

فصل دوم

تحلیل سیستم‌های هیدرولیکی

ساختار کلی پودمان

پودمان تحلیل سیستم‌های هیدرولیکی، بر مبنای برنامه‌درسی رشته ماشین‌های کشاورزی تدوین گردیده است و هنرجویان ضمن آشنایی با ساختمان و اصول حاکم بر سیستم‌های هیدرولیکی، با نکات فنی مربوط به آنها آشنا می‌شوند. این پودمان شامل دو واحد یادگیری است. در واحد یادگیری اول که **تحلیل قوانین حاکم بر سیستم‌های هیدرولیکی** نام دارد، ضمن تشریح قوانین بقای انرژی، پاسکال و اصل تشدید نیرو به معرفی اجزای سیستم‌های هیدرولیکی پرداخته شده است. واحد یادگیری دوم با عنوان کاربرد **هیدرولیک در تراکتورها** به معرفی انواع سیستم‌های هیدرولیک مرکز بسته و مرکز باز می‌باشد که در تراکتورها مورد استفاده قرار می‌گیرند و در ادامه سیستم بالابر اتصال سه نقطه دو نمونه تراکتور که عبارت‌اند از تراکتور MF285 و تراکتور والترا T170 پرداخته شده است. هنرآموز گرامی برای بهبود بخشیدن به امر آموزش خود و هنگام بررسی مدارهای هیدرولیک از نرم‌افزار استفاده کنید تا علاوه بر تفهیم بهتر مطالب آموزش مباحث آورده شده مطابقت با بخش صنعت داشته باشد. در این صورت دانش آموختگان هم راستا با صنعت کشور پیش خواهند رفت.

هدف‌های رفتاری

- کاربردهای سیستم‌های هیدرولیکی را در زندگی روزمره درک کند.
- قانون پایستگی انرژی را تحلیل کند.
- مفهوم جریان و فشار را در سیستم‌های هیدرولیکی درک کند.
- قانون پاسکال را تحلیل کند.
- مفهوم اصل تشدید نیرو را درک کند.
- اجزای سیستم هیدرولیک را طبقه‌بندی کند.
- انواع پمپ‌های هیدرولیک را شناسایی نماید.
- طرز کار پمپ‌های هیدرولیک را تفسیر کند.
- طرز کار انواع عملگرهای هیدرولیک را تشریح کند.
- شیرهای هیدرولیک را طبقه‌بندی کرده و کاربرد هر یک را درک کند.
- ویژگی‌های روغن هیدرولیک را بیان کند.
- متعلقات سیستم هیدرولیک را شرح دهد.

- با استفاده از نمادهای هیدرولیک، نقشه یک مدار هیدرولیکی را تفسیر کند.
- اجزای هیدرولیک تراکتور را شناسایی نماید.
- سیستم‌های هیدرولیکی مرکز بسته را تشریح کند.
- سیستم‌های هیدرولیکی مرکز باز را تشریح کند.
- ساختمان سیستم بالابر اتصال سه نقطه تراکتور را تشریح کند.
- طرز کار سیستم‌های کنترل کشش، کنترل فشار و کنترل حساسیت تراکتور MF۲۸۵ را درک کند.
- طرز کار سیستم‌های کنترل کشش، کنترل فشار و کنترل حساسیت تراکتور والترا T۱۷۰ را درک کند.

بودجه‌بندی

واحد یادگیری	هفته	وسعت محتوا
تحلیل قوانین حاکم بر سیستم‌های هیدرولیکی	اول	کاربردهای سیستم هیدرولیک قانون بقای انرژی جریان فشار قانون پاسکال کاربرد قانون پاسکال اصل تشدید نیرو
	دوم	اجزای کلی سیستم هیدرولیک انواع پمپ‌های هیدرولیک پمپ دنده‌ای پمپ تیغه‌ای پمپ پیستونی
	سوم	سیلندرهای هیدرولیکی هیدروموتورها شیرهای کنترل فشار شیرهای کنترل جهت شیرهای کنترل جریان روغن هیدرولیک آکومولاتورها سوئیچ‌های فشار فشارسنج دبی سنج نمادهای هیدرولیک

