نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۷، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۹، ص. ۸۲-۶۷

Water Management in Agriculture
Vol. 7, No. 2, Autumn and Winter 2021, 67-82

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی کارایی فنی و اقتصادی هوشمند سازی چاه‌های کشاورزی در شهرستان‌های قروه و دهگلان از استان کردستان

مریم امینی[۱*]، سعید یزدانی[۲] و حامد رفیعی[۳]

چکیده

ازآنجاکه یکی از عوامل اصلی و محدودکننده‌ی توسعه کشاورزی نهاده آب می‌باشد، شناسایی شیوه‌های مدیریت منابع آب و تدوین سیاست‌های صحیح در این بخش امری اجتناب‌ناپذیر است. مطالعه‌ی حاضر به بررسی اقتصادی هوشمند سازی چاه‌های کشاورزی و نقش آن در صرفه‌جویی مصرف آب در شهرستان‌های دهگلان و قروه واقع در استان کردستان پرداخته است. داده‌های موردنیاز مربوط به سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ بوده و از طریق مصاحبه و تکمیل پرسشنامه جمع‌آوری شده است. با توجه به اهداف پژوهش، شاخص‌های کارایی فنی، تخصیصی، اقتصادی و بهره‌وری کلی و جزئی عوامل تولید کشاورزان موردبررسی قرارگرفته است. نتایج تحقیق نشان داد که تنها ۲۳/۸ و ۱۱/۴ درصد به ترتیب گروه هوشمند و غیرهوشمند از کارایی فنی واحد، ۳/۱ و ۲/۹ درصد به ترتیب از گروه هوشمند و غیرهوشمند کارایی تخصیصی و اقتصادی واحد دارند. به‌عبارت‌دیگر نتایج مطالعه نشان داد که بیشتر کشاورزان در مقیاس نامناسب تولیدی خود قرار دادند. نتایج نشان داد که به‌طور متوسط بین بهره‌وری کلی اختلاف معناداری در گروه هوشمند و غیرهوشمند وجود ندارد. با توجه به نتایج تحقیق پیشنهاد می‌شود چنانچه هوشمند سازی با اهداف صرفه‌جویی منابع آبی مورد تأکید باشد، لازم است تأثیر آن در بهره‌وری نهاده‌های تولید و کاهش سایر هزینه‌ها به‌غیراز نهاده آب و یا درفروش محصول (اولویت خرید تضمینی از این محصولات) دیده شود و یا اینکه با واقعی سازی قیمت آب از کشاورزان خارج از هوشمند سازی مالیات بر مازاد استفاده از منابع آبی اخذ شود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، میزان مصرف آب در هکتار برای کشاورزان دارای چاه‌های هوشمند نسبت به کشاورزانی که چاه‌های آن‌ها هوشمند نیستند ۱۲/۴۸ درصد کاهش‌یافته است؛ اما در بلندمدت با توجه به عدم وجود منافع اقتصادی و حتی وجود زیان اقتصادی در هوشمند سازی کشاورزی، این میزان صرفه‌جویی در منابع آبی به دلیل مخاطرات اخلاقی پیشرو نمی‌تواند تضمین شود.

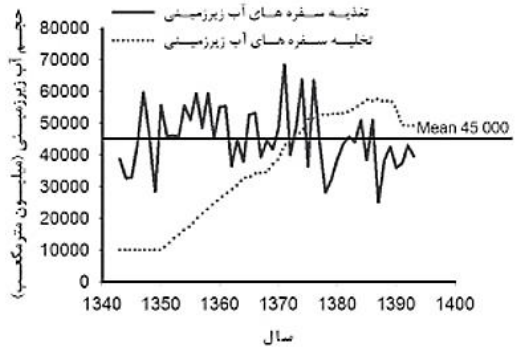
واژه‌های کلیدی: بهره‌وری کل عوامل تولید، قروه-دهگلان، کارایی، گندم، هوشمند سازی چاه

مقدمه

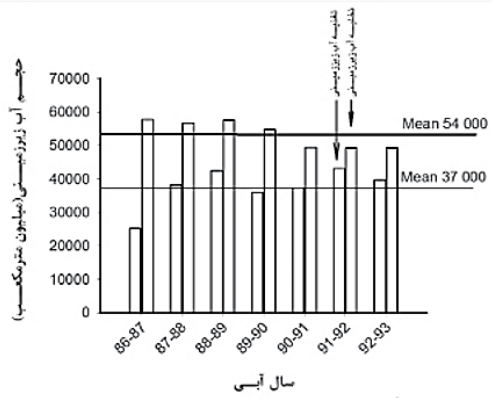
کشاورزی یکی از ارکان اساسی و زیر بنایی اقتصاد کشور است که علاوه بر تأمین نیازهای غذایی، موجب کسب درآمد و ایجاد اشتغال برای بخش عمده‌ای از نیروی کار جامعه می‌شود (شعربافیان، ۱۳۹۱). آب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع زیستی در توسعه کشاورزی نقش بسیار مهمی دارد. کشاورزی در سرزمین خشک ایران، بیش از هر چیز وابسته به میزان بارندگی و استفاده از روش‌های درست آبیاری است. با توجه به وضعیت آب در سال‌های گذشته، تغییر رویکرد مدیران بخش کشاورزی به مسئله استفاده از آب می‌تواند از بروز مشکلاتی چون به خطر افتادن امنیت غذایی کشور، خشک و شور شدن منابع آب زیرزمینی، کسری تراز بازرگانی بخش کشاورزی و تغییر شاخص‌های امنیتی و اقتصادی جلوگیری کند.

[۱] دانشجوی دکترا، گروه اقتصاد کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
(*نویسنده مسئول: Email: amini.maryam@ut.ac.ir)
[۲] استاد گروه اقتصاد کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
[۳] استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۸
DOR: 20.1001.1.24764531.1399.7.2.5.4

حدود ۹۰ درصد تولیدات بخش کشاورزی در کشور از کشت‌های آبی حاصل می‌شود (جلیل پیران، ۱۳۹۱). با توجه به اینکه منابع تجدیدشونده آب در جهان ثابت است، این مسئله باعث شده تا تأمین آب به یکی از اساسی‌ترین مشکلات برای بشر تبدیل شود و کمبود آن با گذر زمان بیش‌ازپیش احساس گردد (میرزایی و احمدپور، ۱۳۹۵). منابع تأمین‌کننده نیاز آبی در بخش کشاورزی به دو دسته منابع آب سطحی و زیرزمینی تقسیم می‌شوند. با توجه به نوسانات موجود در منابع آب سطحی، این منابع علی‌رغم حجم بالا نمی‌توانند منبع مطمئنی برای تأمین آب موردنیاز محصولات در بخش کشاورزی به شمار روند. به همین دلیل، ذخایر آب زیرزمینی در تأمین منابع آب کشاورزی از دو جنبه‌ی افزایش عرضه منابع آب و تثبیت عرضه آب حائز اهمیت می‌باشند (مظفری، ۱۳۹۴). آب زیرزمینی، مهم‌ترین منبع تأمین آب مصرفی خانگی و شرب در اغلب مناطق جهان به شمار می‌رود به همین دلیل پایش مداوم تراز آب زیرزمینی در مدیریت آن نقش بسزایی خواهد داشت (بابایی حصار و همکاران، ۱۳۹۶). حجم تغذیه سفره‌های زیرزمینی درواقع برابر حجم آب نفوذ یافته از بسترها و پهنه‌های مختلف در سطح کشور است. برای دوره پنجاه‌ساله (۱۳۹۳-۱۳۴۰)، بیشترین، میانگین و کمترین حجم تغذیه سفره‌های زیرزمینی به ترتیب برابر ۶۸ و ۱۰± ۴۵ و ۲۵ میلیارد مترمکعب بوده است. بیشترین، میانگین و کمترین حجم تخلیه سفره‌های زیرزمینی به ترتیب برابر ۵۷ و ۱۷±۳۵ و ۱۰ میلیارد مترمکعب بوده است. در سال آبی ۹۳-۱۳۹۲ میزان تغذیه و تخلیه از سفره‌های زیرزمینی به ترتیب برابر ۳۹/۶ و ۴۹/۳ میلیارد مترمکعب بوده است. به‌عبارت‌دیگر حدود ۱۰ میلیارد مترمکعب از منابع آب زیرزمینی برای مصرف در بخش کشاورزی اضافه برداشت صورت گرفته است. بیلان آب زیرزمینی در هفت سال گذشته حدود ۱۱۳ میلیارد مترمکعب منفی بوده است؛ بنابراین لازم است برنامه‌ریزی مناسب برای تثبیت بیلان آب و یا جبران کسری مخازن آب زیرزمینی با راهکارهای مناسب کارشناسی و مهندسی صورت گیرد (عباسی و همکاران، ۱۳۹۴).



