

الحمد لله رب العالمين
والصلاة والسلام على
سيدنا محمد وآله الطيبين
الطاهرين

فهرست

چکیده	۳
مقدمه	۴
شرح مسأله و ضرورت انجام تجربه	۴
بررسی منابع و مصارف آب و انرژی	۵
منابع و مصارف آب	۵
منابع و مصارف انرژی	۶
نگاهی به وضعیت موجود مصرف انرژی در چاهها	۷
چاههای برقی شافت و غلافی	۷
چاههای برقی با الکتروپمپ شناور	۸
مسائل، مشکلات و مخاطرات فراوری مدیریت منابع و انرژی	۸
روش اجرا و مراحل اجرای تجربه	۹
مراحل اجرا	۱۰
مزایای طرح	۱۰
نتایج و بحث	۱۰
بررسی راندمان مصرف انرژی در چاهها	۱۰
بررسی و مقایسه مقدار برق مصرفی فعلی و مجاز چاهها	۱۲
نتیجه گیری	۱۴
خلاصه نتایج	۱۵
فهرست منابع	۱۶

بهینه سازی مصرف انرژی و افزایش ابدی چاههای آب از طریق مهندسی ارزش سیستم های پمپاژ (محدوده عملکرد شرکت آب منطقه ای خراسان رضوی)

نویسنده :

سید حمید میرقاسمی (مدیر دفتر حفاظت و مهندسی رودخانه ها)

واژه‌ها ی کلیدی :بهینه سازی ،انرژی ،ابدهی چاه ،مهندسی ارزش،پمپاژ

چکیده

برای تامین انرژی و نیاز آبی و غذایی جامعه رو به رشد قبل از سرمایه گذاری جدید در توسعه منابع آب و انرژی بایستی در اندیشه بهینه سازی مصرف آنها باشیم. در حقیقت بهره وری انرژی به منزله دستیابی به منابع جدید انرژی است. در استان خراسان رضوی بخش کشاورزی با بیش از ۹۲ درصد از مصرف آب و با بیش از ۳۵ درصد از مصرف برق عمده مصارف آب و برق را به خود اختصاص می دهد. اما متأسفانه براساس اطلاعات موجود بهره وری آب انرژی در بخش کشاورزی بسیار پائین می باشد. بنابراین طرح مسئله بهینه سازی مصرف انرژی در این بخش مدنظر قرار گرفت. به همین منظور ۱۳ حلقه چاه آب کشاورزی انتخاب و در آنها راندمان مصرف انرژی بررسی شد. نتایج نشان داد که راندمان مصرف انرژی در چاههای مذکور از ۲۰ تا ۴۰ درصد متغیر و متوسط آن نیز ۳۷ درصد می باشد. از طرفی با توجه به اینکه راندمان آبیاری حدود ۳۵ درصد است، در نتیجه راندمان مصرف انرژی در سطح مزرعه حدود ۱۰ تا ۱۲ درصد بدست می آید. در تمام چاهها الکتروموتور منصوبه خیلی قویتر از قدرت مورد نیاز بود که این مهمترین عامل در افزایش تلفات انرژی محسوب می گردید. لذا چنانچه برای یک چاه سیستم پمپاژ مناسب طراحی و نصب گردد و از روشهای نوین آبیاری بهره گرفته شود و همچنین بر بهره برداری از آب و انرژی نظارت کافی بعمل آید، راندمان مصرف انرژی به میزان قابل

ملاحظه‌ای افزایش خواهد یافت. بطوریکه در یک چاه مورد آزمایش با بهینه نمودن سیستم پمپاژ، راندمان مصرف انرژی از ۳۱ درصد به ۷۵ درصد افزایش نشان داد. حال اگر سیستمهای پمپاژ آب بهینه سازی و ساعات کارکرد مجاز چاهها رعایت شود که این خود نیز باعث افزایش راندمان تولید در واحد سطح می گردد، امکان صرفه جویی در مصرف انرژی تا میزان ۸۲ درصد وجود دارد.

۱- مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

به دلیل محدودیت منابع با افزایش جمعیت سرانه آب و انرژی در کشور کاهش می‌یابد. بنابراین برای تامین انرژی و نیاز آب و غذایی جامعه رو به رشد قبل از سرمایه‌گذاری جدید در توسعه منابع آب و انرژی بایستی د راندیشه بهینه سازی مصرف آنها باشیم. پائین بودن قیمت انرژی آن هم به سبب سیاست دولت محترم به پرداخت یارانه‌های انرژی از مهمترین علل تلفات انرژی و عامل اصلی در پائین بودن راندمان مصرف آب در بخش کشاورزی می‌باشد. چراکه استحصال آب از سفره‌های آب زیرزمینی از طریق چاهها و توزیع آن در سطح مزارع با صرف انرژی همراه است. از اینرو بهره‌وری انرژی در واقع به منزله دستیابی به منابع جدید انرژی خواهد بود. در استان خراسان رضوی در بخش کشاورزی با بیش از ۹۰٪ از مصرف آب و با بیش از ۳۵٪ از مصرف برق عمده مصارف آب و برق را به خود اختصاص می‌دهد. اما متأسفانه در این استان راندمان آبیاری حدود ۳۵٪ و راندمان مصرف برق در چاههای کشاورزی کمتر از ۳۷٪ می‌باشد. در این صورت کل راندمان مصرف برق در سطح مزارع به حدود ۱۰ تا ۱۲ درصد می‌رسد که این رقم بسیار پایین و نگران کننده است. اکنون در استان خراسان رضوی ۸۹۵۹ حلقه چاه کشاورزی برقی، ۱۷۱۸ حلقه چاه آب شرب وجود دارد که برای استحصال آب سالانه حدود ۹۱۰*۴/۳۶۱ کیلووات ساعت برق مصرف می‌کنند. این میزان مصرف می‌تواند به میزان قابل توجهی کاهش یابد، اگر طراحی و انتخاب سیستم پمپاژ آب متناسب با مشخصات فنی چاه انجام شود. این مهم در حال حاضر در اغلب موارد اتفاق نمی‌افتد. این در حالی است که سالانه میلیاردها ریال اعتبار برای توسعه منابع آب و انرژی هزینه می‌شود ولی در جهت استفاده بهینه از این منابع اقدام موثری صورت نمی‌گیرد. لذا برای فائق آمدن بر مشکلات موجود و اعمال مدیریت صحیح بر بهره‌برداری از منابع آب و انرژی افزایش بهره‌وری از منابع مذکور یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است. امید است مسئولین، متخصصان و بخصوص متولیان آب و برق و همچنین کشاورزی عزیز با درک عمیق از وضعیت موجود در استفاده بهینه از آب و برق تلاش کنند و کشور عزیزمان را در راه رسیدن به استقلال کامل یاری نمایند.

