# طراحی و ساخت پمپ خود مکش به همراه یدک‌کش

بهنام سپهر[1*]، حسنا محمدی منور[2]

۱–دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

۲–استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: behnam.3pehr72@gmail.com

## چکیده

در این پژوهش نحوه‌ی مکش پساب پمپ‌های خودمکش برای ذرات تا قطر ۷۵ میلی‌متر و تا عمق ۷ متر موردبررسی قرارگرفته است. این مکش معمولاً درزمانی که مواد دارای خورندگی ملایم و غیر فرار هستند، استفاده می‌شود. یکی از الزامات اکثر پمپ‌ها، وجود دائمی سیال در داخل دستگاه می‌باشد که در اینجا برای حل مسئله‌ی سیال یک مخزن تعبیه‌شده است که سیال را دائماً در داخل پمپ نگه‌داشته است. همچنین زاویه‌ی روتور نسبت به محور مرکزی بیشتر شده تا باقدرت بیشتری سیال را به گردش درآورد.کاور جلویی به‌گونه‌ای طراحی‌شده است که هنگام تعمیرات به‌راحتی جدا شود. از شیلنگ‌های با انعطاف بالا برای قرارگیری راحت در استخر استفاده‌شده است. برای برطرف کردن لرزش پمپ لاستیک‌هایی درروی بدنه استفاده گردید. در اینجا برای راحتی حمل‌ونقل یدک کشی طراحی شد که سهولت استفاده و جابجایی فراهم‌شده است این یدک‌کش همچنین می‌تواند تمامی اجزاء پمپ ازجمله شلنگ‌های طویل را حمل نماید. از این وسیله برای کشیدن لجن موجود در نفت و چاه‌های آبی استفاده می‌کنند به همین خاطر هم کاربرد صنعتی و هم کاربرد شهری دارد.

**واژگان کلیدی:** ارتفاع مکش، پساب، پمپ خودمکش سری، روتور، سیال

## مقدمه:

به‌طورکلی پمپ دستگاهی است که انرژی مکانیکی را از یک منبع خارجی گرفته و انرژی را به سیالی که از آن عبور می‌نماید منتقل می‌کند. تقسیم‌بندی پمپ بر اساس عوامل گوناگونی همچون نحوه‌ی انتقال انرژی به سیال، نوع سیال و مواد به‌کاررفته در ساخت پمپ صورت می‌گیرد. پمپ‌های خودمکش سری p یک محصول جدید بوده که بر پایه‌ی آخرین فنّاوری ساخته‌شده است و به دلیل عملکرد قابل‌اطمینانشان دارای حداقل ۲۰ سال طول عمر می‌باشند. این پمپ‌ها به دلیل مونتاژ ساده و عدم نیازشان به موارد تأسیساتی منظم باعث کاهش چشمگیری در هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی می‌شوند. کاربرد اصلی این پمپ‌ها در پروژه‌های شهری، فاضلابی و صنعتی و حمل‌ونقل انواع پساب‌ها است(حسینی, السادات 2012 .*et al*). مخزن آبندی شده منحصربه‌فرد آن