سیستم هیدرولیک تراکتور انواع سیستم هیدرولیک تراکتورها از نظر نوع مدار سیستم بالابر اتصال سه نقطه	چهارم	کاربرد هیدرولیک در تراکتورها
طرز کار سیستم بالابر اتصال سه نقطه تراکتور MF۲۸۵ طرز کار سیستم بالابر اتصال سه نقطه تراکتور والترا	پنجم	
در جلسه ششم ارزشیابی پایانی انجام می‌گیرد.		ارزشیابی

راهنمای تشریحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته

در تصاویر زیر برخی از کاربردهای سیستم هیدرولیکی در ماشین‌های کشاورزی
نمایش داده شده است. جدول را تکمیل نمایید.

فعالیت کلاسی



پاسخ:

هدف از استفاده	تصویر	کاربرد	هدف از استفاده	تصویر	کاربرد
جابه‌جایی خیش‌های چپ ریز و راست ریز		گاو آهن دوطرفه	تغییر زاویه تیغه		تیغه پشت تراکتوری
بلند کردن کفی تریلی جهت تخلیه بار		پی‌نورد	حرکت دادن باکت در جهت‌های مختلف		بیل تراکتوری

با توجه به تصاویر صفحه بعد، مشخص نمایید چه نوع تبدیل انرژی صورت
گرفته است.

فکر کنید



پاسخ:

نوع تبدیل انرژی	کاربرد	نوع تبدیل انرژی	کاربرد
هیدرولیکی به الکتریکی		الکتریکی به مکانیکی	
فسیلی به مکانیکی		مکانیکی به گرما	

فعالیت کلاسی



مقایسه پمپ‌های جابه‌جایی مثبت با پمپ‌های جابه‌جایی غیر مثبت

پاسخ:

مزایای پمپ‌های جابه‌جایی غیر مثبت

- ۱ دارای قابلیت انتقال مایعات با ذرات جامد، کاتالیست‌ها
- ۲ می‌توانند مایعاتی را که چربی اندکی دارند پمپاژ کنند.
- ۳ در مقایسه با پمپ‌های جابه‌جایی مثبت دارای وزن کم، سایز کوچک‌تر و هزینه نصب کمتری می‌باشند (با همان شرایط هیدرولیکی مشابه).
- ۴ دارای خلاصی‌های آزادتری می‌باشند، قطعات آنها به یکدیگر تماس و مالشی ندارند. سایش در قطعات آنها حداقل بوده و قابلیت در دسترس بودن آنها بیشتر از پمپ‌های جابه‌جایی مثبت می‌باشد.
- ۵ در یک سرعت ثابت و به‌طور هم‌زمان به یک محافظ در مقابل افزایش ناگهانی سرعت نیازی ندارند.
- ۶ در یک سرعت ثابت در فراتر از محدوده کارکرد می‌توانند ظرفیت متغیر را کنترل کنند.

معایب پمپ‌های جابه‌جایی غیر مثبت

- ۱ نرخ جریان در این پمپ‌ها متأثر از گراوایته ویژه می‌باشد.
- ۲ ویسکوزیته بر روی عملکرد پمپ تأثیر می‌گذارد.
- ۳ نیاز به هواگیری اولیه دارند.
- ۴ در یک سرعت ثابت، میزان افزایش هد در خارج از محدوده کارکرد محدود می‌شود.
- ۵ بازدهی آنها کمتر می‌باشد.

مزایای پمپ‌های جابه‌جایی مثبت

- ۱ محدودیت تأمین فشار برای یک دبی معین وجود ندارد.
- ۲ می‌توانند مایعات با ویسکوزیته بالا را انتقال دهند.
- ۳ بازدهی آنها نسبت به پمپ‌های گریز از مرکز بیشتر می‌باشد.
- ۴ نرخ جریان آنها متأثر از گراوایته ویژه سیال نمی‌باشد.

معایب پمپ‌های جابه‌جایی مثبت




- ۱ نیازمند محافظت در مقابل افزایش فشار ناگهانی می‌باشند.
- ۲ جریان به وسیله مسیری فرعی (by-pass) یا سرعت کنترل می‌شوند.
- ۳ در پمپ‌های جابه‌جایی مثبت از نوع رفت و برگشتی، جریان همواره دارای ضربان می‌باشد.

