Arshive of SID

ارزیابی اثرهای جانبی رفاهی برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی (مطالعه موردی ذرت‌کاران دشت ارزوئیه کرمان)

مصطفی بنی‌اسدی[۱*]، محمدرضا زارع مهرجردی[۲]، حسین مهرابی بشرآبادی[۳]، حمیدرضا میرزایی خلیل آباد[۴] و عباس رضایی استخروئیه[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۰۷

چکیده

دشت ارزوئیه مهم‌ترین و بزرگ‌ترین قطب تولید محصولات زراعی استان کرمان است. منبع اصلی تأمین آب در این دشت، منابع آب زیرزمینی هستند که متأسفانه به دلیل برداشت بیش از حد، سطح ایستایی آب بسیار کاهش یافته و اثرات جانبی اقتصادی و محیط زیستی فراوانی را نیز بوجود آورده است. هدف این مطالعه، برآورد مقدار کاهش رفاه اجتماعی ذرت‌کاران ناشی از کاهش سطح آب زیرزمینی در دشت ارزوئیه است. برای این منظور، ابتدا تابع تولید و هزینه تولید ذرت برآورد شد و سپس با تشکیل تابع رفاه، اثرات رفاهی نسبت به تغییرات سطح ایستایی آب مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های مورد نیاز از راه مصاحبه با ۱۵۱ کشاورز این منطقه در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و هم‌چنین، سازمان جهاد کشاورزی و شرکت آب منطقه‌ای استان کرمان بدست آمد. نتایج مطالعه نشان دادند که به ازای یک متر کاهش سطح آب زیرزمینی در اثر برداشت‌های بی‌رویه، رفاه کشاورزان به مقدار ۷۲/۳ میلیون ریال کاهش می‌یابد و کل کاهش رفاه دشت ارزوئیه ناشی از کسری مخزن، ۵۸/۳ میلیارد ریال می‌باشد، که این رقم قابل توجه است. هم‌چنین، کاهش رفاه برای هر مترمکعب آب ۷۳۰ ریال به‌دست آمد. با توجه به نتایج، پیشنهاد می‌شود با اعمال سیاست‌هایی نظیر قیمت‌گذاری آب، فرهنگ‌سازی مصرف و افزایش مشارکت کشاورزان در مدیریت منابع زیرزمینی، از برداشت بیش از حد منابع آب زیرزمینی جلوگیری کرد.

طبقه‌بندی JEL: D62، Q25، Q10.

واژه‌های کلیدی: اثرات جانبی، آب‌های زیرزمینی، رفاه اجتماعی، دشت ارزوئیه.

[۱] - دانش‌آموخته دکتری و مدرس بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان.

[۲] - دانشیار بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان.

[۳] - استاد بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان.

[۴] - استادیار بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان.

[۵] - استادیار بخش مهندسی منابع آب دانشگاه شهید باهنر کرمان.

*- نویسنده مسئول مقاله: Baniasadi.m65@gmail.com

www.SID.ir

Arshive of SID

پیشگفتار

رشد سریع جمعیت جهان و توسعه کشاورزی در دهه‌های گذشته و جوابگو نبودن مقدار آب‌های سطحی به نیازهای بشر منجر به افزایش روند پمپاژ آب و در نتیجه کاهش سطح آب زیرزمینی و تهی شدن سفره‌ها شده است (کیسر و اسکیلر[1]، ۲۰۰۳). ایران هم اکنون از جمله کشورهای دارای منابع غنی آب زیرزمینی در جهان است (دل و همکاران[2]، ۲۰۱۴؛ گلیسون و همکاران[3]، ۲۰۱۲)، اما برآوردها نشان می‌دهد که بهره‌برداران ایرانی تاکنون بیش‌تر ذخایر آب زیرزمینی خود را استخراج کرده‌اند. براساس گزارش‌های واصله از وزارت نیرو و هم‌چنین، مطالعات موردی، وضعیت آب‌های زیرزمینی در برخی از نقاط ایران بسیار بحرانی است (باقری و حسینی، ۲۰۱۱؛ حجتی و بوستانی، ۲۰۱۰؛ ایزدی و همکاران، ۲۰۱۲؛ سلطانی و صبوحی، ۲۰۰۹). با توجه به دسترسی نداشتن کافی به آب‌های سطحی، بخش کشاورزی مقدار زیادی از آب‌های زیرزمینی را مصرف می‌کند. هم اکنون آب‌های زیرزمینی ۵۵ درصد از کل تقاضای آب در ایران را تأمین می‌کنند. بخش کشاورزی بیش از ۹۰ درصد از آب‌های زیرزمینی را مصرف می‌کند (مدنی، ۲۰۱۴). برآورد استخراج بی‌رویه آب‌های زیرزمینی سخت است، اما کاهش چشمگیر سطح ایستایی آب‌های زیرزمینی (تا ۲ متر در سال در برخی از نقاط کشور) نشان دهنده وسعت مصرف بخش تجدیدناپذیر آب‌های زیرزمینی است. از این رو، ۲۷۷ دشت از ۶۰۹ دشت کشور در شرایط بحرانی قرار دارند (فروتن و همکاران، ۲۰۱۴؛ جودکی و همکاران، ۲۰۱۴). برداشت بیش از حد از آب‌های زیرزمینی در بخش کشاورزی ایران اثرات جانبی اقتصادی و محیط زیستی را نیز به همراه خواهد داشت. تهی شدن سفره آب زیرزمینی و پیامدهای آن از جمله افزایش هزینه‌های استحصال آب، نشست زمین و کاهش کیفیت آب، امروزه به یک مشکل جهانی تبدیل شده و در مناطق گوناگون دنیا از جمله آمریکا، ایتالیا، ژاپن، انگلستان، چین، تایلند، تایوان و مکزیک مشاهده شده است (کیسر و اسکیلر، ۲۰۰۳). آب‌های زیرزمینی جزء منابع طبیعی تجدیدشونده مشترک بشمار می‌رود که بهره‌برداری معقولانه و متعادل از آن‌ها منجر به استفاده پایدار و رعایت نکردن بهره‌برداری متعادل، منجر به نابودی این منابع می‌شود (دومنیکو و همکاران[4]، ۱۹۶۸ ؛ آچاریا و باربیر[5]، ۲۰۰۰). استحصال بی رویه آب زیرزمینی بر کیفیت، کمیت و مکان آب و به گونه‌ای بر دیگر مصرف کنندگان و محیط زیست اثر می‌گذارد

[1] - Kaiser and Skiller
[2] - Doll et al.
[3] - Gleeson et al.
[4] - Domenico et al.
[5] - Acharya and Barbier

www.SID.ir

Arshive of SID

(لیندگرین[1]، ۱۹۹۹) نتیجه این اثرات در طول زمان، افزایش هزینه‌های عمیق کردن چاه و شور شدن آب‌ها به دلیل کاهش سطح آب است (دومنیکو و همکاران، ۱۹۶۸؛ لیندگرین، ۱۹۹۹). این موضوع موجب افزایش هزینه‌های مالی برداشت آب‌های زیرزمینی می‌شود؛ به گونه‌ای که از جنبه سرمایه‌گذاری، هزینه‌های حفاری، لوله گذاری، پمپ و موتور و از جنبه بهره‌برداری، انرژی بیش‌تری برای پمپاژ حجم معینی آب (افزایش هزینه‌های متغیر پمپاژ آب ناشی از افزایش عمق چاه) را به دنبال دارد. افزون بر آن کاهش درآمد ناشی از کشاورزی، کاهش قیمت زمین کشاورزی و خطر افزایش شوری آب نیز وجود دارد (لیندگرین، ۱۹۹۹)، که مجموعه این اثرات منجر به کاهش رفاه کشاورزان می‌شود. این اثرات جانبی در کشورهایی نظیر ایران که در مناطق خشک دنیا واقع شده‌اند و از کم‌آبی و خشکسالی رنج می‌برند، شدیدتر است. در کشور ایران، استان کرمان از خشک‌ترین مناطق این کشور است و منابع آب با بحران جدی روبه‌رو هستند. در بسیاری از مطالعات، به کاهش سطح آب در سفره‌های آب زیرزمینی استان کرمان اشاره شده است.

