بررسی فنی و اقتصادی پمپ‌های آبیاری مورداستفاده کشاورزان در استان خوزستان

جعفر حبیبی اصل[1و*]، آذرخش عزیزی [2]، نعیم لویمی [3]

1. استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران. (jhabibi139@yahoo.com)
2. مربی پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران. (a.azizy@yahoo.com)
3. مربی پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران. (n1584m@yahoo.com)

چکیده

در مناطق مرکزی و جنوبی استان خوزستان (عمدتاً در حوزه‌های کارون و کرخه)، بسیاری از کشاورزان از پمپ‌های دیزلی یا الکتریکی برای انتقال آب از رودخانه یا کانال به مزارع کشاورزی خود استفاده می‌نمایند. انتخاب این پمپ‌ها و نحوه نصب و راه‌اندازی آن‌ها به‌صورت سنتی صورت گرفته و معمولاً توسط خود کشاورز مدیریت می‌گردد. این باعث شده که در بسیاری موارد تناسبی بین سطح مزرعه، میزان آب موردنیاز و نوع پمپ انتخابی وجود نداشته باشد. بدین منظور، مطالعه‌ای بر روی 50 دستگاه پمپ آبیاری مورداستفاده توسط گندم کاران استان خوزستان در حوزه‌های رودهای کارون و کرخه در استان خوزستان، در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان صورت گرفت. نتایج نشان داد که متوسط راندمان پمپ‌های دیزلی و الکتریکی به ترتیب 80/2 درصد و 74/5 درصد می‌باشد. همچنین، متوسط انرژی مصرفی پمپ‌های دیزلی و الکتریکی برای آبیاری یک هکتار گندم آبی در طول فصل رشد به ترتیب 7883 و 3532 مگاژول بر هکتار به دست آمد. ارزیابی اقتصادی نشان داد که هزینه آبیاری پمپ‌های دیزلی از پمپ‌های الکتریکی بیشتر است. بنابراین با توجه به تحلیل اقتصادی و نظرسنجی صورت گرفته، پیشنهاد می‌شود که در مناطقی که امکان استفاده از انرژی الکتریکی برای کشاورزان وجود دارد، اقداماتی برای تبدیل پمپ‌های دیزلی به پمپ‌های الکتریکی صورت پذیرد. همچنین جهت افزایش کارایی پمپ‌های آبیاری (به‌ویژه پمپ‌های الکتریکی که نظارت بیشتری بر آن‌ها حاکم است)، از حداکثر ظرفیت پمپ به‌منظور پوشش سطح اراضی بیشتر برای آبیاری استفاده گردد.

کلمات کلیدی: *ارزیابی اقتصادی، ارزیابی فنی، پمپ آبیاری، راندمان، مصرف انرژی*

*نویسنده مسئول jhabibi139@yahoo.com

بررسی فنی و اقتصادی پمپ‌های آبیاری مورداستفاده کشاورزان در استان خوزستان

مقدمه

ایران یک کشور خشک و نیمه‌خشک بوده (میانگین بارندگی 240mm) و بسیاری از مناطق آن از مشکل کمبود آب رنج می‌برند بنابراین، حفاظت از منابع آب باید به‌طور مؤثر و مناسب انجام پذیرد. اغلب منابع آب کشور (حدود 90 درصد) در بخش کشاورزی مصرف می‌گردد. بنابراین، عملیات آبیاری ضرورتاً طوری انجام گیرد که منابع آبی با راندمان بالایی مصرف گردد [14].

عملیات آبیاری یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های مصرف‌کننده انرژی در کشاورزی می‌باشد [18]. انرژی موردنیاز برای پمپاژ آب به‌تنهایی ممکن است چندین برابر تمامی عملیات کشاورزی برای تولید یک محصول خاص را مصرف کند [13]. به‌طور مثال در تحقیقی انرژی موردنیاز برای تولید نیشکر دریکی از کشت و صنعت‌های نیشکر استان خوزستان موردانداز‌ه‌گیری و بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق حاکی از آن بود که الکتریسیته موردنیاز برای پمپاژ آب آبیاری به‌تنهایی 29/7 درصد از انرژی مصرفی برای تولید نیشکر را به خود اختصاص داده بود [5].

سازمان فائو روابط بین هزینه‌های انرژی و ابعاد لوله‌ها و پمپ روش‌شناسی برآورد هزینه‌های فصلی انرژی در سیستم‌های آبیاری را ارائه کرده و بر ضرورت توجه به هزینه‌های انرژی در طراحی هیدرولیکی سیستم‌های آبیاری تأکید کرده است [10]. موسسه IWMI در مطالعاتی جامع اظهار داشته است که هزینه‌های انرژی با حذف و کاهش یارانه‌ها افزایش قابل‌ملاحظه‌ای خواهد داشت. در این مطالعه به این مسئله اشاره‌شده است که پمپ‌های عمومی به علت نگهداری ضعیف‌تر از پمپ‌های خصوصی، هزینه‌های انرژی بیشتری دارند [16].

در گزارش استانداردها و رهنمودهای ارتقای راندمان آبیاری، تأکید شده است که بررسی مصرف انرژی در تمامی مراحل طراحی، اجرا و بهره‌برداری، باید مدنظر طراح و برنامه‌ریز باشد و هزینه‌های مربوطه باید در تحلیل اقتصادی سیستم‌های آبیاری لحاظ گردد [15]. در چنین حالتی با افزایش انرژی موردنیاز آبیاری، با مصرف بیشتر آب، راندمان انرژی سیر نزولی پیدا می‌کند. اکنون، راندمان قابل استحصال برای تبدیل انرژی به مکش آب در کشورهای پیشرفته حدود 20 درصد می‌باشد، این در حالی است که در دیگر نقاط دنیا حداکثر 12/5 درصد است. بنابراین برای نیل به کشاورزی پایدار لازم است سیستم‌های آبیاری و انتقال آب طوری طراحی گردد که هم آب و هم انرژی ذخیره گردد [17].