یادداشت کنید



شماتیک پمپ دنده خارجی در شکل‌های زیر آورده شده است. نحوه کارکرد پمپ را با توجه به شکل‌های هر مرحله یادداشت کنید.

پاسخ:




		
روغن مکیده شده پس از وارد شدن به محفظه پمپ توسط نیروی رانشی چرخ دنده‌ها با سرعت به بیرون پاشیده می‌شود و این فرایند موجب حرکت سیال از مخزن به مجاری سیستم می‌شود.	با چرخش چرخ دنده‌ها روغن موجود در مخزن توسط لوله متصل به پوسته پمپ مکیده می‌شود و در بین چرخ دنده‌ها قرار می‌گیرد.	پمپ‌های دنده‌ای از دو چرخ دنده ساده تشکیل شده‌اند که با چرخش یکی (محرک) دیگری نیز به حرکت در می‌آید. فاصله پوسته این پمپ‌ها با چرخ دنده‌ها کم می‌باشد تا روغن نتواند به سادگی از کنار چرخ‌ها عبور کند.

فکر کنید



نحوه عملکرد پمپ‌های دنده داخلی و خارجی را با هم مقایسه کنید.

شکل زیر عملکرد این پمپ‌ها را نشان می‌دهد. نحوه کارکرد پمپ را با توجه به شکل‌های هر مرحله یادداشت کنید.

		
روغن مکیده شده پس از وارد شدن به محفظه پمپ توسط نیروی رانشی گوشواره‌ها با سرعت به بیرون پاشیده می‌شود و این فرایند موجب حرکت سیال از مخزن به مجاری سیستم می‌شود.	با چرخش گوشواره‌ها روغن موجود در مخزن توسط لوله متصل به پوسته پمپ مکیده می‌شود و در بین گوشواره‌ها و پوسته قرار می‌گیرد.	گوشواره یا لوب بالا توسط شفت محرک چرخانده می‌شود. هر دو گوشواره با سرعت برابر بدون تماس در کنار هم چرخانده می‌شوند.

گفتگو کنید



به نظر شما خروجی پمپ دنده خارجی یکنواخت‌تر است یا خروجی پمپ گوشواره‌ای؟ در مورد آن در کلاس گفت‌وگو کنید.

پاسخ:

در پمپ‌های گوشواره‌ای به دلیل کم بودن تعداد اجزای درگیر، جریان خروجی ضربان بیشتری دارد اما جابه‌جایی حجمی آنها بیشتر است.

فکر کنید



با توجه به شکل ۱۷ کتاب درسی نحوه کار پمپ‌های ژیروتوری چگونه است؟

پاسخ:

در این پمپ‌ها قطعه‌ای شبیه به چرخ‌دنده وجود دارد که ته دنده‌ها منحنی می‌باشد این عضو را ژیروتور می‌نامند. عضو ژیروتور محرک بوده و چرخیدن آن موجب چرخیدن روتور چرخ‌دنده‌ای درگیر با آن می‌شود که در نتیجه این مکانیزم، آب‌بندی بین نواحی پمپاژ تأمین می‌گردد. خارج از مرکز بودن محور ژیروتور و بیشتر بودن تعداد دندانه‌های روتور چرخ‌دنده‌ای باعث می‌شود که با چرخش ژیروتور در قسمت ورودی فاصله بین دو دندانه درگیر به تدریج زیاد شده و بر اثر مکش، سیال بر فاصله ایجاد شده وارد گردد و در ادامه مسیر بین دندانه‌ها محبوس شده و به قسمت خروجی منتقل گردد. در قسمت خروجی با نزدیک شدن دندانه‌ها به هم فاصله آنها از هم کم شده و سیال تحت فشار به بیرون رانده می‌شود.

گفتگو کنید



تفاوت پمپ‌های تیغه‌ای در مقایسه با پمپ‌های دنده‌ای در چیست؟

پاسخ:

۱- پمپ تیغه‌ای در سرعت‌های پایین عملکرد مناسبی ندارد
۲- با توجه به اینکه هنگام سائیده شدن، پره به میزان بیشتری از شیر خارج می‌شود و عمل آب‌بندی را انجام می‌دهد از پمپ‌های تیغه‌ای در مدت بیشتری با بازده مناسب می‌توان استفاده نمود.