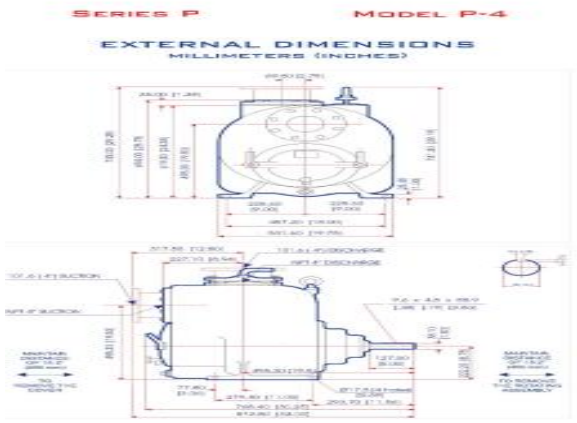
عملکرد پمپ را هر چه بیشتر قابل‌اطمینان می‌کند. حفره‌ی مکانیکال سیل[1] روغن منحصربه‌فرد آن عملکرد پمپ را هر چه بیشتر قابل‌اطمینان می‌کند و باعث عدم آسیب هنگام کار کردن بدون آب نیز می‌شود. استفاده‌ی بی‌رویه از آب‌های تصفیه‌شده و شیرین در ایران روزبه‌روز افزوده می‌شود، برای حل این مشکل دو راه‌حل وجود دارد:۱-جدا کردن آب تصفیه‌شده از آب تصفیه نشده برای شست‌وشو۲-تصفیه کردن مجدد آب‌های فاضلابی برای استفاده‌ی مجدد. درراه حل دوم پساب و لجن‌های موجود در فاضلاب شهری باید به‌وسیله‌ی دستگاهی جدا شوند. استفاده از پمپ خود مکش روشی است که می‌توانیم با استفاده از آن این مواد را از فاضلاب شهری جدا کرد. درصورتی‌که شهرهای مختلف دنیا هزینه‌های زیادی برای جدا کردن این پساب اعمال خواهد شد. درنتیجه با کشف روش کم‌هزینه می‌توان مسئولان شهری دنیا را به سمت ساختن پمپی که این کار را انجام دهد سوق داد. پمپی که در این تحقیق خواهیم آورد هدفش جدا کردن این مواد می‌باشد که نه‌تنها هزینه‌ی جدا کردن پساب را کاهش خواهد داد بلکه می‌توان زمان انجام این کارها را نیز به حداقل برسانیم. درگذشته از روش‌های دستی برای جدا کردن پساب استفاده می‌کردند اما با ساخت این پمپ همه‌ی این روش‌ها می‌توانند جایگزین روش‌های قبلی گردند(اژدرپور, مرتضوی et al. 2014). رنگ‌های گوگرد ارزان‌قیمت هستند و به‌طور عمده برای رنگ‌آمیزی مواد سلولزی منسوجات و یا مخلوط الیاف سلولزی مورداستفاده قرار می‌گیرند. سولفید سدیم نسبتاً ارزان بوده و از عوامل کاهنده سنتی محسوب می‌شود و برای رنگرزی رنگ‌های گوگردی مورداستفاده قرار می‌گیرد، اما لمس آن، سمی و خطرناک است. استعمال آن ممکن است بقایای مضری در پارچه تکمیل‌شده به‌جا بگذارد و پساب‌هایی تولید می‌کند که تصفیه آن دشوار است و به محیط‌زیست آسیب می‌رساند. صنایع نساجی با هزینه‌های بالای آب و تصفیه پساب، و همچنین قوانین سخت‌گیرانه محیط‌زیستی مواجه هستند(طبیبیان and پیرکرمی ۲۰۱۶).

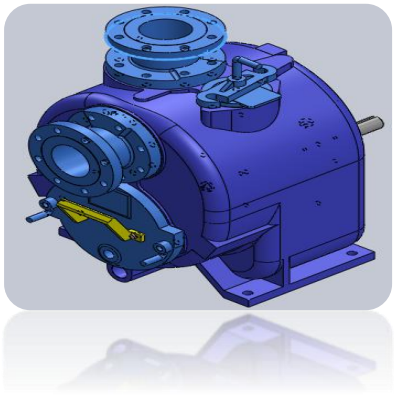
## مواد و روش‌ها:

## نحوه ی طراحی:

برای طراحی این پمپ از نرم‌افزار سالیدورک ۲۰۱۵ استفاده شد و سپس در محیط انسیس تحلیل گردید. در طراحی این پمپ ابتدا نقشه‌ی قسمت‌های مختلف ازجمله شفت، بدنه، پیچ، مهره و ... طراحی گردید و سپس مجموعه روی‌هم اسمبل شد. محل نصب پمپ‌ها حتی‌المقدور نزدیک به سیال پمپ شونده بوده و بایستی به‌طور افقی نصب شوند. جهت اطمینان از عملکرد پمپ از یک‌لایه‌ی لاستیکی زیر پمپ جهت حفاظت و رفع لرزش استفاده می‌شود. در اینجا لوله‌ها از جنس پلاستیکی با انعطاف بالا انتخاب می‌شوند که با سیال ما (آب و نفت) همخوانی داشته باشد ولوله کشی‌ها برای راحتی کار به‌صورت افقی و مستقیم طراحی‌شده‌اند که این کار باعث کاهش هدر رفت زمان و هزینه‌های جانبی شده است. در شکل یک نقشه‌ی کامل پمپ آورده شده است که در این نقشه محل قرارگیری شفت و دریچه‌ی مکش به‌خوبی مشخص‌کننده‌ی راحتی استفاده از این دستگاه است. همچنین سایز این پمپ نیز نشان می‌دهد که فضای زیادی را اشغال نخواهد کرد(Tavner 2008).