۱-۲- شرح مسأله و ضرورت انجام تجربه

۱- پایین بودن راندمان مصرف انرژی در چاههای آب به علت عدم طراحی و انتخاب یک سیستم پمپاژ مناسب در چاهها

۲- بالا بودن هزینه های استحصال آب از منابع آب زیرزمینی

۳- جابجایی و تعمیق غیر ضروری بعضی از چاههای آب برای دستیابی به آبدهی سابق

۴- ضرورت اصلاح الگوی مصرف انرژی و اجرای سیاست اقتصاد مقاومتی

در گذشته استحصال آب از منابع آب زیرزمینی از طریق چشمه ها و قنوات بدون صرف انرژی و با استفاده از نیروی ثقل زمین صورت می گرفت. ولی اکنون با وجود چاهها برای انتقال آب از سفره های آب زیرزمینی به سطح زمین و توزیع آن در مزارع از سیستم پمپاژ استفاده می گردد که با صرف انرژی زیادی همراه است. با برداشت بی رویه از منابع آب زیرزمینی و افت مستمر سطح آب چشمه ها و قنوات به تدریج از آبدهی آنها کاسته و یا خشک می گردند. در مقابل هر روز به تعداد چاهها و عمق آنها افزوده که این امر باعث افزایش روز افزون مصرف انرژی، بالا رفتن سرمایه گذاری و هزینه های کشاورزی و در نتیجه کاهش راندمان تولید می شود. از طرفی محدودیت تخصیص آب و انرژی به سایر مصارف و نیز سرمایه گذاری جدید برای تولید انرژی را به دنبال خواهد داشت. بر اساس اطلاعات موجود متأسفانه بهره وری آب و انرژی در بخش کشاورزی رضایت بخش نیست. به طوری که اگر روند فعلی استفاده از آب و انرژی در این بخش ادامه داشته باشد در آینده ای نزدیک با مشکل جدی تامین آب و انرژی رو به رو خواهیم بود. بنابراین ضرورت افزایش بهره وری آب و انرژی کاملاً محسوس می باشد. در دستیابی به این هدف بزرگ باید اهداف ذیل را مورد توجه قرار داده و راهکارهای اجرایی را عملی نمود.

- جمع آوری، پردازش و تولید اطلاعات دقیق در خصوص مصارف آب و انرژی در چاهها.

- افزایش بهره وری از منابع آب و انرژی با کنترل بهره برداری از آنها.

- تبیین و اطلاع رسانی وضعیت موجود از مصارف آب و انرژی و ایجاد فرهنگ حفاظت و بهره برداری از منابع آب و انرژی.

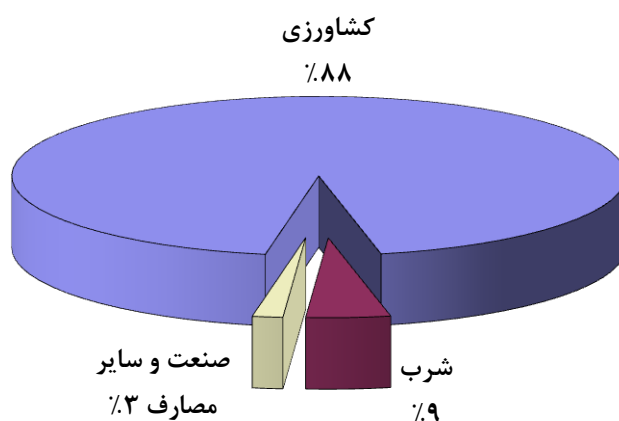
- طراحی و نصب سیستم پمپاژ مناسب برای چاهها.

۲- بررسی منابع و مصارف آب و انرژی

۲-۱- منابع و مصارف آب

از ۷۸۰۴ میلیون متر مکعب مصرف آب در استان، ۱۵۳۰ میلیون متر مکعب (۲۲ درصد) از منابع آب سطحی و ۵۳۰۰ میلیون متر مکعب (۷۸ درصد) از منابع آب زیرزمینی تامین می شود که ۸۸ درصد به بخش کشاورزی، ۹ درصد به شرب، ۳ درصد به صنعت و سایر مصارف اختصاص دارد. همچنین از ۶۴۰۴ میلیون متر مکعب استحصال آب از سفره های آب زیرزمینی، ۵۷۹ میلیون متر مکعب از طریق ۶۷۹۴ رشته قنات، ۳۵۰ میلیون متر مکعب از طریق ۶۳۷۰ دهانه چشمه و بدون صرف انرژی استخراج و ۵۴۷۵ میلیون متر مکعب معادل ۸۲ درصد با استفاده از ۲۴۶۲۴ حلقه چاه و با صرف انرژی زیادی صورت می گیرد. نمودار شماره (۲-۱) توزیع آب برای مصارف مختلف را نشان می دهد.

