

## بررسی وضعیت سفره آب زیرزمینی دشت جیرفت و مقایسه هزینه پمپاژ آب از چاه با پمپ‌های دیزلی و برقی

ابراهیم محمدی سلیمانی<sup>۱\*</sup>، مجید احمدیان<sup>۲</sup>، محسن شوکت فدایی<sup>۳</sup>، علی کرامت‌زاده<sup>۴</sup> و ابوالفضل محمودی<sup>۵</sup>

### چکیده

هدف این مقاله، بیان وضعیت سفره آب زیرزمینی دشت جیرفت در دهه اخیر و مقایسه هزینه سالانه پمپاژ آب از چاه در دو نوع تکنولوژی برداشت آب با پمپ دیزل و الکتروپمپ است. بدین منظور از اطلاعات بهره‌برداران چاه‌های آب کشاورزی دشت جیرفت در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ استفاده شد. نتایج نشان داد که متوسط هزینه پمپاژ یک مترمکعب آب با استفاده از الکتروپمپ و پمپ دیزلی به ترتیب ۱۶۹ و ۳۶۵ ریال بود. به عبارتی، هزینه سالانه پمپاژ آب توسط الکتروپمپ نسبت به پمپ دیزل در حدود نصف کاهش می‌یابد. مقدار صرفه‌جویی سالانه در هزینه پمپاژ آب و در نتیجه کاهش هزینه جاری کشت یک هکتار گندم و پرتقال، در نتیجه تغییر نوع تکنولوژی برداشت آب چاه از پمپ دیزلی به الکتروموتور به ترتیب برابر ۱۵۲۵۶۷۰ و ۳۸۱۵۹۲۰ ریال خواهد بود. نتایج نشان داد که سود درازمدت کشاورزان در نتیجه تغییر تکنولوژی برداشت از پمپ‌های دیزل به الکتروپمپ بدون به‌کارگیری محدودیت‌های فیزیکی و یا تعرفه‌ای منجر به فشار بیشتر بر منابع آب زیرزمینی دشت و افزایش سرعت تخلیه آن شده است.

**واژه‌های کلیدی:** آب زیرزمینی، الکتروپمپ، تکنولوژی برداشت.

**ارجاع:** محمدی سلیمانی ا. احمدیان م. شوکت فدایی م. کرامت‌زاده ع. و محمودی ا. ۱۳۹۸. بررسی وضعیت سفره آب زیرزمینی دشت جیرفت و مقایسه هزینه پمپاژ آب از چاه با پمپ‌های دیزلی و برقی. مجله پژوهش آب ایران. ۳۴: ۱۰۷-۱۱۵.

۱- دانشجوی دکتری گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه پیام‌نور تهران.

۲- استاد گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران.

۳- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه پیام‌نور، تهران.

۴- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۵- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه پیام‌نور، تهران.

\* نویسنده مسئول: [emohamadi58@yahoo.com](mailto:emohamadi58@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۰۲

## مقدمه

اقتصادی کشاورزان از محاسبه متوسط هزینه پمپاژ آب استفاده کردند. در ایران، صبوحی و مجرد (۱۳۸۹) برای مدیریت منابع آب زیرزمینی حوزه آبریز اترک، هزینه متوسط پمپاژ آب در سال برای محصولات زراعی دشت اترک را در محاسبه هدف اقتصادی حداکثرسازی سود خالص کشاورزان منظور نمودند. همچنین، نجفی علمدارلو و همکاران (۱۳۹۲) برای ارزیابی اقتصادی و زیست‌محیطی استفاده از منابع آب زیرزمینی در الگوی کشت دشت ورامین، هزینه پمپاژ آب زیرزمینی را در مدل برنامه‌ریزی پویای قطعی استفاده کردند. تکلیف قانونی وزارت نیرو در برنامه ششم توسعه اقتصادی کشور مبنی بر اجرای طرح تعادل‌بخشی در دشت‌های کشور، مستلزم شناخت وضعیت سفره‌های آب زیرزمینی، عوامل و ابزارهای مؤثر برای به‌کارگیری سیاست‌های دقیق به‌منظور کاهش حجم برداشت از سفره آب زیرزمینی است. هدف این تحقیق، علاوه بر بیان آخرین وضعیت سفره آب زیرزمینی دشت جیرفت، مقایسه متوسط هزینه سالانه پمپاژ آب در دو نوع تکنولوژی برداشت آب از چاه‌های با پمپ دیزلی و الکتروموتور در یک هکتار از محصولات زراعی و باغی دشت است.