شکل ۱- حجم تغذیه و تخلیه آب زیرزمینی برای دوره پنجاه‌ساله در سطح کشور



شکل ۲- حجم تغذیه و تخلیه آب زیرزمینی برای دوره هفت‌ساله در سطح کشور

امروزه مدیریت منابع آب کشاورزی در دو بخش اعمال می‌شود، بخش اول شامل مدیریت عرضه آب و بخش دوم شامل مدیریت تقاضای آب است. محدودیت منابع آب و فشار زیاد بر ذخایر آبی موجب شده است تا توجه زیادی به مدیریت کارآمد و بهینه منابع آبی در بخش تقاضا شود. مدیریت عرضه، عملیاتی نظیر مهار آب‌های سطحی، انتقال آب از طریق کانال، استفاده از آب‌های زیرزمینی در آبیاری و استفاده تلفیقی از آب کانال‌ها را شامل می‌شود. مدیریت تقاضا مواردی مانند اصلاح الگوی مصرف در بخش‌های مختلف مصرفی، تغییرات نهادی، اصلاحات سازمانی و مشارکت مصرف‌کنندگان در امر مدیریت منابع آب را شامل می‌شود. چالش‌های مرتبط با منابع آب در کشور در بخش عرضه آب می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- افت بارندگی در مقایسه با روند بلندمدت
- بررسی افت حجم جریان‌های سطحی آب در کشور
- بهره‌برداری بی‌رویه و افت منابع آب‌های زیرزمینی
- نبود مدیریت کارآمد چاه‌های کشور
- وضعیت دشت‌های کشور به‌عنوان شاخص بحران آب
- توزیع نامتقارن منطقه‌ای منابع آب و بارندگی در کشور
- مهار آب‌های سطحی از طریق ایجاد سد
- پدیده‌های طبیعی خشک‌سالی
- انتشار پساب‌های صنعتی، کشاورزی و شهر

چالش‌های مرتبط با تقاضای آب در بخش کشاورزی

- بهره‌وری پایین آب در بخش کشاورزی
- ساختار نظام مالکیت در بخش کشاورزی و تأثیر آن بر بهره‌وری آب
- سطح سواد پایین بهره‌برداران و تأثیر آن بر بهره‌وری آب
- قیمت یارانه‌ای آب در بخش کشاورزی
- رشد جمعیت و افزایش تقاضا برای منابع آب کشور
- نبود شناخت کافی اهمیت استفاده از تجارت آب مجازی در مدیریت منابع آب کشور (محمد جانی و یزدانیان، ۱۳۹۳).

ازجمله اقداماتی که در راستای تعادل بخشی سفره‌های آب زیرزمینی صورت گرفته و باید با جدیت بیشتری دنبال شود نصب وسایل اندازه‌گیری و تحویل حجمی آب برای بهره‌برداران منابع آب زیرزمینی است. اهمیت نصب وسایل اندازه‌گیری بر روی چاه‌های کشاورزی و تهیه آمار و اطلاعات مصارف آبی و ارائه به‌موقع آن، لازمه برنامه‌ریزی و مدیریت درست در خصوص منابع آب است. سهمیه‌بندی آب از طریق استفاده از کنتور هوشمند آب و برق به‌منظور جمع‌آوری و ارسال اطلاعات برداشت آب از چاه‌های برقی، می‌تواند کمک مؤثری در تحقق اهداف و مدیریت منابع آب در کوتاه‌مدت و بلندمدت نماید (وزارت نیرو، ۱۳۹۴). با توجه به مفاد بند (ب) ماده ۱۷ قانون برنامه چهارم توسعه مبنی بر الزام وزارت نیرو به جبران کسری ۲۵ درصدی مخزن آب‌های زیرزمینی در دشت‌های ممنوعه و بحرانی کشور کنتورهای مذکور بر روی چاه‌های برقی واقع در مناطق ممنوعه استان‌ها نصب‌شده است (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۵). در اکثر استان‌های کشور ازجمله: زنجان، کرمانشاه، قزوین، کردستان، خراسان رضوی و ... این طرح اجرا شده است؛ بنابراین، در تحقیق حاضر تأثیر اجرای هوشمند سازی چاه‌های کشاورزی بر منابع آبی در دو گروه گندم کارانی که دارای چاه‌های هوشمند هستند در مقایسه با گندم کارانی که چاه‌های غیرهوشمند دارند بررسی شد. برای این منظور منطقه دشتی و فلات گونه قروه و دهگلان واقع در استان کردستان که به نام دشت قروه—دهگلان معروف است، به‌عنوان منطقه موردمطالعه انتخاب شد. استان کردستان یکی از قطب‌های تولیدکننده گندم در کشور است، استان کردستان با دارا بودن ۱۰/۲۵ درصد از کل سطح برداشت گندم، بیشترین سطح را در کشور به خود اختصاص داده است. سطح زیر کشت گندم در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۷ با ۵۰۳۳۰۵ هکتار رتبه چهارم و از لحاظ تولید در این سال (۹۵۸۰۰۹ تن) رتبه سوم را در کشور به خود اختصاص داده است، محصول منتخب در این تحقیق گندم است (سالنامه آماری استان کردستان، ۱۳۹۷). در ادامه به گزیده‌ای از تحقیقات انجام‌گرفته در داخل و خارج از کشور مرتبط با موضوع این تحقیق اشاره شده است. یزدانی (۱۳۹۲) به بررسی تأثیر استفاده از کنتورهای هوشمند آب و برق بر بهبود هیدروگراف سطح آب زیرزمینی در دشت اسفراین پرداخت. نتایج نشان داد که مهم‌ترین عامل مؤثر در بهبود هیدروگراف دشت اسفراین کنترل برداشت‌های بیش از حد مجاز چاه‌های دارای پروانه توسط کنتورهای هوشمند آب و برق شناسایی گردید. بابایی و همکاران (۱۳۹۳)، کارایی آب مصرفی محصولات عمده کشاورزی و مزارع شهرستان زابل را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، بررسی کردند. نتایج نشان داد میانگین کارایی مزارع در شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب ۷۷ و ۹۸ درصد بوده است. میانگین کارایی مقیاس ۷۸ درصد بوده که دارای عدم کارایی مقیاس می‌باشد. میانگین کارایی آب آبیاری نیز در شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب ۵۲

و ۸۶ درصد بوده است. میرزایی و احمدپور (۱۳۹۵) به بررسی تحلیل اقتصادی اثرات سهمیه‌بندی آب آبیاری بر الگوی کشت و سود ناخالص زارعین شهرستان آمل با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی پرداختند. آن‌ها با استفاده از داده‌های سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ نشان دادند که اعمال سیاست سهمیه‌بندی آب آبیاری منجر به کاهش سطح زیر کشت اغلب محصولات منتخب زراعی در مناطق با کشاورزی آبی شهرستان آمل می‌شود و پیشنهاد کردند به‌منظور تأمین علوفه دام‌ها و احشام دامداری‌ها و واحدهای پرورش دام این منطقه سطح زیر کشت ذرت علوفه‌ای جایگزین شبدر شده و تا حد امکان از توسعه سطح زیر کشت محصول شبدر در مناطق با کشاورزی آبی شهرستان آمل، به‌خصوص منطقه اسکو محله خودداری شود.

کریمی (۱۳۹۶) به بررسی تأثیر سیاست سهمیه‌بندی آب (هوشمند سازی چاه) کشاورزی در مدیریت منابع آب زیرزمینی با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت در دشت قروه-دهگلان پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که اگرچه اعمال این سیاست موجب صرفه‌جویی در آب در دسترس شده ولی موجب کاهش بازده برنامه‌ای و درعین‌حال افزایش بهره‌وری آب شده است. همچنین آن‌ها توصیه‌های از قبیل مجهز نمودن مزارع به سیستم‌های آبیاری با کارایی بالا و قیمت‌گذاری واقعی آب با توجه به ارزش اقتصادی آب آبیاری را پیشنهاد کردند.