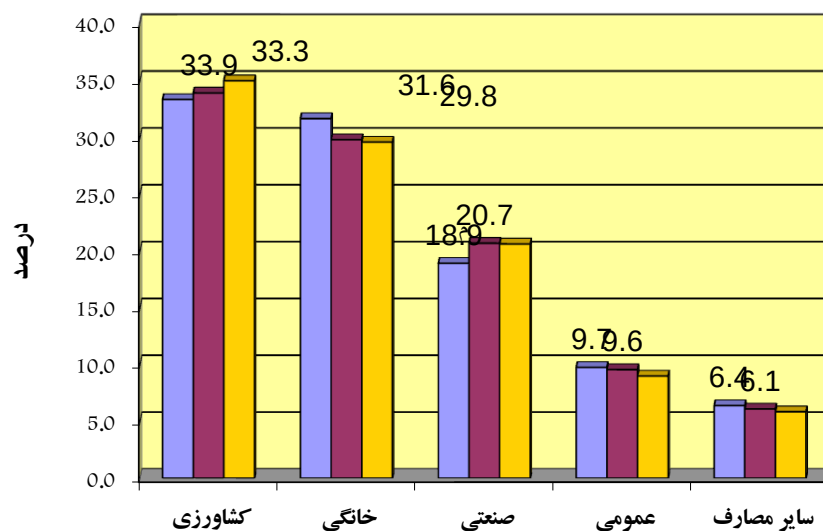
توزیع آب از طریق چاهها برای مصارف مختلف



۲-۲- منابع و مصارف انرژی

از $۱۱/۷۷۴ \times ۱۰^۹$ کیلووات ساعت مصرف برق در سطح استان که از طریق نیروگاههای حرارتی، گازی و بادی تامین می‌شود، $۳/۹۶۵ \times ۱۰^۹$ کیلووات ساعت (۳۴ درصد) در چاههای آب، $۳/۴۵۳ \times ۱۰^۹$ کیلووات ساعت (۲۹ درصد) در بخش خانگی، $۲/۳۵۹۳ \times ۱۰^۹$ کیلووات ساعت (۲۲ درصد) در صنعت، $۱/۰۴۲ \times ۱۰^۹$ کیلووات ساعت (۹ درصد) سهم عمومی و ۷×۱۰^۸ کیلووات ساعت (۰٫۶ درصد) به سایر مصارف اختصاص دارد. همان‌طور که ارقام نشان می‌دهد عمده‌ترین مصرف آب و برق به بخش کشاورزی مربوط می‌شود. ضمناً از کل چاههای آب حدود ۴۵ درصد برقی و ۵۵ درصد دیزلی می‌باشد. به عبارت دیگر با برقرار شدن چاههای کشاورزی هر روز به تعداد چاههای برقی افزوده و سهم برق مصرفی در بخش کشاورزی نسبت به سایر مصارف به تدریج باز هم بیشتر خواهد شد. نمودار شماره (۲-۲) توزیع برق برای مصارف مختلف و تغییرات سهم هر بخش در سالهای متفاوت را نشان می‌دهد.

مقایسه توزیع برق برای مصارف مختلف در سالهای
۸۰-۸۱-۸۲



۳-۳- نگاهی به وضعیت موجود مصرف انرژی در چاهها

در چاههای عمیق و نیمه عمیق اغلب از پمپهای سانتریفوژ توربینی که به صورت چند طبقه و به طور عمودی در عمق مناسبی از چاه قرار می گیرد، استفاده می شود. براساس نوع نیروی محرکه پمپ، چاهها به دو گروه عمده چاههای دیزلی و برقی تقسیم می شوند. چاههای برقی نیز بر مبنای موقعیت نصب نیروی محرکه و نحوه انتقال انرژی به چاههای برقی شافت و غلافی و چاههای برقی با الکتروپمپ شناور طبقه بندی می گردند. چاههای دیزلی به علت راندمان پائین، مصرف انرژی بالایی دارند. بنابراین استفاده از موتورهای دیزلی در پمپاژ آب هزینه های زیادی را هم به بهره بردار و هم به دولت به دلیل گران بودن سوخت و پرداخت یارانه تحمیل می کند.

چاههای برقی شافت و غلافی

در این نوع چاهها یک دستگاه الکترو موتور جایگزین موتور دیزلی می شود. بدین ترتیب همچنان از مجموعه پمپ، شافت و غلاف فرسوده موجود در چاه استفاده خواهد شد. این روش علیرغم راندمان مصرف انرژی پائین، با توجه به هزینه سرمایه گذاری اولیه کم

متداولترین روش برداشت آب از چاههای برقی در ایران است. در استان خراسان بیشتر از ۹۰٪ از چاههای برقی از نوع شافت و غلافی می‌باشد.

