



بخش ۱

پمپ‌ها

## کلیات

بشر از زمان‌های گذشته در مناطق خشک با کمبود آب روبرو بوده است و به تدریج با ابداع روش‌های جدید، آب مورد نیاز خود را تأمین نمود. آثار شبکه‌های فرعی آبیاری در نقاط گوناگون دنیا از جمله کشور ما نشان می‌دهد که تأمین و توزیع آب همواره یکی از مسائل اساسی هر کشوری بوده است. بدیهی است برای تأمین آب مورد نیاز از وسایل و تجهیزات خاصی استفاده می‌کرد که طی زمان مراحل تکاملی خود را طی کرده است. به تدریج با پیشرفت دانش، بشر توانست وسایلی مانند سطل، چرخ چاه، چرخ دوار و بالاخره انواع پمپ‌ها را برای انتقال آب مورد استفاده قرار دهد. امروزه با پیشرفت سریع فنون از پمپ‌های متنوعی برای انتقال انواع مایعات و گازها استفاده می‌شود که هر یک کاربرد خاص خود را دارا می‌باشند. در این بخش اطلاعات مورد نیاز هرنجویان رشته ماشین‌های کشاورزی در مورد انواع پمپ‌ها مورد استفاده در کشاورزی ارائه می‌گردد.

## پمپ‌ها

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل فراگیر باید بتواند :

- ۱- پمپ را تعریف کند.
- ۲- پمپ‌ها را طبقه‌بندی کند.
- ۳- پمپ‌های پیوسته را طبقه‌بندی کند.
- ۴- پمپ‌های گسسته را طبقه‌بندی کند.
- ۵- موارد کاربرد پمپ‌های پیوسته را نام ببرد.
- ۶- موارد کاربرد پمپ‌های گسسته را نام ببرد.

### ۱-۱- تعریف پمپ

به‌طور کلی پمپ به ماشین‌هایی گفته می‌شود که برای افزایش انرژی سیالات (مایعات و گازها) به کار می‌رود. این افزایش انرژی به صورت‌های مختلف مانند جابه‌جایی سیالات، افزایش فشار و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای راه‌اندازی پمپ وسایل محرکی مانند موتورهای احتراقی، موتورهای الکتریکی و توربین‌های بادی به کار می‌رود.

استفاده از موتورهای الکتریکی ضمن راحت‌تر بودن، جلو اتلاف انرژی را می‌گیرد. یکی از سیاست‌های دولت، برقی کردن چاه‌های آبی است که به‌وسیله موتور احتراقی کار می‌کنند. با استفاده از توربین بادی که هزینه کمی دارد می‌توانید به‌طور شبانه‌روزی آب را از چاه‌های سطحی به داخل استخرهای ذخیره آب پمپاژ کنید بدون آنکه هزینه‌ای بابت سوخت و برق بدهید.

### ۱-۲- طبقه‌بندی پمپ‌ها

پمپ‌ها به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند :

۱-۲-۱- پمپ‌های پیوسته (با جابه‌جایی غیر مثبت یا دینامیکی) : از این پمپ‌ها بیش‌تر

برای انتقال سیال از نقطه‌ای به نقطه دیگر استفاده می‌شود. آن‌ها سیال را با دبی زیاد و فشار کم انتقال می‌دهند و در حین انتقال سیال قسمت ورودی و خروجی پمپ با هم در ارتباط می‌باشند لذا توانایی تولید فشار پمپ تابعی از سرعت دوران پروانه می‌باشد.

این پمپ‌ها از نظر نوع جریان به سه دسته تقسیم می‌شوند :

الف) پمپ‌های جریان شعاعی (ب) پمپ‌های جریان محوری (ج) پمپ‌های جریان مختلط  
۲-۲-۱- پمپ‌های گسسته (با جابه‌جایی مثبت یا جابه‌جایی): از این پمپ‌ها بیش‌تر برای افزایش فشار در سیال استفاده می‌شود. آن‌ها سیال را با دبی کم و فشار بالا انتقال می‌دهند و در حین انتقال سیال قسمت ورودی و خروجی پمپ به وسیله قطعه‌ای از هم جدا و با هم در ارتباط نمی‌باشند و در واقع هر آن‌چه وارد پمپ شود به سمت خروجی رانده می‌شود.

این پمپ‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند :

الف) پمپ‌های رفت و برگشتی (ب) پمپ‌های گردشی

### ۳-۱- کاربرد پمپ‌ها

پمپ‌ها اغلب برای منظوره‌های متفاوتی ساخته می‌شوند که هر دسته پمپ کاربردهای خاص خود را دارند.

#### ۱-۳-۱- کاربرد پمپ‌های پیوسته

الف) انتقال آب: انتقال آب از محل استحصال (چاه‌های عمیق، نیمه‌عمیق، رودخانه‌ها، کانال‌ها و غیره) به محل مصرف (مراکز صنعتی، مسکونی و اراضی کشاورزی و غیره) (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱- پمپ در حال انتقال آب از کانال

ب) آبیاری زمین‌های کشاورزی: تأمین فشار لازم در سیستم‌های آبیاری تحت فشار (شکل ۱-۲) که باید آب در شبکه‌ای از لوله‌ها با فشار معین جریان پیدا کند. در این سیستم جریان آب موجود در لوله‌ها به صورت قطره‌ای توسط قطره‌چکان‌ها و یا قطرات باران از طریق آب‌پاش‌ها در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. (نکته: کشاورزان به کمک پمپ و با زحمت زیاد آب را به گیاهان می‌رسانند تا مواد غذایی مورد نیاز ما را تأمین کنند)



شکل ۱-۲- پمپ در حال انتقال آب تحت فشار به سیستم‌های آبیاری

ج) زه‌کشی: زمین‌هایی که بر اثر آب اضافی کشت و کار در آن‌ها غیرممکن شده است به روش‌های مختلفی زه‌کشی می‌شوند. چنان‌چه خروجی طبیعی آب زه‌کشی ممکن نباشد با استفاده از پمپ این عمل امکان‌پذیر می‌شود. هم‌چنین در معادن نیز آب‌های اضافی به وسیله پمپ تخلیه می‌شود (شکل ۱-۳). (نکته: کارگران معدن در محیطی کاملاً مرطوب در زیر زمین مشغول فراهم نمودن مواد اولیه مورد نیاز صنایع می‌باشند)



شکل ۱-۳- پمپ زهکش در حال کار

د) به گردش در آوردن مایعات : به حرکت در آوردن مایعات مختلف در صنایع شیمیایی و تصفیه نفت و همچنین به گردش در آوردن آب به منظور گرم کردن و یا خنک کردن با پمپ‌های سیرکولاتور (شکل ۱-۴) امکان پذیر است.



شکل ۱-۴- پمپ سیرکولاتور

ه) انتقال گازها : برای نقل و انتقال گازها در صنایع مختلف و انتقال گازهای سوختی مسکونی از پمپ‌های ویژه‌ای استفاده می‌شود.

و) انتقال مواد پودری یا گرانول : در صنعت برای انتقال مواد جامد می‌توان آن‌ها را به صورت معلق در آب درآورد سپس به وسیله پمپ همراه با آب مواد معلق را منتقل کرد.