مردیان و همکاران (۱۳۹۶) اولویت‌بندی دشت‌های استان مرکزی برای نصب کنتور هوشمند با هدف مدیریت اضافه برداشت منابع آب زیرزمینی را موردمطالعه قرارداد. نتایج نشان داد بیشترین وزن متعلق به‌اضافه برداشت چاه‌های مجاز و برابر با ۰/۳۷۵ است و پس‌ازآن کسری مخزن سالانه با وزن ۰/۳۲۰ قرار دارد. طبق نتایج آن‌ها دشت‌های ساوه، کمیجان و نوبران در اولویت اول برای نصب کنتور هوشمند قرار دارند. الهی و همکاران (۱۳۹۷) تأثیر قیمت و سهمیه‌بندی آب در راستای مدیریت منابع آب زیرزمینی دشت کبودرآهنگ با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی و رهیافت حداکثر آنتروپی را موردبررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که اعمال سناریوهای افزایش قیمت، سهمیه‌بندی آب زیرزمینی و سناریوهای سهمیه‌بندی توأم با افزایش قیمت در سطوح ۱۰٪، ۲۰٪ و ۳۰٪ موجب کاهش سطح زیر کشت، کاهش سود ناخالص کشاورزان و کاهش آب مصرفی می‌شود. همچنین نتایج تحقیق نشان داد که سناریوی افزایش قیمت آب زیرزمینی چندان تأثیرگذار نیست و تنها هزینه کشاورزان را افزایش می‌دهد، اما سیاست سهمیه‌بندی به‌عنوان یک سیاست مؤثر توصیه می‌شود. قباد پور و همکاران (۱۳۹۷) به مطالعه رضایت-مندی کشاورزان از نصب کنتور هوشمند بر روی چاه‌های آب زیرزمینی در دهستان ماهیدشت استان کرمانشاه با استفاده از روش پیمایش پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که نگرش کشاورز نسبت به حفاظت آب، درک ارزش حفاظت از آب از دید کشاورز، عادلانه بودن نصب کنتور، مفید بودن کنتور، درآمد، تصور کشاورز از تأثیرش در حفاظت آب، دسترسی به منابع موردنیاز جهت حفاظت آب، تحصیلات و آموزش پس از نصب کنتور به ترتیب اهمیت تأثیر مثبت و معنی‌داری بر رضایت‌مندی کشاورزان از نصب کنتور دارد. شی و همکاران به بررسی سیاست‌های قیمت‌گذاری و سهمیه‌بندی به‌عنوان راه‌حلی برای رفع کمبود آب در مناطق اوازاری چین در حوضه رودخانه‌ی حیقه پرداختند. در این تحقیق از یک مدل زیست-اقتصادی (BEM) برای تعیین قیمت سایه‌ای آب استفاده کرده‌اند. نتایج تحقیق نشان داد که قیمت آب پایین‌تر از قیمت سایه‌ای آب است. بر این اساس واکنش کشاورزان به تغییرات قیمت آب نامحسوس است؛ بنابراین، جهت کاهش تقاضای آب بایستی قیمت آب را به میزان قابل‌توجهی افزایش داد. در مقابل کنترل کمی آب در کاهش مصرف آب مؤثرتر است چون تأثیرات افزایش قیمت تنها یک هزینه برای مزرعه می‌باشد. لذا کنترل کمی یا سهمیه‌بندی راهکار مناسب‌تر و کاهش سود مزرعه را به حداقل می‌رساند (Shi et al., 2014). آیدام در مطالعه‌ای تأثیر سیاست قیمت‌گذاری آب بر روی تقاضای منابع آبی توسط کشاورزان را در گانا موردبررسی قرار داده است. در این مطالعه برای بررسی سیاست قیمت‌گذاری از روش مدل برنامه‌ریزی به نام MATA (ابزار تحلیل چندگانه برای بخش

کشاورزی) استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد کـه افـزایش قیمت آب به‌طور قابل‌توجهی بر روی تقاضای کشـاورزان بـرای منابع آبی تأثیر منفی دارد. همچنین اگر قیمت آب بالا باشد، بـر روی الگـوی کشـت، درآمـد و اشـتغال تـأثیر منفـی مـی‌گـذارد (Aidam., 2015). ژئو و همکاران در حوضه رودخانـه هیهـی[3] چین به بررسی "آیا قیمت آب روشی مناسب برای مـدیریت آب است؟" پرداختند. آن‌ها کشش قیمت تقاضـای آب کشـاورزی را بر اساس عملکرد تقاضای آب آبیاری برآورد کردند. نتایج آن‌هـا نشان داد که قیمت‌گذاری نمی‌تواند روشی مناسب برای کـاهش مصرف آب باشد، قیمت آب کشاورزی از لحاظ آمـاری معنـی‌دار است ولی کشش قیمت بسیار پایین است و این نشان مـی‌دهـد که قیمت آب آبیاری نمی‌تواند بـه‌طـور مـؤثری تقاضـای آب را کاهش دهد. با افزایش قیمت آب درآمد کشاورزان کم می‌شود و این منجر به برداشت بیشتر آب‌های زیرزمینی می‌شـود (Zhou et al., 2015). ژاو و همکاران تأثیر قیمت‌گـذاری آب بـر روی حفـظ و نگهـداری منـابع آبـی و رشـد اقتصـادی در چـین را موردبررسی قرار دادند. در این مطالعه از یک مدل تعادل عمومی پویا (SICGE) با محدودیت آب کل و امکان جـایگزینی منـابع آبی مختلف استفاده شده اسـت. نتـایج مـدل‌سـازی نشـان داد، افزایش قیمـت آب منجـر بـه کـاهش مصـرف آب و همچنـین استفاده بهتر از آب و افزایش بهره‌وری مصـرف آب شـده اسـت (Zhao et al., 2016). فرانکو و وینس سیاست قیمـت‌گـذاری آب آبیاری در مزارع کشاورزی اکوادور را موردبررسی قرار دادند. جهت شبیه‌سازی رفتـار کشـاورزان و تحلیـل اثـرات اقتصـادی سیاست قیمت‌گذاری از برنامه‌ریزی ریاضی مثبت اسـتفاده شـده است. سناریوهای به‌کـاربرده شـده شـامل: هزینـه‌هـای ثابـت، بلوک‌های آب و قیمت‌های حجمی آب است. نتایج نشان داد که سناریو هزینه ثابت، مصرف آب را کاهش نمـی‌دهـد. در مقابـل سناریوهای آب بلوک شده و قیمت‌های حجمـی بـر روی رفتـار کشاورزان تأثیر می‌گذارد. همچنین سناریو قیمت‌های حجمی بـا تأثیر کمتر بر درآمد بهتـرین روش جهـت کـاهش مصـرف آب اسـت (Franco-Crespo and Sumpsi Vinas., 2017).

استبان و همکاران به بررسی قیمـت آب، بـازار آب و ابزارهـای سازمانی مبتنی بر همکاری در اسپانیا پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که ابزار قیمت‌گـذاری آب، زیـان‌هـای بسـیار زیـادی را بـه کشاورزان وارد می‌کند که این بدان معنی است که ایـن ابـزار از لحاظ سیاسی غیرقابل‌قبول است و همچنـین نشـان دادنـد کـه سهمیه‌بندی آب ابزاری مناسب برای مقابله با کمبـود آب اسـت (Esteban et al., 2018). با توجه به مطالعات پیشـین تـاکنون مطالعه‌ای با موضوع بررسی اقتصادی هوشمند سازی چـاه‌هـای کشاورزی انجام‌نشده است، همچنین تاکنون بررسـی اقتصـادی هوشمند سازی چاه‌های کشاورزی و نقـش آن در صـرفه‌جـویی مصرف آب در شهرستان‌های قروه و دهگلان با اهداف کـارایی و بهره‌وری دو گروه انجام‌نشده است.

مواد و روش‌ها

کارایی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی عملکرد بهینه واحدهای اقتصادی است. اصولاً معرفی انواع و روش اندازه‌گیری کارایی از طریق عملی، بر اساس روش فارل[4] صورت می‌گیـرد. فارل در سال ۱۹۵۷ برای اولین بار اقدام به محاسبه کارایی کرد. اصول روش کار فارل مقایسـه عملکـرد بنگـاه‌هـای موجـود در صنعت با بهترین عملکرد بود؛ بنـابراین، فـارل جهـت سـنجش عملکرد بنگاه‌ها نیازمند وجود شاخص و معیاری بود تا مقایسه را بر مبنای آن انجام دهد. بهترین پیشنهاد فارل بـرای بـه دسـت آوردن این شاخص، برآورد تابع تولید مرزی بود. به عقیده فـارل کارایی میزان دوری از توابع مرزی است. همچنین فارل کـارایی فنی یک بنگاه تولیـدی را توانـایی آن بنگـاه بـه‌منظـور کسـب حداکثر میزان تولید با توجه به مقدار مشخصـی نهـاده، تعریـف می‌کند (ناظرانی، ۱۳۹۴). دو روش عمده برای تخمـین کـارایی واحدهای تولیدی، روش پارامتریک (تحلیـل تـابع تولیـد مـرزی تصادفی) و روش ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌هـا اسـت. در روش پارامتریک، ابتدا یک شکل خاص برای تابع تولید در نظـر گرفته می‌شود. همین ویژگـی در ایـن روش ایجـاد محـدودیت خواهـد نمـود. چـرا کـه تمـامی مشـکلات انتخـاب تـابع

[3] Heihe

[1.] Farrell

مناسب به نتایج کارایی نیز منتقل خواهد شد. چنان چه تابع مناسبی برای الگوی پارامتری انتخاب نشود، نتایج برآورد انواع کارایی غیرواقعی خواهد بود (حقیقت نژاد و همکاران، ۱۳۹۲)؛ بنابراین در این مطالعه از روش ناپارامتریک استفاده‌شده است که مستقل از انتخاب نوع تابع است. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای DEAP و SPSS استفاده شد.

