



انتخاب مناسب‌ترین نوع پمپ هیدرولیکی با استفاده از نرم‌افزار آنالیز سلسله مراتبی

علی مشایخی^{۱*}، میلاد رضاپور^۲ علی اصغر علیرضایی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون، گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه محقق اردبیلی Alimashayekhi49@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون، گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه محقق اردبیلی

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

در صنعت و کشاورزی نوین، انتخاب تصمیم صحیح یکی از چالش‌های اساسی در پیش‌روی مدیران و مسئولان می‌باشد. با پیشرفت مکانیزاسیون و ورود نرم‌افزارها و سیستم‌های تصمیم‌یاب، تصمیم‌گیری از حالت سعی و خطا خارج شده است. هدف از این مطالعه استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در انتخاب مناسب‌ترین نوع پمپ هیدرولیکی از بین سه نوع پمپ رایج و موجود می‌باشد. معیارهای در نظر گرفته شده شامل هزینه‌ها، مشخصات ساختاری و کارایی می‌باشد. داده‌های جمع‌آوری شده وارد نرم‌افزار Expert Choice نسخه 11 شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به نتایج حاصله از نرم‌افزار، بین پمپ‌های بررسی شده، پمپ‌های نوع بیستونی به عنوان مناسبترین پمپ‌های هیدرولیکی انتخاب و معرفی گردید.

واژگان کلیدی: انتخاب صحیح، پمپ هیدرولیکی، تحلیل سلسله مراتبی، مکانیزاسیون.

مقدمه

زمانی که در پروژه‌هایی با معیارهای چندگانه، نیاز به تصمیم‌گیری باشد، به علت عدم وجود استاندارد، فرآیند تصمیم‌گیری از سرعت و دقت لازم برخوردار نبوده و همین امر باعث می‌شود که تصمیم تا حد زیادی به خود تصمیم‌گیر وابسته باشد. برای حل این مشکل و یا حداقل کردن آثار جانبی آن، روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه طراحی شده‌اند که هر یک، از قوانین و اصول خاصی پیروی می‌کرده و دارای مزایا و معایبی هستند (سرخلیل و نوید، ۱۳۹۰). با توجه به اهمیت ماشین‌های صنعتی و کشاورزی بعنوان منبع توان در تولیدات مکانیزه قرن حاضر، ارزیابی و انتخاب این ادوات از اولویت‌های اجتناب‌ناپذیر مدیریت واحدهای صنعتی می‌باشد. از آنجا که اتخاذ تصمیم صحیح و به موقع می‌تواند تاثیر بسزایی در زندگی انسان‌ها داشته باشد، ضرورت وجود یک تکنیک قوی که بتواند انسان را در این زمینه یاری کند کاملاً محسوس می‌باشد. یکی از کارآمدترین این



تکنیک‌ها، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (Analytical Hierarchy Process) است که برای اولین بار توسط توماس ال ساعتی^۱ در سال ۱۹۸۰ مطرح شد. این تکنیک براساس مقایسه زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به علت ماهیت ساده و در عین حال جامعی که دارد مورد استقبال مدیران و کاربران مختلف واقع شده است، بعلاوه در طول سی سال گذشته از سوی محافل علمی نیز مورد توجه بوده است (سرخلیل و نوید، ۱۳۹۰).

این تکنیک امکان فرموله کردن مساله را به صورت سلسله مراتبی فراهم کرده و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی در مساله را دارد. این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت می‌دهد و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را فراهم می‌آورد. علاوه بر این، بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده است و قضاوت و محاسبه‌ها را تسهیل می‌کند. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک است. همچنین دارای یک مبنای تئوری قوی و بر اساس اصول بدیهی است، بنا نهاده شده است (سرخلیل و نوید، ۱۳۹۰).