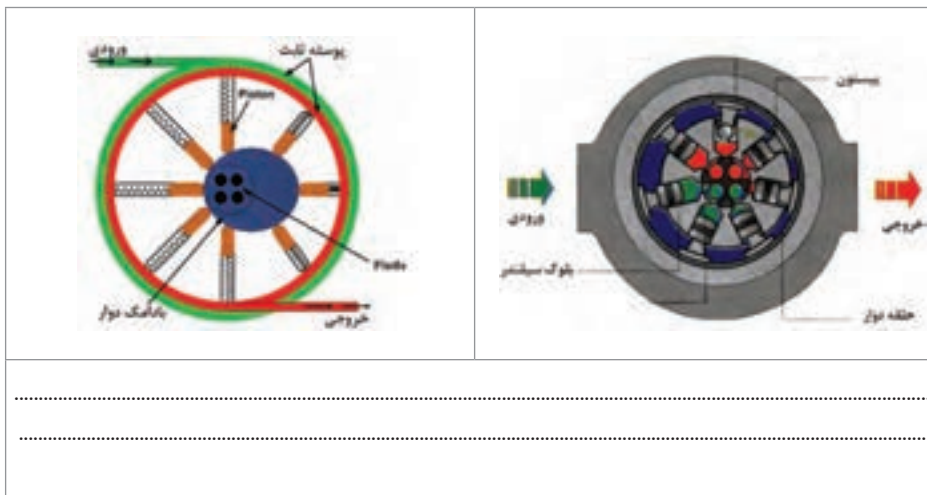
یادداشت کنید



با توجه به مطالب گفته شده و شکل‌های ۲۰ و ۲۱ کتاب درسی، نحوه عملکرد پمپ پیستونی شعاعی را شرح دهید.

پاسخ:

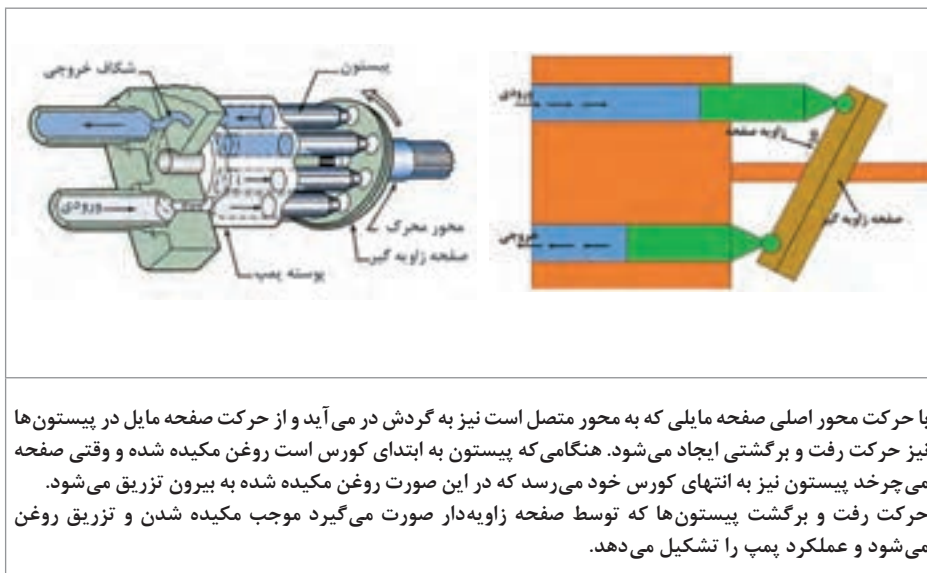
در این پمپ‌ها بدنه سیلندر قطعه‌ای استوانه‌ای شکل است که به صورت خارج از مرکز در داخل بدنه پمپ قرار می‌گیرد. بر روی سطح جانبی بدنه سیلندر، استوانه‌هایی در امتداد شعاع وجود دارد. در داخل این استوانه‌ها پیستون‌ها به صورت آزادانه می‌توانند رفت و برگشت کنند. به دلیل چرخش بدنه سیلندر و در نتیجه نیروی گریز از مرکز و فشار سیال پشت پیستون‌ها، پیستون‌ها همیشه به سمت خارج سیلندر هدایت می‌شوند و با رینگ عکس‌العمل که در داخل بدنه سیلندر قرار دارد در تماس هستند. از آنجایی که محور بدنه سیلندر نسبت به رینگ عکس‌العمل خارج از مرکز می‌باشد در ناحیه‌ای که پیستون‌ها از محور روتور فاصله دارند خلأ نسبی به وجود آمده در نتیجه مکش انجام می‌گیرد و در ادامه دوران روتور پیستون‌ها به محور نزدیک شده و سیال موجود در روتور را به خروجی پمپ می‌کند.



