مقایسه میزان مصرف انرژی در موتور پمپ دیزلی با الکتروپمپ در چاه های کشاورزی ایران

محمد شریفی[1]، علی هاشم زاده[1]، مهدی خانی[1]، علیرضا کیهانی[2]

چکیده

در کشور ما حدود ۳۰۷۹۳۱ حلقه چاه کشاورزی ثبت شده وجود دارد که از میان آنها ۱۹۱۰۳۹ حلقه چاه دارای موتور دیزل و تعداد ۱۱۶۸۹۲ حلقه با موتور برقی کار می کنند. هزینه کل سالیانه ناشی از مصرف سوخت و روغن در چاه های کشاورزی با موتور دیزلی ۱۵۳۱۸/۶۹ میلیارد ریال محاسبه شد. با برقی کردن این چاه ها سالانه ۲۹/۸۰۲ میلیارد کیلووات ساعت انرژی الکتریکی مصرف می‌شود که هزینه ای برابر ۵۹۶۰/۴۲ میلیارد ریال در سال خواهد داشت. بنابراین صرفه جویی در هزینه های سالیانه مصرف انرژی ناشی از برقی کردن چاه های کشاورزی دیزلی برابر ۹۳۵۸/۲۷ میلیارد ریال خواهد شد. هزینه سرمایه گذاری برای احداث شبکه های توزیع و فوق توزیع و پست های برق ۲۷۹۲/۰۳ میلیارد ریال محاسبه شد. نتایج نشان می دهد که دولت باید طی برنامه هایی کشاورزان را به شرکت در طرح برقی کردن چاه های کشاورزی ترغیب نماید.

واژه های کلیدی : چاه ها ی کشاورزی دیزلی، چاه های کشاورزی برقی، برقی کردن، انرژی مصرفی.

مقدمه

با توجه به افزایش روز افزون جمعیت، رشد تولیدات کشاورزی، توسعه شهرنشینی و گسترش صنعت هر روز نیاز بشر به آب و انرژی بیشتر می شود. بنابراین نظر به محدودیت منابع آب و انرژی، استفاده بهینه از این منابع ارزشمند و استراتژیک امری مهم و ضروری خواهد بود. در کشور عزیزمان ایران اغلب مناطق از اقلیمی خشک و نیمه خشک برخوردار بوده و در نتیجه به دلیل محدودیت منابع آب سطحی، قسمت عمده ای از مصارف آب از طریق منابع آب زیرزمینی تأمین می گردد. برداشت بی رویه از این منابع سبب افت سطح آب و کسری مخازن بیشتر دشت های کشور شده است. افت سطح آب زیرزمینی اثرات منفی شامل کاهش آبدهی چاه ها، چشمه ها و قنوات، افزایش مصرف انرژی و استهلاک بیشتر موتور پمپ ها، افت کیفی منابع آب و شور شدن تدریجی آنها، تغییر محل و کف شکنی مکرر چاه ها و افزایش هزینه ها، نشست زمین و کاهش ذخیره سازی مجدد آبخوان ها و ایجاد محدودیت در مصارف شرب و صنعت را به دنبال دارد. عوامل متعددی در افت سطح آب و تشدید بحران آب موثر است که می توان این موارد را نام برد، حفر وبهره برداری از چاه های

۱- دانشجویان کارشناسی ارشد مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی

۲- دانشیار گروه مهندسی‌مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشکده مهندسی بیوسیستم دانشگاه تهران

غیر مجاز، اضافه برداشت از چاه های مجاز، افزایش جمعیت و توسعه مراکز صنعتی، شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک، تداوم دوره خشکسالی و استفاده بهینه و موثر از منابع آب.

همان طور که گفته شد یکی از عوامل مهم در تشدید بحران آب اضافه برداشت از چاه های مجاز است. در این جهت برقدار نمودن چاه ها می تواند در کنترل حجم برداشت آب از سفره های آب زیرزمینی و کاهش بحران آب موثر باشد. ضمن این که کاهش مصرف انرژی و قیمت تمام شده آب در چاه های برقی را نباید از نظر دور داشت.