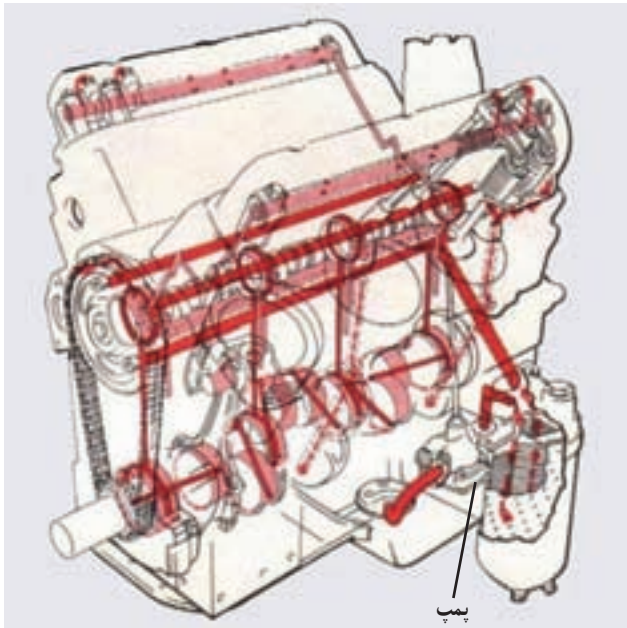
### ۲-۳-۱- کاربرد پمپ‌های گسسته :

الف) سیستم‌های هیدرولیک : پمپ به‌عنوان قلب سیستم هیدرولیک وظیفه افزایش فشار سیال در سیستم را به عهده دارد. یکی از ساده‌ترین سیستم‌های هیدرولیک در جک‌ها می‌باشد که کاربردهای مختلفی از قبیل بالا بردن اجسام سنگین و پرس کردن (شکل ۱-۵) دارند در این گونه سیستم‌ها روغن به وسیله پمپ از مخزن روغن به جک منتقل گردیده و با افزایش فشار روغن زیر پیستون جک، پیستون و اجسام سنگین روی آن جابه‌جا می‌شوند. آیا می‌دانید با نشت روغن از سیستم‌های هیدرولیکی خاک چنان آلوده می‌شود که تا سال‌ها گیاهی در آن نمی‌روید.



شکل ۱-۵- پمپ در پرس هیدرولیکی و جک هیدرولیکی

ب) روغن کاری قطعات موتور: پمپ در موتور، روغن را از مخزن روغن گرفته و در مدار روغن کاری موتور (شکل ۶-۱) به جریان می اندازد.



شکل ۶-۱- کاربرد پمپ در مدار روغن کاری موتور

ج) انتقال مایعات: برای انتقال مایعات مانند آب (شکل ۸-۱) یا روغن (شکل ۷-۱) می توان از پمپ های گسسته استفاده کرد مانند انتقال آب از چاه های سطحی به وسیله پمپ های دستی و یا خارج کردن روغن از بشکه به وسیله پمپ های دستی.

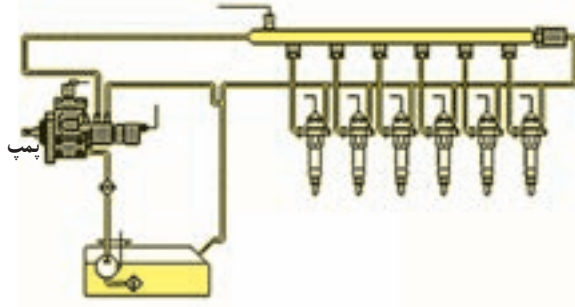


شکل ۸-۱- پمپ آب دستی



شکل ۷-۱- پمپ روغن کش دستی

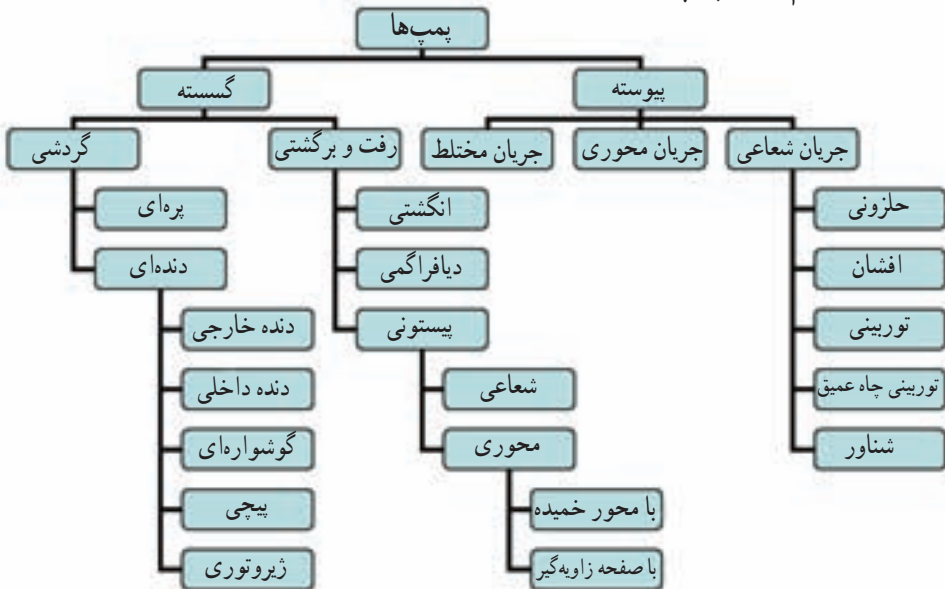
د) سیستم سوخت رسانی: در سیستم سوخت رسانی (شکل ۹-۱) از پمپ برای انتقال سوخت و نیز افزایش فشار در مدار سوخت رسانی استفاده می شود این پمپ ها به صورت پمپ بنزین، پمپ مقدماتی گازویل و یا پمپ اترکتور به کار برده می شود.



شکل ۹-۱- سیستم سوخت رسانی اترکتوری

در هنگام استفاده از پمپ های اترکتوری دقت لازم به کار گرفته شود که با تنظیم و سرویس به موقع آن ها هرچه بیشتر از هدر رفتن گازویل، این منبع طبیعی جلوگیری شود.

#### ۴-۱- تقسیم بندی پمپ ها



نمودار ۱-۱- تقسیم بندی پمپ ها



## خودآزمایی

- ۱- پمپ را تعریف کنید.
- ۲- از پمپ های پیوسته بیش تر برای ..... سیال از نقطه ای به نقطه دیگر استفاده می شود.
- ۳- پمپ های گسسته به چند دسته تقسیم می شوند؟ نام ببرید.
- ۴- موارد کاربرد پمپ پیوسته را بیان کنید.
- ۵- پمپ به عنوان قلب سیستم هیدرولیک وظیفه ..... در سیستم را بر عهده دارد.
- ۶- تفاوت پمپ های گسسته و پیوسته چیست؟

### پمپ‌های پیوسته

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل فراگیر باید بتواند :

