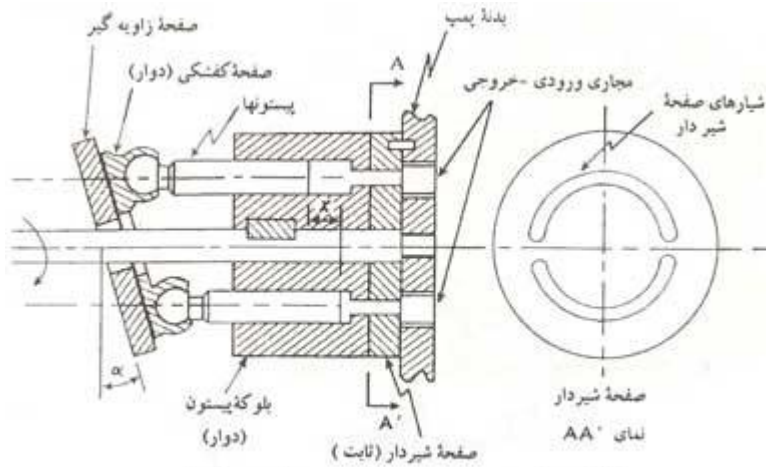
پمپ های پیستونی محوری با صفحه زاویه گیر ((Axial piston pumps(Swash plate) :

در این نوع پمپ ها محوربلوک سیلندر و محور محرک در یک راستا قرار می گیرند و در حین حرکت دورانی به خاطر پیروی از وضعیت صفحه زاویه گیر پیستون ها حرکت رفت و برگشتی انجام خواهند داد ، با این حرکت سیال را از ورودی مکیده و در خروجی پمپ می کنند. این پمپ ها را می توان با خاصیت جابه جایی متغیر نیز طراحی نمود . در

پمپ های با جابه جایی متغییر وضعیت صفحه زاویه گیر توسط مکانیزم های دستی ، سرو کنترل و یا از طریق سیستم جبران کننده تنظیم می شود. حداکثر زاویه صفحه زاویه گیر حدود ۱۷.۵ درجه می باشد.



شکل10 - پمپ پیستونی محوری با صفحه زاویه گیر



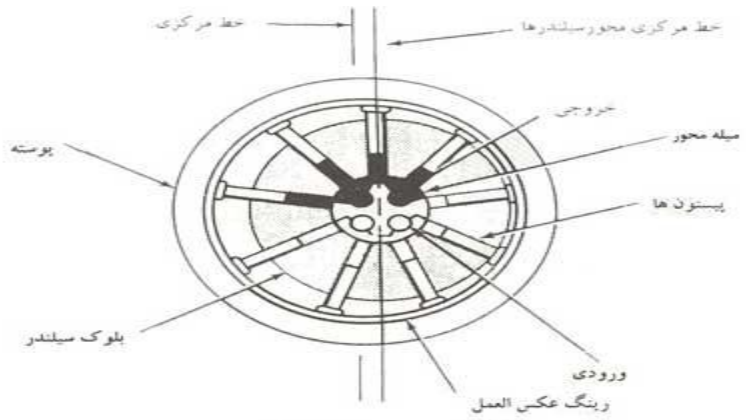
سکل11 - برش محوری از پمپ پیستونی محوری با صفحه زاویه گیر

پمپ های پیستونی شعاعی (Radial piston pumps)

در این نوع پمپ ها ، پیستون ها در امتداد شعاع قرار میگیرند.پیستون ها در نتیجه نیروی گریز از مرکز و فشار سیال پشت آنها همواره با سطح رینگ عکس العمل در تماسند.

برای پمپ نمودن سیال رینگ عکس العمل باید نسبت به محور محرک خروج از مرکز داشته باشد (مانند شکل) در ناحیه ای که پیستون ها از محور روتور فاصله دارند خلا نسبی بوجود آمده در نتیجه مکش انجام میگیرد ، در ادامه دوران روتور، پیستون ها به محور نزدیک شده و سیال موجود در روتور را به خروجی پمپ می کند. در انواع جابه جایی

متغییر این پمپ ها با تغییر میزان خروج از مرکز رینگ عکس العمل نسبت به محور محرک می توان مقدار خروجی سیستم را تغییر داد.



شکل12- پمپ پیستونی شعاعی

- **مزیت پمپ های پیستونی** : فشار زیادی در سیال به وجود می آورد و بهترین پمپ برای گازها است . و همچنین برای سیال های تراکم پذیر هستند .

- **معایب پمپ پیستونی** : ۱-استهلاک زیادی دارد، چون تماس پیستون با سیلندر و سیال دارند.۲-دارای سوپاپ هستند و اگر سیال دارای ذرات معلق باشد استهلاک بیشتر شده و در بعضی موارد دارای گرفتگی می شود . ۳- جریان خروجی این پمپ ها غیز یکنواخت است . (یعنی فشاردر لوله ی خروجی یکنواخت نیست پس اگر پمپ های چند واحدی یا دو طرفه استفاده کنیم یکنواختی بیشتری داریم) ۴- لزوم تبدیل حرکت دورانی موتور به رفت و برگشتی پیستون .

یکنواخت کردن جریان خروجی در پمپ های پیستونی

برای یکنواخت کردن جریان خروجی در پمپ های پیستونی روی لوله ی خروجی کلاهک هوا نصب می کنند .

توضیح شکل : وقتی فشار مایع در لوله خروجی زیاد شود هوای داخل کلاهک فشرده می شود و باعث می شود که مایع بیشتری در کلاهک قرار بگیرد و سطح مایع بالاتر قرار می گیرد وقتی فشار کم می شود هوای فشرده ی کلاهک روی سطح مایع فشار آورده و مقداری مایع را به لوله ی خروجی می فرستد که باعث یکنواختی جریان در لوله ی خروجی می شود .

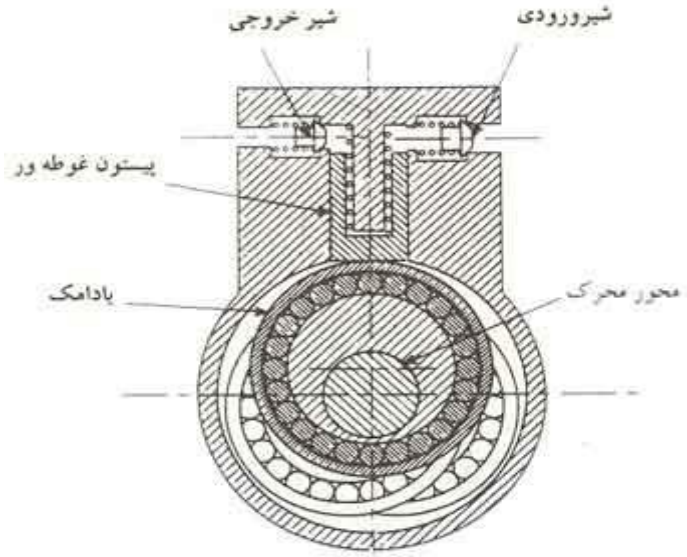
فرم کلاهک هوا در سمپاش ها به شکل یک دیافراگم جدا کننده ی سیال و هوا می باشد و دارای یک سوپاپ در قسمت هوا می باشد تا بتوان فشار هوای کلاهک را تغییر داده و تنظیم نمود . در بعضی موارد ممکن است مکانیزم یکنواخت کردن جریان خروجی به صورت یک سیلندر و پیستون همراه فنر باشد .

پمپهای پلانجری

توضیح شکل : پمپ های پلانجری جز پمپ های رفت و برگشتی محسوب شده و طرز کار آن به شکل زیر می باشد.

با حرکت پلامجر به سمت پائین سوپاپ مکش بسته شده و سوپاپ رانش باز می شود و سیال پمپ می شود. پمپ های پلانچر یا پمپ های پیستونی رفت و برگشتی با ظرفیت بالا در هیدرولیک صنعتی کاربرد دارند. ظرفیت برخی از این پمپ ها به حدود چند صد گالن بر دقیقه می رسد.

پیستون ها در فضای بالای یک محور بادامکی (شامل تعدادی رولربربرینگ خارج ازمرکز)درآرایش خطی قرارگرفته اند. ورود و خروج سیال به سیلندر ها از طریق سوپاپ ها(شیر های یک طرفه) انجام می گیرد.



شکل13 - پمپ پلانجر(برش شعاعی)

تفاوت پمپ پیستونی با پلانجری

در نوع پیستونی یک پیستون داخل سیلندر فیت شده(محکم شده) اما در نوع پلانجری ورود و خروج پلانجر عامل پمپ کردن سیال است . به طورکلی پمپ های پیستونی راندمان بیشتری دارند تلفات کمتر می شود .

پمپهای دیافراگمی

توضیح شکل : پمپ های سوخت خودرو و پمپ های سمپاش عموما از این نوع هستند .

طرز کار : وقتی دیافراگم بالا برود یک خلأ نسبی ایجاد شده و سوپاپ مکش باز می شود و با حرکت دیافراگم به سمت پایین سوپاپ مکش بسته شده و سوپاپ رانش باز می شود و بدین طریق مایع پمپ می شود .

در پمپ مقدماتی بنزین ماشین وقتی بادامک به شیطانک برخورد می کند دیافراگم به سمت پائین کشیده می شود و ایجاد مکش می کند و وقتی بادامک از شیطانک عبور کرد . دیافراگم به سمت بالا رفته و ایجاد رانش می شود . اگر کاسه ی سوخت پر شود و از ورود سوخت جلوگیری کند دیافراگم قادر به رانش نیست و وقتی پائین بیاید در همان جا می ماند و بالا نمی رود در نتیجه شیطانک به صورت هرزکار می کند .

پمپ های دوار

از پمپ های دوار برای انتقال مواد شیمیایی ، مواد فرار ، و اسیدها و بازها در حجم کم عمدتا در آزمایشگاه ها استفاده می شود.که برای این مصارف لوله ها باید انعطاف پذیر باشند چون سیال در این پمپ ها کاملا حبس شده و احتمال آلودگی آن ها خیلی کمتر است .در بعضی از انواع پمپ های دوار رتور یا چرخ دنده علاوه بر حرکت دورانی حرکت خورشیدی نیز دارد .

پمپ های دنده ای Gear Pump

این پمپ ها به دلیل طراحی آسان ، هزینه ساخت پایین و جثه کوچک و جمع و جور در صنعت کاربرد زیادی پیدا کرده اند . ولی از معایب این پمپ ها می توان به کاهش بازده آنها در اثر فرسایش قطعات به دلیل اصطکاک و خوردگی و در نتیجه نشت روغن در قسمت های داخلی آن اشاره کرد. این افت فشار بیشتر در نواحی بین دنده ها و پوسته و بین دنده ها قابل مشاهده است.

پمپ ها ی دنده ای :

۱- دنده خارجی External Gear Pumps

۲- دنده داخلی Internal Gear Pumps

۳- گوشواره ای Lobe Pumps

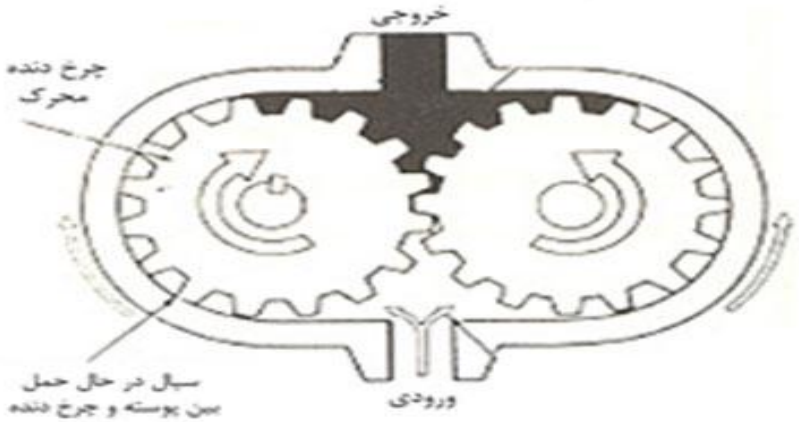
۴- پیچی Screw Pumps

۵- ژیروتور Gerotor Pumps

۱- دنده خارجی External Gear Pumps

در این پمپ ها یکی از چرخ دنده ها به محرک متصل بوده و چرخ دنده دیگر هرزگرد می باشد. با چرخش محور محرک و دور شدن دنده های چرخ دنده ها از هم با ایجاد خلاء نسبی روغن به فضای بین چرخ دنده ها و پوسته کشیده شده و به سمت خروجی رانده می شود.

لقی بین پوسته و دنده ها در اینگونه پمپ ها حدود ((mm ۰.۰۲۵ می باشد.



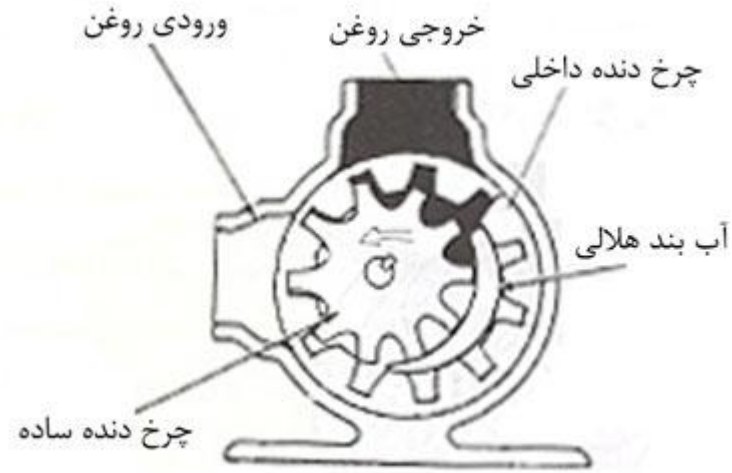
شکل3- عملکرد پمپ های دنده خارجی

افت داخلی جریان به خاطر نشست روغن در فضای موجود بین پوسته و چرخ دنده است که لغزش پمپ (Volumetric efficiency) نام دارد.

با توجه به دور های بالای پمپ که تا ۲۷۰۰ rpm می رسد پمپاژ بسیار سریع انجام می شـود، ایـن مقـدار در پمپ ها ی دنده ای با جابه جایی متغییر می تواند از ۷۵۰ rpm تا ۱۷۵۰ rpm متغییر باشـد. پمـپ هـا ی دنـده ای برای فشارهای تا (کیلوگرم بر سانتی متر مربع ۲۰۰) ۳۰۰۰ psi طراحی شده اند که البته اندازه متداول آن ۱۰۰۰ psi است.

۲– دنده داخلی Internal Gear Pumps

این پمپ ها بیشتر به منظور روغنکاری و تغذیه در فشار های کمتر از ۱۰۰۰ psi اسـتفاده مـی شـود ولـی در انواع چند مرحله ای دسترسی به محدوده ی فشاری در حدود ۴۰۰۰ psi نیز امکان پذیر است. کاهش بازدهی در اثـر سایش در پمپ های دنده ای داخلی بیشتر از پمپ های دنده ای خارجی است.



شکل 4 - ساختمان پمپ چرخدنده داخلی

۳- پمپ های گوشواره ای Lobe Pumps

این پمپ ها از خانواده پمپ های دنده ای هستند که آرامتر و بی صداتر از دیگر پمپ های این خـانواده عمـل می نماید زیرا هر دو دنده آن دارای محرک خارجی بوده و دنده ها با یکدیگر درگیر نمی شوند. امـا بـه خـاطر داشـتن

دندانه های کمتر خروجی ضربان بیشتری دارد ولی جابه جایی حجمی بیشتری نسبت بـه سـایر پمـپ هـای دنـده ای خواهد داشت.

شکل 5 - ساختمان پمپ گوشواره ای

۴- پمپ های پیچی Screw Pumps

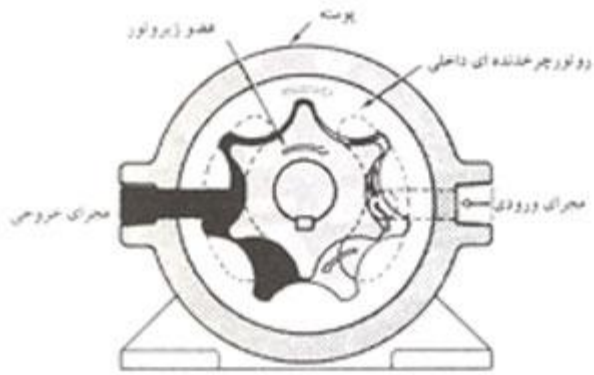
پمپ پیچی یک پمپ دنده ای با جابه جایی مثبت و جریان محوری بوده که در اثـر درگیـری سـه پـیچ دقیـق (سنگ خورده) درون محفظه آب بندی شده جریانی کاملا آرام ، بدون ضربان و با بازده بالا تولید مـی کنـد. دو روتـور هرزگرد به عنوان آب بندهای دوار عمل نموده و باعث رانده شدن سیال در جهت مناسب می شـوند.حرکت آرام بـدون صدا و ارتعاش ، قابلیت کا با انواع سیال ، حداقل نیاز به روغنکاری ، قابلیت پمپاژ امولسیون آب ، روغن و عـدم ایجـاد اغتشاش زیاد در خروجی از مزایای جالب این پمپ می باشد.

۵- پمپ های ژیروتور Gerotor Pumps

عملکرد این پمپها شبیه پمپ های چرخ دنده داخلی است. در این پمپ ها عضو ژیروتور توسط محرک خـارجی به حرکت در می آید و موجب چرخیدن روتور چرخ دندهای درگیر با خود می شود.

در نتیجه این مکانیزم درگیری ، آب بندی بین نواحی پمپاژ تامین می گردد. عضـو ژیروتـور دارای یـک چـرخ دندانه کمتر از روتور چرخ دنده داخلی می باشد.

حجم دندانه کاسته شده ضرب در تعداد چرخ دندانه چرخ دنده محرک ، حجم سیال پمپ شده به ازای هر دور چرخش محور را مشخص می نماید.

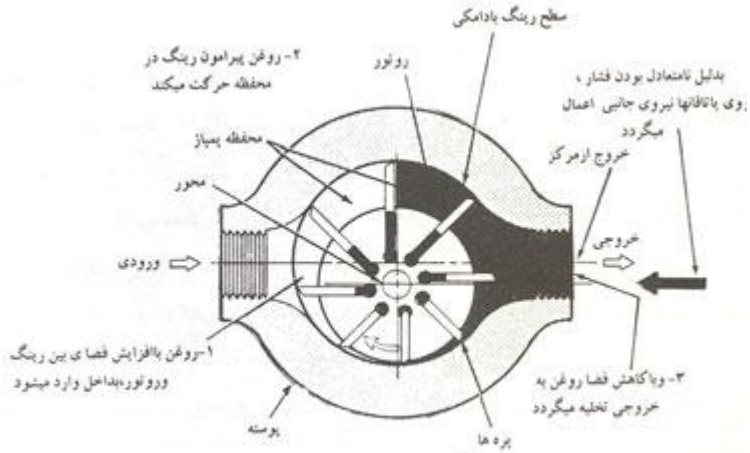


شکل6 - عملکرد پمپ زیروتور

پمپ های پره ای :

به طور کلی پمپ های پره ای به عنوان پمپ های فشار متوسط در صنایع مورد استفاده قرار می گیرند. سرعت آنها معمولا از ۱۲۰۰ rpm تا ۱۷۵۰ rpm بوده و در مواقع خاص تا ۲۴۰۰ rpm نیز میرسد. بازده حجمی این پمپ ها ٪۸۵ تا ٪۹۰ است اما بازده کلی آنها به دلیل نشت های موجود در اطراف روتور پایین است (حدود ٪۷۵ تا ٪۸۰). عمدتا این پمپها آرام و بی سر و صدا کار می کنند ، از مزایای جالب این پمپ ها این است که در صورت بروز اشکال در ساختمان پمپ بدون جدا کردن لوله های ورودی و خروجی قابل تعمیر است.

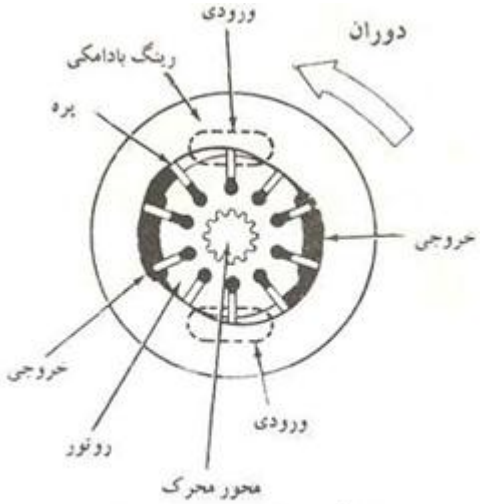
فضای بین روتور و رینگ بادامکی در در نیم دور اول چرخش محور ، افزیش یافته و انبساط حجمی حاصله باعث کاهش فشار و ایجاد مکش می گردد، در نتیجه سیال به طرف مجرای ورودی پمپ جریان می یابد. در نیم دور دوم با کم شدن فضای بین پره ها سیال که در این فضاها قرار دارد با فشار به سمت خروجی رانده می شود. همانطور که در شکل می بینید جریان بوجود آمده به میزان خروج از مرکز(فاصله دو مرکز) محور نسبت به روتور پمپ بستگی دارد و اگر این فاصله به صفر برسد دیگر در خروجی جریانی نخواهیم داشت.