با توجه به آب و هوای خشک، خشکسالی و بارش سالانه اندک و برداشت بی‌رویه از سفره‌های زیرزمینی، کاهش منابع آبی در استان کرمان به یک بحران جدی تبدیل شده است. کاهش بارش‌های آسمانی، تداوم خشکسالی‌های و برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی از جمله مواردی است که بخش آب در استان کرمان را با چالش جدی روبه‌رو کرده است. کاهش سطح سفره‌های زیرزمینی، مشکلات زیست محیطی فراوانی نظیر کاهش و خشک شدن آب چاهها و نابودی منابع آب زیرزمینی، کاهش تنوع گیاهی و جانوری، کاهش کیفیت آب، از بین رفتن پوشش گیاهی و به تبع آن فرسایش خاک و افزایش پتانسیل سیل‌خیزی را در پی دارد. دشت ارزوئیه در استان کرمان نیز وضعیتی مشابه و حتی بحرانی‌تر نسبت به بسیاری از دشت‌های استان کرمان دارد. دشت ارزوئیه در حد فاصل ۴۸َ °۵۵ تا ۵۹َ °۵۶ طول جغرافیایی شرقی و ۰۸َ °۲۸ تا ۵۹َ °۲۸ عرض جغرافیایی شمالی و در فاصله حدود ۲۷۰ کیلومتری مرکز استان کرمان و در جنوب شرق کشور ایران واقع شده است، که به دلیل شرایط آب و هوایی و خاک منطقه، از قطب‌های مهم تولید محصولات زراعی مانند گندم، ذرت و صیفی جات بشمار می‌آید که متأسفانه به دلیل بهره‌برداری‌های روز افزون از آب‌های زیرزمینی منطقه و خشکسالی‌های پی در پی، سطح آب‌های زیرزمینی منطقه کاهش شایان توجهی پیدا کرده است (بنی‌اسدی، ۱۳۹۵). بنابر گزارش اداره آب منطقه‌ای کرمان، میانگین کاهش سالانه در دشت ارزوئیه ۱/۷۸ متر می‌باشد که رقمی شایان توجه است. براساس داده‌های سال ۱۳۹۰، بیلان دشت ارزوئیه (۷۹-) میلیون متر مکعب است (شرکت آب منطقه‌ای استان کرمان، ۱۳۹۱). هم‌چنین، طی ۱۰ سال اخیر همواره بیلان دشت ارزوئیه منفی

[1] - Lindgren

www.SID.ir

Arshive of SID

بوده و کاهش سطح آب در این دشت بطور میانگین سالانه ۱/۷۸ متر می‌باشد. میانگین عمق چاههای عمیق ۱۰۴ و حداکثر به ۱۷۰ متر هم می‌رسد (شرکت آب منطقه‌ای استان کرمان، ۱۳۹۱). کم شدن ریزش‌های جوی در چند سال اخیر از یک سو و افزایش بهرهبرداری از آبخوان از سوی دیگر، علت اصلی این کاهش سطح آب‌های زیرزمینی در دشت ارزوئیه است. تعداد چاهها در دشت ارزوئیه ۵۸۱ حلقه چاه است. با توجه به آمارهای موجود بیش از ۸۲ درصد برداشت‌ها از آب زیرزمینی در این دشت، مربوط به بخش کشاورزی و تولیدات زراعی است. برداشت‌های بی‌رویه در بخش کشاورزی، سبب کاهش شدید سطح آب شده و خسارت‌های اقتصادی و محیط زیستی فراوانی به این منطقه وارد کرده است. در شکل۱ موقعیت جغرافیایی دشت ارزوئیه نشان داده شده است.

از آن‌جایی که اقتصاد منطقه ارزوئیه بر پایه کشاورزی است و کشاورزی منطقه نیز وابسته به آب است؛ کاهش کیفیت و کمیت و دسترسی به منابع زیرزمینی و تبعات اقتصادی و اجتماعی ناشی از آن، رفاه کشاورزان و تمام مردم منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هدف از این مطالعه بررسی مقدار کاهش رفاه ذرت‌کاران شهرستان ارزوئیه ناشی از کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و کاهش دسترسی به این منبع ارزشمند است. در این باره مطالعاتی در داخل و خارج انجام شده است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

آچاریا و باربیر (۲۰۰۰) از تابع تولید برای ارزشگذاری تابع تغذیه آب زیرزمینی در شمال نیجریه استفاده کردند و با استفاده از داده‌های پیمایشی، تغییر رفاه تولیدکننده را در نتیجه تغییر فرضی در سطح آب‌های زیرزمینی، با استفاده از تخمین تابع تولید وابسته به آب‌های زیرزمینی، محاسبه نمودند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد که مقدار کاهش رفاه در منطقه به ازای هر هکتار گندم و سبزی به ترتیب ۶۱۸/۲ و ۴۰/۴ دلار است. آچاریا (۲۰۰۰) در مطالعه دیگر تغییر رفاه را برای کشاورزانی که آب مورد نیاز خود را از راه خریدن و یا از راه گردآوری آب و یا هر دو شرایط بدست می‌آورند، محاسبه کردند. گایارتی و باربیر (۲۰۰۸) به ارزشگذاری آب زیرزمینی و اندازه‌گیری تأثیر تغییر در سطح آب زیرزمینی بر رفاه اجتماعی کشاورزان در اراضی شمال نیجریه پرداختند. در این بررسی آنان در آغاز تابع تولید، تابع هزینه و سپس تابع رفاه اجتماعی را تعریف کردند و در نهایت، به بررسی اثر کاهش در سطح آب‌های زیرزمینی بر سود اجتماعی بهره‌برداران پرداختند. نتایج بررسی آنان نشان می‌دهد که میزان کاهش رفاه در منطقه به ازای هر هکتار گندم و سبزی به ترتیب ۶۱۸/۲ و ۴۰/۴ دلار است. تهامی‌پور و همکاران (۱۳۸۴) به تعیین ارزش اقتصادی آب، حد بهینه استفاده از نهاده‌ها و اثر تغییر در سطح آب‌های زیرزمینی بر سطح رفاه اجتماعی تولیدکنندگان پسته شهرستان زرند در سال ۸۳-۱۳۸۲پرداختند . آن‌ها برای رسیدن به اهداف