- ۱- پمپ‌های جریان شعاعی را تعریف کند.
- ۲- اصول کار پمپ‌های جریان شعاعی (گریز از مرکز) را توضیح دهد.
- ۳- ساختمان پمپ‌های گریز از مرکز را توضیح دهد.
- ۴- پمپ‌های سانتریفوژ را باز کرده و اجزای آن را شناسایی کند.
- ۵- طرز کار پمپ‌های گریز از مرکز را توضیح دهد.
- ۶- پمپ‌های گریز از مرکز (سانتریفوژ) را از نظر نوع پوسته تقسیم‌بندی نماید.
- ۷- پمپ‌ها را از نظر وضعیت دهانه مکش و رانش تقسیم‌بندی نماید.
- ۸- پمپ‌ها را از نظر نوع پروانه تقسیم‌بندی نماید.
- ۹- پمپ‌ها را از نظر تعداد طبقات تقسیم‌بندی نماید.
- ۱۰- ساختمان پمپ‌های توربینی را توضیح دهد.
- ۱۱- پمپ‌های توربینی را باز کرده و اجزای آن را شناسایی کند.
- ۱۲- طرز کار پمپ‌های توربینی را توضیح دهد.
- ۱۳- اصول کار پمپ‌های جریان محوری را توضیح دهد.
- ۱۴- ساختمان پمپ‌های جریان محوری را توضیح دهد.
- ۱۵- طرز کار پمپ‌های جریان محوری را توضیح دهد.
- ۱۶- پمپ‌های جریان محوری را باز کرده و اجزای آن را شناسایی کند.
- ۱۷- طرز کار پمپ‌های جریان مختلط را توضیح دهد.
- ۱۸- ساختمان پمپ‌های خاص (مکش‌زا «کف‌کش و لجن‌کش») را توضیح دهد.
- ۱۹- طرز کار پمپ‌های خاص (مکش‌زا «کف‌کش و لجن‌کش») را توضیح دهد.
- ۲۰- روش‌های تأمین و انتقال نیرو به پمپ‌ها را توضیح دهد.

## کلیات

پمپ‌های پیوسته بیش‌تر برای برداشت آب، انتقال و توزیع آن در شهر و روستا استفاده می‌شود. در واقع تنها برای انتقال سیالات طراحی و ساخته می‌شوند و به‌عبارت دیگر در جاهایی به‌کار گرفته می‌شوند که تنها مقاومت در مقابل حرکت سیال، وزن سیال و اصطکاک مسیر حرکت است. اکثر این پمپ‌ها با نیروی گریز از مرکز عمل می‌کنند. هر چند این نوع پمپ‌ها جریان ممتد و یکنواختی را فراهم می‌آورند لیکن مقدار خروجی آن‌ها با افزایش مقاومت کاهش می‌یابد. یعنی این امکان وجود دارد درحالی که پمپ در حال چرخش است هیچ‌گونه خروجی نداشته باشد. این پمپ‌ها در سه گروه تقسیم‌بندی می‌گردند:

الف) پمپ‌های جریان شعاعی (radial flow pumps)

ب) پمپ‌های جریان محوری (axial flow pumps)

ج) پمپ‌های جریان مختلط (mixed flow pumps)

### ۱-۲- پمپ‌های جریان شعاعی (گریز از مرکز یا سانتریفوژ «centrifugal pumps»)

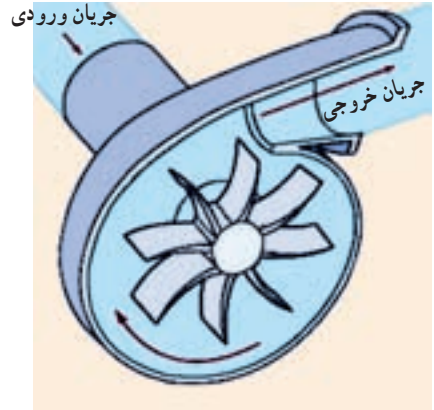
پمپ‌های جریان شعاعی به پمپ‌هایی اطلاق می‌گردد که در آن‌ها فشار مایع به‌وسیله نیروی گریز از مرکز تولید می‌شود. در این نوع پمپ مایع از چشمه پروانه وارد شده و به‌طور شعاعی به طرف محیط پروانه جریان می‌یابد و از مجرای خروجی خارج می‌گردد. این پمپ‌ها نسبت به پمپ‌های جریان محوری و مختلط دارای ارتفاع آبدهی زیاد و دبی کم هستند.

#### ۱-۱-۲- اصول کار پمپ‌های گریز از مرکز: اگر در ظرفی آب بریزیم و به‌وسیله میله‌ای

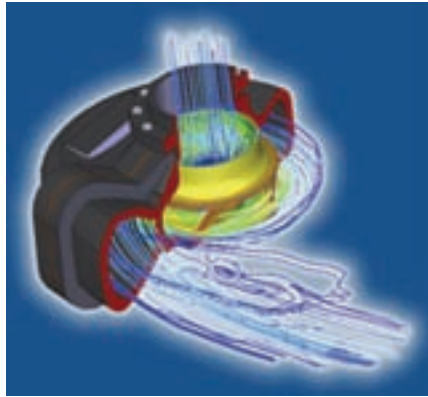
آب را در ظرف در حول نقطه مرکزی بچرخش درآوریم نیروی گریز از مرکز ایجاد شده آب را در روی دیواره‌های ظرف بالا می‌برد. در پمپ‌های سانتریفوژ آب در اثر نیروی مکش از مرکز پروانه وارد شده و در اثر چرخش پروانه آب تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز پروانه را ترک کرده و وارد محفظه پمپ می‌گردد (شکل ۱-۲). حجم زیاد محفظه و وضعیت هندسی آن موجب کاهش سرعت آب گشته و بخشی از انرژی سینتیک آن تبدیل به انرژی فشاری می‌گردد و بر اثر این فشار از لوله خروج خارج می‌شود (شکل ۲-۲).

#### ۲-۱-۲- ساختمان پمپ‌های گریز از مرکز: قسمت‌های اصلی یک پمپ گریز از مرکز

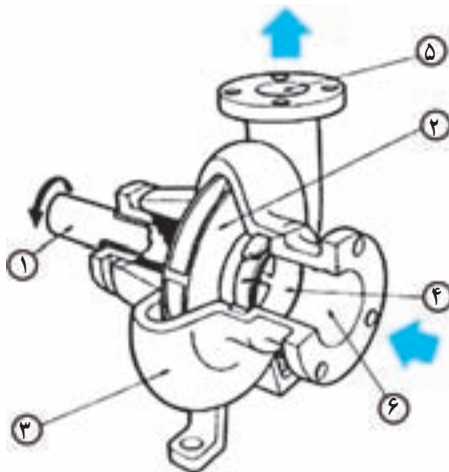
(شکل ۲-۳) عبارتند از: پوسته پمپ، پروانه، چشمه پروانه و محفظه خروجی، دهانه ورودی و دهانه خروجی.