شکل7- عملکرد پمپ پره ای

پمپ های پره ای که قابلیت تنظیم خروج از مرکز را دارند می توانند دبی های حجمی متفاوتی را به سیستم تزریق کنند به این پمپ ها ، جابه جایی متغییر می گویند. به خاطر وجود خروج از مرکز محور از روتور(عدم تقارن) بار جانبی وارد بر یاتاقان ها افزایش می یابد و در فشار های بالا ایجاد مشکل می کند.

برای رفع این مشکل از پمپ های پره ای متقارن (بالانس) استفاده می کنند. شکل بیضوی پوسته در این پمپ ها باعث می شود که مجاری ورودی و خروجی نظیر به نظیر رو به روی هم قرار گیرند و تعادل هیدرولیکی برقرار گردد. با این ترفند بار جانبی وارد بر یاتاقان ها کاهش یافته اما عدم قابلیت تغییر در جابه جایی از معایب این پمپ ها به شمار می آید .(چون خروج از مرکز وجود نخواهد داشت)



شکل8 - عملکرد پمپ پره ای بالانس

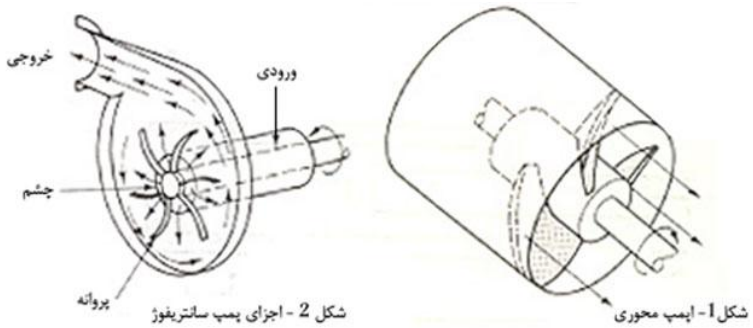
حداکثر فشار قابل دستیابی در پمپ های پره ای حدود ۳۰۰۰ psi است.

پمپ سانتریفوژ

پمپ هایی که سیال را از قسمت مرکزی گرفته و با نیروی گریز از مرکز که در اثر چرخش پروانه به وجود می آید به سیال سرعت می دهد و این سرعت در انتهای پره ها و در محیط محفظه ی پمپ به ارتفاع هیدرولیکی تبدیل می شود و باعث انتقال سیال به مجرای خروجی پمپ و در نهایت به نقطه ی مورد نظر پمپ می شود در اثر چرخش پروانه در قسمت زیر پروانه مکش و در قسمت بالای پروانه فشار ایجاد می شود.

اجزای پمپ های دینامیکی

پمپ ها با جا به جایی غیر مثبت : توانایی مقاومت در فشار های بالا را ندارند و به ندرت در صنعت هیـدرولیک مورد استفاده قرار می گیرند و معمولا به عنوان انتقال اولیه سیال از نقطه ای به نقطه دیگر بکار گرفته می شوند. بطور کلی این پمپ ها برای سیستم های فشار پایین و جریان بالا که حداکثر ظرفیت فشاری آنها به ۲۵۰psi تا ۳۰۰۰si محدود می گردد مناسب است. پمپ های گریز از مرکز (سانتریفوژ) و محوری نمونه کاربردی پمپ های بـا جابجـایی غیر مثبت می باشد.



شکل 2 - اجزای پمپ سانتریفوژ

شکل1- ایمپ محوری

پمپ های دینامیکی انرژی مکانیکی موتور را با شتاب دادن به سیالات توسط پروانه ی پمپ به انرژی جنبشی تبدیل می کند پمپ های دینامیکی که به طور کلی به نام پمپ های سانتریفوژ شناخته می شوند شامل پمپ های جریان شعاعی (سانتریفوژ) جریان محوری (توربین) و پمپ های جریان مختلط می باشند .

پمپ های دینامیکی دارای دو قسمت اصلی هستند : یک پروانه و یک پوسته : پروانه که تنها قسمت متحرک پمپ است به شافت موتور وصل می شود و با آن می چرخد . پروانه معمولا از جنس های مختلفی مانند چدن ، فولاد ضد زنگ ، برنز و پلاستیک ساخته می شود .

پوسته پروانه را در خود جای می دهد و سیال شتاب گرفته را در آن جمع کرده و به جریان آن جهت می دهد سیال از طریق دهانه ی ورودی به مرکز پمپ وارد می شود و پس از شتاب گرفتن درآن از طریق داهنه ی خروجی خارج می گردد . با دور شدن مایع از ناحیه مرکزی پروانه یک خلأ نسبی در آن ناحیه پدید آمده و مکش در آنجا به وجود می آید فشار هوای بیرون و نیروی دور کننده ی مایع از ناحیه ی چشمی باعث پدید آمدن مکش در مرکز پروانه می شود .

مقدار انرژی منتقل شده به سیال بستگی به **۱- قطر پروانه ، ۲- تعداد پره ها ، ۳- اندازه ی چشمی پروانه و۴- سرعت چرخش آن بستگی دارد .**

چنانکه گفته شد انرژی منتقل شده به سیال از نوع جنبشی است پس پمپ فشار تولید می کند . بلکه به سیال سرعت می دهد تا جریان یابد هرگاه مقاومتی برای کند کردن سرعت سیال در مسیر جریان وجود داشته باشد طبق قانون پرنولی در آن فشار تولید می شود مثلا اگر شیر خروجی پمپ کاملا بسته شود همه ی انرژی جنبشی مایع به انرژی پتانسیل تبدیل شده فشار حداکثر در آن به وجود خواهد آمد .

اجزای تکمیلی پمپ های دینامیکی

تعداد قطعات پمپ های امروزی از چند قطعه تغییر می کند.

ضروری ترین قطعات مکانیکی یک پمپ عبارتند از : **۱- حلقه ی سایشی ۲-کاسه نمدی ۳- طوقه ی خنک کاری ۴- آب بند های مکانیکی**

۱. **حلقه ی سایشی** : در نقطه ای که پروانه و پوسته تقریبا در ت ماس با هم قرار دارند در اثر نشست مایع از بین آنها و به علل دیگر اتفاق می افتد . هر چه سایش بیشتر باشد لقی بیشتر و در نتیجه نشتی افزایش می یابد . برای اینکه نگهداری و تعمیر پمپ به حداقل برسد در اکثر پمپ های سانتریفوژ حلقه ی سایشی پیش بینی می کنند . حلقه ی سایشی قابل تعویض بوده و هم روی پروانه و هم روی پوسته در مقابل هم نصب می شوند .

۲. کاسه نمد : در پمپ های شافتی که پروانه را به حرکت در می آورد از بیرون به ناحیه ی پر فشار داخل پوسته وارد می شود . در محل ورود شافت به داخل پوسته از نشت مایع به خارج باید جلوگیری شود یکی از ساده ترین روش های آب بندی شافت به کار بردن کاسه نمد است . سرعت چرخش زیاد شافت باعث تولید حرارت در حلقه های کاسه نمد می شود اکثر کاسه نمد به طور مناسبی روانکاری و خنک کاری نشود حرارت تولید شده و ممکن است به کاسه نمد شافت و احتمالا یاتاقان های پمپ آسیب برساند برای جلوگیری از این خطر معمولا محفظه ی کاسه نمد طوری طراحی می شود که همیشه مقدار کمی مایع از داخل به بیرون نشت کند و روانکاری و خنک کاری کاسه نمد را انجام دهد .

۳. **طوقه ی خنک کاری** : عبارت است از یک حلقه توخالی که در میانه ی طولی کاسه نمد قرار می گیرد در مایع خنک کننده را از دهانه ی خروجی پمپ دریافت کرده و به طور یکنواخت به اطراف شافت توزیع می کند .

۴. **آب بندهای مکانیکی** : در برخی موارد کاسه نمدها برای آب بندی پمپ کفایت نمی کنند در این موارد از آب بندهای ممکانیکی استفاده می شود .

آب بندهای مکانیکی عبارتند از :

دیسک های صیقلی و شافی که به صورت زوج یکی روی شافت و دیگری روی پوسته وصل شده و در مقابل هم قرار می گیرند .

اجزای تکمیلی پوسته ی پمپ ها

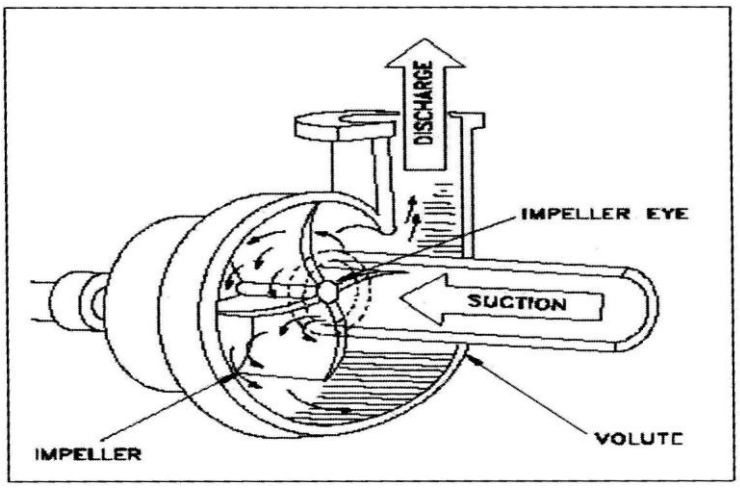
پوسته ی پمپ محفظه ای است که در آن سیال خارج شده از پروانه جمع آوری می شود انرژی جنبشی آن به انرژی پتانسیل تبدیل می گردد و به آن جریان داده می شود .

پوسته ی پمپ ها معمولا به صورت یک تکه یا چند تکه ای طراحی و به روش ریخته گری ساخته می شوند در پوسته ی یکپارچه تمامی پوسته از یک تکه تشکیل می یابد . ولی پوسته های چنتد تکه ای از دو یا چند قطعه جداگانه ساخته می شوند که به وسیله ی پیچ و مهره به هم اتصال می یابند .

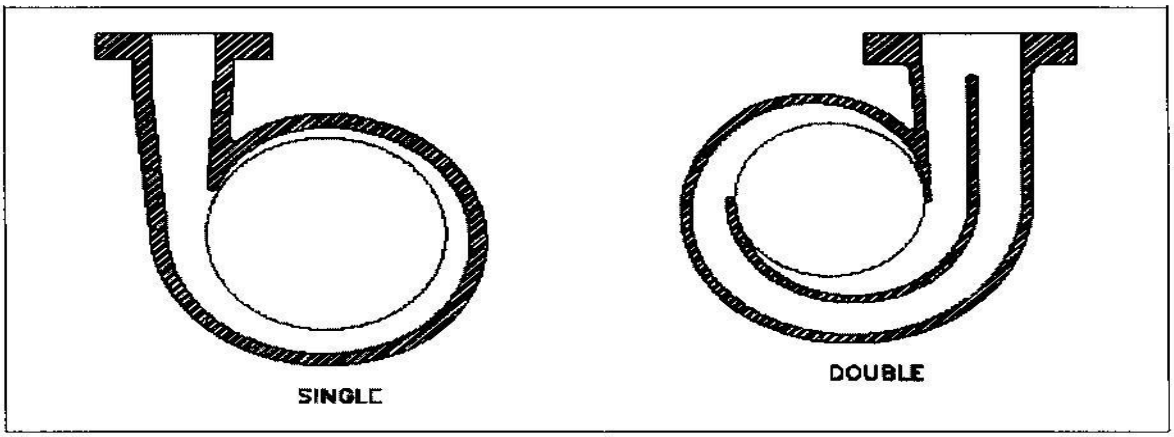
پوسته معمولا یا حلزونی اند یا افشان اند (دایره ای)

-پوسته ی حلزونی

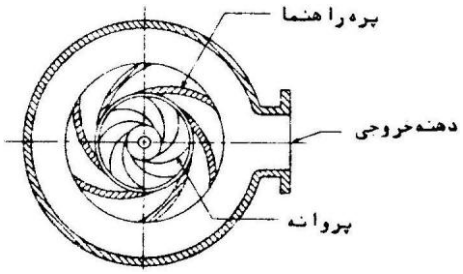
کانالی است به شکل منحنی که سطح مقطع آن به طرف دهانه ی خروجی به تدریج افزایش می یابد پوسته مایع را از پره ها دریافت می کند و به تدریج از سرعت آن کاسته و فشار آن را افزایش می دهد . پوسته ی حلزونی هد



بالایی تولید می کند و در پمپ های با جریان شعاعی به کار می رود .



پوسته ی حلزونی ممکن است یک کاناله یا دو کاناله ساخته شود در پوسته ی دو کاناله هر یک از کانال ها در هر لحظه آب پرتابی ۱۸۰ از پروانه را دریافت می کنند پوسته ی دوکاناله نیروهای شعاعی وارد به شافت و یاتاقان را که از عدم یکنواختی فشار در اطراف پروانه ناشی می شود کاهش می دهد .



- پوسته ی افشان (دایره ای)

در پمپ های سانتریفوژ افشان پره های ثابتی پیرامون پروانه را احاطه می کنند و انرژی جنبشی مایع را به انرژی فشاری تبدیل می کنند در پوسته ی افشان مشکل نیروهای شعاعی خم کننده ی شافت وجود ندارد و تبدیل سرعت به فشار مثر تراز پوسته ی حلزونی است دهانه ورودی و خروجی پمپ ها در پوسته ایجاد می شوند که معمولا به یکی از روش های زیر خارج می شوند .

۱. ورودی انتهایی/ خروجی بالا : دهانه ی ورودی موازی با شافت و دهانه ی خروجی عمود بر شافت .

۲. ورودی بالا /خروجی بالا : هر دو دهانه عمود بر شافت هستند این پمپ همیشه به صورت دو تکه با برش شعاعی ساخته می شود .

۳. ورودی جانبی/ خروجی جانبی : هر دو دهانه عمود بر شافت هستند این پمپ ممکن است با برش شعاعی یا محوری باشد .

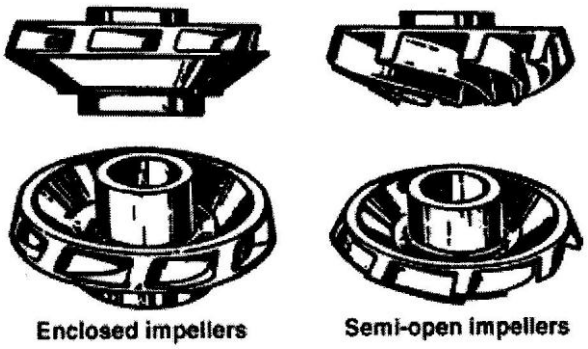
پمپ های جریان شعاعی (سانتریفوژ واقعی) : شکل و اندازه ی پره ها پروانه نوع پمپ دینامیکی را تعیین می کند ساده ترین پروانه ی پمپ شعاعی از بارورهای تخت و مسطحی که در امتداد محور به طور شعاعی به شافت نصب می شود مایع جلوی پره در امتداد شهنای پره وارد و در امتداد طولی یا شعاعی از آن خارج می شود این نوع پروانه در

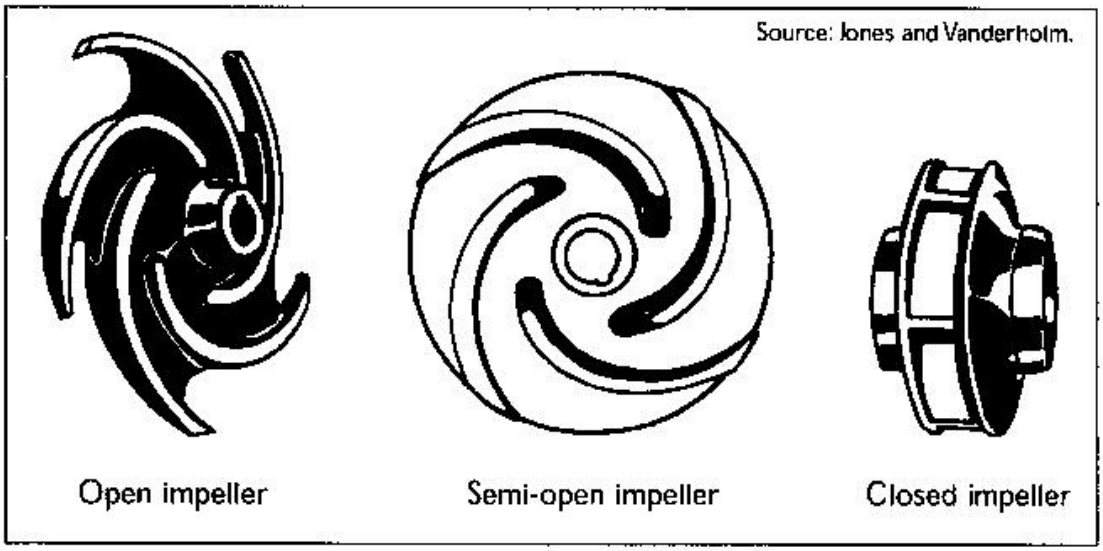
جریان آرام تقریبا و یسکوزیته (گرداننده) سیال حساس نسبت این نوع پروانه دارای راندمان کم می باشد و عموما برای همزن ها و پمپ های کوچک و ارزان استفاده می شود .

پروانه ی مورب :

در آن پره ها مسطح نسبت با شعاع به صورت اریب یا خارج از مرکز نصب شده اند .

ضمن حرکت پروانه در پشت پره های مسطح خلأ حاصل می شود به طوری که در سرعت های زیاد ممکن است افت فشار حاصله باعث ایجاد گاریتاسیون می گردد . این نوع پروانه نیز دارای راندمان کم می باشد در این پروانه ها نیز جریان به صورت شعاعی است و هر چه تعداد پره ها زیادتر باشد کنترل جهت حرکت سیال بیشتر و در نتیجه اتلافات ناشی از تلاطم و چرخش بین آنها کمتر خواهد بود .





انواع پروانه هادر پمپ سانتریفوژ

۱. پروانه های باز ۲. نیمه باز ۳. بسته

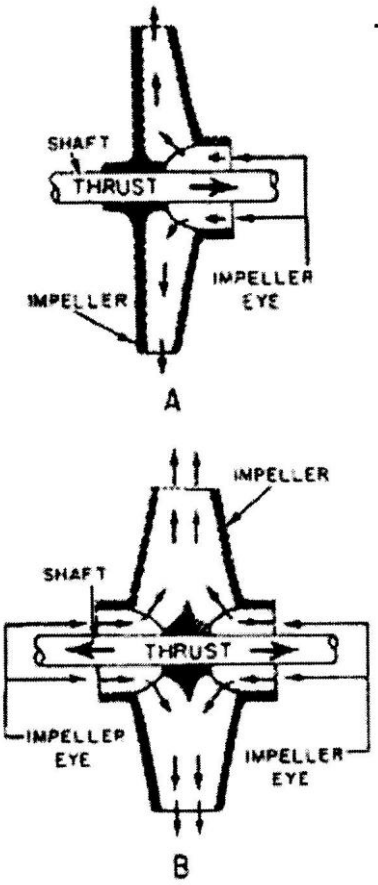
۱. **پروانه های باز** : عبارت است از چند پره ی خمیده که بدون لفاف به شافت وصل شده اند این نوع پروانه ها در همزن ها و پمپ هایی که برای پمپاژ مایعات مخلوط با جامد مانند پمپ های فاضلاب و لجن کش ها مناسب هستند .

۲. **پروانه ی نیمه باز** : از یک طرف بوسیله ی یک صفحه بسته شده است . این پروانه ها برای پمپ های سیالات لزج مانند خمیر کاغذ ، محلول شکر و غیره مناسب می باشد .

۳. **پروانه ی بسته** : از دو طرف به وسیله ی صفحه هایی بسته شده است و اغلب در پمپ های سانتریفوژ مورد استفاده واقع می شوند که برای انتقال سیالات رقیق مانند آب معمولی روغن های گرم و مواد شیمیایی مناسب می باشد .

پمپ های سانتریفوژ چندطبقه

طراحی و ساخت یک پمپ یک طبقه ای که بتواند فشاری بیش از bar ۱۰ تولید کند، مشکل و گران است.