[1] Mechanical -



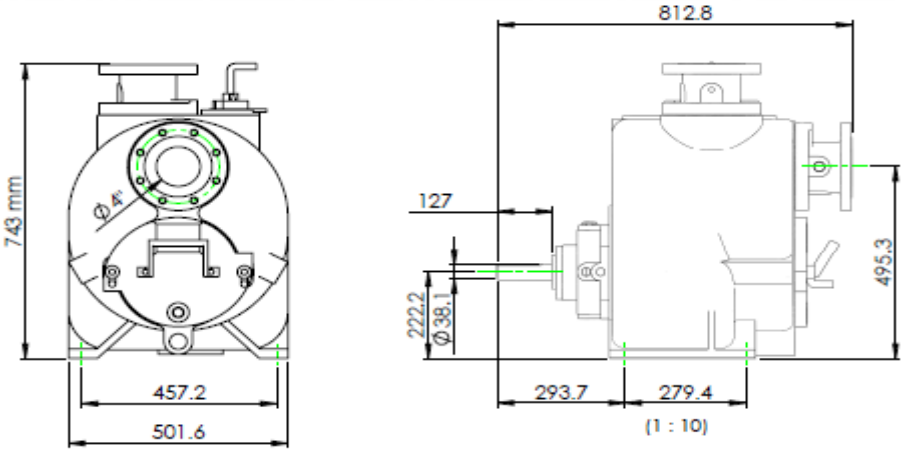



**شکل ۱: نقشه‌ی پمپ**

## ویژگی‌ها، کاربرد و نگهداری:

این پمپ علاوه بر اینکه عملکرد قابل‌اطمینانی دارد دارای ظرفیت مناسب خود مکشی و بدون نیاز به شیر یک‌طرفه می باشدکه قابلیت عبور دادن ذرات بزرگ را دارد و دارای حفره‌ی مکانیکال سیل روغن جهت اطمینان از عملکرد پمپ می‌باشد. ساختار دریچه‌ی آن به‌گونه‌ای است که در صورت گیرکردن ذرات بزرگ بتوان به‌راحتی آن را تمیز کرد. ویژگی دیگر این طراحی قابلیت پمپاژ گاز و مایع به‌طور همزمان است. از این پمپ در پروژه‌های شهری، فاضلابی و صنعتی و همچنین حمل‌ونقل انواع پساب استفاده می‌شود. در شکل دو ساختار دریچه به همراه اندازه‌ی آن نشان‌دهنده‌ی این مطلب است که نمی‌تواند ذرات خیلی بزرگ را عبور دهد بنابراین در این پمپ دریچه‌ای تعبیه‌شده است که قابل باز شدن است و اجازه‌ی جدا کردن ذرات بزرگ را می‌دهد. این دریچه همچنین اجازه نمی‌دهد ذرات بزرگ به روتور واردشده و به آن آسیب برساند. برای تمیز کردن پمپ و یا تعویض پروانه کافیست که کاور جلویی برداشته شود. قبل از چک کردن دمای پمپ هیچ‌یک از کاور ها، پیچ‌ها و یا پنل ها باز نشوند. در مواردی که دمای پمپ بالاتر از حد معمول باشد ابتدا باید خنک شود و تا قبل از آن به‌هیچ‌وجه نبایدکاور و یا قطعات جانبی مثل اتصالات لوله‌ها را باز کرد تا فشار بالای پمپ به کسی صدمه وارد نکند و پس از خنک کاری اقدام به هر کاری صورت گیرد. قبل از تعمیر پمپ مایع داخل آن را خالی می‌کنیم. کاویتاسیون در این پمپ حائز اهمیت است و اینگونه محاسبه می‌شود(Beebe 2007):