www.SID.ir

Arshive of SID

پژوهش، بهره‌وری میانگین و نهایی نهاده‌ها، ارزش اقتصادی آب و حد بهینه استفاده از نهاده‌ها را تعیین کردند و با تشکیل تابع سود یا رفاه اجتماعی، اثر تغییر در سطح آب‌های زیرزمینی بر مقدار رفاه اجتماعی تولید کنندگان را بدست آوردند و ارزش هر مترمکعب آب را ۲/۲۵ ریال محاسبه کردند. در مطالعه‌ای مشابه توسط خلیلیان و مهرجردی (۱۳۸۴) ارزش اقتصادی هر واحد آب زیرزمینی محصول گندم تعیین شد و اثرات جانبی برداشت بیش از حد از این منابع را در مورد محصول گندم برای سال ۸۳ -۱۳۸۲ در استان کرمان محاسبه کردند و ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب را ۱۰/۶ ریال به‌دست آوردند. برای بدست آوردن رفاه اجتماعی تولید کنندگان ناشی از تغییر سطح آب‌های زیرزمینی لازم است شرایط گوناگون کشاورزان در دسترسی به مقدار آب در نظر گرفته شود. فتحی و زیبایی (۱۳۹۰) به بررسی کاهش رفاه ناشی از کاهش سطح آب‌های زیرزمینی، با استفاده از تابع تولید و رفاه در دشت فیروزآباد پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ارزش تولید نهایی آب در تولید گندم بیش از هزینه استخراج هر واحد آب است. برداشت بیش از حد از منابع آب، رفاه هر کشاورز به ازای هر متر کاهش سطح آب را، برای چاه‌های نیمه عمیق ۹۲۴۱۱۰۰ ریال و برای چاههای عمیق ۴۳۱۲۱۰۰ ریال کاهش می‌دهد. تقی‌زاده و سلطانی (۱۳۹۲) برای بررسی اثر کاهش سطح آب بر رفاه کشاورزان، ابتدا عوامل مؤثر بر شوری آب‌های زیرزمینی را تعیین و سپس تابع تولید گندم با تعریف متغیرهایی گوناگون از جمله شوری آب را برآورد کردند و با محاسبه تولید نهایی هریک از نهاده‌ها نشان داده شد که تولید نهایی تمامی نهاده‌ها به جز شوری مثبت است. در ادامه با محاسبه تابع هزینه، تابع رفاه ناشی از کاهش سطح آب تخمین زده شد. نتایج نشان داد که رفاه کشاورزان به ازای هر متر کاهش سطح آب ۱۲۴۹۴۸۰ ریال کاهش پیدا می‌کند. سیدان و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه خود، اثرات رفاهی برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی را در دشت همدان –بهار بررسی نمودند. برای این منظور، آن‌ها با برآورد تابع رفاه، اثر کاهش سطح آب زیرزمینی بر مقدار رفاه کشاورزان را بررسی کردند. هم‌چنین، تأثیر مجاورت کشتزارها بر رفاه کشاورزان با رهیافت اقتصاد سنجی فضایی مورد بررسی قرار گرفت. ضریب همبستگی ناشی از برآورد توابع نشان داد، که کاربرد رگرسیون فضایی نسبت به روش رگرسیون کلاسیک برتری دارد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهند مقدار کاهش رفاه سالیانه به ازای هر متر کاهش سطح آب زیرزمینی برای هر بهره‌بردار در کشت گندم و سیب‌زمینی به‌ترتیب برابر با ۱۸/۷ و ۳۵/۷ میلیون ریال می‌باشد. هم‌چنین، زیان ناشی از کاهش آب زیرزمینی در کل محدوده مورد بررسی ۵۲ میلیارد ریال محاسبه شد.

همانطور که در مرور مطالعات قبلی مشاهده گردید، تقریباً تمامی مطالعات مشابه، از راه برآورد تابع تولید محصول مورد بررسی و تشکیل تابع رفاه، اثر افت منابع آب زیرزمینی بر کاهش رفاه

www.SID.ir

Arshive of SID

کشاورزان را بررسی کردند. از آن‌جا که هدف از انجام این مطالعه، بررسی اثرات رفاهی است و تابع رفاه از دو جزء هزینه و درآمد تشکیل شده است، باید توابع تولید محصول و هزینه استحصال آب باید برآورد گردند. با توجه به اهمیت بخش کشاورزی و منابع آب زیرزمینی در اقتصاد و معیشت مردم منطقه مورد بررسی و هم‌چنین، نداشتن مطالعه پیشین در منطقه، در این مطالعه به بررسی اثر کاهش سطح آب زیرزمینی بر رفاه اجتماعی پرداخته شده است.

روش پژوهش

در این مطالعه، برای بررسی هدف مطالعه از روش تابع تولید و روش تابع رفاه استفاده شد. با توجه به این‌که آب مورد نیاز ذرت‌کاران از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود، فرض شد که هزینه آب تنها هزینه پمپاژ است که تابعی از سطح آب زیرزمینی (R) است. تولید محصول ذرت، تابعی از مصرف نهاده‌های تولیدی نظیر کود، آب، ماشین‌آلات، نیروی‌کار و ... است. بنابراین، برای بررسی ارتباط منطقی بین مقدار تولید و مقدار مصرف نهاده‌ها از تابع تولید به‌صورت زیر استفاده می‌شود (آچاریا و باربیر، ۲۰۰۰؛ کولشرشت‌ها و برون[1]، ۱۹۹۰؛ فریمن[2]، ۱۹۹۳):

$$Y = Y\left(X_1,..., X_j, W(R)\right) \qquad j = 1,...,n \qquad (۱)$$

که در رابطه فوق X_j ها نهاده‌های تولیدی و $W(R)$ نهاده آب است، که نشان می‌دهد آب استخراج شده از چاه تابعی از سطح آب زیرزمینی است. تابع تولید در رابطه (۱) برای این‌که بتواند نظریه تولید نئوکلاسیک‌ها را نشان دهد باید از مجموعه ویژگی‌هایی برخوردار باشد. از جمله این ویژگی‌ها می‌توان به یکنواختی، تقعر، ضرورت، محدود و غیر منفی بودن، پیوستگی، دوبار قابل مشتق‌گیری بودن اشاره کرد (حسین‌زاد و سلامی، ۱۳۸۳؛ چامبرز[3]، ۱۹۸۸). برای تأمین این خصوصیات اشکال گوناگون تابع تولید وجود دارند که در واقع فناوری تولید را نشان می‌دهند و فناوری تولید نیز نحوه ترکیب نهاده‌های گوناگون را نشان می‌دهد (حسین‌زاد و سلامی، ۱۳۸۳). در این مطالعه شش فرم تبعی برآورد گردید که سه فرم آن از توابع تولید انعطاف‌پذیر (تابع ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته) بوده و محدودیت های کم‌تری نسبت به سایر توابع بر ساختار تولید اعمال می کنند (حسین‌زاد و سلامی، ۱۳۸۳). در نهایت، پس از بررسی‌های انجام شده، فرم تبعی درجه دوم تعمیم‌یافته انتخاب شد که فرم کلی آن به‌صورت رابطه (۲) می‌باشد.

---

[1] - Kulshreshtha and Brown

[2] - Freeman

[3] - Chambers

www.SID.ir

Arshive of SID

$$Y = \sim + \sum_{i=1}^{n} {}_{i}X_i + 1/2\sum_{i=1}^{n} ¥_{ii}(X_i)^2 + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=2}^{n} ¥_{ij}(X_i)(X_j), i \neq j \qquad (۲)$$

پس از برآورد تابع تولید، برای ایجاد تابع رفاه باید تابع هزینه را تصریح نمود. هزینه‌های مرتبط با تولید به صورت رابطه (۳) تصریح می‌شود (فتحی و زیبایی، ۱۳۹۰).

$$C = C_{X_j} X_j + C_w(R)W \qquad j = 1,...,n \qquad (۳)$$

که در رابطه فوق، C حداقل هزینه مربوط به تولید در طول فصل رشد، C_{X_j} بردار $(J\times 1)$ قیمت نهاده‌ها و C_w هزینه پمپاژ آب که به صورت تابع افزایشی از سطح آب زیرزمینی (R) می‌باشد، به گونه‌ای که پمپاژ آب در اعماق بیش‌تر، هزینه پمپاژ بالاتری را به همراه دارد.

اگر قیمت نهاده‌های دیگر (به غیر از آب) ثابت فرض شوند، منحنی تقاضای معکوس برای محصول تولید شده به‌صورت زیر خواهد بود (تهامی‌پور و همکاران، ۱۳۸۴):

$$P = P(Y) \qquad (۴)$$

که P قیمت محصول است. اگر S رفاه اجتماعی ناشی از تولید در نظر گرفته شود، آنگاه رفاه به عنوان ناحیه زیر منحنی تقاضای معکوس و بالای منحنی هزینه نهاده‌های تولید تعریف می‌شود که به‌صورت زیر تصریح می‌شود (آچاریا و باربیر، ۲۰۰۰):

$$S = S\left(X_1, X_2,..., X_j, W(R); C_w(R)\right) = \int_0^Y P(Y)dY - C_{X_j} X_j + C_w(R)W(R) \qquad (۵)$$

تابع بالا، مازاد تولیدکنندگان را –که به عنوان شاخصی از سود یا رفاه اجتماعی است- اندازه‌گیری می‌کند. با مشتق‌گیری از تابع فوق نسبت به نهاده‌ها (اعمال شرط اول حداکثرسازی $(F.O.C)$) و با استناد به لم هتلینگ توابع تقاضای نهاده‌ها، مقادیر بهینه نهاده‌ها و از جمله نهاده آب بدست می‌آید (آچاریا و باربیر، ۲۰۰۰).