در این تحقیق، برای محاسبه کارایی فنی کشاورزان گندم‌کار با بازده ثابت نسبت به مقیاس (افزایش در تولید به نسبت افزایش در میزان نهاده‌ها) از رابطه ۱ استفاده شد.

$$\begin{aligned} &\text{Min } Y_0 = \theta \\ &\text{St: } \sum_{j=1}^{n} \lambda_j Y_{ij} \geq Y_{r0} \qquad (r=1,2,3,...s) \\ &\sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_{ij} \leq \theta X_{i0} \qquad (i=1,2,3,...m) \\ &\lambda_j \geq 0 \qquad (j=1,2,3,...n) \end{aligned} \qquad (۱)$$

در رابطه فوق ماتریس Y یک ماتریس M×N از محصولات می‌باشد و ماتریس X یک ماتریس K×N از عوامل تولید و همچنین، λ̂ یک بردار N×1 شامل اعداد ثابت و نشان‌دهنده وزن‌های مجموعه مرجع است. مقادیر اسکالر به‌دست‌آمده برای θ کارایی بنگاه‌ها خواهد بود که شرط θ ≥ ۱ را تأمین می‌کند (مهرگان، ۱۳۹۵). جهت محاسبه کارایی فنی با بازده متغیر نسبت به مقیاس (افزایش در تولید با نسبتی متفاوت با افزایش در میزان نهاده‌ها) از رابطه ۲ استفاده به عمل می‌آید. برای این امر، در فرمول‌بندی مسئله دوگان در برنامه-ریزی خطی، با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس، به‌وسیله اضافه کردن محدودیت NIλ=1 (قید تحدب) محاسبات با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس انجام می‌شود (عبد پور و همکاران، ۱۳۹۶).

جهت محاسبه کارایی اقتصادی (A) و تخصیصی از روابط ۳، ۴ و ۵ استفاده شد. پارامتر W_{i0} قیمت ورودی i ام برای واحد تحت بررسی است و متغیر X_{i0}^{*} بیانگر حداقل میزان ورودی i ام این واحد را نشان می‌دهد که بعد از حل به دست می‌آید. X_{ij} و Y_{rj} مقادیر معلوم ورودی‌ها و خروجی‌های واحد موردنظر را ارائه می‌کند (امامی میبدی، ۱۳۸۴).

$$\begin{aligned} &\text{Min } Y_0 = \theta \\ &\text{St: } \sum_{j=1}^{n} \lambda_j Y_{rj} \geq Y_{r0} \qquad (r=1,2,3,...s) \\ &\theta X_{i0} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_{ij} \qquad (i=1,2,3,...m) \\ &\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \qquad (j=1,2,3,...n) \\ &\lambda \geq 0 \end{aligned} \qquad (۲)$$

$$\begin{aligned} &\text{Min } C_0 = \sum_{i=1}^{m} W_{i0} X_{i0}^{*} \\ &\text{St: } \sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_{ij} \leq X_{i0}^{*} \qquad (i=1,2,3,...m) \\ &\sum_{j=1}^{n} \lambda_j Y_{rj} \geq Y_{r0} \qquad (r=1,2,3,...s) \\ &\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \qquad (j=1,2,3,...n) \\ &\lambda_j \geq 0 \end{aligned} \qquad (۳)$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^{n} W_{i0} X_{i0}^{*}}{\sum_{i=1}^{n} W_{i0} X_{i0}} \qquad (۴)$$

$$\text{کارایی تخصیصی} = \frac{\text{کارایی اقتصادی}}{\text{کارایی فنی}} \qquad (۵)$$

برای برآورد میزان بهره‌وری کلی از شاخص ترنکویست-تیل استفاده‌شده است. شاخص ترنکوئیست-تیل، یک تقریب ناپیوسته از شاخص دیوژیا و منطبق بر تابع تولید ترانسلوگ است، انطباق شاخص مذکور بر تابع تولید ترانسلوگ که از شکل‌های انعطاف‌پذیر توابع است، این فرم شاخص را جزء

شاخص‌های برتر قرار داده است. شاخص بهره‌وری ترنکوئیست-تیل هنگامی‌که به‌صورت مقطعی برآورد می‌شود، بیانگر آن است که هر واحد

نسبت به میانگین بنگاه‌های موجود چه وضعیتی دارند، آیا نسبت به میانگین واحدهای موجود دارای بهره‌وری مناسبی هستند یا خیر؟ این شاخص به‌صورت روابط زیر تعریف‌شده است.

$$TFP_i = \frac{Output_i}{Input_i} \quad (۶)$$

$$Output_i = \prod_{i=1}^{n} \left(\frac{Y_i}{Y}\right)^{0.5(R_i + \bar{R})} \quad (۷)$$

$$Input_i = \prod_{i=1}^{m} \left(\frac{X_i}{\bar{X}}\right)^{0.5(S_i + \bar{S})} \quad (۸)$$

$$TFP_i = \frac{\prod_{i=1}^{n} \left(\frac{Y_i}{\bar{Y}}\right)^{0.5(R_i + \bar{R})}}{\prod_{i=1}^{m} \left(\frac{X_i}{\bar{X}}\right)^{0.5(S_i + \bar{S})}} \quad (۹)$$

که در آن TFPi شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید برای بنگاه i ام، Yi و $\bar{y}$ مقدار محصول i ام از کل محصول و میانگین محصول برای کل بنگاه‌ها، Ri و R سهم محصول i ام از کل درآمد و میانگین سهم درآمدها، X و Xi به ترتیب میانگین مقداری نهاده i و مقدار نهاده i ام برای هر واحد و S و Si به ترتیب میانگین سهم نهاده‌ها و سهم نهاده i ام از کل هزینه می‌باشد. درنهایت مقدار بیشتر از یک در شاخص ترنکوئیست، به معنای بهره‌وری مناسب TFPمی‌باشد و مقدار کمتر از یک، بهره‌وری نامناسب را تصریح خواهد کرد (حقیقت نژاد و همکاران، ۱۳۹۲). بهره‌وری جزئی عوامل تولید عبارت است از بهره‌وری یک نهاده منفرد معین، بدون محاسبه آثار دیگر نهاده‌های تولید است. رابطه (۱۰) بهره‌وری جزئی را نشان می‌دهد.

$$AP = DFP = \frac{y}{x} \quad (۱۰)$$

که در این رابطه DFP: بهره‌وری جزئی عوامل تولید، Y: ارزش (مقدار) ستاده، X: ارزش (مقدار) یک نهاده می‌باشد.

متغیرهای مورداستفاده در این تحقیق شامل موارد زیر می‌شود:

۱- تولید: ستانده مورداستفاده در این پژوهش میزان تولید کل کشاورز و برحسب تن استفاده‌شده است.

۲- سطح زیر کشت: ازآنجاکه برای انجام هر عملیات زراعی، تولیدکننده در ابتدا نیازمند یک زمین مناسب برای کشاورزی می‌باشد، این نهاده یکی از نهاده‌های مهم در بخش کشاورزی محسوب می‌شود. سطح زیر کشت برحسب هکتار می‌باشد.

۳- آب: این نهاده یکی از کلیدی‌ترین نهاده‌های لازم در بخش کشاورزی محسوب می‌گردد. مقدار آب مصرفی برحسب مترمکعب بیان‌شده است.

۴- بذر: مقدار بذر مصرفی برحسب کیلوگرم می‌باشد.

۵- کود شیمیایی: کود شیمیایی برحسب کیلوگرم محاسبه‌شده است.

۶- کود حیوانی: کود حیوانی برحسب تن محاسبه‌شده است.