در ابتدای پیروزی انقلاب اسلامی فقط ۲۰۰۰ حلقه چاه کشاورزی برقدار بوده و در سال های پس از پیروزی انقلاب اسلامی و شناخت بیشتر کشاورزان از مزیت های استفاده از انرژی برق به جای سوخت های فسیلی (گازوییل) در چاه های دیزلی، تقاضا برای برقی کردن چاه های کشاورزی افزایش یافت. در حال حاضر نیز کشاورزان تمایل بسیار بیشتری به استفاده از پمپ های برقی از خود نشان می دهند. با توجه به اینکه مصرف انرژی پمپ چاه های کشاورزی نسبتاً زیاد است و هر چه عمق چاه زیادتر باشد انرژی بیشتری برای استحصال آب نیاز دارد، تأمین این انرژی نیاز به سرمایه گذاری های کلان در صنعت برق دارد. علاوه بر صرفه جویی هایی که کشاورزان در برقی کردن چاه های خود دارند، برقی کردن چاه های کشاورزی صرفه جویی بیشتری در اقتصاد ملی داشته و دولت نیز سیاست برقی کردن چاه های کشاورزی را در دستور کار خود قرار داده است(۲). با تصویب قوانین "تسریع در برقی کردن چاه های کشاورزی" و "تسهیل در برقی کردن چاه های کشاورزی" دولت موظف گردید که این مهم را به انجام برساند. در سال های پس از پیروزی انقلاب اسلامی وزارت نیرو به طور متوسط سالانه حدود ۳۸۰۰ حلقه چاه کشاورزی را برقدار نموده است که در پایان سال ۸۴ تعداد چاه های کشاورزی برقدار به بیش از ۱۱۶۸۹۲ حلقه رسید(۲). عمده ترین صرفه جویی برقدار کردن چاه های کشاورزی، کاهش قابل ملاحظه مصرف گازوییل در کشوراست به طوری که با برق‌رسانی به یک چاه کشاورزی ۱۰۰ کیلو وات، سالانه بیش از ۲۰ هزار دلار صرفه جویی ارزی حاصل می گردد(۳).

اکنون کشاورزان از یکی از دو روش الکتروموتور افقی و الکترو پمپ شناور به جای دیزل برای پمپاژ آب استفاده می کنند(۶). الکتروپمپ های شناور از بازده بالاتری برخوردار بوده و در نتیجه مصرف انرژی کمتری دارند. ولی با توجه به این که کشاورز در روش الکتروموتور افقی از تمامی تجهیزات قبلی خود به جز موتور دیزل مجدداً استفاده می کند به همین دلیل با وجود مصرف انرژی و هزینه های برق مصرفی کمتر در الکتروپمپ شناور تمایل چندانی به استفاده از آن نشان نمی دهد(۱۰). در این روش، تمام مجموعه پمپ، شافت و غلاف در چاه برداشته و به جای آن یک دستگاه الکتروپمپ شناور نصب می گردد (۸). بنابراین ضروری است که در این رابطه ضمن اطلاع رسانی به کشاورزان محترم تسهیلات لازم در اختیار آن ها قرار گیرد(۸). به عنوان مثال در یک چاه با عمق ۱۰۰ متر، دبی ۳۰ لیتر در ثانیه و با موتوری با توان ۱۰۵ اسب بخار و ۴۰۰۰ ساعت کارکرد سالانه کل انرژی مصرفی در یک سال برای چاه مورد بحث

با موتور دیزل، الکتروموتور افقی و الکترو پمپ شناور به ترتیب ۳۶۴۰۶۹ و ۳۰۸۶۰۰ و ۱۸۹۶۸۴ کیلووات در چاه های برقی و دیزل را نشان می دهد.

طبق توافق اخیر وزارت نیرو و وزارت نفت مبنی بر برق رسانی به ۲۵۰۰۰ حلقه چاه کشاورزی، لازم است که در بخش احداث و تقویت خطوط و پست های توزیع و در برخی موارد برای انتقال برای برق رسانی به چاه های کشاورزی سرمایه گذاری های لازم انجام گیرد چرا که در غیر این صورت شبکه توزیع موجود جوابگوی تأمین قدرت چاه های کشاورزی نمی باشد. بر اساس عملکرد سال های گذشته و پراکندگی چاه های کشاورزی در کشور برای برقی کردن هر حلقه چاه کشاورزی علاوه بر شبکه دسترسی کشاورز به طور متوسط ۵۰۰ متر شبکه اصلی ۲۰ کیلو ولت باید احداث گردد. بر اساس آخرین آمار و اطلاعات موجود برای احداث و تقویت شبکه توزیع و پست های انتقال و شبکه فوق توزیع در برنامه فیزیکی طرح احداث و تقویت شبکه های برق چاه های کشاورزی، نیاز به ۱۱۱۶۸/۱۱۶ کیلومتر خط انتقال می باشد و از طرف دیگر برای تأمین میزان انرژی برق شبکه برای احداث نیروگاه های حرارتی به ازای هر کیلووات ۷/۳۰۴ میلیون ریال از طرف بخش دولتی یا خصوصی باید سرمایه گذاری شود که در مجموع میزان سرمایه گذاری ۲۷۹۲/۰۲۹ میلیارد ریال می گردد(۴).