شکل ۱-۲- مسیر حرکت سیال در پمپ گریز از مرکز



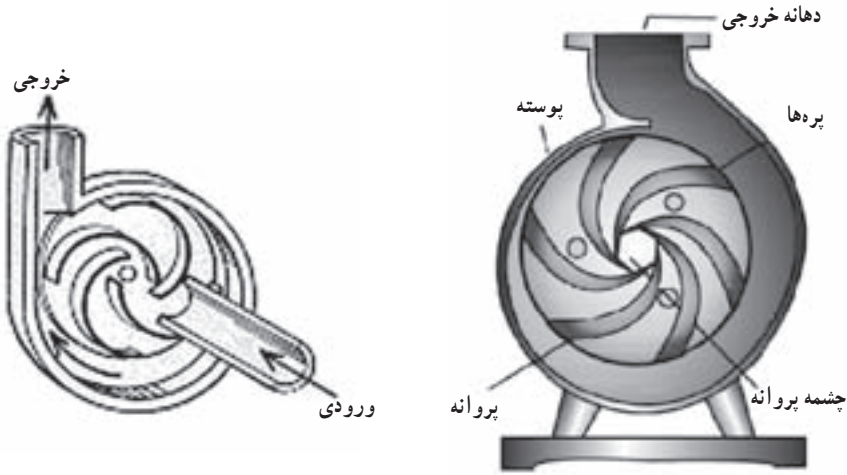
شکل ۲-۲- شماتیک جریان سیال در پمپ گریز از مرکز



۱- محور پمپ ۲- پروانه ۳- پوسته حلزونی پمپ ۴- چشمه پروانه ۵- خروجی پمپ ۶- ورودی پمپ

شکل ۳-۲- ساختمان پمپ گریز از مرکز

پروانه در داخل پوسته پمپ قرار داشته و به وسیله محوری که در مرکز آن قرار دارد به چرخش درمی آید در مرکز پروانه چشمه قرار دارد که مجرای ورود آب می باشد (شکل ۴-۲) و از طریق کانالی به لوله ورودی پمپ ارتباط دارد در قسمت خروجی پمپ محفظه وسیعی قرار دارد که وظیفه تبدیل سرعت جریان را به فشار بر عهده دارد این محفظه قبل از مجرای خروجی پمپ قرار گرفته است.



شکل ۴-۲- اجزای داخلی پمپ گریز از مرکز

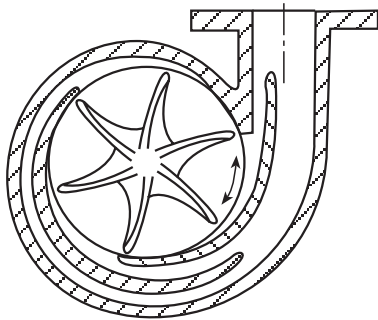
□ کار کارگاهی : به کمک مربی قطعات یک پمپ گریز از مرکز را باز کرده و مورد بررسی قرار دهید.

۳-۱-۲- انواع پمپ‌های گریز از مرکز : این پمپ‌ها را می‌توان از نظر نوع پوسته، نوع پروانه و چگونگی قرار گرفتن محور و تعداد طبقات تقسیم‌بندی نمود.

۱- تقسیم‌بندی پمپ‌های سانتریفوژ از نظر نوع پوسته : از نظر پوسته این پمپ‌ها به دو دسته حلزونی و افشان تقسیم می‌شوند.

*الف) پمپ‌های حلزونی :* این نوع پمپ‌ها ساده و ارزان قیمت می‌باشند. پوسته حلزونی یا پیچکی شکل (۵-۲) طوری ساخته شده که کانال آن تدریجاً در جهت گردش پروانه بازتر می‌شود.

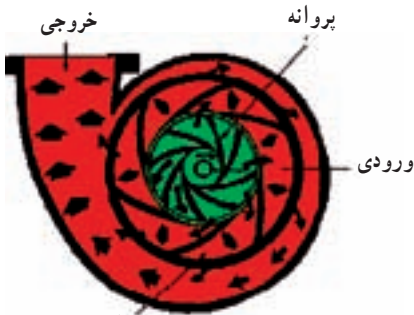
باز شدن کانال باعث تبدیل سرعت به فشار می‌گردد. بعضی از انواع این پمپ‌ها دارای پوسته دوجداره می‌باشند (شکل ۶-۲).



شکل ۲-۶- پوسته حلزونی دوجداره



شکل ۲-۵- پوسته حلزونی پمپ افقی



پره‌های راهنما  
راهنما

بخش پرفشار

بخش کم فشار

شکل ۲-۷- جریان مایع در پمپ گریز از مرکز

ب) پمپ‌های افشان: در این نوع پمپ‌ها پروانه به وسیله پره‌های ثابتی به نام پره‌های راهنما احاطه شده است. پره‌های راهنما روی پوسته سوار می‌شوند و هرچه از مرکز دورتر برویم از هم بازتر می‌گردند (شکل ۲-۷). آب عبوری از پروانه به پره‌های راهنما وارد می‌شود و چون مقطع جریان به تدریج بازتر می‌شود سرعت افت می‌کند و فشار افزایش می‌یابد. در این نوع پوسته سرعت مایع به‌طور کامل تری به فشار تبدیل می‌شود به این جهت ضریب بهره پمپ افشان بیش‌تر از پمپ‌های حلزونی می‌باشد. در مواردی که فشار زیاد مورد نظر باشد از این پمپ‌ها استفاده می‌شود.

پوسته پمپ‌ها ممکن است از جهات دیگر نیز با هم تفاوت داشته باشند. مثلاً بعضی از پمپ‌ها دارای پوسته یک تکه (شکل ۲-۸) و برخی دیگر دارای پوسته چندتکه‌ای هستند (شکل ۲-۹).

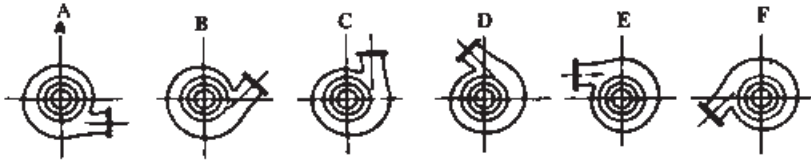


شکل ۲-۹- پمپ دو تکه باز شده



شکل ۲-۸- پمپ یک تکه

۲- تقسیم‌بندی پمپ‌ها از نظر وضعیت دهانه مکش و رانش : وضعیت دهانه رانش و مکش نیز در پمپ‌ها متفاوت است. در برخی از پمپ‌ها می‌توان وضعیت دهانه رانش را تنظیم نمود. البته این تنظیم در پمپ‌های یک تکه امکان‌پذیر نیست (شکل ۱۰-۲)

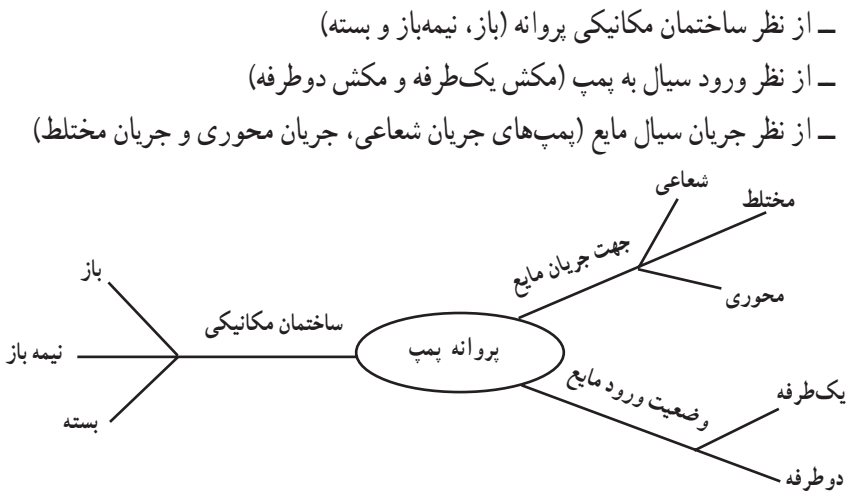


شکل ۱۰-۲- وضعیت‌های مختلف دهانه رانش پمپ‌گریز از مرکز

انعطاف‌پذیری پمپ‌های چند تکه از لحاظ تغییر وضعیت دهانه رانش باعث انطباق بهتر پمپ با وضعیت قرارگیری آن در شبکه لوله‌ها و در نتیجه استفاده کمتر از اتصالات در لوله‌کشی و کم شدن هزینه‌ها می‌گردد.