در کشور ما عدم وجود دستورالعمل، استاندارد مشخص و نظارت کافی در طراحی، انتخاب، نصب و بهره‌برداری سیستم‌های پمپاژ متناسب با شرایط و نیازها، موجب شده تا این سیستم‌ها با بازده پایین و تلفات بالای انرژی بهره‌برداری شوند. مهم‌ترین علل پایین بودن بازده سیستم‌های پمپاژ نسبت به بازده پتانسیل، استفاده از روش‌های نامناسب برای کنترل جریان، تغییرات فیزیکی- هیدرولیکی سیستم در طول زمان، استفاده از پمپ یا موتور با بازده پایین و تعمیرات و نگهداری نامناسب است [9].

امین و سپاسخواه در مطالعه‌ای که بر روی 52 پمپ در مزارع اطراف شیراز انجام دادند، ضمن اینکه بیان کردند که اتلاف انرژی در موتور پمپ‌های الکتریکی کمتر است، ولی پمپ‌های دیزلی را نسبت به پمپ‌های الکتریکی در شرایط کنونی و با توجه به ارزانی قیمت سوخت و بدون در نظر گرفتن هزینه‌های استهلاک و نگهداری، باصرفه‌تر دانستند. البته در این مطالعه به هزینه‌های استهلاک و نگهداری، مدیریت زارعان بر میزان آب اختصاص‌یافته برای کشت محصول و نیز انتخاب روش آبیاری بر هزینه به‌کارگیری هر یک از موتورپمپ‌ها توجهی نشده است [2].

در مطالعه‌ای دیگر توسط نیکویی و ترکمان دو نوع موتورپمپ دیزلی و الکتریکی موردبررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که اختلاف معنی‌داری میان هزینه آبیاری استفاده‌کنندگان از این دو نوع موتورپمپ با توجه به عوامل روش‌های آبیاری و اندازه زمین

وجود دارد،که هر یک از این عوامل به‌صورت اثرهای ثابت و یا متقابل بر هزینه‌های آبیاری تأثیر دارد. آن‌ها همچنین نتیجه گرفتند که تبدیل موتورهای دیزلی به الکتریکی اقتصادی می‌باشد [8].

تحقیقی با اهداف ارزیابی کارایی فنی پمپ‌های آبیاری در مزارع کوچک (عمدتاً کمتر از 10 هکتار)، مطالعه انرژی مصرفی و هزینه آبیاری آن‌ها در کشور کنیا انجام گرفت. نتایج این بررسی نشان داد تعدادی چالش وجود دارد که کشاورزان دارای زمین‌های کوچک با آن‌ها مواجه هستند، ازجمله انتخاب نوع پمپ آبیاری، طراحی و نحوه نصب و مدیریت عملیات آبیاری. 60 درصد پمپ‌های آبیاری موردبررسی در این تحقیق، در راندمانی پایین‌تر از مقدار توصیه‌شده در طراحی آن کار می‌کنند. همچنین مصرف سوخت آن‌ها بسیار متغیر بود. عمده این مشکلات به دلیل عدم انتخاب صحیح پمپ، طراحی ضعیف و نداشتن مهارت فنی و مدیریتی بود، که منجر به غیراقتصادی شدن فعالیت کشاورزی می‌گردید [12].

در مناطق مرکزی و جنوبی استان خوزستان (عمدتاً در حوزه‌های کارون و کرخه)، بسیاری از کشاورزان از پمپ‌های دیزلی یا الکتریکی برای انتقال آب از رودخانه یا کانال به مزارع کشاورزی خود استفاده می‌نمایند. انتخاب این پمپ‌ها و نحوه نصب و راه‌اندازی آن‌ها به‌صورت سنتی صورت گرفته و معمولاً توسط خود کشاورز مدیریت می‌گردد. این باعث شده که در بسیاری موارد تناسبی بین سطح مزرعه، میزان آب موردنیاز و نوع پمپ انتخابی وجود نداشته باشد. عدم مدیریت درست آبیاری ازیک‌طرف و نداشتن دانش کافی در سرویس و نگهداری پمپ‌ها از طرف دیگر باعث کاهش راندمان و افزایش هزینه و انرژی مصرفی می‌شود. به‌طوری‌که در بسیاری موارد کشاورزان به‌جای تلاش در جهت کاهش مصرف انرژی پمپ، به دنبال استفاده از پمپ‌هایی می‌باشند که منبع انرژی مصرفی آن ارزان‌تر باشد. چه‌بسا ممکن است ازلحاظ اقتصادی به‌صرفه هم نباشد. لذا در تحقیق حاضر که بنا به درخواست مدیریت آب‌وخاک سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان اجرا گردید، از پمپ‌های آبیاری در حوزه اهواز (کارون) و دشت آزادگان (کرخه) نمونه‌گیری شده و نمونه‌های انتخابی مورد ارزیابی فنی، کارایی انرژی و اقتصادی قرار گرفتند. نتایج این پروژه می‌تواند مورداستفاده بهره‌برداران، طراحان و تصمیم‌گیرندگان حوزه آب استان قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه بر روی 50 دستگاه پمپ آبیاری مورداستفاده توسط گندم کاران استان خوزستان در حوزه‌های رود کارون در شهرستان‌های اهواز، کارون، باوی و شوشتر و رود کرخه در شهرستان‌های حمیدیه، دشت آزادگان و هویزه، در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان اجرا گردید. از میان این 50 پمپ موردبررسی، نیمی از آن‌ها دیزلی و نیمی دیگر الکتروپمپ بود. علت انتخاب محصول گندم در این پروژه به دلیل غالب بودن زراعت آن در منطقه می‌باشد. با توجه به لزوم وجود تنوع درروش آبیاری و نحوه مدیریت کشاورز در مزرعه سعی بر آن شده است معیارهای متنوعی در انتخاب پمپ‌ها دیده شود که در زیر به‌اختصار آورده شده است.