۷-سم: سم برحسب لیتر محاسبه‌شده است.

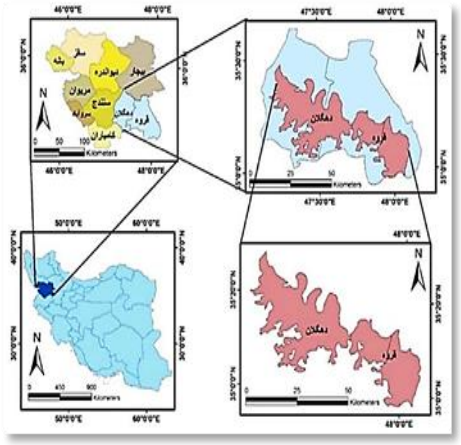
۸- ماشین‌آلات: عملیات شخم زدن، بذرپاشی، کودپاشی، سم‌پاشی و برداشت به‌وسیله ماشین‌آلات انجام می‌شود و واحد آن برحسب ساعت بیان‌شده است.

۹- نیروی کار: برحسب روز-مزد

قیمت نهاده‌ها نیز برحسب ریال استفاده‌شده است.

منطقه موردمطالعه

دشت قروه-دهگلان با متوسط بارندگی سالانه ۳۹۹ میلی-متر و اقلیم نیمه‌خشک و سرد، در شرق شهرستان سنندج و شمال غربی همدان بین طول‌های جغرافیایی ´´42 ´14 °47 تا ´´06 ´04 °48 شرقی و عرض‌های جغرافیایی ´´21 ´06 °35 تا ´´09 ´20 °35 شمالی قرار دارد. منطقه موردمطالعه در شکل ۳ نشان داده‌شده است.



شکل ۳- موقعیت جغرافیایی دشت قروه- دهگلان در نقشه استان کردستان و نقشه ایران

این دشت از دشت‌های حاصلخیز و قطب کشاورزی مکانیزه استان به شمار می‌آیند که نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی پیشرو استان ایفا می‌کنند. با توجه به رشد جمعیت و توسعه اجتماعی و اقتصادی، رونق بیش‌ازپیش کشاورزی، افزایش برداشت و مصرف منابع آب در بخش‌های شهری و روستایی و نیز توسعه صنایع متوسط و کوچک، سبب افزایش بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی منطقه و درنتیجه، افت سطح آب زیرزمینی و عدم تعادل در منابع و مصارف آب این دشت‌ها را در پی داشته است.

نمونه‌های موردبررسی در این تحقیق با استفاده از روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی دومرحله‌ای انتخاب شدند. در استان کردستان با توجه به اینکه اجرای طرح هوشمند سازی چاه‌های کشاورزی در دشت‌های ممنوعه شهرستان‌های قروه و دهگلان اجرا است، این دو شهرستان انتخاب شدند. بعد از انتخاب این دو شهرستان، طبقه اول روستاها و طبقه دوم کشاورزان گندم‌کار و درنهایت به‌تصادف دو گروه از کشاورزان که چاه‌های کشاورزی آن‌ها هوشمند و غیرهوشمند است انتخاب شدند. اطلاعات موردنیاز از طریق مصاحبه‌ی حضوری و تکمیل پرسشنامه در دو گروه هوشمند و غیرهوشمند به دست آمد. حجم نمونه از روش کوکران رابطه (۱۱) استفاده شد که برابر ۲۰۰ نمونه تعیین شد که ۱۳۰ نمونه از گروه هوشمند و ۷۰ نمونه از گروه غیرهوشمند انتخاب شد.

$$n = \frac{Nt^2\sigma^2}{Nd^2 + t^2\sigma^2} \qquad (۱۱)$$

که در آن n: حجم نمونه، N: حجم جامعه، t: مقدار آماره t در سطح خطای مجاز (d)، 2σ: واریانس متغیر توضیحی سطح زیر کشت و d: خطای مجاز می‌باشد.

بحث و نتایج

با توجه به مطالب گفته‌شده و پس از جمع‌آوری ۲۰۰ پرسشنامه از کشاورزان گندم‌کار دارای چاه‌های هوشمند و غیرهوشمند پاسخ‌ها موردبررسی قرار گرفتند. به تحلیل وضعیت دو گروه کشاورزان گندم‌کار دارای چاه‌های هوشمند و غیرهوشمند، کارایی، بهره‌وری کلی و بهره‌وری جزئی آن‌ها در تولید گندم پرداخته شد.

در جدول ۱ آمار توصیفی کشاورزان دارای چاه‌های هوشمند نشان داده‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود کشاورزان در این گروه میان‌سال بوده و میانگین سن آن‌ها برابر با ۴۸/۰۳ سال است. همچنین سابقه فعالیت کشاورزان در زمینه کشت محصولات زراعی ۲۱/۱۶ سال، متوسط اندازه مزرعه کشاورزان منطقه نیز برابر ۱۹/۷۳ هکتار و متوسط سطح زیر کشت گندم آن‌ها ۸/۳۲ هکتار است. تعداد قطعات سطح زیر کشت گندم کشاورزان به‌طور متوسط ۱/۴۶ قطعه است.

جدول ۱- نتایج آمار توصیفی کشاورزان دارای چاه‌های هوشمند

متغیر	میانگین	حداکثر	حداقل	انحراف معیار
سن (سال)	۴۸/۰۳	۷۰	۲۷	۱۰/۲۹
سابقه زراعت (سال)	۲۱/۱۶	۴۰	۵	۷/۸۹
اندازه مزرعه (هکتار)	۱۹/۷۳	۵۵	۳	۹/۶۹
سطح زیر کشت (هکتار)	۸/۳۲	۳۵	۰/۷	۶/۸۷
تعداد قطعات	۱/۴۶	۶	۱	۰/۸۶

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول ۲ آمار توصیفی کشاورزان دارای چاه‌های غیرهوشمند محاسبه‌شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود کشاورزان در این گروه میان‌سال بوده و میانگین سن آن‌ها برابر با ۵۱/۱۱ سال است. همچنین سابقه فعالیت کشاورزان در زمینه کشت محصولات زراعی ۲۳/۳۶ سال، متوسط اندازه مزرعه کشاورزان منطقه نیز برابر ۱۰/۳۵ هکتار و متوسط سطح زیر کشت گندم آن‌ها ۴/۶۹ هکتار است. تعداد قطعات سطح زیر کشت گندم کشاورزان به‌طور متوسط ۱/۳۹ قطعه است.

جدول ۲- نتایج آمار توصیفی کشاورزان دارای چاه‌های غیرهوشمند

متغیر	میانگین	حداکثر	حداقل	انحراف معیار
سن (سال)	۵۱/۱۱	۷۵	۲۸	۱۲/۱
سابقه زراعت (سال)	۲۳/۳۶	۴۰	۱۰	۷/۸۸
اندازه مزرعه (هکتار)	۱۰/۳۵	۲۲	۲	۵/۵۹
سطح زیر کشت (هکتار)	۴/۶۹	۱۳	۸	۳/۴۲
تعداد قطعات	۱/۳۹	۴	۱	۰/۵۷

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول ۳ نتایج آمار توصیفی تحصیلات کشاورزان ارائه‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود ۷۰ درصد کشاورزان تحصیلات کمتر از دیپلم دارند. در گروه کشاورزان دارای چاه‌های هوشمند ۷۰/۷۷ درصد تحصیلات کمتر از دیپلم دارند و گروه غیرهوشمند ۶۲/۸۶ در صد آن‌ها تحصیلات کمتر از دیپلم دارند.

جدول ۳-نتایج آمار توصیفی تحصیلات کشاورزان (درصد)

متغیر	کمتر از دیپلم	دیپلم	فوق‌دیپلم	لیسانس	فوق‌لیسانس و بالاتر
کل کشاورزان	۷۰	۱۵	۸	۵	۲
هوشمند	۷۰/۷۷	۱۳/۸۵	۷/۶۹	۴/۶۹	۳/۰۸
غیرهوشمند	۶۲/۸۶	۲۲/۸۶	۸/۵۷	۵/۷۱	۰/۰۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به جدول ۴ مشاهده می‌شود که کشاورزان دارای چاه‌های هوشمند با در نظر گرفتن بازدهی ثابت نسبت به مقیاس، حدود ۱۰/۸ درصد کشاورزان کارا عمل کرده و ۸۹/۲۳ درصد مابقی فاقد کارایی فنی با بازدهی ثابت نسبت به مقیاس بوده‌اند؛ اما با فرض در نظر گرفتن بازدهی متغیر نسبت به مقیاس، حدود ۲۳/۸ درصد کشاورزان کارا عمل کرده‌اند و ۷۶/۱۵ مابقی با عدم کارایی فنی با بازدهی متغیر نسبت به مقیاس روبرو بوده‌اند.