$$\sigma = \frac{p_\infty - p_c}{\frac{1}{2}\rho u_\infty}$$




**شکل۲: ابعاد پمپ**

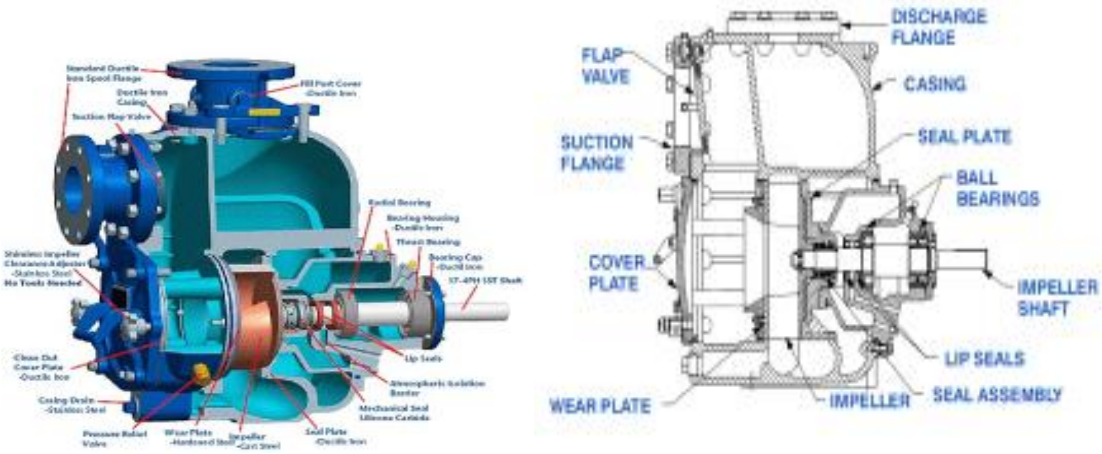
## شرایط عملکردی:

دمای کاری این پمپ نباید بیشتر از ۸۰ درجه‌ی سانتی گراد باشد در غیر این صورت اگر دما بیشتر شود باعث منفجرشدن و شکستن پره‌های روتور می‌شود. دانسیته ی متوسط بین ۱۳۰۰–۱۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب، pH بین ۹–۵، و ماکزیمم قطر ذرات جامد کمتر از ۷۵ میلی‌متر و حداکثر عمق مکش بیشتر از ۷ متر نمی‌باشد. در طراحی این پمپ یک محفظه‌ی گردابی بزرگ تعبیه‌شده که نقش مهمی را ایفا می‌کند، که به هنگام استفاده از پمپ نیازی به شیر یک‌طرفه و یا خروجی آن نیست.

## نتایج و بحث:

برای جلوگیری از انفجار بدنه همان‌گونه که در شکل سه نشان داده می‌شود جنس پوسته‌ی خارجی را از چدن انتخاب می‌کنیم و برای جلوگیری از انفجار حداکثر دمای کاری(مطابق با آزمایش‌های انجام‌شده) رابین ۷۸ تا ۸۲ درجه‌ی سانتی گراد نگهداری می‌کنیم. در این آزمایش با بررسی pH های مختلف دریافتیم که pH باید بین ۵–۹ باشد برای دانسیته ی ۱۰۰۰–۱۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب. هنگام آزمایش در اثر رسیدن به فشار بالا دیده شد به پمپ و اجزای داخلیش آسیب می‌رسد، برای حل این مشکل یک شیر اطمینان بر روی پمپ تعبیه و اضافه می‌کنیم، که هنگام رسیدن به یک فشار مشخص باز می‌شود. هنگامی‌که چند استخر موجود بود در ورودی به‌منظور جلوگیری از تداخل آن‌ها فاصله‌ی آن‌ها را سه برابر نسبت به قطر لوله‌ها در نظر می‌گیریم. بهتر است برای نصب پمپ، سطح همواری در نظر گرفته شود. در لوله‌های نزدیک پمپ از مهارکننده استفاده‌شده تا دقت کافی داشته باشد. برای دست یافتن به عملکرد خود مکشی مناسب نیز لوله‌ها حتی‌المقدور کوتاه و مستقیم انتخاب‌شده‌اند. همچنین ورودی حداقل۱/۵برابر قطر لوله از دیواره‌ی ریزش دورتر در نظر گرفته‌شده است. در این پمپ‌ها برخلاف سایر پمپ‌ها ارتفاع مکش را می‌توان بیشتر از ۷ متر نمود و در دمای کاری بیشتری از آن استفاده کرد. شفت این پمپ می‌تواند راست‌گرد یا چپ‌گرد بچرخد. شلنگ‌ها در این نوع قابلیت انعطاف‌پذیری بیشتری دارند. پمپ بایستی به‌صورت سری و بالاتر از سیال قرار گیرد و سیال نباید خورنده و فرار باشد. بدنه‌ی

پمپ از نوع چدن است تا در دمای بالا کارایی بهتری داشته باشد. سیال ازیک‌طرف وارد پمپ می‌شود و از طرف دیگر باید خارج شود به همین خاطر در مدار از شیر یک‌طرفه استفاده می‌کنیم(Savelli and Gennari 2005).