$$\frac{\partial S}{\partial X_j} = P(Y)\frac{\partial Y}{\partial X_j} - C_{X_j} = 0 \qquad (۶)$$

$$\frac{\partial S}{\partial W} = P(Y)\frac{\partial Y}{\partial W} - C_w = 0 \qquad (۷)$$

که در واقع مقادیر بهینه‌ای از نهاده آب و سایر نهاده‌ها هستند که در ازای آن‌ها رفاه اجتماعی بیشینه می‌شود. هم‌چنین، ارزش تولید نهایی آب نیز از رابطه (۷) قابل استخراج است. با فرض ثابت نگه داشتن مقادیر تمامی نهاده‌های دیگر در مقدار بهینه خود و هم‌چنین، ثابت درنظرگرفتن قیمت محصول و قیمت نهاده‌ها (به جز آب) و با استفاده از نظریه پوش[1] می‌توان اثر تغییر در سطح

[1] - Envelope theorem

www.SID.ir

Arshive of SID

آب‌های زیرزمینی را بر رفاه تولید کننده محاسبه کرد که این نتیجه در رابطه (۸) نشان داده شده است (آچاریا و باربیر، ۲۰۰۰؛ آچاریا، ۲۰۰۰).

$$\frac{\partial S}{\partial R}=\left(P(Y)\frac{\partial Y}{\partial W}-C_w\right)\left(\frac{\partial W}{\partial C_w}.\frac{\partial C_w}{\partial R}+\frac{\partial W}{\partial R}\right)-W\left(\frac{\partial C_w}{\partial R}\right)=0 \qquad (۸)$$

براساس رابطه فوق، خالص تغییرات رفاه، اثر تغییر در سطح سفره آب‌های زیر زمینی بر مقدار تولید نهایی آب منهای هزینه استخراج هر واحد آب (C_w) می‌باشد. شکل کلی تابع هزینه استحصال آب از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$C_w(R)=a+bR \qquad (۹)$$

با مشتق‌گیری از رابطه بالا نسبت به R عبارت $\partial C_w/\partial R$ در رابطه (۹) بدست می‌آید. تغییرات نهایی در هزینه پمپاژ،کل هزینه پمپاژ آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد ($W.(\partial C_w/\partial R)$). اثر تغییر در نهاده آب به واسطه تغییر در سطح آب‌های زیرزمینی به دو صورت مستقیم، تغییر در توانایی دسترسی به آب $(\partial W/\partial R)$ و غیرمستقیم، از راه اثرهای نهایی تغییر در هزینه پمپاژ نهاده آب ($(\partial W/\partial C_w).(\partial C_w/\partial R)$) وارد محاسبات می‌شود. مقدار عبارت $(\partial W/\partial R)$ برابر صفر در نظر گرفته می‌شود. چون فرض شد تغییر در عمق چاه، به زیر سطح قابل دسترس لوله‌های فرورفته در چاه، در طول یک فصل رشد غیر محتمل است (دیکالوو و همکاران[1]، ۲۰۰۴). با توجه به شرایط منطقه، کاهش سطح آب‌های زیرزمینی در جایی که منجر به افزایش هزینه پمپاژ و تغییر در بهره‌وری می‌شود، کاهش رفاه را در پی دارد. برای محاسبه $(\partial W/\partial C_w)$ در رابطه (۸)، ابتدا مقدار تقاضای نهاده آب (W) را از برابری ارزش تولیدنهایی آب با هزینه آن، به‌دست آورده و سپس از W نسبت به C_w مشتق گرفته خواهد شد (فتحی و زیبایی، ۱۳۹۰):

$$VMP_w=P_y\left(\frac{\partial Y}{\partial W}\right)=C_w(R) \qquad (۱۰)$$

$$P_y(\ _w+\ _{wp}.P+\ _{ww}.W=C_w(R) \qquad (۱۱)$$

$$W=\frac{C_w(R)}{P_y.\ _{ww}}-\frac{\ _w+\ _{wp}.P}{\ _{ww}} \qquad (۱۲)$$

$$\frac{\partial W}{\partial C_w}=\frac{1}{P_y.\ _{ww}} \qquad (۱۳)$$

[1] - Deacaluwe et al

www.SID.ir

Arshive of SID

که در رابطه‌های بالا، VMP_w ارزش تولید نهایی آب مصرف شده، W مقدار آب مصرف شده (مترمکعب)، S مقدار بذر مصرفی (کیلوگرم)، F مقدار کود مصرفی (کیلوگرم)، M ساعات کار ماشینی (ساعت)، P مقدار سم مصرف شده (لیتر)، L تعداد نیروی کار (نفر- روز)، P_y قیمت هر کیلوگرم محصول (ریال) و $_{w}$ ، $_{wp}$ و $_{ww}$ به‌ترتیب ضریب متغیر آب، ضریب متغیر اثرمتقابل آب و سم و ضریب متغیر توان دوم آب در تابع تولید می‌باشند. با قرار دادن رابطه (۱۳) در رابطه (۸) مقدار کاهش رفاه به ازای کاهش در مقدار سطح آب‌های زیرزمینی به‌دست می‌آید. در تابع رفاه، باید مقدار هزینه C_w را محاسبه کرده و در تابع رفاه قرار داد. هزینه استحصال آب از هزینه متغیر و ثابت تشکیل شده است.

در ابتدا با استفاده از محاسبه هزینه یکنواخت سالانه هزینه ثابت محاسبه شد. با استفاده از داده‌های جدول۳ هزینه سالانه مربوط به پمپاژ آب و حفر چاه مورد محاسبه قرار گرفت. ابتدا یک چاه نمونه انتخاب شد. داده‌های این چاه نمونه شامل عمق، دبی و قطر لوله جداره از میانگین‌گیری کل چاههای عمیق بدست آمد. عمر مفید وسایل بر اساس مطالعات گذشته وارد شد و ارزش اسقاطی از شرکت‌های مرتبط با فروش ادوات چاه‌های بهره‌برداری بدست آمد. از آن‌جایی که تسهیلات برای زیربخش زراعت با نرخ بهره ۱۲ درصد امکان پذیر می‌باشد، نیمی از هزینه‌ها با این نرخ تنزیل تأمین می‌شود و نیمی دیگر از هزینه مورد نیاز به وسیله کشاورز با هزینه فرصت پول ۲۲ درصد تأمین می‌شود (فتحی و زیبایی، ۱۳۹۰).

هزینه‌های متغیر شامل انواع هزینه‌های مربوط به دوره کشت نظیر سوخت، تعمیر و نگهداری سالانه و ... می‌شود. هزینه ثابت شامل کلیه هزینه‌های مربوط به خرید ادوات و وسایل بهره‌برداری و احداث چاههای عمیق می‌شود. این نوع هزینه‌ها یکبار انجام می‌شود که باید به‌صورت هزینه‌های ثابت سالیانه تبدیل شوند. برای محاسبه هزینه ثابت از فرمول محاسبه هزینه‌های یکنواخت سالانه، رابطه (۱۴) استفاده خواهد شد (سلطانی، ۱۳۸۶).

$$A = P\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}\right] - SV\left[\frac{i}{(1+i)^n - 1}\right] \qquad (۱۴)$$

که در رابطه فوق، A هزینه یکنواخت در پایان دوره، F ارزش آتی (اسقاط SV)، P ارزش کنونی سرمایه، i نرخ بهره، n تعداد دوره و $\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}\right]$ و $\left[\frac{i}{(1+i)^n - 1}\right]$ به ترتیب فاکتورهای تبدیل ارزش کنونی و آینده به یکنواخت سالانه می‌باشند و ارزش فعلی و آینده را با توجه به نرخ بهره در مدت n دوره به پرداخت‌های مساوی توزیع می‌کند (سلطانی، ۱۳۸۶).

www.SID.ir

Arshive of SID

داده‌های مورد نیاز در این مطالعه با استفاده از مطالعه میدانی و مصاحبه حضوری با کشاورزان و تکمیل پرسش‌نامه از کشاورزان دشت ارزوئیه به‌دست آمد. برای این منظور از روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده استفاده شد. در روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده با کمک واریانس صفت مورد نظر در هر طبقه دست‌کم نمونه مورد نیاز با استفاده از رابطه زیر برآورد می‌شود (کوکران[1]، ۱۹۶۳):

$$n = \frac{Nt^2(S_{wx}^2/\overline{X}^2)}{Nd^2 + t^2(S_{wx}^2/\overline{X}^2)} \qquad (۱۵)$$