با توجه به نتایج گرفته‌شده، مشخص است که تنها ۲۰ درصد کشاورزان گندم‌کار دارای چاه‌های هوشمند، کارایی مقیاس داشته‌اند و ۸۰ درصد این کشاورزان فاقد کارایی مقیاس بوده‌اند. همچنین کشاورزان دارای چاه‌های غیرهوشمند با در نظر گرفتن بازدهی ثابت نسبت به مقیاس، حدود ۸/۶ درصد کشاورزان کارا عمل کرده و ۹۱/۴ درصد مابقی فاقد کارایی فنی با بازدهی ثابت نسبت به مقیاس بوده‌اند.

اما با فرض در نظر گرفتن بازدهی متغیر نسبت به مقیاس، حدود ۱۱/۴ درصد کشاورزان کارا عمل کرده‌اند و ۸۸/۶ مابقی با عدم کارایی فنی با بازدهی متغیر نسبت به مقیاس روبرو بوده‌اند. با توجه به نتایج جدول ۴ درصد کشاورزانی که به‌صورت کارا (ازلحاظ کارایی فنی) عمل کرده‌اند در گروه هوشمند نسبت به گروه غیرهوشمند بیشتر است.

در جدول ۵ بازدهی افزایشی (کاهشی) نسبت به مقیاس کشاورزان در دو گروه حاصل گردید. همان‌طور که ملاحظه می‌شود ۴۰ درصد از کشاورزان دارای چاه‌های هوشمند و ۱۶/۲ درصد از کشاورزان دارای چاه‌های غیرهوشمند برای رسیدن به کارایی مناسب نیازمند افزایش مقیاس می‌باشند.

همچنین ۳۷/۱ درصد از کشاورزان دارای چاه‌های هوشمند و ۶۲/۳ درصد از کشاورزان دارای چاه‌های غیرهوشمند برای رسیدن به کارایی مناسب نیازمند کاهش مقیاس می‌باشند.

در جدول ۶ کارایی تخصیصی با در نظر گرفتن بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس در پنج گروه طبقه‌بندی‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین درصد از کشاورزان در گروه هوشمند (۵۷/۷ درصد) دارای کارایی تخصیصی بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در بازه‌ی (۰/۹- ۰/۷۰۱) و (۴۶/۲ درصد) دارای کارایی تخصیصی بازدهی متغیر

نسبت به مقیاس در بازه‌ی (۰/۹–۰/۷۰۱) می‌باشند. همچنین در گروه غیرهوشمند بیشترین درصد (۷۰ درصد) دارای کارایی تخصیصی بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در بازه‌ی (۰/۹–۰/۷۰۱) و (۶۱/۴ درصد) دارای کارایی تخصیصی بازدهی متغیر نسبت به مقیاس در بازه‌ی (۰/۹–۰/۷۰۱) قرارگرفته‌اند. در دو گروه هوشمند و غیرهوشمند به ترتیب ۳/۱ و ۲/۹ درصد دارای کارایی کامل تخصیصی در استفاده از نهاده‌ها بوده‌اند.

در جدول ۷ کارایی اقتصادی با در نظر گرفتن بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس در پنج گروه طبقه‌بندی‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین درصد از کشاورزان در گروه هوشمند (۴۱/۵ درصد) دارای کارایی اقتصادی بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در بازه‌ی (۰/۷–۰/۵) و (۴۰/۸ درصد) دارای کارایی اقتصادی بازدهی متغیر نسبت به مقیاس در بازه‌ی (۰/۷–۰/۵) می‌باشند. همچنین در گروه غیرهوشمند بیشترین درصد (۴۵/۷ درصد) دارای کارایی اقتصادی بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در بازه‌ی (کمتر از ۰/۵) و (۴۰ درصد) دارای کارایی اقتصادی بازدهی متغیر نسبت به مقیاس در بازه‌ی (۰/۷–۰/۵) می‌باشند. با توجه به نتایج جدول ۷ دو گروه هوشمند و غیرهوشمند به ترتیب دارای ۳/۱ و ۲/۹ درصد دارای کارایی کامل اقتصادی در استفاده از نهاده‌ها بوده‌اند.

جدول ٤- طبقه‌بندی کارایی فنی (درصد)

گروه هوشمند					
متغیر	کمتر از ۰/۵	۰/۷–۰/۵	۰/۹–۰/۷۰۱	بیشتر از ۰/۹	کارایی کامل
کارایی فنی بازدهی ثابت نسبت به مقیاس	۱۶/۹	۲۹/۲	۳۰/۸	۱۲/۳	۱۰/۸
کارایی فنی بازدهی متغیر نسبت به مقیاس	۱۱/۵	۲۴/۶	۲۶/۲	۱۳/۸	۲۳/۸
کارایی مقیاس	۲/۳	۳/۱	۱۴/۶	۶۰	۲۰
گروه غیرهوشمند					
متغیر	کمتر از ۰/۵	۰/۷–۰/۵	۰/۹–۰/۷۰۱	بیشتر از ۰/۹	کارایی کامل
کارایی فنی بازدهی ثابت نسبت به مقیاس	۲۴/۳	۴۱/۴	۱۸/۶	۷/۱	۸/۶
کارایی فنی بازدهی متغیر نسبت به مقیاس	۲۴/۳	۳۴/۳	۲۴/۳	۵/۷	۱۱/۴
کارایی مقیاس	۰	۱/۴	۱۱/۴	۶۷/۱	۲۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ٥- بازدهی افزایشی (کاهشی) نسبت به مقیاس کشاورزان در دو گروه (درصد)

متغیر	بازدهی افزایشی نسبت به مقیاس (irs)	بازدهی کاهشی نسبت به مقیاس (drs)
گروه هوشمند	۴۰	۳۷/۱
گروه غیرهوشمند	۱۶/۲	۶۲/۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ٦- طبقه‌بندی کارایی تخصیصی (درصد)

گروه هوشمند					
متغیر	کمتر از ۰/۵	۰/۵-۰/۷	۰/۷۰۱-۰/۹	بیشتر از ۰/۹	کارایی کامل
کارایی تخصیصی بازدهی ثابت نسبت به مقیاس	۱/۵	۱۶/۹	۵۷/۷	۲۳/۱	۰/۸
کارایی تخصیصی بازدهی متغیر نسبت به مقیاس	۶/۹	۱۸/۵	۴۶/۲	۲۵/۴	۳/۱
گروه غیرهوشمند					
متغیر	کمتر از ۰/۵	۰/۵-۰/۷	۰/۷۰۱-۰/۹	بیشتر از ۰/۹	کارایی کامل
کارایی تخصیصی بازدهی ثابت نسبت به مقیاس	۰	۸/۶	۷۰	۲۱/۴	۰
کارایی تخصیصی بازدهی متغیر نسبت به مقیاس	۰	۷/۱	۶۱/۴	۲۸/۶	۲/۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۷- طبقه‌بندی کارایی اقتصادی (درصد)

گروه هوشمند					
متغیر	کمتر از ۰/۵	۰/۵-۰/۷	۰/۷۰۱-۰/۹	بیشتر از ۰/۹	کارایی کامل
کارایی اقتصادی بازدهی ثابت نسبت به مقیاس	۳۴/۶	۴۱/۵	۲۱/۵	۱/۵	۰/۸
کارایی اقتصادی بازدهی متغیر نسبت به مقیاس	۲۹/۲	۴۰/۸	۲۱/۵	۵/۴	۳/۱
گروه غیرهوشمند					
متغیر	کمتر از ۰/۵	۰/۵-۰/۷	۰/۷۰۱-۰/۹	بیشتر از ۰/۹	کارایی کامل
کارایی اقتصادی بازدهی ثابت نسبت به مقیاس	۴۵/۷	۳۸/۶	۱۱/۴	۴/۳	۰
کارایی اقتصادی بازدهی متغیر نسبت به مقیاس	۳۸/۶	۴۰	۱۱/۴	۷/۱	۲/۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۸- طبقه‌بندی بهره‌وری کلی کشاورزان (درصد)

متغیر	کمتر از ۰/۵	۰/۷-	۰/۹-	۱/۵-۰/۹۰۱
هوشمند	۰	۰	۸/۵	۹۱/۵
غیرهوشمند	۰	۰	۵/۷	۹۴/۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که مشاهده می‌شود در جدول ۹ نتایج بهره‌وری دو گروه هوشمند و غیرهوشمند حاصل گردید. نتایج نشان می‌دهد که به‌طور متوسط بین بهره‌وری کلی، بهره‌وری جزئی نهاده زمین، نهاده بذر و نهاده ماشین‌آلات اختلاف معناداری در گروه هوشمند و غیرهوشمند وجود ندارد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود سهمیه‌بندی آب روی بهره‌وری کل عوامل تولید و بهره‌وری جزئی نهاده‌ها تأثیری معنادار ندارد؛ اما در بهره‌وری جزئی نهاده‌های سم، کود شیمیایی، کود حیوانی و آب اختلاف

معنـــاداری در دو گـــروه وجـــود دارد. ایـــن اخـــتلاف معنـــادار نشان‌دهنده‌ی این است کـه هوشـمند سـازی موجـب افـزایش بهره‌وری جزئی این نهاده‌ها شده است.