یادداشت کنید




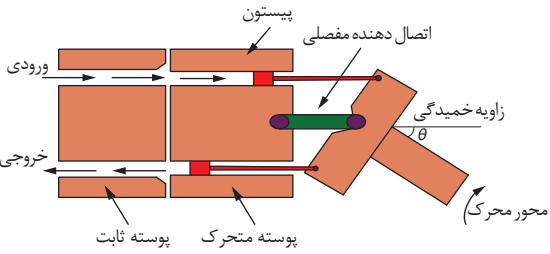
با توجه به مطالب گفته شده و شکل‌های ۲۲ و ۲۳ کتاب درسی، نحوه عملکرد پمپ پیستونی محوری مستقیم را شرح دهید.



با حرکت محور اصلی صفحه مایلی که به محور متصل است نیز به گردش در می‌آید و از حرکت صفحه مایل در پیستون‌ها نیز حرکت رفت و برگشتی ایجاد می‌شود. هنگامی که پیستون به ابتدای کورس است روغن مکیده شده و وقتی صفحه می‌چرخد پیستون نیز به انتهای کورس خود می‌رسد که در این صورت روغن مکیده شده به بیرون تزریق می‌شود. حرکت رفت و برگشت پیستون‌ها که توسط صفحه زاویه‌دار صورت می‌گیرد موجب مکیده شدن و تزریق روغن می‌شود و عملکرد پمپ را تشکیل می‌دهد.



با توجه به مطالب گفته شده و شکل‌های ۲۴ و ۲۵ کتاب درسی، نحوه عملکرد پمپ پیستونی محور خمیده را شرح دهید.

	
شکل ۲۵	شکل ۲۴
<p>حرکت رفت و برگشت پیستون‌ها که توسط صفحه زاویه‌دار صورت می‌گیرد موجب مکیده شدن و تزریق روغن می‌شود و عملکرد پمپ را تشکیل می‌دهد.</p>	



نمونه‌هایی از کاربرد هیدروموتورها در ماشین‌های کشاورزی در تصاویر زیر نشان داده شده است. کاربرد هر هیدرو موتور را در زیر آن یادداشت کنید.

	
حرکت قطعات دوار داخل بسته‌بند	چرخاندن مته

	
حرکت غلتک و چرخ‌ها	چرخاندن محورهای فیدر میکسر

دانش افزایی

مقایسه پمپ‌های دنده‌ای

پمپ دنده داخلی (Internal Gear Pump)

نحوه عملکرد آن به گونه‌ای است که سیال با وارد شدن به پمپ با حرکت چرخ دنده به سمت خروجی پمپ می‌شود پمپ دنده‌ای در عین حال که برای پمپ کردن سیالات رقیق مانند حلال‌ها، روغن‌ها و... استفاده می‌شود، برای سیالات غلیظی چون آسفالت و چسب نیز کاربرد دارد. محدوده ویسکوزیته عملکرد پمپ دنده‌ای داخلی از ۱cPs تا ۱۰۰۰۰۰۰cPs می‌باشد. علاوه بر محدوده وسیع ویسکوزیته در محدوده وسیع دمایی نیز خوب عمل می‌کند.