۳- تقسیم‌بندی پمپ‌ها از نظر پروانه : پروانه پمپ‌ها را از جهات مختلف می‌توان طبقه‌بندی نمود :

نمود :



الف) از نظر ساختمان مکانیکی پروانه : بسته به نوع و گرانروی مایع انتقالی پروانه ممکن

است از نوع باز، نیمه‌باز و یا بسته باشند.

۱- پروانه بسته : از این نوع پروانه برای انتقال مایعاتی

که گرانروی آن‌ها کم است استفاده می‌شود. پره‌های پروانه بین دو صفحه به نام لفافه پروانه قرار می‌گیرند (شکل ۱۱-۲).



شکل ۱۱-۲- پروانه بسته



شکل ۱۲-۲ پروانه نیمه باز



شکل ۱۳-۲ پروانه باز

۲- پروانه نیمه باز: این نوع پروانه برای انتقال سیالات لزج<sup>۱</sup> مانند فاضلاب، خمیر کاغذ، محلول شکر و غیره به کار می‌روند. به منظور به حداقل رساندن انسداد پروانه تعداد پره‌ها کم و طول آن‌ها بلند انتخاب می‌شود. در این نوع پروانه پره‌ها از یک طرف به وسیله صفحه لفافه بسته شده است (شکل ۱۲-۲).

۳- پروانه باز: این نوع پروانه دارای صفحه لفافه نیست و بیش‌تر در لایروبی و جایی که مخلوطی از آب و شن و ماسه وجود دارد به‌عنوان لجن‌کش به کار می‌رود (شکل ۱۳-۲).

به جز سه نوع پروانه ذکر شده که بسیار مرسوم می‌باشند، ممکن است در پمپ‌های مخصوص از انواع دیگری از پروانه استفاده شود که در پمپ‌های کاغذبر و پمپ‌های مورد استفاده در انتقال مایعات غلیظ استفاده می‌شوند (شکل ۱۴-۲).



شکل ۱۴-۲ پروانه‌های مخصوص

جنس پروانه: جنس پروانه بستگی به نوع کاربرد پمپ دارد ولی اصولاً آلیاژ آن از جنسی انتخاب می‌گردد که در مقابل زنگ‌زدگی و سایش و حباب‌های کاویتاسیون مقاومت داشته، ضمناً، قابلیت فلزکاری و تراشکاری داشته باشد و از نظر قیمت نیز مناسب باشد.

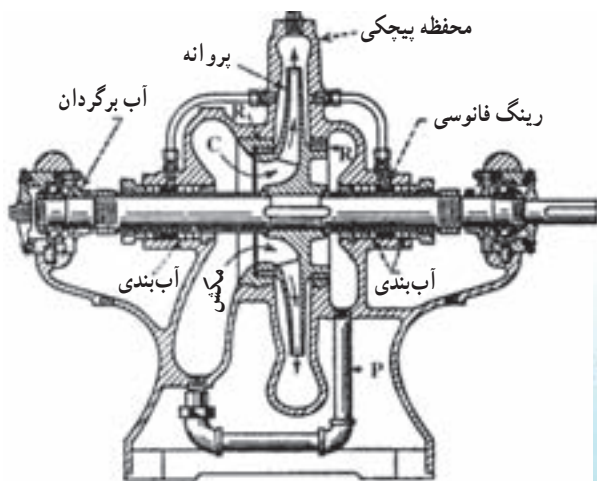
۱- مواد لزج دارای گرانروی بالا هستند.



معمولاً برای سیالاتی نظیر آب از آلیاژ برنز استفاده می‌شود و در صورتی که بخواهیم از نظر اقتصادی صرفه‌جویی کنیم از چدن استفاده می‌کنیم. برای مقاومت‌های زیاد، پروانه‌ها را از فولاد ضدزنگ می‌سازند. پروانه‌های فولادی کاربرد زیادی داشته، حتی در دمای بالا نیز قابلیت کار دارند البته این پروانه‌ها در مقابل آب دریا ضعیف می‌باشند. گاهی مواقع پروانه‌ها را از پوشش‌های مخصوص می‌پوشانند تا مقاومت آن‌ها را در مقابل مواد مختلف افزایش دهند برای انتقال بعضی مواد از جمله شیر و آب‌میوه، از پمپ‌های مخصوصی که پروانه آن‌ها از شیشه نشکن ساخته شده، استفاده می‌شود. این پروانه‌ها در انتقال مواد اسیدی نیز کاربرد داشته و بسیار مقاوم می‌باشند و فقط عیب آن‌ها عدم توانایی در مقابل ضربه‌های مکانیکی می‌باشد.

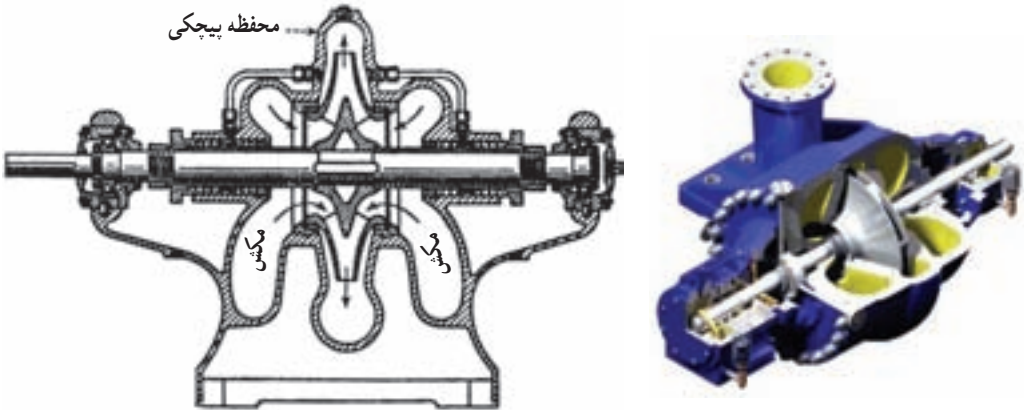
ب) تقسیم‌بندی پروانه‌ها از نظر ورود مایع به پمپ: از نظر ورود مایع به پمپ، پروانه ممکن است از نوع مکش یک طرفه یا دو طرفه باشد.