در این مقاله سعی می شود تا موتورهای دیزلی و برقی از جهات مختلف از قبیل مصرف انرژی و هزینه های تولید مورد مقایسه قرار گرفته و محاسن و راهکارهای استفاده از سیستم های پمپاژ مناسب ارائه گردد.

مواد و روش ها

در این بخش با استناد به آمار و ارقام ارائه شده توسط وزارتخانه های نیرو، نفت و جهاد کشاورزی (که به دشواری تهیه گردید) و روابط استاندارد بین فاکتورهای مختلف به محاسبه انرژی مصرفی، هزینه های مربوطه و هزینه های احداث و تقویت خطوط شبکه های برق رسانی برای چاه های کشاورزی پرداخته شد.

جهت محاسبه توان مصرفی موتورهای دیزل از رابطه زیر استفاده شد (۹):

$$P = \gamma * H * Q / e_t \qquad (۱)$$

P : توان موتور بر حسب وات

γ : وزن مخصوص آب بر حسب نیوتن بر مترمکعب

H : عمق چاه بر حسب متر

Q : دبی پمپ بر حسب مترمکعب بر ثانیه

e_t : راندمان پمپ به اعشار(برای موتور دیزل ۴۰٪-۳۰٪، برای الکتروموتور افقی ۶۰٪-۵۰٪ و برای الکتروپمپ شناور ۹۰٪-۸۰٪ در نظر گرفته می شود(۱۰).)

روابط محاسبه سوخت، روغن و هزینه آنها در موتور چاه های دیزلی به شرح ذیل می باشد(۵):

$$C_f=C_{sf}*P*T \qquad (۲)$$

C_f : سوخت مصرفی بر حسب لیتر بر ساعت

P : توان موتور بر حسب وات

T : زمان کارکرد در سال بر حسب ساعت

C_{sf} : مصرف ویژه سوخت دیزل بر حسب لیتر بر وات

هزینه سوخت مصرفی موتور چاه در سال (بر اساس قیمت تمام شده برای دولت) از حاصل ضرب قیمت تمام شده هر لیتر گازوییل در C_f به دست می آید.

مقدار روغن مصرفی برابر خواهد بود با (۵):

$$C_o = t(26c/T+0.4) \qquad (۳)$$

C_o : مقدار روغن مصرفی در سال بر حسب لیتر

t : متوسط کارکرد سالانه موتور دستگاه بر حسب ساعت

c : ظرفیت کارتر روغن بر حسب لیتر

T : زمان تعویض روغن طبق کاتالوگ بر حسب ساعت

هزینه روغن مصرفی موتور چاه در سال (بر اساس قیمت تمام شده برای دولت) از حاصل ضرب قیمت تمام شده هر لیتر روغن در C_o به دست می آید.

رابطه محاسبه برق مصرفی و هزینه آن در موتور چاه های برقی برابر است با (۵):

$$C_e = P*T \qquad (۴)$$

C_e : مصرف انرژی الکتریکی بر حسب کیلووات ساعت

P : توان مصرفی موتور الکتریکی بر حسب کیلووات

T : متوسط کارکرد سالانه موتور بر حسب ساعت

هزینه برق مصرفی موتور چاه در سال (بر اساس قیمت تمام شده) از حاصل ضرب قیمت تمام شده هرکیلووات برق در C_e به دست می آید.