- نوع پمپ: در این پژوهش دو نوع پمپ با موتورهای محرک دیزلی و الکتریکی در نقاط مختلف انتخاب و موردمطالعه قرار گرفتند.
- موقعیت جغرافیایی: سعی بر آن شده است که در هر شهرستان پمپ‌های موردنظر به نحوی انتخاب شوند که موقعیت‌های جغرافیایی مختلف و درنتیجه آن فرهنگ‌های مختلف مدیریت کشاورز در مزرعه نیز در انتخاب دیده‌شده است.
- روش آبیاری: یکی از عوامل مهم در مقدار آب مصرفی مزارع روش آبیاری مورداستفاده است. روش‌های آبیاری مختلف برای محصولات مختلف زراعی و باغی در سطح استان وجود دارد که شامل انواع روش آبیاری سطحی (تشتکی، کرتی، نواری و یا شیاری)، روش آبیاری بارانی و یا قطره‌ای است.

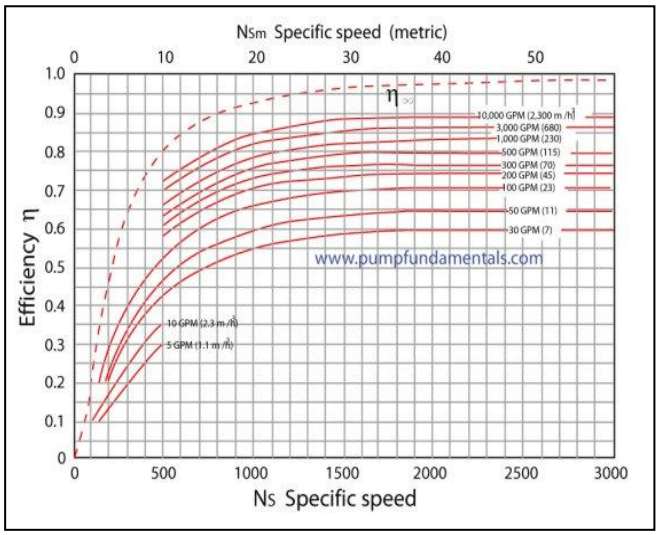
برداشت اطلاعات عمومی و تخصصی پمپ‌ها: به‌منظور برداشت اطلاعات عمومی پمپ‌ها با کارشناسان مراکز خدمات مربوطه در هر شهرستان هماهنگی به عمل آمد. همچنین با مراجعه به پمپ انتخاب‌شده با مشورت کارشناسان مراکز خدمات، با هر یک از کشاورزها

دیدار به عمل آمد. برخی از اطلاعات موردنیاز شامل سطح زیر کاشت، الگو کاشت، روش آبیاری، وضعیت تسطیح زمین، عملیات خاک‌ورزی، نحوه و سامانه انتقال آب از رودخانه به مزرعه، تجهیزات و لوله آلات مورداستفاده، فاصله پمپ آب تا مزرعه، تعداد دفعات آبیاری، هزینه آبیاری، نوع پمپ، عمر و ساعت کارکرد آن، هزینه‌های مربوط به پمپ و آبیاری، تعداد و ساعت کارگر مورداستفاده و دیگر هزینه‌ها و همچنین مسائل و مشکلات کاربران پمپ‌های آبیاری از طریق پرسش‌نامه و مصاحبه جمع‌آوری شد. پارامترهای دیگری نیز اندازه‌گیری و یا محاسبه شد به شرح زیر ارائه می‌گردد:

- **راندمان پمپ:** برای محاسبه راندمان پمپ ابتدا سرعت مخصوص آن از طریق رابطه 1 محاسبه گردید. سپس سرعت مخصوص محاسبه‌شده از رابطه 1، بر روی گراف شکل 1 مطابقت داده‌شده و راندمان پمپ قرائت شد. سرعت کاری پمپ نیز به‌وسیله یک دستگاه دورسنج اندازه‌گیری شد.

$$N_S = 0.2108N\left[\frac{Q^{0.5}}{H^{0.75}}\right] \qquad (1)$$

که در آن Ns= سرعت مخصوص پمپ برحسب دور در دقیقه، N= سرعت کاری پمپ برحسب دور در دقیقه، Q= دبی پمپ برحسب لیتر بر دقیقه و H= هد پمپ برحسب متر می‌باشد.



شکل 1- منحنی‌های قرائت راندمان پمپ (η) بر اساس سرعت مخصوص (N_s)

- **اندازه‌گیری دبی پمپ:** دبی پمپ نیز به روش جسم شناور اندازه‌گیری شد. این روش یکی از ساده‌ترین روش‌های اندازه‌گیری حجم آب در مجاری روباز می‌باشد که با دقت حدود 90٪ می‌تواند دبی آب گذر کرده را محاسبه نماید.

سرعت متوسط جریان آب، به شرح زیر محاسبه گردید:

1- یک طول مستقیم(حدود 10 تا 20 متر) از مجرای جریان مشخص و طول آن اندازه‌گیری شد.

2- یک جسم شناور (چوب، کاغذ مچاله شده و....) در ابتدای طول اندازه‌گیری شده، روی سطح آب رها گردید.

3- با استفاده از ساعت یا کرنومتر زمان حرکت کردن جسم شناور از ابتدای طول اندازه‌گیری شده تا انتهای آن محاسبه شد.

4- برای افزایش دقت اندازه‌گیری این کار چند بار تکرار و متوسط زمان‌های اندازه‌گیری شده محاسبه شد.

5- سرعت متوسط جریان آب از رابطه 2 به دست آمد:

$$V = \alpha(L/t) \qquad (2)$$

که در آن V= سرعت متوسط جریان آب برحسب متر بر ثانیه، α = ضریب تصحیح تبدیل سرعت سطح آب به‌سرعت متوسط جریان آب که از جدول شماره 1 به دست می‌آید، L= طول مشخص‌شده برحسب متر و t= متوسط زمان طی شده جسم شناور برحسب ثانیه می‌باشد.