روش اقتصادی تر برای تولید فشارهای بالا در یک پمپ سانتریفوژ بکار بردن چند پروانه در روی یک شافت و استفاده از یک پوسته است. یک پمپ چهار طبقه کانال های داخلی پوسته خروجی یک طبقه را به ورودی طبقهٔ بعدی هدایت می کنند. آب از طرف بالا و چپ پمپ وارد شده و به ترتیب از هر چهار پروانه می گذرد و به طرف راست جریان می یابد. این پمپ ها را پمپ های چندطبقه می گویند. پمپ های چندطبقهٔ جریان شعاعی معمولا بصورت افقی نصب می شوند.

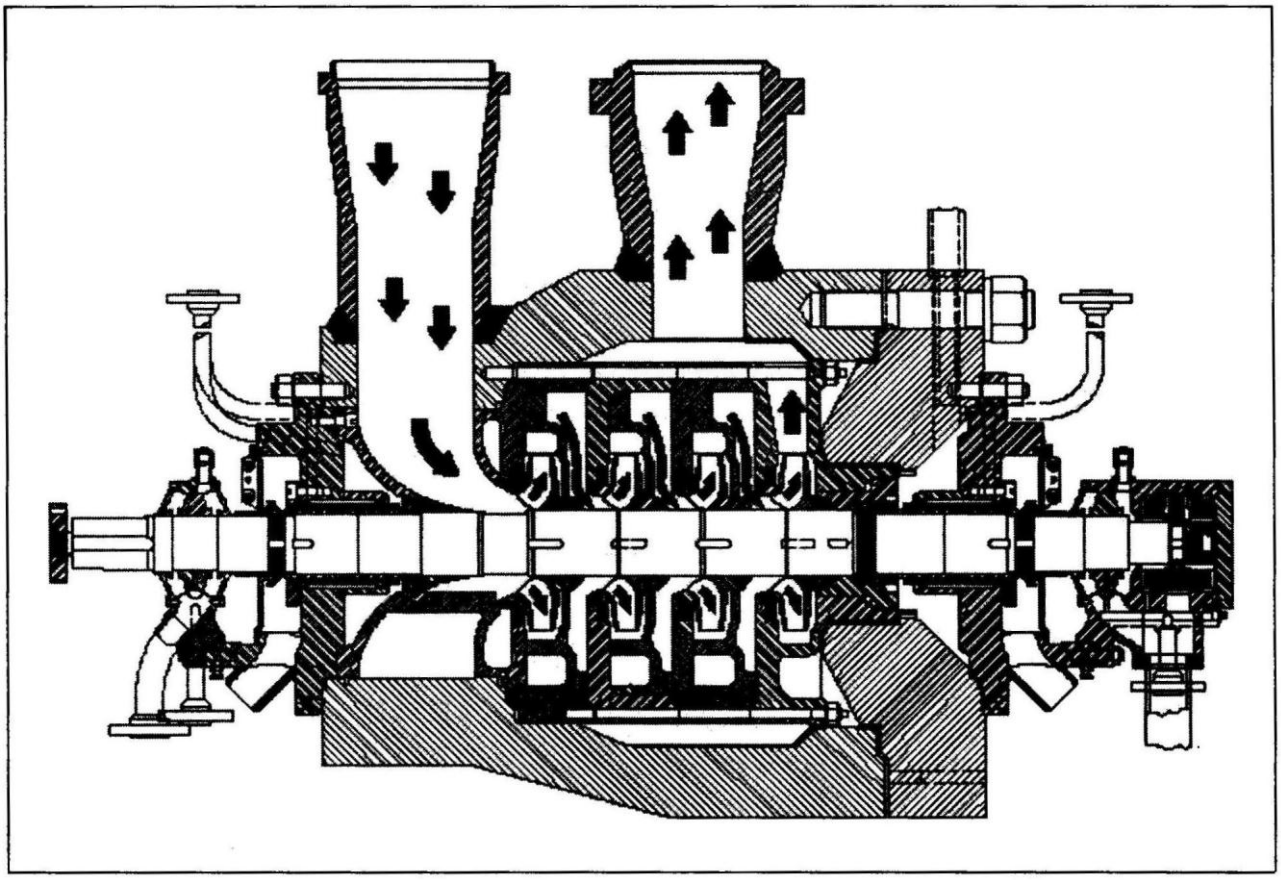
پمپ های جریان مختلط

پروانهٔ پمپ های مختلط اساسا از بهبود طرح پروانهٔ پمپ های جریان شعاعی حاصل شده است. در شکل زیر یک پروانهٔ سادهٔ جریان مختلط نشان داده شده است، که در آن پره های مسطح تحت زاویهٔ معینی بین 25° تا 45° نسبت به محور طولی شافت وصل می شوند. بسته به زاویهٔ پره ها، خروجی مایع از پره ها بخشی در امتداد شعاعی (طولی پره) و بخشی در امتداد محور شافت صورت می گیرد. هرچه طول پره بیشتر باشد سهم جریان شعاعی بیشتر و سهم جریان محوری کمتر خواهد بود.

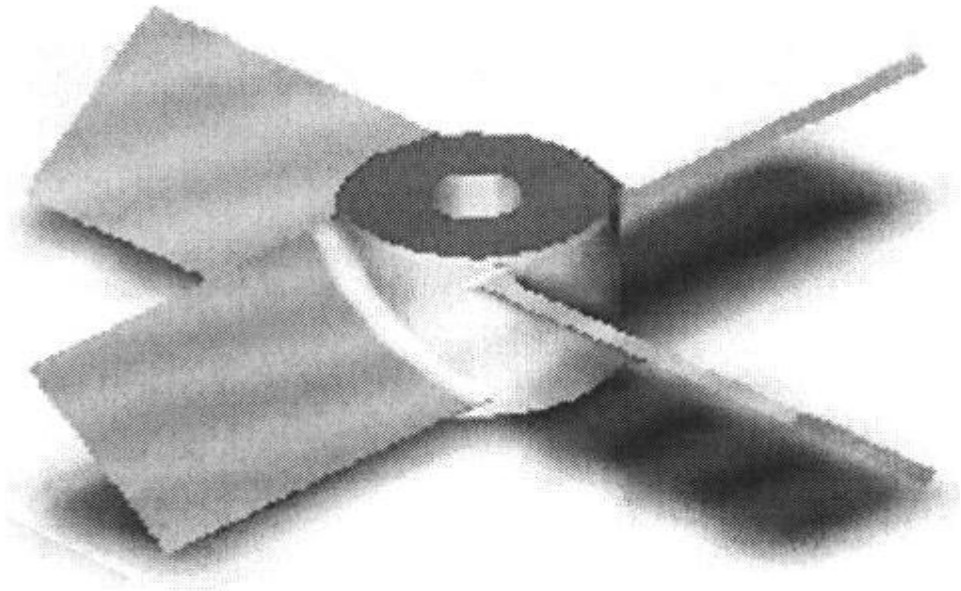
پروانهٔ یک پمپ جریان مختط در شکل زیر نشان داده شده است. ضمن عبور سیال از پروانهٔ پمپ، پره های پروانه سیال را از محور شافت به طرف بیرون با زاویه ای بزرگتر از 90° می رانند.

پروانه های جریان مختلط نسبت به پروانه های جریان شعاعی حساسیت بیشتری به ویسکوزیته (گرانروی) سیال دارند ول می توان آن ها را برای مایعاتی تا ویسکوزیتهٔ ۵۰.۰۰۰ سانتی پوآز به راحتی بکار برد.

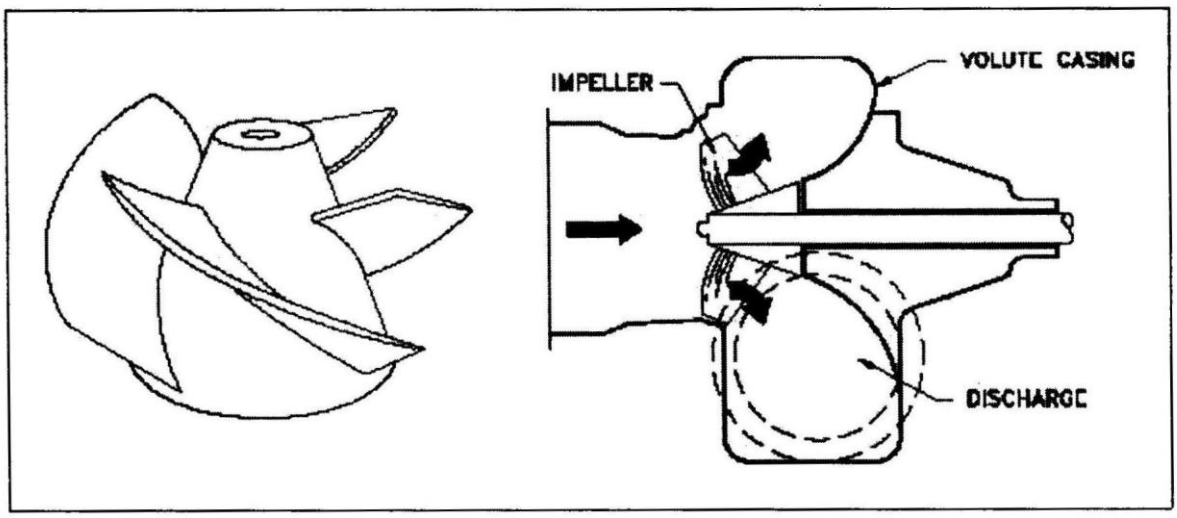
پروانه های جریان مختلط اغلب در پمپ های توربینی چاه های عمیق و پمپ های شناور بکار می روند.



پمپ چهارطبقه جریان شعاعی



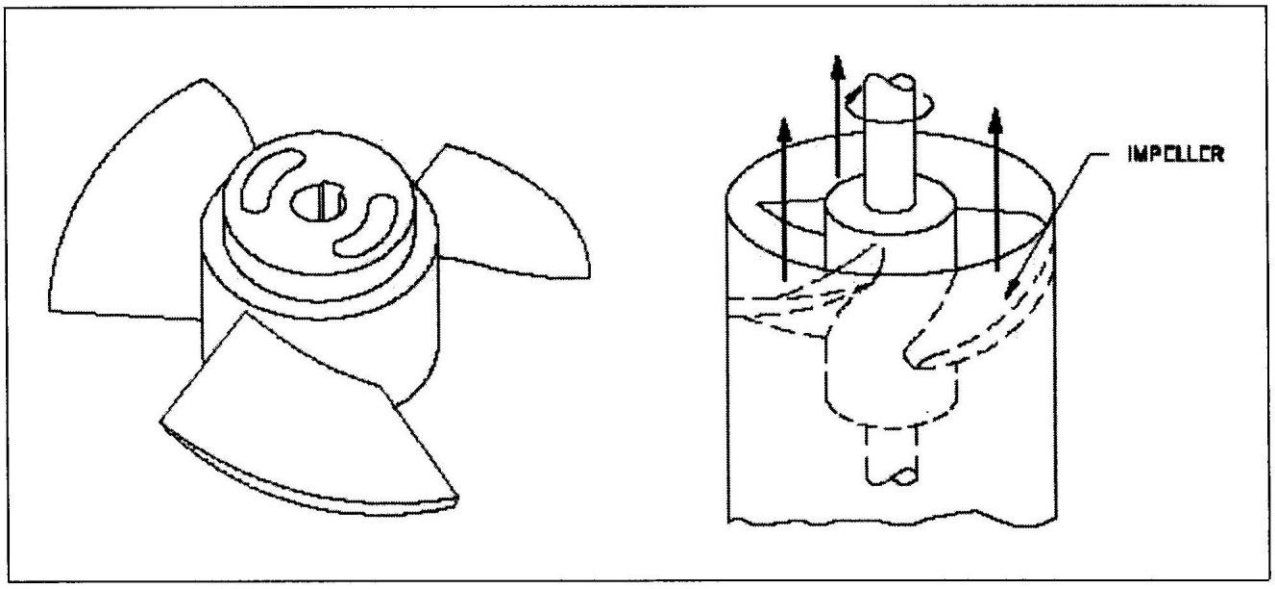
ساده ترین پروانهٔ پمپ جریان مختلط



پروانهٔ پمپ های جریان مختلط

پمپ های جریان محوری

با تغییر زاویه همراه با کاهش طول پره های پروانهٔ پمپ های جریان مختلط به تدریج از جریـان شـعاعی بـه جریان مختلط و سپس به جریان محوری می توان دست یافت. در پمپ های جریان محوری پروانه سیال را در جهتـی موازی محور پمپ می راند. پمپ های محوری گاهی بنام پمپ های ملخی شناخته می شوند، زیرا همانند ملخی یـک قایق عمل می کنند. پروانه و جهت جریان سیال در آن در شکل زیر نشان داده شده است. پروانه های جریان محوری در پمپ های با ظرفیت زیاد ولی هد کم کاربرد دارند.



پروانهٔ پمپ های جریان محوری

پمپ های قائم

پمپ های قائم به پمپ هائی گفته می شود که شافت آن ها به طور قائم نصب شده باشد. این پمپ ها دارای قطر محدودی بوده و معمولا برای کشیدن آب از زیر زمین مورد استفاده قرار می گیرند.

همهٔ پمپ های قائم دارای ویژگی های مشترک زیر هستند:

۱- همهٔ پمپ های قائم دارای یک یا چند طبقه یا کاسه (دیفیوزر) هستند.

۲- همهٔ پمپ های قائم دارای یکی از چهار نوع پروانهٔ زیر هستند:

- پروانهٔ جریان شعاعی
- پروانهٔ جریان شعاعی اصلاح شده (پمپ های توربینی)

پروانهٔ شعاعی اصلاح شده پروانه ای است که در آن سیال به چشمی پروانه وارد و در جهت نیمه شعاعی تحت زاویهٔ 60° تا 70° نسبت به محور شافت از آن خارج می گردد.

- پروانهٔ جریان مختلط
- پروانهٔ جریان محوری (پمپ های ملخی)

۳- اغلب پمپ های قائم مخصوصا با پروانه های شعاعی و شعاعی اصلاح شده، با بستن کاسه ها بهم بوسیلهٔ رزوه یا پیچ و مهره، چند طبقه ساخته می شوند.

۴- مجموعهٔ کاسه ها معمولا به لوله ای بنام لولهٔ کالمن آویزان می شوند. لولهٔ کالمن وظیفهٔ انتقال آب از دهانهٔ خروجی کاسه ها به دهانهٔ خروجی سر تخلیه را نیز به عهده دارد.

۵- موتور محرک به یکی از شیوه های زیر به پمپ ارتباط می یابد:

- در سر تخلیه پمپ به شافت سرتاسری مستقیما وصل می شود.
- به پایین یا بالای مجموعهٔ کاسه ها مستقیما وصل می شود (پمپ های شناور).
- موتور الکتریکی یا دیزل در یک سطح نصب شده و انتقال حرکت توسط جعبه دنده یا تسمه به شافت پمپ منتقل می گردد.

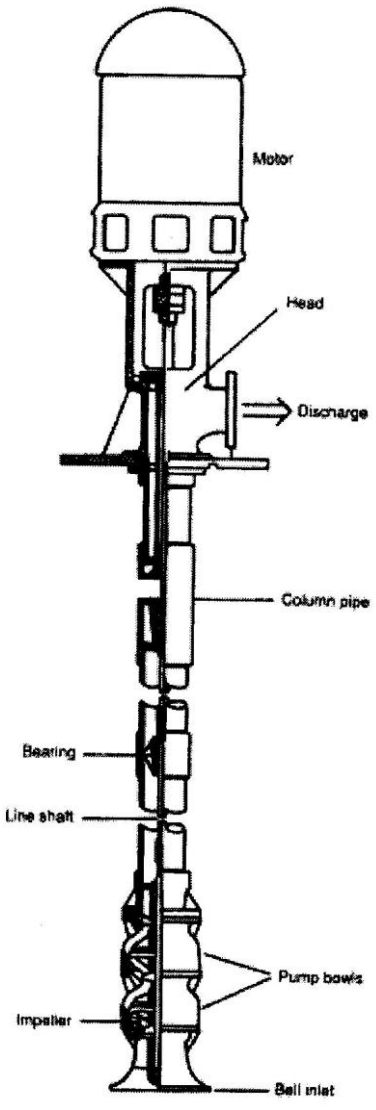
پمپ های توربینی چاه عمیق.

پمپ های توربینی چاه عمیق اگر چه در سیستم های آب رسانی آب های سطحی هم کار برد دارند، در چاه های عمیق دیوارچینی شده یا مکان هائی که سطح آب از مقدار عملی مکش پمپ های سانتریفوژ پائین تر است مصرف بیشتری دارند. چون دهانهٔ ورودی این پمپ ها همواره زیر آب قرار دارد برعکس پمپ های سانتریفوژ هواگیری

آن ها مشکل خاصی محسوب نمی شود. راندمان پمپ های توربینی قابل مقایسه با راندمان پمپ های سانتریفوژ و گاهی بهتر از آن ها است. این پمپ ها معمولا گرانتر از پمپ های سانتریفوژ بوده و بازرسی و تعمیر آن ها مشکل تر است.

پمپ های توربینی، چنانکه در شکل زیر ملاحظه می شود، دارای سه قسمت اصلی می باشند: ۱- مجموعهٔ سر تخلیه ۲- مجموعهٔ شافت و لولهٔ کالمن و ۳- مجموعهٔ کاسه ها (طبقات) پمپ. سر تخلیه معمولا از چدن ساخته شده و طوری طراحی می گردد که روی فونداسیون نصب شود. سر تخلیه مجموعهٔ شافت و لولهٔ کالمن و طبقات پمپ را بطور آویزان نگهمیدارد و یک لولهٔ خروجی را در خود جای می دهد. افزون بر آن، موتور الکتریکی یا جعبه دنده یا پولی هم به روی سر تخلیه نصب می شود.

مجموعهٔ شافت و لولهٔ کالمن ارتباط بین سر تخلیه و طبقات پمپ را فراهم می آورند. یک شافت سرتاسری حرکت را از موتور به پروانه های پمپ منتقل می کند و لولهٔ کالمن آب را به سطح زمین می آورد. روانکاری یاتاقان های شافت ممکن است توسط آب یا بوسیلهٔ روغن انجام گیرد.



شافت روانکاری شونده با روغن در داخل لولهٔ مسدودی قرار می گیرد تا آب منتقل شده به روغن آلوده نگردد. شافت روانکاری شونده با آب یک شافت باز و خیس آب است. اگر احتمال پمپاژ شن و ماسه همراه با آب وجود داشته باشد، بهنر است یاتاقان های شافت با روغن روانکاری شوند تا از نفوذ شن و ماسه به داخل یاتاقان ها جلوگیری گردد. اگر آب برای مصارف شهری و آشامیدنی مورد استفاده قرار می گیرد، باید عاری از روغن باشد و بهتر است روانکاری با آب انجام گیرد.

یاتاقان های را معمولا برای شافت های روانکاری شونده با آب در سرعت های کمتر از ۲.۲۰۰ rpm به فاصله های ۳ متری از هم و با سرعت های بیشتر به فاصله های ۱/۵ متری از هم نصب می کنند.

یاتاقان های شافت های روانکاری شونده با روغن را معمولا به فاصله های ۱/۵ متری از هم در نظر می گیرند.

هر کاسه یک پروانه را در خود جای داده و به عنوان یک طبقهٔ پمپ را تشکیل می دهد. به خاطر قطر محـدود کاسه ها، هر پروانه مقدار محدودی هد (ارتفاع بالابری) تولید می کند. بدین دلیل، برای افزایش هد کلی پمپ تعدادی از کاسه ها را به ترتیب روی هم سوار می کنند و پمپ ها را بصورت چند طبقه می سازند.

پروانه های پمپ های توربینی، مطابق شکل ، ممکن است از نوع باز یا بسته باشند. پره های پروانهٔ نیمه باز به طرف پائین قرار داده می شوند، که با تلرانس اندکی نسبت به انتهای کاسهٔ پمپ می چرخند. تلرانس کـار بسـیار مهـم است و باید در پمپ های نو تنظیم شود. در دورهٔ راه اندازی اولیه پس از حدود ۱۰۰ ساعت کار، فاصلهٔ تلـرانس پروانـه باید بازرسی و از نو تنظیم گردد. پس از راه اندازی اولیه، هر سه تا پنج سال این بازرسی و تنظـیم بایـد مجـددا انجـام گیرد. اگر تنظیم فاصلهٔ پره ها نامناسب باشد هر دو نوع پروانهٔ مذکور نامناسب کار خواهند کرد. اگـر پـره هـای پروانـه های نیمه باز خیلی پائین نصب شوند، با انتهای ته کاسه ساییده و خورده می شوند. هرچند که تنظیم پروانه های بسته نیز مهم است ولی مانند پروانه های نیمه باز حیاتی نمی باشد. تنظیم پروانه ها بوسیلهٔ شـل و سـفت کـردن پیچـی در بالای سر تخلیه پمپ انجام می شود.