چاههای برقی با الکتروپمپ شناور

در این چاهها بعد از برق رسانی تمام مجموعه موتور دیزلی، شافت و غلاف و پمپ موجود چاه برداشته و به جای آن یک دستگاه الکتروپمپ شناور نصب می‌گردد. علیرغم مصرف انرژی کمتر در این گونه چاهها و سایر مزایای دیگر و فقط به دلیل غیرقابل استفاده شدن منصوبات قبلی چاه تعداد آنها محدود و در استان خراسان کمتر از ۱۰٪ می‌باشد. مطالعات و مشاهدات صحرایی در سطح استان حکایت از وضعیت نابسامان مصرف انرژی به علت عدم انتخاب و بهره‌برداری صحیح از سیستمهای پمپاژ آب در چاهها دارند. به طوری که بهره‌برداران به دلیل عدم آگاهی لازم و فروشندگان با هدف کسب درآمد بیشتر اغلب منصوبات و الکتروموتور را قویتر از میزان نیاز واقعی انتخاب و در نتیجه خسارتهای زیادی را به منابع آب و انرژی وارد می‌سازند. علاوه بر آن افزایش هزینه‌های اولیه و هزینه‌های نگهداری و تعمیرات نیز از دیگر اثرات منفی انتخاب نامناسب سیستم های پمپاژ آب است. اما باید دانست که بهینه سازی مصرف انرژی به دلایل اقتصادی و زیست محیطی اهمیت زیادی داشته و اقدامات گسترده‌ای را در این راستا طلب می‌کند.

۳-۴- مسائل، مشکلات و مخاطرات فراوری مدیریت منابع آب و انرژی

در هر زمینه‌ای برای حل مسائل و مشکلات موجود درک و شناخت آنها بسیار با اهمیت است. چراکه پس از آن با فکر کردن و با به کارگیری تکنیک هایی چون قیاس، تعمیم، تحقیق، تجزیه و تحلیل و غیره می توان به راه حل های ابتکاری متعدد دست یافت. در ذیل به مسائل، مشکلات و مخاطرات فراوری مدیریت منابع آب و انرژی اشاره می‌شود:

- شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک و تداوم دوره خشکسالی.
- افزایش جمعیت و توسعه مراکز صنعتی.
- نبودن آمار و اطلاعات کافی.
- عدم رویکرد به استفاده از کار گروهی در حل مسائل آب و انرژی.

- افت مستمر سطح آب و در نتیجه خشک شدن و یا کاهش آبدهی چشمه‌ها و قنوت.
- افت کیفی منابع آب و در نتیجه تخریب و استهلاک زود هنگام سیستم های پمپاژ آب.
- سیاست دولت محترم به پرداخت یارانه و در نتیجه پائین بودن قیمت انرژی.
- عدم نظارت کافی از سوی دستگاههای ذیربط در کنترل مصارف آب و انرژی.
- عدم طراحی و انتخاب یک سیستم پمپاژ مناسب در چاهها.
- گرفتن ضریب اطمینان بالا در تعیین قدرت مجاز سیستم های پمپاژ آب.
- کندی سرعت برقرار شدن چاهها علیرغم برتری آنها نسبت به چاههای دیزلی از دیدگاههای مختلف.
- نداشتن یک رویکرد سیستمی در استفاده از الکتروپمپهای با راندمان بالا.
- عدم نظارت و هماهنگی کافی بین شرکت های آب و برق منطقه ای.
- پایین بودن راندمان مصرف انرژی در چاههای آب به علت عدم طراحی و انتخاب یک سیستم پمپاژ مناسب در چاهها
- بالا بودن هزینه های استحصال آب از منابع آب زیرزمینی
- جابجایی و تعمیق غیر ضروری بعضی از چاههای آب برای دستیابی به آبدهی سابق
- ضرورت اصلاح الگوی مصرف انرژی و اجرای سیاست اقتصاد مقاومتی

۵- روش اجرا و مراحل اجرای تجربه

طرح در استان خراسان رضوی در دشتهای مشهد و نیشابور از سال ۸۱ تا ۸۳ اجرا شد. آزمایشات بر روی چاههای برقرار شده با مصارف شرب و کشاورزی انجام گرفت.

بدین ترتیب که با توجه به فراوانی انواع سیستم پمپاژ در چاهها، ۱۳ حلقه چاه کشاورزی با سیستم شافت و غلافی و ۲ حلقه چاه آب شرب با الکتروپمپ شناور بصورت قضاوتی و توافقی انتخاب گردید. می دانیم که در یک سیستم پمپاژ آب رابطه $P = \frac{QH}{e}$ برقرار است که در آن P قدرت، Q دبی، H ارتفاع پمپاژ و e راندمان می باشد. بنابراین برای بررسی وضعیت راندمان سیستم پمپاژ آب در چاهها و امکان بهینه سازی مصرف برق در آنها لازم بود تا هر یک از پارامترهای فرمول مذکور اندازه گیری شود تا راندمان قابل محاسبه باشد. از این جهت از چاههای مورد آزمایش در دوره های ۱۵ روزه بازدید و همزمان با قرائت کنتور آب، سطح پمپاژ به وسیله عمق یاب و مقدار برق مصرفی از طریق کنتور برق اندازه گیری می شد. پس از آن با تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده راندمان مصرف برق در چاهها مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت که در قسمت بعد در خصوص نتایج آن بحث خواهد شد.