6- متوسط سطح مقطع کانال محاسبه گردید. در کانال‌های خاکی که سطح مقطع مشخصی ندارند باید با تقسیم‌بندی عرض کانال، عمق آب در هر قسمت اندازه‌گیری شده و با استفاده از فرمول ذوزنقه مساحت آن قسمت محاسبه و با جمع مساحت تمام ذوزنقه‌ها سطح مقطع کانال تعیین شود.

7- با استفاده از رابطه شماره 3 دبی جریان آب به دست می‌آید.

$$Q = V.A \qquad (3)$$

که در آن Q= دبی جریان آب برحسب مترمکعب بر ثانیه، v= سرعت متوسط جریان آب برحسب متر بر ثانیه و A= سطح مقطع برحسب مترمربع می‌باشد.

جدول1- ضریب تصحیح برای تبدیل سرعت سطح آب به‌سرعت متوسط جریان آب

عمق نهر (متر)	0/3	0/6	0/9	1/2
ضریب تصحیح در کانال خاکی	0/66	0/68	0/70	0/72
ضریب تصحیح در کانال بتنی	0/85	0/86	0/87	0/89

- **شاخص مصرف انرژی پمپ:** شاخص مصرف انرژی پمپ (برحسب مگاژول بر هکتار)، از رابطه 4 محاسبه گردید [1].

$$E_{ir} = \left(\frac{\delta.g.H.Q}{n_1.n_0}\right)/1000000 \qquad (4)$$

که در آن E_{ir} = انرژی آبیاری برحسب مگاژول بر هکتار، δ= چگالی آب برحسب کیلوگرم بر مترمکعب، g= شتاب جاذبه زمین، H= هد دینامیکی چاه برحسب متر، Q=کل آب موردنیاز گیاه طی دوره رشد برحسب مترمکعب در هکتار، n_1 = بازده پمپ (90-70 درصد) و n_0= بازده کلی توان پمپ (22-18 درصد برای الکتروموتور و30-25درصد برای موتور دیزل) می‌باشد.

همچنین برای محاسبه انرژی برحسب مگاژول بر مترمکعب، از رابطه 5 استفاده شد:

$$E_{ir} = \left(\frac{\delta.g.H}{n_1.n_0}\right)/1000000 \qquad (5)$$

انرژی غیرمستقیم آب آبیاری شامل انرژی تولید مواد اولیه خام، ساخت و انتقال کلیه عواملی که در آبیاری دخالت دارند، می‌باشد، اما با توجه به این‌که محاسبه این مقادیر مشکل است معمولاً درصدی (حدود 20٪) از انرژی مستقیم را برای این منظور در نظر می‌گیرند [1].

- **ارزیابی اقتصادی پمپ‌های آبیاری:** در ارزیابی اقتصادی از روش‌های اقتصاد مهندسی و مدیریت مالی برای ارزیابی اقتصادی پمپ‌های موردبررسی در این طرح استفاده شد. شاخص‌های گوناگونی بدین منظور وجود دارد اما با توجه به ماهیت این مطالعه از شاخص‌های زیر در بررسی اقتصادی طرح بهره برده شد [6 و 11]:

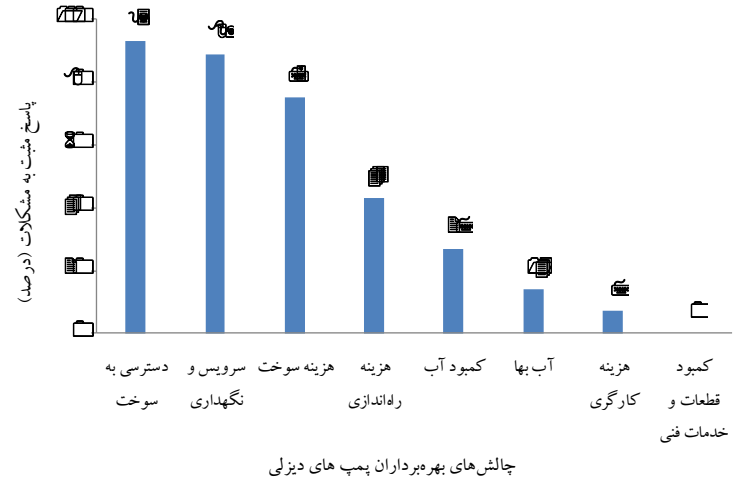
الف) ارزش حال خالص پروژه: معیاری است که ارزش حال تفاضل منافع و هزینه‌ها را محاسبه می‌کند و درصورتی‌که مقدار محاسباتی آن مثبت باشد گویای توجیه‌پذیری طرح است. هزینه‌های پمپ، شامل 1- هزینه انرژی مصرفی (دیزل یا برق)، 2- هزینه احداث و 3- هزینه سرویس و نگهداری بر اساس قیمت روز محاسبه گردید.

ب) نسبت منفعت به هزینه: این نسبت نشان‌دهنده‌ی بهره‌وری هزینه‌های انجام‌شده طرح است. این معیار نسبت مجموع ارزش کنونی منفعت-ها را به مجموع ارزش حال هزینه‌ها در نرخ تنزیل معین محاسبه می‌کند.