مقدار آب مصرفی در پنج طبقه در جـدول ۱۰ طبقـه‌بنـدی شده است. بیشترین درصد از کل کشاورزان که برابر ۴۶ درصـد است در دامنه (۵۰۰۰–۳۵۰۰) قرار گرفته‌اند. گروه هوشمند نیز با ۴۹/۲ درصد در این دامنه قرار گرفته‌اند؛ امـا گـروه غیرهوشـمند ۴۰ درصـد در همـین دامنـه و ۴۰ درصـد دیگـر نیـز در دامنـه (۶۵۰۰– ۵۰۰۰/۱) قرار گرفته‌اند.

جدول ۹- میزان بهره‌وری کلی و جزئی به‌طور متوسط

شرح	هوشمند	غیرهوشمند	معناداری آزمون t
بهره‌وری کلی	۰/۹۸۷۷	۰/۹۸۸۳	n.s
بهره‌وری جزئی نهاده زمین	۵۶۷۱/۹	۵۳۹۰/۱	n.s
بهره‌وری جزئی نهاده بذر	۲۰/۱۴	۱۸/۳۶	n.s
بهره‌وری جزئی نهاده کود شیمیایی	۳۲/۹۱	۲۴/۵۵	*
بهره‌وری جزئی نهاده کود حیوانی	۱۲۶۲/۱	۵۵۵/۰۲	*
بهره‌وری جزئی نهاده سم	۳۱۶۲/۹	۲۲۵۷/۲	*
بهره‌وری جزئی نهاده ماشین‌آلات	۷۰۸/۹۹	۶۷۳/۷۶	n.s
بهره‌وری جزئی نهاده آب	۱/۲۹۸۹	۱/۰۸۰۹	*

مأخذ: یافته‌های تحقیق: n.s عدم معنی‌داری در سطح ۹۵٪- * معنی‌داری در سطح ۹۵٪

جدول ۱۰ - طبقه‌بندی مقدار آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)

متغیر	کمتر از ۳۵۰۰	۵۰۰۰– ۳۵۰۰	۶۵۰۰– ۵۰۰۰/۱	۸۰۰۰– ۶۵۰۰/۱	بیشتر از ۸۰۰۰
کل کشاورزان	۱۳	۴۶	۳۵	۳/۵	۲/۵
هوشمند	۱۶/۲	۴۹/۲	۳۲/۳	۲/۳	۰
غیرهوشمند	۷/۱	۴۰	۴۰	۵/۷	۷/۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مقایسه آب مصرف‌شده به ازای هر هکتار برای دو گروه در جدول ۱۱ برآورد شده است. با استفاده از آزمون t-test در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری بین میانگین آب مصرف شده در دو گروه وجود دارد. ملاحظه می‌شود که سیاست سهمیه‌بندی آب موجب صرفه‌جویی در مصرف آب شده است.

جدول ۱۱- مقدار آب (مترمکعب در هکتار)

متغیر	گروه هوشمند		گروه غیرهوشمند	صرفه‌جویی (درصد)
آب مصرفی	۴۶۴۰/۹		۵۳۰۲/۹	-۱۲/۴۸
آماره FSig(F)		۰/۸۶۹ ۰/۳۵۲		
آماره tSig(t)		-۳/۶۸* ۰/۰۰		

مأخذ: یافته‌های تحقیق * معنی‌داری در سطح ۹۵٪

پیشنهادها

با توجه به یافته‌های مطالعه، راهکارهای زیر به‌منظور به‌کارگیری در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی مربوط به بخش آب‌های زیرزمینی به‌ویژه سیاست سهمیه‌بندی پیشنهاد می‌شود:

- با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، میزان مصرف آب در هکتار برای کشاورزان دارای چاه‌های هوشمند نسبت به کشاورزانی که چاه‌های آن‌ها هوشمند نیستند ۱۲/۴۸ درصد کاهش‌یافته است و به‌طور معنی‌داری مصرف آب در هکتار کاهش‌یافته است. هرچند هوشمند سازی یک الزام قانونی است اما با توجه به اینکه هزینه اضافی به کشاورزان تحمیل می‌کند، همراهی و مشارکت حداکثری کشاورزان را با این الزام قانونی به همراه نخواهد داشت؛ اما چنانچه هوشمند سازی با قیمت‌گذاری مناسب‌تر آب همراه باشد و کشاورزان با مصارف بیشتر آب، هزینه‌های بیشتری نیز متحمل گردند، این کاهش مصارف آبی، مفهوم اقتصادی برای کشاورزان خواهد یافت. همچنین می‌تواند جهت همراهی بیشتر کشاورزان با این الزام قانونی، از سیاست-های تشویقی که هزینه‌ای هم برای دولت نداشته باشد، استفاده نمود. به‌عنوان‌مثال می‌توان اولویت خرید تضمینی از کشاورزان و اولویت پرداخت دولت در الگوهای خرید تضمینی را برای کشاورزانی در نظر گرفت که در هوشمند سازی مشارکت داشته‌اند. همچنین می‌توان تعرفه آب برای کشاورزان کم‌مصرف در نظر نگرفت و برعکس، تعرفه آب برای کشاورزان پرمصرف را افزایش داد.
- با توجه به نتایج به‌دست‌آمده بهره‌وری جزئی نهاده‌های تولید کشاورزان با هوشمند سازی افزایش‌یافته است. مطابق قانون با بهبود بهره‌وری لازم است پاداش بهره‌وری به کشاورزان اختصاص یابد. طبق ماده ۳۲ قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی، وزارت جهاد کشاورزی مکلف است در قالب بودجه‌های سنواتی و یارانه‌های مصوب در اختیار، به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی کند که از طریق پرداخت مستقیم به تولیدکنندگان با بهره‌وری بالا و دارای روند افزایش در بهبود شاخص بهره‌وری، رعایت موارد زیست‌محیطی در تولید و همچنین تولید باکیفیت منطبق بر برنامه‌های الگوی کشت، پاداش بهره‌وری پرداخت نماید.
- اجرای سیاست سهمیه‌بندی آب آبیاری موجب کاهش آب در دسترس می‌شود. این در حالی است که در مطالعه حاضر کشاورزان از بوروکراسی بالای اخذ تسهیلات جهت توسعه روش‌های آبیاری تحت‌فشار، اعلام نارضایتی کرده و در اغلب موارد این بوروکراسی بالا، منجر به‌صرف نظر نمودن کشاورز جهت برخورداری از تسهیلات قانونی شده است. لذا، توصیه می‌شود جهت افزایش کارایی مصرف آب و کاهش میزان هدر رفت آن، بوروکراسی مربوط به اخذ

تسهیلات جهت توسعه روش‌های نوین آبیاری کاهش‌یافته و در فرایندهای موردنظر باهدف کاهش هزینه مبادله کشاورزان، بازبینی لازم به عمل آید.

- با توجه به این‌که اغلب کشاورزان از کارایی مناسبی در تولید برخوردار نبوده‌اند، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی، بامطالعه دقیق‌تر نحوه مدیریت مزرعه در میان کشاورزان کارا و چرایی تفاوت کارایی در میان کشاورزان، الگویی در راستای بهبود وضعیت موجود ارائه شود.

مراجع

الهی، م.، وکیل پور، م. و نجفی علمدارلو، ح. ۱۳۹۷. تأثیر قیمت و سهمیه‌بندی آب در راستای مدیریت منابع آب زیرزمینی دشت کبودرآهنگ. پژوهش آب در کشاورزی. ۳۲ (۲): ۲۸۳-۲۶۷.

نامامی مبیدی، ع. ۱۳۸۴. اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری (علمی – کاربردی.۲.). موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی. ۲۵۰ صفحه.