— مکش یک طرفه: مایع از یک طرف پروانه وارد می‌شود. شکل ۱۵-۲ پمپ مجهز به پروانه مکش یک طرفه را نشان می‌دهد. مایع از راه مجرای مکش وارد محفظه C، که اطراف محور پروانه را گرفته می‌شود. همین که مایع وارد پروانه شد به وسیله آن به طرف محفظه ماریچی و پس از آن با فشار به سوی لوله تخلیه رانده می‌شود. همان‌طور که در شکل مشخص شده است، نوارهای آب‌بندی از پشت مایع به خارج پوسته جلوگیری می‌کنند.



شکل ۱۵-۲- پمپ گریز از مرکز با مکش یک طرفه

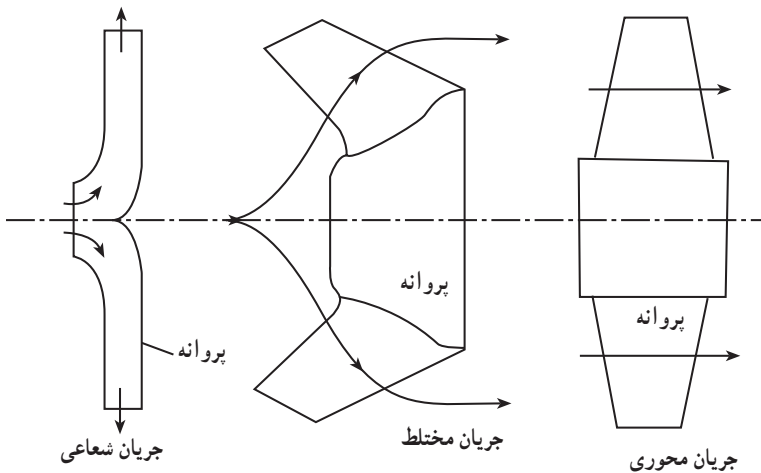
— پروانه‌های دومکشی: بسیاری از پمپ‌های یک‌طبقه، مخصوصاً آن‌هایی که ظرفیت آب‌دهی زیاد دارند، دارای پروانه دوطرفه می‌باشند. شکل ۱۶-۲ طرح ساختمان چنین پمپی را نشان می‌دهد که از هر لحاظ به پمپ شکل ۱۵-۲ شباهت دارد، ولی پروانه آن دوطرفه است.



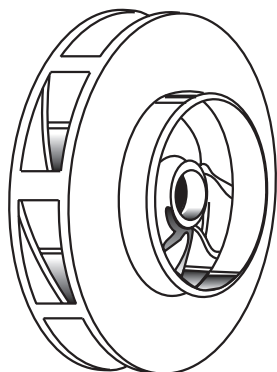
شکل ۱۶-۲- پمپ گریز از مرکز با پروانه دومکشی

چون ساختمان پمپ و پروانه کاملاً متقارن است، تعادل هیدرولیک آن کامل می‌باشد. کوچک‌ترین اختلاف در ساختمان و ساییدگی پروانه، این تعادل را به هم می‌زند. به همین جهت بلبرینگ‌های محور گردنده بایستی قوی باشند، تا در صورت وجود اشکال، بتوانند این عدم تعادل را تحمل کنند.

ج) تقسیم‌بندی پروانه از نظر جهت جریان مایع: از نظر جریان مایع پروانه‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند. الف: پروانه با جریان شعاعی، ب: پروانه با جریان مختلط، ج: پروانه با جریان محوری. شکل ۱۷-۲ حالت‌های ممکن جهت جریان مایع را نشان می‌دهد.



شکل ۱۷-۲- جهت نسبی جریان سیال از پروانه



شکل ۱۸-۲- پروانه جریان شعاعی

پروانه با جریان شعاعی: همان طور که در شکل ۱۸-۲ نشان داده شده است در این پروانه‌ها، مایع در جهت محور پمپ به پره‌ها وارد، و در جهت شعاعی از آن خارج می‌گردد. در این نوع پروانه‌ها عمل گریز از مرکز کامل‌تر از انواع دیگر صورت می‌گیرد. ارتفاع آبدهی در این پمپ‌ها زیاد و دبی آن‌ها کم است.

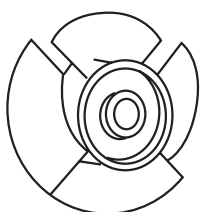
پروانه با جریان مختلط: در این نوع پروانه، مایع موازی با محور وارد پروانه شده و به‌طور مایل نسبت به محور از آن خارج می‌گردد. در نتیجه قسمتی از تبدیل انرژی به وسیله عمل گریز از مرکز و قسمتی به وسیله انتقال سیال انجام می‌گیرد. قطر طرف خروجی پره‌ها بزرگ‌تر از قطر طرف ورودی آن‌ها است (شکل ۱۹-۲).



شکل ۱۹-۲- پروانه مختلط

پروانه نوع مختلط در واقع یک نوع پروانه شعاعی است که پره‌های آن تغییر یافته‌اند و در نتیجه امکان پمپاژ مقدار زیادتری آب را دارد. از این پروانه‌ها بیش‌تر در مواقعی که فشار و دبی متوسطه نیاز داریم استفاده می‌شود. بعضی از این پروانه‌ها پیچی شکل هستند و پروانه پیچی نامیده می‌شوند.

پروانه با جریان محوری: در این نوع پروانه مایع موازی با محور وارد پروانه می‌شود و موازی با آن نیز خارج می‌گردد. در این پروانه‌ها نیروی گریز از مرکز برای تولید فشار دخالتی ندارد و بدین دلیل پمپ با جریان محوری را، در بعضی از تقسیم‌بندی‌ها، جدای از پمپ‌های گریز از مرکز تقسیم‌بندی می‌کنند. این پروانه‌ها را برای آبدهی زیاد و ارتفاع کم به کار می‌برند. در بعضی از این پمپ‌ها از پروانه‌های مشهور به پروانه ملخی استفاده شده که موارد کاربرد آن‌ها بیش‌تر برای زه‌کشی، منحرف کردن سیلاب‌ها و کشیدن فاضلاب‌ها است (شکل ۲۰-۲).



شکل ۲۰-۲- پروانه جریان محوری

۴- تقسیم بندی پمپ‌های گریز از مرکز از نظر تعداد طبقات: این پمپ‌ها ممکن است یک طبقه یا چند طبقه باشند و یا به عبارت دیگر ممکن است آن‌ها را یک مرحله‌ای یا چند مرحله‌ای نامید.

پمپ‌های یک طبقه، دارای یک پروانه در روی محور هستند و می‌توانند حداکثر تا ۳۵۰ متر ارتفاع آب را پمپاژ کنند. البته برای تولید فشاری معادل ۳۵۰ متر ارتفاع بایستی پروانه با سرعت حدوداً ۷۵۰۰ دور در دقیقه بچرخد، بنابراین از پمپ‌های یک طبقه عملاً نمی‌توان برای پمپاژ مایعات با فشار بالا و ارتفاع زیاد استفاده نمود و برای پمپاژ آب به ارتفاعات بالا و همچنین ارتفاع متوسط معمولاً از پمپ‌های چند طبقه استفاده می‌شود.