## مواد و روش‌ها

حوضه دشت جیرفت، بخشی از حوضه غربی جازموریان است که در جنوب ایران و در استان کرمان قرار گرفته است. برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی آبخوان دشت ممنوعه جیرفت موجب افت سطح ایستابی این آبخوان شده است که این روند می‌تواند اقتصاد منطقه را که بر پایه کشاورزی استوار است، مورد تهدید جدی قرار دهد. چنانچه اقدام جدی و مؤثری در این زمینه صورت نگیرد، این دشت در آینده نه تنها با تشدید پیامدهای زیست‌محیطی، بلکه با مشکلات اقتصادی و اجتماعی نیز مواجه خواهد شد. هرچند دشت جیرفت از مستعدترین دشت‌های کشور برای فعالیتهای کشاورزی به‌شمار می‌رود؛ ولی مطالعات چندانی درباره وضعیت منابع آب زیرزمینی این دشت صورت نگرفته است. دشت جیرفت، بین طول‌های جغرافیایی ۱۵ ۵۷ و ۱۷ ۵۸ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۱۲ ۲۸ و ۱۳ ۲۹ شمالی و در جنوب شرق ایران قرار گرفته است. وسعت محدوده مطالعاتی جیرفت ۵۰۵۷ کیلومتر مربع است که از این میزان ۲۱۰۶

کشاورزی آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک بیشتر وابسته به استحصال آب‌های زیرزمینی است. برداشت بیش از حد در این مناطق در چند دهه اخیر منجر به کاهش قابل ملاحظه سطح ایستابی و افزایش هزینه‌های استحصال شده است. افت سطح آب‌های زیرزمینی، یکی از پیامدهای اصلی و تعیین‌کننده است که در اثر اضافه برداشت پدید می‌آید. پایین رفتن آب‌های زیرزمینی علاوه بر کاهش آب آبخوان، شور شدن تدریجی آب زیرزمینی و پیشروی جبهه آب شور به طرف آب شیرین، باعث فشرده شدن خاک و نفوذناپذیری در موقع بارندگی می‌شود. این پدیده، علاوه بر ناپایداری زمین و ساختمان‌های موجود در منطقه، موجب غیرقابل استفاده شدن آبخوان‌ها در بارندگی‌های بعدی می‌شود و برای همیشه منطقه را از بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی بی‌نصیب می‌سازد (حسینی میلانی، ۱۳۷۰). به لحاظ جغرافیایی استان کرمان در زمینه مسائل آب به‌ویژه آب کشاورزی وضعیت نگران‌کننده و بحرانی دارد. هم‌اکنون ۹۵ درصد آب مورد نیاز بخش کشاورزی استان از سفره‌های زیرزمینی تأمین می‌شود؛ در حالیکه این رقم در کل کشور ۵۵ درصد است (شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان، ۱۳۸۷). در خصوص وضعیت سفره آب زیرزمینی دشت جیرفت، شاهی‌دشت و عباس‌نژاد (۱۳۹۰) به ارزیابی آثار زیست‌محیطی تخلیه سفره آب زیرزمینی دشت جیرفت و پیش‌بینی شرایط در آینده پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که پمپاژ بیش از حد از سفره آب زیرزمینی، پیامدهای زیست‌محیطی فراوانی، همچون تغییر کیفیت آب زیرزمینی، افزایش مصرف انرژی استحصال آب زیرزمینی، افزایش آسیب‌پذیری دشت نسبت به خشکسالی، نشست زمین و ایجاد درز و شکاف در سطح زمین و ابنیه و ... را به دنبال داشته است. همچنین، پورسیدی و کشکولی (۱۳۹۱) تغییرات سطح ایستابی آبخوان دشت جیرفت را به کمک مدل رایانه‌ای شبیه‌سازی کردند. روش مورد استفاده در محاسبه هزینه متوسط پمپاژ آب در سال برای هر مترمکعب آب توسط الیس (۱۹۹۸) در برنامه مدیریت ذخیره‌سازی آب‌های زیرزمینی کشاورزی مورد استفاده قرار گرفت. راکوئل و همکاران (۲۰۰۷) برای مسئله تعارض چندهدفه برای منطقه‌ای منتخب در مکزیک از نظریه بازی‌ها استفاده کردند و برای محاسبه سود

زیادی یافته است؛ به طوری که تخلیه سالانه چاه‌های آرتزین به صفر تقلیل یافته است و امکان جداسازی آنها براساس نقشه‌های عمق و تراز آب زیرزمینی میسر نبوده و سفره یکپارچه در نظر گرفته می‌شود (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۸۷). بنابراین، در این مطالعه، دشت جیرفت همگن در نظر گرفته شده است و حجم نمونه متناسب با روش نمونه‌گیری تصادفی ساده به شرح زیر محاسبه می‌شود:

$$n = \frac{z^2 pq}{d^2 \left[ 1 + \frac{z^2 pq}{d^2} - 1 \right]} = 227 \quad (1)$$