مدلی، جهت انتخاب و تشخیص کیفیت بر اساس اولویت با استفاده از سیستم‌های خبره و تلفیق آن با روش تحلیل سلسله مراتبی توسعه یافت و پس از مقایسه، ضریب تبیین بالا ۹۵٪ گزارش گردید (C.S. Kim, Y. Yoon, 1992). به کمک تحلیل سلسله مراتبی، رویکردی یکپارچه در مورد انتخاب محل انبار و نوع فرآیند، با در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی مورد بررسی قرار گرفت (J. Korpela, M. Tuominen, 1996). مدلی برای انتخاب بهترین نرم‌افزار تولید از میان نرم‌افزارهای ارائه گردید که در آن از تحلیل سلسله مراتبی کمک گرفته شد و وزن مازولها بر اساس دسترسی به هریک در نرم‌افزار اختصاص داده شد (H.W. Jung, Choi, 1999).

با بهره‌گیری از روش تصمیم‌گیری چند معیاری (TOPSIS^۲) به انتخاب تراکتور مناسب در ایران پرداخته شده است. معیارهای ارزیابی تراکتور مناسب عبارت بودند از: توان مالبندی، توان هیدرولیک، توان محور تواندهی، نوع محور تواندهی، مصرف سوخت ویژه، دامنه سرعت حرکت، دور مشخصه موتور، جعبه دنده و کارخانه سازنده. در بین یازده مدل تراکتور بررسی شده، تراکتور مسی فرگوسن ۴۴۰ نسبت به دیگر مدل‌ها ترجیح داده شد و به عنوان تراکتور مناسب توصیه شد (لک و برقی ۱۳۸۹). به کمک تحلیل سلسله مراتبی، رویکردی یکپارچه در مورد انتخاب محل انبار و نوع فرآیند، با در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی مورد بررسی قرار گرفت (J. Korpela, M. Tuominen, 1996). تحلیل سلسله مراتبی را به عنوان یک راهبرد در تصمیم‌سازی برای انتخاب ابزار ماشینی معرفی گردید (Yurdakul M, 2004). هدف از این مطالعه، انتخاب مناسب‌ترین پمپ هیدرولیک با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد. تحلیل سلسله مراتبی را به همراه روش دلفی زمانی به صورت یکپارچه در سیستم

¹ Thomas L. Saaty

² Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution



های خبره و تحلیل تصمیم به کار گرفته شده است (M. Kangas, et al. 1996). پژوهشی در مورد پتانسیل ناحیه مرتعی - پرداخته شده است. و محل SWOT جنگلی در جنوب مرکز فلوریدا به کمک تحلیل تلفیقی سلسله مراتبی و های مناسب شناسایی گردیده است (Ram K. and et al, 2004).

هدف از این مطالعه، انتخاب مناسب ترین نوع پمپ هیدرولیک برای مصارف کشاورزی از بین سه نوع پمپ موجود (پیستونی، تیغه‌ای (کاتریجی) و دنده‌ای)^۱ با استفاده از روش تصمیم گیری چند معیاره با نرم افزار Expert Choice می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق برای داشتن معیارهایی مناسب جهت انتخاب مناسب‌ترین پمپ از نظرات ۳ گروه از افراد مرتبط با این زمینه (تولیدکنندگان، فروشندگان و تعمیرکاران، استفاده‌کنندگان) در قالب پرسشنامه (پیوست ۱) استفاده شد. برای کسب اطلاعات و پاسخ به پرسشنامه‌ها از نظر کارشناسان، تولیدکنندگان، فروشندگان و تعمیرکاران و استفاده‌کنندگان به صورت انتخابی و در دسترس بودن افراد استفاده شد. که در آخر موفق به جمع‌آوری هفتاد و چهار پرسشنامه که جامعه آماری بسیار بالایی در این حوضه است، از چهار گروه مورد بررسی در منطقه شهرستان‌های تبریز و سراب آذربایجان شرقی به صورت کامل و مورد اتکا شد. معیارهای مورد بررسی شامل ۳ معیار شاخص هزینه‌ها، مشخصات ساختاری و کارایی و ۱۴ معیار اصلی شامل قیمت اولیه، هزینه‌های نگهداری و تعمیر، مصرف انرژی، قیمت و موجودیت قطعات یدکی، مشخصات ساختاری پمپ شامل فشار، دبی متغیری و قابلیت کار با دوره‌های مختلف، کارایی شامل طول عمر، مدت زمان بین دو خرابی، سطح صدا، مقاومت به دما و آلودگی‌های درون روغن هیدرولیک و زمان عکس العمل در نظر گرفته شد. قیمت اولیه، قیمت و موجودیت قطعات یدکی، مشخصات ساختاری و سطح صدا مهمترین عامل‌ها از عوامل فوق می‌باشد.