بحث و نتیجه گیری

جداول ۱ و۲ هزینه های جاری یک چاه دیزلی و برقی با دبی ۳۰ لیتر در ثانیه، عمق ۱۱۰ متر و قدرت ۷۸ اسب بخار را نشان می دهند. عمر مفید موتورهای دیزلی و برقی به ترتیب ۷ و ۲۵ سال با نرخ بهره ۱۰٪ در نظر گرفته شده (۱) و بر آن اساس هزینه های ثابت به صورت یک هزینه سالانه یکنواخت به هزینه های جاری اضافه شده است. با تقسیم هزینه سالانه هر حالت به میزان آب استحصالی سالانه، قیمت تمام شده هر متر مکعب آب به دست می آید. در مجموع هزینه های ثابت حفر چاه برقی خیلی بیشتر از چاه های دیزلی می شود. هزینه های جاری سالانه در این گونه موتورها به مراتب کمتر از چاه های دیزلی می باشد (گازوییل، روغن، گریس، فیلتر، تانکر، تعمیرات مداوم و سرویس و نگهداری در چاه های برقی هزینه ای را به همراه ندارد). با توجه به عمر مفید موتورهای برقی که ۲۵ سال است (در مقایسه با عمر مفید موتورهای دیزلی که ۷ سال)، در نهایت، مجموع هزینه یکنواخت سالانه و هزینه جاری چاه های برقی کمتر خواهد بود. جدول ۳ قیمت تمام شده استحصال هر متر مکعب آب و نیز نمودارهای ۲ ، ۳ و ۴ مقایسه عمر مفید، هزینه ها و قیمت تمام شده استحصال هر متر مکعب در چاه های دیزلی و برقی را نشان می دهند.

جدول ۱ : برآورد هزینه های جاری حفر و تجهیز یک چاه دیزل کشاورزی (هزار ریال)(۱)

ردیف	واحد	هزینه به هزار ریال	30L 110m 78 HP
سوخت	لیتر	۰،۱۵	۱۲۱۵۰
روغن	لیتر	۱،۲۵	۱۱۲۵
فیلتر روغن	هر ۲ بار سرویس	۱۳۶،۵	۱۲۶
فیلتر گازوییل	هر ۲ بار سرویس	۱۷۱	۲۷۰
روغن ۱۰(قطره)	لیتر	۵۷	۳۲۴۰
گریس	کیلوگرم	۵۰	۹۱
گریس نسوز	کیلوگرم	۲۴	۴۱
تعمیرات	سالانه	۳۴۰۰۰	۷۰۰۰
حقوق موتوربان	ماهانه نفر	۳۵۰۰	۹۶۰۰
حق النظاره سازمان آب			۹۰۰
هزینه استهلاک	سالانه	۸۰۰۰۰	۱۵۰۰۰
پیش بینی نشده			۲۰۰
جمع			۴۹۸۳۳

جدول ۲ : برآورد هزینه های جاری حفر و تجهیز یک چاه برقی کشاورزی (هزار ریال)(۱)

ردیف	واحد	30L 110m 78 HP
هزینه مصرف برق	سالانه	۱۳۶۲
هزینه تعمیر ونگهداری	سالانه	۴۸۰۰
حق النظاره سازمان آب		۹۰۰
هزینه استهلاک		۶۵۰۰
پیش بینی نشده	سالانه	۶۷۸،۱
کل هزینه های جاری سالانه		۱۴۲۴۰،۱

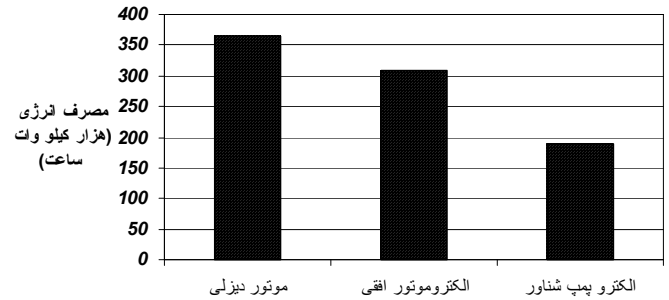
جدول ۳ : محاسبه قیمت تمام شده هر مترمکعب آب استحصالی به وسیله هر چاه دیزلی و برقی (با نرخ بهره۱۰٪)(۴)