روش های کاهش اثر نیروی پیش رانه ی محوری

نیروی پیش رانه ی محوری در پمپ های افقی در اثر اختلاف فشار بین دو طرف پروانه ظاهر می شود ولی در پمپ های قائم نیروهای مختلفی در امتداد محور وارد می شود .

روش های موازنه در پمپ های افقی

الف) ایجاد سوراخ در پروانه : در پمپ های یکطرفه با ایجاد سوراخ هایی در پروانه و نصب دورینگ اهنی در طرفین می توان تقریبا تعادلی بین فشارهای دو طرف پروانه برقرار ساخت . در پمپ های بزرگ به جای ایجاد سوراخ روی پروانه طرف رانش پمپ را به طرف مکش ارتباط می دهند .

ب) دستگاه های موازنه ی هیدرولیکی: این دستگاه ها ممکن است به یکی از سه صورت : پیستون موازنه ، دیسک موازنه و یا ترکیبی از روش فوق باشد .

منحنی های مشخصهٔ پمپ ها

ظرفیت آب دهی پمپ

ظرفیت آب دهی (دبی) پمپ عبارت است از حجمی از مایع که در واحد زمان توسط پمپ تا نقطهٔ معینی انتقال می یابد. ظرفیت آب دهی پمپ معمولا بر حسب متر مکعب در ساعت (m۳/hr) یا گالن بر دقیقه (gpm) اندازه گیری می شود. ظرفیت آب دهی پمپ معمولا با ایجاد تغییراتی در سیستم مصرفی تغییر می کند.

ظرفیت آب دهی یک پمپ بستگی به عوامل متعددی دارد. از جملهٔ این عوامل عبارتند از:

- خواص مایع مورد انتقال یعنی چگالی و ویسکوزیتهٔ آن.
- اندازهٔ پمپ و سطح مقطع دهانهٔ ورودی و دهانهٔ خروجی آن.
- اندازه و نوع پروانهٔ پمپ.
- سرعت چرخشی پروانه (rpm).
- اندازه و شکل فضای بین پره های پروانه.
- شرایط دما و فشار مایع در دهانه های ورودی و خروجی پمپ.

برای یک پمپ با یک پروانهٔ معین در سرعت معین و سیال معین تنها عاملی که در ظرفیت آب دهی پمپ اثر می گذارد فشار سیال در دهانه های ورودی و خروجی آن می باشند. فشار دهانهٔ خروجی پمپ را می توان با یک شیر خروجی کم و زیاد کرد.

چون مایعات اصولا غیر قابل تراکم محسوب می شوند، ظرفیت آب دهی مستقیما با سرعت سیال اندازه گیری می شود. رابطهٔ بین سرعت و ظرفیت آب دهی به صورت زیر است:

$$Q = ۳۶۰۰ \times V \times A \quad \text{.....} \quad (۴-۱)$$

که در آن Q- بر حسب متر مکعب بر ساعت (m۳/hr)

V- سرعت سیال بر حسب متر بر ثانیه (m/sec)

A- مساحت دهانهٔ خروجی بر حسب متر مربع (m۲) می باشند.

ارتفاع بالابری (هد) پمپ

فشار در هر نقطه از مایع برابر است با وزن ستون قائمی از آن مایع تا سطح آزاد، یعنی:

$$P = \rho g H = \gamma H \quad \text{.....}$$

که در آن P- فشار مایع، N/m۲ یا psi

ρ- جرم مخصوص مایع، Kg/m۳ یا lbm/ft۳

g- شتاب جاذبهٔ زمین، m/sec۲ (۹/۸۱) یا ft/sec۲

$\gamma = \rho g$- وزن مخصوص مایع، N/m۳ یا lbf/ft۳

H- ارتفاع ستون مایع، m یا ft می باشند.

. ارتفاع ستون مایع H را ارتفاع استاتیکی یا ارتفاع نظیر فشار می نامند. تعریف مشابهی برای اندازه گیری انرژی جنبشی تولید شده توسط پمپ می توان در نظر گرفت. به عبارت دیگر، ارتفاع بالابری (هد) یک پمپ عبارت است از ارتفاع ستونی از مایع که پمپ، توسط اعمال انرژی جنبشی، می تواند تولید کند. فرض کنید که آب از یک لولهٔ قائم به هوای آزاد به طرف بالا فوران کند. ارتفاعی که آب از لبهٔ لوله بالا می رود هد جریان آن است.

هد مساوی فشار نیست، زیرا هد بر حسب طول بوده و به متر یا فوت اندازه گیری می شود، در حالی که فشار برحسب نیرو بر واحد سطح بوده و به pa (N/m۲) یا psi (lb/in۲) اندازه گیری می شود.

دلیل اصلی اینکه در پمپ های سانتریفوژ بجای فشار هد بکار می برند آن است که یک پمپ با قطر پروانهٔ معین و سرعت چرخشی معین سیالات را تا ارتفاع یکسانی می تواند بالا ببرد و بستگی به جرم مخصوص سیال ندارد. یعنی فشار در دهانهٔ خروجی یک پمپ برای مایعات مختلف متفاوت خواهد بود ولی ارتفاع بالابری پمپ یکسان است.
از رابطهٔ بالا هد برحسب فشار بصورت زیر خواهد بود:

$$H = P/\rho g \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

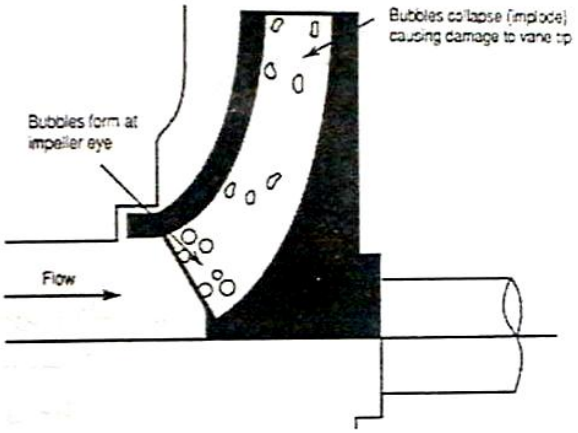
هد تولید شده در یک پمپ سانتریفوژ، همانند ظرفیت آب دهی آن، بستگی به نوع و قطر پروانه، تعداد طبقات، اندازهٔ چشمی پروانه، و سرعت شافت دارد.

چنانکه گفته شد، هد یک پمپ را توسط یک شیر نصب شده در دهانهٔ خروجی می توان کم و زیاد کرد. بدین ترتیب، ظرفیت آب دهی آن نیز تغییر خواهد کرد. تغییرات ظرفیت آب دهی پمپ بر حسب تغییرات هد آن به وسیلهٔ یک منحنی، مشابه شکل ۴-۱، نمایش داده می شود. این منحنی را منحنی مشخصهٔ پمپ می گویند. هد حداکثر یک پمپ تقریبا در دبی صفر آن حاصل می شود (شیر خروجی بسته) و همچنین دبی حداکثر آن زمانی که هد ناچیز است بدست خواهد آمد.

مثال : با فرض اینکه دبی پمپ $q= ۳۰\ lit/s$ باشد و سرعت مورد نظر برای انتقال سیال در لوله ها ۱/۵ تا ۲/۵ متر بر ثانیه باشد قطر مناسب برای لوله های انتقال را برای تهیه از بازار محاسبه کنید ؟

در کشاورزی برای هر نوع کشت برنامه ی آبی خاصی مشخص کرده اند به عباری دوره ی آبیاری

مثال : اگر دبی آبیاری ۲۵ تا ۳۵ لیتر بر ثانیه باشد و بخواهیم یک مزرعه ۲ هکتار ی یونجه را به عمق ۱۰cm آبیاری کنیم و عمق آب روزانه ۱۵ ساعت کار کند آبیاری چند روز طول خواهد کشید.



پیدایش کاویتاسیون

پدیده کاویتاسیون

این پدیده در اثر ورود مخلوط مایع و بخار مایع و به عبارتی مخلوط مایع و هوا در پمپ اتفاق می افتد .

حباب های بخار یا هوا در دهانه ی پمپ به خاطر فشار کم حجم زیادی دارند و برخی به طرف انتهای پره های پروانه می رود در اثر افزایش فشار و برخورد با پره های پروانه متر کند و سرعت مایع برای اشغال این فضاها باعث وارد شدن ضربانی به پره ها و خوردگی پره ها و ایجاد حفره روی پره ها می شوند که این موضوع باعث استهلاک زودرس پمپ می شود .

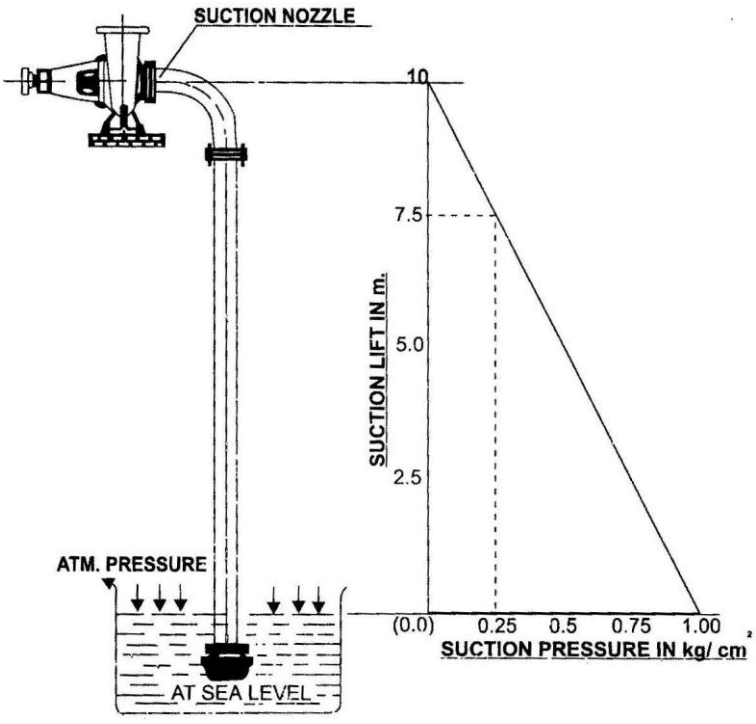
علاوه بر این پمپ در این حالت با ارزش و سر و صدا کار می کند و همراه مایع از خروجی پمپ کف نیز خارج می شود صدای این حالت نظیر برخورد ذرات شن به پره های پمپ می باشد .

در زمانی که پمپ در حداکثر عمق مکش مجاز کار می کند امکان ایجاد کاویتاسیون بیشتر است . اگر آبدهی چاه کم باشد یعنی آب از سطح چاه رفته باشد ابتدا که پمپ شروع به کار می کند آب را می کشد و بعد از چند لحظه با حداکثر عمق مکش مجاز و به حالت لرزش و صدای زیاد کار می کند برای حل این مشکل باید پمپ را به سطح آب چاه نزدیکتر کرد و یا شیر خروجی پمپ را تا حدودی بست تا دبی پمپ از دبی چاه کمتر شود و در نیجه ارتفاع مصنوعی بیشتری ایجاد شود.

ارتفاع مکش (NPSH) پمپ

ارتفاع مکش NPSH مخفف عبارت انگلیسی (Net Positive Suction Head) است که توانائی مکش پمپ را مشخص می کند. ارتفاع مکش را به دو بخش تقسیم می کنند: یکی ارتفاع مکش لازم (NPSH)r و دیگری ارتفاع مکش موجود (NPSH)a.

ارتفاع مکش عبارتی است که در مورد پمپ های سانتریفوژ بسیار بکار می رود ولی کمتر به مفهوم آن پرداخته شده است. درک اهمیت ارتفاع مکش به هنگام نصب و کار پمپ بسیار ضروری است.



شکل

پمپ فقط مایعات را پمپاژ می کند نه بخار را

عملکرد رضایت بخش یک پمپ مستلزم آن است که مایع مورد پمپاژ در هیچ شرایطی از کـار آن تبـدیل بـه بخار نشود. ضرورت این کار آن است که اگر مایع تبخیر گردد حجم آن افزایش می یابد. مثلا یک لیتـر آب در دمـای عادی به ۱۷۰۰ لیتر بخار در همان دما تبدیل می شود. واضح است که اگر بخواهیم پمپ به طور مؤثر کار کند بایـد از تبخیر مایع جلوگیری کنیم.

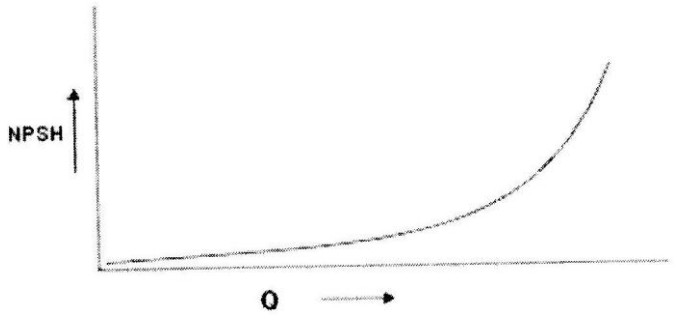
افزایش دما و کاهش فشار باعث تبخیر مایع می شود

تبخیر مایع هنگامی آغاز می شود که فشار بخار آن در دمای کار برابر فشار محیط خارجی سیستم شود. در یک سیستم باز، فشار محیط خارجی همیشه فشار آتمسفر است. اگر فشار خارجی کاهش یابد یا دمای کار افزایش پیدا کنـد تبخیر آغاز شده و پمپاژ متوقف می گردد. بنابراین، یک پمپ همواره نیاز به مقداری فشار مکش دارد که از تبخیر مایع در نقطهٔ ای که کمترین فشار را در داخل پمپ دارد جلوگیری شود.

ارتفاع مکش معیاری جهت جلوگیری از تبخیر مایع

ارتفاع مکش لازم بستگی به طرح و نوع پمپ دارد و توسط آزمایش روی یک پمپ واقعی بدست می آید. ضمن عبور مایع از دهانهٔ لولهٔ مکش تا چشمی پروانه سرعت افزایش می یابد. همچنین، افت فشاری در داخـل پمـپ در اثـر ضربه و تلاطم مایع در برخورد با پروانه به وجود می آید. نیروی گریز از مرکز ناشی از چرخش پروانه به افزایش سرعت مایع و کاهش فشار آن کمک می کند.

معمولا سازندگان پمپ ها محصولات خود را با آب در دبی های مختلف به وسیلهٔ باز و بسته کردن یـک شـیر نصب شده در طرف مکش پمپ امتحان می کنند. وقتی که اولین علائم تبخیر ظاهر شود، خلأزائی (کاویتاسیون) پدید می آید. در این لحظه، فشار طرف مکش، دبی جریان، دمای مایع، فشار آتمسفر و سرعت پمپ (rpm) یادداشت مـی شود. از این اندازه گیری ها ارتفاع مکش لازم برای پمپ محاسبه می شود. ارتفاع مکش لازم با افزانش دبی جریـان افزایش می یابد. رابطهٔ ارتفاع مکش لازم (NPSH)r برای پمپ ها در سرعت های متفاوت برحسب دبی عبـوری از پمپ به صورت منحنی هائی مشابه شکل ۴-۳ در کاتالوگ های پمپ ها نمایش داده می شود.



شکل ۴-۳ ارتفاع مکش لازم برحسب دبی پمپ

محاسبه ارتفاع مکش موجود

ارتفاع مکش موجود (NPSH)a بستگی به سیستمی دارد که پمپ در آن کار می کند. ارتفاع مکش موجود عبارت است از ارنفاع نظیر فشار مایع مازاد بر ارتفاع نظیر فشار بخار آن. برای اطمینان از اینکه کاویتاسیون در پمپ رخ ندهد باید همیشه ارتفاع مکش موجود بزرگتر از ارتفاع مکش لازم باشد. ارتفاع مکش موجود در یک سیستم به روش زیر محاسبه می شود:

$$(NPSH)a = Hps + Hs - Hvps - Hfs \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

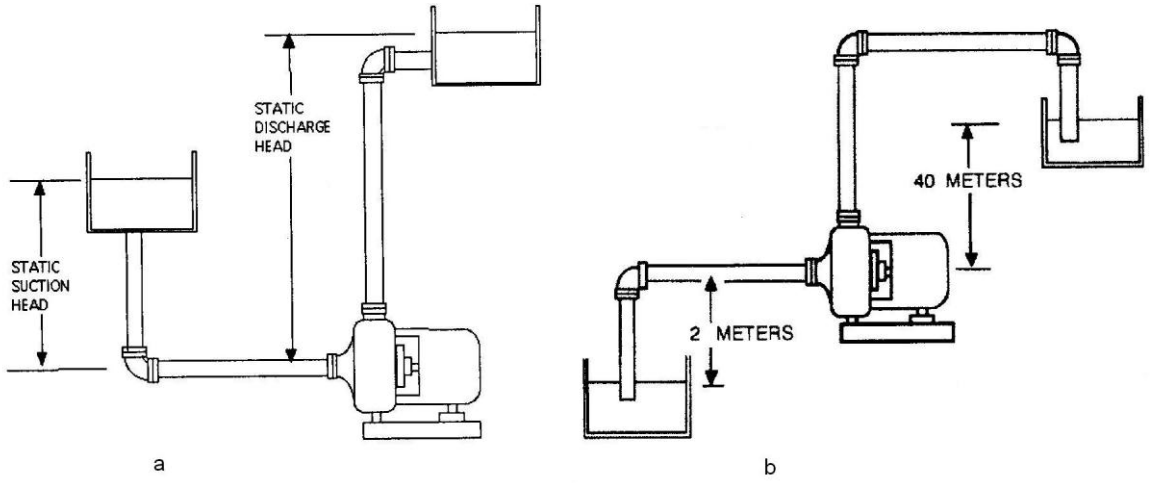
که در آن:Hps- ارتفاع نظیر فشار مطلق وارده به سطح مایع در مخزن مکش

Hs- ارتفاع سطح مایع مخزن مکش تا محور پمپ

Hvps- ارتفاع نظیر فشار بخار در دمای کار

Hfs- ارتفاع نظیر افت فشار در لوله و اتصالات مکش می باشند.

ارتفاع سطح مایع مخزن مکش ممکن است مشابه شکل ۴-۴-a مثبت یا مطابق شکل ۴-۴-b منفـی باشـد. فشار بخار آب در دماهای مختلف در جدول ۴-۱ نشان داده شده است [۱]. افت فشـار در لولـه هـا و اتصـالات را در فصل پنجم به تفصیل مورد بحث قرار خواهیم داد.



شکل ۴-۴ ارتفاع سطح مایع مخزن مکش

جدول ۴-۱ فشار بخار آب در دماهای مختلف

Pressure of Water Vapour p_v Depending on the Temperature

t, °C	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
p_v m of water	0.09	0.12	0.24	0.43	0.75	1.26	2.03	3.18	4.83	7.15	10.33
p_v kN/m²	0.88	1.18	2.36	4.22	7.36	12.30	19.80	31.10	47.30	70.30	101.30

مثال

پمپی آب را در دمای ۲۰ °C با دبی ۲۷ m۳/h از حوضچه به بالای بلندی به ارتفاع کلی Ht= ۲۷ m منتقل می کند. ارتفاع سطح آب تا محور پمپ ۲ m و ارتفاع محور پمپ تا بالای بلندی ۲۵ m متر است. طول لولهٔ قبل از پمپ (لولهٔ مکش) ۲/۸ m و طول کلی لولهٔ بعد از آن (لولهٔ رانش) ۴۷ m است. افت فشار در لوله و اتصالات طرف مکش پمپ را معادل ۰/۷ m ارتفاع آب در نظر بگیرید. ارتفاع مکش لازم (NPSH)r از کاتالوگ پمپ مورد استفاده ۲/۷ m داده شده است. ارتفاع مکش موجود سیستم را محاسبه کرده و تحقیق کنید که آیا کاویتاسیون در پمپ رخ نخواهد داد؟ فشار هوا در محل برابر ۱ آتمسفر است.