کلیت فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را می‌توان طی سه مرحله زیر خلاصه کرد:

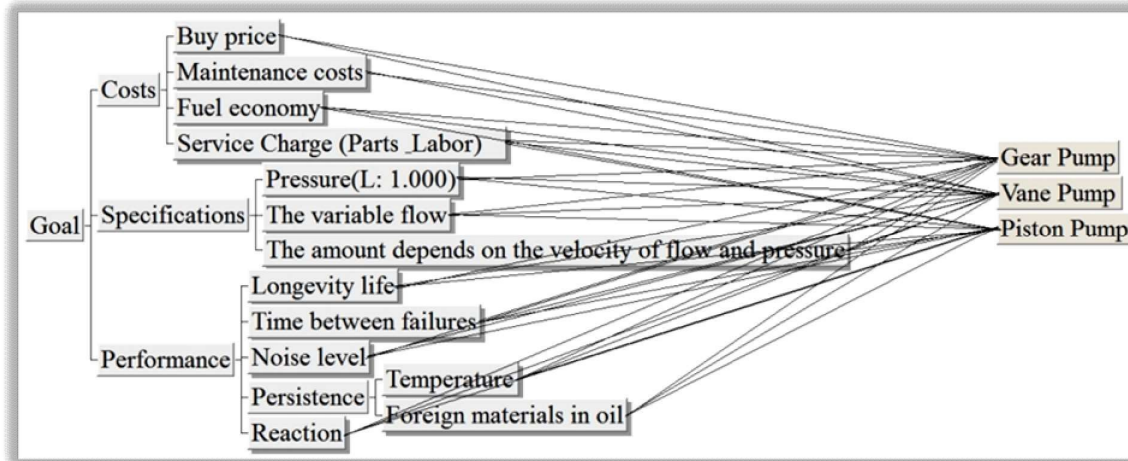
- ساختن سلسله مراتب
- دادن و محاسبه وزن‌ها
- سازگاری سیستم

اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک نمایش گرافیکی از مسئله می‌باشد که در آن هدف، معیارها و گزینه‌ها نشان داده می‌شوند. شکل ۱، سلسله مراتبی انتخاب پمپ هیدرولیکی را نشان می‌دهد. سطح یک در سلسله مراتب، هدف را نشان

¹ Piston pump, Vane pump and Gear pump



می‌دهد که انتخاب مناسب‌ترین پمپ است و در سطح دوم سه معیار مسئله و در سطح آخر گزینه‌های انتخاب قرار دارند. داده‌های جمع‌آوری شده توسط نرم‌افزار ۱۱ Expert Choice مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