**شکل۳: نقشه‌ی بخش‌های داخلی**

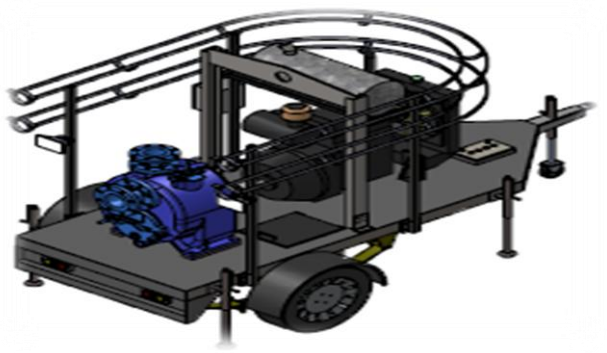
## نتیجه‌گیری کلی:

در هنگام استفاده از این دستگاه ممکن است مشکلاتی به‌صورت کلی به وجود بیاید برای حل این مشکلات و راه‌حل برطرف کردن آن جدول (۱) آورده می‌شود(Beebe 2004).

**جدول ۱: نقص‌ها**

| دلیل نقص | دلیل ممکن آن | راه حل |
|---|---|---|
| عدم مکش پمپ | ۱-مقدار مایع داخل پمپ کافی نیست | ۱-ساکشن اضافه شود |
| | ۲-شیر ورودی به وسیله ی آلودگی مسدود شده و یا آسیب دیده است | ۲-شیر تمیز و یا تعمیر شود |
| | ۳-در خط لوله ورودی نشتی وجود دارد | ۳-بر طرف کردن نشتی |
| | ۴-شیر ورودی دچار شکستگی شده است | ۴-تعویض شیلنگ ورودی |
| | ۵-مکانیکال سیل و یا گسکت نشتی دارد یا پوشیده شده و یا پاره شده است | ۵-چک کردن و تعویض مکانیکال سیل یا گسکت |
| | ۶-فشار خروجی و یا هد خیلی بالا است | ۶-لوله چک شود |
| | ۷-فیلتر گرفته است | ۷-فیلتر کنترل و تعویض شود |
| نمی تواند پمپ کند و یا نمی تواند به ظرفیت و ارتفاع مناسب برسد | ۱-نشتی در خط لوله ی ورودی | ۱-برطرف کردن نشتی |
| | ۲-نشتی در ورودی پمپ | ۲-تعویض شیلنگ ورودی |
| | ۳-نشتی مکانیکال سیل یا پارگی گسکت | ۳-کنترل و تعویض مکانیکال سیل و یا گسکت |
| | ۴-گرفتن فیلتر | ۴-فیلتر کنترل و تمیز گردد |
| | ۵-خط لوله ی ورودی بطور مناسب درون مایع قرار نگرفته است | ۵-کنترل و افزایش عمق لوله ی ورودی درون مایع |
| | ۶-فرسودگی یاپارگی یا آسیب در پروانه یا سایر قطعات | ۶-کنترل و تعویض قطعات معیوب و کنترل جهت چرخش پروانه |
| | ۷-گیر کردن پروانه | ۷-تمیز کردن خط لوله |
| | ۸-پایین بودن سرعت چرخش | ۸-کنترل خروجی الکتریکی |
| | ۹-بالا بودن بیش از حد هد | ۹-تعیین مقدار بای پس |
| | ۱۰-بالا بودن بیش از حد عمق مکش | ۱۰-کم کردن ارتفاع نصب |
| واحد قدرت | ۱-بالا بودن سرعت چرخش | ۱-کنترل خروجی الکتریکی یا کوپلینگ |
| | ۲-پایین بودن هد | ۲-تنظیم کردن خروجی |
| | ۳-غلیظ بودن مایع | ۳-در صورت نیاز رقیق کردن مایع |
| | ۴-حرکت نکردن یاتاقان | ۴-کنترل کردن یاتاقانها |
| پمپ | ۱-غلیظ بودن مایع | ۱-در صورت نیاز رقیق کردن مایع |
| | ۲-پایین بودن بیش از حد دبی | ۲-افزایش دبی شیر خروجی یا افزایش سرعت |
| | ۳-گیر کردن شیر یکطرفه | ۳-تمیز کردن شیر یکطرفه و سوپاپ ورودی |
| سر و صدای غیر عادی | ۱-به وجود آمدن پدیده ی کاویتاسیون | ۱-کم کردن عمق مکش و افت بار لوله ها |
| | ۲-هوای مکیده شده | ۲-کنترل محل های نشتی |
| | ۳-اتصال ناصحیح پمپ و موتور | ۳-تصحیح آن |
| | ۴-آسیب دیدن و یا انسداد پروانه | ۴-کنترل و در صورت نیاز جایگزینی پروانه |
| گرم شدن یاتاقان | ۱-افزایش دمای یاتاقان | ۱-تست دمای آنها برای رسیدن به حد مجاز |
| | ۲-کافی نبودن روغنکاری | ۲-کنترل و تصحیح آن |
| | ۳-خطوط لوله ی ورودی و خروجی مشکل دارند | ۳-بازرسی آنها |