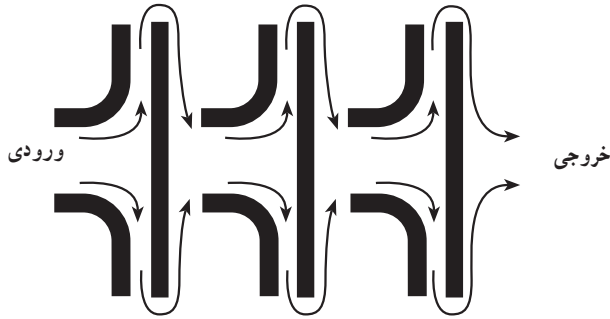
شکل ۲۲-۲- پمپ چند طبقه محور عمودی



شکل ۲۱-۲- پمپ چند طبقه محور افقی

در پمپ چند طبقه، تعدادی پمپ به‌طور متوالی روی یک محور نصب می‌شوند. طریقه نصب آن‌ها به‌صورتی است که محفظه رانش هر پمپ به مجرای مکش پمپ بعدی مرتبط است.

شکل ۲۳-۲- جریان انتقال مایع را در یک پمپ سه طبقه نشان می‌دهد. مجرای مکش طبقه اول در چپ واقع شده است. مایع پس از گذشتن از این طبقه با فشار وارد طبقه دوم شده که پروانه دوم، مایع را با فشار بیشتری به طبقه سوم می‌دهد. طبقه سوم نیز باعث افزایش مجدد فشار، مایع را با فشار زیاد به دهانه رانش می‌رساند. چون پروانه‌ها به‌طور سری کار می‌کنند، فشار آن‌ها با یک‌دیگر جمع شده و در نتیجه ارتفاع کلی پمپ، مساوی مجموع ارتفاع طبقات خواهد شد.



شکل ۲۳-۲- نحوه عبور آب از محل ورود تا محل خروج در پمپ چند طبقه



پمپ‌های چند طبقه هم با محور افقی (شکل ۲۱-۲) و هم با محور قائم (شکل ۲۲-۲) کاربرد دارند.

استفاده از پمپ‌های چند طبقه قائم به علت جاگیری کم و سادگی نصب در چاه‌های عمیق بسیار متداول است. پوسته پمپ‌های قائم برای هر طبقه جداگانه ساخته می‌شود و به وسیله پیچ و مهره، یا به وسیله حديد که روی خود پوسته‌ها ایجاد می‌شود، گاهی هم به وسیله تسمه سرتاسری، به هم اتصال پیدا می‌کنند. شکل ۲۴-۲ پروانه و پوسته یک طبقه از پمپ‌های قائم را نشان می‌دهد.

**تقسیم‌بندی پمپ‌ها از نظر فشار و دبی:** پمپ‌ها از نظر مقدار فشار و دبی سیال خروجی در سه دسته زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف) فشار بالا - دبی کم

ب) فشار متوسط - دبی متوسط

ج) فشار کم - دبی زیاد

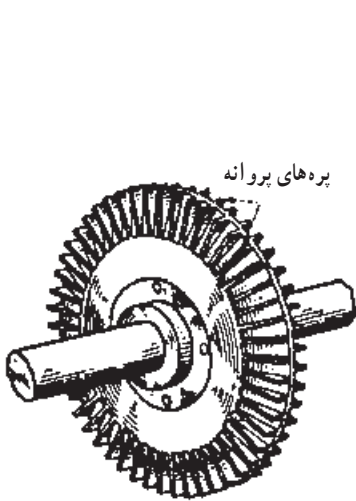
شکل ۲۴-۲- پوسته و پروانه یک نوع پمپ گریز از مرکز

هر پمپ در اندازه‌های مختلف در بازار موجود می‌باشد. انواع کوچک هر پمپ دارای فشار و دبی کمی است که با افزایش اندازه پمپ فشار و دبی آن پمپ نیز افزایش می‌یابد.

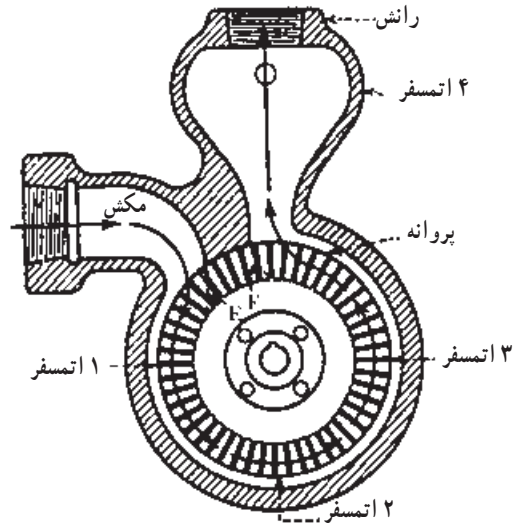
**مثال:** دو پمپ هم‌اندازه فشار بالا - دبی کم و فشار متوسط - دبی متوسط را در نظر بگیرید. فشار سیال خروجی در پمپ اول نسبت به نوع دوم بیش‌تر ولی دبی سیال خروجی آن کمتر است.

□ کار کارگاهی : به کمک مری چند نوع پمپ را در کارگاه از نظرهای مختلف با هم مقایسه کنید.

پمپ‌های توربینی : این نوع پمپ دارای پوسته‌ای با دهانه خروجی و ورودی می‌باشد (شکل ۲۵-۲) در وسط آن پروانه‌ای قرار دارد که در حاشیه آن دارای دو ردیف پره است که عامل به جلو راندن و تحت فشار قرار دادن سیال همین پره‌ها می‌باشند (شکل ۲۶-۲). در نتیجه چرخیدن پروانه مایع از مجرای مکش کشیده می‌شود و تقریباً پس از یک دور گردش در کانال حلقوی مایع دارای سرعت زیادی شده از مجرای خروجی خارج می‌شود. در این پمپ‌ها نسبت به دیگر پمپ‌های پیوسته ذکر شده دبی جریان متوسط و ارتفاع آبدهی نیز متوسط می‌باشد.



شکل ۲۶-۲ پروانه پمپ توربینی



شکل ۲۵-۲ مسیر جریان سیال در پمپ توربینی

□ کار کارگاهی : به کمک مری یک پمپ توربینی را باز کرده و قطعات آن را مورد بررسی قرار دهید.

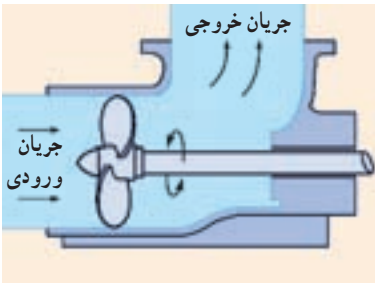
## ۲-۲ پمپ‌های ملخی (Propeller pumps)

این نوع پمپ نسبت به دیگر پمپ‌های پیوسته ذکر شده دارای ارتفاع آبدهی کم و ظرفیت آبدهی زیاد می‌باشد. پروانه آن‌ها از نظر ظاهری شبیه پروانه کشتی است. از نظر نوع جریان مایع در داخل پروانه این پمپ‌ها به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند :

– جریان محوری

– جریان مختلط

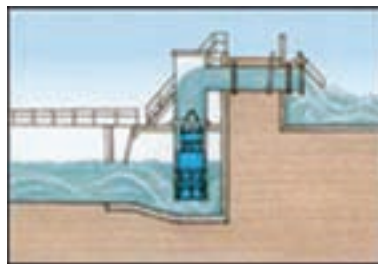
۱-۲-۲- پمپ‌های جریان محوری (شکل ۲۷-۲): این پمپ‌ها برای آبدهی زیاد حدود ۱۰۰۰ لیتر بر ثانیه و ارتفاع کم حدود ۳ متر برای هر طبقه ساخته و عرضه می‌شوند. و جریان مایع در آنها در جهت محور پمپ و به‌طور ماریجی صورت می‌گیرد (شکل ۲۸-۲). در این نوع پروانه نیروی گریز از مرکز برای تولید فشار دخالتی ندارد. موارد کاربرد این پمپ بیشتر برای زه‌کشی «منحرف کردن سیلاب‌ها و کشیدن فاضلاب‌ها» خشک کردن باتلاق‌ها و زمین‌های کشاورزی «پمپاژ کردن آب‌های باران و سیلاب‌ها در کانال‌ها» تأمین جریان آب تصفیه‌خانه‌ها در صنعت و کنترل کردن مسیر آب در کانال‌های آبرسانی است (شکل ۲۹-۲).