	30L 110m 78 HP	
	دیزلی	**برقی**
هزینه های سالانه یکنواخت	۳۳۵۰۲۳۷۱	۲۳۴۷۷۲۲۷
هزینه های جاری سالانه	۴۹۸۳۳۰۰۰	۱۴۲۴۰۱۰۰
جمع هزینه های سالانه	۸۳۳۳۵۳۷۱	۳۷۷۱۷۳۲۷
میزان آب استحصالی، m^3	۶۴۸۰۰۰	۶۴۸۰۰۰
قیمت m^3/ریال	۱۲۸،۶	۵۸،۲

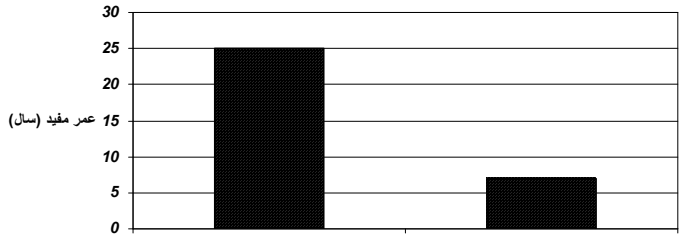
با توجه به مصرف بالای چاه های کشاورزی و مشکلات شرکت های برق منطقه ای در تأمین انرژی مورد نیاز و همچنین نیرو رسانی به چاه های کشاورزی و با عنایت به اجرای طرح ۲۰ ساعته در سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ اکثر شبکه های توزیع و در برخی شرکت ها فوق توزیع تمام (فول) بار شده و شرکت ها را با مشکلات عدیده ای روبه رو نموده است(۴).

در ایران حدود ۱۹۱۰۳۹ حلقه چاه کشاورزی دیزلی وجود دارد (۲) که با برقی کردن این چاه ها ۲۹/۸۰۲ میلیارد کیلووات ساعت انرژی برق مصرف می گردد. با احتساب قیمت متوسط ۲۰۰ ریال برای هر کیلووات ساعت برق، هزینه آن بالغ بر ۵۹۶۰/۴۲ میلیارد ریال خواهد شد. این در حالی است که مصرف کل گازوییل چاه های کشاورزی دیزلی کشور حدود ۳۳۷۱/۱۴ میلیون لیتر و مصرف کل روغن ۴۹/۵۲ میلیون لیتر می باشد(۳). با احتساب متوسط ۴۵۰۰ ریال برای هر لیتر گازوییل و ۳۰۰۰ ریال برای هر لیتر روغن دیزل، هزینه کل گازوییل در کشور برابر ۱۵۱۷۰/۱۳ میلیارد ریال و هزینه کل روغن برابر ۱۴۸/۵۶ میلیارد ریال خواهد شد. بنابراین هزینه کل سوخت و روغن، بالغ بر ۱۵۳۱۸/۶۹ میلیارد ریال می گردد.

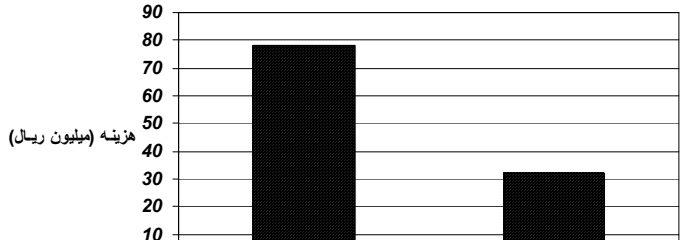
نمودار شماره 1- مقایسه مصرف انرژی در چاه های برقی و دیزلی



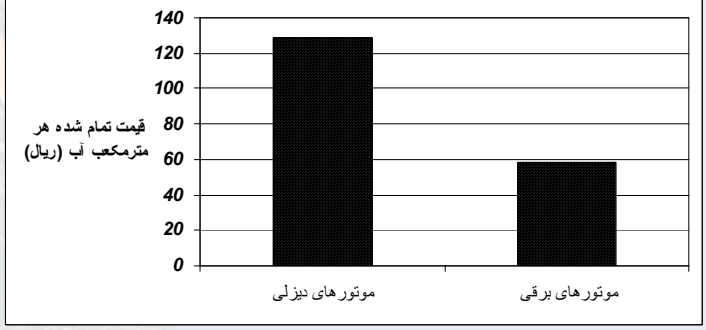
نمودار شماره 2- مقایسه عمرمفید موتورهای دیزلی و برقی



نمودار شماره 3- مقایسه هزینه های حفر و تجهیز چاه های برقی و دیزلی



نمودار شماره 4- مقایسه قیمت تمام شده هر مترمکعب آب در چاه های برقی و دیزلی



با توجه به محاسبات انجام شده در بالا، اختلاف هزینه های مصرف انرژی چاه های دیزلی با چاه های برقی ۹۳۵۸/۲۷ میلیارد ریال می باشد که با احتساب میزان سرمایه گذاری انجام شده برای تأمین و توزیع برق مورد نیاز (۲۷۹۲/۰۲۹میلیارد ریال) در یک برنامه ۵ ساله می توان انتظار داشت که سرمایه گذاری انجام شده عودت گردد.