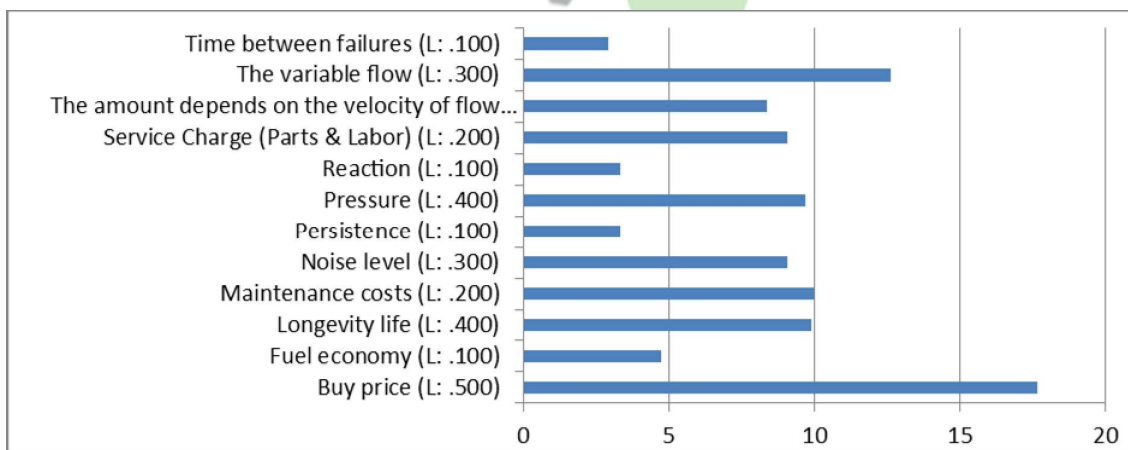


شکل ۱. سلسله مراتب انتخاب پمپ هیدرولیک.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از نرم‌افزار Expert Choice را می‌توان در دو نمودار زیر خلاصه کرد.

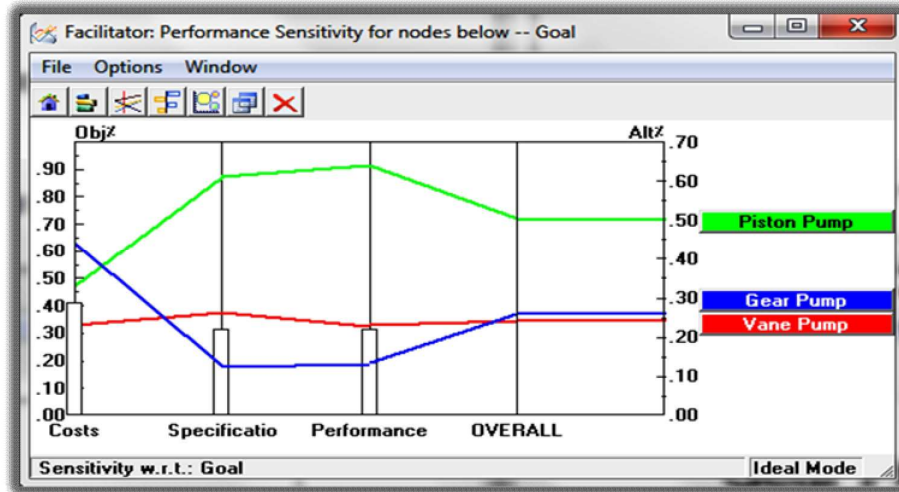
شکل ۲، مقایسه معیارهای تصمیم‌گیری را با توجه به نظرات جمع‌آوری شده نشان می‌دهد. با توجه به نمودار، میزان اهمیت نسبی معیارهای "قیمت اولیه"، "هزینه‌های نت"، "سطح صدا"، "طول عمر"، "قابلیت دبی متغیری"، "فشار تولیدی" به ترتیب برابر با: ۱۷.۶۸ ، ۱۰ ، ۹.۰۹ ، ۹.۹ ، ۱۲.۶۳ ، ۹.۷ می‌باشند.



شکل ۲. ارزش نسبی معیارهای تصمیم.