که در رابطه فوق، S_{wx}^2 برآورد میانگین مجموع واریانس صفت مورد نظر در طبقات، N اندازه جمعیت مورد مطالعه، t=۱/۹۶، $\overline{X}$ میانگین صفت مورد نظر در طبقات است، d درصد خطا می‌باشد و بر اساس نظر پژوهشگر می‌تواند تعیین شود. در مطالعه حاضر درصد خطا ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. S_{wx}^2 به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$S_{wx}^2 = \frac{\sum_{h=1}^{L} N_h ¢_{hx}^2}{N} \qquad (۱۶)$$

که در آن، N_h جمعیت هر طبقه، $¢_{hx}^2$ واریانس صفت مورد نظر در هر طبقه و L تعداد طبقه می‌باشد. در این‌جا طبقه‌ها می‌توانند بخش‌ها، دهستان‌ها، آبادی‌ها، جمعیت هر روستا و یا تعداد زمین‌ها موجود در هر بلوک همگن باشند. با توجه به تکمیل پرسش‌نامه‌های مقدماتی، حجم نمونه ۱۱۵ تعیین شد، اما برای کارایی بیش‌تر با تعداد ۱۵۱ کشاورز ذرت‌کار در سال زراعی ۹۴-۹۳ مصاحبه گردید. هم‌چنین، داده‌های تکمیلی به وسیله سازمان جهاد کشاورزی استان و شرکت آب منطقه‌ای کرمان بدست آمد.

نتایج و بحث

برای بررسی تغییرات رفاهی ذرت‌کاران منطقه ارزوئیه، ابتدا باید تابع رفاه را تشکیل داد. تابع رفاه کشاورزان از دو بخش درآمد و هزینه تشکیل شده است. در بخش نخست برای محاسبه درآمد، ابتدا باید تابع تولید را برآورد نمود. همان گونه که در روش پژوهش گفته شد، انواع توابع تولید برآورد گردید، که نتایج این برآوردها در جدول۱ گزارش شده است.

با توجه به آماره‌های F، R^2، $D.W$، آزمون فرم تابعی رمزی، تعداد ضرایب معنی دار و سازگاری علامت‌ها، توابع ترانسلوگ و درجه دوم تعمیم‌یافته به عنوان مناسب‌ترین مدل‌ها جهت تخمین تابع تولید ذرت انتخاب شدند، اما با توجه به سادگی و خوش رفتاری تابع درجه دوم تعمیم‌یافته، این

[1] - Cochran

www.SID.ir

Arshive of SID

تابع برای برآورد و تحلیل انتخاب شد. برای رفع مشکل خطای تصریح آزمون متغیر مازاد[1] صورت گرفت. هم‌چنین، آزمون هم‌خطی[2] از روش تجزیه واریانس[3] انجام پذیرفت. براساس این دو آزمون تعدادی از متغیرهای غیر ضرور از مدل حذف شدند که این متغیرها شامل سم، اثرمتقابل بذر-کود، بذر-آب، بذر-ماشین، کود-آب، آب-ماشین، آب-نیروی‌کار، ماشین-نیروی‌کار، سم-نیروی‌کار، مربع سم و مربع نیروی‌کار می‌باشند. پس از برآورد اولیه مدل، باید نقض فروض کلاسیک آزمون شوند. این آزمون‌ها شامل، ناهمسانی واریانس، نرمال بودن جمله خطا و خودهمبستگی میان جملات خطا می‌باشند. آماره آزمون جارک-برا و آماره دوربین-واتسون (که در جدول۲ ارایه شده است) نشان می‌دهند که فروض نرمال بودن و نبود خودهمبستگی جملات خطا نقض نشده است. برای ناهمسانی واریانس از آزمون وایت استفاده شد. مقدار آماره آزمون وایت ۱۵/۵۵ بدست آمد که با توجه به درجه آزادی ۱۵ و مقدار آماره $\chi 2$ در سطح ۵ درصد (برابر با ۷/۲)، فرضیه صفر مبنی بر همسانی واریانس رد شده و ناهمسانی واریانس پذیرفته می‌شود. برای رفع ناهمسانی واریانس، از روش تخمین وایت تحت عنوان روش برآورد $(HCCM)$[4] استفاده گردید (جاج و همکاران[5]، ۱۹۸۸). نتایج تخمین تابع تولید ذرت آبی در جدول۲ گزارش شده است.

با توجه به ضریب تعیین تابع تخمین زده میتوان گفت که ۸۱٪ از تغییرات متغیر وابسته به وسیله متغیرهای مستقل توضیح داده می‌شود. F محاسباتی نیز در سطح یک درصد معنی‌دار است که نشان از خوبی برازش مدل دارد. اگر از تابع یاد شده نسبت به متغیر نهاده آب مشتق گرفته شود، تولید نهایی آب حاصل می‌شود. ارزش تولید نهایی آب به صورت زیر محاسبه شد:

$$VMP_w = P_y\left(\frac{\partial Y}{\partial W}\right) = P_y(\quad _w + \quad _{wp}.P + \quad _{ww}.W$$

$$= 960 \times (0.504 + 0.137.P - 0.000066.W = 147.94$$

با توجه به رابطه بالا، تولید نهایی هرمترمکعب آب برابر با ۱۴۷۹/۴ ریال در کشت ذرت می‌باشد. براساس سهم منبع تأمین اعتبار، نرخ تنزیل ۱۷ درصد در نظر گرفته شد و هزینه سالانه با استفاده از رابطه (۱۴) محاسبه شد. چاههای این منطقه با وسایل پمپاژ نوع برقی اقدام به استحصال آب می‌کنند. مشخصات چاه نمونه (میانگین داده‌ها) به این شرح می‌باشد: عمق ۱۲۰ متر، ۶ اینچ آبدهی، برق ۸۰ آمپر و قدرت ۱۰۰ کیلو وات و قطر لوله جداره ۱۲ اینچ است. بر اساس هزینه و

[1] - Redundent variable
[2] - Multicollinearity test
[3] - Variance Decomposition
[4] - Heteroscedasticity Consistent Covariance Matrix Estimator
[5] - Judge et al

www.SID.ir

Arshive of SID

عمر مفید ادوات، هزینه‌های سالانه محاسبه شد. هزینه استهلاک سالانه در ستون ۵ جدول۳ آورده شده است که از آن برای محاسبه هزینه پمپاژ هر مترمکعب آب استفاده شد.

کل هزینه یکنواخت سالانه به عنوان هزینه‌های ثابت در ردیف آخر جدول۳ آورده شده است. با استفاده از داده‌های بدست آمده از پرسش‌نامه‌های تکمیل شده، میانگین هزینه‌های متغیر شامل روغن و گریس موتور پمپ‌ها، برق مصرفی و همچنین هزینه‌های نگهداری، تعمیرات سالانه و سایر هزینه‌ها محاسبه و بر میانگین برداشت آب از چاه نمونه تقسیم شد تا هزینه متغیر برای هر مترمکعب آب بدست آید. میانگین هزینه ثابت و متغیر چاه نمونه، به ترتیب ۳۰۸/۸ و ۱۸۶/۱ ریال به ازای هر مترمکعب آب محاسبه شد. نتایج بدست آمده از محاسبات انجام گرفته در جدول۴ آورده شده است. از مجموع هزینه یکنواخت سالانه (هزینه ثابت) و هم‌چنین، میانگین هزینه متغیر برای هر مترمکعب آب، میانگین هزینه استخراج هر مترمکعب محاسبه و در ردیف آخر جدول۴ آورده شده است. هزینه به ازای استخراج هر مترمکعب آب ۴۹۵ ریال بدست آمد. با توجه به این که ارزش تولید نهایی آب بیش از هزینه استحصال آب می‌باشد برداشتی بیش‌تر از این منبع انجام خواهد گرفت.