موتورهای دیزلی در چاه ها به علت بازده پایین، مصرف انرژی بالایی دارند. بنابراین هزینه های زیادی جهت تأمین سوخت و تعمیر و نگهداری سالانه آن ها به کشاورزان تحمیل می گردد. ولی الکتروموتورهای برقی با توجه به بالا بودن بازده آنها، مصرف انرژی کمتر بوده و در نتیجه هزینه جاری آنها بسیار کمتر است. در مقابل برقی نمودن چاه ها به دلیل دوری چاه ها از مسیرهای انتقال برق اصلی، به سرمایه گذاری اولیه بالایی نیاز دارند که کشاورزان بدون دریافت تسهیلات بانکی نمی توانند این مقدار سرمایه گذاری اولیه را انجام دهند. در سال های اخیر فشار هزینه ها و گرانی لوازم یدکی، تعمیر و نگهداری و سوخت مشکلات زیادی را برای کشاورزان به همراه داشته است، به طوری که فقط هزینه گازوییل در حدود ۳۰-۴۰ درصد از کل هزینه ها را شامل می شود (۷).

اگرچه روند تمایل کشاورزان به برقی کردن چاه ها مثبت بوده است ولی آهنگ تغییر بسیار کند می باشد. از دلایل اصلی کند بودن این روند می توان به نکات زیر اشاره نمود:

۱- نبود آمار دقیق از تعداد چاه های کشاورزی به تفکیک دیزل و برقی و عمق چاه ها، ارتفاع چاه ها از سطح دریا و به طور کلی نبود اطلاعات دقیق جغرافیایی هر یک از انواع چاه ها.

۲- نبود آمار دقیق نوع پمپ ها و موتور پمپ های استفاده شده با مشخصات فنی آن ها از جمله بازده و دبی.

۳- نبود اطلاعات مربوط به میزان ساعت کارکرد هر یک از چاه ها.

۴- وجود چاه های غیر مجاز (به ثبت نرسیده) که اختلاف محاسباتی زیادی در برنامه ریزی برای انجام طرح داشته است.

به نظر می رسد همه این دلایل مزید بر علت شده که یک کار کارشناسی دقیق برای اجرای طرح برقدار نمودن چاه ها صورت نگرفته و کلیه محاسبات و برنامه ریزی ها چه از نظر تأمین اعتبار برای اجرای پروژه توسط دولت و یا بخش خصوصی و چه از لحاظ سیاست های حمایتی به نتایج قابل قبولی نرسد.

مزایای برقی کردن چاه ها تنها به صرفه جویی های اقتصادی ختم نمی شود بلکه مزایای دیگری همچون کاهش آلودگی های محیط زیست را نیز به دنبال دارد که خود مقوله ایست جدا و تحقیقات مستقلی را می طلبد.

پیشنهاد ها

۱- استفاده از کنتور(شمارشگر) های الکترونیکی (هوشمند) به منظور کنترل بهره برداری از منابع آب زیر زمینی

این نوع کنتورها برای اندازه گیری و کنترل حجم برداشت آب از چاه های برقی در مسیر جریان برق مصرفی چاه نصب می گردند. با اندازه گیری چند پارامتر می توان میزان مصرفی انرژی و دبی خروجی چاه را تخمین زد و در نتیجه امکان

مدیریت برداشت آب را از یک دشت میسر نمود. نمونه های ساخته شده این کنتور در کشورهای پیشرفته به قابلیت تبادل اطلاعات با کارت اعتباری هوشمند مجهز می باشند و به گونه ای طراحی شده اند که به هر کشاورز پس از نصب کنتور، یک عدد کارت اعتباری تخصیص داده می شود. کشاورز تنها پس از مراجعه به سازمان آب و پرداخت حق النظاره، مجوز برداشت سهمیه آب یک سال آینده خود را خواهد داشت و با اتمام اعتبار سالیانه، کنتور، جریان برق کشاورز را قطع خواهد کرد.