که در این معادله:  $N$ ، حجم جامعه؛  $Z$ ، مقدار متغیر نرمال استاندارد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر ۱/۹۶ است؛  $P$ ، مقدار نسبت صفت موجود در جامعه است که اگر در اختیار نباشد می‌توان آن را ۰/۵ در نظر گرفت؛  $q$ ، درصد افرادی که فاقد آن صفت در جامعه هستند  $(q = 1 - p)$ ؛ و  $d$ ، میزان اشتباه مجاز است که در این تحقیق پنج درصد منظور شده است. جامعه آماری، عبارت است از: مجموعه کشاورزان صاحب چاه آب کشاورزی در محدوده مطالعاتی دشت جیرفت به تعداد ۶۰۷۱ چاه. دو نوع تکنولوژی برای استحصال آب از چاه در دشت مورد استفاده قرار می‌گیرد: الکتروپمپ برقی و موتورپمپ دیزلی، که مبنای نظری محاسبه هزینه پمپاژ آب در هر دو نوع تکنولوژی یکسان بوده و صرفاً واحد اندازه‌گیری انرژی است که متفاوت است. برای برآورد هزینه پمپاژ آب از معادله زیر استفاده شده است (الیس، ۱۹۹۸):

$$C_p = \left( \frac{ah}{E_p} \right) P_e + Cr_c \quad (2)$$

که در این معادله:  $C_p$ ، هزینه پمپاژ آب از چاه؛  $a$ ، انرژی لازم برای بالا آوردن یک مترمکعب آب به ارتفاع یک متر؛  $h$ ، ارتفاع چاه بر حسب متر؛  $E_p$ ، راندمان پمپ آب؛  $P_e$ ، قیمت انرژی؛ و  $Cr_c$ ، هزینه‌های تعمیر و نگهداری پمپ آب است.

جزء اول هزینه پمپاژ آب از چاه، تابعی از چهار عامل است. عامل اول، ارتفاع چاه است که با  $(h)$  بیان شده و بر حسب متر اندازه‌گیری می‌شود. عامل دوم، راندمان پمپ است و با  $(E_p)$  نشان داده شده است. منظور از راندمان نسبت توان استحصال آب از چاه به مقدار انرژی مصرف شده است. راندمان برای دو نوع تکنولوژی متفاوت با واحدهای متفاوت محاسبه شد. واحد اندازه‌گیری انرژی برای الکتروپمپ بر حسب کیلو وات ساعت و برای پمپ دیزلی

کیلومترمربع وسعت دشت جیرفت و ۳۹۴۴ کیلومترمربع وسعت ارتفاعات است. ارتفاع دشت از سطح دریا بین ۵۰۰-۸۰۰ متر متغیر است. شیب کلی این محدوده از سمت شمال به سمت جنوب و متوسط بارندگی سالانه آن ۱۷۰ میلی‌متر است. در دشت جیرفت چندین رودخانه دائمی و فصلی جریان دارند که مهم‌ترین آنها رودخانه هلیل‌رود است (شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان، ۱۳۹۳). نقشه موقعیت محدوده مطالعاتی دشت جیرفت و رودخانه‌های فصلی و دائمی در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- نقشه موقعیت محدوده مطالعاتی دشت جیرفت و رودخانه‌های فصلی و دائمی (شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان، ۱۳۹۴)

برای شناخت وضعیت سفره آب زیرزمینی دشت جیرفت از نتایج آماربرداری منابع آب در محدوده مطالعاتی دشت جیرفت که توسط شرکت آب منطقه‌ای استان کرمان در سال ۹۲-۱۳۹۱ انجام شده، استفاده گردید. این اطلاعات از شرکت مدیریت منابع آب ایران، شرکت آب منطقه‌ای استان کرمان و شرکت آب منطقه‌ای شهرستان جیرفت جمع‌آوری شده است. همچنین، برای مقایسه هزینه استحصال آب از چاه در دو نوع تکنولوژی برداشت آب با پمپ دیزلی و الکتروپمپ، آمار و ارقام مورد نیاز از اطلاعات پرسشنامه‌های تکمیل شده از بهره‌برداران چاه‌های آب کشاورزی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در محدوده مطالعاتی دشت جیرفت استفاده شد. به دلیل حفاری‌های بسیار زیاد و ناموزون چاه‌های بهره‌برداری در آبخوان‌های سطحی و عمقی، فشار آرتزین کاهش بسیار