مراحل اجرا

- تهیه لیست چاه های (برقی) آب
- بررسی میزان برق مصرفی چاه ها به تفکیک ماه های سال
- شناسایی چاه هایی که با توجه به مشخصات فنی آن ها میزان انرژی آن ها بالا می باشد
- طراحی مجدد سیستم پمپاژ چاه ها متناسب با مشخصات فنی آنها
- اصلاح سیستم پمپاژ چاه ها

مزایای طرح

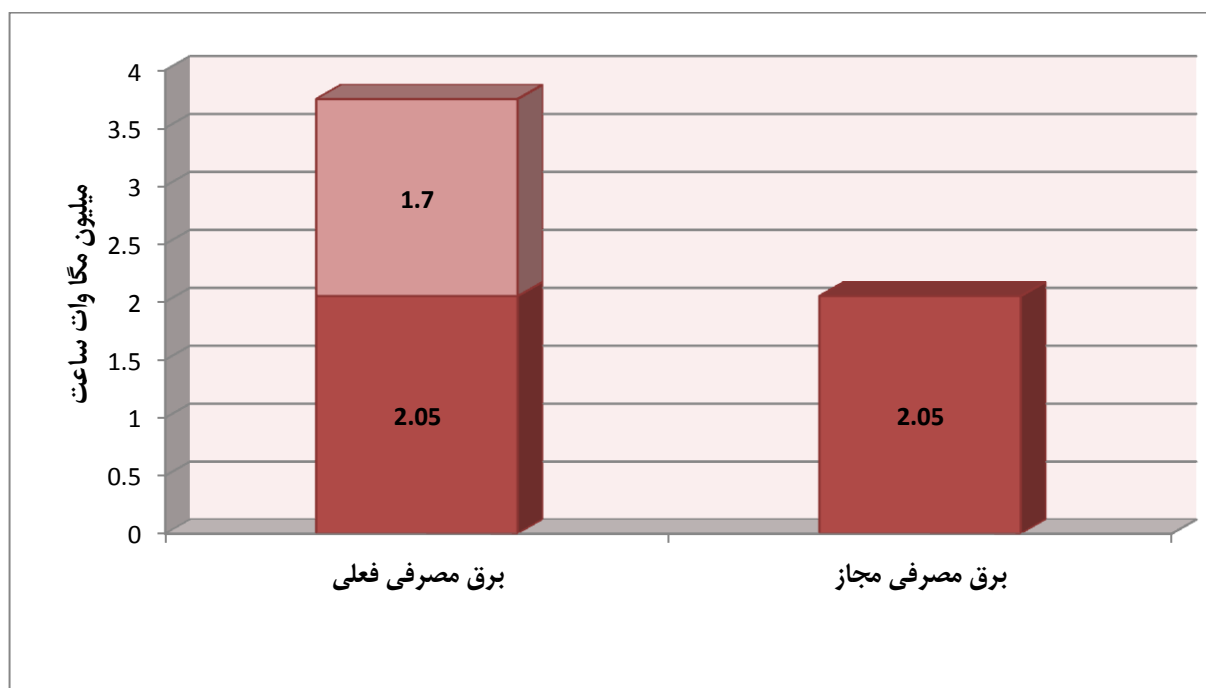
- ۱- نیاز به سرمایه گذاری ندارد
- ۲- باعث کاهش بار مالی دولت می گردد
- ۳- نتیجه و اثر بخشی اجرای تجربه زود بازده است
- ۴- اجرای تجربه به منزله دستیابی به منابع جدید انرژی است

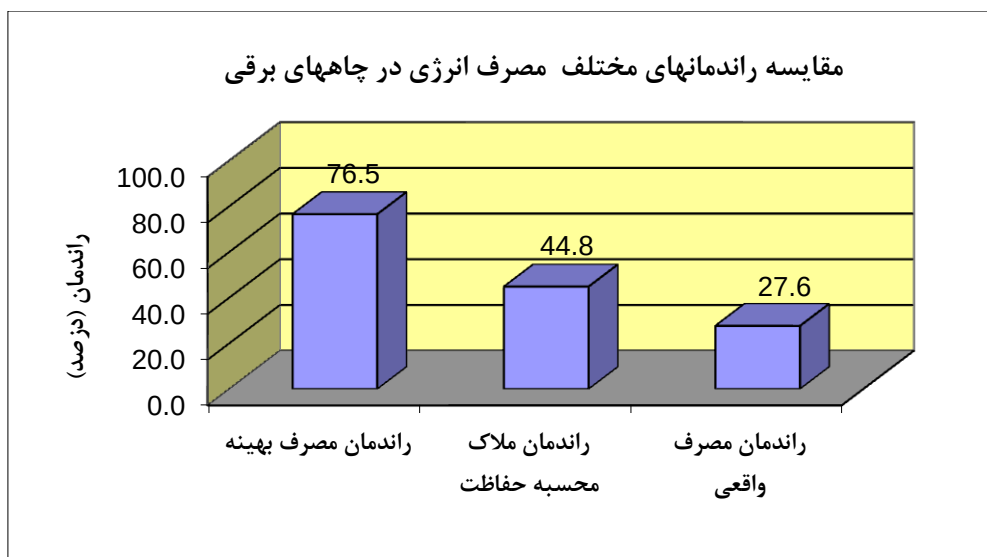
۵- نتایج و بحث

۵-۱- بررسی راندمان مصرف انرژی در چاهها

بررسی های انجام شده نشان می دهد که اغلب موتورهای الکتریکی و پمپها قوی تر از میزان مورد نیاز انتخاب شده و در شرایط بدی نگهداری می شوند. به همین دلیل در بسیاری از کاربردهای سیستم های پمپاژ در چاههای کشاورزی راندمان خیلی پائین تر از مقدار حداکثر