برای ایجاد فرهنگ استفاده از کنتور و هماهنگ کردن کشاورزان با حقابه سالیانه تخصیصی، باید تمهیداتی در کنتور اندیشیده شود تا سازمان های آب بتوانند سالیانه تدابیر سخت گیرانه تری را در مقابل کشاورزانی که سهمیه مجاز را رعایت نمی کنند اتخاذ نمایند. علاوه بر این، کنتور با ثبت اطلاعاتی نظیر میزان برداشت ماهیانه در کارت کشاورز باعث به روز شدن آمار مطالعات آب های زیرزمینی دشت های کشور در برآورد دقیق حجم برداشت آب زیرزمینی از چاه ها می گردد. ضمناً بر اساس مقررات آیین نامه اجرایی مصرف بهینه آب کشاورزی، شرکت های آب منطقه ای مکلفند کلیه چاه ها را به کنتور حجمی مجهز نموده و پلمپ نمایند.

۲- اطلاع رسانی به کشاورزان در خصوص مزایای برقدار نمودن چاه ها و حمایت مالی از آنها

در این خصوص باید کشاورزان را نسبت به مزایا و معایب استفاده از سیستم های پمپاژ مختلف دیزلی و برقی آگاه نمود. از طرفی با توجه به این که برقی نمودن چاه ها نیاز به سرمایه گذاری اولیه زیادی دارد، مقتضی است با تأمین اعتبار لازم به کشاورزان تسهیلات بیشتری داده شود تا روند فعلی برقدار نمودن چاه ها سرعت بیشتری پیدا کند.

منابع

۱- آمارنامه چاه های کشاورزی بنگاه توسعه ماشین های کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی . ۱۳۸۳ .

۲- آمارنامه چاه های کشاورزی معاونت آب های زیرزمینی وزارت نیرو . ۱۳۸۴ .

۳- آمارنامه شرکت پخش و پالایش فرآورده های نفتی . ۱۳۸۳ .

۴- آمارنامه مدیریت توزیع وزارت نیرو . ۱۳۸۳ .

۵- الماسی،م و ن، لویمی. ۱۳۸۰. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. انتشارات حضرت معصومه (ع) قم.

۶- برهامی، س.۱۳۵۶. پمپ، انواع، روش انتخاب و نصب، طرز کار و نگهداری آن ها. انتشارت دهخدا.

۷- ترازنامه انرژی . ۱۳۸۳ . وزارت نیرو.

۸- خوش کیش، ح.۱۳۸۰. مبانی و کاربرد انواع پمپ ها . انتشارات تکنوبوک.

۹- رنجبر،ا و ح، قاسم زاده. ۱۳۸۱. توان موتور وتراکتور. انتشارات دانشگاه تبریز.

۱۰- شهباز طبری،ز. ۱۳۸۲.برقی کردن چاه های کشاورزی در ارزی‌ابی توسعه پای‌دار . مجموعه مقالات چهارمی‌ن همای‌ش ملی انرژی برای توسه پای‌دار در قرن ۲۱. تهران ۲۰-۲۲اری‌بهشت ۸۲

۱۱- نوربخش، ا و ح، باستانی پاریزی.۱۳۷۲. پمپ و پمپاژ. انتشارات دانشگاه تهران.

Comparison of Energy Consumption in Diesel and Electric Agricultural Wells in Iran

Abstract

There are 307931 agricultural wells that are registered In Iran, from which 191039 are diesel Engine driven and 116892 are electriced. The annual cost of fuel and oil in diesel wells was estimated as 15318.69 milliard Rls. By electrification of agricultural wells it was calculated that 29.802 milliard kWh electrical energy is consumed. The equivalent annual cost is 5960.42 milliard Rls. Therefore, the annual saving due to electrification is estimated to be 9358.27 milliard Rls. Investment for constructing the electric stations' distribution and post-distribution network was estimated to be 2792.03 milliard Rls. The results emphasizes that programs should be undertaken by government to encourage the farmers to contribute in electrification plan.

Keywords: Agricultural diesel wells, Agricultural electric wells, Electrification, Consumption energy