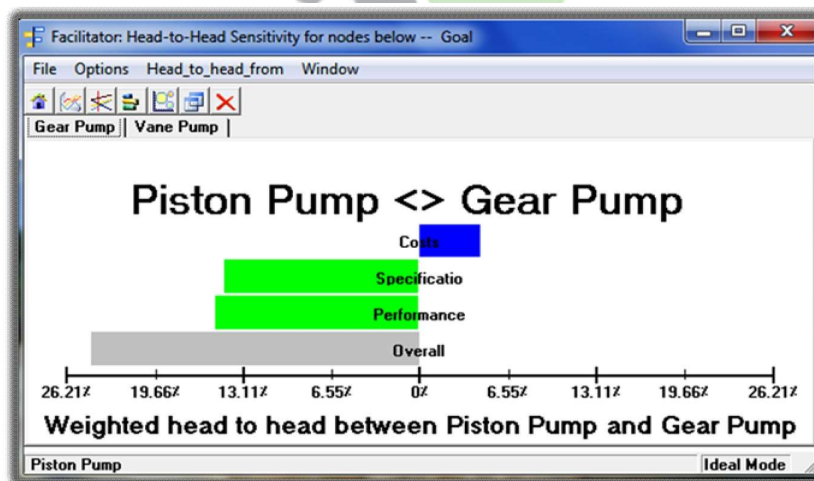


در شکل ۳، ارزش نهایی هر یک از گزینه‌ها همراه با نمایش گرافیکی آن مشاهده می‌شود که با توجه به شکل، ارزش مطلق و نهایی شاخص تصمیم با توجه به سه معیار در نظر گرفته شده، برای پمپ‌های دنده‌ای، تیغه‌ای و پیستونی به ترتیب ۰.۲۶، ۰.۲۴، ۰.۵ بدست آمد، که نشان دهنده‌ی آن است که پمپ‌های پیستونی دو برابر دو نوع پمپ دیگر برای انتخاب ما با توجه به شاخص‌های در نظر گرفته شده مناسب و ارجح می‌باشد. نرخ ناسازگاری نیز برابر با ۰.۰۸ محاسبه شد که مقداری قابل قبولی می‌باشد.



شکل ۳. مقادیر ارزش‌های مطلق گزینه‌های تصمیم و میزان وزن‌ها و خروجی نهایی نرم‌افزار.

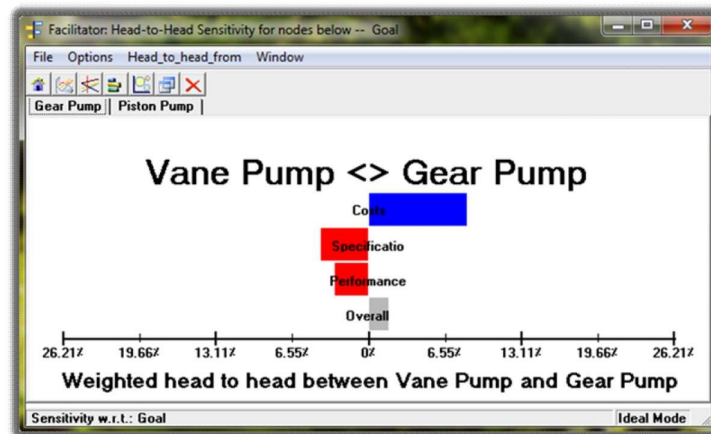
در شکل ۳ که یکی از خروجی‌های نهایی نرم‌افزار Expert Choice را نشان می‌دهد، می‌توان در قسمت راست نمودار مشاهده کرد که پمپ نوع پیستونی بیشترین رتبه را نسبت به دو نوع پمپ دیگر بدست آورده است.



شکل ۴. نمودار سربه‌سر بین پمپ پیستونی و دنده‌ای.

نتیجه گیری کلی

این مطالعه به منظور انتخاب مناسبترین نوع پمپ هیدرولیک با توجه به سه معیار هزینه‌ها، مشخصات ساختاری و کارایی انجام گردید. با توجه به نظرات جمع‌آوری شده از تولیدکنندگان، فروشندگان و تعمیرکاران و استفاده‌کنندگان و تحلیل نتایج نرم‌افزار Expert Choice پمپ هیدرولیکی نوع پیستونی به عنوان مناسبترین پمپ انتخاب و معرفی گردید.



شکل ۵. نمودار سربه‌سر بین پمپ تیغه‌ای و دنده‌ای.

همچنین با توجه به شکل ۴ که نمودار سربه‌سر (نمودار head-to-head یکی از شاخص‌های برجسته و نقطه قوت نرم‌افزار نسبت به سایر نرم‌افزارهای مشابه است) بین پمپ پیستونی و دنده‌ای را نشان می‌دهد، پمپ دنده‌ای، با توجه به قیمت اولیه پایین در بین استفاده‌کنندگان رایج شده است اما به دلیل کیفیت و کارایی و مشخصات نسبی کمتر نسبت به پمپ‌های پیستونی هیدرولیکی، رتبه پایینتری را کسب کرده است (شکل ۴)؛ همچنین با توجه به شکل ۵، با توجه به زیاد بودن هزینه‌ها و همچنین مشخصات و کارایی بهتر پمپ‌های تیغه‌ای تفاوت قابل محسوس نسبت به پمپ‌های نوع دنده‌ای ندارند (شکل ۵).