می‌باشد. تعاریف مختلف قدرت در چاههای برقی با مصارف کشاورزی در سطح استان با یکدیگر مقایسه شده است. همان‌طور که نمودار نشان می‌دهد متوسط قدرت مورد نیاز در چاههای مورد آزمایش ۲۸ کیلووات ساعت در حالی که متوسط قدرت الکتروموتور منصوبه ۱۵۰ کیلووات می‌باشد. ارقام مذکور برای کل چاههای استان به ترتیب ۲۵ کیلووات ساعت و ۱۵۴ کیلووات است. بنابراین استفاده از الکتروموتورهای قوی تر باعث شده تا راندمان مصرف انرژی در چاههای کشاورزی به شدت کاهش یافته و اگر پرداخت یارانه از طرف دولت را نادیده بگیریم در بسیاری از چاهها تولیدات کشاورزی توجیه اقتصادی ندارند. براساس نتایج متوسط راندمان مصرف برق ۳۷ درصد بدست آمد که این رقم بسیار پائین است. اما چنانچه با توجه به مشخصات فنی چاهها بخصوص دبی و ارتفاع پمپاژ، سیستم پمپاژ مناسب طراحی و نصب گردد، راندمان تا بیش از ۷۰ درصد نیز قابل افزایش خواهد بود.





جدول (۶-۱) - چاه آب شرب شماره ۶ فریمان

راندمان (درصد)	عمق نصب پمپ (متر)	دبی (L/S)	مشخصات الکتروپمپ شناور			وضعیت
			قدرت (کیلووات)	تعداد طبقات	نوع پمپ	
۳۱	۲۶۰	۱۰/۵	۹۲	۸	۳۷۴	قدیم
۷۵	۲۶۰	۲۱/۵	۷۳/۵	۱۰	۳۴۵	جدید

۲- بررسی و مقایسه مقدار برق مصرفی فعلی و مجاز چاهها

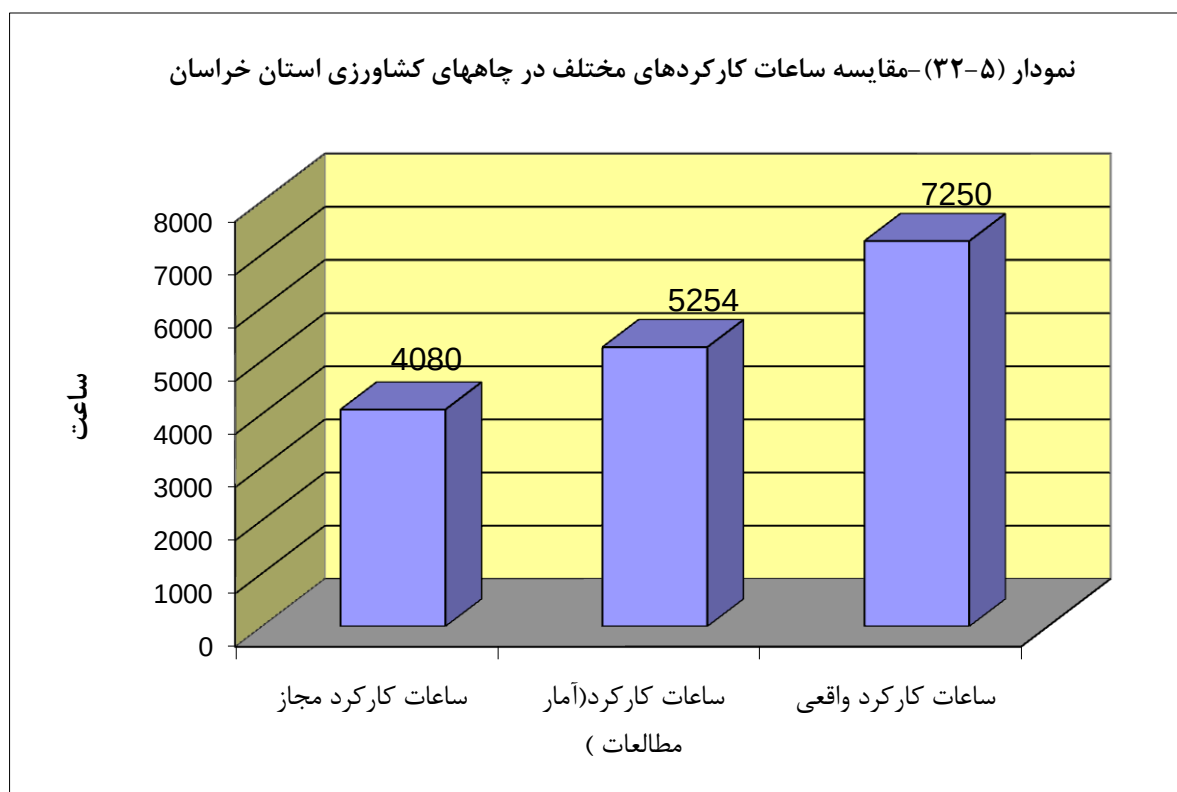
ساعات کارکرد و دبی مجاز بهره‌برداری از چاهها در پروانه‌های آن قید می‌شود. درحقیقت دیمانند و مقدار برق مصرفی مجاز چاهها به تفکیک هر ماه در پروانه بهره‌برداری هر چاه مشخص و صاحبان چاهها ملزم به رعایت آن می‌باشند. اما در حال حاضر به دلیل عدم نظارت و کنترل لازم دستگاههای ذیربط در رعایت مفاد پروانه‌ها سبب کاهش بهره‌وری آب و انرژی در چاههای کشاورزی گردیده است.