مزایا:

- ۱ پمپ دنده‌ای داخلی فقط دو عضو محرک دارد.
- ۲ خروجی یکنواخت و بدون نوسانی دارد.
- ۳ بسیار مناسب برای سیال با ویسکوزیته (لزجت) بالا می‌باشد.
- ۴ عملکرد عالی پمپ دنده‌ای داخلی در هر دو جهت
- ۵ به NPSH کمی نیازمند است.
- ۶ پمپ دنده‌ای داخلی تعمیر و نگهداری ساده‌ای دارد.
- ۷ طراحی قابل انعطافی با توجه به نیاز مشتری دارد.
- ۸ ثابت و تخلیه بدون در نظر گرفتن شرایط فشار
- ۹ پمپ دنده‌ای داخلی را می‌توان به گونه‌ای ساخت که سیال را در یک جهت پمپ کرده در صورتی که قطعه دورانی به هر دو سمت چرخش دوران کند.
- ۱۰ خود مکشی دارد.
- ۱۱ می‌تواند به مدت کوتاهی خشک کار کند.

معایب:

- ۱ پمپ دنده‌ای داخلی محدودیت فشار متوسط دارد.
- ۲ معمولاً نیاز به مدیریت بر روی سرعت دورانی دارد.
- ۳ بار زیادی بر روی شفت ایجاد می‌کند.
- ۴ پمپ دنده‌ای داخلی سرعت عملکرد بالایی ندارد.

موارد استفاده پمپ‌های دنده‌ای داخلی: معمولاً از پمپ‌های دنده‌ای داخلی در موارد زیر استفاده می‌کنند که این نشان از محدودیت استفاده از پمپ در موارد زیر نیست:

- ۱ پمپ دنده‌ای داخلی در عین حال که جهت پمپ کردن سیالات رقیق مانند حلال‌ها، روغن‌ها و... کاربرد دارد، برای سیالات غلیظی چون آسفالت، شکلات و قیر نیز استفاده می‌شود.
- ۲ در ماشین آلات راهسازی مانند پمپ فرمان و پمپ هیدرولیک کاربرد دارد.
- ۳ انواع روغن‌ها و روغن داغ، روانکارهای صنعتی، سوخت (گاز مایع، بنزین، گازوئیل، مازوت، نفت سیاه و...)
- ۴ برای پمپاژ رزین‌ها و پلیمر می‌توان از پمپ دنده‌ای داخلی استفاده نمود.
- ۵ الکل‌ها و حلال‌ها
- ۶ فوم پلی یورتان (ایزوسیانات و پلیول)
- ۷ مواد غذایی مانند شکلات، کره بادام زمینی، رنگ، جوهر، رنگ دانه‌ها

۸ صابون و سورفاکتانت‌ها

۹ گلیکول

۱۰ پمپ دنده‌ای داخلی برای پمپاژ رنگ، جوهر و رنگدانه‌ها (Pigments)

پمپ دنده‌ای خارجی (External Gear Pump)

پمپ دنده‌ای خارجی در دو نوع یک یا دو محوره با چرخ دنده‌های ساده و یا هلیکال (مارپیچ) موجود می‌باشند. از نوع هلیکال اصولاً در مواردی استفاده می‌شود که جریان آرامتری نسبت به چرخ دنده ساده می‌خواهیم و همچنین ظرفیت بالاتری از پمپ دنده‌ای لازم داریم. اگرچه حتی چرخ دنده ساده نیز جریان آرام و یکنواختی تولید می‌کند. معمولاً نوع کوچک این نوع پمپ‌ها در سرعتی مابین 1750 rpm تا 3450 rpm و در نوع بزرگ پمپ تا 650 rpm عمل می‌کنند.



پمپ دنده‌ای خارجی دارای تolerانس اندکی می‌باشند و شافت اصلی از دوطرف ساپورت می‌شود. این مطلب باعث می‌شود ظرفیت پمپاژ آن تا $3000 \text{ psi}/200 \text{ BAR}$ برسد که پمپ دنده‌ای خارجی را برای استفاده از هیدرولیک مناسب می‌کند.