است. سنگ کف این سیستم به احتمال قوی از کنگلومرای نئوژن سیمانته شده، تشکیل شده است که به سبب عملکرد گسل‌ها نظم توپوگرافیکی آن در هم ریخته است. ضخامت آبخوان از شمال به جنوب کاهش می‌یابد. در بخش میانی دشت، یک لایه ضخیم ناتراوا به ضخامت سه تا شش متر وجود دارد که موجب تشکیل آبخوان‌های نیمه تحت فشار، تحت فشار و آرتزین در بخش زیرین آن شده است. اما در شرایط حاضر به دلیل وجود حفاری‌های بسیار زیاد امکان جداسازی آنها براساس نقشه‌های عمق و تراز آب زیرزمینی در نواحی دشت میسر نیست (مهندسی مشاور یکم، ۱۳۸۷). خلاصه وضعیت منابع آب‌های زیرزمینی، میزان تخلیه و مصارف آب در دشت جیرفت براساس نتایج آماربرداری منابع آب در سال ۹۲-۱۳۹۱ به شرح جدول ۱ است.

در شکل ۲، موقعیت منابع آب زیرزمینی دشت جیرفت نشان داده شده است.

روند افزایش تعداد چاه‌ها و میزان تخلیه آب در محدوده دشت جیرفت طی سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۹۱ در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، با وجود ممنوعه‌بودن دشت جیرفت، روند افزایش تعداد چاه‌های حفرشده تا سال ۱۳۹۱ همچنان ادامه داشته است.

براساس اطلاعات میزان عمق چاه‌های مشاهده‌ای دشت جیرفت در دو مقطع زمانی ۱۳۸۱ و ۱۳۹۳، منحنی تغییرات نقشه عمق سطح آب زیرزمینی در شکل ۵ رسم شده است، که نشان می‌دهد عمق آب از حواشی دشت به سمت بخش میانی دشت و خروجی دشت به تدریج کاهش می‌یابد؛ به طوری که بیشترین افت سطح آب زیرزمینی در ناحیه جنوب کوه خرپشت با افت ۳۱/۸۲- متر و کمترین افت سطح آب زیرزمینی در ناحیه کوکویی به میزان ۱/۱۱- متر ایجاد شده است (شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان، ۱۳۹۴).

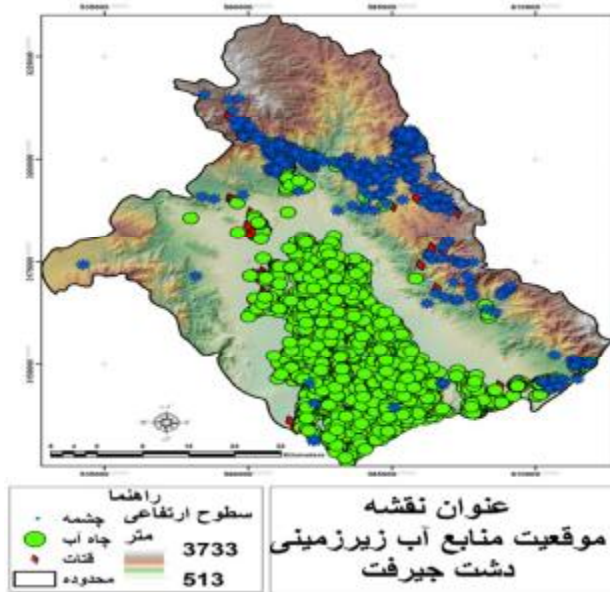
بر حسب لیتر منظور شده است. عامل سوم، مقدار انرژی لازم برای بالا آوردن یک مترمکعب آب به ارتفاع یک متر است که در معادله (۲) با  $(a)$  نشان داده شده است و برای پمپ برقی بر حسب کیلووات ساعت بر متر به توان چهار محاسبه می‌شود و عامل چهارم، میانگین قیمت سالانه انرژی  $(P_e)$  است که بر حسب ریال بر کیلووات ساعت محاسبه می‌شود. ذکر این نکته ضروری است که در ابتدا، اگر قیمت انرژی (برق یا گازوئیل) افزایش یابد، هزینه پمپاژ آب نیز افزایش می‌یابد؛ دوم اینکه، اگر ارتفاع چاه افزایش یابد، فشار بیشتری بر پمپ وارد شده و هزینه پمپاژ آب نیز افزایش می‌یابد؛ و سوم اینکه، اگر حجم بیشتری از آب را استحصال کنیم که ارتباط مستقیمی با ارتفاع چاه نیز دارد، هزینه استحصال آب افزایش می‌یابد. به طور کلی، این هزینه متغیر را می‌توان به صورت عبارت  $(H.P_e)$  تعریف کرد، که  $H$  مقدار انرژی مصرفی بر حسب کیلووات ساعت یا لیتر برای پمپ برقی و دیزلی است و چنانچه در قیمت انرژی ضرب شود، هزینه متغیر به دست می‌آید. هزینه‌های تعمیر و نگهداری پمپ آب، شامل هزینه‌های تعمیرات پمپ و نگهداری و هزینه‌های اداری و تمدید پروانه بهره‌برداری چاه است. در این تحقیق، از روش برآورد هزینه متوسط استفاده شده است؛ یعنی مؤلفه‌های مؤثر در برآورد هزینه متوسط پمپاژ آب شناسایی شد و اطلاعات کاملی از مقدار مصرف انرژی برق یا گازوئیل، هزینه پرداختی بابت انرژی، هزینه‌های پرداختی بابت تعمیر و نگهداری پمپ، ارتفاع چاه، تعداد روزهای بهره‌برداری از چاه در طول سال، تعداد ساعت‌های استفاده از چاه در طول روز و دبی چاه از بهره‌برداران چاه‌های آب کشاورزی جمع‌آوری شد.