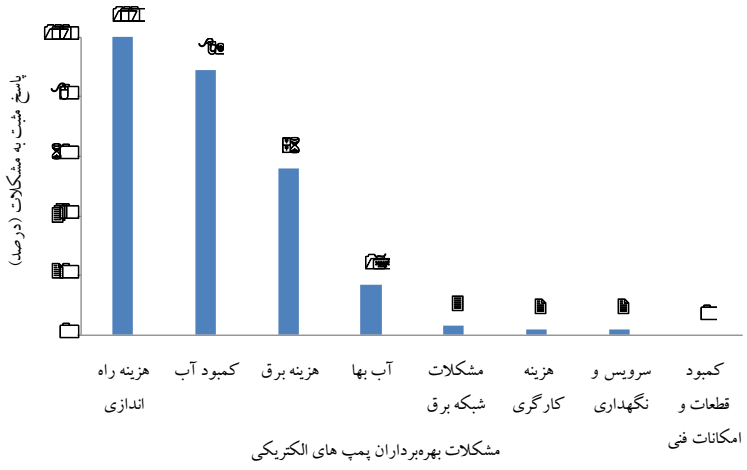
تحلیل نتایج

نتایج نظرسنجی از کشاورزان

در نظرسنجی‌های به‌عمل‌آمده از صاحبان پمپ‌های شخصی، سعی بر آن گردید که مشکلات عمده آن‌ها موردبررسی قرار گیرد. برای نشان دادن اهمیت این مشکلات، بر اساس پاسخ مثبت داده‌شده، نمره از 100 (یا همان درصد) به مشکلات داده‌شده و به‌صورت نمودار ارائه گردید. بر این اساس، نمودارهای شکل‌های 2 و 3 به ترتیب مشکلات بیان‌شده توسط بهره‌برداران پمپ‌های دیزلی و الکتریکی را بر اساس درصد نشان می‌دهند.



شکل 2- رتبه‌بندی مشکلات بهره‌برداران پمپ‌های دیزلی



شکل 3- رتبه‌بندی مشکلات بهره‌برداران پمپ‌های الکتریکی

در خصوص پمپ‌های دیزلی، عمده مشکلات بهره‌برداران مربوط به امکان دسترسی به سوخت (93 درصد)، سرویس و نگهداری پمپ‌ها (87 درصد) و هزینه سوخت (75 درصد) می‌باشد. مشکلات مربوط به دسترسی به سوخت به دلیل بعد مسافت از جایگاه‌های توزیع سوخت، مشکلات حمل‌ونقل و عدم امکان ذخیره سوخت در کنار پمپ (به دلیل مسائل امنیتی) می‌باشد. کشاورز مجبور به آن است که در

هر بار راه‌اندازی پمپ، سوخت موردنیاز را تأمین نماید. سرویس، نگهداری و تعمیرات در اولویت دوم چالش‌های پمپ‌های دیزلی قرار دارد. اغلب پمپ‌های موردبررسی، عمر بیش از 8 سال داشته و در شرایط مناسبی نگهداری نمی‌شوند. در اکثر این پمپ‌ها، رادیاتور استانداردی برای خنک کاری موتور محرک وجود ندارد. بلکه یک بشکه 220 لیتری آب‌خنک (از آب رودخانه) وجود دارد که مرتباً با یک لوله وارد موتور شده و از سمت دیگر آب گرم موتور خارج می‌شود. در این روش، به دلیل فقدان ترموستات، موتور در دمای پایین‌تر از دمای استاندارد کار می‌کند. درنتیجه راندمان موتور پایین رفته و مصرف سوخت بالا می‌رود. همچنین استفاده از آب رودخانه در سیستم خنک‌کننده موتور باعث ایجاد جرم و گرفتگی در برخی مسیرهای آب موتور می‌شود. این مسائل باعث می‌شود که موتور دیزل محرک مرتباً دچار مشکل شده و نیاز به تعمیر داشته باشد. از طرف دیگر موتورهای دیزلی باید مرتباً تعویض روغن و فیلتر شوند. بدیهی است که تعمیر و سرویس و نگهداری این موتورها به دلیل دور بودن از شهر یا روستا، زمان‌بر و هزینه‌بر می‌باشد.

در بررسی انجام‌شده، 75 درصد بهره‌برداران، هزینه سوخت را مشکل می‌دانستند. اگرچه سوخت دیزل با یارانه تحویل داده می‌شود، ولی مصرف بالای آن، هزینه‌ها را افزایش می‌دهد. اندازه‌گیری انجام‌شده نشان می‌دهد که مصرف سوخت دیزل برای آبیاری محصول گندم در طول دوره رشد و برای 6 بار آبیاری (با احتساب آبیاری قبل از تهیه زمین)، 260 تا 320 لیتر بر هکتار می‌باشد.

همان‌طوری که در شکل 2 نشان داده‌شده است، مشکلات بااهمیت متوسط و کم‌تر بهره‌برداران پمپ‌های دیزلی شامل هزینه تأسیس (43 درصد) کمبود آب (27 درصد) و آب‌بها (14 درصد) می‌باشند. در خصوص کمبود آب، لازم به توضیح است که این مشکل فقط در زمان پایین آمدن سطح رودخانه ایجاد می‌شود و درواقع ناشی از عدم طراحی صحیح بسیاری از پمپ‌های دیزلی است که در شرایط کاهش دبی رودخانه، لوله مکش در خارج از سطح رودخانه قرار می‌گیرد.

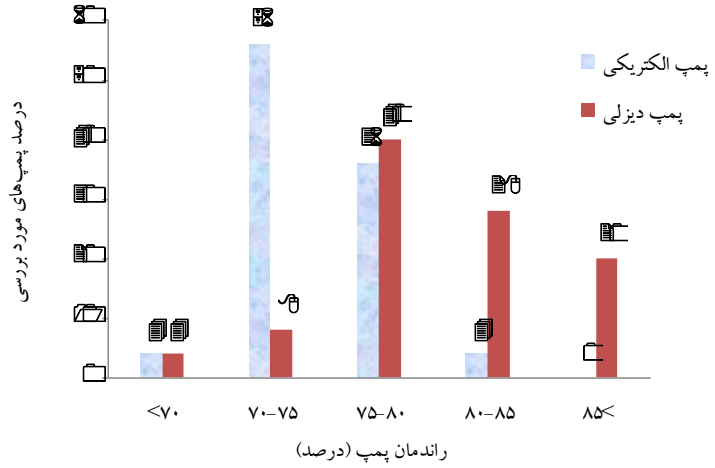
طبق بررسی انجام‌گرفته هزینه کارگری با 7 درصد و کمبود قطعات و امکانات فنی با صفر درصد کم‌اهمیت‌ترین مشکلات پمپ‌های دیزلی بود.