مزایا:

- ۱ پمپ دنده‌ای خارجی سرعت عملکرد بالا دارد.
- ۲ فشار بالا
- ۳ پمپ دنده‌ای خارجی کارکرد آرام و بی سر و صدا دارد.
- ۴ بار بسیار کمی بر روی شفت وارد می‌کند.
- ۵ پمپ دنده‌ای خارجی قابلیت طراحی و ساخت با مواد گوناگون بسیار
- ۶ حساسیت کم نسبت به گرد و غبار

معایب:

- ۱ در نوع (بوش داخل سیال) یا تاقان‌ها درون سیال قرار دارند.
- ۲ ذرات جامد و ساینده نباید درون سیال وجود داشته باشد که باعث خوردگی چرخ‌دنده‌ها خواهد شد.
- ۳ لقی بسیار کم پمپ دنده‌ای خارجی (سختی در ساخت)

کاربرد پمپ دنده‌ای خارجی:

- ۱ انواع روغن‌ها و روغن داغ، روان‌کارهای صنعتی، سوخت (گاز مایع، بنزین، گازوئیل، مازوت، نفت سیاه و...)
- ۲ برای پمپاژ افزودنی شیمیایی می‌توان از پمپ دنده‌ای خارجی استفاده نمود.
- ۳ مخلوط و ترکیب شیمیایی (پمپ دو محور)
- ۴ انواع روغن‌های هیدرولیک و روانکارهای صنعتی
- ۵ اسیدها و بازها (از جنس استنلس استیل و یا ساخت و ساز کامپوزیت)
- ۶ پمپ دنده‌ای خارجی برای انتقال حجم کم کاربرد وسیعی دارد.

عیب ویژه

در پمپ دنده‌ای به برگشت سیال به دهانه مکش، نشتی داخلی گفته می‌شود. نشتی داخلی باعث کاهش دبی خروجی پمپ می‌شود.

عوامل مؤثر بر نشتی داخلی در پمپ دنده‌ای:

- ۱ نشتی داخلی پمپ دنده‌ای رابطه مستقیمی با تفاوت فشار در خروجی و ورودی پمپ دارد.
- ۲ نشتی داخلی پمپ دنده‌ای رابطه مستقیمی میان لقی موجود در دنده‌ها و پوسته دارد، به عبارتی هرچه لقی بیشتر باشد نشتی نیز بیشتر است.
- ۳ نشتی داخلی رابطه عکس با ویسکوزیته دارد.

پمپ گوشواره‌ای

این پمپ‌ها نیز جزء پمپ‌های جابه‌جایی مثبت بوده و به جهت اینکه تجهیزاتی مثل لوبیا در درون آن قرار گرفته به این نام مشهور شده است این پمپ نیز برای انتقال سیالات پلاستیک و شبه پلاستیک به کار می‌رود. این پمپ‌ها هم برای انتقال گازها و هم برای انتقال مایعات به کار می‌رود. این نوع پمپ‌ها به دو شکل دولپه‌ای و سه‌لپه‌ای ساخته می‌شوند.



مزایای پمپ گوشواره‌ای

- ۱ طراحی پمپ‌ها بر اساس موازین بهداشتی صورت گرفته است.
- ۲ این سیالات وقتی ارتفاع انتقال کم است خود راه انداز هستند.
- ۳ روتور پمپ درجه آزادی کمی دارد بنابراین پمپ برای مدت زمان کوتاهی می‌تواند خشک کار کند.
- ۴ آنها می‌توانند برای انتقال سوسپانسیون‌ها و سیالات حاوی مواد جامد ریز به کار روند.
- ۵ تغییر سرعت سیال ناچیز است.
- ۶ جریان مایع به صورت پالسی نیست.

معایب پمپ گوشواره‌ای

- ۱ زمانی که روتور فاصله دارد و پمپ در سرعت پایین کار می‌کند راه اندازی پمپ تحت تأثیر قرار می‌گیرد.
- ۲ فاصله ثابت لوبه با دیواره محفظه ممکن است باعث سائیدگی شود.
- ۳ یک شیر تنظیم کننده فشار باید در قسمت بالا دست پمپ نصب شود.