## نتایج و بحث

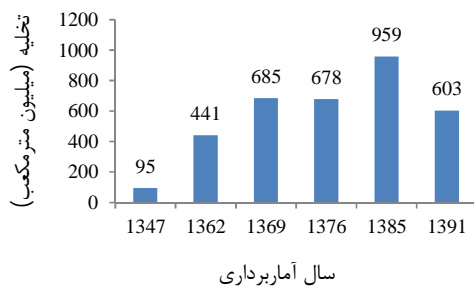
مطالعات هیدروژئولوژی نشان می‌دهد آبخوان دشت جیرفت سیستمی متشکل از لایه‌های آبدار، تراوا و ناتراوا است که درون یک گودافتادگی ناودیسی به وجود آمده

جدول ۱- خلاصه وضعیت منابع آب زیرزمینی دشت و درصد مصرف آب در بخش‌های مختلف (سال ۱۳۹۲)

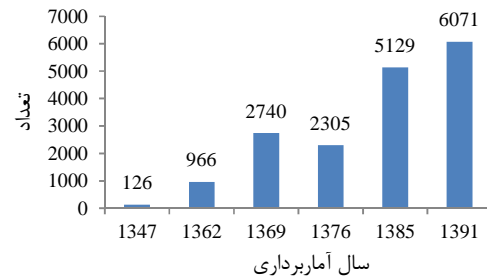
منابع آب زیرزمینی	قنات	چشمه	چاه نیمه‌عمیق	چاه عمیق	کل	مصارف آب زیرزمینی		
						کشاورزی	صنعت	شرب
تعداد	۲۱۹	۴۸۸	۴۱۳۲	۱۹۳۹		۲۱/۴۷	۲/۸۷	۶۲۴/۱۷
میزان تخلیه (میلیون مترمکعب)	۲۲/۶	۲۲	۱۷۹/۴	۴۲۲/۳	۶۴۸/۵	۳/۳۱	۰/۴	۹۶/۲۹



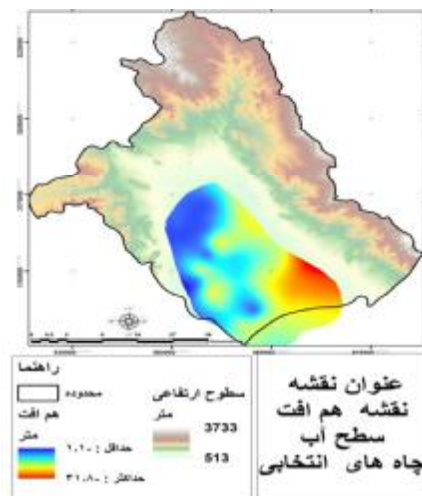
شکل ۲- موقعیت منابع آب زیرزمینی دشت جیرفت (شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان، ۱۳۹۴، یافته‌های تحقیق)



شکل ۴- میزان تخلیه چاه‌های دشت جیرفت در سال‌های ۴۷ تا ۱۳۹۱ (شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان، ۱۳۹۴)



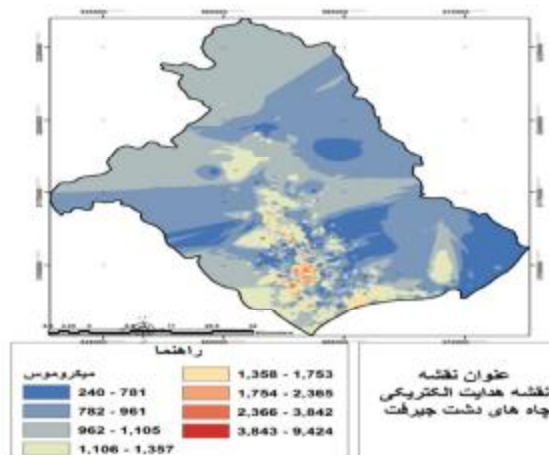
شکل ۳- تعداد چاه‌های دشت جیرفت در سال‌های ۴۷ تا ۱۳۹۱ (شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان، ۱۳۹۴)