در خصوص پمپ‌های الکتریکی، بررسی‌ها نشان داد که تقریباً 100 درصد بهره‌برداران هزینه راه‌اندازی اولیه و دریافت پروانه بهره‌برداری را جزء مهم‌ترین چالش‌های خود می‌دانستند (شکل 3). هزینه راه‌اندازی یک پمپ الکتریکی با توان موتور 90 کیلووات و دبی 13 لیتر بر ثانیه 120 میلیون تومان در سال 1396 برآورد شده بود. این در حالی است که هزینه راه‌اندازی یک پمپ دیزلی با دبی 75 لیتر بر ثانیه، کمتر از نصف این مقدار بود. چالش دوم بهره‌برداران پمپ‌های الکتریکی، کمبود تخصیص آب می‌باشد. دبی اختصاص‌یافته برای این پمپ‌ها از طرف سازمان آب و بر اساس سیستم‌های آبیاری نوین با بهره‌وری بالا تعیین می‌شود. درحالی‌که در پمپ‌های دیزلی چنین نظارتی وجود ندارد. لذا کشاورزان استفاده‌کننده از پمپ‌های الکتریکی لازم است که مسائلی چون تسطیح و شیب‌بندی مناسب زمین، استفاده از کانال‌های بتنی برای انتقال آب از محل پمپ تا سر مزرعه، الگوی مناسب کاشت و آبیاری در زمان مناسب را رعایت نمایند، تا دچار کمبود آب نشوند. هزینه برق و آب‌بها دیگر مشکلات صاحبان پمپ‌های الکتریکی بود که به ترتیب 56 و 17 درصد آن‌ها چالش اصلی می‌دانستند. نتایج همچنین نشان داد که سرویس و نگهداری، هزینه کارگری و کمبود قطعات و امکانات فنی، مشکل چندانی برای پمپ‌های الکتریکی به‌حساب نمی‌آمد (شکل 3).

راندمان پمپ‌ها

نتایج نشان داد که متوسط راندمان پمپ‌های دیزلی و الکتریکی به ترتیب 80/2 درصد و 74/5 درصد می‌باشد. همچنین محدوده تغییرات راندمان پمپ‌های دیزلی بین 65 تا 89 درصد و برای پمپ‌های الکتریکی بین 68 تا 85 درصد می‌باشد. کم‌تر بودن راندمان پمپ‌های الکتریکی نسبت به پمپ‌های دیزلی، علیرغم سرعت دورانی بالاتر، مربوط به کم‌تر بودن دبی اختصاص‌یافته برای این پمپ‌ها می‌باشد. نمودار شکل 4، پراکندگی راندمان پمپ‌های دیزلی و الکتریکی را نشان می‌دهد. همان‌طوری که مشاهده می‌شود، اغلب پمپ‌های

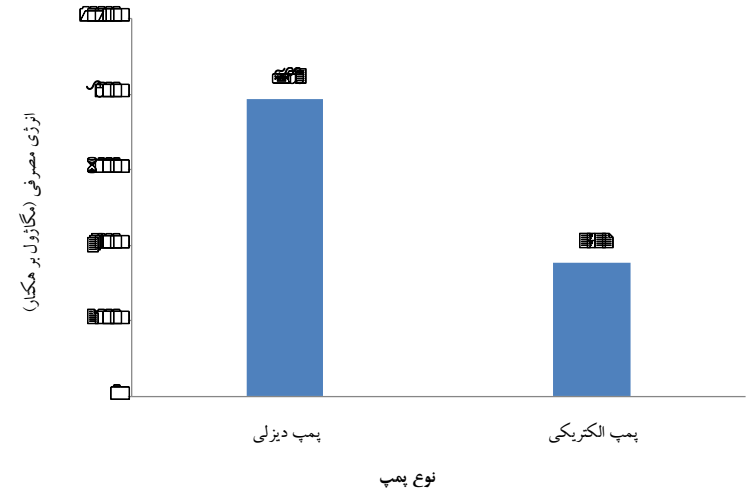
الکتریکی دارای راندمان نزدیک به میانگین (75 درصد) می‌باشند، درحالی‌که در پمپ‌های دیزلی پراکندگی بیش‌تر می‌باشد. این نتیجه نشان می‌دهد که موتورهای دیزلی در راندمان‌های متفاوتی کار می‌کنند، که احتمالاً به دلیل داشتن مشکلات فنی ناشی از عدم سرویس و نگهداری مناسب، کار در شرایط غیراستاندارد، پایین بودن دمای کاری موتور و فرسوده بودن قطعات داخلی بعضی از آن‌ها می‌باشد.



شکل 4- مقایسه پراکنش راندمان پمپ‌های دیزلی و الکتریکی نسبت به میانگین

انرژی مصرفی

نتایج این پژوهش نشان داد که انرژی مصرفی پمپ‌های دیزلی و الکتریکی به ترتیب 0/525 و 0/735 مگاژول به ازای پمپاژ یک مترمکعب آب (MJ/m3) می‌باشد. که علت آن بالاتر بودن دبی و راندمان پمپ‌های دیزلی نسبت به پمپ‌های الکتریکی در شرایط یکسان بود. ولی با توجه به اینکه تحقیق حاضر در شرایط واقعی زارعین گندم‌کار صورت پذیرفت، لازم بود که انرژی مصرفی پمپاژ آب برای آبیاری یک هکتار گندم آبی در طول فصل رشد، نیز اندازه‌گیری شود. که نتایج معکوسی از این اندازه‌گیری مشاهده گردید. یعنی، متوسط انرژی مصرفی پمپ‌های دیزلی و الکتریکی به ترتیب 7883 و 3532 مگاژول بر هکتار به دست آمد (شکل 5).



شکل 5- مقایسه میانگین انرژی مصرفی پمپ‌های دیزلی و الکتریکی

همان‌طوری که مشاهده می‌شود انرژی مصرفی پمپ‌های دیزلی برحسب مگاژول بر هکتار، بیش از دو برابر انرژی مصرفی پمپ‌های الکتریکی است. عمده دلایل این امر به شرح زیر می‌باشد:

1- دبی خروجی پمپ‌های دیزلی نسبت به الکتریکی بالاتر بوده و نظارتی بر عملکرد آن‌ها وجود ندارد.