بابائی، م.، مردانی، م. و سالارپور، م. ۱۳۹۳. محاسبه‌ی کارایی آب در محصولات عمده‌ی کشاورزی شهرستان زابل: رهیافت تحلیل پوششی داده‌ها. پژوهش آب در کشاورزی. ۲۸ (۳): ۵۴۱-۵۴۹.

بابایی حصار، س.، همدمی، ق. و قاسمیه، ه. ۱۳۹۶. شناسایی چاه‌های مؤثر در تعیین عمق آب زیرزمینی دشت ارومیه با استفاده از آنالیز مؤلفه‌های اصلی. آب‌وخاک. ۳۱ (۱): ۵۰-۴۰.

جلیل پیران، ح. ۱۳۹۱. نقش قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی بر تعادل منابع آب. مجله اقتصادی ۱۲ (۲): ۱۲۸-۱۱۹.

حقیقت نژاد، م. یزدانی، ا.، و رفیعی، م. ۱۳۹۲. مقایسه کارایی و شاخص بهره‌وری در مزارع صنعتی پرورش گاو شیری: مطالعه موردی شهرستان اصفهان. پژوهش در نشخوارکنندگان. ۱ (۴): ۱۹۴-۱۷۷.

سالنامه آماری استان کردستان. ۱۳۹۷.

شعربافیان، ع. ۱۳۹۱. بررسی آثار اقتصادی سیاست قیمت‌گذاری منابع آب (مطالعه موردی چناران- خراسان رضوی). پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد – دانشکده کشاورزی.

عباسی،ف.، ناصری، ا.، سهراب، ف.، باغانی، ج.، عباسی، ن. و اکبری، م. ۱۳۹۴. ارتقای بهره¬وری مصرف آب. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

عبدپور، ع.، اسدآبادی، ا. و شعبانعلی فمی، ح. ۱۳۹۶. تحلیل نقش عوامل مؤثر بر کارایی تولید خرما در شهرستان بم و با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها.تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. ۴۸ (۳): ۵۱۸-۵۰۷.

قبادپور، ر.، اسکندری، ف. و جلالی، م. ۱۳۹۷. رضایت‌مندی کشاورزان از نصب کنتور هوشمند بر روی چاه‌های آب زیرزمینی (موردمطالعه: دهستان ماهیدشت استان کرمانشاه). اقتصاد و توسعه کشاورزی. ۳۲ (۱): ۵۵-۴۳.

کریمی، م. ۱۳۹۶. تأثیر سیاست سهمیه‌بندی آب (هوشمندسازی چاه) کشاورزی در مدیریت منابع آب زیرزمینی. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه کردستان.

گودرزی، ز.، صدیقی، ح.، چیذری، م. و باقری، ع. ۱۳۹۵. ضرورت استفاده از کنتورهای هوشمند در چاه‌های کشاورزی. دومین همایش ملی مکانیزاسیون و فناوری‌های نوین در کشاورزی. اهواز.

محمد جانی، ا. و یزدانیان، ن. ۱۳۹۳. تحلیل وضعیت بحران آب در کشور و الزامات مدیریت روند آن. روند (روند پژوهش‌های اقتصادی). ۲۱ (۶۵-۶۶): ۱۴۴-۱۱۷.

محمدی، ح. و محمدرضازاده، ن. ۱۳۹۰. ابزارهای اقتصادی مدیریت منابع آب زیرزمینی در جهان و ایران. دومین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران. زنجان.

مردیان، م.، کریمی، ر. و جباری، ر. ۱۳۹۶. اولویت‌بندی دشت‌های استان مرکزی برای نصب کنتور هوشمند باهدف مدیریت اضافه برداشت منابع آب زیرزمینی. چهارمین کنفرانس ملی کاربرد سامانه اطلاعات مکانی GIS در صنعت آب و برق. اراک.

مظفری، م. ۱۳۹۴. مدیریت تقاضای آب آبیاری در دشت اردلان با تأکید بر سیاست قیمت‌گذاری. حفاظت منابع آب‌وخاک. ۵ (۴): ۶۸-۴۷.

مهرگان، م. و سودخواه، س. ۱۳۹۵. تحلیل پوششی داده‌ها: مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها. نشر کتاب دانشگاهی. چاپ ۳. ۱۶۰ صفحه.

میرزایی، ک. و احمدپور برازجانی، م. ۱۳۹۵. اثرات سهمیه‌بندی آب آبیاری بر الگوی کشت و سود ناخالص زارعین در منطقه آمل. تحقیقات منابع آب ایران. ۱۲ (۳): ۱۷۹-۱۶۶.

ناظرانی، ب. ۱۳۹۴. بررسی کارایی فنی و زیست‌محیطی مزارع پرورش ماهی در قفس در استان خوزستان. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی.

وزارت نیرو. مشخصات فنی کنتور هوشمند حجمی آب کشاورزی برای نصب بر روی چاه‌های برق‌دار باقابلیت اتصال به کنتور هوشمند برق. ۱۳۹۴.

یزدانی، م. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر استفاده از کنتورهای هوشمند آب و برق بر بهبود هیدروگراف سطح آب زیرزمینی در دشت اسفراین. هفتمین کنگره ملی مهندسی عمران. زاهدان - دانشگاه سیستان و بلوچستان.

Aidam, P. W. 2015. The impact of water-pricing policy on the demand for water resources by farmers in Ghana. Agricultural Water Management. 158: 10-16.

Esteban, E., Dinar, A., Albiac, J., Calera, A., García-Mollá, M. and Avellá, L. 2018. Interest group perceptions on water policy reforms: insight from a water stressed basin. Water Policy. 20(4):794-810.

Franco-Crespo, C. and Sumpsi Viñas, J. M. 2017. The Impact of Pricing Policies on Irrigation Water for Agro-Food Farms in Ecuador. Sustainability. 9(9): 1515.

Shi, M., Wang, X., Yang, H. and Wang, T. 2014. Pricing or quota? A solution to water scarcity in oasis regions in China: a case study in the Heihe River Basin. Sustainability. 6(11): 7601-7620.

Zhao, J., Ni, H., Peng, X., Li, J., Chen, G. and Liu, J. 2016. Impact of water price reform on water conservation and economic growth in China. Economic Analysis and Policy. 51: 90-103.

Zhou, Q., Wu, F. and Zhang, Q. 2015. Is irrigation water price an effective leverage for water management? An empirical study in the middle reaches of the Heihe River basin. Physics and Chemistry of the Earth. Parts A/B/C. 89-90: 25-32.

Water Management in Agriculture
Vol. 7, No. 2, Autumn and Winter 2021, 67-82

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۷، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۹، ص. ۸۲-۶۷

Investigation of Technical and Economic Efficiency of Smartening Agricultural Wells in Qorveh and Dehgolan Counties of Kurdistan Province

M. Amin[۱]*, S. Yazdani[۲] and H. Rafiee[3]

Abstract

Given that one of the main and limiting factors of agricultural development is water input, identifying methods of water resources management and formulating the right policies in this sector is inevitable. This study investigated the smart making of agricultural wells and its role for saving water consumption in Dehgolan and Ghorve counties of Kurdistan province. The data set was collected by completing questionnaires in 2017-18. According to the objectives of the study, various indicators of efficiency (technical, allocative and economic) and total and partial productivity of farmers' production factors have been studied. The results showed that only 23.8% and 11.4% of the smart and non-smart groups have the technical efficiency. The results of allocation and economic efficiency are 3.1% and 2.9% of the smart and non-smart groups, respectively. The most of the farmers have not an inappropriate production scale. The results showed that on average, there is no significant difference between total factor productivity in the two groups. If the smart making is emphasized on goals of saving water resources, it is necessary to consider its impact on the productivity of production inputs and the reduction of other costs except water input or on product sales (for example, the prioritization of guaranteed purchase of these products). Or, by actualizing water price for farmers outside the smart making, it is necessary that they pay tax for extra use of the water resources. According to the results, amount of water consumption per hectare for farmers with smart wells compared with other farmers decreased 12.48 percent but in long term because of this fact that not only smart wells have not suitable benefit but also have losses in farmers' activity, this water saving according to the moral hazard can't be guaranteed.

Keywords: Efficiency, Qorveh- Dehgolan, Total Factor Productivity, Well smart making, Wheat

[1] PhD student, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran. (* Corresponding Author E-mail: amini.maryam@ut.ac.ir)
[2] Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran
[3] Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran
Received: 6 February 2021
Accepted: 18 March 2021