تولیدکننده ذرت برای تولید باید هزینه‌هایی را متحمل شود و این هزینه‌ها برای هر کشاورز در هر سال متفاوت است و هم‌چنین، با توجه به فروض در نظرگرفته شده، فقط هزینه استخراج آب، متغیر است. بنابراین، تنها به برآورد تابع هزینه آب نیاز است. برای بدست آوردن $\partial C_w/\partial R$ و ارتباط هزینه استخراج آب با سطح آب زیرزمینی رابطه $C_w(R)=a+bR$ تخمین زده شد. $C_w(R)$ هزینه استخراج آب است که تابعی از سطح آب زیرزمینی است. براساس تئوری، هرچه سطح ایستایی آب کاهش یابد، به‌دلیل افزایش ارتفاع انتقال آب باید انرژی بیش‌تری مصرف شود که هزینه انرژی را افزایش می‌دهد. تابع هزینه استخراج آب در تولید ذرت برای هر کشاورز بروی متغیر عمق تخمین زده شد. نتایج این برآورد در جدول۵ ارایه شده است.

براساس نتایج جدول۵، هزینه استخراج آب در تولید ذرت که همان هزینه هر متر پمپاژ آب است، با متغیر عمق رابطه مستقیم دارد و هرچه عمق چاه آبیاری بیشتر شود (سطح آب پایین‌تر رود) هزینه هر متر پمپاژ آب نیز به مقدار ۶۶۴۶۰ ریال افزایش می‌یابد.

برای محاسبه $\partial W/\partial C_w$ باید از رابطه $VMP_w = C_w$ استفاده کرد تا ابتدا تقاضای آب برای تولید ذرت محاسبه شود و سپس از تقاضای آب نسبت به هزینه پمپاژ مشتق گرفته شود که با توجه به رابطه (۱۳)، نتیجه این مشتق‌گیری به صورت زیر می‌باشد:

$$\frac{\partial W}{\partial C_w}=\frac{1}{P_{y\ \ ww}}=\frac{1}{960\times(-0.000066)}=-15.84$$

www.SID.ir

Arshive of SID

رابطه بالا نشان می‌دهد که با افزایش یک واحد هزینه پمپاژ، تقاضا برای آب به مقدار ۱۵/۸۴ مترمکعب کاهش می‌یابد. با استفاده از محاسبات انجام شده و رابطه (۸) می‌توان کاهش رفاه تولید کنندگان را محاسبه کرد. نتایج حاصل در جدول۶ آورده شده است.

$$\frac{\partial S}{\partial R}=\left(P(Y)\frac{\partial Y}{\partial W}-C_w\right)\left(\frac{\partial W}{\partial C_w}.\frac{\partial C_w}{\partial R}+\frac{\partial W}{\partial R}\right)-W\left(\frac{\partial C_w}{\partial R}\right)$$

$$\frac{\partial S}{\partial R}=(147.94-49.493)(-158.4\times 6646+0)-9320.1(6646)=-72308315$$

کاهش رفاه به مقدار ۷۲/۳ میلیون ریال به ازای یک متر کاهش سطح آب در چاه نمونه (با مشخصات کارکرد سالانه ۵۵۴۲ ساعت و مقدار برداشت سالانه ۱۱۱۸۴۵۶/۵ مترمکعب آب) می‌باشد. میانگین کاهش سالانه سطح آب زیرزمینی در دشت ارزوئیه ۱/۷۸ متر است، که با توجه به این کاهش سطح آب، خسارت وارده به چاه نمونه (کاهش رفاه ناشی از افت) برابر با ۱۲۸۷۰۸۸۰۰ ریال می‌باشد. در کل دشت ۵۸۱ حلقه چاه وجود دارد که با توجه به برآورد نمونه‌ای کشت ذرت در ۷۸ درصد آنها ذرت کشت می‌شود، از این رو، تعداد کل چاههای مربوط به کشت ذرت ۴۵۳ حلقه می‌باشد که در آن به کشت ذرت آبی پرداخته و از آب‌های زیرزمینی استفاده می‌کنند. کاهش رفاه به ازای ۱/۷۸ متر افت آب در کل دشت در جدول۶ ارایه شده است.

از ضرب عدد کاهش رفاه به‌دست آمده در تعداد کل چاهها، کاهش رفاه برای کل منطقه بدست می‌آید. اگر عدد حاصله بر کل آب برداشتی دشت (۳۴۵ میلیون متر مکعب) تقسیم شود، کاهش رفاه به ازای هر متر مکعب آب به‌دست می‌آید. با توجه به میانگین افت ۱/۷۸ متری دشت ارزوئیه که با توجه به محاسبات انجام شده معادل کسری ۷۹ میلیون متر مکعب آب در سفره می‌باشد، مقدار کاهش رفاه به ازای هر مترمکعب کسری آب مخزن برابر با ۷۳/۸ بدست آمد. در نهایت، با توجه به میانگین مصرف آب در هکتار کشت ذرت به وسیله هر بهره‌بردار و ضرب آن در عدد کاهش رفاه به ازا هر متر مکعب برداشتی از مخزن، مقدار کاهش رفاه هر ذرت کار در هکتار ۸۸۴۴۷۰ ریال بدست آمد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف از این مطالعه، بررسی کاهش سطح رفاه اجتماعی ذرت کاران ناشی از کاهش سطح آب زیرزمینی در دشت ارزوئیه استان کرمان بود. این مطالعه از نوع میدانی و داده‌های آن از راه مصاحبه با ۱۵۱ کشاورز ذرت کار در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ بدست آمد. نتایج مطالعه نشان دادند که یک متر کاهش سطح آب به ازای هر چاه عمیق در منطقه منجر به کاهش ۷۲/۳ میلیون ریالی در رفاه کشاورزان می‌شود و کل کاهش رفاه ناشی از برداشت بی‌رویه و کسری ۷۹ میلیون متر

www.SID.ir

Arshive of SID

مکعبی سفره زیرزمینی برابر ۵۸ میلیارد ریال می‌باشد که رقم شایان توجهی است. بنابراین، براساس یافته‌های این پژوهش، کاهش سالانه آب‌های زیرزمینی به دلیل برداشت‌های بی‌رویه و غیر اصولی، بر سود و رفاه کشاورزان منطقه اثر خواهد گذاشت. از این‌رو، باید سازمان‌های مربوطه در مدیریت منابع آب زیرزمینی دقتی بیش‌تر کنند و ضمن نظارت دقیق بر مقدار برداشت‌ها، مانع فعالیت چاههای غیر مجاز شده و با کشاورزان متخاطی که بیش‌تر از مجوز خود برداشت می‌کنند، برخورد قانونی و قضایی انجام دهند. در موضوع مدیریت مصرف منابع آب، افزایش مشارکت کشاورزان در مدیریت منابع آبی می‌تواند بسیار تأثیرگذار باشد. البته، مشارکت مردمی نیاز به اگاهی بخشی نسبت به وضعیت بحرانی منابع آب دارد. کلاس‌های آموزشی و ترویجی به وسیله سازمان جهاد کشاورزی و شرکت آب منطقه‌ای می‌تواند به این امر کمک کند.

با توجه به اثرات جانبی برداشت بیش از حد که منجر به کاهش رفاه کشاورزان می‌شود، باید سیاست‌های بازاری برای کنترل مصرف اعمال نمود. برای این کار می‌توان تفاوت بین ارزش تولید نهایی آب و هزینه استخراج هر مترمکعب آب را به عنوان قیمت از کشاورز دریافت کرد. این کار باعث می‌شود کشاورز استفاده از منبع آب زیرزمینی را با توجه به قیمت آن بهینه کند. از سوی دیگر، افزایش قیمت استحصال آب، باعث می‌شود کشاورزان به استفاده از فناوری‌های آب اندوز نظیر فناوری‌های نوین آبیاری کشاورزی روی بیاورند. هم‌زمان با این سیاست، سیاست اعطای تسهیلات بانکی برای اصلاح سیستم آبیاری مزارع می‌تواند مفید باشد. اعمال سیاست سهمیه‌بندی برداشت و کاهش سطح زیرکشت و کنترل برداشت‌ها از راه نصب کنتورهای هوشمند نیز می‌تواند مفید باشد. در برخی مزارع مورد بررسی، بنا بر گفته خود کشاورزان، پمپ‌های آب ۲۴ ساعته در طول سال زراعی روشن و دائماً در پمپاژ هستند. اعمال خاموشی اجباری پمپ‌ها بویژه در ساعات ۱۲ تا ۴ بعد از ظهر این منطقه بسیار گرم باید اعمال شود. در این ساعات به شدت مقدار تبخیر بالا و راندمان آبیاری اندک است. البته اجرای سیاست‌های دستوری کاهش برداشت، نیاز شدید به سیستم‌های نظارتی قوی دارد و البته، نیازمند برخورد جدی با متخلفان می‌باشد.