شکل ۲۸-۲- جهت جریان در پمپ محوری



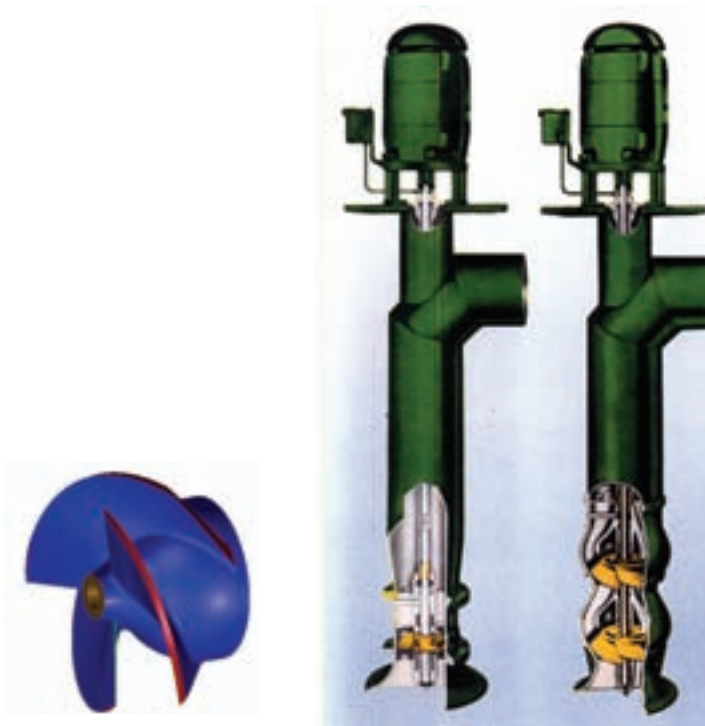
شکل ۲۷-۲- پمپ جریان محوری



شکل ۲۹-۲- انتقال آب از کانال توسط پمپ جریان محوری



۲-۲-۲- پمپ‌های جریان مختلط (شکل ۳۰-۲): ارتفاع آبدهی این پمپ نسبت به پمپ جریان محوری بیش‌تر است. ارتفاع تولیدی هر طبقه این پمپ‌ها ۲ تا ۷ متر می‌باشد. جهت حرکت مایع در آن‌ها هم محوری و هم شعاعی است و مایع موازی با محور وارد پروانه شده و به‌طور مایل نسبت به محور از آن خارج می‌گردد. در نتیجه قسمتی از تبدیل انرژی به وسیله عمل‌گریز از مرکز و قسمتی به وسیله انتقال سیال انجام می‌گیرد.



شکل ۳۰-۲- پمپ جریان مختلط

□ کار کارگاهی: به کمک مری دو نوع پمپ ملخی را از نظر ظاهری بررسی کنید.

۳-۲-۲- پمپ‌های خاص: منظور از پمپ‌های خاص انواعی از پمپ‌ها می‌باشند که دارای

کاربرد منحصر به فرد هستند از جمله این پمپ‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

**الف) پمپ‌های کف‌کش:** این نوع پمپ‌ها از انواع پمپ‌های گریز از مرکز بوده که مجرای ورودی

آن از قسمت کف یعنی پایین‌ترین نقطه پمپ می‌باشد (شکل ۳۱-۲). در نتیجه این نوع پمپ در آب‌های کم‌عمق امکان مکش و انتقال آب را دارد. پمپ‌های کف‌کش به‌صورت سیار و ثابت جهت انتقال آب



نهرها «رودخانه‌ها و نیز تخلیه آب چاه‌ها» استخرها و تخلیه آب ناشی از سیلاب‌ها و بارندگی‌ها (شکل ۲-۳۲) به کار می‌رود.

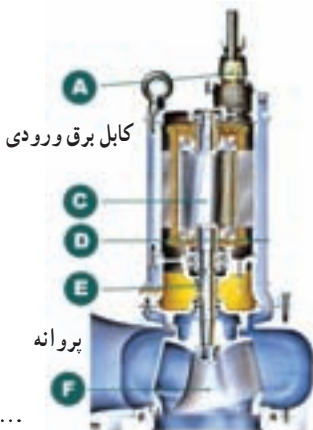


شکل ۲-۳۲- کاربرد پمپ کفکش



شکل ۲-۳۱- ساختمان پمپ کفکش

ب) پمپ‌های لجن‌کش: برای انتقال آب‌هایی که همراه با مواد معلق از جمله پارچه کهنه، کیسه گونی، طناب، قطعات لاستیکی و اجسامی نظیر آن‌ها است (شکل ۲-۳۳) از نوع خاصی پمپ‌های گریز از مرکز استفاده می‌شود که دارای پروانه‌هایی بدون پره می‌باشند (شکل ۲-۳۴). در این پمپ پروانه فقط دارای دو لبه تیز در دو طرف می‌باشد و با گردش خود موادی را که از مجرای مکش وارد آن شده پس از  $90^\circ$  درجه چرخش دارای شتاب کرده از طریق مجرای مکش به داخل محفظه و پس از آن‌جا به طرف مجرای رانش می‌فرستد (شکل ۲-۳۵).



شکل ۲-۳۵- برش پمپ لجن‌کش



شکل ۲-۳۴- پروانه بدون پره



شکل ۲-۳۳- پمپ لجن‌کش

□ کار کارگاهی: به کمک مربی پمپ کف کش و لجن کش را در کارگاه مورد بررسی قرار

دهید.

### 📖 خودآزمایی

- ۱- در پمپ‌های سانتریفوژ فشار مایع به وسیله ..... تولید می‌شود.
- ۲- طرز کار پمپ سانتریفوژ را توضیح دهید.
- ۳- پمپ‌های سانتریفوژ با پوسته حلزونی و پوسته افشان چه تفاوتی با هم دارند؟
- ۴- کاربرد پمپ‌های سانتریفوژ با پروانه نیمه باز را بیان کنید.
- ۵- در پروانه‌های با جریان شعاعی مایع در جهت ..... به پره‌ها وارد و در جهت ..... از آن خارج می‌گردد.
- ۶- شکل نمادین نحوه عبور مایع در یک پمپ چندطبقه را رسم کنید.
- ۷- موارد کاربرد پمپ‌های کف کش را بیان کنید.