حل:

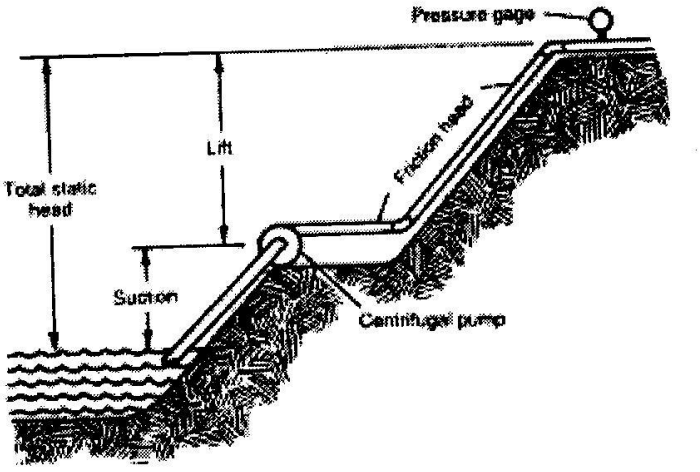
Ps= ۱ ata Hs= -۲ m

Q= ۲۷ m۳/h Hsf = ۰/۷ m

۲/۷ m t = ۲۰ °C

(NPSH)r =

(NPSH)a = ?



شکل ۴-۵ (مثال ۴-۱)

فشار آتمسفر را به ارتفاع ستون آب تبدیل می کنیم:

$$H_{ps} = \frac{P}{\rho g} = \frac{1.013 \times 10^5}{1000 \times 9.81} = 10.32 \quad m$$

از جدول ۴-۱ برای آب در دمای t = ۲۰ °C، ارتفاع نظیر فشار بخار آب برابر است با:

Hvps = ۰/۲۴ m

با استفاده از رابطهٔ ۴-۱ مقدار ارتفاع مکش موجود برابر است با:

(NPSH)a=Hps+Hs-Hvps-Hfs

= ۱۰.۳۲ – ۲ - ۰.۲۴ - ۰.۷ = ۷.۳۸ m

ملاحظه می شود که (NPSH)a (۷/۳۸ m) > (NPSH)r (۲/۷ m) است و کاویتاسیون رخ نخواهد داد.

توان و بازده عملی پمپ های سانتریفوژ

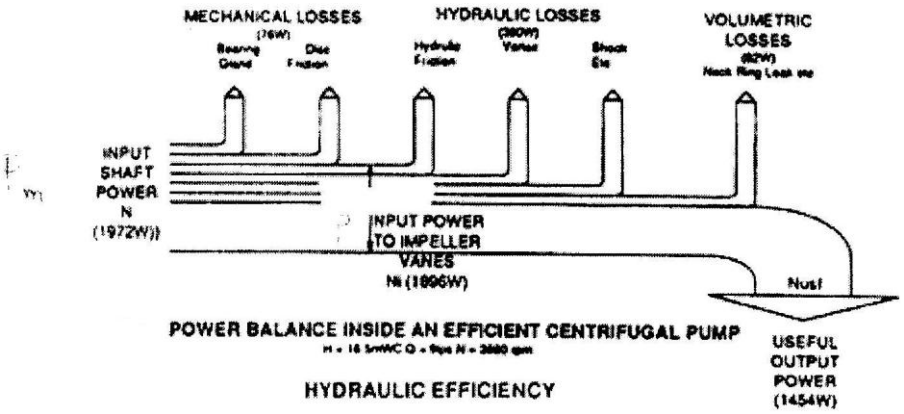
پمپی که مقدار Q m۳/s مایع به وزن مخصوص γ N/m۳ را تا ارتفاع H m بالا می برد توانی مصرف می کند که آن را توان هیدرولیکی می نامند. توان هیدرولیکی یک پمپ از رابطهٔ زیر بدست می آید:

$$Ph = \gamma \cdot Q \cdot H \quad W \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad a$$

توان لازم برای کار یک پمپ بیشتر از توان هیدرولیکی آن است، زیرا تمامی توان تولید شده در موتور بطور مفید استفاده نمی شود. بلکه، مطابق شکل ۴-۶، بخشی از توان Pm آن در اثر اصطکاک های مکانیکی قبل از ورود به پمپ از بین می رود و در صدی از آن به پروانه می رسد. اگر توان رسیده به پروانه را با P نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$P / Pm = \eta m \qquad \Rightarrow \quad P = \eta m Pm \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

که در آن ηm – راندمان مکانیکی و عددی کوچکتر از واحد است.



اتلافات توان از موتور تا خروجی پمپ [۲].

همچنین، توان رسیده به پروانهٔ پمپ کاملا به انرژی جنبشی سیال تبدیل نمی گـردد. در داخـل پمـپ دو نـوع تلفات توان وجود دارد: نوعی از آن را که در اثر اصطکاک، تلاطم و ضربه در پروانه و داخل پوسته اتفاق می افتد، تلفات هیدرولیکی و نوعی دیگر را که در اثر برگشت مجدد مایع از طرف رانش به طرف مکش پمـپ پدیـد مـی آیـد تلفـات حجمی می نامند.

اگر راندمان هیدرولیکی را به ηh و راندمان حجمی را به ηv نشان دهیم خواهیم داشت:

$$Pim = \eta h \cdot P \quad .....$$

و

$$Pout = \eta v \cdot Pim \quad .....$$

که در آن P – توان ورودی به پروانه و Pim – توان پس از اتلافات هیدرولیکی می باشند.

Pout همان Ph هیدرولیکی در رابطهٔ a است. پس برای رابطهٔ Ph و P خواهیم داشت:

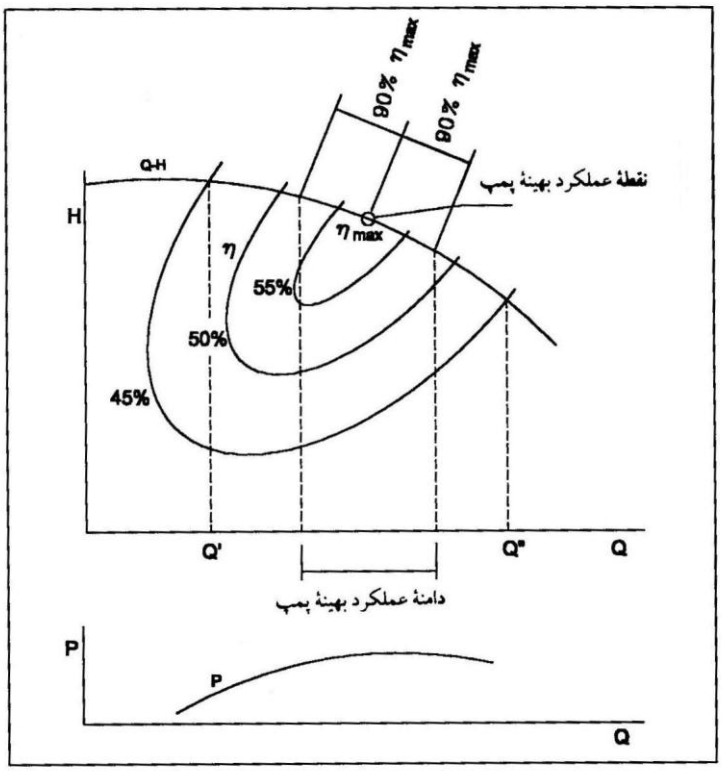
$$Ph = \eta v \cdot \eta h \cdot P \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

معمولا حاصلضرب $\eta v \times \eta h$ را به η نمایش داده و راندمان پمپ می نامند. بدین ترتیب:

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{\eta} \quad W \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

مقدار η در پمپ ها به عوامل متعددی، از جمله به دقت طراحی و ساخت، مقادیر Q، H و سرعت موتـور دارد، که در موتورهای کوچک حدود ۰/۴۰ و حتی کمتر است و در پمپ های بزرگ ممکـن اسـت تـا ۰/۹۰ نیـز برسـد. در محاسبات اولیه و تقریبی برای پمپ های متوسط امروزی η را بین ۰/۵۵ تا ۰/۶۵ می توان در نظر گرفت.

در شکل زیر منحنی های راندمان ثابت η و همچنین تغییرات توان پمپی به ازای تغییرات Q در سرعت معینی نشان داده شده است. ملاحظه می شود که اگر این پمپ با ظرفیت آب دهی Q یا "Q کار کند، راندمان آن ۴۵٪ است. در Q و H معینی راندمان η حداکثر خواهد بود (نقطه ای حدودا وسط تقاطع بالاترین راندمان رسـم شـده بـا منحنـی



مشخصهٔ پمپ). این نقطه را نقطهٔ عملکرد بهینهٔ پمپ می نامند. معمولا طراحی و شرایط کار سیستم طوری انتخاب می شود که η پمپ کمتر از ηmax ۹۰٪ آن نگردد. این دامنه را دامنهٔ عملکرد بهینهٔ پمپ می نامند.

فرمول های تشابه

عوامل اصلی اثر گذار در تغییر هد پمپ های سانتریفوژ عبارتند از: سرعت پروانه، قطر پروانه در ناحیهٔ پـره هـا، ارتفاع پره ها، زاویهٔ خروجی پره ها، و تعداد پره ها.

اگر پمپی با سرعت n۱ rpm کار کند و ظرفیت آب دهی Q۱، و ارتفـاع آب دهـی H۱ داشـته باشـد تـوان مصرفی آن P۱ خواهد بود. همان پمپ در سـرعت n۲ rpm دارای ظرفیـت آب دهـی Q۲ و ارتفـاع آب دهـی H۲ خواهد بود، که طبق قوانین تشابه پمپ ها از روابط زیر بدست می آیند [۳]:

۱- قطر D ثابت و سرعت n متغیر

$$i)\quad \frac{Q_1}{Q_2}=\frac{n_1}{n_2} \qquad \text{..... ....} \qquad (4-10)$$

$$ii)\quad \frac{H_1}{H_2}=\frac{(n_1)^2}{(n_2)^2} \qquad \text{..... ....} \qquad (4-11)$$

$$iii)\quad \frac{p_1}{p_2}=\frac{(n_1)^3}{(n_2)^3} \qquad \text{..... ....} \qquad (4-12)$$

که در آن:

Q-ظرفیت آبدهی بر حسب l/s

H- هد پمپ بر حسب m

n- سرعت پمپ بر حسب rpm و

p- توان پمپ بر حسب KW با اسب بخار می باشند.

اندیس های ۱ و ۲ به ترتیب حالت های اولیه و ثانویهٔ پمپ را نشان می دهند.

ملاحظه می شود که (الف) Q متناسب با ۱ سرعت n (ب) H متناسب با توان ۲ سرعت n و (ج) توان مصرفی متناسب با توان ۳ سرعت می باشند.

۲- سرعت n ثابت و قطر پروانه D متغیر:

$$i) \quad \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{(D_1)}{(D_2)} \quad \text{..... ....} \quad (4-13)$$

$$ii) \quad \frac{H_1}{H_2} = \frac{(D_1)^2}{(D_2)^2} \quad \text{..... ....} \quad (4-14)$$

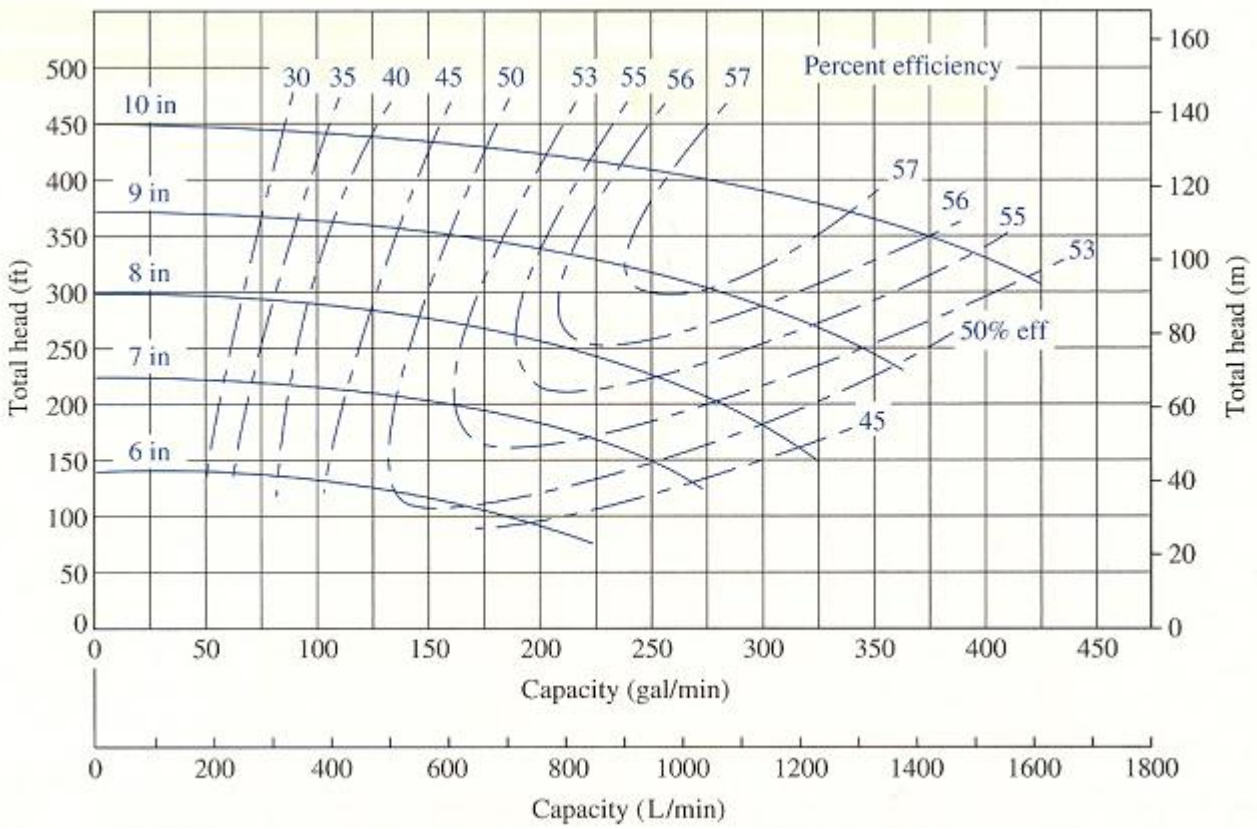
$$iii) \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{(D_1)^3}{(D_2)^3} \quad \text{..... ....} \quad (4-15)$$

که در آن:

D- قطر پروانه بر حسب mm است.

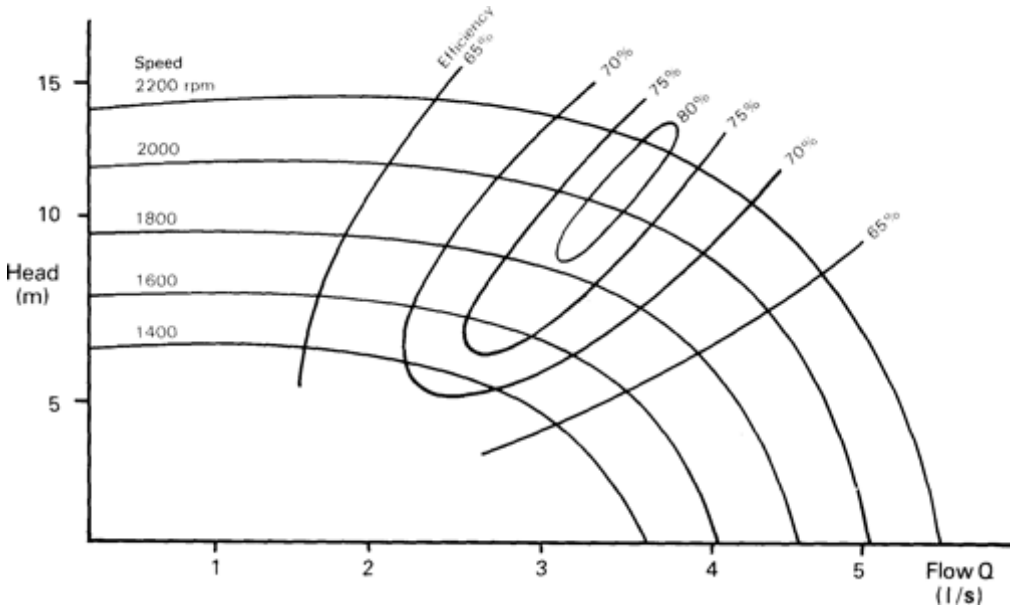
گاهی مشاهده می شود که هد پمپ خیلی کمتر از حد انتظار است یا موتور با شدت جریان برق بیش از حد معمول کار می کند، شاید دلیل این موضوع ، بالا بودن دبی پمپ باشد. گاهی ممکن است سطح آب ورودی به پمپ بالاتر از خود پمپ بوده و دبی آن بطور نا مطلوبی زیاد شود. در این صورت، پروانهٔ پمپ را تراش می دهند تا قطر آن کاهش یابد. منحنی های مشخصهٔ یک پمپ با قطر پروانه های متفاوت در شکل ۴-۷ نشان داده شده است.

روابط یاد شده تا زمانی برقرار هستند که راندمان پمپ تغییر نکند. بدین دلیل معمولا اگر سرعت آن بیش از ۲۰٪ تغییر کند از این روابط استفاده نمی شود. اگر سرعت ۱۰٪ افزایش بیابد، دبی ۱۰٪ و ارتفاع آب دهی ۲۱٪ و توان مورد نیاز ۳۳٪ افزایش می یابند. معمولا با افزایش ۱۰٪ سرعت باید موتور پمپ هم تعویض گردد.



شکل ۴-۷ منحنی های مشخصه و خطوط راندمان ثابت پمپ ها با قطر پروانهٔ متفاوت

منحنی های مشخصه و خطوط راندمان ثابت پمپی در سرعت های متفاوت در شکل ۴-۸ نشان داده شده است.



شکل ۴-۸ منحنی های مشخصه و خطوط راندمان ثابت پمپ ها در سرعت های متفاوت

مثال

پمپی با سرعت n۱=۹۶۰ rpm کار می کند و مقدار Q۱=۲۰۰ m۳/h آب را به ارتفاع h۱=۱۷ m می رساند. قطر پروانهٔ پمپ D۱=۴۰۰ mm است و در این حالت با راندمان ۶۰٪ دارای توان مصرفی P۱=۱۵/۷۵ KW می باشد. اگر پروانه را عوض کرده و پروانه ای به قطر D۲=۴۲۰ mm کار به گذارند مقدار دبی، ارتفاع آب دهی و توان مصرفی آن چقدر خواهند بود؟

حل:

مطابق قوانین تشابه خواهیم داشت:

$$Q۱/Q۲=D۱/D۲ =۴۰۰/۴۲۰=۰.۹۵ \Rightarrow Q۲=۲۰۰/۰.۹۵ =۲۱۰ \ m۳/h$$

$$H۱/H۲=(D۱)۲/(D۲)۲ =(۴۰۰/۴۲۰)۲ =۰.۹۰۷ \Rightarrow H۲=۱۷/۰.۹۰۷=۱۷.۷۴ \ m$$

$$P۱/P۲=(D۱)۳/(D۲)۳ =(۴۰۰/۴۲۰)۳=۰.۸۶۳ \Rightarrow P۲=۱۵.۷۵/۰.۸۶۳=۱۸.۲۵ \ KW$$

مثال

توان مصرفی پمپی ۱۳۵/۶ اسب بخار و قطر پروانهٔ آن ۱۳/۷۵ in است. قطر پروانهٔ پمپ را چقدر تراش دهیم تا ارتفاع بالابری آن از ۱۶۴ فوت به ۱۴۰ فوت کاهش یابد، در حالیکه مقدار Q آن برابر ۲.۷۵۰ gpm (گالن بر دقیقه) ثابت بماند؟ توان مصرفی چقدر تغییر خواهد یافت؟

حل:

توجه داشته باشید که با تراش پروانه Q و H هر دو تغییر می یابند. از قوانین تشابه داریم:

$$Q_1/Q_2=D_1/D_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (a)$$

$$H_1/H_2=(D_1)^2/(D_2)^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (b)$$

اگر روابط (a) و (b) را در هم ضرب کنیم خواهیم داشت:

$$Q_1H_1/Q_2\ H_2=(D_1)^3/(D_2)^3$$

اگر Q ثابت باشد:

$$H_1/H_2=(D_1)^3/(D_2)^3 = ۱۶۴/۱۴۰=۱.۱۷۱$$

$$D_1/D_2=(۱.۱۷۱)^{۱/۳}=۱.۰۵۴ \quad \Rightarrow \quad D_2=۱۳.۷۵/۱.۰۵۴=۱۳ \ \text{in}$$

مقدار تراش پروانه:

$$\Delta D=D_1-D_2=۱۳.۷۵-۱۳= ۰.۷۵ \ \text{in}$$

به فرض این که راندمان پمپ تغییر نکند، توان آن برابر خواهد بود با:

$$P_1/P_2=(D_1)^3/(D_2)^3=(13.75/13)^3=1.183 \Rightarrow P_2= 135.6/1.183=114.6 \text{ Hp}$$

مقدار تغییر توان برابر است با:

$$\Delta P=P_1-P_2=135.6-114.6 = 21 \text{ Hp}$$

در فصل قبل دیدیم که اگر قطر پروانهٔ پمپی عوض شود، تغییرات مشابهی در ظرفیت آب دهی، ارتفاع آب دهی و توان پمپ پدید می آید.