منابع

- ۱- سرخلیل. ص و نوید ح. ۱۳۹۰. ارزیابی و انتخاب تراکتور از بین چهار نوع تراکتور به روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در محدوده توان ۳۰ - ۹۰ کیلو وات. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج.
- ۲- لک م.ب. برقی ع.م. ۱۳۹۰. انتخاب تراکتور مناسب بر مبنای تصمیم‌گیری چند معیاری. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج.
- ۳- بی نام. کاتالوگ اطلاعات فنی شرکت رکسروت بوش آلمان، ۲۰۱۰.
- ۴- بی نام. کاتالوگ اطلاعات فنی پمپ‌های هیدرولیکی شرکت پمپ ایران. ۱۳۸۵. انتشارات شرکت پمپ ایران.
- ۵- وهاب زاده ا. ه. ۱۳۹۲. سایت شرکت هیدرولیکی بنیان تدبیر فلوید، <http://www.iranfluidpower.com>.
- 6- Alho, J., J.Kangas, O.Kolehmainen. 1996. Uncertainty in expert predictions of the ecological consequences of forest plans. Applied Statistical, 45 -1,(1)14.



- 7- C.S. Kim, Y. Yoon, 1992, Selection of good expert system shell for instructional purposes in business. *Information and Management* 23 (5) (1992) 249–262.
- 8- H.W. Jung, Choi, 1999, Optimization models for quality and cost of modular software systems, *European Journal of Operational Research* 112 (3) (1999) 613–619.
- 9- Korpela, J.M. Tuominen. 1996, A decision aid in warehouse site selection, *International Journal of Production Economics* 45 (1–3) (1996) 169–180.
- 10- Ram K. and et al, 2004, Exploring the potential for silvopasture adoption in south-central Florida: an application of SWOT–AHP method, *Agricultural Systems* 81, 185–199.
- 11- Yurdakul M. 2004, AHP as a strategic decision-making tool to justify machine tool selection, *Journal of Materials Processing Technology* 146, 365–376.
- 12 - <http://www.iranfluidpower.com/BTP/hydraulic>. Accessed 22 October 2012.





پیوست ۱- نمونه خام پرسشنامه طرح پژوهشی انتخاب مناسب‌ترین پمپ هیدرولیکی با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی

سطح			معیار انتخاب	
کم / ضعیف	متوسط	زیاد / خوب		
.....	هزینه اولیه خرید	هزینه
.....	هزینه نگهداری و تعمیر	
.....	هزینه سوخت (مصرف انرژی)	
.....	قیمت و موجودیت قطعات یدکی	
.....	فشار کاری مناسب و خوب	مشخصات ساختاری
.....	قابلیت و آپشن دبی متغیری	
.....	قابلیت کار با دورهای مختلف	
.....	طول عمر	کارایی
.....	مدت زمان بین دو خرابی	
.....	سطح صدا	
.....	تأثیر تغییرات دما بر میزان کارایی	
.....	مقاومت به آلودگی های درون روغن	
.....	زمان عکس العمل	

این پرسشنامه برای پمپ‌های مورد بررسی توسط جمعی از تولیدکنندگان، فروشندگان و مصرف‌کنندگان این پمپ‌ها تکمیل گردیده است.



Choose the most suitable type hydraulic pump using hierarchical analysis software

Ali Mashayekhi^{1*} Milad rezapour² Aliasghar alirezaee³

1- MSc Student, Department of Biosystems Engineering, mohaggeg Ardebili University

2- MSc Student, Department of Biosystems Engineering, mohaggeg Ardebili University

3- MSc Student, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

In the modern agriculture industry, selecting the proper One of the challenges facing administrators is essential. With the advance of mechanization and enter the router software and systems, is the decision of the state trial and error. The aim of this study was to use a hierarchical analysis technique (AHP) to choose the most suitable type of pump, hydraulic pump of the three commonly available. Criteria considered include cost, structure and performance characteristics are. Expert Choice software version 11 of the data collected and analyzed was. According to the results of the application of the pump, the pump piston type hydraulic pumps suitable selection is introduced.

Keywords: expert choice; Analytical hierarchy process; hydraulic pumps; mechanization