2- در اغلب مزارعی که با پمپ دیزلی شخصی آبیاری می‌شوند، کانال انتقال آب بین پمپ تا مزرعه، خاکی بوده و تلفات آب بسیار بالا می‌باشد. البته چون خاک حاشیه رودخانه‌ها دارای بافت نسبتاً سبک‌تری می‌باشد، باعث افزایش تلفات آب در کانال‌های خاکی می‌گردد. اندازه‌گیری‌ها نشان داد که آب پمپاژ شده از پمپ‌های دیزلی برای آبیاری یک هکتار گندم در طول دوره فصل رشد، بین 7/6 تا 11/2 هزار مترمکعب می‌باشد، درحالی‌که آب ورودی به مزرعه بین 4/2 تا 6/5 هزار مترمکعب است. یعنی تقریباً 41 تا 44 درصد آب خروجی پمپ‌های دیزلی در مسیر کانال‌های خاکی هدر می‌رود و این باعث افزایش مصرف انرژی در این پمپ‌ها می‌گردد.

بررسی‌ها و مطالعات انجام‌شده در سطح استان بیانگر حد بسیار پایین راندمان مصرف آب در بخش کشاورزی می‌باشد. زیرا انهار سنتی استان غالباً بدون رعایت نکات و اصول فنی احداث‌شده و درنتیجه تلفات انتقال آب در آن‌ها بسیار بالاست. این تلفات می‌تواند بیش از 50 درصد در هر کیلومتر تخمین زده شود. به‌طوری‌که 30 یا 40 لیتر آب وقتی از ابتدای یک نهر و یا کانال بدون پوشش وارد می‌شود، نیمی از آن در یک کیلومتر اول تلف می‌شود [7]. غالب این تلفات ناشی از وجود مسیر نادرست، پیچ‌وخم‌های زیاد، شیب نامناسب و بخصوص عدم وجود پوشش غیرقابل نفوذ در سطح انهار می‌باشد. مشکل دیگری که باعث افزایش تلفات می‌شود وجود مسائل اجتماعی و فرهنگی خاص منطقه است. در سطح استان خوزستان و بخصوص در نواحی جنوبی تعدادی از زارعین تمایل به داشتن نهر مستقل دارند که این مسئله تلفات آب و زمین را زیاد می‌کند [3]. به‌طور مثال، آبدهی اندازه‌گیری شده انهار سنتی دشت رامهرمز نشان می‌دهد که تلفات آب در این انهار بین 0/02 تا 0/17 لیتر در ثانیه در هر متر طول نهر است [4].

3- پایین بودن راندمان موتورهای محرک دیزلی نسبت به موتورهای محرک الکتریکی، مصرف سوخت بالا در موتورهای دیزلی به دلیل فرسوده بودن اغلب آن‌ها، نیاز به سرویس و نگهداری مرتب و تعویض روغن و فیلترهای مربوطه و همچنین نیاز به یک کارگر ناظر در هنگام کار پمپ، دلایل دیگر افزایش انرژی مصرفی پمپ‌های دیزلی می‌باشند.

ارزیابی اقتصادی

علیرغم بالاتر بودن هزینه احداث پمپ‌های الکتریکی نسبت به دیزلی در سال اول، ولی ارزیابی اقتصادی نشان داد که هزینه آبیاری پمپ‌های دیزلی از پمپ‌های الکتریکی بیشتر است. همچنین هزینه آبیاری در زمین‌های بزرگ‌تر کاهش می‌یابد. روش آبیاری و تسطیح زمین، به دلیل تأثیر بر میزان مصرف آب نیز بر هزینه آبیاری تأثیرگذار بود. به‌طوری‌که کمترین هزینه‌ها مربوط به روش آبیاری شیاری و بیشترین آن مربوط به روش کرتی بود. هزینه روش آبیاری نواری بیش از روش شیاری و کمتر از روش کرتی بود. نسبت منفعت به هزینه در پمپ‌های دیزلی و الکتریکی به ترتیب 2/75 و 3/64 به دست آمد. بنابراین با توجه به تحلیل اقتصادی و نظرسنجی صورت گرفته، پیشنهاد می‌شود که در مناطقی که امکان استفاده از انرژی الکتریکی برای کشاورزان وجود دارد، اقداماتی برای تبدیل پمپ‌های دیزلی به پمپ‌های الکتریکی صورت پذیرد. همچنین افزایش سطح مزارع تحت پوشش هر پمپ باعث کاهش و سرشکن شدن هزینه آبیاری می‌گردد.

نتیجه‌گیری

با توجه مطالعات انجام‌شده و ارزیابی‌های فنی و اقتصادی پمپ‌های آبیاری در مطالعه حاضر، توصیه می‌شود که پمپ‌های الکتریکی جایگزین پمپ‌های دیزلی گردد. در چنین شرایطی تسهیلات لازم برای این امر اختصاص یابد. زیرا اغلب کشاورزان راغب به این کار

بودند، ولی مشکل اصلی آن‌ها هزینه احداث اولیه و اخذ مجوز پروانه بهره‌برداری بود. برای بهینه‌سازی مصرف انرژی در پمپ‌های آبیاری، لازم است کارایی مصرف آب در مزارع کشاورزی افزایش یابد. بنابراین توصیه می‌شود که الگوی کاشت و روش‌های آبیاری از سنتی به روش‌های توصیه‌شده تغییر یابد. تسطیح لیزری زمین‌های کشاورزی تأثیر بسزایی در کاهش مصرف آب و به‌تبع آن باعث کاهش هزینه‌های آبیاری و انرژی مصرفی می‌گردد. همچنین، جهت افزایش کارایی پمپ‌های آبیاری (به‌ویژه پمپ‌های الکتریکی که نظارت بیشتری بر آن‌ها حاکم است)، از حداکثر ظرفیت پمپ به‌منظور پوشش سطح اراضی بیشتر برای آبیاری استفاده گردد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مدیریت‌ها، کارشناسان و بهره‌برداران محترم شهرستان‌های حوزه کرخه و کارون در استان خوزستان که در فراهم نمودن امکانات برای داده برداری و اجرای این پروژه همکاری صمیمانه داشتند، تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