موتورهای الکتریکی

مزیت موتورهای الکتریکی عبارتنداز:

۱- هزینه ی کمتر . ۲- سر و صدای کمتر. ۳- طرز کارآسان تر.

معایب موتورهای الکتریکی عبارتنداز:

اگر برق نداشته باشیم یا اینکه توان های بالاتری موردنیاز باشند در این صورت از موتور دیزل یا دیزل ژنراتور استفاده می کنیم .

نکته۱ : موتورهای الکتریکی عموما برای توان های کمتر از hp ۲۵۰ اسب بخار به کار می روند و دور آنها معمولا ۱۴۵۰ rpm می باشد .

نکته۲ : نکته ای که باید بدان توجه کرد این است که دور موتور حتما با دور پمپ هماهنگ باشد و یا امکان هماهنگی آن به کمک گیربکس وجود داشته باشد . اغلب پمپ ها دارای دورهای ۱۴۵۰ rpm تا ۲۹۰۰ rpm هستند .

توان پمپ	توان موتور الکتریکی
۲ hp	۵۰٪ بیشتر از توان پمپ
۲– ۵ hp	۳۰٪ بیشتر از توان پمپ
۵ –۱۰ hp	۲۰٪ بیشتر از توان پمپ
۱۰ –۲۰ hp	۱۵٪ بیشتر از توان پمپ
۲۰ hp <	۱۰٪ بیشتر از توان پمپ

نکته ۳: در صورتی که استفاده از گیربکس ۱ تا ۳ درصد و برای تسمه پولی V شکل ۴ درصد برای تسمه پولی تخت ۵–۲ درصد به مقادیر محاسبه شده از جدول فوق افزوده شود.

مثال

یک موتور الکتریکی و یک پمپ شناور عمودی که می توان پمپ ۱۰ hp بخار می باشد محاسبه کنید که موتور الکتریکی مورد نیاز چه توانی باید داشته باشد .

۱۰ × ۰/۱۵ = ۱/۵

۱۰ × ۰/۳۰ = ۰/۳

در شرایطی که از موتور دیزل استفاده کنیم باید توجه کرد که قدرت اسمی در شرایط سرعت آپتیمم و بی باری موتور ارائه شده است به این دلیل که شرایط کار با شرایط اسمی متفاوت است لازم است که توان قابل استفاده ی موتور را در شرایط کاری محاسبه کرد.

شرایط اسمی عبارتند از : موتور سالم که در دور اپتیمم و بدون بار کار کند و شرایط محیطی ۲۷ درجه سانتی گراد و ارتفاع ۱۵۰ متر از سطح دریا باشد . به ازای هر ۱۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا ۱٪ درصد افت توان برای موتور در نظر گرفته می شود به ازای افزایش هر ۲ درجه سانتی گرزاد ۱٪ درصد افت توان برای موتور در نظر گرفته شود .

مثال : توان اسمی موتوری در شرایط اسمی ۵۰hp بخار است توان این موتور را برای شرایط کاری ۳۵oC و در منطقه ۱۵۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا محاسبه کنید ؟ — ارتفاع ۱۵۰۰ ۳۵ oc ۵۰hp

۱۵۰۰ — ۱۵۰ = ۱۳۵۰ m ۱۳۵۰ ÷ ۱۰۰ = ۱۳/۵

۱۳/۵۰ × ٪۱ = ۰/۱۳۵ ۳۵ — ۲۷ = ۸

۸–۲ =۴ ⇨ ۴ ÷ ٪۱ = ۰/۰۴ (۵۰ × ۰/۱۳۵) + (۵۰×۰/۰۴) = ۸/۷۵

۵۰ — ۸/۷۵ = ۴۱/۲۵

انتخاب پمپ

۱- نوع پمپ : با توجه به اینکه چه کاربردی برای پمپ درنظر گرفته شده است نوع آن را تعیین می کنیم مثلا برای کشاورزی عموما از پمپ های سانتریفوژ استفاده می شود یا در چاه های عمیق بیش از ۴۰ یا ۵۰ متر از پمپ های سانتریفوژ چند طبقه عمودی استفاده می شود برای انتقال اب از کانال یا رودخانه به مزرعه از پمپ های محوری استفاده می شود .

۲- **رسم شماتیک سیستم پمپاژ:** طرح شماتیک سیستم پمپاژ عبارت است از طرحی که در آن محل قرار گیری پمپ ، محل منبع توان ، محل اتصالات ، لوله ها و شیرها ، عمق پمپ و سایر اعماق و ارتفاعات مشخص شده باشد.

نکته : شیرهای مورد استفاده در سیستم های آبیاری می توانند از نوع دروازه ای باشد که اصطکاک کمتری دارد یا از نوع ساچمه ای که اصطکاک بیشتری نسبت به نوع دروازه ای دارد باشد .

نکته ی ۲ : اتصالات به کار رفته در سیستمهای پمپاژ می تواند از انواع زیر باشد :

- اتصالات نوع اول :

۱. زانویی ۹۰o = که در محل اتصال یک زاویه ی ۹۰o ایجاد می کند .

۲. زانویی استاندارد = که یک قوس کوچک و استانداردی ایجاد می کند .

۳. زانویی متوسط

۴. زانویی با دور زیاد= که به ترتیب قوس های بیشتری ایجاد می کند .

- اتصالات نوع دوم

۱- سه راهی

– اتصالات نوع سوم

– اتصالات نوع چهارم

۳– قطر لوله های سیستم پمپاژ

مثال : با فرض اینکه دبی پمپ Lit/s ۲۰ سرعت مورد نظر برای انتقال سیال در لوله ها ۲ تا ۳ متر در ثانیه باشد . قطر مناسب برای لوله های انتقال را محاسبه کنید .

$$A=\frac{\pi D^2}{4}$$

۴– تعیین دبی سیستم پمپاژ

۵– تعیین خصوصیات سیال پمپ شونده

۱. وزن مخصوص سیال : که از عوامل تعیین کننده ی توان پمپ و سرعت سیال و لوله ها می باشد.

۲.ویسکوزیته سیال (گرانروی) :که تاثیر بسزایی در انتخاب نوع پمپ دارد .

۳. دمای سیال : که تعیین کننده حداکثر عمق مکش و انتخاب پمپ از نظر جنس و سیستم آب بندی ، حائز اهمیت است .

۴– فشار سیال : که یکی از عوامل تعیینکننده ی نوع پمپ است .

۵– اسیدی یا باز یودن سیال : و یا خاصیت خورندگی سیال که در تعیین جنس و پوشش سطحی پمپ موثر است .

۶– فرار بودن سیال : که بر روی حداکثر عمق مکش و نوع کاسه نمد تاثیر می گذارد.

۷– قابل اشتعال بودن سیال : که یکی از عوامل تعیین کننده ی جنس مناسب و سیستم آبندی مناسب است .

۸– رانش ماسه و گل و لای در سال : که این خصوصیت نیز در تعیین پمپ و نوع پمپ و جنس پمپ تأثیرگذار است

معیار های انتخاب پمپ ها

خواص فیزیکی و شیمیائی سیال مورد انتقال در انتخاب جنس قطعات و نوع پمپ تـأثیر دارنـد. چهـار طبقـه از مایعات مورد انتقال غیر از آب در مسایل پمپاژ وجود دارند، که رفتار متفاوتی از خود بروز می دهند:

سیالات لزج: طرفیت آبدهی و ارتفاع بالابری و همچنین راندمان پمپ را کاهش و در نتیجه توان پمپاژ را افزایش می دهند.

سیالات فرار: ارتفاع مکش را کاهش و احتمال کاویتاسیون را افزایش می دهند

مواد شیمیائی: خوردگی و ساییدگی قطعات پمپ را افزایش می دهند

سیالات حامل مواد جامد شناور: ساییدگی قطعات پمپ را افزایش می دهند و احتمال انسداد کانال ها را بالا می برند.

به طور کلی جمع بندی مطالب این فصل را می توان به صورت جداول زیر خلاصه نمود:

جدول ۶-۱ انتخاب پمپ برای ظرفیت ها و ارتفاع بالابری های متفاوت

ظرفیت پمپاژ gpm (m۳/h)	ارتفاع آبدهی ft (m)		
	۵۰ کمتر (۱۵ و کمتر)	۵۰ ا ۵۰۰ (۱۵ تا ۱۵۰)	۵۰۰ بیشتر (۱۵۰ و بیشتر)
صفر تا ۳۰۰ (صفر تا ۶۸)	ملخی سانتریفوژ	سانتریفوژ توربینی قائم شناور	سانتریفوژ توربینی قائم شناور
۳۰۰ تا ۵۰۰۰ (۶۸ تا ۱۱۳۴)	ملخی	سانتریفوژ توربینی قائم شناور	سانتریفوژ توربینی قائم شناور
۵۰۰۰ و بیشتر (۱۱۳۴ و بیشتر)	ملخی	سانتریفوژ توربینی قائم ملخی شناور	سانتریفوژ توربینی قائم

جدول ۶-۲ عوامل مورد نظر در انتخاب پمپ ها

نوع پمپ	مزیت ها	معایب
پمپ های سانتریفوژ	۱- راندمان بالا در محدودهٔ وسیعی از کار ۲- نصب ساده ۳- اقتصادی بودن و قابل کاربرد در اکثر صنایع ۴- قابلیت کار با موتور های الکتریکی، دیزل، دیزل ژنراتور و موتور تراکتور ۵- عدم تحمیل باز اضافی در ارتفاع بالابری زیاد ۶- نوع قائم آن را می توان شناور در آب در نظر گرفت و نیاز به پرکردن اولیه ندارد.	۱- دارای ارتفاع مکش محدود است. ارتفاع مکش در حد ft ۲۰ (m ۶) از سطح مایع است. ۲- پر کردن اولیه لازم دارند. ۳- در صورت عدم پرکردن اولیه آسیب می بیند. ۴- اگر ارتفاع بالابری خیلی پائین تر از مقدار محاسبه شده باشد، ممکن است اضافه بار روی موتور وارد شود.
پمپ های توربینی قائم	۱- می توان در چاه ها مورد استفاده قرار داد. ۲- ارتفاع بالابری و دبی زیادی با راندمان بالا دارند. ۳- قابلیت کار با	۱- مشکلی نصب، بازرسی و تعمیر ۲- قیمت اولیهٔ بالاتر از پمپ های سانتریفوژ. ۳- برای داشتن راندمان بالا باید پروانه ها به

	موتـــور هـــای الکتریکـــی و احتراق داخلی ۴- پرکـردن اولیـه لازم ندارند. ۵- در مـــواردی که سطح آب کم و زیـاد مـی شود می توان بکار برد.	طور مرتب تنظیم شوند. ۴- تعمیـــــــر و نگهداری نسبت به پمپ های سانتریفوژ گرانتر است.
پمپ های شناور	۱- در چـاه هـای عمیق می توان بکار برد. ۲- پرکـردن اولیـه لازم ندارند. ۳- مـی تـوان در چاه های کج و خمیـده بکـار برد. ۴- نصب ساده. ۵- بـا قطرهـای کوچکتر ارزانتر از پمپ هـای توربینی قائم است.	۱- در قطرهـــای بزرگتر گرانتـر از پمـپ هـای توربینی قائم هستند. ۲- فقط بـا موتـور الکتریکی کار می کنند. ۳- احتمـال بـرق گرفتگی کاربران بیشتر است.
پمپ های ملخی	۱- ساختمان ساده. ۲- قابلیت کـار بـا آب گل آلود و حامـل شـن و ماسه. ۳- پرکردن اولیـه لازم ندارد. ۴- بسـیار مـؤثر در دبـی هـای زیـاد و ارتفـاع بالابری کم. ۵- قابلیت کـار بـا موتورهای الکتریکی، احتراق داخلی و موتور تراکتور ۶- مناسـب بـرای عملیات موقتی بصورت قابـل حمل.	۱- ارتفـاع مکـش ندارد. ۲- عمق شناوری در داخـل مـایع بسـیار مهـم است. ۳- ارتفاع بالابری محدود اسـت بـه کمتـر از ft ۷۵ (۲۳ m)

- اطلاعات لازم برای انتخاب پمپ

برای اطمینان از انتخاب صحیح یک پمپ گردآوری اطلاعات زیر لازم است. برخی از این اطلاعات از استفاده کننده و برخی از محاسبات یا تصمیم گیری طراح حاصل می شود.

جدول ۶-۳ جدول اطلاعات انتخاب پمپ

اطلاعات لازم برای پمپاژ تمامی مایعات	اطلاعات اضافی لازم برای سیالات غیر از آب
دبی لازم ..... ارتفاع هندسی مکش (استاتیکی) ..... قطر داخلی لولهٔ مکش ..... آیا شیر پایاب وجود دارد؟ ..... طول و جنس لولهٔ مکش ..... ارتفاع هندسی رانش (استاتیکی) ..... قطر داخلی لولهٔ رانش ..... طول و جنس لولهٔ رانش ..... دمای سیال ..... جزئیات مواد معلق ..... ارتفاع محل از سطح دریا ..... جزئیات کاربرد مثلا: - محدودیت ها و خواسته های اضافی ..... - فشار آب برای آتش نشانی و نظایر آن ..... - توسعه های آتی و غیره	توضیح کامل سیال ..... وزن مخصوص ..... ویسکوزیته ..... عدد PH مایع ..... اطلاعات یا ضمائم دیگر ..... توصیه های کلی: اطلاعات راجع به موتور: موتور الکتریکی: اَ- ولتاژ؟ ....فاز؟ ..... – HZ ؟ ... وجود خطرات برق؟ ..... موتورهای احتراق داخلی: اَ – مزیت ها ..... توربین آبی: اَ- وجود سیستم .....

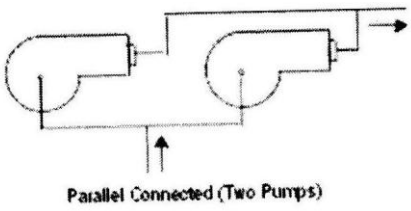
عیب و رفع عیب پمپ ها

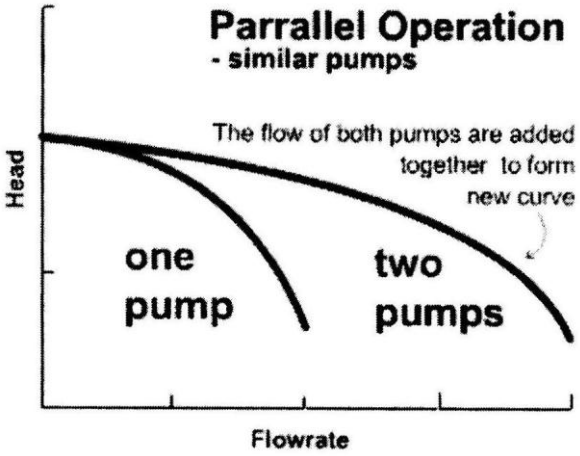
هرگاه در روشن کردن پمپ و هنگام کار آن به مشکلاتی برخورد کردید، برای عیب احتمالی آن به جـدول زیـر مراجعه نمائید.

اشکال	عیب احتمالی	رفع عیب
پمپ آب نمی دهد	پمپ هواگیری نشده است	هواگیری پمپ را مجددا انجام دهیـد، بازرسی کنید که لولهٔ مکش پرآب باشد
	خط لولهٔ مکش مسدود است	انسداد را رفع کنید
	پروانه گرفته شده است	انسداد را رفع کنید
	جهت چرخش پمپ اشتباه است	جهـت چـرخش را بررسـی کنیـد، در صورت نیاز اصلاح کنید
	شیر یک طرفه یا لولهٔ مکش به اندازهٔ کافی شناوری در آب ندارد	منبـع پـایین دسـت را بـرای تشـکیل گرداب بازرسی کنید، در صورت نیاز اصلاح کنید
	ارتفاع مکش خیلی زیاد است	بازرسی کنید، در صورت نیـاز اصـلاح کنید
پمپ هد یا دبی اسمی را نمی دهد	نفوذ هوا از کاسه نمد	کاسـه نمـد یـا آب بنـد مکـانیکی را بازرسی کنید
	نفوذ هوا از واشرها	واشر هـا را عـوض کنیـد، پـیچ هـا را سفت کنید
	قسمتی از پروانه گرفته است	انسداد را رفع کنید
	فاصله بین پروانه و پوسته زیاد است	فاصله را تنظیم کنید
	هد مکش کافی نیست	بررسی کنید، طرح را تغییر دهید
	پروانه ساییده شده یا آسیب دیده است	بازرسی کنید، در صورت نیاز تعـویض کنید
	پمپ بطور ناقص هواگیری شده است	پمپ را مجددا هواگیری کنید

پمپ ابتدا شروع بکار می کند، سپس آب قطع می شود	هوا یا بخار در خط لولهٔ مکش وجود دارد	بازرسی کنید، در صورت نیاز خط لوله را عوض کنید و تشکیل حباب را بر طرف کنید
	لولهٔ مکش هوا می کشد	واشر ها را بررسی کنید، هواکشی را بر طرف کنید
یاتاقان ها داغ می شوند	هم محوری مناسب نیست	پمپ و موتور را دوباره هم محور کنید
	روغنکاری مناسب نیست	کیفیت روغن را بازبینی کنید، کمبود روغن را بر طرف کنید
	سرد کننده های یاتاقان ها کار نمی کند	خطوط لولهٔ سرد کننده را بازبینی کنید
پمپ صدا و لرزش تولید می کند	هم محوری مناسب نیست	پمپ و موتور را دوباره هم محور کنید
	پروانه گرفته است، موازنه آن بهم خورده است	انسداد پروانه را بر طرف کنید
	پروانه یا شافت شکسته یا کج شده	در صورت نیاز تعویض کنید
	یایه به فوندانسیون به اندازهٔ کافی محکم نیست	پیچ های پایه و موتور را سفت کنید، هم محوری را باز بینی کنید
	یاتاقان ها ساییده شده اند	در صورت نیاز تعویض کنید
	لوله های مکش و رانش بطور مناسب مهار نشده اند	باز بینی کنید، در صورت نیاز طرح را تغییر دهید
	کاویتاسیون در پمپ	خط لولهٔ مکش را بازبینی کنید، مشکل را بر طرف کنید
آبریزی زیادی از کاسه نمد	تنظیم نا مناسب نوار آب بند	پیچ آب بند را سفت کنید
	کاسه نمد بطور مناسب نوار پیچی نشده است	بازرسی کنید، دوباره نوار بندی کنید
	غلاف شافت خراش برداشته است	در صورت نیاز تعویض کنید
	آب بند مکانیکی خراب شده است	در صورت نیاز تعویض کنید
	هد واقعی بیش از هد طراحی است	شیر تنظیم خروجی را به آهستگی ببندید، پروانه را بتراشید، طراحی دوباره انجام دهید

توان زیاد مصرف می کند	مایع سنگینتر از حد طراحی شده	طراحی دوباره انجام دهید
	نوار آب بندی زیادی سفت است	کاسه نمد را دوباره نوار بندی کنید
	قطعات چرخان گیر کرده اند	داخل پمپ را بازبینی کنید

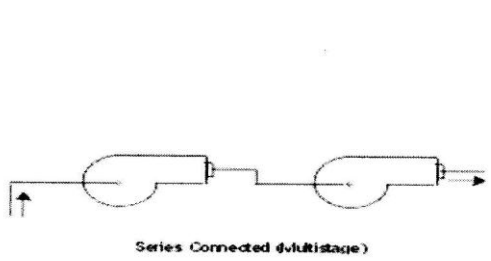


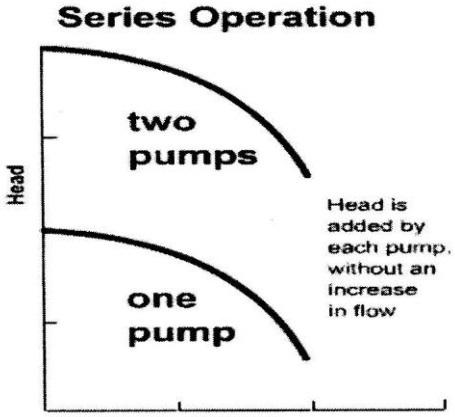


ترکیب پمپ ها : (سانتریفوژ)

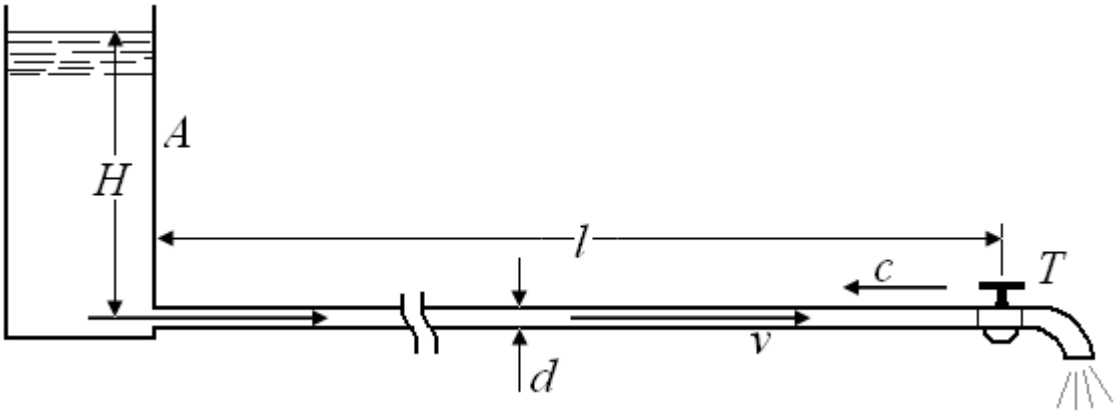
پمپ ها ممکن است به صورت موازی یا سری مورد استفاده قرار بگیرند در ترکیب پمپ ها به صورت موازی ارتفاع ثابت و دبی متغییر است به عبار دیگر وقتی پمپ ها موازی بسته شوند ظرفیت پمپ ها با هم جمع می شود ولی ارتفاع ثابت می ماند . از این ترکیب پمپ درسیستم آب آشامیدنی شهر یا روستاها استفاده می شود چرا که ارتفاع پمپاژ ثابت است ولی ظرفیت آب مورد نیاز در ساعات مختلف تغییر می کند .