شکل ۵- نقشه افت سطح آب زیرزمینی دشت جیرفت از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۳ (شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان، ۱۳۹۴)

پیوستگی این نقاط به دلیل تمرکز زیاد چاه‌های بهره‌بردار در این ناحیه از دشت، می‌تواند شروع یک فاجعه برای دشت جیرفت باشد. هزینه پمپاژ آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه به شرحی که توضیح داده شد، محاسبه شد. بدین منظور از اطلاعات پرسشنامه، شامل هزینه تولید محصولات زراعی در سال ۹۵-۱۳۹۴ و اطلاعات کاملی از نحوه بهره‌برداری از چاه‌های آب، مقدار مصرف انرژی، هزینه انرژی و هزینه تعمیر و نگهداری پمپ استفاده شد. از ۲۲۷ نمونه تکمیل شده از بهره‌برداران چاه‌های آب کشاورزی، تعداد ۲۰۲ بهره‌بردار از تکنولوژی الکتروپمپ و تعداد ۲۵ بهره‌بردار از پمپ‌های دیزلی برای برداشت و پمپاژ آب از چاه استفاده می‌کنند. نتایج اطلاعات توصیفی چاه‌های آب کشاورزی در جدول ۲ ارائه شده است.

به‌طور کلی، هدایت الکتریکی که معیار سنجش شوری در آبخوان دشت است، بر پایه نتایج تحلیل شیمیایی نمونه‌های آب چاه‌های مشاهده‌ای در تابستان ۹۳ توسط شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان تهیه شده است، که نشان می‌دهد حداقل هدایت الکتریکی آب چاه‌های مشاهده‌ای ۳۸۰ میکروموس بر سانتی‌متر و حداکثر آن برابر ۳۲۷۰ میکروموس بر سانتی‌متر است و متوسط هدایت الکتریکی چاه‌های مشاهده‌ای دشت برابر ۱۰۲۴ میکروموس بر سانتی‌متر است. در این مطالعه، نقشه هدایت الکتریکی کل چاه‌های دشت جیرفت براساس نتایج آماربرداری منابع آب سال ۹۲-۱۳۹۱ در محدوده مطالعاتی دشت جیرفت نیز رسم شد که در شکل ۶ نشان داده شده است. نکته قابل تأمل در این شکل، وجود تعداد هفت عدد چاه با EC بیشتر از ۷۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر است و



شکل ۶- نقشه هدایت الکتریکی چاه‌های دشت جیرفت (یافته‌های تحقیق)

جدول ۲- مقایسه وضعیت برداشت آب از چاه در دو نوع تکنولوژی استحصال آب زیرزمینی

نوع پمپ	متوسط عمق (متر)	دبی (لیتر بر ثانیه)	طول دوره استفاده (روز)	متوسط حجم تخلیه سالانه هر چاه (مترمکعب)	متوسط افت سالانه سطح آب (متر)	هزینه انرژی (ریال)
الکتروموتور	۱۰۱	۲۵	۳۴۷	۵۳۰۹۱۰	۱/۰۸	۱۴۰
دیزل	۵۵	۱۵	۲۸۵	۲۳۰۸۵	۰/۸	۳۰۰

یافته‌های تحقیق

است. همان‌گونه که در این جدول ملاحظه می‌شود، به‌طور متوسط، عمق چاه‌های برقی و دیزلی به ترتیب ۱۰۱ و ۵۵ متر و متوسط دبی آنها ۲۵ و ۱۵ لیتر بر ثانیه است و مشاهده می‌شود پمپ برقی در مقایسه با پمپ دیزلی منجر به تخلیه بیشتر آب و افزایش بیشتر افت سالانه

حجم تخلیه سالانه چاه از حاصل ضرب تعداد روزهای بهره‌برداری از چاه در طول سال در تعداد ساعت‌های استفاده در طول روز در دبی چاه و با رعایت ضریب تبدیل واحدها برحسب مترمکعب محاسبه شده است و میانگین حجم برداشت در دو نوع تکنولوژی در جدول لحاظ شده

تجهیز چاه‌ها با توجه به گذشت زمان طولانی از زمان راه‌اندازی چاه‌ها یکسان فرض شده است و صرفاً مقایسه متوسط هزینه سالانه استحصال آب از چاه در دو نوع تکنولوژی برداشت صورت گرفته است؛ بنابراین، ارزش زمانی پول و تورم برای هر دو نوع پمپ یکسان در نظر گرفته شده و در محاسبات لحاظ نشده است.