1. الماسی، م.، ش. کیانی و ن. لویمی. 1387. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. چاپ چهارم. انتشارات جنگل. تهران. 293 ص.
2. امین، س. و ع. ر. سپاسخواه. 1372. ارزیابی اتلاف انرژی در پمپاژ آب مزارع کشاورزی اطراف شیراز. مجله تحقیقات کشاورزی ایران. شماره 12: 115-128
3. بهنیا، ع. 1367. آشنایی با تلفات آبیاری و روش‌های بهبود بخشی از راندمان آبیاری. دانشگاه شهید چمران اهواز.
4. بی‌نام. 1370. گزارش وضع موجود آبیاری دشت رامهرمز. شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس. سازمان آب و برق خوزستان.
5. حبیبی اصل، ج. 1393. بررسی روند مصرف انرژی در تولید نیشکر و ارائه‌ی راهکارهای بهینه‌سازی مصرف آن (مطالعه موردی کشت و صنعت نیشکر میرزا کوچک خان). مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. شماره ثبت: 45943.
6. سلطانی، ع.، 1387. اقتصاد مهندسی ، انتشارات دانشگاه شیراز . چاپ دهم 286.
7. کشکولی، ح. ع. 1366. یک بررسی مختصر از میزان و علل تلفات آب در تعدادی از کانال‌های خاکی در خوزستان. گروه آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز.
8. نیکویی، ع. و ج. ترکمانی. 1379. ارزیابی اقتصادی تبدیل موتور پمپ‌های دیزلی به الکتریکی (مطالعه موردی: استان فارس). مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هشتم، شماره 32 : 135-156.
9. Farmani Marzankalateh A., and Ourei H. 2003. Energy consuming management in electropumps. Fourth Energy National Conference. National Energy Committee of the Islamic Republic of Iran. Deputy Power and Energy Ministry of Energy. Tehran.
10. FAO. 1992. Small-scale pumped irrigation - energy and cost. Water Resources. Development and Management Service.
11. Grant,E.L.W.G. Lreson and, R.S. Leaven Worth. 1982. Principles of engineering economy, John.wiley &sons.New York.
12. Kangau, S. N., P. G. Home and, and J. M. Gathenya. 2009. Performance and economic evaluation of pumped irrigation system: a case of smallholder horticultural farmers. Paper presented at Green Water Credits Workshop, 11-12 October 2009, KARI, Nairobi, Kenya.
13. Loghmanpour zarini R., A. Akram, and R. Tabatabaee kolour. 2013. A comparative study on energy and water use indicators for soybean production under different irrigation systems in Iran (a case study: Mazandaran province). Intl J Agri Crop Sci. Vol., 5 (17), 1847-1853.

14. Mokari Ghahroodi E., H. Noory, and A.M. Liaghat. 2015. Performance evaluation study and hydrologic and productive analysis of irrigation systems at the Qazvin irrigation network (Iran). Agricultural Water Management, 148 (2015) 189–195.
15. Reinders, F. B., Stoep, I., andBackeberg, G. R. 2013. Improved efficiency of irrigation water use: A South African framework. Irrigation and Drainage.
16. Scott, C. A., and Shah, T. 2004. Groundwater overdraft reduction through agricultural energy policy: insights from India and Mexico. International Journal of Water Resources Development, 20(2): 149-164.
17. Singh G, Singh S, Singh J. 2004. Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab. Energy Conversion and Management 45(3):453-465.
18. Smerdon T., and A. Hiler. 1985. Energy in irrigation in developing countries. In Proceeding of the International Conference on Water and Water Policy in World Food Supplies, Texas A & M University, USA, 26-30 May 1985.

Technical and economical evaluation of irrigation pumps used by farmers in Khuzestan

Jafar Habibi Asl[1*], Azarakhsh Azizi[2], Naeem Loveimi[3]

1. Assistant Professor, Agriculture Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahwaz, Iran
2.Research Instructor, Agriculture Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahwaz, Iran
3. Research Instructor, Agriculture Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahwaz, Iran

Abstract

This study was conducted in Khuzestan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center on 50 pcs of irrigation pumps owned by the farmers for wheat cultivation. The target farmers were in Karoon and Karkheh rivers basin in the cities of Ahwaz, Karoon, Bavi, Shooshtar, Hamidiyeh, Dasht-e-Azadegan and Hoveyzeh. Half of the evaluated pumps were running by diesel motor and the others were running by electrical motor. Some information included cultivated area, planting pattern, irrigation method, landing level, transfer water system, irrigation cost, pump type, pump lifetime, were collected by interview with the pump owners. Other parameters, such as pump effeciency, energy consumption, and economic evaluation were measured and calculated. The interview results showed that the most problems of diesel pumps were access to fuel (93%), service and maintenance (87%), and fuel cost (75%) respectively. In case of electrical pumps, 100% of the owners complainant from setup cost and getting operating license, while the other challenges were shortage of water allocation (56%), electricity cost (56%), and water cost (17%) respectively. The results showed the mean efficiency of diesel and electrical pumps were 80.2% and 74.5% respectively. Also, the energy used by diesel and electrical pumps for irrigating one hectare of wheat were calculated 7883 MJ/ha and 3532 MJ/ha respectively. Economic evaluation showed that irrigation cost of diesel pumps were more than that of electric pumps. Finally, according to the obtained results, recommended to replace the diesel pumps by electrical pumps as much as possible. Also, increasing the covered area for each pump leads to chopping irrigation costs.

Key words: Economic evaluation, Efficiency, Energy consumption, Irrigation pump, Technical evaluation

*Corresponding author
E-mail: jhabibi139@yahoo.com