و در پایان پمپ بر روی یدک‌کش طراحی و ساخته شد.



**شکل٤: پمپ کامل به همراه یدک‌کش**

**تقدیر و تشکر:** با تشکر ویژه از شرکت آبران صنعت و جناب آقای مهندس امیر رحیم لو

## مراجع:

دکتر حسین بانژاد.، ۱۳۹۱، مکانیک سیالات، دانشگاه بوعلی سینا

استریتر وایلی.، مهندس علیرضا انتظاری.، ۱۳۸۹، مکانیک سیالات

حمیدرضا جاهد مطلق.، کتاب فارسی آموزش انسیس.، available at:fluid mechanic.vcp.ir

حسینی, ه. ا" .(2012) .et al ,.مدیریت ریسک محیط زیست فعالیت‌های فاز ساخت سکوهای میادین نفتی (مطالعه موردی فاز ساخت سکوهای نفتی طرح میدان رشادت." انسان و محیطزیست ۱۰: ۳۳-۵۳.

اژدرپور, ا., et al. (۲۰۱۴). "تصفیه پساب‌های روغنی با استفاده از باکتری‌های تولیدکننده آنزیم لیپاز." مجله پژوهش‌های سلولی و مولکولی ۲۷(۳): ۳۴۶-۳۵۳.

طبیبیان, س. and ا. پیرکرمی (۲۰۱۶). "ارایه روش‌های بهینه جهت تصفیه آب و پساب حاوی رنگ‌های گوگردی." انسان و محیطزیست ۱۴(۱): ۱-۱۶.

Beebe, R. S. (2004). Predictive maintenance of pumps using condition monitoring, Elsevier.

Beebe, R. (2007). Experiences in pump condition monitoring by performance analysis. ICOMS Asset Management Conference'Total Asset Management'(Maintenance Engineering Society of Australia (MESA) trading as Asset Management Council Inc. 22 May to 25 May 2007), Asset Management Council Inc.

Gongol D. J., How a Self-Priming Pump Works, Water news for November 23, 2015, www.gongol.net

Tavner, P. (2008). "Review of condition monitoring of rotating electrical machines." IET Electric Power Applications 2(4): 215-247.

Tavner, P. (2008). Condition monitoring of rotating electrical machines, IET.

Zhou, Y., et al. (2015). "Structure design on improving injection performance for venturi scrubber working in self-priming mode." Progress in Nuclear Energy 80: 7-16.

Savelli, G. and F. Gennari (2005). "The Italian pump industry." World Pumps: 16.

Xu, L., et al. (2015). "Vacuum-driven power-free microfluidics utilizing the gas solubility or permeability of polydimethylsiloxane (PDMS)." Lab on a Chip 15(20): 3962-3979.

Henke, J. and M. Stringer (2009). "The hygienic self-priming GEA TDS®-VARIFLOW centrifugal pump of the TPS series." Trends in Food Science & Technology 20(Supplement 1): S85-S87.

Trends in Food Science & Technology, Vol. 20. Pages S85-S87, 2009,

Available at:abran sanat co.

Frank .m white.,2015,Fluid mechanics

Parsian .,2015, solid works. Bible.,2015, solid works

Moaveni, S. (2003). Finite element analysis: theory and application with ANSYS, Pearson Education India.

Kaufmann, T. D. and M. North (2015). Mediating Netherlandish art and material culture in Asia, Amsterdam University Press.