نکته : باید دقت شود که در ترکیب موازی پمپ ها باید دارای ارتفاع یکسانی باشند .





در ترکیب پمپ ها به صورت سری ظرفیت ثابت و ارتفاع پمپاژ جمع بسته می شود . به رفض مثال اگر یک پمپ به ارتفاع ۳۰ متر و پمپ دیگر به ارتفاع ۲۰ متر باشد ترکیب سری این پمپ ها به ارتفاع ۵۰ متر خواهد رسید . در ترکیب سری پمپ ها باید دقت کرد که ظرفیت پمپ ها یکسان باشد واگر ظرفیت پمپ ها مساوی نباشد در کار پمپ اختلالاتی نظیر پدیده کاپتاسیون به وجود می ایدد . اگر ظرفیت پمپ اول بیشتر باشد اتلاف ارتفاع به وجود می اید . و اگر ظرفیت پمپ (۱) یا اول کمتر از پمپ (۲) باشد خلاء زیادی ایجاد می شود . اگر پمپ ها ظرفیت مساوی نداشته باشد می توانیم از یک مخزن در سر راه پمپ ها استفاده کنیم.



ضربه ی قوچ :

این پدیده در اثر تغییر لحظه ای سرعت سیال در لوله به وجود می اید که بیشتر در هنگام خاموش کردن پمپ مشروط است . در زمان خاموش کردن پمپ به دلیل وزن ستون اب وجود فشار وارده بر پمپ (پروانه) باعث چرخش برعکس پروانه و نیز باعث جریان معکوس می شود که در این حالت تغییر لحظه ای به وجود می آید گاهی اوقات ضربه ی قوچ باعث شکستن لوله ها نیز می شود . هر چه زمان باز و بسته شدن شیر روی لوله خروجی کمتر باشد ضربه ی قوچ بیشتر ایجاد می شود. به همین دلیل توصیه می شود از شیرگازی استفاده نشود .

عوامل موثر در ضربه ی قوچ عبارتند از

۱. فشار تولید ۲. ایجاد لوله ۳. خصوصیت کشسانی دیواره ی لوله ۴. زمان باز و بسته شدن شیر .

نکته : در گازها ضربه ی قوچ وجود ندارد برای کم کردن ضربه ی قوچ از لوله انعطاف پذیر استفاده می کنند و یا از کلاهک هوا استفاده می شود و یا اینکه از شیرهایی استفاده شود که سرعت باز و بسته کردن لوله ی خروجی پائین باشد.

هیچ گاه نباید بلافاصله بعد از خاموش کردن پمپ دوباره آن را روشن کرد .

به علت اینکه شافت در جهت عکس شروع به چرخش می کند و زمانی که دوباره روشن شد شوک شدیی به آن وارد می شود که ممکن است شافت ببرد فشاری که ضربه ی قوچ ایجاد می کند ۵ برابر بیشتر از فشار خطوط لوله می باشد . ضربه ی قوچ معمولا زمانی پدید می آید که یک شیر در مسیر آب به طور ناگهانی بسته شود ، یک پمپ به طور آنی شروع به کار کند یا از کار بیفتد و یا یک تغییییر قطر زیاد در لوله وجود داشته باشد . به علت کشسان بودن مایع و جنس جداره ی لوله مایع از جریان می افتد ولی افزایش فشار در تمام طول لوله بلافاصله به وقوع نخواهد پیوست بلکه بتدریج و لایه لایه از طرف شیر به طرف منبع به صورت یک موج فشار با سرعت حرکت خواهد کرد.

این موج فشار تمام طول خطوط لوله را طی کرده و پس از برخورد با مانع بر می گردد .

منابع سرو صدا در خطوط لوله

آیا خطوط لولهٔ تأسیسات شما صدا های ناجور می کند؟ این صداها ممکن است به علت ضربهٔ قوچ باشد، ولی علت های دیگری هم وجود دارد که ممکن است صداهای نامطلوب در خطوط لوله ایجاد کند. وجود هوا در خطوط لوله صداهائی تولید می کند که به سهولت با ضربهٔ قوچ اشتباه می شود. صدای کوبش در لوله کشی ممکن است به خاطر بهم خوردن لوله های شل باشد. آنچه در این مبحث می آید، مراحلی برای شناسائی منابع صداهای نامطوب و ارائهٔ چند پیشنهاد برای رفع آن ها توضیح داده می شود.

ضربهٔ قوچ در خطوط لوله ممکن است منجر به ترکیدن لوله ها، و شکستن شیر آلات گردد. ضربهٔ قوچ نه تنها در توقف و جریان ناگهانی مایع در یک لوله، بلکه ممکن است درصورت تغییر قطر ناگهانی آن که باعث تغییر سرعت شدید مایع گردد نیز پدید آید.

اغلب مردم نمی خواهند علت علمی ضربهٔ قوچ را بدانند و با فرمول های پیچیده ریاضی سروکار داشته باشند، آن ها می خواهند شب ها بدون سروصدای مزاحم به راحتی بخوابند و نمی خواهند هزینه ای برای تعمیر لوله و شیر آلات بپردازند. بدین دلیل، قبل از آنکه علت اصلی شکستن لوله ها و شیر آلات و ایجاد سروصدا معلوم شود، اقدام به تعمیر تأسیسات کار نامعقولی است.

اولین قدم در شناسائی مشکل اندازه گیری فشار مایع در داخل لوله است. فشار سنج را به یک شیر وصل کنید و ضمن اینکه کلیهٔ خروجی های لوله را بسته اید، فشار مایع را یادداشت کنید.

فشار اندازه گیری شده باید ۶۰ psi (۰.۴ Mpa) یا کمتر باشد. فشار بیشتر از ۶۰ psi ممکن است عامل ایجاد صداهای نامطلوب باشد. چاره کار در این است که یک شیر فشار شکن در مسیر لوله ها نصب شود.

اگر فشار آب کمتر از ۵۰ psi (۰.۳۵ Mpa) باشد، شل بودن لوله ها و برخورد آن ها به هم یا به دیوارها و سایر تجهیزات خطوط لوله، ممکن است باعث ایجاد سرو صدا شده باشد. اگر شل بودن لوله ها علت ایجاد صدا بوده باشد، با نزدیک شدن به محل تولید صدا آن را شدید تر خواهید شنید.

وقتی آب داخل لوله ای می یابد، ایجاد صدا می کند. هرچند به نظر برسد که جریان آرام است، آب در داخل لوله به صورت گردابی حرکت می کند. صدای عادی جریان آب در لوله ها یک صدای یکنواخت و پایدار است. اگر این

صدا ناراحت کننده است، به راحتی این صدا را نمی توان از بین برد. هرچه سرعت جریان بیشتر باشد شدت صدا بیشتر می شود. تعویض لوله ها و استفاده از قطر بیشتر به جای لوله های قبلی می تواند صدا را کاهش داده یا حتی به طور کامل از بین ببرد، ولی تعویض لوله ها هزینهٔ سنگینی خواهد داشت.

ایجاد صدای کوبش تکراری و یکنواخت به فاصله های یکسان ممکن است نتیجهٔ نصب کنتوری کوچکتر از اندازهٔ لازم باشد. این صدا با نصب کنتور بزرگتر از بین می رود.

هرگاه لوله ای تغییر دما دهد، در اثر انبساط و انقباض صدایی شبیه به صدای برخورد آهن به آهن ایجاد خواهد کرد. این صدا در لوله کشی خانگی وقتی که لولهٔ آب گرم باز شود، بسیار متداول است. آب گرم وقتی در داخل لولهٔ سرد جریان می یابد انبساط پیدا می کند. صدا بلافاصله پس از باز کردن آب شروع شده و با گذشت یکی دو دقیقه قطع می شود. این صدا ممکن است در لوله هائی که کمتر انتظار می رود نیز شنیده شود. مثلا اگر لوله هائی در آفتاب گرم شده باشند و آب سرد در آن ها جریان یابد این صدا شنیده می شود. صداهای ناشی از انبساط و انقباض لوله ها به فاصله های یکسان و یکنواخت نیستند و به طور نا منظم شنیده می شوند. صدا معمولا قابل توجه است ولی بلند نیست. عایق بندی لوله ها ممکن است صدا را کاهش دهد. همچنین شل کردن مهارهای نگهدارندهٔ لوله ها هم شاید صدا را تخفیف دهد.

وجود هوا در لوله ها صدای وحشتناکی ایجاد می کند، که خیلی بدتر از صدای ضربهٔ قوچ است. صدای ناشی از وجود هوا در لوله کشی یک صدای ارتعاشی شبیه به صدای شلیک مسلسل در هوا است. این صدا را نمی توان به راحتی از بین برد. هوا در نقاط بلند سیستم لوله کشی حبس می شود که به سهولت نمی توان از خط لوله خارج کرد. ضمن جریان آب از لوله ها هوا را به صورت حباب های کوچکی در می آورد. آب با جا گذاشتن حباب های هوا از لوله ها عبور می کند. این حباب های کوچک، با حرکت به اطراف و انبساط و انقباض خود تولید صدای ارتعاشی نا مطلوب می کنند.

ضربهٔ قوچ هم ممکن است منبع صدا باشد. ضربهٔ قوچ صدایی ایجاد می کند که می تواند یک خانه را تکان دهد، ضربه ای که با صداهای متوالی ضعیف شونده ای دنبال می شود. بهترین روش برای تشخیص اینکه صدای تولید شده ناشی از ضربهٔ قوچ است یا نه این است که از خود بپرسید چه موقع این صدا تولید می شود؟ اگر صدا هنگام باز کردن یک شیر سولنوئیدی یا شیر اهرمی تولید می شود، احتمالا به خاطر وجود هوا در خطوط لوله است. اگر صدا

به هنگام بستن آنی شیر پدید می آید، احتمالا به خاطر ضربهٔ قوچ است. اگر صدا به هنگام روشن شدن پمپ به وقوع می پیوندد، ممکن است به خاطر ضربهٔ قوچ، وجود هوا، یا هر دو باشد.

بنابراین چک لیست لوله های صدا دار یک تأسیسات به قرار زیر است:

- ایجاد صدا به هنگام بستن شیر= ضربهٔ قوچ.
- صدای نامربوط به بستن یا باز کردن شیر= وجود هوا در لوله ها یا لوله های شل و برخورد آن ها با دیوار یا اجسام مجاور.
- ایجاد صدا به هنگام روشن کردن پمپ = ضربهٔ قوچ یا وجود هوا در لوله ها.
- تولید یک صدای بلند و در پس آن چند صدا سریع، و سپس قطع صدا = ضربهٔ قوچ.
- صدای ارتعاشی و طولانی همانند شلیک مسلسل = وجود هوا در لوله ها.
- صدای ممتد، به فاصله های یکسان تپ، تپ، تپ به هنگامی که آب در لوله ها جریان دارد = کنتور کوچکتر از اندازهٔ لازم.
- ایجاد صدای کوبش، در ابتدای جریان آب گرم در لوله های سرد یا آب سرد در لوله های گرم، و قطع آن پس از یکی دو دقیقه = انبساط و انقباض فیزیکی لوله ها.

آبیاری تحت فشار

شناخت و کاربرد سیستم های مختلف آبیاری تحت فشار

مقدمه

با توجه به اینکه کشور ایران در مناطق خشک و نیمه خشک کره خاکی قرار گرفته است همیشه با مشکل کم آبی و بحران آب روبروست که در این راستا دو مشکل اساسی وجود دارد . ۱) بارندگی کم و تبخیر و تعرق بالا ۲) پایین بودن راندمان آبیاری حدود ۳۸ ٪ ، خاکی بودن مسیر انتقال آب ، ناهموار بودن داخل مزرعه ، نبودن زهکشهای سطحی و زیر زمینی از طرفی نظر به افزایش روزافزون جمعیت کشور و تامین امنیت غذایی باید سعی نمائیم تا از آبیاری سنتی فاصله گرفته و به آبیاری مدرن و مکانیزه روی آوریم تا بتوانیم راندمان آبیاری را افزایش و تولید را بالا ببریم و سطح زندگی و درآمد جوامع روستایی را ارتقاء بدهیم . برای این منظور باید از سیستم مدرن و مکانیزه یا همان روش آبیاری تحت فشار استفاده نمود .

آبیاری تحت فشار روشی از آبیاری است که در آن آب در مجاری بسته که شامل لوله های اصلی و فرعی می باشد با فشار جریان می یابد و از سوراخهایی که به آنها قطره چکان ، آبپاش ، آبفشان و یا نازل گفته می شود به صورت قطره یا ذرات ریز خارج می گردد و بدین طریق از تلفات آب در مسیر انتقال و در داخل مزرعه جلوگیری شده و آب به اندازه ای که لازم است به مزرعه و محصول داده می شود .

ویژگیها و مزایای آبیاری تحت فشار

آبیاری تحت فشار شامل آبیاری بارانی و قطره ای می باشد و اهدافی که در این روش مدنظر است به شرح ذیل می باشد :

ـ افزایش راندمان آبیاری به میزان ۷۰ ٪ در روش بارانی و به میزان ۹۰ ٪ در روش قطره ای و تقلیل میزان آب مصرفی در مقایسه با آبیاری سطحی .

ـ عدم تشکیل رواناب سطحی و جلوگیری از فرسایش خاک

ـ تنظیم میزان آب مورد نیاز برای انواع خاک ها و کشت ها در فصول مختلف زراعی .

ـ تهویه مناسب خاک و یکنواختی پخش آب در سطح مزرعه و عدم نیاز به زهکشی مزرعه

ـ افزایش محصول در واحد سطح در مقایسه با آبیاری سنتی

ـ عدم نیاز به تسطیح اراضی در این روش

ـ جلوگیری از سله بستن و حفظ پوکی خاک

ـ عدم نیاز به ایجاد نهرهای خاکی درون مزرعه و نهرهای زهکشی و استفاده بهینه از کل زمین مزروعی

ـ قابل استفاده برای تمام گیاهان

ـ امکان انجام آبیاری همراه با کودپاشی و سمپاشی و پخش یکنواخت آنها

ـ وارد نشدن بذر علفهای هرز به مزرعه به دلیل انتقال آب از طریق لوله ها

ـ سهولت در انجام عملیات زراعی

ـ تبخیر سطحی در آبیاری قطره ای به حداقل می رسد واز خارج شدن آب از محوطه ریشه جلوگیری می ـ گردد .

ـ عدم امکان رویش بذر علفهای هرز به دلیل مرطوب شدن فقط بخشی از سطح خاک اطراف ریشه گیاه اصلی (آبیاری قطره ای)

ـ افزایش کیفی و کمی محصول

ـ عدم نیاز به نیروی کارگر زیاد بدلیل ثابت بودن اجزای سیستم

آبیاری بارانی و انواع آن

سیستم آبیاری بارانی روشی است که در آن آب تحت تاثیر فشار ایجاد شده به وسیله موتور پمپ ، وارد لوله های مسیر شده و از طریق آب پاشها به اطراف پخش می شود و انواع آن عبارتند از : ۱) کلاسیک ۲) ویل مو (غلطان) ۳) قرقره ای ۴) دوارمرکزی (سنتر پیوت) ۵) لینیر (سیستم بارانی خطی)

کلاسیک ثابت :

در این روش آبیاری پمپ و لوله های اصلی و فرعی و بال های آبیاری و آب پاشها (کلیه اجزاء سیستم) ثابت می باشند . در این سیستم ، به تعداد کافی بال آبیاری وجود دارد و نیازی به جابجایی بالهای آبیاری در فصل زراعی نمی باشد و با توجه به شرایط باد منطقه فواصل آبپاش را طوری تنظیم می کنند که همپوشانی کاملی ایجاد گردد . در سیستم های ثابت ممکن است بالهای آبیاری در زیر زمین کار گذاشته شده و همیشه ثابت باشند یا اینکه این بالها در ابتدای فصل رشد در روی زمینی چیده شده و در انتهای فصل رشد جمع شوند که به نوع اول سیستم های ثابت دائمی و به نوع دوم سیستم های فصلی گفته می شود. انتخاب هر یک از این دو نوع سیستم بستگی به نوع گیاه دارد .

کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک :

در این روش بالهای آبیاری ثابت ولی آب پاش ها متحرک می باشند . برای کاهش هزینه در این سیستم از آب پاشهای بزرگ استفاده می شود که به طور قابل ملاحظه ای از تعداد بالهای آبیاری بارانی ثابت و از لحاظ بهره برداری راحتتر و کم هزینه تر از بقیه سیستم ها با جابهـ جایی متناوب می باشند . از لحاظ عمر مفید تجهیزات و لوله های سیستم نیز بسیار مناسب و در صورتی که لوله ها در زیر زمین کار گذاشته شده باشند از لحاظ خطر سرقت نیز دارای ضریب اطمینان بالایی خواهند بود . علاوه بر این بدلیل فراهم بودن امکان نصب پایه های بلند برای آبپاش ها ، امکان آبیاری گیاهان پا بلند نیز وجود دارد . در مجموع سیستم های آبیاری بارانی با آبپاش متحرک به دلیل ویژگی ها و مزایای فوق الذکر از استقبال قابل توجهی در بین کشاورزان برخوردار گشته و گسترش بیشتری در سالهای اخیر داشته است .

آبیاری به طریقه سیستم موتوری چرخدار یا ویل مو

ویل مو دستگاهی است که بر روی چرخهای آلومینیومی که از دو نیم طوقه تشکیل یافته و با استفاده از موتور بنزینی ۸ اسب بخار در زمینی که شکل منظم داشته و با آبگیری از شیرهای هیدرانت توسط شلنگ برزنتی زمین را آبیاری می کند و برای زراعت های چغندر قند ، گندم ، سیب زمینی ، پنبه، سویا و ... مناسب میباشد .

مشخصات فنی دستگاه :

شامل شاسی اصلی ـ موتور بنزین ۸ اسب بخار ، لوله های آلومینیومی ۴ اینچ ـ ۱۲ متری ، سوپاپ ، کمربند ، وزنه،رایزر ، فواره ، نیم طوقه و چرخ کامل و شلنگ رابط تشکیل یافته است که آب پاشها به فاصله ۱۲ متری از هم قرار گرفته است و سوپاپ ها بعد از خاتمه آبیاری شروع به تخلیه آب داخل لوله های آلومینیومی می نمایند .

نکات ایمنی :

بعد از اتمام هر آبیاری ضروری است به مدت ۱۰ دقیقه صبر کنیم تا آب داخل لوله بطور کامل از طریق سوپاپ ها تخلیه شوند تا در زمان حرکت و انتقال دستگاه به دلیل پر بودن لوله ها از آب ، مشکل پیچش لوله حاصل نگردد و نیز برای جلوگیری از حرکت دستگاه توسط باد منطقه ضروری است با استفاده از طناب و میخ دستگاه مهار شده باشد یا اینکه بر روی چرخهای دستگاه کیسه های شنی قرار داده شود تا سیستم در امان باشد .