منابع

- بنی‌اسدی، م. ۱۳۹۵. ارزیابی اثرات جانبی اقتصادی-محیط زیستی ناشی از برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی در حوضه آبریز ارزوئیه. رساله دکتری، دانشکده کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

- تقی‌زاده، س. و سلطانی، غ.ر. ۱۳۹۲. تأثیر اضافه برداشت آب زیرزمینی بر رفاه کشاورزان (مطالعه موردی: گندم کاران شهرستان فسا). پژوهشات اقتصاد کشاورزی، ۵(۱): ۲۲-۱.

www.SID.ir

Arshive of SID

- تهامی‌پور، م.، مهرابی بشرآبادی، ح. و کرباسی، ع. ۱۳۸۴. تأثیر کاهش سطح آب‌های زیرزمینی در رفاه اجتماعی تولید کنندگان مطالعه موردی: پسته کاران شهرستان زرند. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۳(۴۹): ۱۱۵-۹۷.
- حسین زاد، ج. و سلامی، ح. ۱۳۸۳. انتخاب تابع تولید برای برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی مطالعه موردی تولید گندم. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۲(۴۸): ۸۴-۵۳.
- خلیلیان، ص. و زارع مهرجردی، م. ر. ۱۳۸۴. ارزشگذاری آب‌های زیرزمینی در بهره‌برداری‌های کشاورزی، مطالعه موردی: گندم‌کاران شهرستان کرمان. اقتصادکشاورزی و توسعه، ۱۴:۵۱-۱.
- سلطانی، غ. ۱۳۸۶. اقتصاد مهندسی. مرکز نشر دانشگاه شیراز، شیراز.
- سیدان، س.م.، کهنسال، م.ر. و قربانی، م. ۱۳۹۵. بررسی اثرگذاری رفاهی بهره‌برداری بیش از حد مجاز از منابع آب زیر زمینی در دشت همدان-بهار. اقتصاد کشاورزی، ۱۰(۳): ۱۵۳-۱۲۹.
- فتحی، ف. و زیبایی، م. ۱۳۹۰. کاهش رفاه ناشی از افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت فیروزآباد. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵(۱): ۱۹-۱۰.

Refrences

- Acharya, G. (2000). Special issue the value of wetland: landscape and institutional perspectives approaches to valuing the hidden hydrological services of wetland ecosystems. Ecological Economics, 35: 63–74.
- Acharya, G. & Barbier, E. (2000). Valuing groundwater recharge through agricultural production in the Hadejia-Nguru wetlands in northern Nigeria. Agricultural Economics, 22: 247–259.
- Bagheri, A. & Hosseini, S.A. (2011). A system dynamics approach to assess water resources development scheme in the Mashhad plain, Iran, versus sustainability. Proceedings of the 4th International Perspective on Water Resources & the Environment (IPWE), January 2011, Singapore.
- Chambers, R.G. (1988). Applied production analysis: A dual approach. Cambridge University Press.
- Cochran, W.G. (1963). Sampling Techniques. 2nd Fd., New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Deacaluwe, B., Patry, A. & Savard, L. (2004). When water is no longer heaven sent: comparative pricing analysis in an AGE model. Retrieved from http://econpapers.hhs.se.
- Doll, P., Muller Schmied, H., Schuh, C., Portmann, FT. & Eicker. A. (2014). Global-scale assessment of groundwater depletion and related groundwater abstractions: combining hydrological modeling with

www.SID.ir

Arshive of SID

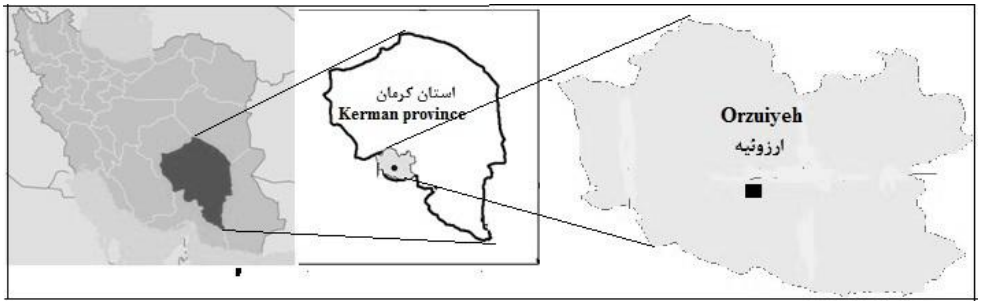
information from well observations and GRACE satellites. Water Resources Research, 50(7): 5698–5720.
- Domenico. P., Anderson, D.V. & Case, C. (1968). Optimal groundwater mining. Water Resource Research, 4(2): 247-255.
- Forootan, E., Rietbroeka, R., Kuschea, J., Sharifib, M.A., Awangec, J.L., Schmidtd, M., Omondie, P. & Famigliettif, J. (2014). Separation of large scale water storage patterns over Iran using GRACE, altimetry and hydrological data. Remote Sensing of Environment,140: 580–595.
- Freeman, A.M. (1993). The measurement of environmental and resource values: theory and methods. Resources for the Future, Washington DC.
- Gayarti, A. & Barbier, E. (2008). Valuing groundwater recharge through agricultural production in the Hadejia-Nguru Westland in northern Nigeria. Agricultural Economics, 22: 247-259.
- Gleeson, T., Wada, Y., Bierkens, M.F.P. & van Beek, L.P.H. (2012). Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint. Nature, 488: 197–200.
- Hojjati, M.H. & Boustani, F. (2010). An assessment of groundwater crisis in Iran, case study: Fars province. World Academy of Science, International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering, 4(10): 427–431.
- Izady, A., Davary, K., Alizadeh, A., Ghahraman, B., Sadeghi, M. & Moghaddamnia, A. (2012). Application of “panel-data” modeling to predict groundwater levels in the Neishaboor Plain, Iran. Hydrogeology Journal, 20(3): 435–447.
- Joodaki, G., Wahr, J. & Swenson, S. (2014). Estimating the human contribution to groundwater depletion in the Middle East, from GRACE data, land surface models, and well observations. Water Resources Research, 50: 2679–2692.
- Judge, G., Hill, R. C., Grifith, W. E., Lutkepphi, H. & Lee, T. C. (1988). Introduction to the theory and practice of Econometrics. 2nd Edition, New York, Wiley.
- Kaiser R. & Skiller F. (2003). Options for managing the hidden threat of aquifer depletion in Texas. Texas Tech, Law Review, 32: 250-304.
- Kulshreshtha, S.N. and Brown, W.J. 1990. The economic value of water for irrigation: a historical perspective. Canadian Water Resource, 15: 201-215.

www.SID.ir

Arshive of SID

- Lindgren A. (1999). The value of water: a study of the Stampriet Aquifer in Namibia. Master Thesis, Umea University.Department of Economics.
- Madani, K. (2014). Water management in Iran: what is causing the looming crisis? Journal of Environmental Studies and Science, 4: 315–328.
- Soltani, G. & Saboohi, M. (2009). Economic and social impacts of groundwater overdraft: The case of Iran. Paper presented at the Proceedings of the 15th Economic Research Forum (ERF) annual conference.

پیوست‌ها



شکل۱- موقعیت جغرافیایی دشت ارزوئیه

www.SID.ir

Arshive of SID

جدول۱- نتایج تخمین‌های اولیه انواع توابع تولید ذرت از نظر ویژگی‌ها.