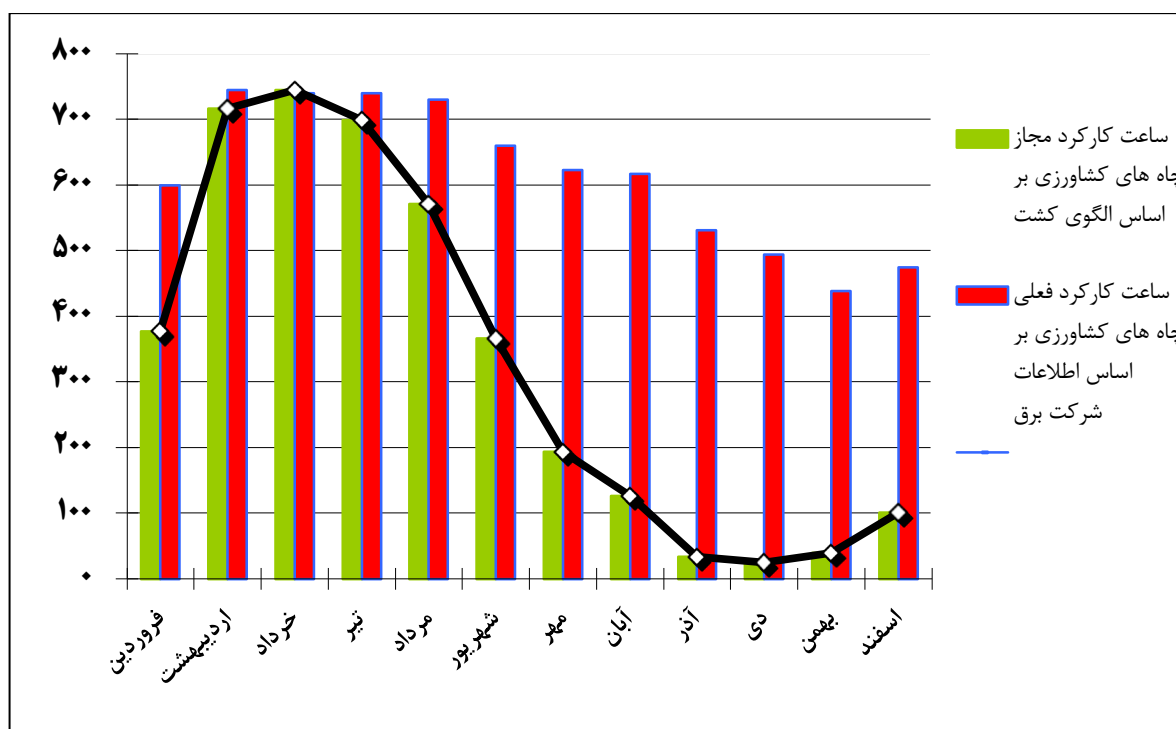
در مورد چاههای مورد آزمایش ساعات کارکرد با بازدیدهای مکرر و با همکاری مسئول موتورخانه چاه یادداشت می‌گردید. همچنین ساعات کارکرد چاهها از روی دیماند و برق مصرفی چاه به صورت ماهانه محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که متوسط ساعات کارکرد فعلی چاههای مورد آزمایش ۶۳۶۰ ساعت در حالیکه ساعات کارکرد مجاز آنها ۳۴۷۹ ساعت است.

این موضوع در مورد کل چاههای کشاورزی در سطح استان به ترتیب ۷۲۵۰ ساعت و ۴۰۸۰ ساعت بدست آمد. با این وجود و با توجه به راندمان پایین مصرف برق در چاههای کشاورزی مورد آزمایش در سال ۷۰۳۲۸۳۴ کیلووات برق مصرف می‌کنند که این مقدار در صورت انتخاب سیستم پمپاژ مناسب و رعایت ساعات کارکرد مجاز می‌تواند به ۱۲۶۶۳۵۶ کیلووات ساعت معادل ۸۲ درصد صرفه جویی در برق مصرفی، کاهش یابد.

حال اگر این مورد برای کل چاههای کشاورزی سطح استان تعمیم دهیم معادل 3×10^9 کیلووات ساعت مصرف برق اضافی می‌شود که از این بابت خسارت وارده به دولت و کشاورز به ترتیب ۴۲/۹۳۰ میلیارد ریال در هر سال خواهد بود.

در حقیقت چنانچه سیستم های پمپاژ بهینه سازی و ساعات کارکرد مجاز چاهها رعایت شود سالانه 3×10^9 کیلووات ساعت انرژی در بخش کشاورزی صرفه جویی خواهد شد. ضمناً عدم رعایت ساعات کارکرد و دیماند مصرفی مجاز چاهها باعث برداشت غیرمجاز آب از سفره‌های آب زیرزمینی و تشدید بحران آب می‌گردد.





۶- نتیجه گیری

۱- منحنی دبی - راندمان از یک معادله درجه دوم تبعیت می کند که دارای یک نقطه ماکزیمم است. بنابراین پمپ مناسب پمپی خواهد بود که در شرایط یکسان نقطه ماکزیمم دبی- راندمان آن از همه بالاتر باشد. در جدول (۶-۱) اهمیت انتخاب یک پمپ مناسب به لحاظ فنی و اقتصادی که در آن تعویض پمپ در یک چاه شرب صورت گرفته کاملاً مشهود است. اکنون قدرت سیستم پمپاژ چاهها با ظرفیت بار آنها مطابق نیست به طوریکه متوسط قدرت مورد نیاز ۲۵ کیلووات ولی الکتروپمپ منصوبه ۱۵۴ کیلووات است. لذا به منظور بهره برداری از منابع آب انرژی طراحی و انتخاب سیستم پمپاژ چاهها بایستی متناسب با مشخصات فنی چاه به عنوان اصل مدنظر قرار گرفته و شرکتهای آب و برق ضمن هماهنگی با یکدیگر بر تجهیز چاهها نظارت کافی داشته باشند.