مزایا و معایب سیستم :

این سیستم مخصوص مزارع متوسط و بزرگ و با قدرت جابه جایی در هر زمان و انجام آبیاری به هر میزان و در هر مدت با حداقل نیروی انسانی مورد نیاز می باشد و لوله های آلومینیومی هم به عنوان محور و هم به عنوان هدایت کننده آب عمل می کند تا آب را به سر آبپاش ها برسانند و از طرفی در زمین های کاملا رسی کارآیی ندارد . چون به دلیل گلی بودن زمین به علت آبیاری در زمان حرکت دستگاه مشکل پیچش لوله ایجاد می گردد .

سیستم شاتگان یا قرقره ای

سیستمی است که مزرعه را به صورت نوار آبیاری می کند و نحوه کار طوری است که ارابه که در بالای آن گان (آبپاش یا فواره) نصب گردیده است بعد از استقرار دستگاه در ابتدای نوار ، توسط تراکتور به انتهای نوار حمل می

شود. بعد از روشن شدن سیستم ، آبپاش شروع به حرکت می کند و آبپاشی انجام می گیرد، ضمن آبیاری نواری ، ارابه خود به خود به طرف ابتدای نوار حرکت می کند تا آبیاری نوار به پایان می رسد. کار آبیاری به همین منوال تا انتهای مزرعه ادامه می یابد تا دور آبیاری کامل شود و محل آبگیری از شیرهای هیدرانت که در روی خط اصلی نصب گردیده اند تحقق می یابد .

نکات ایمنی :

۱ ـ مقررات و اصول ایمنی و سلامتی در هنگام کار رعایت گردد و شلنگ ها و اتصالات فشار قوی را محفوظ داشته و ایمنی آن را مد نظر داشته باشید .

۲ ـ زنجیره های ایمنی محافظ شافت پی تی او را به یک نقطه ثابت وصل کنید و از آبپاش در حال کار فاصله بگیرید .

۳ ـ ماشین برای انجام هر گونه تنظیم و یا تعمیر متوقف گردد و به منظور راه اندازی یا حمل و نقل ماشین ، تنه اصلی بایستی به وسیله پین قفل ایمنی ثابت و محکم گردد .

۴ ـ شیرها و دریچه های تحت فشار به آرامی باز شوند و هرگز از سرعت مجاز حداکثر ۱۰ کیلومتر در ساعت تجاوز نگردد .

محاسن و معایب دستگاه :

۱ ـ آبگیری از شیرهای هیدرانت یا از کانال به راحتی انجام گرفته و برای آبیاری تکمیلی مناسب می باشد .

۲ ـ به دلیل سنگینی دستگاه وجود تراکتور برای حمل دستگاه و ارابه فواره دار ضروری بوده و برای کار آن در مزرعه وجود جاده دسترسی الزامی است و در زمانی که شدت وزش باد شدید است نبایستی عمل آبیاری را انجام داد .

دستگاه آبیاری بارانی دوار مرکزی (سنتر پیوت)

سیستم دوار مرکزی نوعی دیگر از آبیاری بارانی است که نام خارجی آن سنتر پیوت می باشد که به صورت اسپری و یا اسپیرینکر عمل آبپاشی را انجام می دهد و به صورت عقربه ساعت حرکت می نماید و زمین زراعی را به صورت دایره ای آبیاری می کند .

مشخصات فنی دستگاه :

تعداد دهانه در انواع مختلف : ۸ ـ۷ـ ۶ و ۵ عدد

طول هر دهانه :

حدودا ۵۲/۵ متر

طول کل دور دستگاههای مختلف سنتر پیوت :

۴۳۲ ، ۳۷۹/۵ ، ۳۲۷ و ۲۷۴/۵ متر به شعاع آبیاری ۴۳۵ ، ۳۸۲ ، ۳۳۰ و ۲۷۷/۵ متر

قطر لوله :

(اینچ) ـ قدرت الکتروموتورهای نصب شده در چرخها ۱/۵ کیلومتر

ولتاژ دستگاه :

۳۸۰ ولت و حداقل زمان چرخش یک دور دستگاه ۲۴ ـ ۲۱ ـ ۱۸ و ۱۵ ساعت بوده و عمق متوسط بارش در یک دور ۹/۸۸ میلی متر است و هم چنین دستگاه شامل سیستم دکل مرکزی ، خرپاها و میل های کششی ، تابلوی برق دهانه و کابل برق و سیستم دکل چرخ می باشد .

نکات ایمنی :

۱ ـ بایستی یک نفر اپراتور برای کار دقیق دستگاه مشخص گردد تا راه اندازی دستگاه را عهده دار باشد .

۲ ـ بایستی ایستگاه پمپاژ دقیقا از نظر فشار کارکرد کنترل شود چون اگر فشار از حد مجاز (۱/۵) بار پایین بیاید دستگاه خاموش خواهد شد .

۳ ـ جهت کار مناسب دستگاه بایستی تابلوی برق و متعلقات مربوطه به آن دقیقا بررسی و بطور منظم از آنها استفاده شود .

۴ ـ مواظب باشیم که قسمت ایمنی دستگاه همیشه سالم باشد چون اگر به هر دلیل دهانه ای از حالت خطی خارج شود قسمت ایمنی عمل خواهد کرد و دستگاه خاموش خواهد شد .

۵ ـ از لامپهای سیگنال روی دستگاه که ۳ تا از آنها نشان دهنده وجود برق و ۷ تای بقیه مربوط به مدار زمان هستند خوب مواظبت کنیم .

۶ ـ بایستی کلیه قسمتهای دستگاه بعد از آبیاری دقیقا کنترل و بررسی شوند .

۷ ـ در فصل زمستان بایستی کلیه جزئیات دستگاه که پر قیمت و سبک هستند پوشانده شوند تا در امان باشند .

محاسن و معایب دستگاه :

۱ ـ در سطوح وسیع کارآئی بالائی دارد ، راندمان آبیاری را بالا می برد و باعث توزیع یکنواخت آب می گردد .

۲ ـ قابل استفاده برای انواع کشت هاست و در مصرف انرژی و نیروی انسانی با صرفه تر است .

۳ ـ دستگاه پیچیده است بنابراین برای راه اندازی ، حفظ و نگهداری آن حضور شخصی که فنی و کاردان بوده و به کلیه جزئیات دستگاه وارد ضروری است .

۴ ـ قیمت دستگاه بالاست و فقط در تعاونی ها و کشت و صنعت ها و در طرح های خیلی بزرگ قابل نصب است .

دستگاه آبیاری بارانی لینیر (خطی) :

دستگاهی است که شباهت زیادی به سنترپیوت داشته با این تفاوت که زمین زراعی را بطور خطی آبیاری می کند و محل آبگیری از کانال می باشد .

مشخصات فنی ، نکات ایمنی و معایب و محاسن دستگاه تقریبا شبیه دستگاه سنترپیوت می باشد.

هیدروفلوم (لوله های آبیاری دریچه دار)

هیدروفلوم لوله بدون درزی است که بسادگی روی زمین قرار گرفته و به هر منبع آب اعم از حوضچه سر چاه و یا کانال های آب و غیره وصل شده و نیاز به فشار کاری بسیار کم دارد و در سخت ترین شرایط آب و هوائی و بادهای تندکارائی خود را به اثبات رسانده است .

مزایای استفاده از هیدروفلوم :

ـ نصب و راه اندازی سریع و آسان در زمانی کمتر از نصف روز بوده و نیازی به حفر و نگهداری نهر و جوی نیست .

ـ با انعطاف پذیری بیشتر قابل نصب در هر مزرعه بوده و با استفاده از آن بلافاصله امکان آبیاری فراهم می گردد .

ـ با توجه به مقاومت عالی هیدروفلوم در مقابل عوامل شیمیایی کلیه مواد شیمیایی و کودهای محلول در این روش آبیاری قابل استفاده است .

ـ نیازی به خرید سیفون ، هواگیری و نصب و جا به جایی سیفونها نیست و هزینه های آن قابل صرفه جویی است .

ـ نیازی به نصب آبگیرها در طول نهر آبیاری به واسطه تغییرات اندک شیب نیست .

ـ ۵۰ ٪ در مصرف آب صرفه جویی شده و کارگر مورد نیاز آبیاری به یک سوم تقلیل می یابد .

ـ در مقایسه با سایر روشها هزینه سرمایه گذاری یک دهم تا یک دوازدهم می باشد .

ـ کمترین سرمایه گذاری در مقایسه با سایر روشها ی مدرن آبیاری به میزان یک دهم تا یک دوازدهم سیستم های موجود

ـ عدم نیاز به مصرف انرژی و استفاده از موتور و پمپ در دور آبیاری و در نتیجه حداقل هزینه تعمیر و نگهداری و عدم نیاز به پرسنل متخصص در مزرعه

ـ برای آبیاری انواع کشتهای ردیفی و کرتی از قبیل چغندر ، گوجه فرنگی ، ذرت ، یونجه و برنج مورد استفاده قرار می گیرد .

ـ سهولت نصب و جمع آوری و استفاده مجدد از آن امکان پذیر بوده و برای انتقال بدون اتلاف آب از یک نقطه به نقطه دیگر به کار می رود .

ـ از رشد و گسترش و انتقال بذر علف های هرز در مسیر لوله و نیز از شستشوی خاک جلوگیری می شود .

آبیاری قطره ای :

آبیاری قطره ای یکی از روش های پیشرفته و تکامل یافته آبیاری تحت فشار است که در آن آب به صورت قطره توسط قطره چکان به میزان لازم در اختیار درختان و انواع محصولات وجینی قرار می گیرد و فقط منطقه اطراف ریشه را خیس می کند و در واقع با مصرف حداقل آب ، نیاز آبی گیاه تامین می گردد . یعنی رساندن آب به گیاهان به مقدار کم و دفعات زیاد .

مشخصات فنی سیستم :

قسمت اصلی کنترل ـ لوله های اصلی آبرسان ـ لوله های آبده ـ قطره چکان ها

قسمت اصلی کنترل شامل قسمت های زیر می باشد : الف ـ هیدروسیکلون ، ب ـ فیلتر شن ، ج ـ مرکز کنترل ، د ـ تانک کود ، ه ـ فیلتر توری

در سیستم آبیاری قطره ای آب از مرکز کنترل وارد لوله های آبرسان شده و سپس از طریق لوله های فرعی به قطره چکانها رسیده و از آنجا به صورت قطره به زمین می ریزد و مرکز کنترل ، فیلترهای مختلف برای گرفتن شن ، جلبکها و ذرات معلق در آب وجود دارد .

محاسن و معایب سیستم :

ـ تمامی مزایای سیستم در صفحه یک آورده شده است .

ـ گرفتگی قطره چکان به دلیل املاح موجود در آب وجود دارد .

آبیاری قطره ای سوپر دریپ

در این نوع سیستم لوله ها به صورت نوارهایی در روی سطح خاک قرار می گیرند . در هر ۱۰ ـ ۲۰ ـ ۳۰ سانتیمتری دارای قطره چکان می باشند این نوارها برای کشت های ردیفی ، انواع سبزیجات ، توت فرنگی ، موز ، ذرت ، نیشکر ، گیاهان علوفه ای ، گیاهان گلخانه ای ، هندوانه ، خربزه ، خیار ، گوجه فرنگی ، کاهو ، کلم ، سیب زمینی ، فلفل ، هویج ، پیاز ، چغندر قند ، پنبه ، گل آفتابگردان ، تاکستان انگور و نهالستان ها مناسب می باشد .

مزایای آبیاری قطره ای سوپر دریپ :

ـ فضای انبارداری و سهولت نگهداری در بین فصول رشد محصول حداقل بوده و سبک با قابلیت حمل آسان می باشد .

ـ اتصالات آن به صورت قطعات ساده و استاندارد موجود است و روش کارگذاری آن به صورت دستی و ماشینی بسیار ساده است .

ـ باعث صرفه جویی در آب ، نیروی انسانی و کود شده و کیفیت محصول را افزایش داده و همچنین هزینه آن بسیار کم است .

ـ جنس پلاستیکی مخصوص آن از چسبیدن جلبک ها و رسوبات معدنی جلوگیری می کند .

در مقابل گرما و اشعه ماوراءبنفش ، کلیه کودهای شیمیایی ، سموم ، دفع آفات و اسپری های کشاورزی مقاوم است .

ـ قابلیت نصب روی خاک ، زیر خاک و یا حتی معلق بوده و یکنواختی آبدهی آن تا ۹۹/۲ درصد نیز می رسد .

ـ قطره چکانها از اجزا لوله بوده و در نتیجه امکان جدا شدن آنها از سیستم مرتفع گردیده .

ـ قوی و بادوام بوده و تحت تاثیر باد قرار نگرفته و قابل استفاده تا ۳ سال زراعی می باشد .

ـ قرقره های استاندارد به طول ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر می باشد .

محدودیت های آبیاری تحت فشار

۱ ـ سرمایه گذاری اولیه آن بیشتر است .

۲ ـ برای راه اندازی سیستم استفاده از برق ، گازوئیل و بنزین ضروری است .

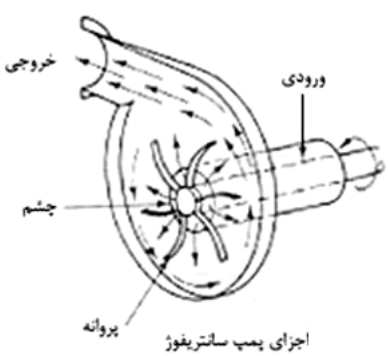
۳ ـ اگر آب به صورت حق آبه باشد احداث استخر جهت ذخیره آب الزامی است .

۴ ـ در زمان وجود باد در منطقه نبایستی از سیستم استفاده کرد .

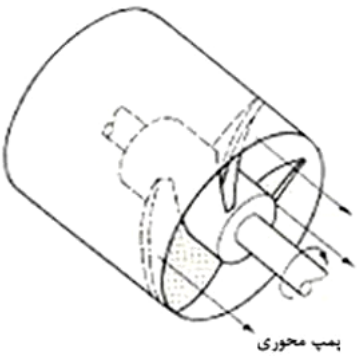
۵ ـ زمانی که آب خیلی شور باشد نبایستی از آبیاری تحت فشار استفاده کرد .

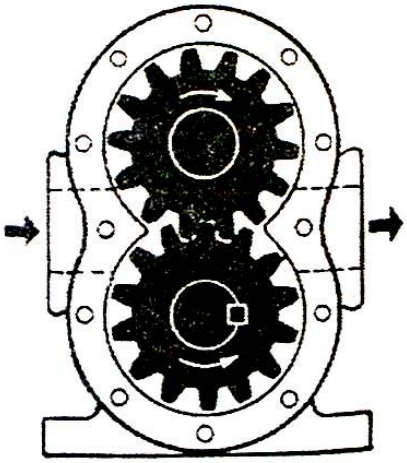
پایان.

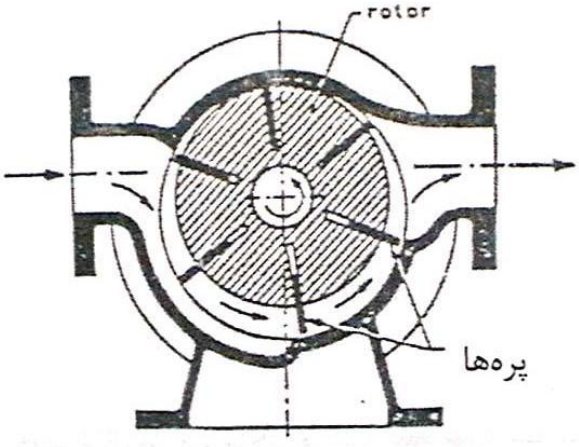
موفق باشید.

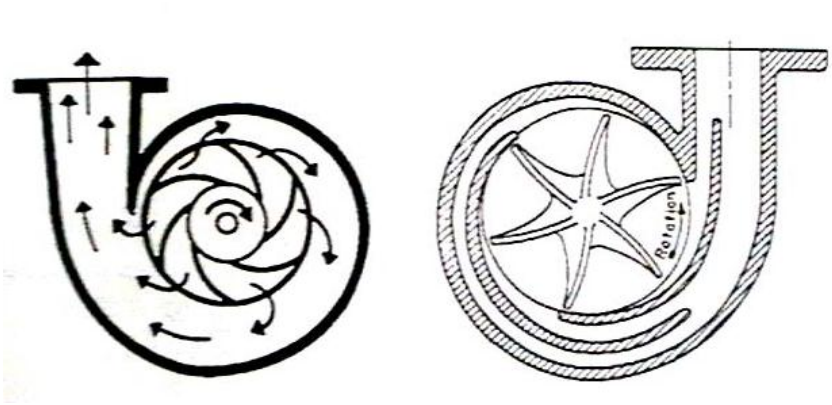


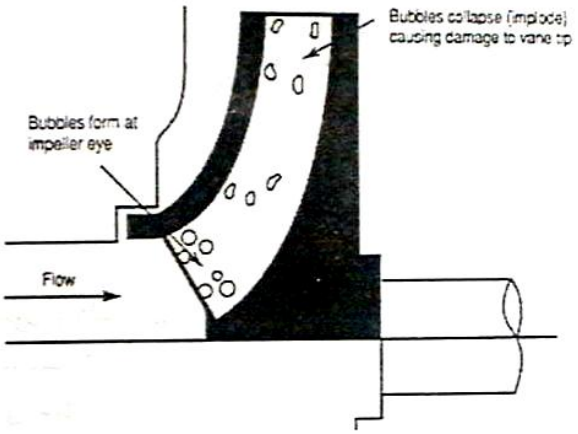
اجزای پمپ سانتریفوژ


پمپ محوری

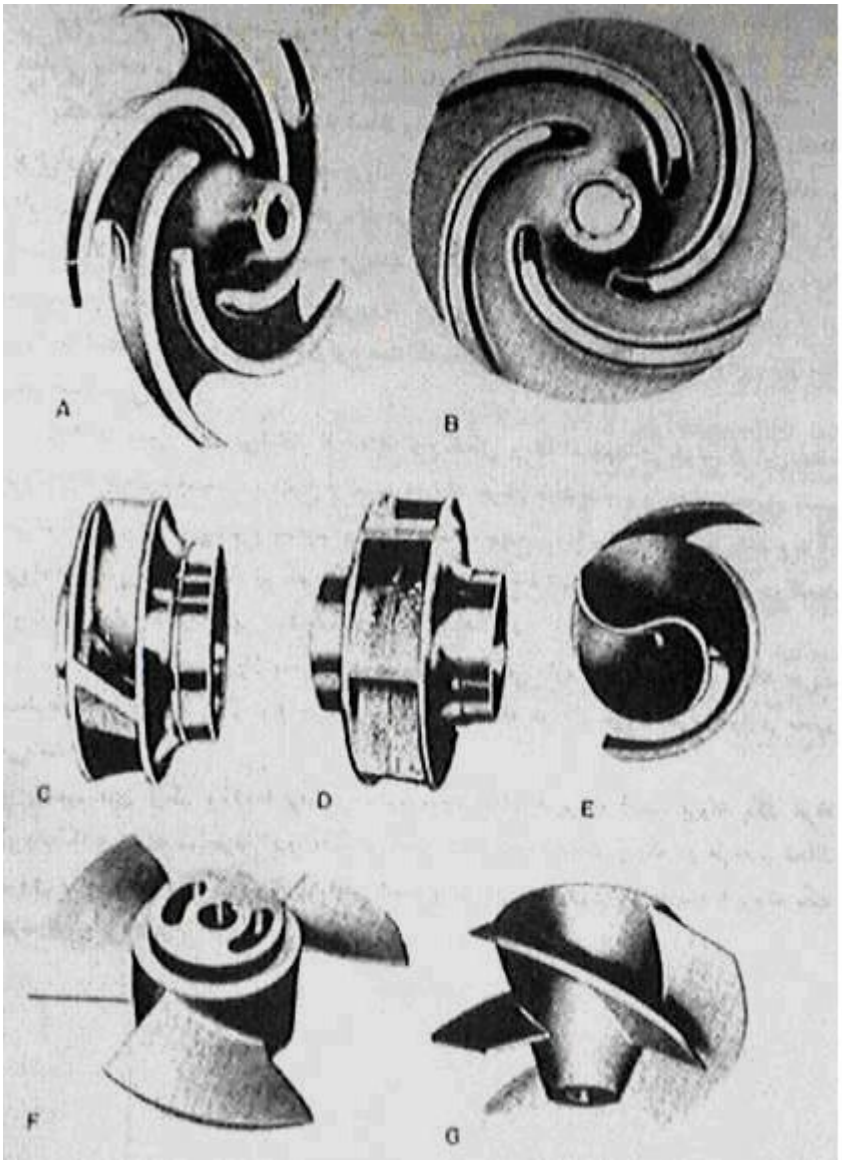








پیدایش کاویتاسیون


A
B
C
D
E
F
G