تابع	خطی ساده	کاب داگلاس	ترانسدنتال	ترانسلوگ	درجه دوم تعمیم‌یافته	لئونتیف تعمیم‌یافته
درصد و تعداد ضرایب معنی‌دار	۵۷ درصد ۴ از ۷	۷۱ درصد ۵ از ۷	۳۸ درصد ۵ از ۱۳	۴۳ درصد ۱۲ تا از ۲۸	۲۹ درصد ۸ تا از ۲۸	۲۵ درصد ۷ تا از ۲۸
آزمون فرم تابعی (آزمون رمزی و F)	۸/۳۲۹ رد فرض صفر در سطح پنج درصد: مدل نامناسب (رمزی)	۸/۹۸۳ رد فرض صفر در سطح پنج درصد: مدل نامناسب (رمزی)	۱/۰۹ قبول فرض صفر: مدل مناسب (رمزی)	۴/۲۴۵، رد فرض صفر در سطح یک درصد: مدل نا مقید (ترانسلوگ) مناسبتر (F)	۲/۷۵۱، رد فرض صفر در سطح یک درصد: مدل نامقید (درجه دوم تعمیم‌یافته) مناسبتر است (F)	-
مقدار LM درآزمون نرمالیتی (جارگ-برا)	۰/۶۷۸ (۰/۷۰۹)	۲/۸۳۴ (۰/۲۴۲)	۲/۸۷۷ (۰/۲۳۷)	۰/۲۳۰ (۰/۸۹۱)	۰/۹۸۰ (۰/۶۱۳)	۰/۵۶۴ (۰/۷۵۴)
R^2	۰/۶۲	۰/۶۲	۰/۷۳	۰/۸۶	۰/۸۲	۰/۸۳
F	۱۹/۷۸ (۰/۰۰۰)	۱۹/۶۴ (۰/۰۰۰)	۱۴/۹۵۷ (۰/۰۰۰)	۱۱/۶۴ (۰/۰۰۰)	۸/۷۸ (۰/۰۰۰)	۹/۲۰ (۰/۰۰۰)
D.W	۱/۹۱	۲/۰۳	۱/۹۰	۲/۰۳	۲/۰۳	۲/۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

www.SID.ir

Arshive of SID

جدول۲- نتایج تخمین مدل درجه دوم تعمیم‌یافته در تولید ذرت آبی دشت ارزوئیه.

نام متغیر	نماد	ضریب	آماره t
ضریب ثابت	0	-۳۱۹۸/۶	-۰/۹۳
بذر	s	-۲۶۲/۲۶**	-۲/۱۲
کود	f	۵/۵۶۱***	۲/۷۰
آب	w	۰/۵۰۴***	۳/۰۶
ماشین آلات کشاورزی	m	۲۹۰/۵۹*	۱/۶۵
نیروی‌کار	l	۹۰۸/۶۴***	۵/۰۲
بذر-سم	sp	-۴۱/۱۹۷***	-۵/۲۰
بذر-نیروی کار	sl	-۱۲/۵۹۱***	-۲/۹۷
کود-ماشین	fm	-۰/۲۱۰*	-۱/۷۳
کود-سم	fp	۱/۷۱۷***	۳/۸۳
کود-نیروی کار	fl	-۰/۱۵۳*	-۱/۷۵
آب-سم	wp	۰/۱۳۷***	۳/۵۸
ماشین-سم	mp	۱۴۹/۷۷***	۳/۸۹
سم-نیروی‌کار	pl	-۱۴۳/۲۲***	-۳/۸۷
مربع بذر	ss	۱۳/۶۷۷***	۴/۳۱
مربع کود	ff	-۰/۰۰۳۹	-۱/۵۴
مربع آب	ww	-۰/۰۰۰۰۶۶***	-۴/۳۴
مربع ماشین	mm	-۲۴/۰۸۴**	-۱/۹۹
آماره‌ها	R^2 =۰/۸۱	$\overline{R}^2$ =۰/۷۶	F= ۱۵/۹۲***
AIC = ۱۳/۲۷ SC = ۱۳/۸۰	J-B Normality Test = ۰/۵۲۴ (۰/۷۷)	DW = ۲/۰۲	Log Likelihood =-۶۲۶/۲۲۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش، توضیح: * و ** و*** به ترتیب نمایانگر معنی‌دار بودن در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد.

www.SID.ir

Arshive of SID

جدول۳- هزینه‌های سرمایه‌گذاری در چاه و وسایل پمپاژ برای چاه های عمیق (ریال).

شرح	هزینه	ارزش اسقاط	عمر مفید	هزینه یکنواخت سالانه
هزینه حفر چاه	۴۲۰۰۰۰۰۰۰	۰	۱۰	۹۰۱۵۵۷۷۰/۶
پمپ شناور	۱۲۹۵۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۷	۳۲۱۶۶۱۹۵/۵
کابل ۲۵	۵۵۰۰۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰۰	۱۵	۹۷۰۶۴۴۱/۹
کابل ۷۰	۱۰۰۰۰۰۰۰	۵۶۰۰۰۰	۱۵	۱۷۷۸۴۱۷/۲
ترانس	۶۰۰۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰۰	۱۵	۱۰۹۱۲۸۸۳/۸
لوله ۶ اینچ	۱۳۲۰۰۰۰۰۰	۲۸۰۰۰۰۰	۱۵	۲۴۲۹۳۴۹۷/۹
اتصالات نصب	۵۰۰۰۰۰۰	۰	۱۵	۹۳۹۱۱۰/۵
اجرت نصب	۲۰۰۰۰۰۰۰	۰	-	۳۷۵۶۴۴۱/۹
مجموع		-	-	۱۷۳۷۰۸۷۵۹/۳

مأخذ: شرکت‌های مرتبط با حفر و فروش ادوات چاههای بهره‌برداری.

جدول۴- محاسبه هزینه استخراج هر مترمکعب آب از چاه در سال زراعی ۹۴-۹۳ (ریال).

نوع هزینه	مبلغ
هزینه ثابت (یکنواخت سالانه) هر مترمکعب آب	۱۸۶/۱۵
میانگین هزینه متغیر (شامل برق مصرفی، تعمیرات و سایر هزینه‌ها) برای هر مترمکعب آب	۳۰۸/۷۸
میانگین هزینه استخراج هر متر مکعب آب	۴۹۴/۹۳

مأخذ: محاسبات پژوهش

جدول۵- نتایج حاصل از برآورد تابع هزینه پمپاژ.

متغیرها	ضریب	آماره t	سطح معنی‌داری
جز ثابت	۱۳۱/۸۵	۰/۸۰	۰/۲۵
عمق چاه (متر)	۶۶۴۶/۲۹	۱۴/۸	۰/۰۰۰
R^2 =۰/۶۳	$\overline{R}^2$ =۰/۶۲	F= ۲۱۹/۵۲***	AIC = ۱۷/۰۹
	J-B Normality Test = ۲/۶۷ (۰/۲۶)	Log Likelihood = -۱۱۳۴/۶۷	SC =۱۷/۱۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش

www.SID.ir

Arshive of SID

جدول۶- مقدار تغییر رفاه ناشی از افت سطح آب زیرزمینی در دشت ارزوئیه.

شرح	مقدار کاهش رفاه (ریال)
کاهش رفاه به ازای هر متر کاهش سطح آب برای چاه نمونه	۷۲۳۰۸۳۱۵
کل کاهش رفاه منطقه به ازای کاهش یک متر سطح آب	۳۲۷۵۵۶۶۶۸۱۰
کاهش رفاه به ازا هر متر مکعب برداشتی از مخزن	۹۴/۹
کاهش رفاه به ازای میانگین افت ۱/۷۸ متری آب زیرزمینی در کل دشت (معادل ۷۹ میلیون مترمکعب کسری مخزن)	۵۸۳۰۵۰۸۶۹۱۰
کاهش رفاه به ازای هر مترمکعب کسری آب مخزن	۷۳۸
میانگین مقدار کاهش رفاه هر بهره‌بردار در تولید یک هکتار ذرت	۸۸۴۴۷۷

مأخذ: یافته‌های پژوهش

www.SID.ir