۲- با افزایش دور موتور راندمان سیستم پمپاژ به میزان قابل توجهی افزایش می یابد. به طوری که در یک آزمایش پمپاژ ماکزیمم راندمان سیستم پمپاژ در ۱۷۵۰ دور در دقیقه در مقایسه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه از ۱۴ درصد به ۳۸ درصد افزایش نشان داد. لذا استفاده از الکتروپمپهای شناور که با ۳۰۰۰ دور در دقیقه کار می کنند به جای سیستمهای پمپاژ شافت و غلافی که با دورهای کمتر از ۲۰۰۰ دور در

دقیقه کار می‌کنند باعث کاهش مصرف انرژی و هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه و هزینه‌های بهره‌برداری شده و در نهایت راندمان تولید افزایش خواهد یافت. از این رو بهتر است رویکرد شرکتهای آب و برق منطقه‌ای به ترویج و استفاده از الکتروپمپهای شناور به جای سیستمهای پمپاژ شافت و غلافی متمرکز شود.

۳- چاههای کشاورزی با ۳۵ درصد مصرف برق در سطح استان بالاترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند. اما با توجه به راندمان ۳۵ درصدی آبیاری و راندمان ۳۷ درصدی مصرف برق، در واقع راندمان مصرف انرژی در چاههای برقی در تولیدات کشاورزی در حدود ۱۰ تا ۱۲ درصد خواهد بود که این رقم بسیار پائین است.

۴- از تقسیم مقدار برق مصرفی هر چاه به دیماند آن ساعات کارکرد چاه را می‌توان محاسبه نمود. لذا امکان کنترل ساعات کارکرد مجاز چاهها و در نتیجه کنترل میزان برداشت آب از منابع آب زیرزمینی و همچنین برق مصرفی چاهها از طریق قطع برق و اخذ خسارتهای وارده به منابع آب و انرژی وجود دارد.

۵- به منظور بهره‌وری از منابع آب و انرژی شرکتهای آب منطقه‌ای از اعمال ضرایب اطمینان بالا در محاسبه قدرت مجاز منصوبات چاهها پرهیز و شرکتهای برق منطقه‌ای نیز از فروش دیماند مازاد بر مصرف مجاز چاهها خودداری نمایند. همچنین تعرفه مازاد بر مصرف برق مجاز چاهها به صورت غیر کشاورزی محاسبه و اخذ گردد. در حال حاضر فقط جریمه اضافه دیماند محاسبه و از صاحبان چاهها اخذ می‌شود.

۶- در استان خراسان سالانه حدود 3×10^9 کیلووات ساعت برق اضافی در چاههای کشاورزی مصرف که این معادل ۹۷۲ میلیارد ریال خسارت مالی می‌باشد. بدیهی است که در کل کشور میزان برق قابل صرفه جویی با بهینه سازی مصرف برق در بخش کشاورزی رقم بسیار بالا و قابل ملاحظه‌ای خواهد شد که توجه مسئولین ذیربط را می‌طلبد.

خلاصه نتایج

- صرفه جویی در هزینه های دولت از طریق کاهش پرداخت یارانه های خش کشاورزی در استان خراسان رضوی حدود ۱۰۰۰ میلیارد ریال
- صرفه جویی در برق مصرفی چاه ها به میزان ۴ میلیارد کیلووات ساعت در سال
- افزایش آبدهی چاهها صرفا با اصلاح سیستم پمپاژ چاهها
- صرفه جویی در هزینه های سرمایه گذاری و هزینه های جاری و در نتیجه کاهش هزینه های استحصال آب

- افزایش عمر مفید سیستم های پمپاژ چاه
- جلوگیری از سرمایه گذاری های سنگین برای ساخت نیروگاه های برقی برای تولید انرژی جدید
- با توجه به صرفه جویی انرژی ناشی از اجرای تجربه از سرمایه گذاری های هنگفت برای احداث و طولانی مدت نیروگاه های برقی جلوگیری می شود
- از محل صرفه جویی انرژی ناشی از اجرای تجربه می توان انرژی به بخش های دیگر تخصیص داد
- با توجه به صرفه جویی در مصرف برق از قطعی احتمالی برق و در نتیجه از مشکلات اجتماعی ناشی از آن جلوگیری می شود
- از محل صرفه جویی انرژی و در نتیجه هزینه های مربوطه می توان اعتبار برای اجرای طرح های آبی و برقی تخصیص داد

۷- فهرست منابع

- ۱- اداره کل امور آب استان خراسان، گزارش عملکرد امور حفاظت و بهره برداری از آبهای زیرزمینی، ۱۳۸۱، شرکت آب منطقه ای خراسان
- ۲- امور مهندسی شترک صنایع پمپ سازی ایران، پمپهای گریز از مرکز، ۱۳۷۵، شرکت پمپیران
- ۳- دفتر حفاظت و بهره برداری از آبهای زیرزمینی، گزارش تحلیلی از طرح برقدار نمودن چاههای کشاورزی، شرکت آب منطقه ای خراسان
- ۴- شرکت صنایع پمپ سازی ایران، مجموعه کاتالوگهای الکتروپمپهای شناور، پمپیران
- ۵- نور بخش، سید احمد، پمپ و پمپاژ، ۱۳۷۴، دانشگاه تهران