سطح آب زیرزمینی دشت شده است؛ حال آنکه هزینه انرژی و میزان بهای پرداختی بابت بهره‌برداری بیشتر از منابع آب زیرزمینی در این حالت به مراتب پایین‌تر از چاه‌های با موتور دیزلی است. نتایج برآورد هزینه استحصال آب چاه‌های دیزلی و برقی نیز در جدول ۳ ارائه شده است. قابل ذکر است متوسط عمر چاه‌های مورد بررسی ۴۲ سال بوده و هزینه‌های اولیه حفر، لوله‌گذاری و

جدول ۳- مقایسه هزینه استحصال آب در چاه‌های دیزلی و برقی (ریال)

نوع پمپ	متوسط هزینه پمپاژ یک مترمکعب آب به ارتفاع یک متر	متوسط هزینه تعمیر و نگهداری موتور پمپ به ازای یک مترمکعب آب	متوسط هزینه پمپاژ و تعمیر و نگهداری	درصد کاهش هزینه
دیزل	۱۸۹	۱۷۶	۳۶۵	
الکتروموتور	۳۵	۱۳۴	۱۶۹	۵۵%

یافته‌های تحقیق

و نگهداری پمپ برای بهره‌برداران کشاورزی شده و در نتیجه هزینه تولید محصولات تولیدی کشاورز را کاهش داده است؛ اما با توجه به روند افزایشی افت سطح آب زیرزمینی در همین سال‌ها می‌توان استنباط کرد که به کار نگرفتن مجموعه‌ای از سیاست‌های اجرایی، قیمتی، تعرفه‌ای و تشویقی برای کنترل حجم برداشت از منابع آب‌های زیرزمینی از سوی دولت، منجر به افزایش فشار بر منابع آب‌های زیرزمینی و تخلیه بیشتر دشت شده است. جدول ۴، هزینه سالانه پمپاژ آب در دو نوع تکنولوژی استحصال آب را برای یک هکتار گندم و پرتقال نشان می‌دهد.

متوسط هزینه تعمیر و نگهداری پمپ به ازای یک مترمکعب آب از تقسیم میانگین هزینه‌های جاری پرداختی بهره‌برداران در یک سال زراعی بابت تعمیر و نگهداری پمپ و تمدید پروانه چاه بر متوسط حجم استحصال آب از چاه در طول سال در دو نوع تکنولوژی مورد استفاده به دست آمده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، متوسط هزینه استحصال آب توسط الکتروپمپ نسبت به پمپ دیزل حدوداً ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. سیاست اصولی تبدیل نوع پمپ از دیزل به الکتروپمپ که در سنوات اخیر مورد حمایت دولت بوده و تسهیلات یارانه‌ای هم برای آن مدنظر قرار گرفته است، اگرچه منجر به صرفه‌جویی پنجاه درصدی در هزینه‌های پمپاژ و تعمیر

جدول ۴- هزینه سالانه استحصال آب در پمپ‌های برقی و دیزلی برای محصولات زراعی و باغی عمده منطقه

نوع محصول	آب مصرفی (مترمکعب)	نوع پمپ	هزینه پمپاژ (۱ مترمکعب / ریال)	هزینه پمپاژ و تعمیر و نگهداری (هکتار/ریال)
گندم	۷۷۸۴	الکتروپمپ	۱۶۹	۱۳۱۵۴۹۰
		دیزل	۳۶۵	۲۸۴۱۱۶۰
پرتقال	۱۹۴۶۹	الکتروپمپ	۱۶۹	۳۲۹۰۲۶۰
		دیزل	۳۶۵	۷۱۰۶۱۸۰

یافته‌های پژوهش

مشاهده می‌شود، این تغییر در نوع تکنولوژی از موتور پمپ دیزلی به الکتروپمپ منجر به صرفه‌جویی در هزینه استحصال آب مصرفی در کشت یک هکتار محصول گندم به میزان ۱۵۲۵۶۷۰ ریال شده است و در خصوص

همان‌طور که ذکر شد، هزینه استحصال آب از حاصل‌ضرب «هزینه پمپاژ و تعمیر و نگهداری پمپ به‌ازای استحصال یک مترمکعب آب» در «میزان آب مصرفی یک هکتار محصول» به دست آمده است. همان‌طور که در جدول ۴

محصول پرتقال با توجه به میزان آب مصرفی بیشتر در هکتار، میزان صرفه‌جویی در هزینه استحصال آب بیشتر شده و معادل ۳۸۱۵۹۲۰ ریال است.

### نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد متوسط هزینه پمپاژ یک مترمکعب آب در دو نوع تکنولوژی برداشت آب از چاه با پمپ دیزلی و الکتریکی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در دشت جیرفت به ترتیب ۱۶۹ و ۳۶۵ ریال است. این اختلاف هزینه منجر به کاهش هزینه‌ای به ترتیب معادل ۱۵۲۵۶۷۰ و ۳۸۱۵۹۲۰ ریال در هزینه جاری آب مصرفی یک هکتار گندم و پرتقال در سال می‌گردد. همچنین، متوسط حجم برداشت آب در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در چاه‌های با تکنولوژی الکتریکی ۵۳۰۰۰۰ مترمکعب و در چاه‌های دارای پمپ دیزلی حدود ۲۳۰۰۰۰ مترمکعب است. بنابراین، منافع برقی کردن چاه‌های آب کشاورزی به دلیل کاهش هزینه استحصال آب و در نتیجه کاهش هزینه تولید محصولات در درازمدت و همچنین افزایش میانگین حجم برداشت آب در این چاه‌ها در مقایسه با چاه‌های با پمپ دیزلی مشهود است. بنابراین، به منظور جلوگیری از تداوم روند تخلیه ذخایر استراتژیک و کمک به تعادل‌بخشی سفره آب زیرزمینی دشت به‌کارگیری سیاست‌های اجرایی برای کنترل حجم برداشت آب همچون، کاهش دبی پروانه بهره‌برداری و نصب کنتور حجمی روی چاه‌های آب کشاورزی هنگام درخواست برقی کردن چاه‌های آب پیشنهاد می‌شود. همچنین، با توجه به تفاوت نتایج شوری آب چاه‌های مشاهده‌ای دشت و نتایج حاصل از این مقاله، که به بررسی هدایت الکتریکی کل چاه‌های موجود در دشت براساس نتایج آماربرداری سال ۱۳۹۱ حوزه مطالعاتی دشت جیرفت پرداخته است، انجام تحقیق دقیق درباره کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی دشت پیشنهاد می‌شود.

### سیاس‌گذاری

از کارشناسان محترم دفتر مطالعات پایه شرکت منابع آب ایران، شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان کرمان و شرکت سهامی آب منطقه‌ای شهرستان جیرفت و کلیه کشاورزان و بهره‌برداران محترم چاه‌های آب کشاورزی که با تکمیل

پرسشنامه در انجام این پژوهش همکاری داشته‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

### منابع

۱. پورسیدی ع و کشکولی ح. ع. ۱۳۹۱. مطالعه وضعیت آب‌های زیرزمینی دشت جیرفت به کمک مدل PMWIN. علوم و مهندسی آبیاری. ۳۵(۲): ۵۱-۶۳.
۲. حسینی میلانی م. ۱۳۷۳. اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی و اثرات آن. دومین همایش آب استان خراسان، بهره‌وری از منابع آب و توسعه پایدار، مشهد.
۳. شاهی‌دشت ع. و عباس‌نژاد ا. ۱۳۹۰. ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تخلیه سفره آب زیرزمینی دشت جیرفت و پیش‌بینی شرایط در آینده. انجمن علوم و مهندسی آب. ۷(۱): ۷۷-۸۱.
۴. شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان. ۱۳۸۷. معاونت مطالعات پایه منابع آب، سیمای آب استان. ۳۱۵ ص.
۵. شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان. ۱۳۹۳. دفتر مطالعات پایه منابع آب، گزارش ادامه مطالعات آب زیرزمینی محدوده جیرفت سال آبی ۹۳-۹۲. ۸۰ ص.
۶. شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان. ۱۳۹۴. دفتر مطالعات پایه منابع آب، گزارش تمدید ممنوعیت منابع آب زیرزمینی حوزه مطالعاتی دشت جیرفت. ۱۰۳ ص.
۷. صبحی م. و مجرد ع. ۱۳۸۹. کاربرد نظریه بازی در مدیریت منابع آب زیرزمینی حوزه آبریز اترک. اقتصاد و توسعه کشاورزی. ۲۴(۱): ۱-۱۲.
۸. مهندسین مشاور یکم. ۱۳۸۷. طرح مطالعاتی زیست‌محیطی منابع و مصارف حوزه غرب جازموریان با رویکردی سیستمی و جامع‌نگر، مطالعات آب زیرزمینی، جلد ۳-۵: مطالعات آب زیرزمینی هلیل‌میانی. ۸۹-۱۱۷.
۹. نجفی علمدارلو ح. احمدیان م. و خلیلیان ص. ۱۳۹۲. ارزیابی اقتصادی سیاست گذاری آب زیرزمینی در دشت ورامین. تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۵(۳): ۱۳۷-۱۵۴.



10. Ellise E. M. 1998. Agricultural groundwater conservation program in the phoenix active management area. M.S. Thesis, University of Arizona, Tucson, AZ. 106 p.
11. Raquel S. Szidarovszky F. Coppola E. and Rojano A. 2007. Application of game theory for a groundwater conflict in Mexico. *Journal of Environmental Management*. 84: 560-571.