پمپ حلزونی

حالت ساختمانی آنها به شکل آلفا هلیکس است و برای انتقال مواد بسیار ویسکوز و خمیری شکل مورد استفاده قرار می‌گیرد. ساختمان این نوع پمپ‌ها تا حدود زیادی شبیه نقاله مارپیچی است. این پمپ دارای فشار بالا و دبی پایینی است و برای انتقال خمیرها و کنجاله دانه‌های روغنی، تفاله چغندر قند مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این پمپ‌ها علاوه بر اینکه سیال به سمت جلو حرکت می‌کند نوعی فشردگی نیز در آنها ایجاد می‌شود.

مزایای پمپ حلزونی

- ۱ این پمپ‌ها خود راه انداز هستند.
- ۲ جریان خروجی یکنواخت بوده و پالس کمی وجود دارد.
- ۳ جهت گردش پمپ قابل تعویض است.
- ۴ برای انتقال گازها نیز قابل استفاده است.

معایب پمپ حلزونی

- ۱ در صورت خشک کار کردن آسیب می‌بینند.
- ۲ یک شیر تنظیم کننده فشار نیاز دارند.



– ارزشیابی مستمر

هنگام تدریس ضمن اجرای راهبردهای یاددهی - یادگیری، از اهداف تعیین شده در طرح درس، چندین مرتبه ارزشیابی انجام گیرد (با توجه به شاخص‌های تعیین شده در جدول ارزشیابی). این کار موجب مشارکت هنرجویان برای تکمیل یادگیری و بادوامتر شدن آن در اهداف تعیین شده گردیده ضمن اینکه جمع‌بندی نتایج این ارزشیابی‌ها و سنجه‌های دیگر مانند مستندات ساخته شده، چگونگی ارائه گزارش، مشارکت پذیری و کار تیمی،... همراه با میانگین نمرات سایر جلسات، نمره مستمر هنرجو برای این پودمان را تعیین خواهد کرد.

– ارزشیابی پایانی

ارزشیابی پایانی بهتر است به صورت‌های تشریحی - آزمایشگاهی و از نوع شایسته محور طراحی و تدوین گردد.

ارزشیابی پایانی می‌بایست متناسب با شاخص‌های تعیین شده در جدول ارزشیابی زیر انجام شود و همه شاخص‌های تعیین شده را در برگیرد. نتیجه ارزشیابی پایانی با توجه به درصد پاسخ‌های درست تعیین می‌گردد.

به بیش از ۸۴ درصد از اهداف تعیین شده نمره ۳ (بالاتر از حد انتظار) از ۶۰ تا ۸۴ درصد در نمره ۲ (در حد انتظار) و کمتر از ۶۰ درصد نمره ۱ (کمتر از حد انتظار)

جدول ارزشیابی پودمان

نمره	شاخص تحقق	نتایج مورد انتظار	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	عنوان پودمان
۳	تحلیل قوانین پاسکال، اصل پایداری انرژی و محاسبه نیروی انتقالی توسط یک سیستم هیدرولیکی ساده - تحلیل نقش اجزای مختلف سیستم، تحلیل سیستم‌های هیدرولیکی کنترل کشش، کنترل وضعیت و کنترل حساسیت تراکتورها - توانایی تجویز اجزای مناسب برای یک سیستم هیدرولیکی خاص	بالتر از حد انتظار	تحلیل ساختمان، عملکرد و قوانین حاکم بر سیستم‌های هیدرولیکی و درک چگونگی به‌کارگیری از آنها برای کنترل اتصال سه نقطه تراکتور	تحلیل قوانین حاکم بر سیستم‌های هیدرولیکی	سیستم‌های هیدرولیکی
۲	تحلیل قوانین پاسکال، اصل پایداری انرژی و محاسبه نیروی انتقالی توسط یک سیستم هیدرولیکی ساده - تحلیل نقش اجزای مختلف سیستم، تحلیل سیستم‌های هیدرولیکی کنترل کشش، کنترل وضعیت و کنترل حساسیت تراکتورها	در حد انتظار		کاربرد هیدرولیک در تراکتورها	
۱	تحلیل نقش اجزای مختلف سیستم هیدرولیک	پایین‌تر از حد انتظار			
				نمره مستمر از ۵	
				نمره شایستگی پودمان از ۳	
				نمره پودمان از ۲۰	

